

Detaljplan Kopparlunden Öst

Luftutredning



Sweco AB	RegNo 556542-9841
Uppdrag	Luftutredning dp Kopparlunden Öst
Uppdragsnummer	30065048
Kontrollerad av	Leif Axenhamn
Kund	Klövern Västerås Verkstaden 11 HB
Datum	2023-12-15
Upprättad av	Carl Thordstein
Dokumentreferens	rapport spridningsberäkningar kopparlunden öst.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”	10
2.4	Västerås lokala miljömål	11
2.5	Förklaring av begreppet percentiler	11
3.	Beräkningsförutsättningar	12
3.1	Utredningsområdet.....	12
3.2	Luff förorenings situationen i Västerås.....	14
3.2.1	Bakgrundshalter.....	14
3.3	Spridningsmodell.....	15
3.4	Validering av mätdata	16
3.5	Meteorologi.....	17
3.6	Trafik förutsättningar	18
3.6.1	Vägtrafik.....	18
3.6.2	Spårtrafik.....	19
3.7	Emissionsdata använda i spridningsberäkningarna.....	19
3.8	Osäkerheter i modellberäkningar	20
4.	Luff föroreningar och hälsoeffekter.....	21
4.1	Kvävedioxid	21
4.2	Partiklar (PM ₁₀).....	22
5.	Resultat från spridningsberäkningarna.....	23
5.1	Kvävedioxid	23
5.1.1	NO ₂ Årsmedelvärden	23
5.1.2	NO ₂ Dygnsmedelvärden	25
5.1.3	NO ₂ Timmedelvärden.....	27
5.1.4	Bedömning av kvävedioxid	28
5.2	Partiklar som PM ₁₀	29
5.2.1	PM ₁₀ Årsmedelvärden	29
5.2.2	PM ₁₀ Dygnsmedelvärden	31
5.2.3	Bedömning av partiklar (PM ₁₀)	32
6.	Luff föroreningsreducerade åtgärder.....	34
6.1	Bullerskärmar	34
6.2	Vegetation	35
6.3	Hastighetsbegränsningar	37

7.	Sammanfattande bedömning	38
8.	Referenser	40

Sammanfattning

Västerås Stad arbetar med att upprätta en detaljplan för Kopparlunden Öst med syfte att möjliggöra en utveckling med bostäder, verksamheter och förskola inom fastigheten. Planområdet är beläget i centrala Västerås. Sweco har på uppdrag utfört spridningsberäkningar för detaljplaneområdet. Syftet med spridningsberäkningarna var att visa på fördelningen av luftföroreningarna inom det aktuella området samt att jämföra uppmätta och beräknade halter mot föreskrivna miljö kvalitetsnormer, det nationella miljö kvalitetsmålet Frisk luft samt Västerås stads lokala miljömål. Beräkningar utfördes dels för den nuvarande situationen, dels 2040.

I stadsmiljö har vägtrafiken identifierats som den huvudsakliga källan till kvävedioxid och partiklar (PM₁₀), 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 i stället 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.

Kvävedioxid

Resultatet från spridningsberäkningarna visade att detaljplanen inte försvårar möjligheten att uppfylla miljö kvalitetsnormerna för utomhusluft. Planområdets norra delar mot E18 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- 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 bakgrundshalterna förväntas minska i framtiden och att teknikutvecklingen kommer leda till renare bilar med minskade direktutsläpp av kväveoxider.

Partiklar (PM₁₀)

Partikelhalternas års- och dygnsmedelvärde förändras inte nämnvärt mellan de olika scenarion. 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, PM₁₀ riskerar att överskridas i planområdets norra gräns mot E18 i nuläget och för år 2040 scenariot. Miljö kvalitetsmålet och Västerås lokala miljömål för dygnsmedelvärde, som ligger på 30 µg/m³ riskerar också att överskridas vid planområdets norra gräns mot E18 för i dagsläget och för 2040 scenariot. Vid föreslagna byggnader och i övriga delar av planområdet bedöms målen klaras.

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

Luftförorening	Medelvärdesperiod	Nuläge	Planalternativ 2040	MKN	Miljömål
Kvävedioxid (NO₂)	År	15	10	40	20
	Dygn (98%-il)	30	20	60	-
	Timme (98%-il)	50	30	90	60
Partiklar (PM₁₀)	År	16	18	40	15
	Dygn (90%-il)	30	32	50	30

Byggnaderna antas ha en viss minskande effekt på kvävedioxid- och partikelhalten (PM₁₀) på innegårdarna bakom byggnaderna. Det bedöms fördelaktigt att byggnaderna sluter sig mot omkringliggande vägar, eftersom det bildar en effektiv barriär mot inträngning av luftföroreningar på innergårdarna.

Ur luftsynpunkt vore det fördelaktigt att bevara så mycket som möjligt av vegetationsområdet inom och runtomkring planområdet. Detta då studier har kunnat påvisa att störst reducerande effekt uppnås vid kombination av ett fysiskt hinder, så som byggnader 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 (PM₁₀). Därför är det fördelaktigt att ha mycket vegetation i planområdet, eftersom det kan antas ha en luftföroreningssreducerande effekt.

Miljökvalitetsnormerna 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. Halterna av luftföroreningar bedöms vara som högst närmast E18 och det är bra om planen utformas så den inte uppmuntrar till längre vistelse i de norra delarna av planområdet. 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

Västerås Stad arbetar med att upprätta en detaljplan för Kopparlunden Öst med syfte att möjliggöra en utveckling med bostäder, verksamheter och förskola inom fastigheten. Planområdet är beläget i centrala Västerås. Sweco har på uppdrag utfört spridningsberäkningar för detaljplaneområdet. Syftet med spridningsberäkningarna var att visa på fördelningen av luftföroreningarna inom det aktuella området samt att jämföra uppmätta och beräknade halter mot föreskrivna miljö kvalitetsnormer, det nationella miljö kvalitetsmålet Frisk luft samt Västerås stads lokala miljömål. Beräkningar utfördes dels för den nuvarande situationen, dels 2040.

Luftföroreningarna som ingår i föreliggande utredning är kvävedioxid (NO_2) och partiklar (PM_{10}). Partiklar (PM_{10}) och kvävedioxid är de luftföroreningar som idag uppvisar höga halter i svenska tätorter och riskerar att överskrida de miljö kvalitetsnormer 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 (NO₂) och partiklar som PM₁₀. Dessutom förekommer miljökvalitetsnormer för partiklar som PM_{2,5}, 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

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

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

²⁾ 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).

³⁾ 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/m³ inte överskrider mer än 18 timmar (99,8 percentilvärden).

Tabell 2. Miljökvalitetsnormer för partiklar som PM₁₀

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

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

²⁾ För dygnsmedelvärde gäller 90-percentilvärde, vilket innebär att halten av partiklar (PM₁₀) 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 utvärderas¹ 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.

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

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 (NO₂) och partiklar som PM₁₀.

Tabell 3. Miljökvalitetsmålen för kvävedioxid

Miljökvalitetsmålen för kvävedioxid i utomhusluft		
Målvärden	Skydd för människors hälsa	Maximalt antal överskridanden
Årsmedelvärde ¹⁾	20 µg/m ³	Aritmetiskt medelvärde
Timmedelvärdet ²⁾	60 µg/m ³	175 ggr per kalenderår

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

²⁾ 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. Miljökvalitetsmålen för partiklar som PM₁₀

Miljökvalitetsmålen för partiklar (PM₁₀) i utomhusluft		
Målvärden	Skydd för människors hälsa	Maximalt antal överskridanden
Årsmedelvärde ¹⁾	15 µg/m ³	Aritmetiskt medelvärde
Dygnsmedelvärde ²⁾	30 µg/m ³	35 ggr per kalenderår

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

²⁾ För dygnsmedelvärde gäller 90-percentilvärde, vilket innebär att halten av partiklar (PM₁₀) som dygnsmedelvärde får överskridas maximalt 35 dygn på ett kalenderår.

Dessutom finns delmål för partiklar som PM_{2,5}, 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 (PM₁₀) ska underskrida 30 µg/m³. Värdet får överskridas högst 35 dygn per år i marknivå.

2.5 Förklaring av begreppet percentiler

Användning av percentiler är ett sätt att inom luftvård redovisa extremhalter, vilket används bland annat för att jämföra dygns- och timmedelvärden med miljökvalitetsnormerna. Den matematiska definitionen av en percentil är att det är värdet på en variabel, som en viss procent av observationerna av variabeln är lägre än. Med 90-percentilen menas att 90 % av observationerna av variabeln har ett värde som är lägre än detta värde. Enligt miljökvalitetsnormen får exempelvis dygnsmedelvärdet för partiklar som PM₁₀ överskrida 50 µg/m³ maximalt 35 gånger per kalenderår. Vidare innebär det att 90 % av dygnet har ett dygnsmedelvärde som är lägre än detta värde, vilket ungefär motsvarar det 36:e högsta dygnet. Det förutsätter också att det måste finnas minst 36 dygnsmedelvärden större än noll under ett kalenderår för att beräkna/presentera ett värde som är större än noll.

3. Beräkningsförutsättningar

I svenska tätorter är det främst kvävedioxid och partiklar (PM_{10}), 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_{10}). Övriga luftföroreningar såsom kolmonoxid, fina partiklar ($PM_{2,5}$), 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

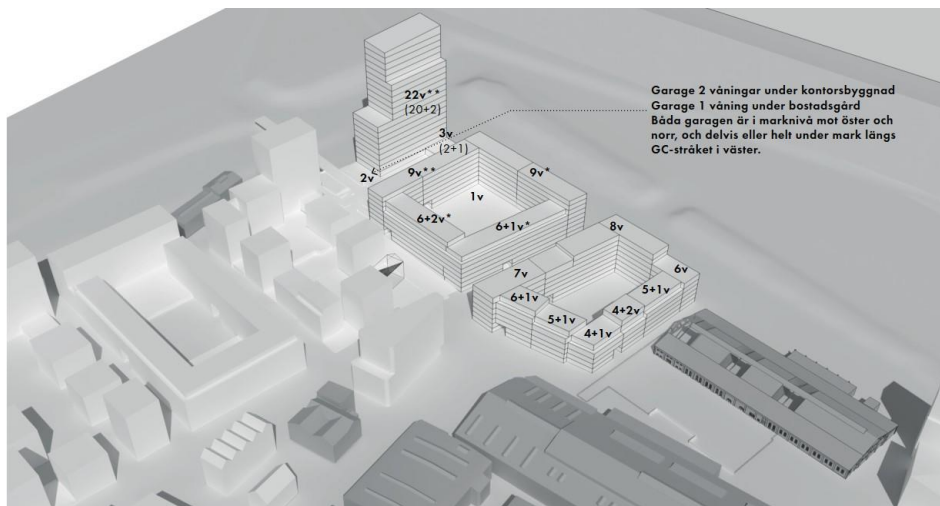
Detaljplaneområdet är beläget i centrala Västerås, se Figur 2. I dagsläget utgörs planområdet av stora friliggande byggnader med asfalterade angörings- och uppställningsytor mellan sig. Inom planområdet finns idag ingen allmän platsmark. Planförslaget vill pröva att möjliggöra en utveckling med bostäder, verksamheter och förskola inom fastigheten Verkstaden 11, se Figur 2.

Planområdet ligger i östra delen av Kopparlunden och avgränsas norrut av E18 och järnvägen i öster, västerut gränsar planområdet mot planområdet för detaljplan Kopparlunden Norr. Syftet med planansökan är omvandlingen av östra Kopparlunden till en levande, unik, öppen, hållbar, tillgänglig och attraktiv stadsdel, där hänsyn tas till områdets kulturhistoriskt värdefulla industribebyggelse. Ambitionen är att ta tillvara platsens centrala läge och skapa en attraktiv och varierad stadsbebyggelse där även befintliga byggnader med högt kulturhistoriskt värde bevaras och konverteras (Västerås stad, 2022).

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 och partiklar (PM_{10}) från vägtrafiken (lokala bidraget) och bakgrundshalterna från stadens övriga utsläpp (urbana bidraget) samt den regionala intransporten av föroreningar.



Figur 1. Karta över planområdets avgränsning.



Figur 2. Illustration över föreslagen bebyggelse. ©Karta från DREEM 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 (PM₁₀). 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, och år 2022 genomfördes mätningar vid Stora gatan 78.

Tabell 5 visar uppmätta luftföroreningshalter i Västerås under de senaste årens mätningar av kvävedioxid och partiklar (PM₁₀). Data har hämtats från SMHI, som Naturvårdsverket utsett till nationell datavärd för luftkvalitetsdata.

Tabell 5. Uppmätta luftföroreningshalter i Västerås (µg/m³)

	2018	2019	2020	2021	2022*	MKN	MKM
Kvävedioxid							
- Årsmedelvärde	14	11	8	15	13	40	20
- Dygnsmedelvärde	34	29	20	31	34	60	-
- Timmedelvärde	49	40	30	43	46	90	60
Partiklar (PM₁₀)							
- Årsmedelvärde	16	12	10	13	26	40	15
- Dygnsmedelvärde	31	26	18	27	56	50	30

*Stora gatan 78

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 (PM₁₀) har vid Melkertorget legat under miljökvalitetsnormen för både års- och dygnsmedelvärde. Mätningarna vid Stora gatan 78 visade på högre halter av partiklar (PM₁₀), och det bedöms föreligga risk för överskridande av miljökvalitetsnormen. Genomförda mätningarna det senaste året indikerar också att Västerås lokala mål överskridits >50 gånger, vilket innebär att även denna gräns överskridits.

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 (PM₁₀). 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 (BPIPPRM, Building Profile Input Program Prime). För att bestämma andelen kvävedioxid (NO₂) 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/m³. 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

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 6 framgår vilka krav som ställs på de luftföroreningar som ingår i denna utredning.

Tabell 6. Kvalitetsmål för modellberäkningar enligt Naturvårdsverkets föfattningssamling (2016:9)

Kvalitetsmål	Partiklar (PM ₁₀)	Kvävedioxid (NO ₂)
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 7. 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 7. Resultat av modellosäkerheten

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

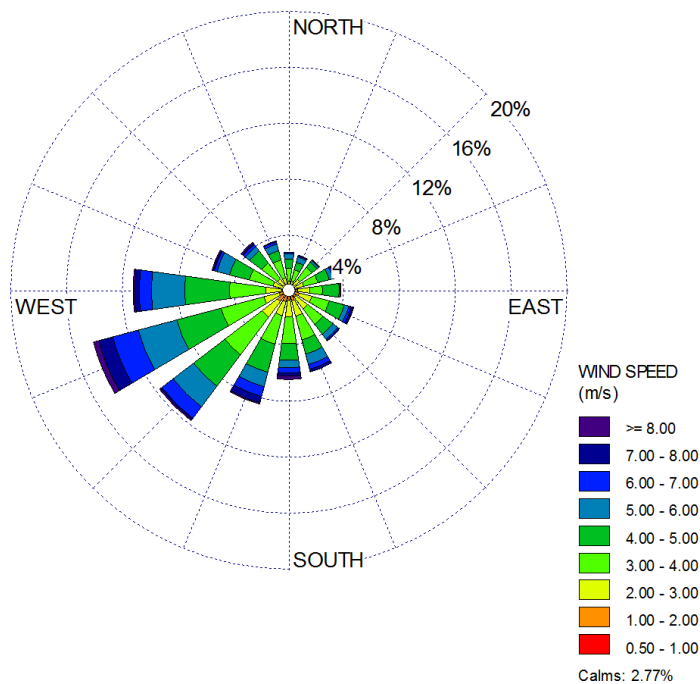
* Beräknad med det statistiska måttet RDE (Relativt Directive Erros), utgår från gränsvärdena i EUs Luftdirektiv

** 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.

3.5 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 nuläget 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.



Figur 3. Vindros för meteorologiska data året 2011, Västerås

3.6 Trafikförutsättningar

3.6.1 Vägtrafik

Fordonstrafiken utgör den största och mest betydande utsläppskällan av luftföroreningar, som har en negativ inverkan på luftkvaliteten i planområdet. I nuläget passerar E18 norr om planområdet och har högst trafikflöde av de intilliggande vägarna. I Tabell 8 listas de trafikmängder för de vägar och scenarier, som ingick i beräkningarna.

Trafikuppgifterna som nyttjats i rapporten för nuläget och det framtida scenariot har tagits fram av Västerås Stad respektive VAP VA-Projekt AB. I modellberäkningen har trafikens dygnsfördelning under vardagar och helger tagits i beaktande.

Tabell 8. Trafikuppgifter för omkringliggande vägar

Väg	ÅDT*		Andel tung trafik (%)
	Nuläge	2040	
E18	41 870	51 770	11%
- Påfart	3 000	3 600	13%
- Avfart	3 000	3 600	13%
Metallverksgatan	4 700	7 900	8%
Pressverksgatan	3 600	6 100	7%
Malmbergsgatan	17 500	22 100	7%

*Årsmedeldygnstrafik

3.6.2 Spårtrafik

Emissioner till luft från järnvägstrafiken består till största delen av metallpartiklar som frigörs vid slitage på hjul, räls, bromsar och kontaktledning. Dieseldrivna tåg ger upphov till emissioner av luftföroreningar som annan dieseltrafik, t.ex. koldioxid, svaveldioxid, kväveoxider, kolväten och partiklar. Partiklar förekommer i olika storlekar och kan ha olika kemiska sammansättningar (exempelvis metaller, sulfat, nitrat, organiska föreningar och sot). Höga halter av partiklar har kunnat påvisas i framför allt tunnelbanemiljöer och halterna är oftast många gånger högre jämfört med halter i gatamiljöer. Spårtrafiken ovan jord genererar också partikelemissioner, dock är dessa långt under den norm för luftkvalitet som finns för att skydda människors hälsa (Banverket, 2007). Turbulensen är högre ovan jord och emissionerna ventileras effektivt bort, varför endast höga halter uppstår under mycket korta tidsperioder i omedelbar närhet av spåren (Gehrig et al., 2007). En schweizisk studie visade att järnvägens relativa bidrag av PM₁₀ till den totala partikelhalten uppgick till mindre än 2 µg/m³ efter 120 meter från spåren. Studien genomfördes nära en av den mest trafikerade järnvägsstationen i Zürich. Metallpartiklar som genereras från järnvägstrafik är jämförelsevis tunga och depositionen av metaller sker generellt inom 50–100 meter från järnvägen (Gustavsson et al., 2003). En betydande del av partikelemissionerna är direktemitterade och källstyrkan kan antas vara som störst där inbromsning och eventuell acceleration sker.

Öster om planområdet passerar både pendeltåg och övrig tågtrafik. I rapporten har det antagits att majoriteten av tågen som passerar planområdet utgörs av eldrivna tåg och därav har försumbar effekt på kvävedioxidhalterna.

3.7 Emissionsdata använda i spridningsberäkningarna

Emissionsfaktorn är den mängd kvävedioxid och partiklar (PM₁₀) 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 nuläget 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 nuläget och 2040, dessutom dominerar utsläppen av partiklar (PM₁₀) 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. För slitagepartiklar har det linjära sambandet mellan hastighet och utsläpp använts enligt NORTRIP²-modellen (Denby mfl, 2013 a och b). Modellen som är utarbetad från forskningssamarbete mellan de nordiska länderna kan användas för att bedöma hur partikelhalterna PM₁₀ påverkas av

² Non-exhaust Road Traffic Induced Particle emissions.

fordonshastighet, vägsaltning, fordonstyp, däck, vägtyper samt olika aktiviteter av vägunderhåll. I dagsläget uppgår dubbdäcksandelen i Västerås till cirka 70%. Då normen för PM₁₀ avser ett högsta tillåtna medelvärde för ett helt kalenderår, behövs information gällande dubbdäcksandelens påverkan på halterna under ett år. För beräkningarna av PM₁₀ användes därav genomsnittliga emissionsfaktorer under ett helt år. För scenariot 2040 antogs en något lägre dubbdäcksandel på cirka 60%. Antagandet görs dels mot den generella trenden av minskade andel i storstäderna, dels att Västerås Stads föreslagna dubbdäcksreglerande åtgärder med stor sannolikhet kommer leda till en något minskad dubbdäcksandel.

Detaljerade hastighetsberoende emissionsfaktorer användes för NO_x/NO₂ och partiklar (PM₁₀), för de vägar som ingick i beräkningarna. Emissionerna av NO_x/NO₂ 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.

3.8 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.

4. 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).

4.1 Kvävedioxid

Kväveoxider (NO_x) utgörs av kväveoxid (NO) och kvävedioxid (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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Staxler et al., 2001). För friska personer har liknande effekt rapporterats, dock vid betydligt högre halter på uppemot 2000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Barck et al, 2005). Nyligen har hälsoundersökningar i Norge indikerat på korttidseffekter vid kvävedioxidhalter (i omgivningsluften) på omkring 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ och långtidseffekter vid halter på omkring 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

(Folkehelseinstituttet, 2011). Vid rangordning av luftföroreningars påverkan på hälsan, placeras kvävedioxid på fjärde plats efter PM_{2,5}, PM₁₀ och ozon (EEA, 2013). Kvävedioxiden vid planområdet härrör från fordonsavgaser från vägtrafiken samt intransport.

4.2 Partiklar (PM₁₀)

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 (PM₁₀ respektive PM_{2,5}). 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_{2,5}) 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 PM₁₀ 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.

I Västerås utgör bakgrundshalten, som tillförs genom långdistanstransporter, ett betydande bidrag till partikelhalten. För partiklar utgör bakgrundshalten i dagsläget den största delen av partikelhalten för årsmedelvärdet. För det lokala bidraget står i huvudsakligen vägtrafiken, genom slitage av vägbanan och uppvirvling av vägdamm.

5. Resultat från spridningsberäkningarna

5.1 Kvävedioxid

5.1.1 NO₂ Årsmedelvärden



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

De högst beräknade halterna innanför planområdet ligger på omkring 15 µg/m³.

Värdena ska jämföras mot miljökvalitetsnormens gränsvärde på 40 µg/m³.

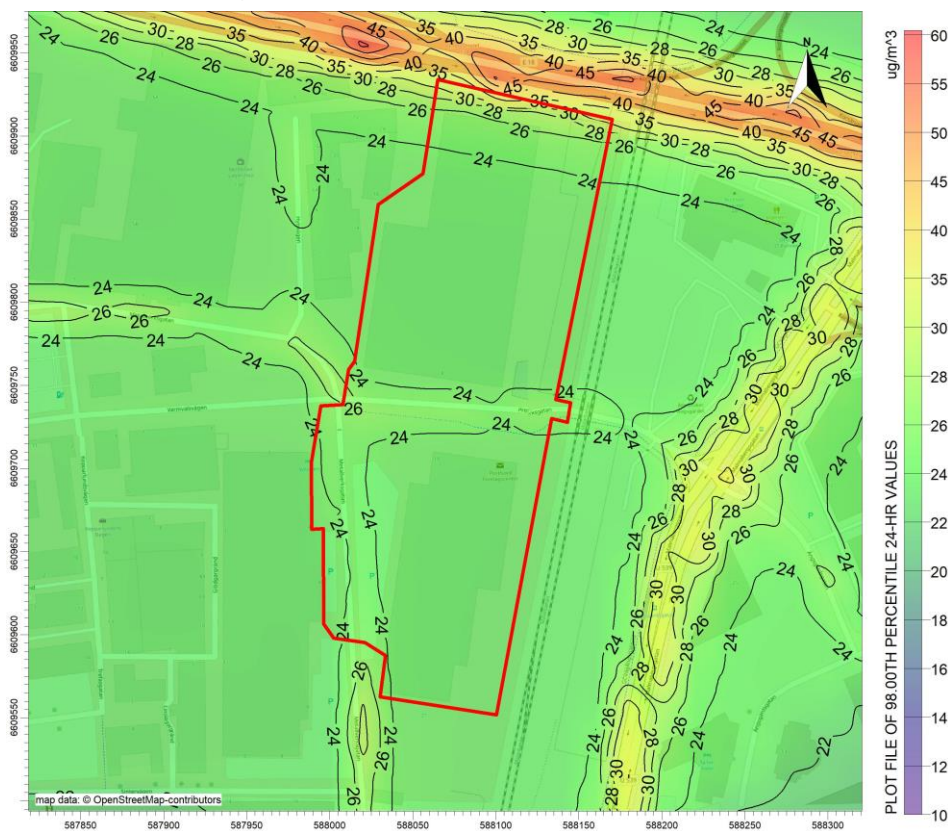
Miljökvalitetsmålet Frisk Luft för kvävedioxid ligger på 20 µg/m³.



Figur 5. **Framtida scenario 2040**, beräknade halter av kvävedioxid som årsmedelvärden. Planområdet markeras med röd 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 $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

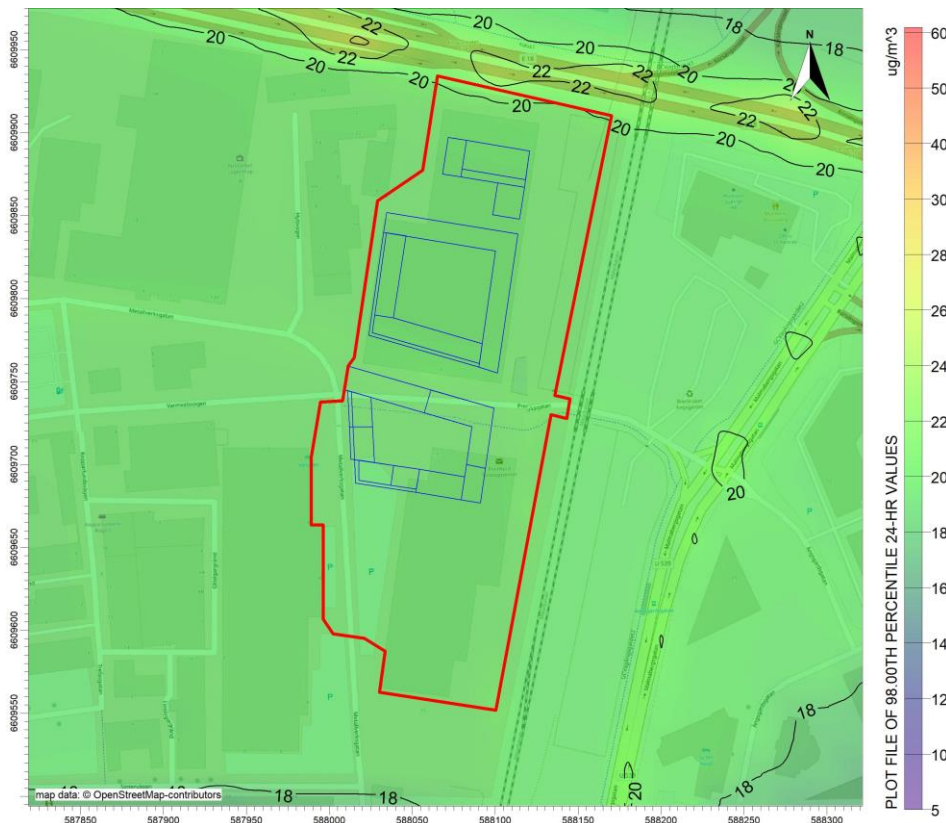
5.1.2 NO₂ Dygnsmedelvärden



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

De högst beräknade halterna innanför planområdet ligger på omkring 30 µg/m³.

Värdena ska jämföras mot miljö kvalitetsnormens dygnsmedelvärde på 60 µg/m³ för dygnsmedelvärdet som 98-percentil och år. Det finns inget upprättat miljö kvalitetsmål för kvävedioxid som dygnsmedelvärde.



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

De högst beräknade halterna innanför planområdet ligger på omkring $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Värdena ska jämföras mot miljö kvalitetsnormens dygnsmedelvärde på $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ för dygnsmedelvärdet som 98-percentil och år. Det finns inget upprättat miljö kvalitetsmål för kvävedioxid som dygnsmedelvärde.

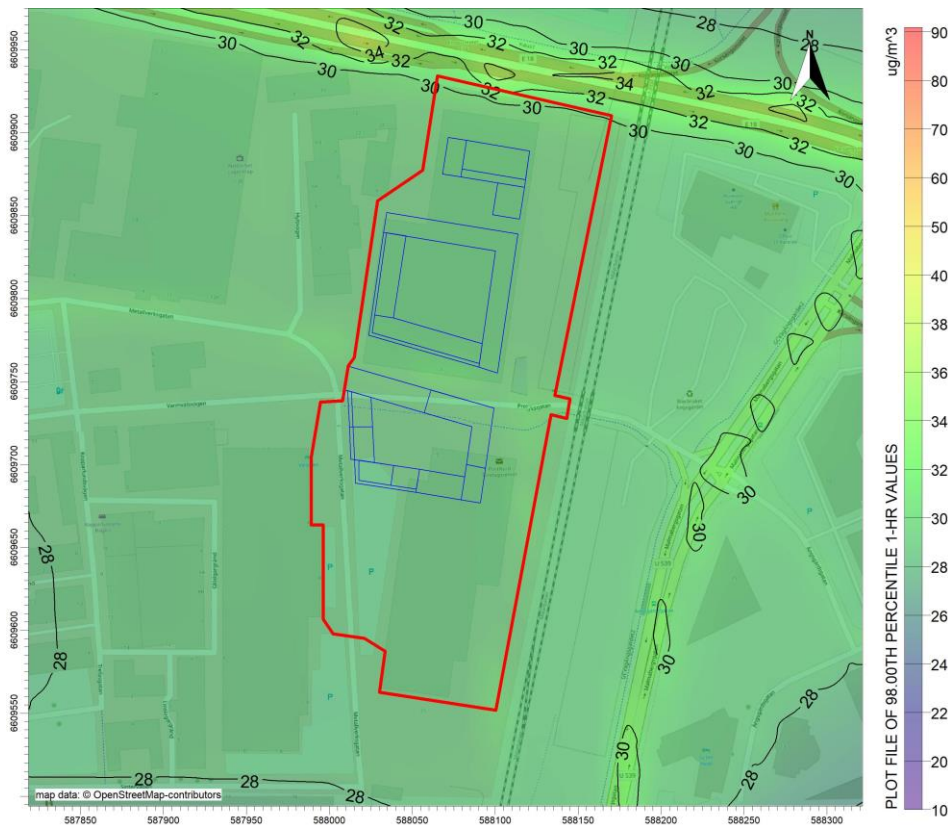
5.1.3 NO2 Timmedelvärden



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

De högst beräknade halterna innanför planområdet ligger på omkring $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

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.



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

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

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

5.1.4 Bedömning av kvävedioxid

Resultatet från spridningsberäkningarna visar på god överensstämmelse med uppmätta halter i Västerås. De beräknade halt nivåerna av kvävedioxid minskade för år 2040 i jämförelse med nulägeshalterna. Halterna beräknas vara som högst på den norra delen av planområdet, som vetter E18, 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 planområdet för samtliga scenarion. Miljö kvalitetsmålet på $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ klaras för hela planområdet under nuläges-scenariot. För scenariot 2040 förväntas miljö kvalitetsmålet klaras med god marginal hela planområdet.

Miljö kvalitetsnormen för dygnsmedelvärdet ($60 \mu\text{g}/\text{m}^3$) har historiskt varit en av de miljö kvalitetsnormer där det föreligger stor risk för överskridande. Miljö kvalitetsnormen klaras dock 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 $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ är nära att tangeras i nulägetsscenarioet, men klaras med god marginal inom planområdet för 2040 scenariot.

Förklaringen till de kraftigt reducerade kvävedioxidhalterna för scenariot 2040 är en kombination av att bakgrundshalterna, enligt SMHI:s beräkningar, förväntas minska med cirka 20 % 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.

5.2 Partiklar som PM₁₀

5.2.1 PM₁₀ Årsmedelvärden



Figur 10. **Nuvarande situation**, beräknade halter av partiklar (PM₁₀) som årsmedelvärden. Planområdet markeras med röd linje.

De högst beräknade halterna innanför planområdet ligger på omkring $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Värdena ska jämföras mot miljö kvalitetsnormens gränsvärde för PM₁₀ på $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Miljö kvalitetsmålet Frisk Luft för partiklar som PM₁₀ ligger på $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

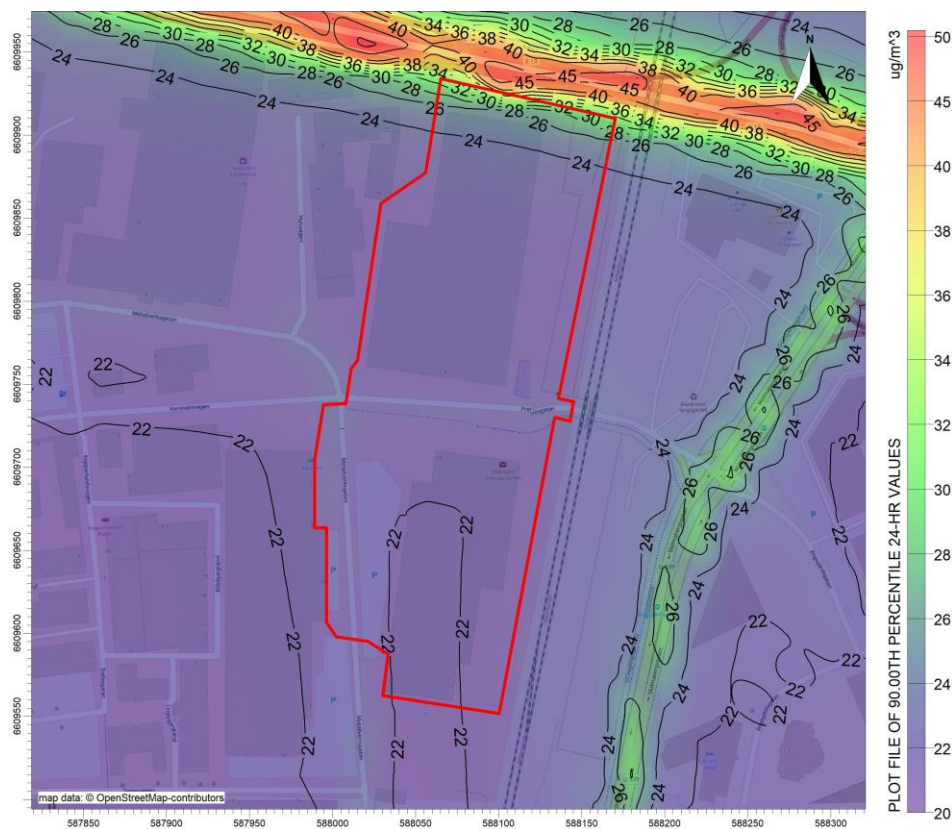


Figur 11. **Framtida scenario 2040**, beräknade halter av partiklar (PM₁₀) som årsmedelvärden. Planområdet markeras med röd linje.

De högst beräknade halterna innanför planområdet ligger på omkring 18 µg/m³.

Värdena ska jämföras mot miljö kvalitetsnormens gränsvärde för PM₁₀ på 40 µg/m³. Miljö kvalitetsmålet Frisk Luft för partiklar som PM₁₀ ligger på 15 µg/m³.

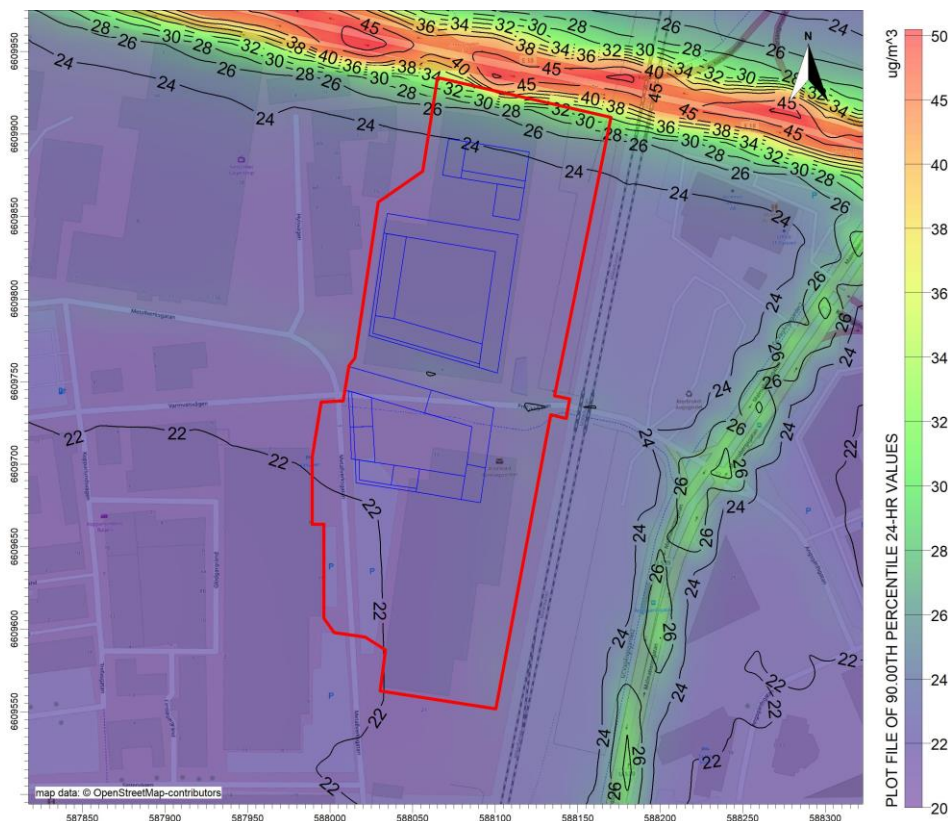
5.2.2 PM10 Dygnsmedelvärden



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

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

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 $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



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

De högst beräknade halterna innanför planområdet ligger båda på omkring $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

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

5.2.3 Bedömning av partiklar (PM_{10})

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

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

Miljö kvalitetsmålet "Frisk Lufts" årsmedelvärde för partiklar som PM_{10} ligger på $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ och klaras inte för hela planområdet i nuläget. För scenariot 2040 tangerar gränsen av den norra delen av planområdet riktvärdet och riskerar att överskridas. Miljö kvalitetsmålet för årsmedelvärde kan dock i framtiden vara svårt att nå nära de stora trafiklederna. Detta eftersom bakgrundshalterna utgör en stor del av den totala partikelhalten vilket innebär att det kommer vara svårt att uppnå även om vägtrafiken reduceras. Miljö kvalitetsmålet för dygnsmedelvärde, som ligger på $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ klaras inte inom hela planområdet i nuläges-scenariot. För 2040 är scenariot överskrids miljö kvalitetsmålet. Det är

framför allt precis intill E18 som miljö kvalitetsmålen riskerar att överskridas. Vid föreslagna byggnader och i övriga delar av planområdet bedöms målen klaras.

Anledningen till att partikelhalterna inte minskar i samma utsträckning som kvävedioxidhalterna mellan scenariona 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.

6. 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.

6.1 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). Bullerskärmens 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 (Tiway el al., 2005).

Bullerskärmarnas 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 bullerskärmarnas yta.

Det finns i nuläget inga bullerskärmar mot E18. De planerade byggnaderna i planområdet bildar dock en viss 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.

6.2 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 omblandningen av luftföroreningar. Träd och annan vegetation kan även verka luftföroreningsreducerande 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, μm) och de allra största partiklarna (1 – 10 μm), 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 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. Ur luftsynpunkt är blandning av träd fördelaktigt där barrträd är bra då de är vintergröna och således har en reducerande effekt året runt. Lövträd är bra för att rena framför allt partiklar, där lövstorleken är en viktig aspekt samt att lövträd kan öka turbulensen och därigenom underlätta spridningen och omblandningen av luftföroreningar. Trädplanterings 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, planthöjd, 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 vore det fördelaktigt att anordna en trädlinje så nära E18 som möjligt, 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 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 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 (PM₁₀). Det bedöms därför ändå fördelaktigt att ha mycket vegetation inom planområdet, eftersom det kan antas ha en luftföroreningsreducerande effekt. Förslagsvis skulle dock låga häckar eller buskar kunna placeras i den direkta närheten av gatorna.

Tabell 9. Sammanställning av hur olika typer av vegetation påverkar luftföroreningshalter i olika gatumiljöer

				
				
Vegetationstyp				
	Träd	Häckar	Gröna väggar	Gröna tak
	 Försämring	 Förbättring	 Ingen påverkan	

6.3 Hastighetsbegränsningar

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 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. 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 luftföroreningar. 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. En enskild åtgärd räcker dock sällan och kan i värsta fall ge upphov till hastighetsökningar. Kombinationer av olika former av fysiska åtgärder har därför visat sig vara fördelaktigt för att erhålla en effektiv hastighetssänkning längs en gata. En kombination av åtgärder kan vara smala körbanor med visuell avsmalning och skiftande beläggning samt planteringar och grönytor nära vägen. Införda åtgärder har påvisats medföra minskade avgasutsläpp framför allt på 30-gatorna, men även på det totala gatunätet (Svensson & Hedström, 2003).

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.

7. 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 (PM₁₀) 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 Kopparlunden Öst, som är beläget i centrala Västerås. Syftet med spridningsberäkningarna var att visa på fördelningen av kvävedioxid (NO₂) och partiklar (PM₁₀) 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.

Kvävedioxid

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 bakgrundshalterna, 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.

Partiklar (PM₁₀)

Partikelhalternas års- och dygnsmedelvärde förändras inte nämnvärt mellan de olika scenariona. 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, PM₁₀ (15 µg/m³) klaras för hela planområdet i nuläget men är nära att tangeras för 2040

scenariot. Det är de yttersta delarna mot E18 riskerar att överskrida målet. Målet bedöms dock klaras inom resten av planområdet. Miljökvalitetsmålet och Västerås lokala miljömål för dygnsmedelvärde, som ligger på $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ riskerar också att överskridas vid planområdets norra gräns mot E18 för i dagsläget och för 2040 scenariot. Vid föreslagna byggnader och i övriga delar av planområdet bedöms målen klaras.

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 E18. Byggnaderna antas ha en viss reducerande effekt på kvävedioxid- och partikelhalten på innegårdarna, genom att verka som en avskärmade barriär.

Ur luftsynpunkt vore det fördelaktigt att bevara och plantera så mycket vegetation som möjligt mot E18. Detta då studier har kunnat påvisa att störst reducerande effekt uppnås vid kombination av ett fysiskt hinder, såsom byggnader 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_{10}). 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. 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. Halterna av luftföroreningar bedöms vara som högst närmast E18 och det är bra om planen utformas så den inte uppmuntrar till längre vistelse i de norra delarna av planområdet. 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.

8. 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.

Barnverket. (2007). Järnvägens bidrag till samhällsutvecklingen – inriktningsunderlag 2010–2019. Underlagsrapport – Miljöbedömning

Barck C., Lundahl J., Halldén G. et al. Brief exposures to NO₂ 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

Denby mfl. 2013a. 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.

Denby mfl. 2013b. 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.

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>)

Gehrig, R., Hill, M., Lienemann, P., Zwicky, C. N., Bukowiecki, N., Weingartner, E., Baltensperger U., & Buchmann, B. (2007). Contribution of railway traffic to local PM₁₀ concentrations in Switzerland. *Atmospheric Environment*, 41(5), 923-933

Gustavsson M., Blomquist G., Franzén L. & Rudell B. (2003). Föroreningsnedfall från järnvägstrafik. VTI 947

INFRAS. (2022). HBEFA version 4.2

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 miljö kvalitetsnormer för utomhusluft. Handbok 2019:1

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

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

Svensson, T. & Hedström, R. 2003. Hastighetsdämpande åtgärder och integrerad stadsplanering – En litteraturstudie. VTI meddelande 946. Linköping: Statens väg- och transportforskningsinstitut.

Tiwary, A., Morvan, H. P., & Colls, J. J. (2006). Modelling the size-dependent collection efficiency of hedgerows for ambient aerosols. *Journal of aerosol science*, 37(8), 990–1015.

Trivector. (2012). Effekter av generell hastighetssänkning i Göteborg. PM 2012:22

Västerås stad. (2022). Detaljplan för Verkstaden 11, Östra Kopparlunden, Västerås. Diariennr. 2020/01233

Together with our clients and the collective knowledge of our 18,500 architects, engineers and other specialists, we co-create solutions that address urbanisation, capture the power of digitalisation, and make our societies more sustainable.

Sweco – Transforming society together