

Spridningsberäkningar Kv. Skruven 1 och 2

Luftutredning



Sweco Sverige AB	556767-9849
Uppdrag	Luftutredning - Kv. Skruven 1 och 2
Uppdragsnummer	30073403
Kund	Balticgruppen Utveckling AB
Upprättad av	Carl Thordstein
Granskad av	Leif Axenhamn
Datum	2024-06-05
Dokumentreferens	Luftutredning - Kv. Skruven 1 och 2.docx

Innehållsförteckning

1	Bakgrund och syfte.....	6
2	Lagar, förordningar och miljömål.....	7
2.1	Miljö kvalitetsnormer	7
2.2	Bedömning av miljö kvalitetsnormer för omgivningsluft	8
2.3	Miljö kvalitetsmålet ”Frisk luft”	9
2.4	WHO rekommenderade AQG	10
2.5	Förklaring av begreppet percentiler	11
3	Beräkningsförutsättningar	12
3.1	Utredningsområdet.....	12
3.1.1	Gatugeometridata och dess inverkan på luftföroreningshalter	14
3.2	Luftföroreningssituationen i Umeå	14
3.2.1	Spridningsmodell	15
3.2.2	Validering av SIMAIR och korrektionsfaktorer för beräknade halter	16
3.2.3	Emissionsdata använda i spridningsberäkningar	16
3.3	Trafikförutsättningar	17
3.3.1	Vägtrafik.....	17
3.3.2	Spårtrafik.....	17
4	Luftföroreningar och hälsoeffekter.....	19
4.1	Kvävedioxid	19
4.2	Partiklar (PM ₁₀).....	20
5	Resultat	21
5.1	Kvävedioxid	21
5.2	Partiklar som PM ₁₀	22
6	Luftföroreningsreducerade åtgärder	23
6.1	Vegetation	23
6.2	Hastighetsbegränsningar	24
7	Referenser.....	26
	Bilaga A - Beräkningsområde	28

Sammanfattning

Sweco har fått uppdraget av Balticgruppen Utveckling AB att utföra en luftutredning inför framtagande av detaljplan för Kv. Skruven 1 och 2 i Umeå. Luftutredningen innefattar gaturumsberäkningar av partiklar som PM₁₀ och kvävedioxid för att visa belastningen från omkringliggande vägar. Detta för att säkerställa att genomförandet av planen inte försvårar möjligheten att uppfylla miljö kvalitetsnormen.

För att inte riskera att underskatta halterna, har ett konservativt antagande om emissionsfaktorer, bakgrundhalter och trafikmängder för 2040 antagits, och kan därmed ses som ett worst-case scenario. Valet av emissionsfaktorernas scenarioår påverkar framför allt kvävedioxidhalterna, och har sitt ursprung i den diskussion som har förts i hur fordonstillverkare tidigare redovisat sina utsläpp av kvävedioxid i certifieringscykler. De beräknade halterna är sannolikt överskattade än tvärtom.

Halterna bedöms som måttliga till höga i gaturummen runt planområdet i dagsläget. Resultatet från spridningsberäkningarna visade dock att detaljplanen inte försvårar möjligheten att uppfylla miljö kvalitetsnormerna för utomhusluft efter utbygganden. Miljö kvalitetsnormerna för kvävedioxid klaras således inom planområdet och för samtliga scenarion. Miljö kvalitetsmålen bedöms också klaras också för nuläges- och 2040 scenariot. Halterna av kvävedioxid beräknades minska fram till 2040 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.

Partikelhalternas års- och dygnsmedelvärde förändras inte nämnvärt mellan de olika scenariona. Anledningen till att partikelhalterna ökar något är på grund av den prognosticerade trafiken och att gaturummen blir något mer slutna. Framtidsprognoserna av partiklarnas bakgrundshalter är inte lika positiva som för andra luftföroreningar och bedöm ligga på samma nivåer som i dagsläget.

Sammanställning av högst beräknade halter (µg/m³) vid gränsen till detaljplaneområdet i jämförelse mot miljö kvalitetsnormerna (MKN) och miljö kvalitetsmålen (MKM)

Luftförorening	Medelvärdesperiod	Nuläge	2040	MKN	MKM
Kvävedioxid (NO₂)	År	17	10	40	20
	Dygn (98%-il)	58	35	60	-
	Tim (98%-il)	80	52	90	60
Partiklar (PM₁₀)	År	9	9	40	15
	Dygn (90%-il)	15	16	50	30

Ur luftsynpunkt bedöms det fördelaktigt att anordna trädplanteringar längs vägarna. Detta då studier har kunnat påvisa en reducerande effekt av vegetation. Gaturummen runt planområdet blir dock mer slutet vid genomförandet av planen. 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. Förslagsvis skulle låga häckar eller buskar kunna placeras i den direkta närheten av gatan.

Planområdet antas klara miljö kvalitetsnormerna både i nuläget och för beräknade framtidsscenario. I beräkningarna har hänsyn inte tagits till de föreslagna åtgärder som fastställts i åtgärdsprogrammet. Umeå kommun arbetar aktivt med åtgärder i åtgärdsprogrammet, vilket bedöms kunna leda till minskade utsläpp av luftföroreningar. Beräkningar har således varit konservativa genom att inte ta hänsyn till föreslagna åtgärder i det framtida scenariot. Beräknade halter är därför med all sannolikhet överskattade än tvärtom.

1 Bakgrund och syfte

Sweco har fått uppdraget av Balticgruppen Utveckling AB att utföra en luftutredning inför framtagande av detaljplan för Kv. Skruven 1 och 2 i Umeå. Luftutredningen innefattar gaturumsberäkningar av partiklar som PM_{10} och kvävedioxid för att visa belastningen från omkringliggande vägar. Detta för att säkerställa att genomförandet av planen inte försvårar möjligheten att uppfylla miljö kvalitetsnormen.

Luftföroreningarna som ingår i denna utredning är kvävedioxid (NO_2) och partiklar (PM_{10}). Partiklar (PM_{10}) och kvävedioxid är de luftföroreningar som idag uppvisar höga halter i Umeå och riskerar att överskrida de miljö kvalitetsnormer som finns definierade. Luftföroreningar i stadsmiljö kommer främst från lokala källor. I Umeå har vägtrafiken identifierats som den huvudsakliga källan till kvävedioxid och partiklar (PM_{10}) för det aktuella området, och högst haltnivåer uppmäts i närheten med de stora trafiklederna. Övriga källor är bland annat industriella verksamheter och vedeldning 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 partiklar som PM₁₀

Miljökvalitetsnormer för partiklar (PM₁₀) 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.

Tabell 2. 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 percentilvärdet).

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 körbana och mittremsa 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”

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).

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.

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.

I Tabell 3 och Tabell 4 redovisas miljökvalitetsmålen för partiklar som PM₁₀ och kvävedioxid (NO₂).

Tabell 3. 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
Dygnmedelvärde 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 dygnmedelvärde gäller 90-percentilvärde, vilket innebär att halten av partiklar (PM₁₀) som dygnmedelvärde får överskridas maximalt 35 dygn på ett kalenderår.

Tabell 4. 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)

2.4 WHO rekommenderade AQG

De första WHO AQG (Air Quality Guideline) kom 1987 och gällde enbart för Europa. Dessa kom senare att ersättas år 2006: WHO AQG –global update 2005. När denna version av AQG 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 från 2021 gett evidensbaserade underlag i form av "rekommendationer" baserade på vilka halter av de viktigaste föroreningarna som inte kan överskridas utan negativa hälsoeffekter, samt gett indikationer på sambanden mellan dessa effekter. De nya AQG innebär stora skärpningar för flera luftföroreningar. I Tabell 5 och Tabell 6 redovisas de nya renommerade nivåerna för partiklar (PM₁₀) respektive kvävedioxid.

De gränsvärden (miljökvalitetsnormer) som Sverige implementerat följer till stor del de nivåer som beslutats i luftkvalitetsdirektivet på EU nivå. Det sker för närvarande en uppdatering av luftkvalitetsdirektivet och alla medlemsländer har skickat in förslag på vilka nivåer som anses möjliga att uppnå, där Naturvårdsverket lett arbetet från Sverige. I november 2023 kom EU-kommissionens förslag till reviderat luftkvalitetsdirektiv och i början av 2024 påbörjades rådsförhandlingar om ett reviderat luftkvalitetsdirektiv. Ett nytt direktiv kan således vara på plats under 2024. För att rekommenderade nivåer ska kunna implementeras på ett pragmatiskt sätt har WHO även tillhandahållit etappmål på vägen för att nå ner till den föreslagna nivån. Vilka gränsvärden och målvärden som ska sättas på kort, medellång och lång sikt är således inte bestämt, utan kommer avgöras under de kommande åren. Sverige behöver implementera de nya gränsvärdena i luftkvalitetsförordningen 24 månader efter att luftkvalitetsdirektiv är beslutat.

Tabell 5. WHO AQG nivåer för partiklar (PM₁₀)

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

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

²⁾ För dygnsmedelvärde gäller 99-percentilvärde, vilket innebär att halten av partiklar (PM₁₀) som dygnsmedelvärde får överskridas maximalt 3 dygn på ett kalenderår.

Tabell 6. WHO AQG nivåer för kvävedioxid

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

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

²⁾ För dygnsmedelvärde gäller 99-percentilvärde, vilket innebär att halten av kvävedioxid som dygnsmedelvärde får överskridas maximalt 3 dygn på ett kalenderår (1 % av 365 dagar).

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 dygnen 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

3.1 Utredningsområdet

Arbete pågår med att ta fram en detaljplan för Kv. Skruven 1 och 2 i Umeå, som är tänkt att möjliggöra byggandet av bostäder samt inslag av centrumverksamhet i bottenvåningen i centralt läge. I dagsläget utförs planområdet som allmän markparkering. Fastigheten omges av Götgatan, Nygatan, Västra Norrlandsgatan och Magasingatan (Umeå kommun, 2018).

Detaljplanen ska skapa planmässiga förutsättningar för bostäder och centrumverksamheter som till exempel kontor, sällanköpshandel och restaurang. Syftet är också att detaljplanen, genom möjliggörande av centrumskapande verksamheter och bostäder i centralt läge, ska främja en levande stadsmiljö tillsammans med omgivande kvarter och förstärka gatumiljöerna på kringliggande gator genom uppglasade bottenvåningar, markerade entréer och balkonger mot gator. Därtill är syftet att genom byggnaders volymer och placering säkerställa en anpassning i förhållande till riksintresset för kulturmiljövård, stärka rutnätsplanen som stadsplaneideal samt åstadkomma en kvalitativ gårdsmiljö för boende.



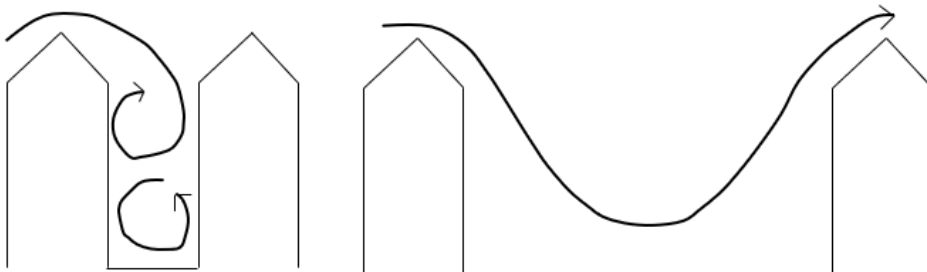
Figur 1. Planområdets geografiska läge markerat med röd linje. ©Karta: Lantmäteriet 2023-05-18. Bearbetning: Sweco



Figur 2. Illustration över föreslagen bebyggelse. ©Karta från Sweco Architects, 2023.

3.1.1 Gatugeometridata och dess inverkan på luftföroreningshalter

Gaturummets form och slutenhet i kombination med trafikmängder ger olika ventilationsförhållanden och har stor betydelse för mängden luftföroreningshalter som ansamlas i gaturummet. Ur haltsynpunkt är en hög luftomsättning mycket viktig, eftersom det ökar spridningen och omblandningen av luftföroreningar. Smala och slutna gaturum ger upphov till högre luftföroreningshalter i jämförelse med bredare och öppnare vid samma trafikmängd och tål därmed mycket mindre trafikmängder. Mycket smala gaturum, där bredden är hälften av hushöjden, leder till dåliga ventilationsförhållanden i gatunivå. På breda gator, där bredden är mer än dubbla hushöjden, skapas ett annorlunda vindfält, som ger bättre ventilationsförhållanden och dessa gaturum tål således en högre trafikmängd (Länsstyrelsen, 2005).



Figur 3. Illustrationsbild av hur gaturummet bredd i relation med hushöjden påverkar det lokala ventilationsförhållandet.

Det är generellt svårt att förutsäga hur haltbilden runt detaljplansområdet kommer förändras då det är ett samspel mellan byggnaderna och fördelningen av utsläppen samt meteorologiska förhållanden. Gaturummen runt omkring planområdet kommer bli mer slutet vid genomförandet av planen. Som Figur 3 visar kan vindfältet därigenom komma att ändras, vilket kan ge upphov till sämre ventilationsförhållanden. Gaturummen kommer att innehålla öppningar, vilket möjliggör utluftning av gaturummet. Det ger bättre förutsättningar för lägre luftföroreningshalterna än om gaturummet hade varit helt slutet.

3.2 Luftföroreningssituationen i Umeå

Mätningar av luftföroreningar genomförs i centrala Umeå i gatunivå. Tabell 7 visar mätningar i centrala Umeå av kvävedioxid och partiklar (PM₁₀) vars mätningar genomfördes i längs Västra Esplanaden, som bedöms som det högst belastade gaturummet i staden. Umeå har under längre tid haft problem med luftkvaliteten och miljö kvalitetsnormen för kvävedioxid har överskridits sedan 2003. En viktig faktor till detta är, förutom vägtrafiken, Umeås meteorologiska förutsättningar där inversion är vanligt förekommande under vinterhalvåret. Vid inversion bildas ett "lock" på låg höjd, vilket medför att luftföroreningar ansamlas och kan nå höga koncentrationer. Då Umeå haft svårt med att klara miljö kvalitetsnormerna av framför allt kvävedioxid har ett åtgärdsprogram upprättats för kvävedioxid.

Tabell 7. Uppmätta luftföroreningshalter i centrala Umeå. Halterna anges i enheten $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

	2018	2019	2020	2021	2022	MKN	Miljömål
Kvävedioxid							
- Årsmedelvärde	29	26	20	27	18	40	20
- Dygnsmedelvärde	86	78	61	82	61	60	-
- Timmedelvärde	104	97	77	94	85	90	60
Partiklar (PM₁₀)							
- Årsmedelvärde	14	16	13	13	15	40	15
- Dygnsmedelvärde	32	33	24	27	29	50	30

Röda siffror indikerar överskridande av miljö kvalitetsnormen

Kvävedioxid uppvisar sett till de senaste fem årens mätningar höga haltnivåer. Miljö kvalitetsnormerna för dygns- och timmedelvärde överskrids under samtliga år. Således överskrids även miljömålets värde för år- och timmedelvärde.

För partiklar som PM₁₀ klaras både miljö kvalitetsnormerna och miljömålets värde för år- och dygnsmedelvärde under de senaste fem åren. Partikelhalterna har minskat under de senaste fem åren mycket tack vare att dammbindningsåtgärder började att vidtas från 2013.

3.2.1 Spridningsmodell

För bedömning av luftkvalitet vid planområdet har spridningsberäkningar genomförts med SIMAIR3-väg. Beräkningar har gjorts för utsläppssituation 2023 med nuvarande vägutformning och trafikflöde, samt ett framtida scenarioår 2040 med prognosticerat trafikflöde.

Spridningsberäkningarna har utförts med SIMAIR3-väg, ett modellverktyg utvecklat av SMHI och Trafikverket. Systemet innehåller bl.a. uppgifter om bakgrundshalter, meteorologi, trafikvolym och fordonssammansättning, och beräknar totalhalt av partiklar (PM₁₀) i gaturum.

SIMAIR3-väg omfattar dels en utsläppmodell, dels en spridningsmodell som i sin tur är indelad i olika submodeller anpassade för miljöer som exempelvis vägkorsningar eller andra typer av komplicerade trafikmiljöer. Gaturummets utformning har stor betydelse för hur utsläppen fördelar sig i omgivningsluften. Därför används vid beräkning OSPM-modellen som tar hänsyn till gaturummets utformning exempelvis: gatubredd, hushöjd och gatans riktning. Hänsyn tas även till uppvirvling av partiklar. Förberäknade resultat från regionala och urbana modeller ger urbana bakgrundshalter i 1x1 km-rutor till vilka den enskilda gatans/vägens eget haltbidrag läggs. Resultatet ges både som totalhalt av föroreningar som regleras i miljö kvalitetsnormer och som haltbidrag från olika källområden (lokalt bidrag frångatan, urbant bidrag, regionalt svenskt respektive utländskt bidrag). Utsläppsberäkningarna är baserade på den europeiska HBEFA-modellen, anpassad för svenska förhållanden. SIMAIR är validerad mot mätningar i svenska tätorter och trafikmiljöer.

Som grund för spridningsberäkningarna i SIMAIR ligger den förvalda utsläppsdaten och bakgrundsdata för år 2023 och 2030, vilket bedöms som konservativt då prognosticerade trafikmängder för 2040 används. Skyldad

hastighet används som ingångsdata på omkringliggande gator för nuläges och den framtida beräkningen.

3.2.2 Validering av SIMAIR och korrektionsfaktorer för beräknade halter

SIMAIR3 har kalibrerats i Umeå där beräknade årsmedelvärden och percentiler av partiklar (PM₁₀) och kvävedioxid jämfördes mot mätdata. Skillnaden mellan beräknade halter med SIMAIR3 och uppmätta halter antas vara systematiska och korrigeringsfaktorer av beräknade halter infördes för att återge representativa halter. Korrigering av modellens resultat gjordes med syftet att utvärdera dess förmåga att reproducera representativa halter. I Tabell 8 visas korrektionsfaktorerna för SIMAIR3 och halterna i efterföljande beräkningar är korrigerande enligt dessa faktorer.

Tabell 8. Korrektionsfaktorer för beräknade halter av partiklar (PM₁₀) och kvävedioxid i Umeå.

	Medelvärdesperiod	Korrektionsfaktor
Kvävedioxid (NO ₂)	År	0,91
	Dygnmedelvärde (98%-il)	1,63
	Timedelvärde (98%-il)	1,63
Partiklar (PM ₁₀)	År	1,07
	Dygnmedelvärde (90%-il)	1,02

3.2.3 Emissionsdata använda i spridningsberäkningar

Emissionsdata bygger på beräkningar med hjälp av emissionsfaktorer som ger den mängd utsläpp som ett typiskt fordon skapar per körd sträcka. Emissionsfaktorn påverkas av många olika förhållanden, exempelvis fordonens typ och hastighet samt vägbanans beläggning, dammighet och fuktighet.

Avgasemissioner beräknas i huvudsak med hjälp av emissionsmodellen HBEFA 4.2 (INFRAS, 2022). Det är en gemensam europeisk emissionsmodell för vägtrafik som har anpassats till svenska förhållanden. Trafiksammansättningen avseende fordonsparkens avgasreningsgrad (olika euroklasser). Då det finns osäkerheter kring att emissionsfaktorerna för kväveoxider faktiskt kommer att minska i samma utsträckning som HBEFA räknat med, gjordes en konservativ bedömning av teknikutvecklingen och emissionsfaktorer 2030 användes för år 2040. Genom att beräkna år 2040 med 2030 års emissionsfaktorer erhålls ett "worst case" scenario, vilket belyser vilka halter som kan förekomma om utsläppen från vägtrafiken inte minskar i samma takt som prognoserna visar.

För partiklar (PM₁₀) domineras utsläppen som uppkommer vid slitage och ej som avgaser. För emissionerna av partiklar är andelen tung trafik, dubbdäcksandel och antal fordon generellt de viktigaste parametrarna. I Umeå är även slitage av det lokala sandmaterial som läggs ut för halkbekämpning en viktig källa till partikelhalten. Dubbdäcksandelen har påvisats ha en avgörande inverkan på partikelhalterna. 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 partiklar (PM₁₀) användes därav genomsnittliga emissionsfaktorer under ett helt

år. För slitagepartiklar och uppvirvling av vägdamm används en emissionsmodell baserad på Omstedt et. al (2005).

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 fordonsflödet 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 fordonsflödet. 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, och därmed höga föroreningshalter.

3.3 Trafikförutsättningar

3.3.1 Vägtrafik

Fordonstrafik bedöms utgöra den största och mest betydande utsläppskällan av luftföroreningar, som har en negativ inverkan på luftkvaliteten vid planområdet.

Tabell 9 beskriver trafikmängder och andel tung trafik för vägarna runt planområdet som bedömdes relevanta för beräkningarna. Trafikuppgifterna som nyttjas i rapporten har hämtats från trafikutredningen (Sweco, 2023).

Tabell 9. Trafikuppgifter för omkringliggande gator

Väg	ÅDT*		Andel tung trafik (%)
	Nuläge	2040	
Götgatan	270	332	5
Nygatan	900	1 107	4.6
Västra Norrlandsgatan	3 155	4 474	8.4
Magasinsgatan	2 500	3 107	4.4

*Årsmedeladygnstrafik

3.3.2 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 framförallt tunnelbanemiljöer och halterna är oftast många gånger högre jämfört med halter i gatumiljöer. 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.

Norr om planområdet cirka 250 meter 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. Tågen ger dock upphov till partikelemissioner (PM₁₀). Men med partiklarnas korta uppehållstid i luften och det långa avståndet till planområdet, bedöms tågtrafikens relativa bidrag av partikelemissioner till planområdet som små och har därför inte beaktats i beräkningarna.

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). Hälsoundersökningar i Norge har 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 partiklarna 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 tröskelleffekter utan alla minskningar av partiklar i inandningsluften är betydelsefulla för hälsan.

I Umeå utgör bakgrundhalten, som tillförs genom långdistanstransporter, ett litet bidrag till partikelhalten. För det lokala bidraget står i huvudsakligen vägtrafiken, genom slitage av vägbanan och uppvirvling av vägdamm.

5 Resultat

Beräkningar med SIMAIR3-väg utfördes för vägarna som angränsar till planområdet. Gaturummen runt planområdet får ökade byggnadshöjder och sluts därav något i scenariot efter utbyggnaden. För att utreda hur genomförandet av detaljplanen påverkar luftföroreningsituationen i gaturummet, utfördes ett nuläges-scenario med befintlig bebyggelse och ett scenario efter utbyggnaden. Beräkningsområdet kan ses i *Bilaga A – Beräkningsområde*.

5.1 Kvävedioxid

Tabell 10. Högst beräknade halter av kvävedioxid (NO_2), 2 m från fasad och 2 m ovan mark vid närliggande vägar.

	Årsmedelvärde [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		Dygnmedelvärde (98-percentil) [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		Timmedelvärde (98-percentil) [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	
	Innan utbyggnad	Efter utbyggnad	Innan utbyggnad	Efter utbyggnad	Innan utbyggnad	Efter utbyggnad
Götgatan	14	7	53	30	74	44
Nygatan	15	8	56	32	76	48
Västra Norrländsgatan	16	9	57	37	78	55
Magasinsgatan	17	10	58	35	80	52
MKN*	40		60		90	
MKM**	20		-		60	

*Miljökvalitetsnorm för utomhusluft av föroreningsnivåer som inte får överskridas

**Miljökvalitetsmålet, Frisk luft, riktvärden som upprättats med hänsyn till känsliga grupper

De beräknade haltnivåerna av kvävedioxid minskade för år 2040 i jämförelse med nulägeshalterna, trots genomförandet av planen. Halterna bedömdes utanför vägområdet där människor exponeras för luftföroreningar och där miljökvalitetsnormerna ska tillämpas.

Årsmedelvärdet för miljökvalitetsnormen ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) innehölls inom planområdet för samtliga scenarion. Miljökvalitetsmålet på $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ klaras för hela planområdet under nuläges-scenariot. För scenariot 2040 förväntas miljökvalitetsmålet klaras för hela planområdet. Miljökvalitetsnormen för dygnmedelvärdet ($60 \mu\text{g}/\text{m}^3$) bedöms vara en av de miljökvalitetsnormer där det föreligger stor risk för överskridande. Enligt beräkningarna är normen i dagläget nära att tangeras gränsvärdet. Miljökvalitetsnormen klaras dock för hela planområdet och för samtliga scenarion. För år 2040 klaras miljökvalitetsnormen med god marginal för hela planområdet.

Miljökvalitetsnormen för timmedelvärdet ($90 \mu\text{g}/\text{m}^3$) klaras för samtliga scenarion. Miljökvalitetsmålet på $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ klaras inte i nuläget-scenariot, men klaras med god marginal inom planområdet för 2040 scenariot.

Förklaringen till de 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.

5.2 Partiklar som PM_{10}

Tabell 11. Högst beräknade halter av partiklar (PM_{10}), 2 m från fasad och 2 m ovan mark vid närliggande vägar.

	Årsmedelvärde [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		Dygnmedelvärde (90-percentil) [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	
	Innan utbyggnad	Efter utbyggnad	Innan utbyggnad	Efter utbyggnad
Götgatan	8	7	14	15
Nygatan	9	8	14	15
Västra Norrlandsgatan	9	9	14	16
Magasinsgatan	9	9	15	15
MKN*	40		50	
MKM**	15		30	

*Miljökvalitetsnorm för utomhusluft av föroreningsnivåer som inte får överskridas

**Miljökvalitetsmålet, Frisk luft, riktvärden som upprättats med hänsyn till känsliga grupper

Resultatet visar att halterna blir något högre i gaturummen efter genomförandet av detaljplanen och utbyggnaden. Halterna bedöms dock som låga i gaturummen. Miljökvalitetsnormerna överskrids inte för något av scenariona varken vid närmaste fasad till planområdet eller längs närliggande GC-väg.

Miljökvalitetsmålet "Frisk Lufts" årsmedelvärde för partiklar som PM_{10} ligger på $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ och klaras vid de föreslagna byggnaderna. Miljökvalitetsmål för dygnmedelvärde bedöms också klaras vid planområdet.

Anledningen till att partikelhalterna ökar något är på grund av den prognosticerade trafiken och att gaturummet blir något mer slutet längs vägarna vid planområdet. Framtidsprognoserna av partiklarnas bakgrundshalter är inte lika positiva som för andra luftföroreningar och bedöms ligga på samma nivåer som i dagsläget.

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.

Umeå har haft svårt med att klara miljökvalitetsnormerna av framför allt kvävedioxid och har upprättat ett åtgärdsprogram. Trots vidtagna åtgärder kvarstår problemet med periodvis förhöjda kvävedioxidhalter. Följande åtgärder antas ha en positiv inverkan på utsläppen av luftföroreningar vid planområdet. Åtgärderna är mer lokalinriktade och anses för projektet möjliga att påverka.

6.1 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 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. Trädplanterings utformning och omfattning påverkar också hur mycket partiklar som kommer att deponeras.

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.

Det är föreslagit i planen att träd kommer att bevaras längs vägarna runt planområdet om möjligt, vilket bedöms som fördelaktigt 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 är även föreslagen inom planområdet och kan också antas ha en luftföroreningssreducerande effekt. Detta då en del av luftföroreningarna skulle kunna deponeras på träden och därigenom minska den totala föroreninghalten inom planområdet.

Tabell 12. Sammanställning av hur olika typer av vegetation påverkar luftföroreningshalter i olika gatumiljöer

				
				
Vegetationstyp				
	Träd	Häckar	Gröna väggar	Gröna tak
				
	Försämring	Förbättring	Ingen påverkan	

6.2 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 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. 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 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. Införda åtgärder har påvisats medföra minskade utsläpp av luftföroreningar, 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 och 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 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 NO₂ augment the allergic inflammation in asthmatics. *Environ Res.* 2005; 97(1):58–66

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>)

INFRAS. (2022). HBEFA 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

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

SMHI. (2012). Luftkvaliteten i Sverige år 2020. Meteorologi Nr 150. ISSN: 0283–7730

SMHI. (2013). Luftkvaliteten i Sverige år 2030. Meteorologi Nr 155. ISSN: 0283–7730

Staxler L., Järup L. & Bellander T. (2001). Hälsoeffekter av luftföroreningar - En kunskapssammanställning inriktad på vägtrafiken i tätorter. Rapport från Miljömedicinska enheten 2001:2

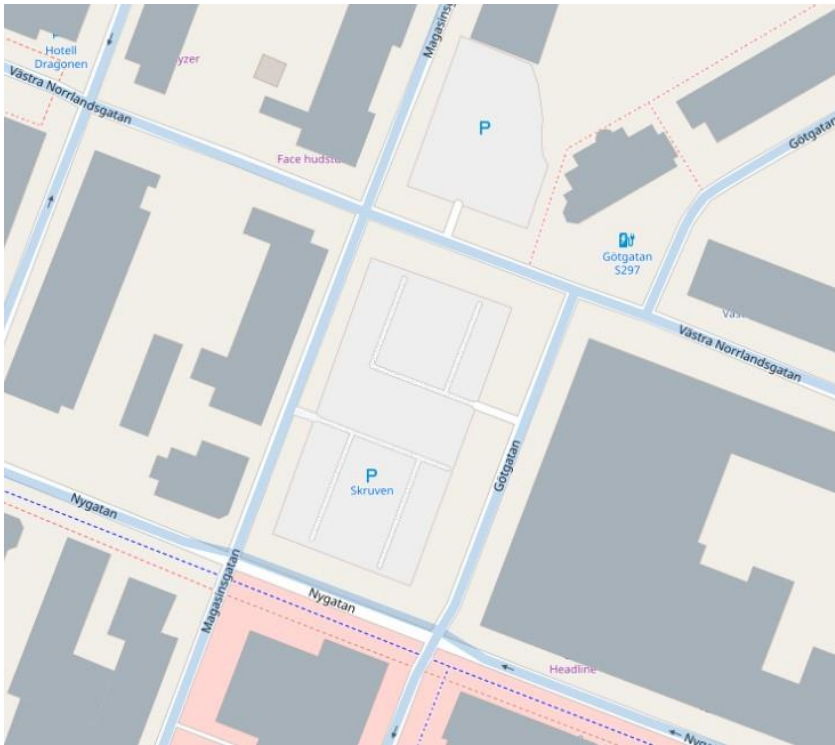
Svensson, T. & Hedström, R. 2003. Hastighetsdämpande åtgärder och integrerad stadsplanering – En litteraturstudie. VTI meddelande 946. Linköping: Statens väg- och transportforskningsinstitut.

Sweco. (2023). Trafikutredning Skruven 1 och 2.

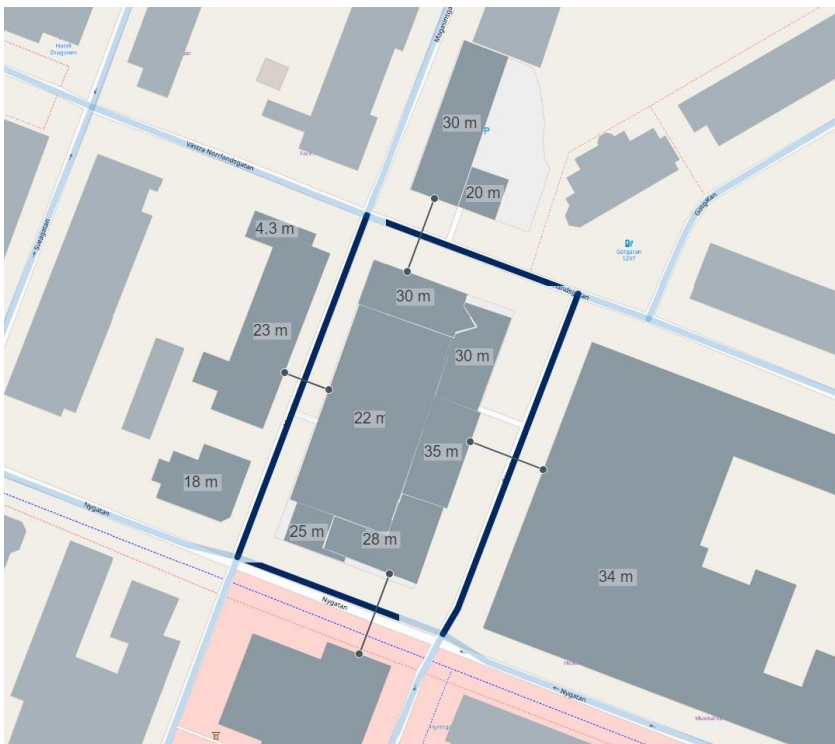
Trivector. (2012). Effekter av generell hastighetssänkning i Göteborg. PM 2012:22

Umeå kommun. (2018). Detaljplan för fastigheterna Skruven 1 och 2 inom Centrala stan i Umeå kommun, Västerbottens län. Diarienummer: BN-2018/00538

Bilaga A - Beräkningsområde



Figur 4. Beräkningsområde vid planområdet för **nulägesberäkningarna**



Figur 5. Beräkningsområde vid planområdet för **framtida beräkningsscenarioet**.

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