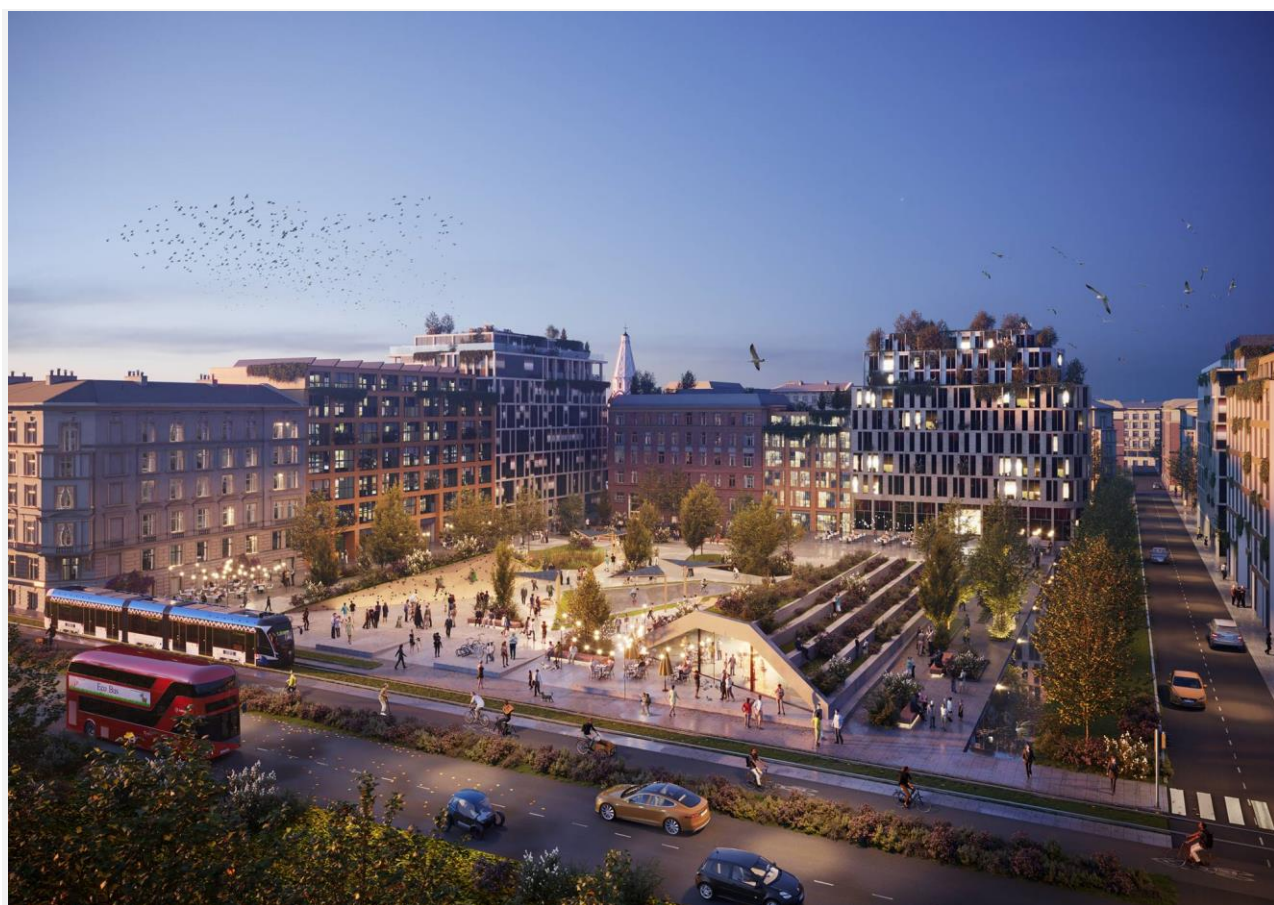


# Finnslätten – Effekten 5

Luftutredning



**Uppdrag:** Luftutredning Finnsläppen – Effekten 5  
**Uppdragsnummer:** 30040529  
**Kund:** Aroseken Bostäder AB  
**Datum:** 2022-05-11  
**Upprättad av:** Carl Thordstein  
**Kontrollerad av** Leif Axenhamn  
**Godkänt av** Leif Axenhamn  
**Dokumentreferens:** c:\users\sectho\documents\projekt\finnsläppen\rapport\rapport spridningsberäkningar  
finnsläppen.docx

# Innehållsförteckning

1.	Bakgrund och syfte.....	7
2.	Lagar, förordningar och miljömål.....	8
2.1	Miljö kvalitetsnormer.....	8
2.2	Bedömning av miljö kvalitetsnormer för omgivningsluft.....	9
2.3	Miljö kvalitetsmålet "Frisk luft".....	9
2.4	Västerås lokala miljömål.....	10
2.5	WHO rekommenderade gränsvärden.....	10
3.	Beräkningsförutsättningar.....	12
3.1	Utredningsområdet.....	12
3.2	Luff föroreningssituationen i Västerås.....	15
3.2.1	Bakgrundshalter.....	15
3.3	Spridningsmodell.....	16
3.4	Validering av mätdata och meteorologi.....	17
3.4.1	Meteorologi.....	18
3.5	Trafikförutsättningar.....	19
3.6	Emissionsdata använda i spridningsberäkningarna.....	20
3.7	Osäkerheter i modellberäkningar.....	21
3.8	Luff föroreningar och hälsoeffekter.....	21
3.8.1	Kvävedioxid.....	21
3.8.2	Partiklar (PM <sub>10</sub> ).....	22
4.	Resultat från spridningsberäkningarna.....	23
4.1	Kvävedioxid.....	23
4.1.1	NO <sub>2</sub> Årsmedelvärden.....	23
4.1.2	NO <sub>2</sub> Dygnsmedelvärden.....	25
4.1.3	NO <sub>2</sub> Timmedelvärden.....	27
4.1.4	Bedömning av kvävedioxid.....	29
4.2	Partiklar som PM <sub>10</sub> .....	30
4.2.1	PM <sub>10</sub> Årsmedelvärden.....	30
4.2.2	PM <sub>10</sub> Dygnsmedelvärden.....	32
4.2.3	Bedömning av partiklar (PM <sub>10</sub> ).....	33
5.	Luff förorening reducerade åtgärder.....	34
5.1	Bullerskärmar.....	34
5.2	Vegetation.....	35
5.3	Hastighetssänkningar.....	37
6.	Sammanfattande bedömning.....	38

7. Referenser.....40

## Sammanfattning

Aroseken Bostad och Kungsleden arbetar med att upprätta en detaljplan för Effekten 5 med syfte att möjliggöra byggnation av bostäder och pröva lämpligheten för en ny grundskola med tillhörande skolgård. Planområdet är beläget nordost om centrala Västerås. Sweco har på uppdrag utfört spridningsberäkningar för Effekten 5. Syftet med spridningsberäkningarna var att visa på fördelningen av kvävedioxid och partiklar (PM<sub>10</sub>) inom de aktuella områdena samt att jämföra beräknade halter mot föreskrivna miljö kvalitetsnormer och det nationella miljö kvalitetsmålet, Frisk luft. Beräkningar utfördes dels för den nuvarande situationen, dels år 2040.

I stadsmiljö har vägtrafiken identifierats som den huvudsakliga källan till kvävedioxid och partiklar (PM<sub>10</sub>), och högst haltnivåer uppmäts generellt i närheten med stora trafikleder och i slutna gaturum. Miljö kvalitetsnormernas gränsvärden klaras i de flesta kommuner i dagsläget, även om vissa kommuner har problem med höga halter av luftföroreningar. Upprättade gränsvärden är dock ett resultat av politiska förhandlingar på europeisk nivå, vilket innebär att de inte nödvändigtvis återger nivåer som motsvarar en god luftkvalitet för människors hälsa. Därför är det viktigt att istället sträva efter att uppnå miljö kvalitetsmålen. Dessa mål eller riktvärden har satts med hänsyn till känsliga grupper, såsom barn och astmatiker. Barn är särskilt känsliga för luftföroreningar, då de rör sig mycket och vistas utomhus i större utsträckning än många vuxna, samt att deras lungor och immunförsvar är under utveckling.

Resultatet från spridningsberäkningarna visade att detaljplanen inte försvårar möjligheten att uppfylla miljö kvalitetsnormerna för utomhusluft. Planområdets södra delar mot Österleden uppvisar högst halter men riskerar inte att överskrida miljö kvalitetsnormerna. Miljö kvalitetsnormerna för kvävedioxid klaras således inom planområdet och för samtliga scenarion. Miljö kvalitetsmålet för årsmedelvärde klaras också för nuläges-scenariot och 2040 scenariot inom planområdet. Miljö kvalitetsmålet för timmedelvärde klaras för planområdet i nuläget, och bedöms klaras med god marginal för 2040 scenariot. Halterna av kvävedioxid beräknades minska framtiden i jämförelse med nuvarande situation. Anledningen till minskningen är en kombination av att bakgrundhalterna förväntas minska i framtiden och att teknikutvecklingen kommer leda till renare bilar med minskade direktutsläpp av kväveoxider.

Partikelhalternas års- och dygnsmedelvärde förändras inte nämnvärt mellan de olika scenariona. Anledningen till att partikelhalterna mer eller mindre hålls konstanta är att den antagna minskningen i andelen fordon med dubbdäck till viss del motverkas av den framtida trafikökningen. Miljö kvalitetsnormerna klaras dock för samtliga scenarion och antas inte vara begränsande i framtiden. Miljö kvalitetsmålet "Frisk Lufts" årsmedelvärde för partiklar, PM<sub>10</sub> klaras i nuläget, och för år 2040 scenariot. Miljö kvalitetsmålet och Västerås lokala miljömål för dygnsmedelvärde, som ligger på 30 µg/m<sup>3</sup> klaras för planområdet i dagsläget och klaras även för 2040 scenariot.

Sammanställning av högst beräknade halter ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) vid gränsen till detaljplaneområdet vid

Effekten 5

Luftförorening	Medelvärdesperiod	Nuläge	Planalternativ 2040	MKN	Miljömål
Kvävedioxid (NO <sub>2</sub> )	År	14	10	40	20
	Dygn (98%-il)	28	20	60	-
	Timme (98%-il)	40	30	90	60
Partiklar (PM <sub>10</sub> )	År	13	14	40	15
	Dygn (90%-il)	23	25	50	30

Byggnaderna antas ha en viss minskande effekt på kvävedioxid- och partikelhalten (PM<sub>10</sub>) på innegårdarna bakom byggnaderna. Det bedöms fördelaktigt med byggnaderna mot omkringliggande vägar, eftersom det skulle bilda en effektiv barriär mot inträngning av halter på innergårdarna.

Ur luftsynpunkt vore det fördelaktigt att bevara så mycket som möjligt av vegetationsområdet mellan planområdet och Österleden. Detta då studier har kunnat påvisa att störst reducerande effekt uppnås vid kombination av ett fysiskt hinder, så som byggnader/bullerskärmar, och vegetation. Gaturummen som bildas inom planområdet kan dock bli något mer slutet vid genomförandet av planen. Detta kan generellt leda till situationer med högre haltnivåer. Vegetation kan försämra omblandningen och spridningen av luftföroreningar genom minskad turbulensen i slutna gaturum och det är därav viktigt att inte plantera träden för tätt så gaturummet ytterligare sluts. Inne i planområdet bedöms dock trafikmängden vara så pass låg att det inte föreligger risk för att höga halter av varken kvävedioxid och partiklar (PM<sub>10</sub>). Därför är det fördelaktigt att ha mycket vegetation i planområdet, eftersom det kan antas ha en luftföroreningsreducerande effekt.

Miljö kvalitetsnormerna kommer att med största sannolikhet klaras och inte utgöra några problem för planområdet. Dock finns det inte någon nivå under vilken inga negativa hälsoeffekter uppkommer, i synnerhet för partiklar. Därför är fördelaktigt med så låga luftföroreningshalter som möjligt där folk vistas. Det är även att föredra om tilluften för ventilation inte tas från fasader mot omkringliggande vägar, utan från taknivå eller från andra sidan av byggnaderna.

# 1. Bakgrund och syfte

Aroseken Bostad och Kungsleden arbetar med att upprätta en detaljplan för Effekten 5 med syfte att möjliggöra byggnation av bostäder och pröva lämpligheten för en ny grundskola med tillhörande skolgård. Planområdet är beläget nordost om centrala Västerås. Sweco har på uppdrag utfört spridningsberäkningar för Effekten 5. Syftet med spridningsberäkningarna var att visa på fördelningen av kvävedioxid och partiklar (PM<sub>10</sub>) inom de aktuella områdena samt att jämföra beräknade halter mot föreskrivna miljökvalitetsnormer och det nationella miljökvalitetsmålet, Frisk luft. Beräkningar utfördes dels för den nuvarande situationen, dels år 2040.

Miljökvalitetsnormernas gränsvärden klaras i de flesta kommuner i dagsläget, även om vissa kommuner har problem med höga halter av luftföroreningar. Upprättade gränsvärden är dock ett resultat av politiska förhandlingar på europeisk nivå, vilket innebär att de inte nödvändigtvis återger nivåer som motsvarar en god luftkvalitet för människors hälsa. Därför är det viktigt att i stället sträva efter att uppnå miljökvalitetsmålen (Naturvårdsverket, 2017). Dessa mål eller riktvärden har satts med hänsyn till känsliga grupper, såsom barn och astmatiker, och anger haltnivåer som inte överskrider lågrisknivåer för cancer eller riktvärden för skydd mot sjukdomar eller påverkan på växter, djur, material och kulturföremål.

Luftföroreningarna som ingår i föreliggande utredning är kvävedioxid (NO<sub>2</sub>) och partiklar (PM<sub>10</sub>). Partiklar (PM<sub>10</sub>) och kvävedioxid är de luftföroreningar som idag uppvisar höga halter i svenska tätorter och riskerar att överskrida de miljökvalitetsnormer som finns definierade. Luftföroreningar i stadsmiljö kommer främst från lokala källor. I Västerås har vägtrafiken identifierats av Västerås stad som den huvudsakliga källan till kvävedioxid och partiklar för det aktuella området, och högst haltnivåer uppmäts i närheten med de stora trafiklederna och i slutna gaturum. Övriga källor är industriella verksamheter men också långväga transporter från mer avlägsna källor, både inom Sverige och utanför landets gränser.

## 2. Lagar, förordningar och miljömål

### 2.1 Miljökvalitetsnormer

För att skydda människors hälsa och miljön har regeringen utfärdat en förordning om miljökvalitetsnormer (MKN) för utomhusluft, i överensstämmelse med EU-direktivet 2008/50/EG. I luftkvalitetsförordningen (2010:477) om miljökvalitetsnormer (MKN) för utomhusluft beskrivs dels föroreningsnivåer som inte får överskridas eller som får överskridas endast i viss angiven utsträckning, dels föroreningsnivåer som "ska eftersträvas". I Tabell 1 och

Tabell 2 nedan redovisas miljökvalitetsnormerna för kvävedioxid (NO<sub>2</sub>) och partiklar som PM<sub>10</sub>. Dessutom förekommer miljökvalitetsnormer för partiklar som PM<sub>2,5</sub>, svaveldioxid, koloxid, bly, bensen, arsenik, kadmium, nickel, PAH (BaP) och ozon. Miljökvalitetsnormerna för arsenik, kadmium, nickel, PAH och ozon definierar nivåer som "ska eftersträvas".

Tabell 1. Miljökvalitetsnormer för kvävedioxid

<b>Miljökvalitetsnormer för kvävedioxid i utomhusluft</b>		
Normvärde	Skydd för människors hälsa	Maximalt antal överskridanden
Årsmedelvärde <sup>1)</sup>	40 µg/m <sup>3</sup>	Aritmetiskt medelvärde
Dygnsmedelvärde <sup>2)</sup>	60 µg/m <sup>3</sup>	7 ggr per kalenderår
Timmedelvärdet <sup>3)</sup>	90 µg/m <sup>3</sup>	175 ggr per kalenderår om föroreningsnivån aldrig överstiger 200 µg/m <sup>3</sup> under 1 timme mer än 18 ggr per kalenderår

<sup>1)</sup> Årsmedelvärde definieras som aritmetiskt medelvärde där summan av alla värden divideras med antalet värden.

<sup>2)</sup> För dygnsmedelvärde gäller 98-percentilvärde, vilket innebär att halten av kvävedioxid som dygnsmedelvärde får överskridas maximalt 7 dygn på ett kalenderår (2 % av 365 dagar).

<sup>3)</sup> För timmedelvärde gäller 98-percentilvärde, vilket innebär att halten av kvävedioxid som timmedelvärde får överskridas maximalt 175 timmar på ett kalenderår (2 % av 8760 timmar) om halten 200 µg/m<sup>3</sup> inte överskrids mer än 18 timmar (99,8 percentilvärden).



Tabell 2. Miljökvalitetsnormer för partiklar som PM<sub>10</sub>

Miljökvalitetsnormer för partiklar (PM <sub>10</sub> ) i utomhusluft		
Normvärde	Skydd för människors hälsa	Maximalt antal överskridanden
Årsmedelvärde <sup>1)</sup>	40 µg/m <sup>3</sup>	Aritmetiskt medelvärde
Dygnsmedelvärde <sup>2)</sup>	50 µg/m <sup>3</sup>	35 ggr per kalenderår

<sup>1)</sup> Årsmedelvärde definieras som aritmetiskt medelvärde där summan av alla värden dividerats med antalet värden.

<sup>2)</sup> För dygnsmedelvärde gäller 90-percentilvärde, vilket innebär att halten av partiklar (PM<sub>10</sub>) som dygnsmedelvärde får överskridas maximalt 35 dygn på ett kalenderår.

## 2.2 Bedömning av miljökvalitetsnormer för omgivningsluft

Miljökvalitetsnormerna gäller generellt för utomhusluft, dock förekommer undantag enligt följande:

- I luftkvalitetsförordningen (2010:477) anges att miljökvalitetsnormerna inte ska tillämpas för luften på arbetsplatser samt vägtunnlar och tunnlar för spårbunden trafik.
- Enligt luftkvalitetsdirektivet (2008/50/EG) ska överensstämmelse med gränsvärden avsedda för skydd av människors hälsa inte utvärderas<sup>1</sup> på följande platser:
  - ✓ Varje plats inom områden dit allmänheten inte har tillträde och det inte finns någon fast befolkning.
  - ✓ Fabriker eller industrianläggningar där samtliga relevanta bestämmelser om hälsa och säkerhet på arbetsplatser tillämpas.
  - ✓ På vägars körbanor och mittremsor utom om fotgängare har normalt tillträde till mittremsan.

## 2.3 Miljökvalitetsmålet ”Frisk luft”

Den 26 april 2012 beslutade regeringen om preciseringar och etappmål i miljömålssystemet, svenska miljömål – preciseringar av miljökvalitetsmålen och en första uppsättning etappmål, Ds 2012:23.

Miljökvalitetsmålet Frisk luft preciseras så att med målet avses att halterna av luftföroreningar inte överskrider lågrisknivåer för cancer eller riktvärden för skydd mot sjukdomar eller påverkan på växter, djur, material och kulturföremål.

Riktvärden sätts med hänsyn till känsliga grupper och i Tabell 3 och Tabell 4 redovisas miljökvalitetsmålen för kvävedioxid (NO<sub>2</sub>) och partiklar som PM<sub>10</sub>.

<sup>1</sup> Med utvärdering avses, enligt luftkvalitetsdirektivet, en metod som används för att mäta, beräkna, förutsäga och uppskatta nivåer.

Tabell 3. Miljö kvalitetsmålen för kvävedioxid

<b>Miljö kvalitetsmålen för kvävedioxid i utomhusluft</b>		
Målvärden	Skydd för människors hälsa	Maximalt antal överskridanden
Årsmedelvärde <sup>1)</sup>	20 µg/m <sup>3</sup>	Aritmetiskt medelvärde
Timmedelvärden <sup>2)</sup>	60 µg/m <sup>3</sup>	175 ggr per kalenderår

<sup>1)</sup> Årsmedelvärde definieras som aritmetiskt medelvärde där summan av alla värden divideras med antalet värden.

<sup>2)</sup> För timmedelvärde gäller 98-percentilvärde, vilket innebär att halten av kvävedioxid som timmedelvärde får överskridas maximalt 175 timmar på ett kalenderår (2 % av 8760 timmar)

Tabell 4. Miljö kvalitetsmålen för partiklar som PM<sub>10</sub>

<b>Miljö kvalitetsmålen för partiklar (PM<sub>10</sub>) i utomhusluft</b>		
Målvärden	Skydd för människors hälsa	Maximalt antal överskridanden
Årsmedelvärde <sup>1)</sup>	15 µg/m <sup>3</sup>	Aritmetiskt medelvärde
Dygnsmedelvärde <sup>2)</sup>	30 µg/m <sup>3</sup>	35 ggr per kalenderår

<sup>1)</sup> Årsmedelvärde definieras som aritmetiskt medelvärde där summan av alla värden dividerats med antalet värden.

<sup>2)</sup> För dygnsmedelvärde gäller 90-percentilvärde, vilket innebär att halten av partiklar (PM<sub>10</sub>) som dygnsmedelvärde får överskridas maximalt 35 dygn på ett kalenderår.

Dessutom finns delmål för partiklar som PM<sub>2,5</sub>, bensen, bens(a)pyren, butadien, formaldehyd, ozon och korrosion.

## 2.4 Västerås lokala miljömål

Kommunfullmäktige i Västerås Stad beslutade år 2013 om ett lokalt mål för Frisk luft. Målet säger att luften i Västerås ska vara så ren att den inte utsätter människor för obehag och sjukdomar (Västerås stad, 2013).

- Dygnsmedelvärde för partiklar (PM<sub>10</sub>) ska underskrida 30 µg/m<sup>3</sup>. Värdet får överskridas högst 35 dygn per år i marknivå.

## 2.5 WHO rekommenderade AQQ

De första WHO AQQ (Air Quality Guideline) kom 1987 och gällde enbart för Europa. Dessa kommer senare att ersättas år 2006: WHO AQQ –global update 2005. När denna version av AQQ fastställdes 2005 fanns studier främst från Nordamerika och Europa. Ny forskning har kunnat påvisa att spridningen nu är större, effekterna likartade men att sambanden skiljer sig ibland. Exponeringsdata i epidemiologiska studier har förbättrats och nya modeller ger bland annat en bättre geografisk upplösning. Det finns nu även evidens för

många fler effekter av betydelse för uppkomst av astma, diabetes, neurokognitiva sjukdomar och graviditetspåverkan.

WHO har med den senaste versionen gett evidensbaserade underlag i form av ”rekommendationer” baserade på vilka halter av de viktigaste föroreningarna som inte kan överskridas utan negativa hälsoeffekter, samt ge indikationer på sambanden mellan dessa effekter. De nya AQG innebär stora skärpningar för flera luftföroreningar.

De gränsvärden (miljökvalitetsnormer) som Sverige implementerat följer till stor del de nivåer som beslutats i luftkvalitetsdirektivet på EU nivå. Alla medlemsländer har skickat in förslag på vilka nivåer som anses möjliga att uppnå, där Naturvårdsverket lett arbetet från Sverige. I slutet av 2022 kommer EU Kommissionens förslag till reviderat luftkvalitetsdirektiv och i mitten av 2023 kommer rådsförhandlingar om reviderat luftkvalitetsdirektiv påbörjas. För att rekommenderade nivåer ska kunna implementeras på ett pragmatiskt sätt har WHO även tillhandahållit interimistiska etappmål på vägen mot att nå ner till den föreslagna nivån. Vilka gränsvärden och målvärden ska sättas på kort, medellång och lång sikt är således inte bestämt, utan kommer avgöras under de kommande åren.

Tabell 5. WHO AQG nivåer för kvävedioxid

<b>AQG nivå för kvävedioxid i utomhusluft</b>		
Normvärde	Skydd för människors hälsa	Maximalt antal överskridanden
Årsmedelvärde <sup>1)</sup>	10 µg/m <sup>3</sup>	Aritmetiskt medelvärde
Dygnsmedelvärde <sup>2)</sup>	25 µg/m <sup>3</sup>	3-4 ggr per kalenderår

<sup>1)</sup> Årsmedelvärde definieras som aritmetiskt medelvärde där summan av alla värden divideras med antalet värden.

<sup>2)</sup> För dygnsmedelvärde gäller 99-percentilvärde, vilket innebär att halten av kvävedioxid som dygnsmedelvärde får överskridas maximalt 7 dygn på ett kalenderår (2 % av 365 dagar).

Tabell 6. WHO AQG nivåer för partiklar (PM<sub>10</sub>)

<b>AQG nivå för partiklar (PM<sub>10</sub>) i utomhusluft</b>		
Målvärden	Skydd för människors hälsa	Maximalt antal överskridanden
Årsmedelvärde <sup>1)</sup>	15 µg/m <sup>3</sup>	Aritmetiskt medelvärde
Dygnsmedelvärde <sup>2)</sup>	45 µg/m <sup>3</sup>	3-4 ggr per kalenderår

<sup>1)</sup> Årsmedelvärde definieras som aritmetiskt medelvärde där summan av alla värden dividerats med antalet värden.

<sup>2)</sup> För dygnsmedelvärde gäller 99-percentilvärde, vilket innebär att halten av partiklar (PM<sub>10</sub>) som dygnsmedelvärde får överskridas maximalt 3 dygn på ett kalenderår.

## 3. Beräkningsförutsättningar

I svenska tätorter är det främst kvävedioxid och partiklar (PM<sub>10</sub>), som periodvis förekommer i halter som överskrider föreliggande gränsvärden (MKN). För bedömning av hälsoeffekterna hos människor som kommer att vistas i planområdet har beräknade halter jämförts mot miljökvalitetsnormerna för kvävedioxid och partiklar (PM<sub>10</sub>). Övriga luftföroreningar såsom kolmonoxid, fina partiklar (PM<sub>2,5</sub>), svaveldioxid och bensen regleras också av miljökvalitetsnormer. Dessa luftföroreningar förekommer dock långt under miljökvalitetsnormerna och utgör inte något problem i Västerås, som sett till sin storlek har en relativt god luftkvalitet.

Spridning av luftföroreningar vid vägbanan är beroende av bland annat trafikflöden, meteorologiska förhållanden, topografi och förekomst av intilliggande byggnation och hinder. I följande avsnitt redogörs förutsättningarna för några dessa parametrar.

### 3.1 Utredningsområdet

Detaljplaneområdet är beläget nordost om centrala Västerås. I dagsläget utgörs planområdet av kontor och verksamhetslokaler, se Figur 2. Planförslaget vill pröva lämpligheten för att möjliggöra bostäder samt lämpligheten för en ny grundskola med tillhörande skolgård. Detaljplaneområdet avgränsas av Österleden i söder, Lugna gatan i väster, och Fredholmsgatan i norr. Bostadshus kommer delvis att uppföras längs planområdets södra och västra sida och kommer ur luftsynpunkt delvis att verka som barriär mot Österleden och Lugna gatan. Byggnaderna inom planområdet föreslås även uppföras med varierande våningshöjder. Inom planområdet föreslås en grundskola i den nordöstra delen.

Effekten 5 delas in i väster och öster för att kunna visa på en flexibel plan, se Figur 2. Den västra delen inkluderar hus 398 samt kvarteren väster och söder om denna byggnad. Då planen ska vara flexibel redovisas olika möjligheter på och för den östra delen på en gemensam plan, dessa är även listade här nedan som förtydligande till planen.

#### Scenario Östra delen av Effekten 5, Skola:

- Parkeringsgarage och/eller parkeringshus byggs för att klara parkeringsbehovet för hela Effekten 5. Den L-formade markparkeringen öster om 399 anläggs.
- Byggnad 399 delas enligt markering, i väster blir grundskola med en tillbyggnad mot Fredholmsvägen. Antal barn är 600 med en

skolgårdsyta på 18 000 kvm. Övriga delar av 399 blir högre utbildning utan större krav på skolgård.

- Bullerskydd för skolgård anläggs i tomtgräns i söder

#### **Scenario Östra delen av Effekten 5, Bostäder och Kontor:**

- Parkeringsgarage och/eller parkeringshus byggs för att klara parkeringsbehovet för hela Effekten 5. Den befintliga markplaneringen öster om 399an är kvar och utökas eventuellt.
- Byggnad 399 behålls som kontorsbyggnad.
- Samtliga streckade bostadskvarteren byggs.

#### **Scenario Östra delen av Effekten 5, Skola och Kontor:**

- Parkeringsgarage och/eller parkeringshus byggs för att klara parkeringsbehovet för hela Effekten 5. Den L-formade markparkeringen öster om 399 anläggs.
- Byggnad 399 delas enligt markering. I öster behålls kontor och i väster placeras en grundskola med en tillbyggnad mot Fredholmsvägen. Antal barn är 600 med en skolgårdsyta på 18 000 kvm.
- Inga bostadskvarter byggs.
- Bullerskydd för skolgård anläggs i tomtgräns i söder

#### **Scenario Östra delen av Effekten 5, Skola och bostäder:**

- Parkeringsgarage och/eller parkeringshus byggs för att klara parkeringsbehovet för hela Effekten 5. Den L-formade markparkeringen öster om 399 anläggs.
- Byggnad 399 görs om till skola, tillbyggnaden byggs ej. Antal barn är 600 med skolgård på 18 000 kvm.
- Det streckade bostadskvarteret mot Fredholmsgatan byggs.
- Bullerskydd för skolgård anläggs i tomtgräns i söder

Antal cykel- och bilplatser är beroende på vilken av de ovanstående scenarios som kommer att förverkligas. Bilparkering sker på lokalgator och markparkering (i olika utbredning). Planen visar även på möjligheten att uppgöra ett parkeringsgarage i marknivå under halvt upphöjd gård (i kvarteret söder om hus 398) eller parkeringshus (vars våningshöjd anpassas efter behov). Strukturplansförslaget visar cirka 400+ platser för hela Effekten 5. Förslaget är beräknat utan mobilitetsåtgärder även om vissa av dessa kan komma att appliceras oavsett.

Fordonstrafiken utgör den största och mest betydande utsläppskällan av luftföroreningar, som har en negativ inverkan på luftkvaliteten i området. Området är främst påverkat av kväveoxider från vägtrafiken (lokala bidraget) och bakgrundshalterna från stadens övriga utsläpp (urbana bidraget) samt den regionala intransporten av föroreningar. Den långväga och regionala intransporten av kväveoxider är i sammanhanget att betrakta som liten.



Figur 1. Karta över planområdets avgränsning.



Figur 2. Illustration över föreslagen bebyggelse. ©Karta från ÅWL Arkitekter

## 3.2 Luftföroreningsituationen i Västerås

Luftföroreningar förekommer i omgivningsluften som en följd av bl.a. utsläpp från vägtrafik, uppvärmning, energiproduktion och industriell verksamhet. En del av de luftföroreningar som förekommer i Västerås är intransporterade från andra regioner/länder framför allt partiklar (PM<sub>10</sub>). I Västerås har vägtrafiken identifierats som den huvudsakliga källan till luftföroreningar. Övriga källor är industriella verksamheter och förbränningsanläggningar. Nedan följer en beskrivning av luftföroreningsituationen i Västerås.

Västerås bedriver kontinuerliga mätningar av luftföroreningar. Sedan 2017 bedrivs mätningar i gatunivå vid Melkertorget i centrala Västerås.

Tabell 7 visar uppmätta luftföroreningshalter i Västerås under de senaste årens mätningar av kvävedioxid och partiklar (PM<sub>10</sub>). Data har hämtats från SMHI, som Naturvårdsverket utsett till nationell datavärd för luftkvalitetsdata.

Tabell 7. Uppmätta luftföroreningshalter i Västerås (µg/m<sup>3</sup>)

	2017	2018	2019	2020	MKN	Miljömål
<b>Kvävedioxid</b>						
- Årsmedelvärde	13	14	11	8	40	20
- Dygnsmedelvärde	27	34	29	20	60	-
- Timmedelvärde	43	49	40	30	90	60
<b>Partiklar (PM<sub>10</sub>)</b>						
- Årsmedelvärde	12	16	12	10	40	15
- Dygnsmedelvärde	23	31	26	18	50	30

Halterna fluktuerar mellan de senaste årens mätningar och i dagsläget tyder inte halterna på en långsiktigt nedåtgående trend. Miljökvalitetsnormerna för kvävedioxid klaras dock för samtliga år. Miljökvalitetsmålen bedöms också klaras för samtliga år. Halterna av partiklar (PM<sub>10</sub>) låg under miljökvalitetsnormen för både års- och dygnsmedelvärde. Genomförda mätningarna det senaste året indikerar att det reviderade riktvärdet överskridits 20 gånger, vilket innebär att även denna gräns klaras.

### 3.2.1 Bakgrundshalter

Förutom lokala emissioner sker även intransport av luftföroreningar från andra regioner i Sverige, men även långdistanstransport från områden utomlands. I programvaran Aermod som används vid spridningsberäkningarna adderas bakgrundshalter för kvävedioxid och partiklar (PM<sub>10</sub>). Mätningar i urban bakgrund ger en generell bild av luftföroreningshalten och möjligheter att följa trendutvecklingen för olika luftföroreningar. De är områden och platser i en tätort där föroreningsnivåerna är representativa för den exponering som befolkningen i allmänhet är utsatt för. En plats där många människor vistas utan direkt påverkan från en utsläppskälla. Utsläpp från övriga verksamheter runt planområdet tas indirekt hänsyn till då de ingår i bakgrundshalterna. Bakgrundshalterna som nyttjats i rapporten har hämtats från mätningarna som genomförts i urban bakgrund i centrala Västerås. Bakgrundshalterna av kvävedioxid och partiklar har justerats efter SMHI:s antagna bakgrundshalter i framtiden (SMHI, 2013).

### 3.3 Spridningsmodell

Spridnings- och depositionsberäkningarna är utförda enligt de amerikanska miljömyndigheternas (US-EPA) godkända modellkoncept AERMOD. Inom EU saknas motsvarande system när det gäller krav på spridningsmodeller. I EU finns organisationen Eionet (European Topic Centre on Air and Climate Change) som har tagit fram en förteckning över spridningsmodeller som används inom EU. Modellen finns beskriven på Referenslaboratoriet för tätortslufts internetsida (SMHI):

<http://www.smhi.se/reflab/luftkvalitetsmodeller/mer-om-modellerna/aermod>.

Fem olika applikationer ingår i detta arbete, dessa är:

1. **AERMET**, är en specialanpassad beräkningsapplikation för att beräkna meteorologiska parametrar för bl.a. vertikala profiler i beräkningsområdet.
2. **AERSURFACE**, är en modul som ger indata till Aermet avseende markbeskaffenheten i det aktuella beräkningsområdet.
3. **AERMAP**, beräkningsmodul för definiering av de topografiska förhållandena.
4. **AERMOD**, är spridningsmodellen för utsläpp från bl.a. skorstenar, vägtrafik, tankar och är speciellt utvecklat för att kunna beskriva halter i närområde kring utläppskällan. Modellen tar även hänsyn till närliggande byggnaders inverkan via en särskild beräkningsmodul (BPIPFRM, Building Profile Input Program Prime). För att bestämma andelen kvävedioxid (NO<sub>2</sub>) i omgivningsluften används metoden/modulen PVMRM (Plume Volume Molar Ratio Method). Metoden beräknar bl.a. förhållande mellan kväveoxid och tillgång på ozon i rökgasplymen.
5. **AERPLOT**, presentationsmodul för redovisning av beräkningsresultaten för årsmedelvärden samt percentilvärden.

Resultatet redovisas som en geografisk spridning med kontinuerliga haltnivåer 1,5 meter ovan marknivå i enheten µg/m<sup>3</sup>. Beräkningsmodellen tar inte hänsyn till enskilda byggnader, men innehåller information gällande platspecifik topografi och råhetsfaktor; beskriver ytans skrovlighet och därmed motståndet av spridningen i luften, vilket motsvarar "stadsmiljö".



### 3.4 Validering av mätdata och meteorologi

För att få en uppfattning om den totala noggrannheten i hela beräkningsgången har beräkningsmodellen i rapporten validerats/kalibrerats mot 2019 års mätdata av luftföroreningar (mätstationen vid Melkerstorget) och meteorologiska parametrar. Validering av modellen görs även med syftet att utvärdera dess förmåga att reproducera representativa halter för det undersökta området. Naturvårdsverkets har tagit fram kvalitetsmål, som luftkvalitetsmodeller ska uppfylla. Kvalitetsmålen är i enlighet med kraven på modellberäkningar som finns definierade i EU:s Luftdirektiv och baseras på jämförelse mellan beräknade halter och uppmätta halter. I Tabell 8 framgår vilka krav som ställs på de luftföroreningar som ingår i denna utredning.

Tabell 8. Kvalitetsmål för modellberäkningar enligt Naturvårdsverkets föfattningssamling (2016:9)

Kvalitetsmål	Partiklar (PM <sub>10</sub> )	Kvävedioxid (NO <sub>2</sub> )
Årsmedel	50 %	30 %
Dygnsmedel	Ännu ej fastställt	50 %
Timmedel	-	50 %

För att avgöra om modellberäkningarna uppfyllde kvalitetsmålen, nyttjades ett verktyg rekommenderat av referenslaboratoriet för tätortsluft (SMHI). I verktyget infogas modelldata respektive mätdata från mätplatsen vid Melkerstorget och från dessa beräknar verktyget kvalitetsmålen för både års-, dygns- och timmedelvärde. Kvalitetsmålen anges som osäkerhet med måtten RPE eller RDE. För årsmedelvärden rekommenderas att RDE används vid halter som väl underskrider gränsvärdena. För dygns- och timmedelvärden bör RPE användas om halterna väl underskrider gränsvärdena (Naturvårdsverket, 2014). Vad som kan vara bra att ha i åtanke är att ett perfekt uppnått modellresultat inte nödvändigtvis behöver innebära 100 % överensstämmelse med mätdata. Detta då varken mätningar eller modeller återger en perfekt beskrivning av atmosfärens kemiska tillstånd. Atmosfären påverkas av flertalet icke-linjära och till viss del stokastiska parametrar, varför en viss spridning är att vänta mellan uppmätta och beräknade halter.

Valideringen genomfördes mot mätstationen vid Melkerstorget, som är placerad cirka 1 km sydväst om planområdet. Resultatet visade på låg modellosäkerhet och kvalitetsmålen innehölls med god marginal, se Tabell 9. Då många parametrar är likartade mellan mätstationen och planområdet, så som avståndet till lokala emissionskällor och meteorologiska förhållande, antas beräkningsparametrarna vid valideringen vara applicerbara för beräkningarna vid planområdet.

Tabell 9. Resultat av modellosäkerheten

Resultat	Partiklar (PM <sub>10</sub> )	Kvävedioxid (NO <sub>2</sub> )
Årsmedel*	4%	3%
Dygnsmedel**	-	1%
Timmedel**	-	3%

\* Beräknad med det statistiska måttet RDE (Relativt Directive Erros), utgår från gränsvärdena i EUs Luftdirektiv

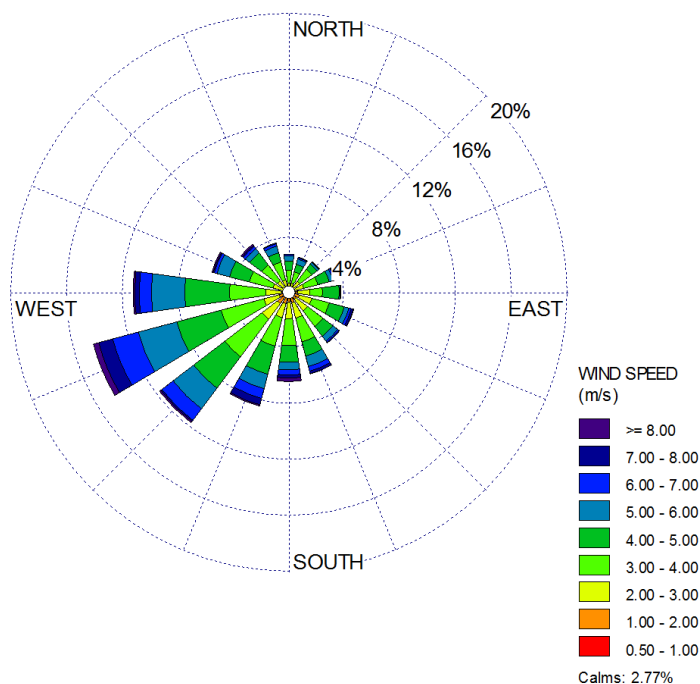
\*\* Beräknad med det statistiska måttet RPE (Relativt Percentile Erros), utgår från percentiler

Modellberäkningarna återger inte, som tidigare nämnt, en exakt överensstämmelse med mätdata, vilket innebär att det finns vissa felkällor. Det är dock viktigt att framhålla att bättre beräkningsresultat erhålls genom att kalibrera mot mätdata. Framtagna kalibreringsfaktorer har därefter antagits vara tillämpbara för år 2040. Detta antagande görs under förutsättningarna att kalibreringen främst beror på plats- och modellspecifika faktorer, som inte ändras med tiden och att emissionsmodellen HBEFA (Handbook Emission Factors for Road Transport) återger korrekta emissionstrender.

### 3.4.1 Meteorologi

Speciellt anpassade meteorologiska data för spridningsberäkningar har tagits fram för det aktuella området i Västerås. Den meteorologiska informationen bygger på en avancerad numerisk väderprognosmodell, "Mesoscale Model 5th generation" (MM5), vilken har beräknat de lokala meteorologiska förutsättningarna för Västerås året 2011, totalt 8760 timmar. Bland parametrar som ingår kan nämnas lufttryck, temperatur, vindhastighet, vindriktning, relativ fuktighet, molnmängd och nederbörd. Vissa parametrar är även definierade för olika nivåer i vertikalled (vindhastighet, vindriktning, lufttryck, temperatur, relativ fuktighet etc.). Metoden att använda MM5 data följer de anvisningar som de amerikanska miljömyndigheterna (US-EPA) tagit fram att användas i motsvarande tillståndsansökningar i USA. Motsvarande data används även i Europa. Skillnaden i beräkningsresultat för åren 2021 och 2040 inkluderar alltså inte meteorologiska skillnader utan enbart skillnader i emissioner. Variabiliteten av föroreningshalter som inträffar p.g.a. meteorologiska skillnader mellan olika år har det inte tagits hänsyn till. Dock betraktas år 2011 som ett normalår ur ett meteorologiskt perspektiv.

I Figur 3, beskrivs meteorologin i form av ett vindrosdiagram. Medelvindhastigheten för året 2011 är 3,9 meter per sekund.



Figur 3. Vindros för meteorologiska data året 2011, Västerås

### 3.5 Trafikförutsättningar

Fordonstrafiken utgör den största och mest betydande utsläppskällan av luftföroreningar, som har en negativ inverkan på luftkvaliteten i planområdet. I nuläget passerar Österleden söder om planområdet och har högst trafikflöde av de intilliggande vägarna. I Tabell 10 listas de trafikmängder för de vägar och scenarier, som ingick i beräkningarna.

Trafikuppgifterna som nyttjats i rapporten har tagits fram av WSP, (WSP, 2022). I modellberäkningen har trafikens dygnsfördelning under vardagar och helger tagits i beaktande.

Tabell 10. Trafikuppgifter för omkringliggande vägar

Väg	ÅDT		Hastighet (km/h)
	Nuläge	2040	
Österleden	14 292	25 370	60
Lugna gatan	9 782	25 268	50
Fredholmsgatan	450	10 112	50

\*Årsmedelvardagsdygnstrafik

## 3.6 Emissionsdata använda i spridningsberäkningarna

Emissionsfaktorn är den mängd kvävedioxid och partiklar ( $PM_{10}$ ) som ett genomsnittligt fordon skapar per körd sträcka. Emissionsfaktorn påverkas av många olika förhållanden, exempelvis fordonens typ, dubbdäcksandel och hastighet samt vägbanans beläggning, dammighet och fuktighet.

Avgasemissioner beräknas i huvudsak med hjälp av emissionsmodellen HBEFA 4.2 för år 2021 och 2040. Det är en gemensam europeisk emissionsmodell för vägtrafik som har anpassats till svenska förhållanden. Trafiksammansättningen avseende fordonsparkens avgasreningsgrad (olika euroklasser) beräknas utifrån prognoser för år 2040. Utsläppen av kväveoxider beräknas minska framtiden på grund av högre krav på avgasutsläppen. Emissionerna från fordonstrafiken beräknas utifrån dessa antaganden.

För partiklar beräknas det inte ske någon större skillnad i emissionsfaktorerna mellan åren 2020 och 2040, dessutom dominerar utsläppen av partiklar ( $PM_{10}$ ) som uppkommer vid slitage och ej som avgaser. För emissionerna av partiklar är andelen tung trafik, dubbdäcksandel och antal fordon de viktigaste parametrarna. Dubbdäcksandelen har påvisats ha en avgörande inverkan på partikelhalterna. I dagsläget uppgår dubbdäcksandelen i Västerås till cirka 70%. Då normen för  $PM_{10}$  avser ett högsta tillåtna medelvärde för ett helt kalenderår, behövs information gällande dubbdäcksandelens påverkan på halterna under ett år. För beräkningarna av  $PM_{10}$  användes därav genomsnittliga emissionsfaktorer under ett helt år. Andelen fordon med dubbdäck hölls konstant mellan beräkningsåren. Detta är ett något konservativt antagande och gjordes för att inte riskera att underskatta de framtida halterna.

Detaljerade hastighetsberoende emissionsfaktorer användes för  $NO_x/NO_2$  och partiklar ( $PM_{10}$ ), för de vägar som ingick i beräkningarna. Emissionerna av  $NO_x/NO_2$  är komplex, där en sänkning av hastigheten kan innebära en höjning av emissionsfaktorerna. Utsläppen av slitagepartiklar ökar med högre hastigheter, medan utsläppen av avgaspartiklar minskar ju närmre en motors optimala hastighet den närmar sig. Även fordonsslödet påverkar emissionerna, med lägre emissioner vid jämn körning och högre emissioner vid ojämn körning och kösituationer.

I spridningsmodellen beräknas de flödesberoende emissionerna med dygnsfördelning av fordonsslödet. Genom att modellera med dygnsfördelning kan man ta hänsyn till föroreningarnas och halternas samvariation med meteorologi. Det innebär att modelleringen ger mer representativa halter för de tillfällen då man har som högst trafikflöde, som under morgontimmarna, då det är störst risk för inversion och därmed höga föroreningshalter.

## 3.7 Osäkerheter i modellberäkningar

Modeller är aldrig fullständiga beskrivningar av verkligheten och resultaten som erhålls från en modellberäkning innehåller osäkerheter och måste därför alltid kvalitetsgranskas och resonemangsbeskrivas. Det föreligger alltid en risk att vissa felkällor uppkommer när modellen inte på ett korrekt sätt förmår ta hänsyn till alla faktorer som kan påverka halterna av luftföroreningar. Sådana felkällor beror på flera faktorer och återfinns bland annat i beräkningarna (förenklingar i modellerna), i mätdata (icke representativa mätdata) och i emissionsdata.

Beräknade halter i ett framtidsscenario innehåller större osäkerheter i jämförsele med beräknade nulägeshalter. Detta beror på att det i dessa beräkningsscenarioer tillkommer osäkerheter. De största osäkerheterna i denna studie antas finnas i emissionsdata, prognostiserade trafikflöden, fordonssammansättningen (t.ex. andelen dieslbilar) och andelen bilar med dubbdäck. Utsläppsförändringen hos fordon är även den osäker och påverkas till stor del av utvecklingen och användningen av bränslen, motorer och däck. De beräkningar som legat till grund för denna rapport ligger inom de av Naturvårdsverket tillåtna felmarginalerna.

## 3.8 Luftföroreningar och hälsoeffekter

Luftföroreningar ökar risken för hjärtlungsjukdomar och bidrar till ökad dödlighet (WHO, 2005). Exponering av luftföroreningar innebär en ökad risk för luftvägspåverkan hos barn, utveckling av allergi och utveckling av astma. Luftföroreningarna i tätorter och i miljöer med förhöjda luftföroreningshalter innebär en ökad risk för cancer, fosterpåverkan och besvär (obehag och lukt). Det har visat sig att luftföroreningarna orsakar fler läkarbesök/sjukhusinläggningar för den del av befolkningen som är känsliga, exempelvis astmatiker och barn samt de som redan har en hjärt- och lungsjukdom.

Barn rör sig mycket och vistas utomhus i större utsträckning än många vuxna. Detta i kombination med att deras lungor och immunförsvar är under utveckling, gör barn till särskilt utsatta för luftföroreningar. Vetenskapliga studier har påvisat att partiklar lättare fastnar i barn lungor i jämförelse med vuxna, och skillnaden är omkring 10–20 procent per andetag. Barn rör på sig mer än vuxna och andas in en relativt stor mängd luft, och därav luftföroreningar, i förhållande till sin kroppsvikt. För barn som växer upp i områden med höga halter av luftföroreningarna ökar risken för luftvägsinfektioner, astma och nedsatt lungfunktion (Naturvårdsverket, 2017).

### 3.8.1 Kvävedioxid

Kväveoxider ( $\text{NO}_x$ ) utgörs av kväveoxid ( $\text{NO}$ ) och kvävedioxid ( $\text{NO}_2$ ). Halten kvävedioxid i omgivningsluften härrör dels från direkta utsläpp av kvävedioxid från bland annat fordon och förbränningsanläggningar, dels från atmosfäriska reaktioner genom oxidation av kväveoxid till kvävedioxid under inverkan av ozon och solljus. Vid nybildning av kväveoxider från vägtrafik består den största delen av kväveoxid men även till viss del av kvävedioxid. All kväveoxid oxideras förr eller senare till kvävedioxid. Kvävedioxid kan under soliga dagar med hjälp av UV-strålning bidra till bildandet av marknära ozon.

Kväveoxid är en färglös, luktfri gas, medan kvävedioxid är gulbrun och har en irriterande lukt. Kvävedioxid är inte klassat som carcinogent, men kan påverka

människors hälsa genom att verka irriterande på andningsorgan. Personer med exempelvis astma har påvisats extra känsliga vid exponering av omgivningskoncentrationer på 200–500 µg/m<sup>3</sup> (Staxler et al., 2001). För friska personer har liknande effekt rapporterats, dock vid betydligt högre halter på uppemot 2000 µg/m<sup>3</sup> (Barck et al, 2005). Nyligen har hälsundersökningar i Norge indikerat på korttidseffekter vid kvävedioxidhalter (i omgivningsluften) på omkring 100 µg/m<sup>3</sup> och långtidseffekter vid halter på omkring 40 µg/m<sup>3</sup> (Folkehelseinstituttet, 2011). Vid rangordning av luftföroreningars påverkan på hälsan, placeras kvävedioxid på fjärde plats efter PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub> och ozon (EEA, 2013).

### 3.8.2 Partiklar (PM<sub>10</sub>)

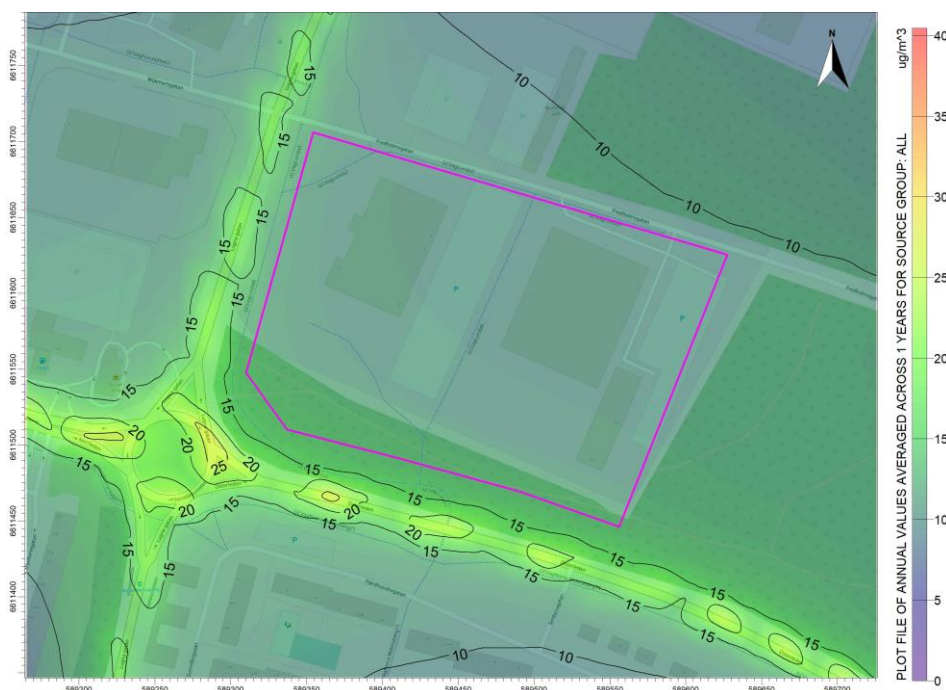
Partiklar utgörs av mikroskopiska delar av fast materia eller flytande ämnen som är suspenderade i atmosfären. Partiklar tillförs atmosfären genom både naturliga och mänskliga aktiviteter. Naturliga aktiviteter innefattar skogsbränder samt uppvirvling av jorddamm, sand och havssalt. Människan har därför utvecklat skyddsmekanismer som effektivt transporterar bort en stor del av de luftföroreningarna vi andas in (Naturvårdsverket, 2017). Mänskliga aktiviteter har generellt sett större inverkan på partikelhalten i urbana miljöer. Sådana aktiviteter som bidrar till partikelhalten är väg-, båt- och spårtrafik samt industriella processer och vedeldning.

Partiklar i omgivningsluften definieras oftast efter storleken där partiklarna är mindre än 10 µm respektive 2,5 µm (PM<sub>10</sub> respektive PM<sub>2,5</sub>). Dessa partiklar är inandningsbara och kan därmed fastna i luftvägarna. Förbränningspartiklar har en typisk storlek på mellan 0,02 – 0,6 µm och innehåller exempelvis polyaromatiska föreningar (PAH), flyktiga ämnen och spårämnen. En egenskap för små partiklar (PM<sub>2,5</sub>) är att de kan tränga ned i lungorna till lungblåsorna (alveolerna) där syreutbytet sker. Därmed finns det en risk att partiklar som når ner till lungblåsorna kan spridas vidare via blodet i kroppen. Hur stor dos som luftvägarna exponeras för beror till stor del på hur snabbt partiklarna bortskaffas. Hos friska personer finns det mekanismer som kan rensa bort partiklarna i de nedre luftvägarna men bortskaffande av partiklar som når ända ner till lungblåsorna tar i regel betydligt längre tid. Även partiklar som PM<sub>10</sub> bedöms påverka hälsan i betydande omfattning (US-EPA, WHO). I juni 2012 enades WHO-organet IARC om att exponering för dieselavgaser innebär risk för cancer i lungorna. Utsläpp från dieselmotorer och vedeldning innehåller små sotpartiklar som är skadliga för hälsan. Sambandet mellan risk och partikelhalt är normalt att betrakta som linjärt. Det finns med andra ord inga kända tröskleffekter utan alla minskningar av partiklar i inandningsluften är betydelsefulla för hälsan.

## 4. Resultat från spridningsberäkningarna

### 4.1 Kvävedioxid

#### 4.1.1 NO<sub>2</sub> Årsmedelvärden



Figur 4. **Nuvarande situation**, beräknade halter av kvävedioxid som årsmedelvärden. Planområdet markeras med lila linje.

De högst beräknade halterna innanför planområdet ligger på omkring 14 µg/m<sup>3</sup>.

Värdena ska jämföras mot miljö kvalitetsnormens gränsvärde på 40 µg/m<sup>3</sup>.

Miljö kvalitetsmålet Frisk Luft för kvävedioxid ligger på 20 µg/m<sup>3</sup>.



Figur 5. **Framtida scenario 2040**, beräknade halter av kvävedioxid som årsmedelvärden. Planområdet markeras med lila linje.

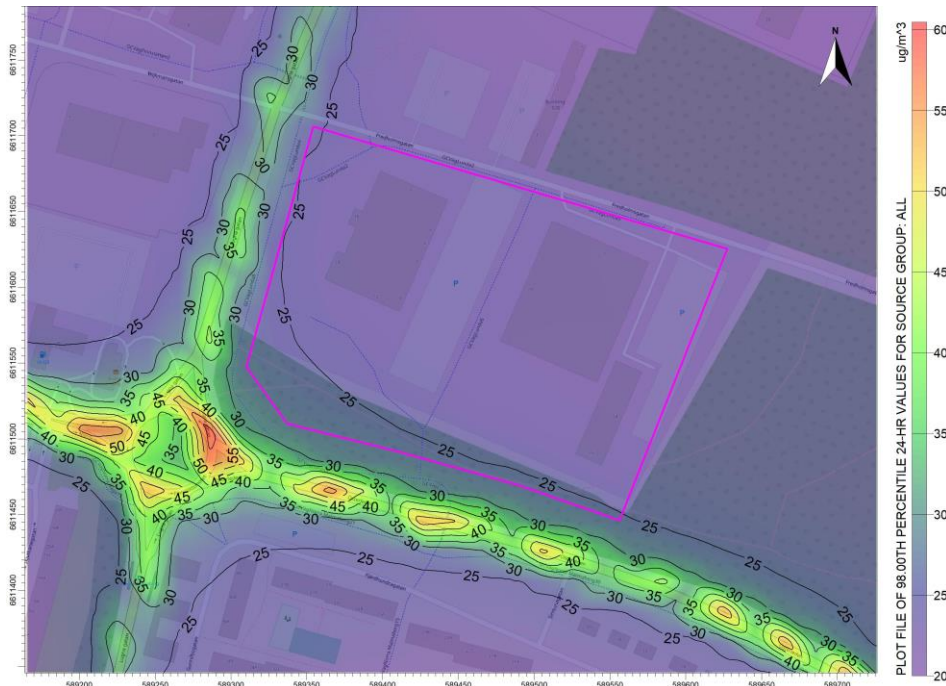
De högst beräknade halterna innanför planområdet ligger på omkring  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Värdena ska jämföras mot miljökvalitetsnormens gränsvärde på  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Miljökvalitetsmålet Frisk Luft för kvävedioxid ligger på  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .



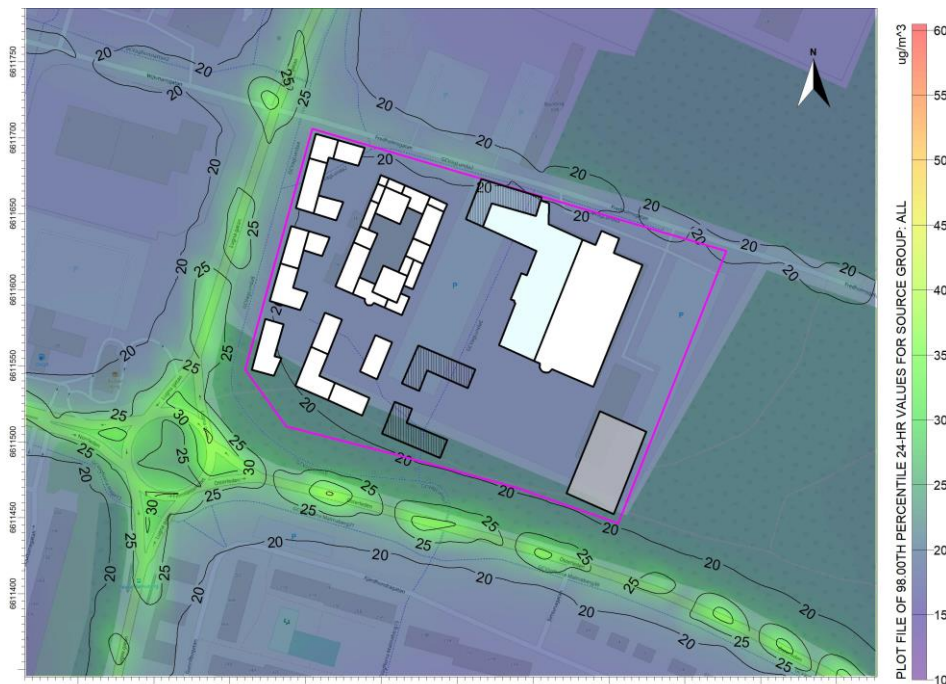
#### 4.1.2 NO<sub>2</sub> Dygnsmedelvärden



Figur 6. **Nuvarande situation**, beräknade halter av kvävedioxid som dygnsmedelvärden (98-percentil). Planområdet markeras med lila linje.

De högst beräknade halterna innanför planområdet ligger på omkring 28 µg/m<sup>3</sup>.

Värdena ska jämföras mot miljökvalitetsnormens dygnsmedelvärde på 60 µg/m<sup>3</sup> för dygnsmedelvärdet som 98-percentil och år. Det finns inget upprättat miljökvalitetsmål för kvävedioxid som dygnsmedelvärde.

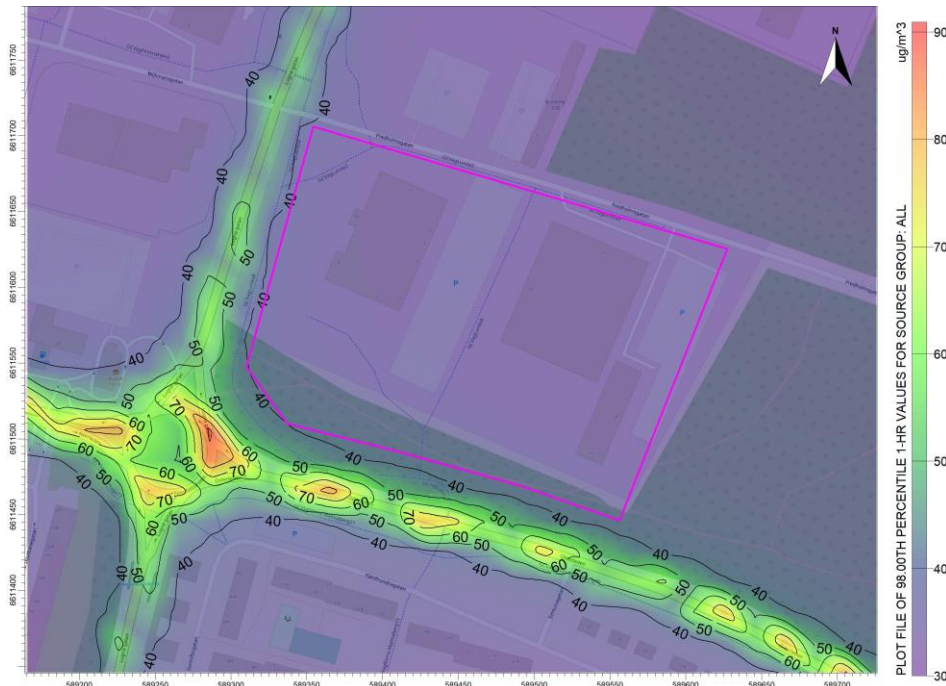


Figur 7. **Framtida scenario 2040**, beräknade halter av kvävedioxid som dygnsmedelvärden (98-percentil). Planområdet markeras med lila linje.

De högst beräknade halterna innanför planområdet ligger på omkring 20 µg/m<sup>3</sup>.

Värdena ska jämföras mot miljökvalitetsnormens dygnsmedelvärde på 60 µg/m<sup>3</sup> för dygnsmedelvärdet som 98-percentil och år. Det finns inget upprättat miljökvalitetsmål för kvävedioxid som dygnsmedelvärde.

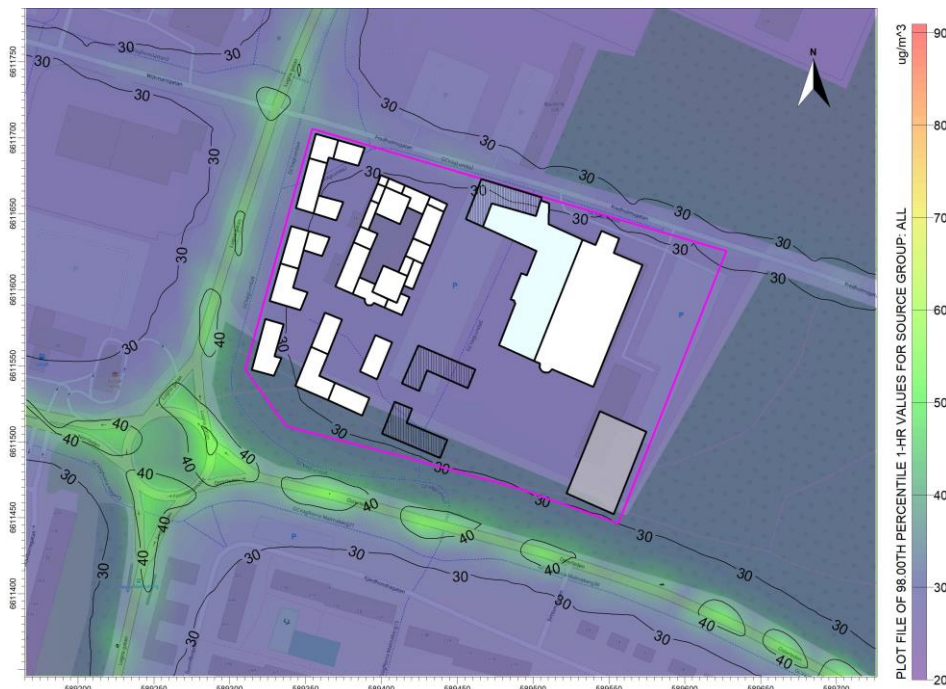
### 4.1.3 NO<sub>2</sub> Timmedelvärden



Figur 8. **Nuvarande situation**, beräknade halter av kvävedioxid som timmedelvärden (98-percentil). Planområdet markeras med lila linje.

De högst beräknade halterna innanför planområdet ligger på omkring 40 µg/m<sup>3</sup>.

Värdena ska jämföras mot miljökvalitetsnormens timmedelvärde på 90 µg/m<sup>3</sup> som 98-percentil för timmedelvärdet och år. Miljökvalitetsmål Frisk Luft för kvävedioxid ligger på 60 µg/m<sup>3</sup> för timmedelvärdet som 98-percentil och år.



Figur 9. *Framtida scenario 2040*, beräknade halter av kvävedioxid som timmedelvärden (98-percentil). Planområdet markeras med lila linje.

De högst beräknade halterna innanför planområdet ligger på omkring  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Värdena ska jämföras mot miljökvalitetsnormens timmedelvärde på  $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$  som 98-percentil för timmedelvärdet och år. Miljökvalitetsmål Frisk Luft för kvävedioxid ligger på  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  för timmedelvärdet som 98-percentil och år.

#### 4.1.4 Bedömning av kvävedioxid

Resultatet från spridningsberäkningarna visar på god överensstämmelse med uppmätta halter vid Melkerstorget. De beräknade haltnivåerna av kvävedioxid minskade för år 2040 i jämförelse med nulägeshalterna. Halterna beräknas vara som högst på den södra delen av planområdet, som vetter Österleden, men avtar snabbt med avståndet. Halterna bedömdes utanför vägområdet där människor exponeras för luftföroreningar och där miljö kvalitetsnormerna ska tillämpas.

Årsmedelvärdet för miljö kvalitetsnormen ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) innehölls inom planområdena för samtliga scenarion. Miljö kvalitetsmålet på  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  klaras för hela planområdet under nuläges-scenariot. För år 2040 klaras miljö kvalitetsnormen med god marginal för hela planområdet.

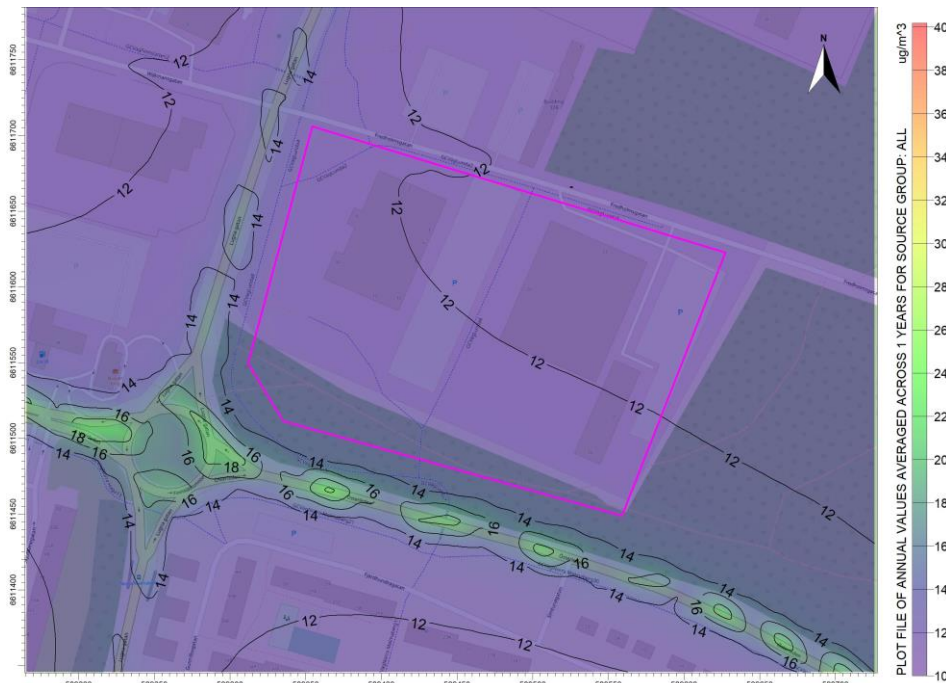
Miljö kvalitetsnormen för dygnsmedelvärdet ( $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) visade på måttliga till höga halter. Enligt beräkningarna är halterna höga precis invid Österleden och vid rondellen sydväst planområdet. Halterna avtar dock snabbt med avståndet till vägområdet och miljö kvalitetsnormen klaras för hela planområdet och för samtliga scenarion. För år 2040 klaras miljö kvalitetsnormen med god marginal för hela planområdet.

Miljö kvalitetsnormen för timmedelvärdet ( $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) klaras för samtliga scenarion. Miljö kvalitetsmålet på  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  klaras i nuläges-scenariot och klaras med god marginal inom planområdena för 2040 scenariot.

Förklaringen till de kraftigt reducerade kvävedioxidhalterna för scenariot 2040 är en kombination av att bakgrundhalterna, enligt SMHI:s beräkningar, förväntas minska och att hårdare krav på utsläppsmängder kommer driva på teknikutvecklingen, vilket förväntas leda till lägre halter av framför allt kvävedioxider. I detta antagande är de framtida trafikökningarna medräknade.

## 4.2 Partiklar som PM<sub>10</sub>

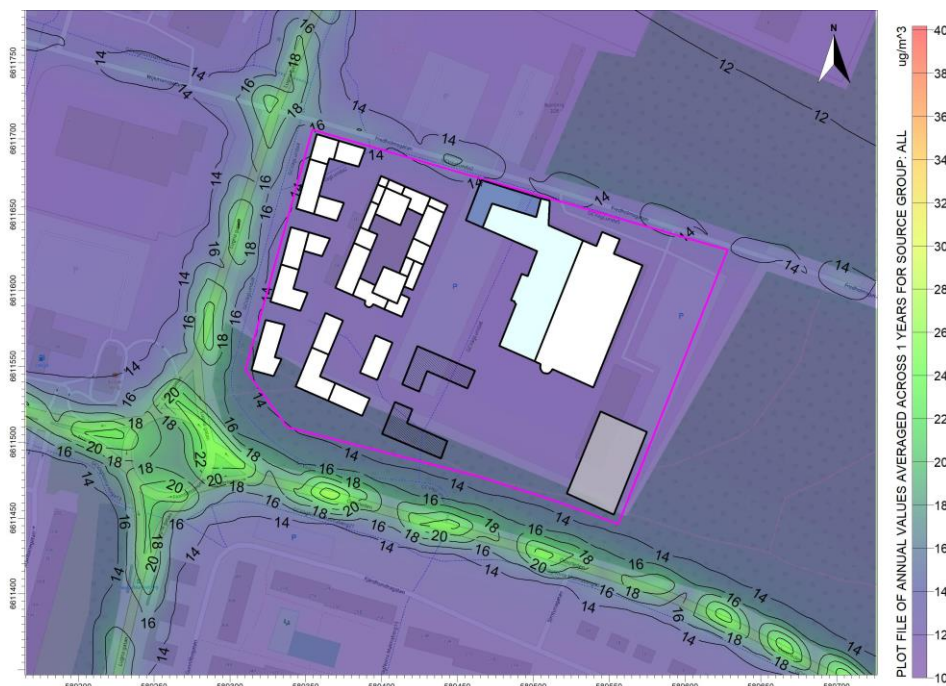
### 4.2.1 PM<sub>10</sub> Årsmedelvärden



Figur 10. **Nuvarande situation**, beräknade halter av partiklar (PM<sub>10</sub>) som årsmedelvärden. Planområdet markeras med lila linje.

De högst beräknade halterna innanför planområdet ligger på omkring 13 µg/m<sup>3</sup>.

Värdena ska jämföras mot miljökvalitetsnormens gränsvärde för PM<sub>10</sub> på 40 µg/m<sup>3</sup>. Miljökvalitetsmålet Frisk Luft för partiklar som PM<sub>10</sub> ligger på 15 µg/m<sup>3</sup>.

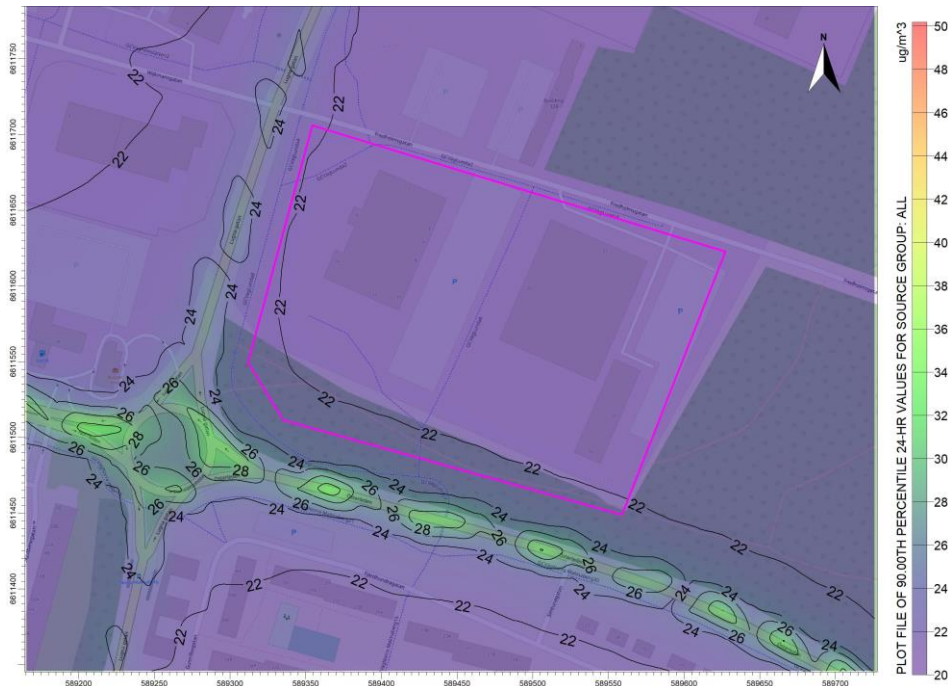


Figur 11. **Framtida scenario 2040**, beräknade halter av partiklar ( $PM_{10}$ ) som årsmedelvärden. Planområdet markeras med lila linje.

De högst beräknade halterna innanför planområdet ligger på omkring  $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Värdena ska jämföras mot miljö kvalitetsnormens gränsvärde för  $PM_{10}$  på  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Miljö kvalitetsmålet Frisk Luft för partiklar som  $PM_{10}$  ligger på  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

## 4.2.2 PM10 Dygnsmedelvärden

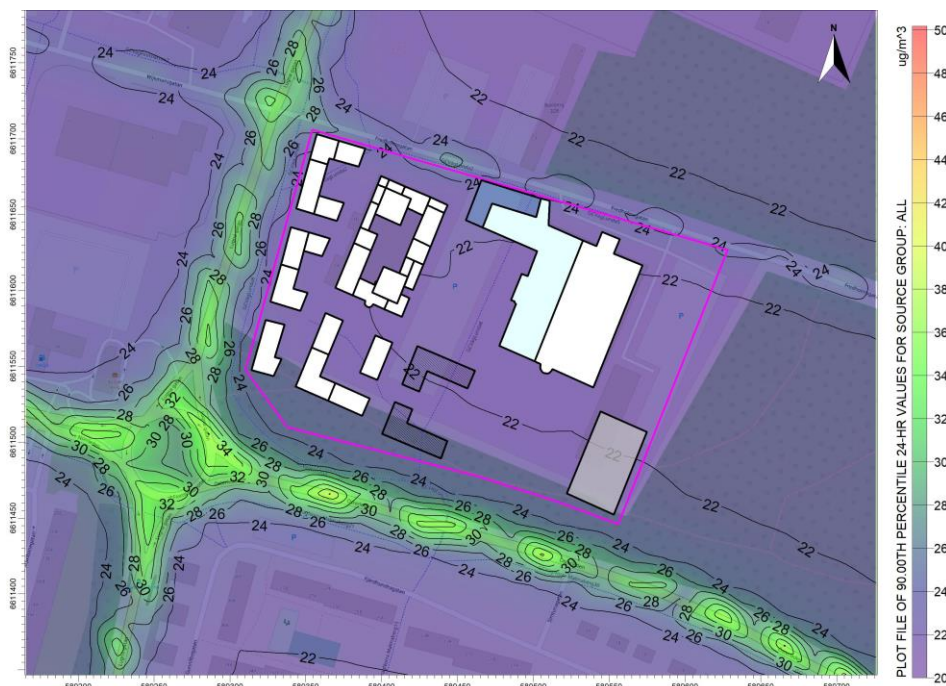


Figur 12. **Nuvarande situation**, beräknade halter av partiklar ( $PM_{10}$ ) som dygnsmedelvärden (90-percentil). Planområdet markeras med lila linje.

De högst beräknade halterna innanför planområdet ligger båda på omkring  $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Värdena ska jämföras mot miljö kvalitetsnormens dygnsmedelvärde på  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  för dygnsmedelvärde som 90-percentil och år. Miljö kvalitetsmål Frisk Luft för partiklar som  $PM_{10}$  avseende dygnsmedelvärde som 90-percentil ligger på  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .





Figur 13. **Framtida scenario 2040**, beräknade halter av partiklar ( $PM_{10}$ ) som dygnsmedelvärden (90-percentil). Planområdet markeras med lila linje.

De högst beräknade halterna innanför planområdet ligger båda på omkring 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Värdena ska jämföras mot miljökvalitetsnormens dygnsmedelvärde på 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  för dygnsmedelvärdet som 90-percentil och år. Miljökvalitetsmål Frisk Luft för partiklar som  $PM_{10}$  avseende dygnsmedelvärdet som 90-percentil ligger på 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

#### 4.2.3 Bedömning av partiklar ( $PM_{10}$ )

Resultatet visade på god överensstämmelse med uppmätta mätvärden vid Melkerstorget. Partikelhalterna uppvisade en mycket lägre variation mellan scenarierna i jämförelse med kvävedioxidhalterna.

Beräknade partikelhalter klarar miljökvalitetsnormerna för års- och dygnsmedelvärde med god marginal, för samtliga scenarion.

Miljökvalitetsmålet "Frisk Lufts" årsmedelvärde för partiklar som  $PM_{10}$  ligger på 15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  och klaras för hela planområdet i nuläget. För scenariot 2040 är det nära att riktvärdet tangeras och riskerar således att överskridas.

Miljökvalitetsmålet för årsmedelvärde kan dock i framtiden vara svårt att nå. Detta eftersom bakgrundhalterna, som utgör en stor del av den totala partikelhalten, beräknas ligga på nivåer, som innebär att det kommer vara svårt att uppnå även om vägtrafiken kraftigt reduceras. Miljökvalitetsmålet och Västerås lokala miljömål för dygnsmedelvärde, som ligger på 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  klaras inom hela planområdet i nuläges-scenariot och för 2040.

Anledningen till att partikelhalterna inte minskar i samma utsträckning som kvävedioxidhalterna mellan scenarierna är att den antagna minskningen i andelen fordon med dubbdäck till viss del motverkas av den prognostiserade trafikökningen. Den prognostiserade trenden när det gäller partiklar och särskilt bakgrundshalter inte är lika positiv som för kvävedioxid.

## 5. Luftföroreningsreducerade åtgärder

Det finns många sätt att minska emissioner av luftföroreningar. I många fall är det av betydelse att vidta åtgärder för att reducera luftföroreningarna till nivåer som naturen och vi människor tål; utan ekonomiska och materiella uppoffringar. Generellt kan tre tillvägagångssätt övervägas för att förbättra luftkvaliteten i urbana miljöer: kontrollera mängden av luftföroreningen, kontrollera intensiteten av föroreningen, och kontrollera spridningsvägarna mellan källan och mottagarna.

Följande åtgärder antas ha en positiv inverkan på utsläppen av luftföroreningar vid planområdet.

### 5.1 Bullerskärmar

Bullerskärmars primära syfte är att minska bullernivåerna från trafiken genom att blockera och att avböja ljudvågor. Det har dock visat sig att bullerskärmar även kan ha en positiv effekt på luftkvaliteten. Genomförda mätningar och modellberäkningar har påvisat både en begränsande och reducerande effekt på luftföroreningar omedelbart bakom bullerskärmen (SLB-analys, 2013:1; Bowker et al., 2007). Detta då skärmen håller kvar luftföroreningarna på vägsidan och därmed minskar inblandningen av trafikavgaser i luften på andra sidan av bullerskärmen (Janhäll, 2015). Skärmarna kan öka den lokala turbulens (blandning och utspädning) och inducera den vertikala rörelse hos plymen, vilket i sin tur leder till reducerade koncentrationer. Studier tyder på att denna vertikala rörelse eller uppåtböjning av luft skapar en cirkulär håligheter i vindriktning från barriären, som innehåller en välblandad, och potentiellt lägre koncentration av luftföroreningar (Brechler et al. 2014; Baldauf et al. 2009). Bullerskärmen höjd har stor inverkan på spridningen och effekten minskar med minskad skärmshöjd. Mätningar bakom en 4 meter hög skärm har påvisats ge signifikant lägre halter i jämförsele med mätningar utan skärmar (Danish road institute, 2011). En skärm kan påverka vindfältet på ett avstånd mer än 10 meter skärmens höjd (Tiwary et al., 2005).

Bullerskärmar har en effekt på ämnen som genomgår mer komplexa processer efter att de emitterats, som exempelvis partiklar är dock till viss del begränsad. Partiklar kan genomgå olika koagulerings och kondensationsprocesser efter att de emitterats samt att de kan deponeras på bullerskärmar yta. Detta innebär att det är många osäkerhetsparametrar som försvårar noggranna antaganden och beräkningar.

Det finns i nuläget inga bullerskärmar mot planområdet. I planen är det föreslaget bullerskärmar längs delar av den södra delen av planområdet mot Österleden. De föreslagna bullerskärmar bedöms få en luftföroreningens reducerande effekt, vilket minskar risken för uppkomst av höga halter i planområdet. De planerade byggnaderna i planområdet bildar också en barriär mot de omkringliggande vägarna. Stora, fasta strukturer så som byggnader påverkar också luftflödet på ett liknande sätt som de som beskrivits för bullerskydd (Baldauf et al. 2009). Byggnaderna antas därför ha en avskärmande effekt på luftföroreningarna, som genereras från vägtrafiken. Den förändring som sker av bebyggelsen i utbyggnadsalternativet medför därför att människor som vistas i planområdet inte utsätts för en ökad risk för exponering av hälsofarliga luftföroreningar jämfört med nuläget.

## 5.2 Vegetation

Vegetation som placerats i närheten av vägtrafik har påvisats ha en inverkan på föroreningskoncentrationen. Trädens grenar och löv bildar en komplex och porös struktur, som kan öka turbulensen och därigenom underlätta spridningen och blandningen av luftföroreningar. Träd och annan vegetation kan även verka luftföroreningss reducerande genom att öka upptaget (depositionen) av luftföroreningar, i synnerhet för partiklar (Baldauf et al. 2009). Studier har visat på betydelsen av att placera vegetationen nära källan för att uppnå största möjliga deposition (Pugh, 2012). En annan viktig effekt är att vegetation skapar ett avstånd mellan vägtrafiken och planområdet, vilket gör att luftföroreningarna hinner spädas innan de andas in och på så sätt minskar exponeringen (Naturvårdsverket, 2017).

Det finns flera faktorer som påverkar depositionen av partiklarna på träden. Skillnader i partiklarnas egenskaper, så som storleken, geometrin och kemiska sammansättningen anses som de viktigaste. Det är de allra minsta (<0.1 mikrometer,  $\mu\text{m}$ ) och de allra största partiklarna (1 – 10  $\mu\text{m}$ ), som har högst chans att deponeras på träden. Den lokala vägtrafiken ger upphov till just dessa två partikelfraktioner, varav den största partikelfractionen utgör det största lokala bidraget till  $\text{PM}_{10}$  halterna. Detta innebär att trädplantering skulle utgöra ett bra sätt att reducera halterna vid planområdet. Val av trädart har visat sig vara av betydelse, då studier påvisat relativt stora skillnader i partikelupptag mellan olika trädarter. Trädplantningens utformning och omfattning påverkar också hur mycket partiklar som kommer att deponera.

Trädplanteringar kan minska ozonhalterna genom att ozonet, som är en reaktiv gas, deponeras på träden eller absorberas (passerar in) via tex bladens/barrens klyvöppningar. Kvävedioxidhalterna i gatumiljö påverkas och begränsas av mängden ozon som finns tillgänglig för oxidation av kväveoxid till kvävedioxid. Träden kan därmed ha en indirekt påverkan på kvävedioxidhalterna, genom att träden tar upp ozonet, vilket innebär att även kvävedioxidhalterna kan minska. Kvävedioxid kan även deponeras direkt på träden, dock är upptagseffektiviteten relativt låg, i synnerhet för barrträd (Johansson, 2009).

Det föreligger vissa osäkerheter gällande vegetationens exakta effekter på luftföroreningar. Variabler som exempelvis årstid, typ av träd, planhöjd, växtlighet tjocklek och trädartens blad- eller barryta samt kronutbredning kommer sannolikt att påverka blandningen och depositionen. Kunskapsläget om de specifika förhållandena mellan dessa faktorer är i dagsläget begränsad (Baldauf et al. 2009).

Ur luftsynpunkt bedöms det fördelaktigt att bevara så mycket som möjligt av träden mot Österleden, för att kunna uppnå bästa möjliga deposition. Utformningen av vegetationen kommer att påverka möjligheten till spridningen och filtrering av luften och deponering av luftföroreningarna på vegetationsytorna. Vegetationen inom planområdet kan därför antas ha en luftföroreningsreducerande effekt. Detta då en del av luftföroreningarna skulle kunna deponeras på träden och därigenom minska den totala föroreningshalten inom planområdet. Vegetationen kan dock även leda till minskad turbulens och därigenom omblandningen och spridningen av luftföroreningarna. Detta kan framför allt ske i täta stadsmiljöer där utspädningen redan utan vegetation är begränsad (Janhäll, 2015). Vid för tätt planterade träd finns risken att luftföroreningarna stängs in under trädkronorna, vilket kan öka människors exponering av luftföroreningar. Många delar inom området kommer bli slutna vid genomförandet av planen. Inom planområdet bedöms dock trafikmängden vara så pass låg att det inte föreligger risk för att det ska uppstå höga halter av vare sig kvävedioxid eller partiklar (PM<sub>10</sub>). Det bedöms därför fördelaktigt att ha mycket vegetation inom planområdet, eftersom det kan antas ha en luftföroreningsreducerande effekt.

Tabell 11. Sammanställning av hur olika typer av vegetation påverkar luftföroreningshalter i olika gatumiljöer

				
				
<b>Vegetationstyp</b>				
	<b>Träd</b>	<b>Häckar</b>	<b>Gröna väggar</b>	<b>Gröna tak</b>
	 <b>Försämring</b>	 <b>Förbättring</b>	 <b>Ingen påverkan</b>	

## 5.3 Hastighetssänkningar

Fler och fler kommuner i Sverige använder sig av olika former av hastighetsdämpande åtgärder i sina tätorter, i första hand för att åstadkomma säkrare trafikmiljöer och förbättra transportsystemets funktionssätt. Det är idag allmänt accepterat att det finns en stark koppling mellan körförlopp (dvs. hur fordonet framförs) och avgasutsläpp, liksom mellan avgasutsläpp och fordonets frekvens och storlek på såväl acceleration som retardation (inbromsning). Därför kan hastighetsdämpande åtgärder vara viktiga utifrån ett luftkvalitetsperspektiv.

Det kan konstateras att körförloppet med accelerationer, retardationer och hastighetsnivåer är avgörande för åtgärdernas effekt på bränsleförbrukning och utsläpp av kolväten (HC), kväveoxider (NO<sub>x</sub>) och kolmonoxid (CO). Vid införande av hastighetsdämpande åtgärder, t.ex. lägre hastighetsgränser, är det mycket viktigt att se till att åtgärderna inte ger upphov till ökade variationer i körförloppet eller köbildning. Väl utformade hastighetsdämpande åtgärder skulle kunna medföra lägre utsläppsnivåer än fysiska konstruktioner, som kan ge upphov till inbromsningar och accelerationer. Utsläppen av slitagepartiklar ökar med ökande hastighet, medan utsläppen av avgaspartiklar minskar ju närmre en motors optimala hastighet den närmar sig, och vid jämn körning. Sammantaget kommer partikelhalterna minska vid hastighetssänkningar men öka vid hastighetsökningar. Samtidigt med ökad hastighet ökar också den fordonsgenererade turbulensen vilket ökar utspädningen av partikelemissionerna. Fordonsturbulensen har påvisats vara mycket viktig för utspädningen i smala gaturum, där luftkvalitetsproblemen oftast är störst. Partikelhalterna är således beroende av platsspecifika variabler (Trivector, 2012).

För att åstadkomma bästa möjliga hastighetsändring måste gatumiljön stödja de önskade hastighetsnivåerna. Att enbart minska hastighetsbegränsningen från 50–40 km/h och 40–30 km/h, har visat sig minska medelhastigheten med 2–3 km/h. Om trafikanterna verkligen ska förändra hastigheterna med 10 km/h, bör begränsningen kännas både naturlig och acceptabel. Oavsett hastighetsgräns är de verkliga medelhastigheterna betydligt högre på breda gator med god sikt än på smalare gator med begränsad sikt.

## 6. Sammanfattande bedömning

För att skydda människors hälsa och miljön har regeringen utfärdat en förordning om miljö kvalitetsnormer (MKN) för utomhusluft.

Miljö kvalitetsnormerna bör inte tillämpas för luften på vägbanan som enbart fordonsresenärer exponeras för. Dock ska luften utanför vägområdet där människorna vistas och exponeras för luftföroreningar, bedömas mot upprättade miljö kvalitetsnormer.

Kvävedioxid och partiklar (PM<sub>10</sub>) är de luftföroreningar som idag uppvisar högst halter i Västerås. I Västerås har vägtrafiken identifierats som den huvudsakliga källan till dessa luftföroreningar och högst haltnivåer uppmäts i närheten med de stora trafiklederna och i slutna gaturum. Övriga källor är industriella verksamheter och vedeldning men också långväga transporter från mer avlägsna källor, både inom Sverige och utanför landets gränser.

I denna utredning har spridningsberäkningar utförts för området Effekten 5, som är beläget nordost om centrala Västerås. Syftet med spridningsberäkningarna var att visa på fördelningen av kvävedioxid (NO<sub>2</sub>) och partiklar (PM<sub>10</sub>) inom de aktuella planområdena samt att jämföra uppmätta och beräknade halter mot föreskrivna miljö kvalitetsnormer och det nationella miljö kvalitetsmålet, Frisk luft. Beräkningar utfördes för den nuvarande situationen och 2040 med tillhörande emissionsfaktorer och beräknade framtida trafikmängder.

Resultatet från spridningsberäkningarna visade att detaljplanen inte försvårar möjligheten att uppfylla miljö kvalitetsnormerna för utomhusluft.

Miljö kvalitetsnormerna för kvävedioxid klaras för samtliga scenarion. Enligt beräkningarna är det planområdets södra delar som uppvisar högst halter. Miljö kvalitetsmålet för års- och timmedelvärde klaras både för nuläges- och 2040 scenariot.

Halterna av kvävedioxid beräknades minska till 2040 i jämförelse med nuvarande situation. Förklaringen till de reducerade kvävedioxidhalterna för scenariot 2040 är en kombination av att bakgrundhalterna, enligt SMHIs beräkningar, förväntas minska och att hårdare krav på utsläppsmängder kommer driva på teknikutvecklingen, vilket förväntas leda till lägre halter av framför allt kvävedioxider.

Partikelhalternas års- och dygnsmedelvärde förändras inte nämnvärt mellan de olika scenarion. Miljö kvalitetsnormerna klaras dock för samtliga scenarion inom planområdet och antas inte utgöra en begränsande faktor i framtiden. Miljö kvalitetsmålet "Frisk Lufts" årsmedelvärde för partiklar, PM<sub>10</sub> (15 µg/m<sup>3</sup>) klaras för hela planområdet i nuläget men är nära att tangeras för 2040 scenariot. Det är de yttersta delarna mot Österleden och Lugna gatan riskerar att överskrida målet. Målet bedöms dock klaras inom resten av planområdet.

Miljökvalitetsmålet och Västerås lokala miljömål för dygnmedelvärde, som ligger på 30 µg/m<sup>3</sup> klaras inom planområdena i nuläget, men klaras för 2040 scenariot.

Anledningen till att partikelhalterna mer eller mindre hålls konstanta, är att den antagna minskningen i andelen fordon med dubbdäck till viss del motverkas av den prognostiserade trafikökningen. Framtidsprognoserna av partiklarnas bakgrundshalter är inte heller lika positiv som för kvävedioxid.

De föreslagna byggnaderna i planområdet kommer byggas i närhet till Österleden och Lugna gatan. Vid bostäderna antas miljökvalitetsnormerna klaras för samtliga scenarion. Att bygga ihop bostadskropparna anses fördelaktigt eftersom det bildar en effektiv barriär mot inträngning av höga halter i området, vilket kan leda till lägre föroreningshalter på innergårdarna. Att bygga ihop huskroppar minskar även risken för uppkomsten av vertikala virvlar mellan byggnaderna, som kan leda till sämre ventilation och högre föroreningshalter på innergårdarna. Då halterna avtar med höjden kan bostadshusen även leda ner renare luft från högre nivåer (SLB, 2013:2). Byggnaderna antas ha en viss reducerande effekt på kvävedioxid- och partikelhalten, genom att verka som en avskärmande barriär.

Ur luftsynpunkt vore det fördelaktigt att bevara så mycket som möjligt av trädlinje mot Österleden. Detta då studier har kunnat påvisa att störst reducerande effekt uppnås vid kombination av ett fysiskt hinder, såsom byggnader/bullerskärmar, och vegetation. Gaturummen inom planområdet kan dock bli något mer slutet genom byggnationen av byggnaderna. Inom planområdet bedöms dock trafikmängden vara så pass låg att det inte föreligger risk för att det ska uppstå höga halter av vare sig kvävedioxid eller partiklar (PM<sub>10</sub>). Det bedöms därför fördelaktigt att ha mycket vegetation inom planområdet, eftersom det kan antas ha en luftföroreningsreducerande effekt.

Planområdet antas klara miljökvalitetsnormerna både i nuläget och för beräknade framtidsscenario. Sannolikheten för att de boende kommer att utsättas för halter av luftföroreningar som innebär risk för hälsa och säkerhet bedöms som låg. Dock finns det inte någon nivå under vilken inga negativa hälsoeffekter uppkommer, i synnerhet för partiklar. Därför är fördelaktigt med så låga luftföroreningshalter som möjligt där folk vistas. Det är även att föredra om tilluften för ventilation inte tas från fasader som vetter mot de omkringliggande vägarna, utan från taknivå eller från andra sidan av byggnaderna.

## 7. Referenser

Baldauf, R., Watkins, N., Heist, D., Bailey, C., Rowley, P., & Shores, R. (2009). Near-road air quality monitoring: Factors affecting network design and interpretation of data. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 2(1), 1–9.

Barck C., Lundahl J., Halldén G. et al. Brief exposures to NO<sub>2</sub> augment the allergic inflammation in asthmatics. *Environ Res.* 2005; 97(1):58–66

Bowker, G. E., Baldauf, R., Isakov, V., Khlystov, A., & Petersen, W. (2007). The effects of roadside structures on the transport and dispersion of ultrafine particles from highways. *Atmospheric Environment*, 41(37), 8128-8139.

Brechler, J. & Fuka, V. (2014). Impact of Noise Barriers on Air-Pollution Dispersion. *Natural Science*, 6, 377-386  
<http://dx.doi.org/10.4236/ns.2014.66038>

Danish road institute. (2011). Optimized noise barriers. Report 194

EEA. (2013). Air quality in Europe 2013. Report No 9/2013. ISSN 1725-9177

European Topic Centre on Air Pollution and Climate Change Mitigation. (2013). Air Implementation Pilot: Assessing the modelling activities. ETC/ACM Technical Paper 2013/4

Folkehelseinstituttet, Attramadal, T.2011: Luftforurensning i byer og tettsteder - helsekonsekvenser av dagens situasjon  
(<http://www.luftvard.se/se/nedladdningsbara-filer/vårseminariet-2012-12850225>)

HBEFA. (2017). Emissionsfaktorer, bränsleförbrukning och trafikarbete för år 2016. HBEFA version 3.3

Janhäll, S. (2015). Review on urban vegetation and particle air pollution– Deposition and dispersion. *Atmospheric Environment*, 105, 130–137.

Johansson, C. (2009). Påverkan på partikelhalterna av trädplantering längs gator i Stockholm. SLB 2:2009

Naturvårdsverket. (2017). Luft och miljö – Barns hälsa 2017. ISBN 978-91-620-1303-5

Naturvårdsverket. (2019). Luftguiden – Handbok om miljökvalitetsnormer för utomhusluft. Handbok 2019:1

Pugh, T. A., MacKenzie, A. R., Whyatt, J. D., & Hewitt, C. N. (2012). Effectiveness of green infrastructure for improvement of air quality in urban street canyons. *Environmental science & technology*, 46(14), 7692–7699

SFS 1998:808. Miljöbalken. Stockholm: Miljödepartementet



- SFS 2010:477. Luftkvalitetsförordningen. Stockholm: Miljödepartementet
- SLB-analys. (2013:1). Luftutredning vid kv Månstenen i Solberga. LVF 2013:5
- SLB-analys. (2013:2). Vertikal variation av luftföroreningshalter i ett dubbelsidigt gaturum. SLB 11:2013
- SMHI. (2013). Luftkvaliteten i Sverige år 2030. Meteorologi Nr 155. ISSN: 0283–7730
- SMHI. (2015). Luftkvalitetsmodeller – Aermod-modellen.  
<http://www.smhi.se/reflab/luftkvalitetsmodeller/mer-om-modellerna/aermod>.  
[Hämtad 2018-03-05]
- Staxler L., Järup L. & Bellander T. (2001). Hälsoeffekter av luftföroreningar - En kunskapssammanställning inriktad på vägtrafiken i tätorter. Rapport från Miljömedicinska enheten 2001:2
- Trivector. (2012). Effekter av generell hastighetssänkning i Göteborg. PM 2012:22
- WSP. (2022). Övergripande trafikutredning Finnslätten – Granskningshandling