

PM Luftkvalitet

Tunnelbana till Älvsjö – Underlag till MKB för
järnvägsplan spårlinje och stationer

Titel: PM Luftkvalitet

Uppdragsledare: Per Reiland, Sweco

Projektleddare: Kajsa Nilsson, Förvaltning för utbyggd tunnelbana (FUT)

Bilder & illustrationer: Sweco och FUT om inget annat anges

Dokumentid: 7100-C72-23-00002

Diarienummer: FUT 2024-0983

Utgivningsdatum: 2025-02-17

Distributör: Region Stockholm, förvaltning för utbyggd tunnelbana

Box 454 36, 104 31 Stockholm. Tel: 08 123 100 00. E-post: registrator.fut@regionstockholm.se

Innehållsförteckning

1	Inledning och bakgrund	4
2	Bedömningsgrunder	5
2.1	Miljökvalitetsnormer	5
2.2	Miljökvalitetsmål	6
3	Förutsättningar luftkvalitet	7
3.1	Allmänt om luftföroreningar	7
3.2	Utsläpp till luft från tunnelbanan	8
4	Metod	9
4.1	Spridningsmodell	9
4.2	Meteorologi	10
5	Områdesbeskrivning	11
6	Luftföroreningssituationen vid luftutbytesschakten	17
7	Påverkan under driftskedet	26
7.1	Utsläpp från luftutbytesschakten	26
8	Resultat från spridningsberäkningar	28
8.1	Fleminggatan	29
8.2	Liljeholmsstranden	30
8.3	Hägerstensvägen	31
8.4	Sjöviksbacken	32
8.5	Östbergahöjden	33
8.6	Östbergabackarna	34
8.7	Åbyvägen	35
8.8	Tunnelmynning	36
9	Nollalternativ	37
10	Sammanfattande bedömning	38
11	Referenser	40

1 Inledning och bakgrund

Sverigeförhandlingen är ett initiativ från Sveriges regering för att få bättre kollektivtrafik och fler bostäder i storstäderna. Det är ett avtal mellan staten, Region Stockholm och Stockholms stad där en ny tunnelbana mellan Fridhemsplan och Älvsjö är en av satsningarna.

En helt ny tunnelbanelinje mellan Fridhemsplan och Älvsjö binder ihop centrala och södra Stockholm. Det gör att 48 500 nya bostäder med hållbara kommunikationer kan byggas. Linjen ger nya resmöjligheter med smidiga bytespunkter till annan kollektivtrafik samtidigt som T-Centralen och röd linje avlastas.

Detta dokument utgör underlag för utredning av tunnelbanans påverkan av luftkvalitet i utomhusluft under driftskedet inför planläggning och miljöprövning av tunnelbana från Älvsjö till Fridhemsplan.

Tunnelbana mellan Fridhemsplan-Älvsjö kommer att bli ca 8 km lång och planeras få sex nya stationer, Fridhemsplan, Liljeholmen, Årstaberg, Årstafältet, Östberghöjden och Älvsjö. Linjen kommer i sin helhet att gå under jord.

Luftföroreningshalter i underjordiska stationer är generellt högre än vad man kan förvänta sig i stadsmiljö. I tunnelbanemiljöer där endast elektrifierade tåg tillåts bedöms partiklar innebära den största risken för negativa hälsoeffekter. Partiklar uppstår främst från slitage av vagnar, hjul och räls samt vid mekanisk bromsning och resuspension (damning) i tunneln.

Tunnelbana mellan Fridhemsplan-Älvsjö kommer under driftskedet att påverka luftkvaliteten utomhus främst genom utventilering av partikelhaltig luft från tunnelbanetrafiken till utomhusluft samt vid tunnelmynningen vid depåområdet i Älvsjö. Detta sker genom luftutbytesschakt som fungerar som allmänventilation längs linjen.

Det finns i Sverige fastställda miljökvalitetsnormer (MKN) som anger högsta tillåtna koncentrationer i utomhusluft för ett antal luftföroreningar (luftkvalitetsförordningen (2010:477)).

För att bedöma den nya tunnelbanans påverkan i utomhusluft och för att säkerställa att miljökvalitetsnormerna inte överskrids har en luftkvalitetsutredning genomförts. Den miljökvalitetsnorm som är relevant att utreda i samband med drift av tunnelbanan är partiklar som PM₁₀ vilket innebär partiklar mindre än 10 µg. Partiklar mindre än 10 µg klassas även som inandningsbara partiklar som kan tränga ner till lungorna och leda till negativa hälsoeffekter. Utredningen fokuserar på partikelutsläppen under driftskedet som sker vid utblåsen från luftutbytesschakten och vid tunnelmynningen vid depåområdet. Bedömning av luftkvaliteten i stationsmiljöerna eller i tunnelbanevagnarna ingår således inte i omfattningen av föreliggande rapport. Inte heller utsläpp under byggskedet ingår i omfattningen av denna rapport.

2 Bedömningsgrunder

2.1 Miljökvalitetsnormer

Som skydd för människors hälsa och för miljön har regeringen utfärdat en förordning om miljökvalitetsnormer (MKN) för ett antal olika parametrar. Miljökvalitetsnormerna för omgivningsluft är baserade på krav i EU-direktiv och förordningen heter idag Luftkvalitetsförordningen (2010:447).

Miljökvalitetsnormer finns för kvävedioxid, svaveldioxid, kolmonoxid, bensen, partiklar (PM₁₀ och PM_{2,5}), bens(a)pyren, arsenik, kadmium, nickel, bly och ozon.

Normerna är definierade antingen som gränsvärden (G) vilka inte får överskridas eller målsättningsnormer (M) som ska eftersträvas.

I tabellen nedan redovisas miljökvalitetsnormerna för partiklar som PM₁₀.

Tabell 1 Miljökvalitetsnormer partiklar som PM10.

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.

Miljökvalitetsnormerna gäller generellt i utomhusluft men det förekommer undantag och riktlinjer enligt följande:

I luftkvalitetsförordningen (2010:477) anges att miljökvalitetsnormerna inte ska tillämpas för luften på arbetsplatser samt i vägtunnlar och tunnlar för spårbunden trafik.

Enligt Naturvårdsverkets *Handbok om miljökvalitetsnormer för utomhusluft* (Naturvårdsverket, 2019) ska miljökvalitetsnormerna inte heller utvärderas 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.

2.2 Miljökvalitetsmål

I Sverige finns det även 16 nationella miljökvalitetsmål som antogs av riksdagen 1999. Ett av målen heter Frisk Luft och är definierat som ”Luften ska vara så ren att människors hälsa samt djur, växter och kulturvärden inte skadas”. Preciseringarna bygger på de hälsobaserade riktvärden som tagits fram av Världshälsoorganisationen (WHO).

Riktvärden sätts med hänsyn till känsliga grupper och i tabellen nedan sammanfattas miljökvalitetsmålen för partiklar som PM₁₀.

Tabell 2 Miljökvalitetsmål för partiklar som PM₁₀

NORMVÄRDE	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.

Naturvårdsverket inställning är att miljökvalitetsmålet Frisk luft är det mål som ska vara vägledande i luftkvalitetsarbetet och att miljökvalitetsnormerna med åtgärdsprogram ska vara ett styrmedel för att nå miljökvalitetsmålet (Naturvårdsverket, 2019).

Miljökvalitetsmålen är dock inte rättsligt bindande till skillnad mot miljökvalitetsnormerna.

3 **Förutsättningar luftkvalitet**

3.1 Allmänt om luftföroreningar

Luftföroreningar förekommer i omgivningsluft genom utsläpp från bl.a. trafik, industriella verksamheter, sjöfart, energiproduktion och vedeldade hus. Luftföroreningar sprids med vinden och kan transporteras över stora avstånd vilket innebär påverkan för miljön på både lokal, regional och global nivå.

I urbana miljöer är luftföroreningar ett miljöproblem som negativt påverkar både människor och miljön. Luftföroreningar kan göra människor sjuka och förkorta livslängden. Äldre människor med hjärt- och kärlsjukdomar, personer med astmabesvär och barn är särskilt utsatta. Luftföroreningarna i tätorter och olika miljöer 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. Utöver påverkan på människors hälsa bidrar luftföroreningar bl.a. även till försurning av mark och vatten, övergödning och bildning av marknära ozon.

I svenska städer utgör fordonstrafiken den största källan av luftföroreningar och de högsta haltnivåerna uppmäts i närheten av de stora trafiklederna. De största utsläppen som uppstår från fordonstrafiken består främst av partiklar och kväveoxider och det är normalt dessa parametrar som riskerar att vara förhöjda i Sverige.

Partiklar utomhus uppkommer både naturligt och genom mänskliga aktiviteter. Som naturliga processer räknas till exempel skogsbränder samt spridning av damm och sand. Mänskliga aktiviteter som bidrar till utsläpp av partiklar är huvudsakligen vägtrafik och vedeldning. PM₁₀-bidraget från trafik uppstår främst till följd av dubbdäcksanvändning som leder till vägslitage. Ett betydande bidrag till bakgrundshalter av främst mindre partiklar tillförs även genom långdistanstransporter med vinden.

Partiklar bedöms vara den luftförorening som medför störst hälsoproblem i svenska tätorter i form av bl.a. hjärt- och kärlsjukdomar och lungsjukdomar. Inandningsbara partiklar som kan tränga ner till lungorna benämns PM₁₀ och har en storlek som är mindre än 10 µm i diameter.

Partiklar som alstras från spårtrafiken är i genomsnitt större än förbränningspartiklar, som förekommer i större omfattning i gatumiljöer. Partikelutsläppen från spårtrafiken anses därför vara mindre hälsoskadliga än förbränningspartiklar (Ögren, 2014). Detta eftersom partiklarna inte tränger ned lika långt i lungorna och att partiklarna från spårtrafiken har lägre inflammatoriska effekter i jämförelse med partiklar från gatumiljö (Järvholm, 2013).

3.2 Utsläpp till luft från tunnelbanan

Utsläpp från elektrifierad järnvägstrafik består till största delen av metallpartiklar som frigörs vid slitage av hjul, räls, bromsar och kontaktledning. Även resuspension (damning) i tunneln bidrar till en förhöjning av partiklar i luften.

En mängd faktorer påverkar halterna inne i tunnlar såsom tunnellängd, trafikmängd, ventilation (längsgående eller tvärventilation), fordonshastighet och spårunderlag (ballast kontra ballastfritt). En betydande del av partikelemissionerna är direktemitterade och källstyrkan kan antas vara som störst där inbromsning och eventuell acceleration sker. En stor andel av partiklarna i tunnelbanemiljöer består av slitagepartiklar och metaller som exempelvis järn, koppar, antimon och zink.

När tunnelbanan är i drift kommer omgivningsluften att påverkas av de utsläpp som sker från ventilationen. Därmed kommer tunnelbanan lokalt att medföra ökade partikelhalter i anslutning till utsläppspunkterna för tunnelns luftutbytesschakt.

4 Metod

4.1 Spridningsmodell

Spridningsberäkningarna har utförts enligt de amerikanska miljömyndigheterna US-EPA:s godkända modellkoncept Aermod. Modellen baseras på Gaussisk spridning som i denna tillämpning kan beräkna effekten av många olika typer av samverkande källor och som beskriver det meteorologiska inflytandet av spridningen på ett realistiskt sätt.

Sju 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 beräknar indata till Aermot 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 utsläppskällan.
5. **BPIPRM**, Building Profile Input Program Prime, är en speciell beräkningsmodul för Aermot som tar även hänsyn till närliggande byggnaders inverkan på rökgasplymen.
6. **PVMRM**, Plume Volume Molar Ratio Method, är en beräkningsmodul för Aermot att bestämma andelen kvävedioxid (NO_2) i omgivningsluften. Metoden beräknar bl.a. förhållande mellan kväveoxider och tillgång på ozon i rökgasplymen.
7. **AERPLOT**, presentationsmodul för redovisning av beräkningsresultaten för årsmedelvärden samt percentilvärden.

Halterna beräknas som den högsta halten i marknivå räknat som ett medelvärde i en kvadrat på 20 x 20 meter. Dagens spridningsmodeller är befästa med osäkerheter och medför begränsningar i beskrivandet av halter i ett mikroklimat, eftersom dessa ofta är starkt påverkade av en lokal källa och därigenom inte representativa för gatumiljön i allmänhet. Det anses därför inte lämpligt att beräkna och ange halter i en enskild beräkningspunkt. Genom att använda en upplösning på 20 x 20 meter erhålls istället resultatet som en volym, vilket dels innebär att man tar höjd för osäkerheterna i modellerna, dels återger ett mer representativt och tillförlitligt värde för beräkningsområdet.

Halterna redovisade i denna rapport avser 1,5 meter ovan marknivå i enheten $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

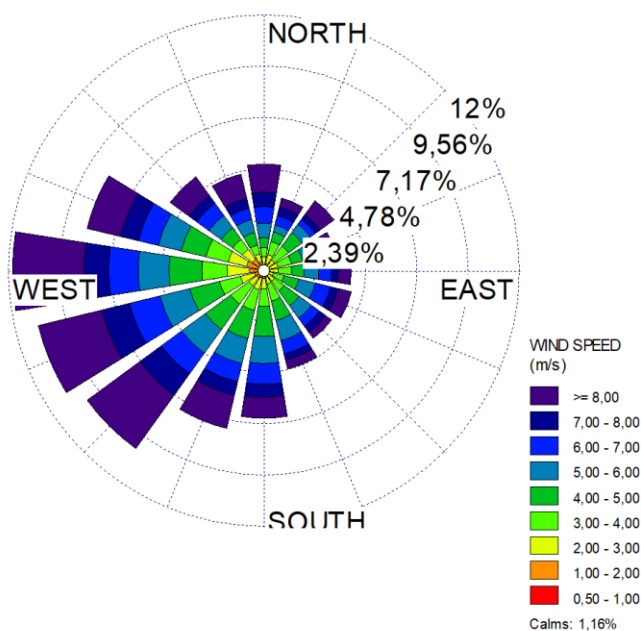
Beräkningsmodellen tar inte hänsyn till enskilda byggnader, men innehåller information gällande platsspecifik topografi och markbeskaffenhet.

SMHI, som är Sveriges referenslaboratorium för spridningsmodeller, listar Aermot som en rekommenderad modell på sin hemsida (SMHI, 2023).

4.2 Meteorologi

Beräkningarna görs med speciellt anpassade meteorologiska data för spridningsberäkningar. 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.).

Beräkningarna genomfördes med meteorologiska data för ett normalår ur meteorologiskt perspektiv. I figuren nedan illustreras ett vindrosdiagram för Stockholm.



Figur 1. Vindrosdiagram Stockholm

Som framgår av ovanstående figur är den förhärskande vindriktningen i Stockholm västlig till sydvästlig vilket innebär att vinden blåser från västlig och sydvästlig riktning större andel av tiden under ett år.

5 Områdesbeskrivning

Längs spårlinjen planeras för sju luftutbytesschakt samt en tunnelmynning, se Figur 2. Det kommer även finnas 3 stycken brandgasschakt för brandgasevakuering. Utblåsen vid brandgasevakueringarna är normalt stängda med ett spjäll och öppnas bara vid händelse av brand i tunnelbanan då brandröken ventileras ut med fläkt. Det kommer därför inte att ske några kontinuerliga utsläpp av partiklar vid normal drift från brandgasevakueringarna och därför ingår de inte i omfattningen av detta arbete. I nedanstående figurer illustreras planerad bebyggelse med vit färg.

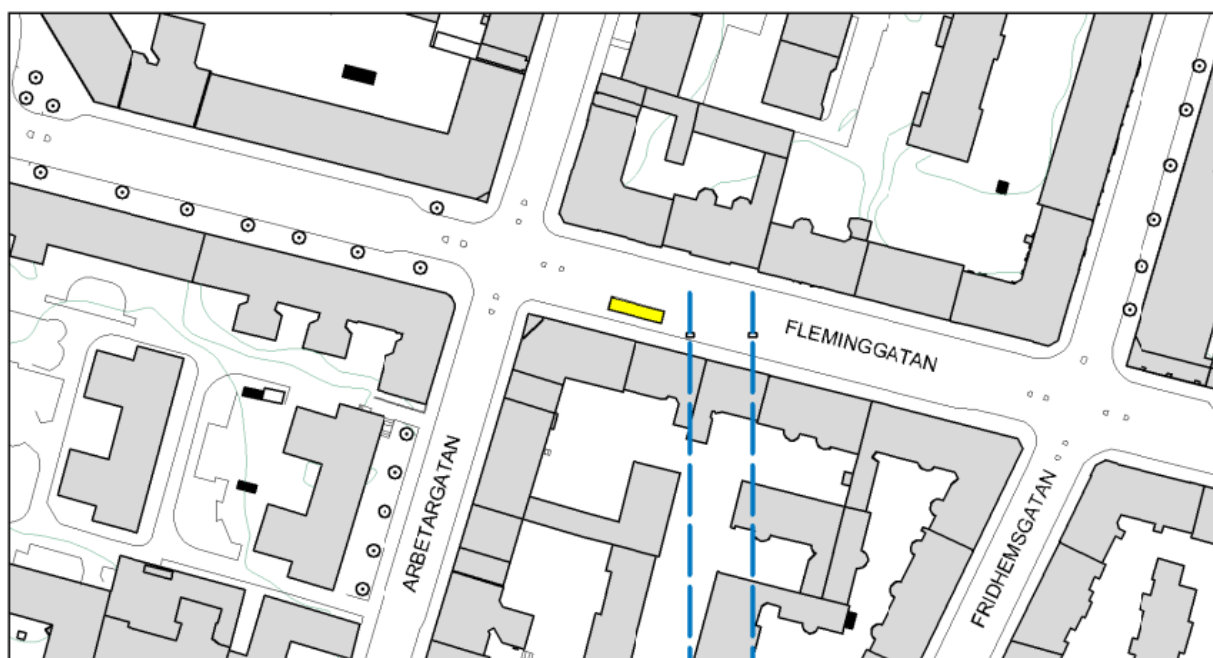


Figur 2. Planerade lägen för luftutbytesschakt samt mynnings för de alternativa servicetunnlarna.

De utsläppspositioner som kommer att ske till utomhusluft i driftskedet från schakten och placering av luftutbytesschakt och tunnelmynningen illustreras mer detaljerat i figurerna nedan.

1. Fleminggatan

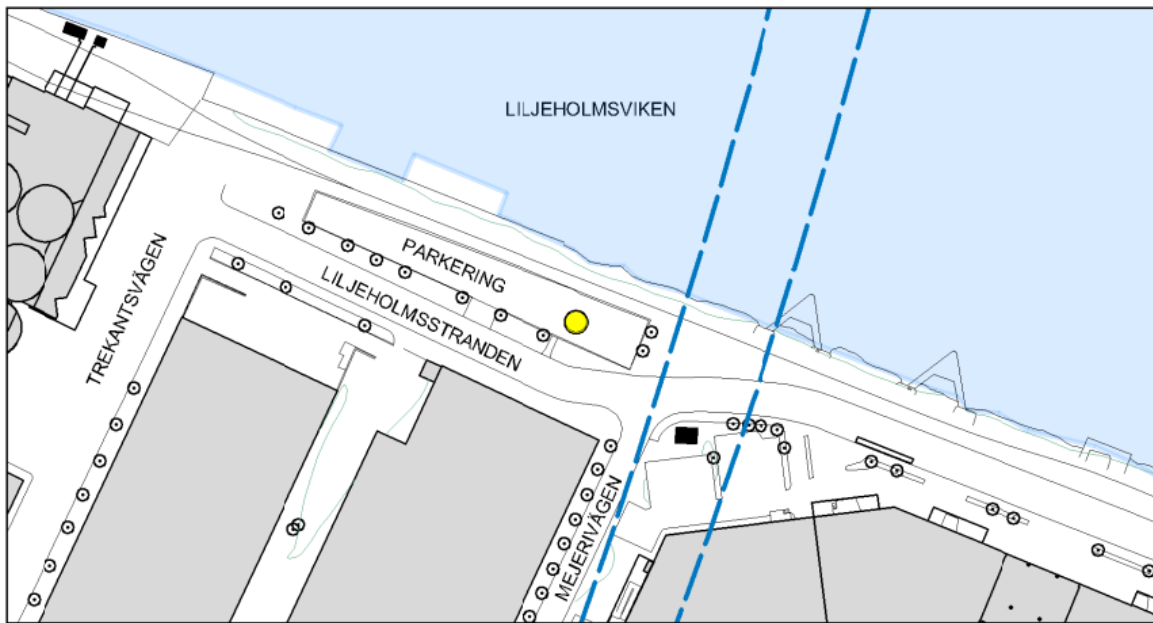
Utblåset från luftutbytesschaktet vid Fleminggatan kommer vara beläget i marknivå. I närheten ligger Kungsholmens grundskola och Kulturskolan. Luftutbytesschaktet kommer även ligga i direkt närhet till bostäder. I Figur 3 redovisas lokaliseringen för luftutbytesschaktet med gul rektangel.



Figur 3. Utblås från luftutbytesschakt vid Fleminggatan.

2. Liljeholmsstranden

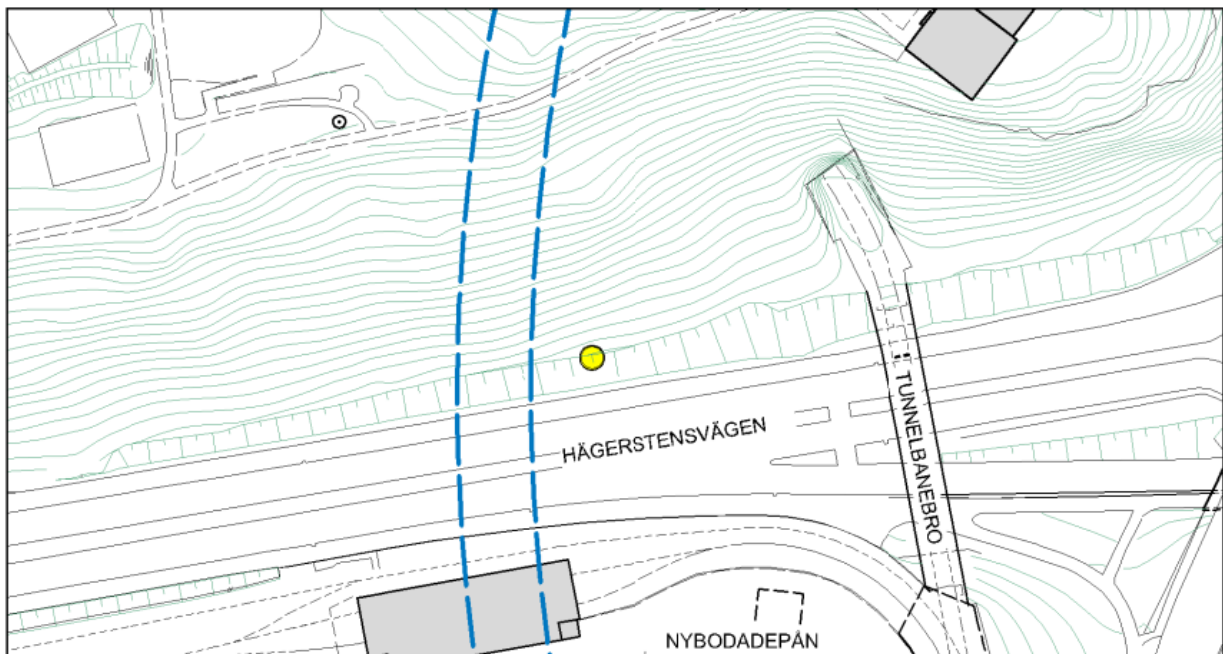
Utblåset från luftutbytesschakt vid Liljeholmsstranden är beläget söder om Liljeholmsviken. I närheten ligger en gymnasieskola och en lärarhögskola. Befintlig bebyggelse ligger drygt 200 meter nordost och 300 meter väst-sydväst om schaktet. Bostäder planeras att byggas ca 120 meter väster om luftutbytesschakt. I Figur 4 redovisas lokaliseringen för luftutbytesschaktet med gul cirkel.



Figur 4. Utblås från luftutbytesschakt i Liljeholmsstranden.

3. Hägerstensvägen

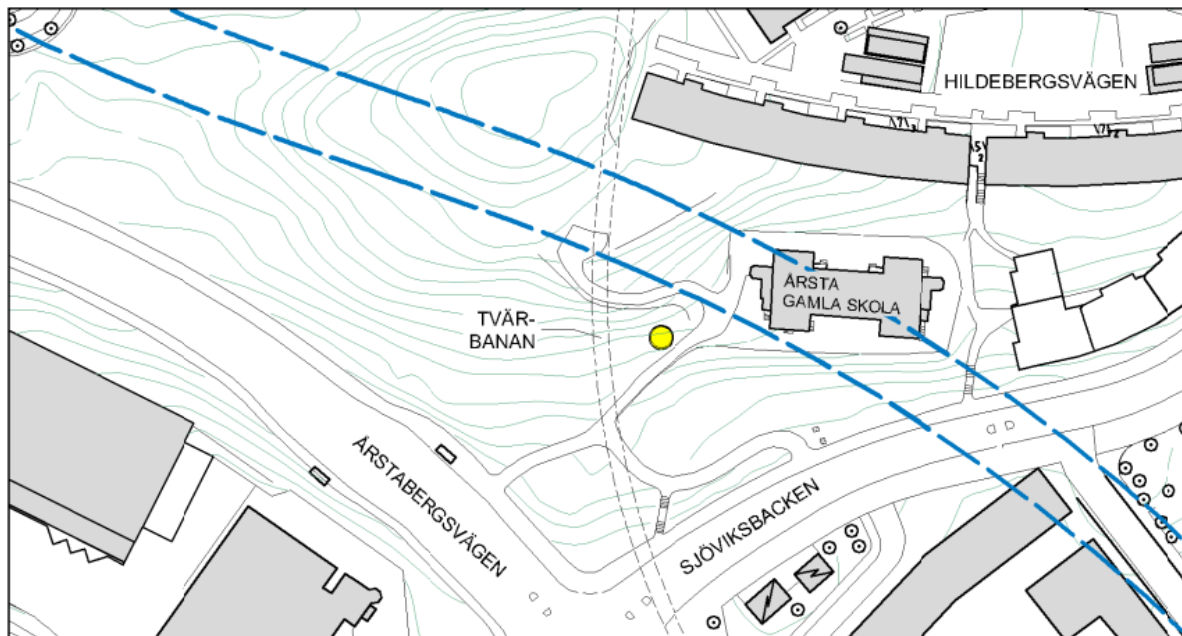
Luftutbytesschaktet är beläget norr om Hägerstensvägen och väster om tunnelbanebron. Öster om luftutbytesschaktet passerar även Södertäljevägen som är relativt hårt trafikerad. Närmaste bostäder är belägna ca 50 meter norr om luftutbytesschaktet. I Figur 5 redovisas lokaliseringen för luftutbytesschaktet med gul cirkel.



Figur 5. Utblås från luftutbytesschakt i Hägerstensvägen.

4. Sjöviksbacken

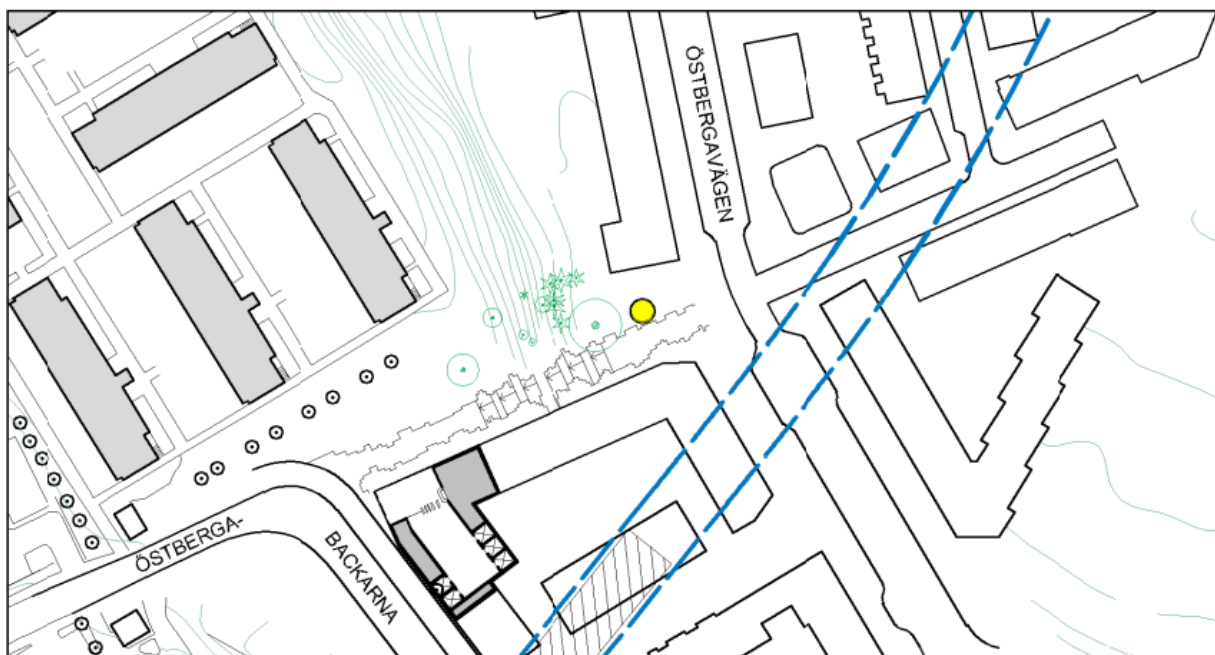
Luftutbytesschaktet är beläget norr om Sjöviksbacken, ca 50 meter från närmaste bostäder och ca 20 meter från Årsta Gamla skola. Det planeras för nya bostäder ca 80 meter öster om den planerade lokaliseringen för luftutbytesschaktet, se Figur 6 med luftutbytesschaktet markerat i gult.



Figur 6. Utblås från luftutbytesschakt vid Sjöviksbacken.

5. Östbergahöjden

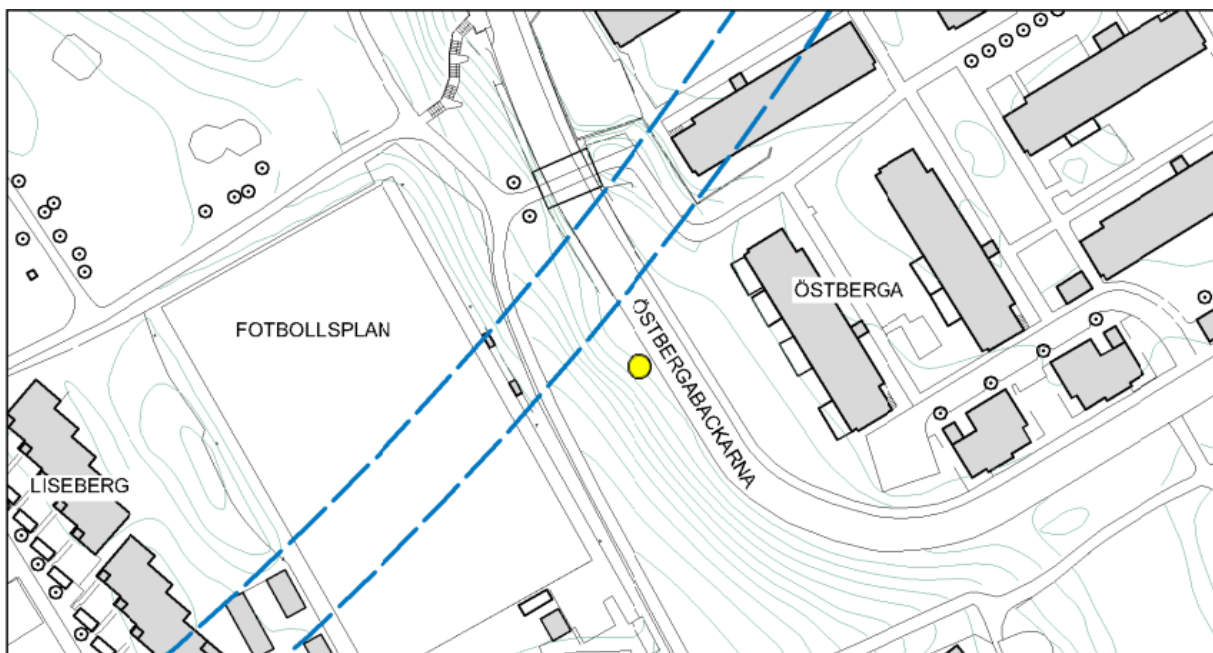
Luftutbytesschaktet är beläget intill planerad station Östbergahöjden med ca 50 meter till befintliga bostäder. Det planeras för bostäder närmare schaktet (planerade byggnader illustreras med vit färg i Figur 7). Vid luftutbytesschaktet finns idag även gång- och cykelbanor. I Figur 7 redovisas lokaliseringen för luftutbytesschaktet med gul cirkel.



Figur 7. Utblås från luftutbytesschakt vid Östbergahöjden.

6. Östbergabackarna

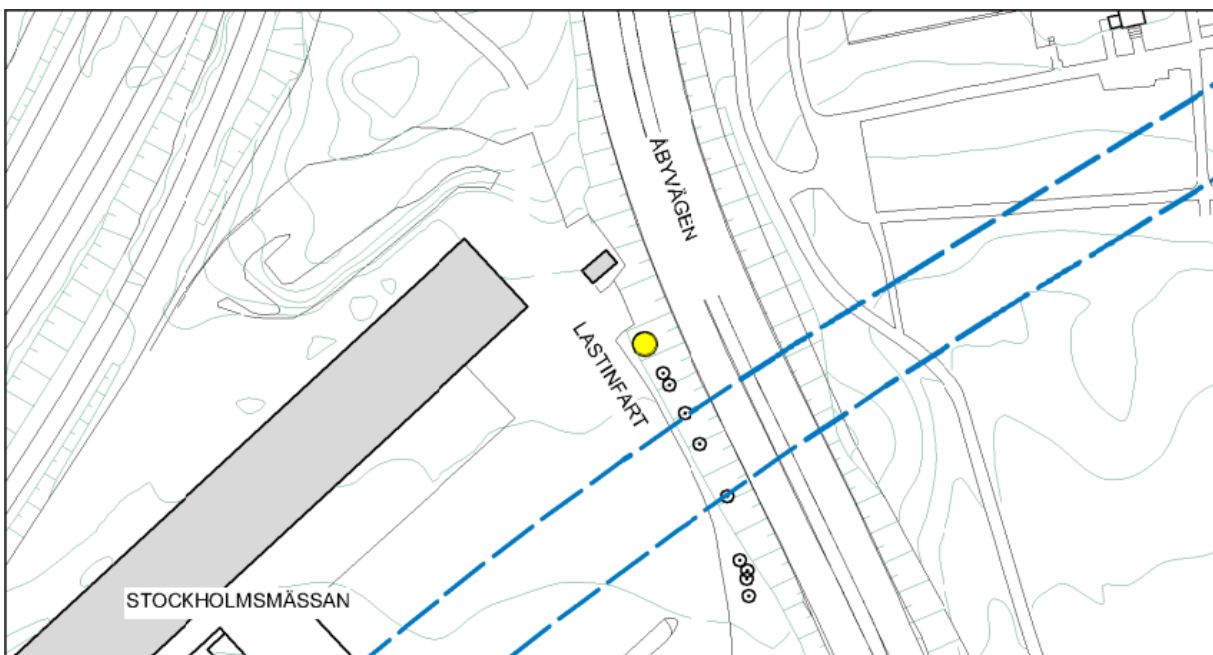
Luftutbytesschaktet vid Östberga är belägna väster om Östbergabackarna, ca 30 meter väster om närmaste bostäder. Väster om luftutbytesschaktet återfinns en fotbollsplan. I Figur 8 redovisas lokaliseringen för luftutbytesschaktet med gul cirkel.



Figur 8. Utblås från luftutbytesschakt vid Östbergabackarna.

7. Åbyvägen

Luftutbytesschaktet vid luftutbytesschaktet i Älvsjö är beläget på västra sidan av Åbyvägen. I närheten löper gång- och cykelbanor. Närmaste bostäder ligger över 150 meter norr om luftutbytesschaktet. I Figur 9 redovisas lokaliseringen för luftutbytesschaktet med gul cirkel.



Figur 9. Utblås från luftutbytesschakt vid Åbyvägen.

8. Tunnelmynningen

Tunnelmynningen i Älvsjö är beläget inom depåområdet och ligger inte i direkt närheten av någon hårt trafikerad trafikled. Befintlig bostadsbebyggelse ligger drygt 120 meter väst om mynningen. I Figur 10 redovisas lokaliseringen för tunnelmynningen med gul cirkel.



Figur 10. Tunnelmynningen inom depåområdet.

6 Luftföroreningssituationen vid luftutbytesschakten

Området som den planerade tunnelbanelinjen kommer att ledas genom och där avluftningen från tunnelbanan kommer att ske är relativt tätbebyggt med mycket bostäder. Även känsliga verksamheter i form av sjukhus, hälsocentraler och skolor förekommer i området.

Utsläppen från schakten kommer främst att påverka närområdet runt utsläppspunkterna. Utsläppen beräknas att ske från ca 3 meters höjd för samtliga luftutbytesschakt förutom Fleminggatan där utsläppen sker i marknivå.

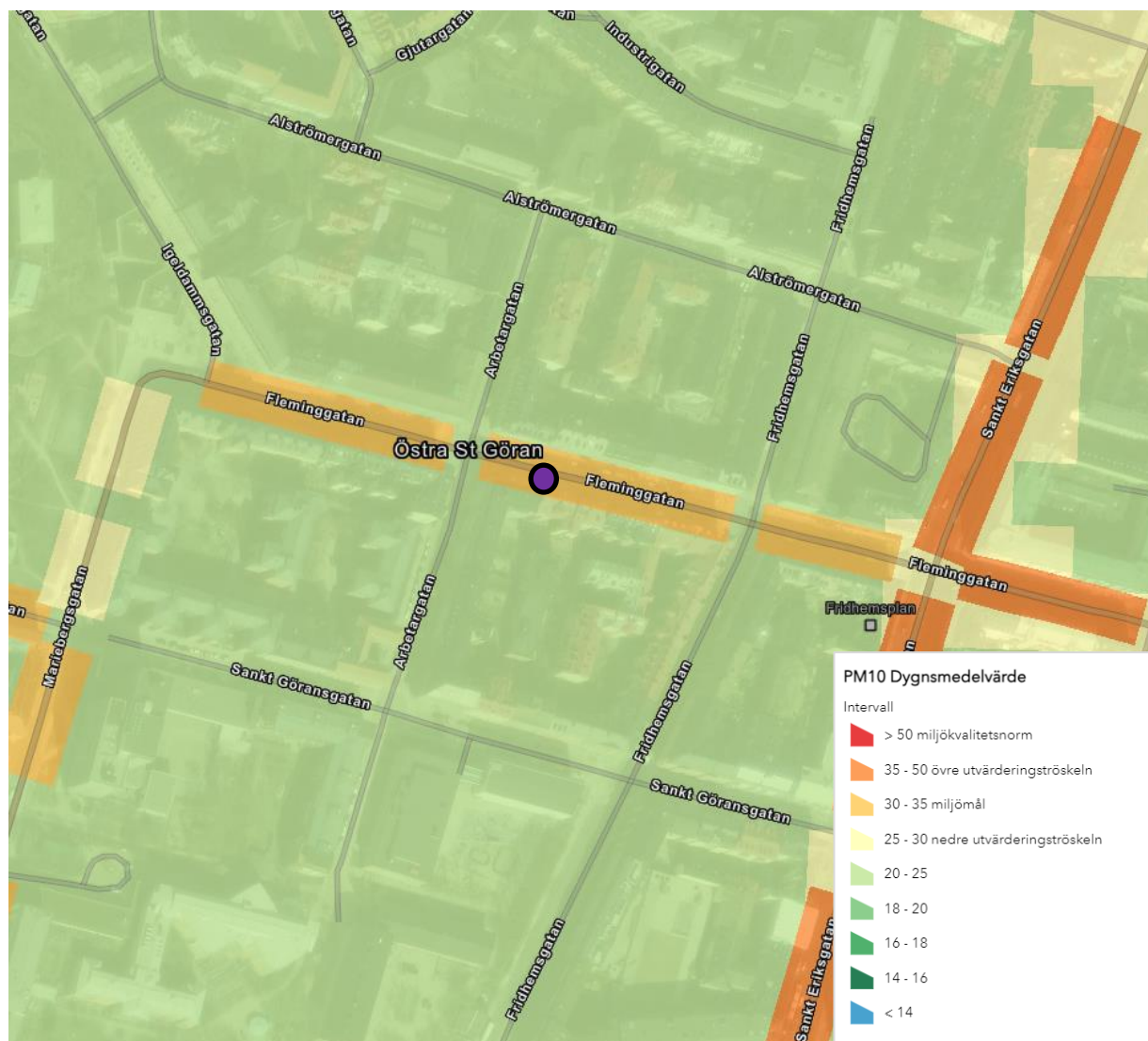
SLB-analys (Miljöförvaltningen i Stockholm)¹ har för Östra Sveriges luftvårdsförbund beräknat haltnivåerna av partiklar i omgivningen för kommunerna i Stockholmsområdet. Nedanstående figurer har hämtats från SLB och illustrerar ungefärliga halter av partiklar (PM₁₀) som dygnsmedelvärde 90-percentil i de områden där luftutbytesschakten planeras. Beräkningarna har gjorts för året 2020 och ska representera dagens luftkvalitetssituation.

Miljökvalitetsnormen för dygnsmedelvärde gäller som 90 percentil (eller det 36:e värsta dygnet) och är normalt den miljökvalitetsnorm som är svårast att klara för PM₁₀ (det finns även en miljökvalitetsnorm som årsmedel). För att klara miljökvalitetsnormen får medelvärdet under det 36:e värsta dygnet inte vara högre än 50 µg/m³. I figurerna nedan visualiseras även de planerade utblåsen för respektive luftutbytesschakt med lila ringar. Dessa är inte skalenliga och visar ungefärlig placering.

¹ SLB – Luftföroreningskartor. <https://www.slb.nu/slbanalys/luftfororeningskartor/> [Hämtad 20240212]

1. Fleminggatan

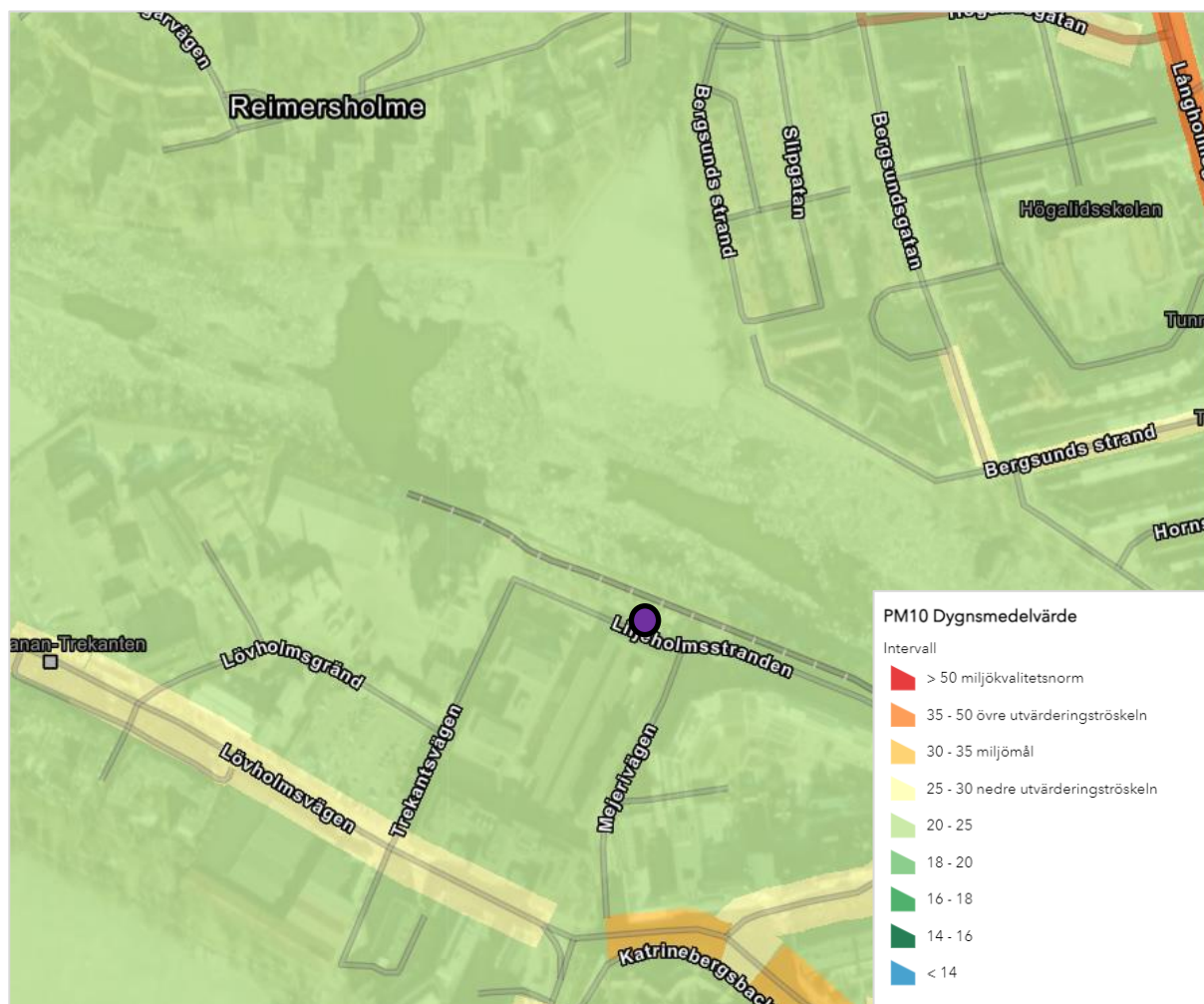
Partikelhalterna ligger idag runt 30–35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ som dygnsmedel och 90-percentil, se Figur 11.



Figur 11. Luftkvalitet vid utblås från luftutbytesschakt vid Fleminggatan. Luftutbytesschaktet markerat i lila.

2. Liljeholmsstranden

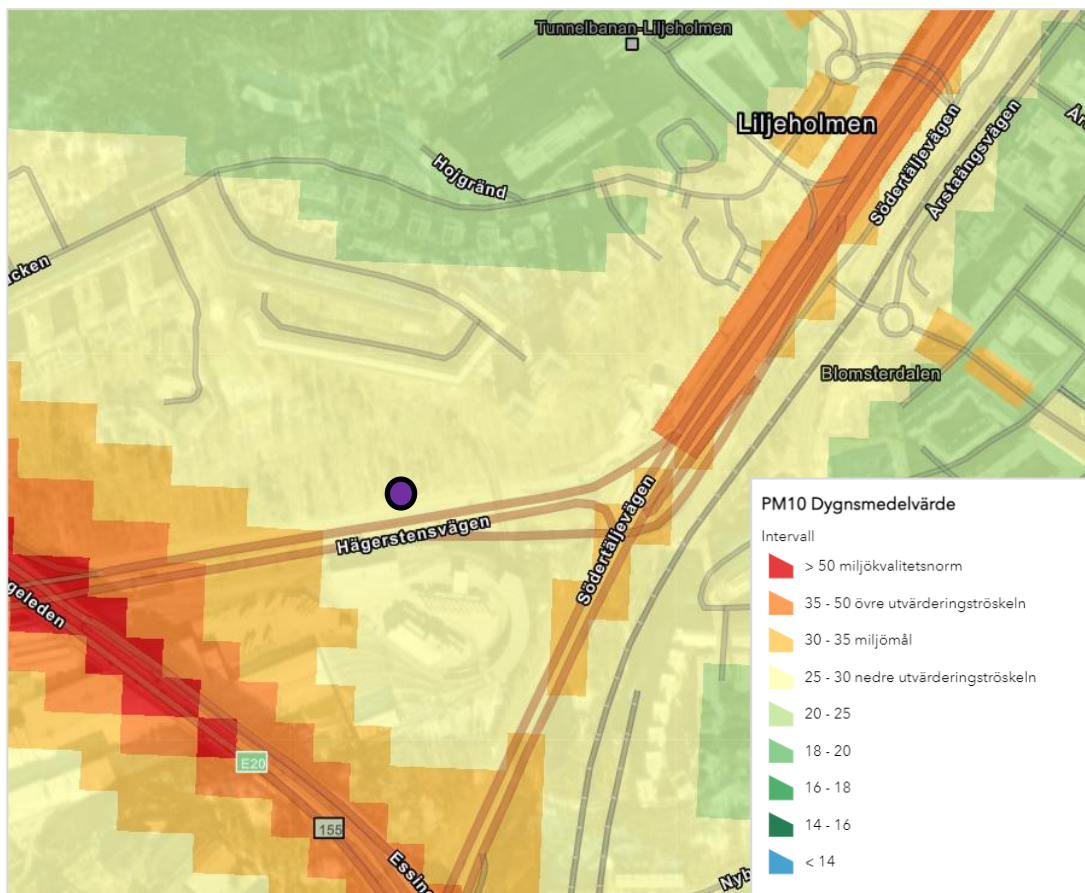
Partikelhalterna ligger idag runt 20–25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ som dygnsmedel och 90-percentil, se Figur 12.



Figur 12. Luftkvalitet vid utblås från luftutbytesschakt vid Liljeholmsstranden. Luftutbytesschaktet markerat i lila.

3. Hägerstensvägen

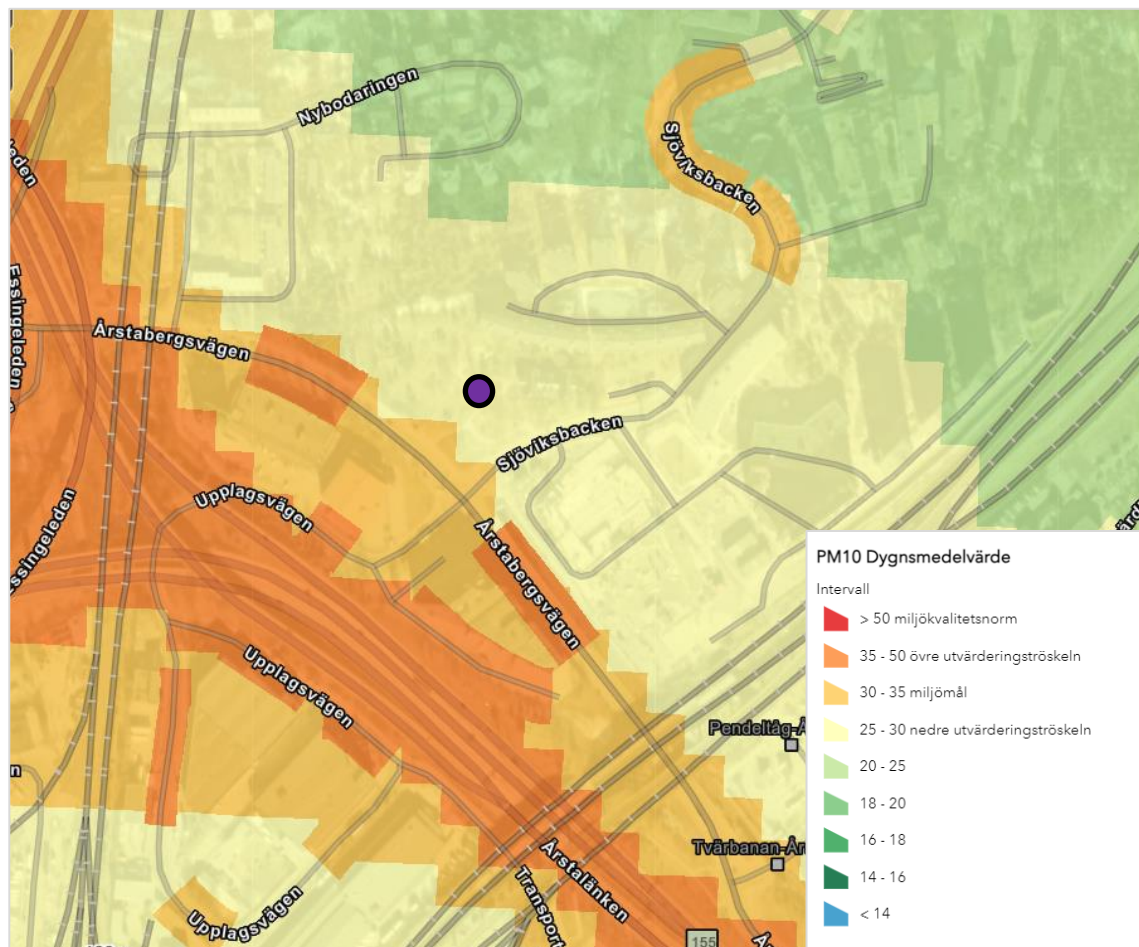
Partikelhalterna ligger idag runt 25–35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ som dygnsmedel och 90-percentil och påverkas av de större vägarna i området. Väster om schaktnynningen leds Essingeleden som är den mest trafikerade vägen i Stockholm, se Figur 13.



Figur 13. Luftkvalitet vid utblås från luftutbytesschakt vid Hägerstensvägen. Luftutbytesschaktet markerat i lila.

4. Sjöviksbacken

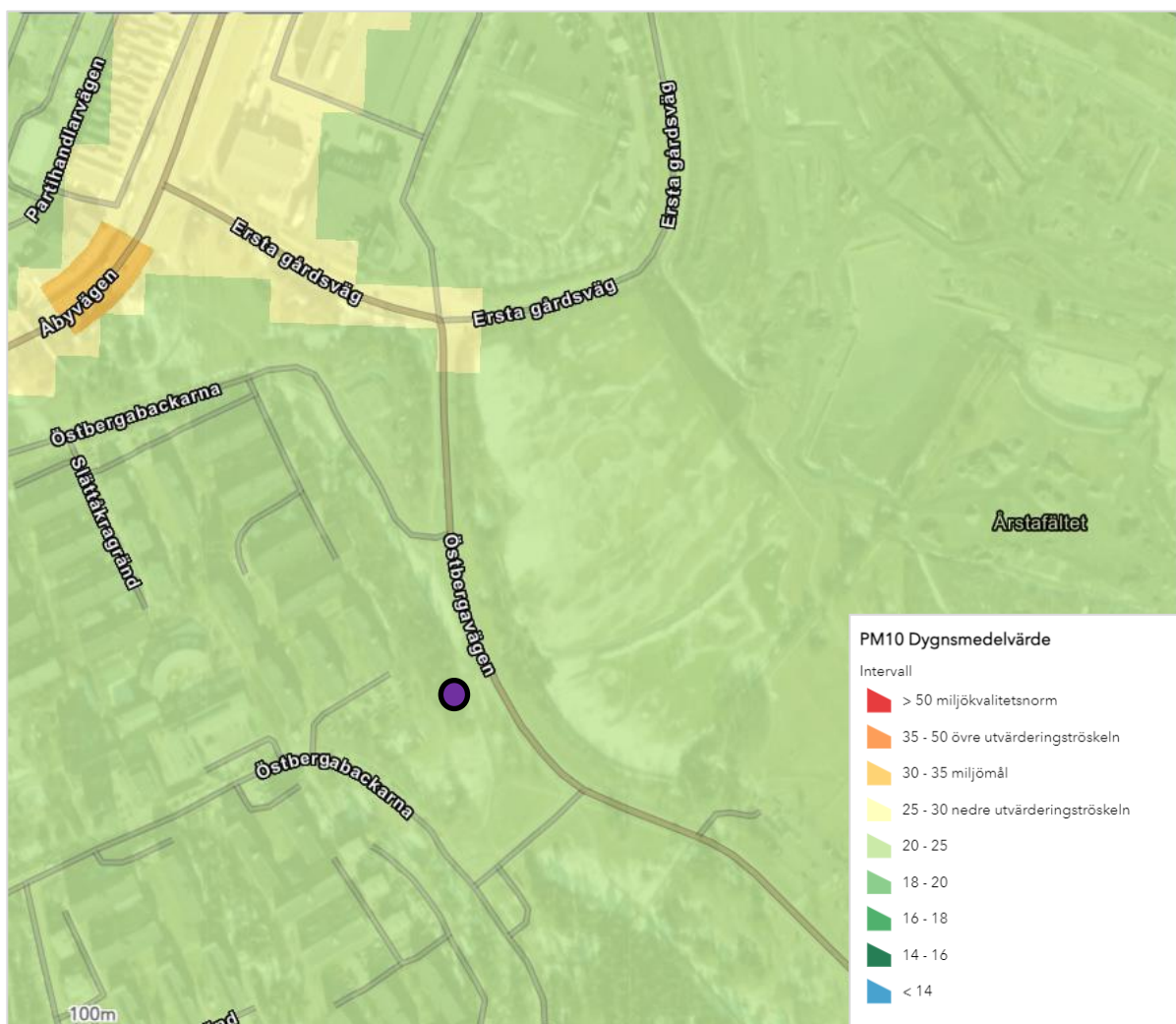
Flera relativt hårt trafikerade vägar i området påverkar idag luftkvaliteten vid schaktmynningen. Partikelhalterna ligger idag runt 25–30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ som dygnsmedel och 90-percentil, se Figur 14.



Figur 14. Luftkvalitet vid utblås från luftutbytesschakt vid Sjöviksbacken. Luftutbytesschaktet markerat i lila.

5. Östbergahöjden

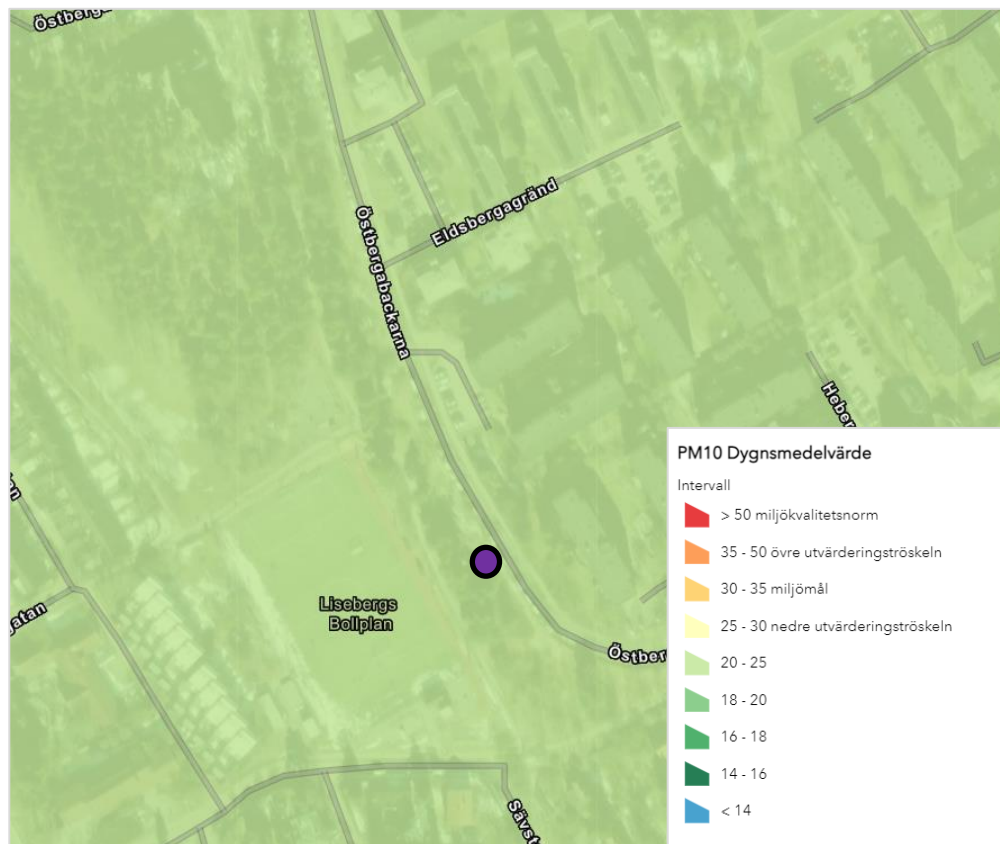
Partikelhalterna ligger idag runt 20–25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ som dygnsmedel och 90-percentil, se Figur 15.



Figur 15. Luftkvalitet vid utblås från luftutbytesschakt vid Östbergahöjden. Luftutbytesschaktet markerade i lila.

6. Östbergabackarna

Partikelhalterna ligger idag runt 20–25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ som dygnsmedel och 90-percentil vid luftutbytesschaktet Östbergabackarna, se Figur 16.



Figur 16. Luftkvalitet vid utblås från luftutbytesschakt vid Östbergabackarna. Luftutbytesschaktet markerat i lila.

7. Åbyvägen

Partikelhalterna ligger idag runt 25–30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ som dygnsmedel och 90-percentil vid lokaliseringarna för luftutbytesschaktet, se Figur 17.



Figur 17. Luftkvalitet vid utblås från luftutbytesschakt vid Åbyvägen. Luftutbytesschaktet markerat i lila.

8. Tunnelmynningen

Partikelhalterna ligger idag runt 20–25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ som dygnsmedel och 90-percentil vid den planerade tunnelmynningen, se Figur 18.



Figur 18. Luftkvalitet vid tunnelmynningen, som visas med grå rektangel.

7 Påverkan under driftskedet

Förutom utsläppens storlek påverkas halterna i omgivningen även av bland annat luftutbytesschaktens utsläppshöjd i förhållande till omgivningen, luftflödes hastigheten i utsläppet och temperaturskillnaden mellan luften som släpps ut och omgivande luft.

Tunnelns längd har också betydelse för mängden partiklar som bildas och ventileras ut. Ju längre tunnel desto större mängd partiklar hinner ackumuleras och sedan frigöras när tågen passerar luftutbytesschakten och luften trycks ut genom schakten eller tunnelmynningen. För luftkvaliteten utomhus är det viktigt att schakten inte placeras i omedelbar närhet av luftintag till bostäder, skolor eller vårdinrättningar.

För att bedöma luftkvaliteten i anslutning till utblåsen från luftutbytesschakten och tunnelmynningen i driftskedet har spridningsberäkningar utförts. Beräkningarna har gjorts från respektive luftutbytesschakt med framräknade partikelutsläpp för varje schakt.

I beräkningsmodellen kommer de utsläpp som sker under högtrafik respektive lågtrafik att definieras för olika timmar under ett dygn. Det sker en fördröjning av utsläppen vid högtrafik eftersom det tar en viss tid för den högre koncentrationen att byggas upp och nå utblåset i luftutbytesschakten. Första perioden under dygnet med högtrafik infaller kl. 06-10 och utsläppen når den högsta nivån under sista timmen med högtrafik (Stockholms läns landsting, 2023). Samma fenomen gör att det finns en fördröjning av utsläppen vid lågtrafik.

I spridningsberäkningarna beräknades haltbidraget av partiklar i omgivningen vid respektive luftutbytesschakt och vid tunnelmynningen inom depåområdet i Älvsjö. För att värdera den totala partikelhalten som PM_{10} i omgivningen adderades bakgrundshalterna till tunnelbanans bidrag.

Spridningsberäkningarna genomfördes för varje timme under ett år med lokala meteorologiska data för att jämföra resultaten mot miljökvalitetsnormerna och miljökvalitetsmålen.

7.1 Utsläpp från luftutbytesschakten

Haltnivåerna av partiklar i underjordiska stationer är generellt högre än vad man kan förvänta sig i stadsmiljöer. Därför är kraven för de projektspecifika riktvärdena i stationsmiljöerna högre än miljökvalitetsnormerna för partiklar i utomhusluft. Krav för maximal partikelhalt för tunnelbanan Älvsjö-Fridhemsplan har tagits fram för projektet i dokumentet *Beräkning av riktvärde för partikelhalt PM_{10} för plattformsrums i spårtunnel för ny tunnelbana (Krav PF-0042)* (FUT, 2023). Kravet är $565 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som högsta timmedelvärde som 98-percentil. Partikelhalten i plattformsrums har beräknats med beräkningsprogrammet IDA Tunnel för att säkerställa att kravvärdet uppfylls. Beräkningsmodellen IDA Tunnel beräknar partikelhalter på stationer och partikelflöden ut från luftutbytesschakt över året med indata som tågtrafikering, tågprestanda, utomhusklimat och bedömd partikelemission från tågen. I beräkningar har antaganden gjorts gällande att resenärer inte uppehåller sig varaktigt i stationsmiljön.

För att klara riktvärdet för partiklarna vid stationerna behöver tunnarna ventileras. Tilluft till samtliga stationer sker med friskluft för att riktvärdet ska innehållas i stationsmiljöerna. Luften

från tunnlarna kommer därefter att ventileras ut via sju luftutbytesschakt. Utsläppen av partiklar kommer därmed att påverka omgivningen när de avgår från luftutbytesschakten.

Förvaltning för utbyggd tunnelbana har inom projektet tagit fram ett PM med förutsättningar för luftkvalitet i tunnelbanan avseende allmänventilation, systemlösning tunnel och stationer (FUT, 2023).

Beräkningarna har reviderats flera gånger under projektets gång på grund av nya förutsättningar i projekteringen, vilket påverkat ventilationen och luftflödet från schakten. De senaste ändringarna som föranledda partikel- och luftflödesändringarna var följande justeringar:

- Luftutbytesschaktet Fridhemsgatan, schakthöjd och geometri justerad
- Borrard tunnel, area och hydraulisk diameter justerade

Inga fläktar används för att forcera ut ventilationsluft från tunnlar eller stationsmiljöer utan all luft avgår genom luftutbytesschakten. Luften trycks ut när ett tåg anländer till spårtunnelns anslutning till schaktet. På samma sätt trycks luft ut när ett tunnelbanetåg lämnar tunnelmynningen.

I beräkningarna nyttjades partikelemissioner och luftflöden specifikt framtagna för respektive luftutbytesschakt och vid tunnelmynningen. Halterna och därmed utsläppen varierar beroende på tågtrafiken, med lägre utsläpp nattetid och högre dagtid, och halter förekommandes under dessa "peak hours" och "off-peak hours" togs därav fram. Då luftutbytesschakten kan komma att stängas under vintertid för att undvika att det blir för kallt på stationerna har hänsyn tagits till skillnader i partikelemissioner mellan sommar och vinter. I rapporten har det antagits att majoriteten av tågen utgörs av eldrivna tåg.

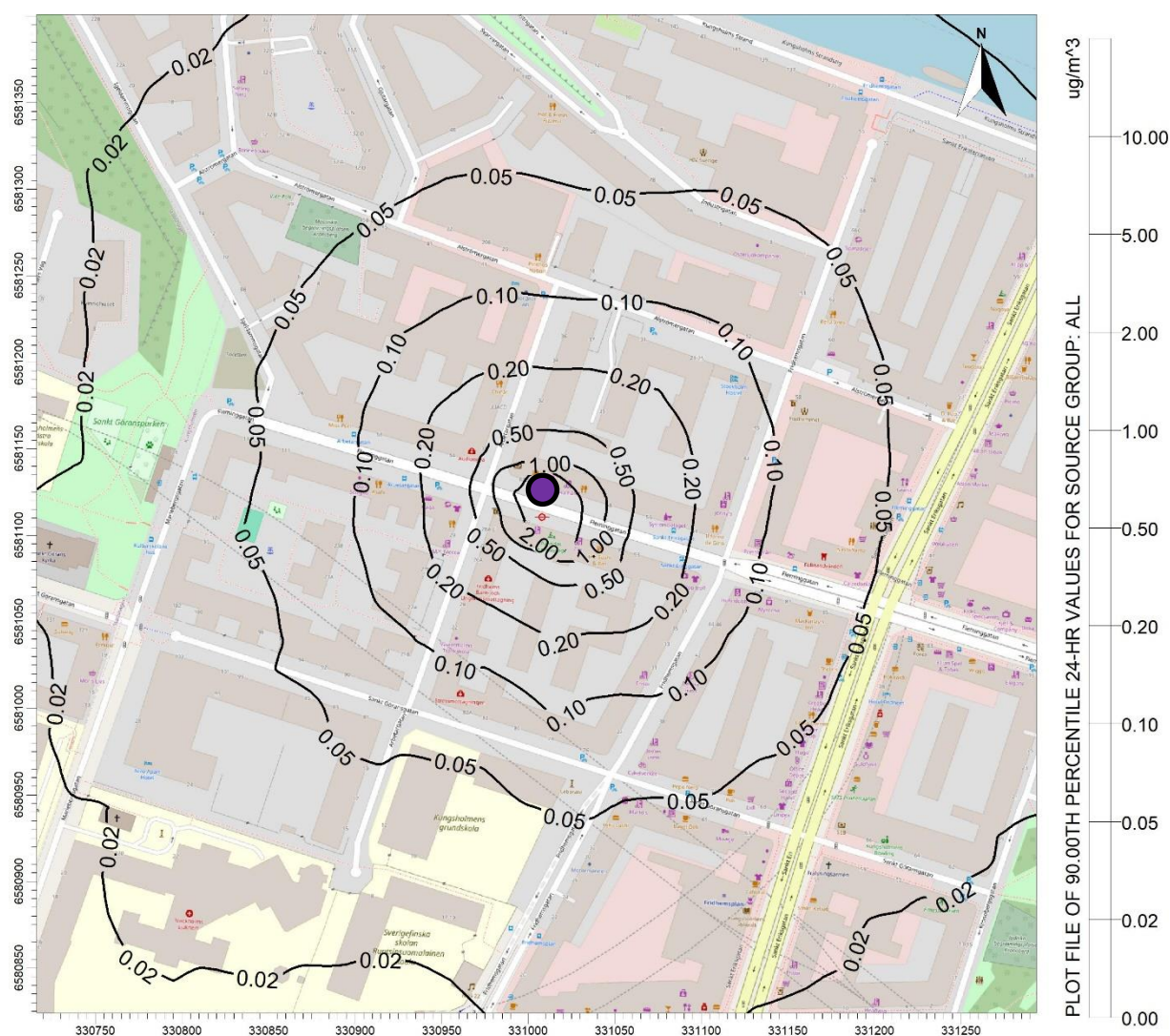
De dieselavgaser som kan uppkomma i samband med service och underhåll i de underjordiska utrymmena har inte tagit med i beräkningarna. Detta då de förekommer under så få tillfällen att det antagits ha försumbar effekt på kvävedioxidhalterna i utomhusluften.

8 Resultat från spridningsberäkningar

Figur 18–25 visar beräknade halter av partiklar som kan förväntas uppkomma i driftskedet. Halterna, som visar tillskottet från tunnelbanan, redovisas som dygnsmedelvärde (90-percentil) från luftutbytesschakten och vid tunnelmynningen. I beräkningarna har luftutbytesschakten givits höjden 3 meter ovan marknivå förutom Fleminggatan som beräknats i marknivå. Arealen för schakten är satt till 12 m² för alla stationer utom Fleminggatan och Östbergavägen som givits arean 25 m².

Resultatet redovisas som en geografisk spridning med kontinuerliga haltnivåer 1,5 meter ovan marknivå. I figurerna visualiseras luftutbytesschakten med lila ringar. Dessa är inte skalenliga.

8.1 Fleminggatan



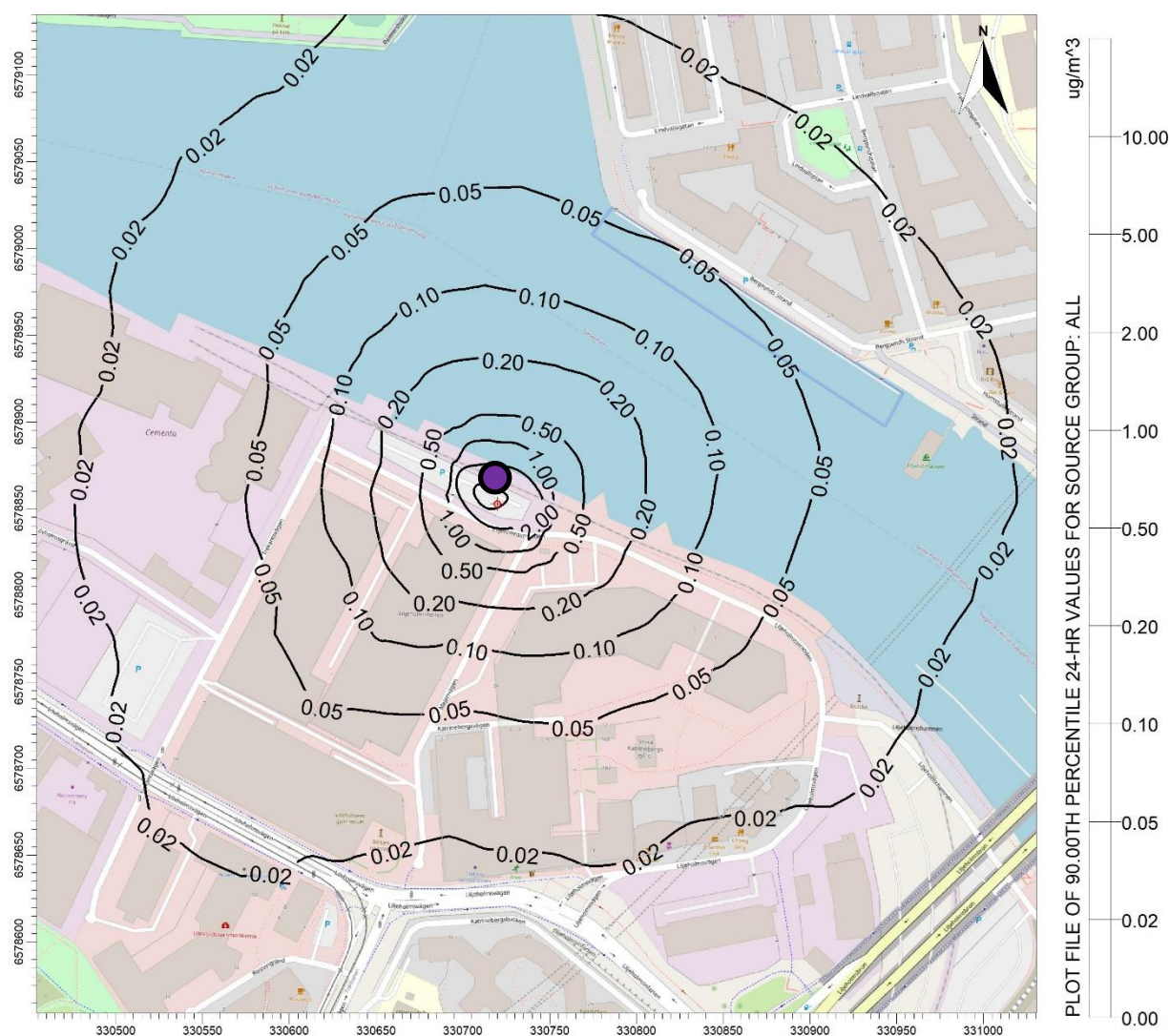
Figur 19. Beräknade halter av partiklar (PM₁₀) som dygnsmedelvärde (90-percentil) från luftutbytesschakt vid Fleminggatan. Resultatet redovisas som en geografisk spridning med kontinuerliga haltnivåer 1,5 meter ovan marknivå. Luftutbytesschakt markeras med lila cirkel.

Partikelbidraget från luftutbytesschaktet beräknas ge ett högsta tillskott på omkring 2–5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Det relativa haltbidraget är litet i det direkta närområdet, och halterna avtar snabbt med avståndet från källan.

Bakgrundhalterna i närområdet av luftutbytesschaktet är måttliga och motsvarar cirka 30–35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, se Figur 11. Värdena ska jämföras mot miljö kvalitetsnormens gränsvärde och miljö kvalitetsmålets riktvärde för dygnsmedelvärde på 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respektive 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Miljö kvalitetsnormen för dygnsmedelvärde innehålls. Det föreligger en risk att miljö kvalitetsmålet överskrids i dagsläget.

8.2 Liljeholmsstranden



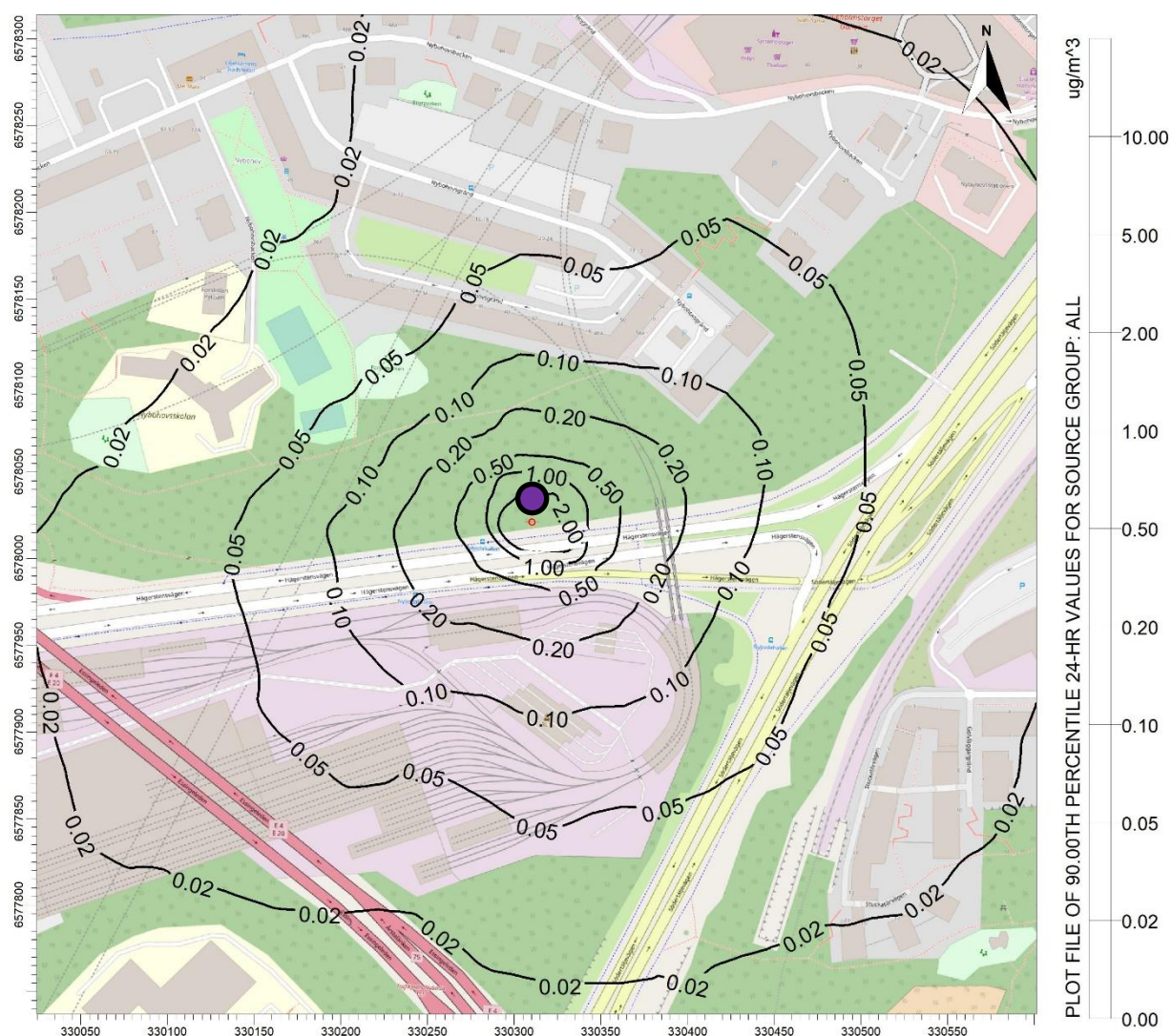
Figur 20. Beräknade halter av partiklar (PM10) som dygnsmedelvärde (90-percentil) från luftutbytesschakt vid Liljeholmsstranden. Resultatet redovisas som en geografisk spridning med kontinuerliga haltnivåer 1,5 meter ovan marknivå. Luftutbytesschakt markeras med lila cirkel.

Partikelbidraget från luftutbytesschaktet beräknas ge ett högsta tillskott på omkring $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Det relativa haltbidraget är litet i det direkta närområdet, och halterna avtar snabbt med avståndet från källan.

Bakgrundshalterna i närområdet av luftutbytesschaktet är måttliga och motsvarar cirka $20\text{--}25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, se Figur 12. Värdena ska jämföras mot miljö kvalitetsnormens gränsvärde och miljö kvalitetsmålets riktvärde för dygnsmedelvärde på $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respektive $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Miljö kvalitetsnormen för dygnsmedelvärde innehålls och det finns goda chanser att även miljö kvalitetsmålet klaras.

8.3 Hägerstensvägen



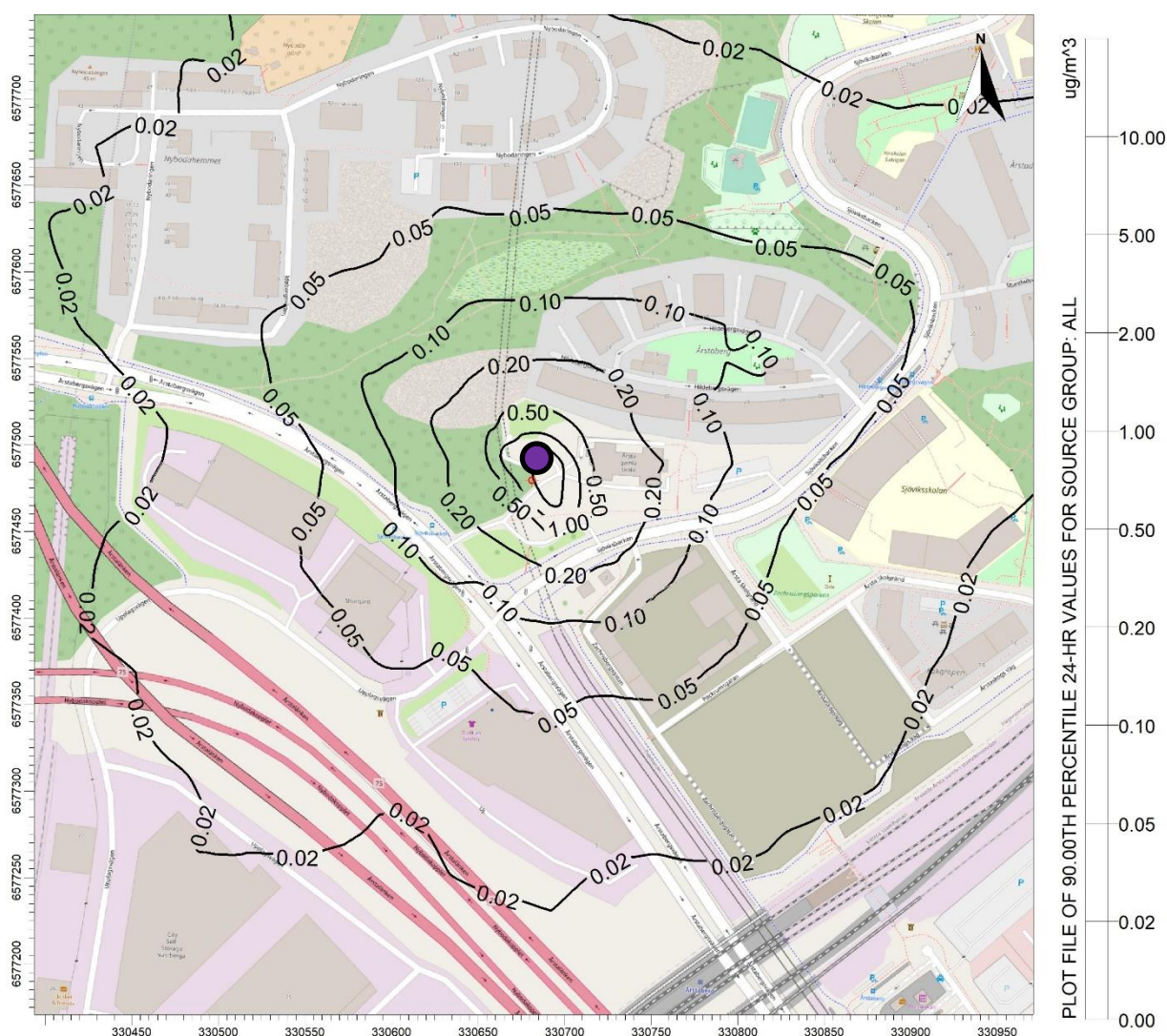
Figur 21. Beräknade halter av partiklar (PM10) som dygnsmedelvärde (90-percentil) från luftutbytesschakt vid Hägerstensvägen. Resultatet redovisas som en geografisk spridning med kontinuerliga haltnivåer 1,5 meter ovan marknivå. Luftutbytesschakt markeras med lila cirkel.

Partikelbidraget från luftutbytesschaktet beräknas ge ett högsta tillskott på omkring 2–5 µg/m³. Det relativa haltbidraget är litet i det direkta närområdet, men halterna avtar snabbt med avståndet från källan.

Bakgrundshalterna i närområdet av luftutbytesschaktet är måttliga och motsvarar cirka 25–30 µg/m³, se Figur 13. Värdena ska jämföras mot miljö kvalitetsnormens gränsvärde och miljö kvalitetsmålets riktvärde för dygnsmedelvärde på 50 µg/m³ respektive 30 µg/m³.

Miljö kvalitetsnormen för dygnsmedelvärde innehålls. Det föreligger en risk att miljö kvalitetsmålet överskrids i dagsläget.

8.4 Sjöviksbacken



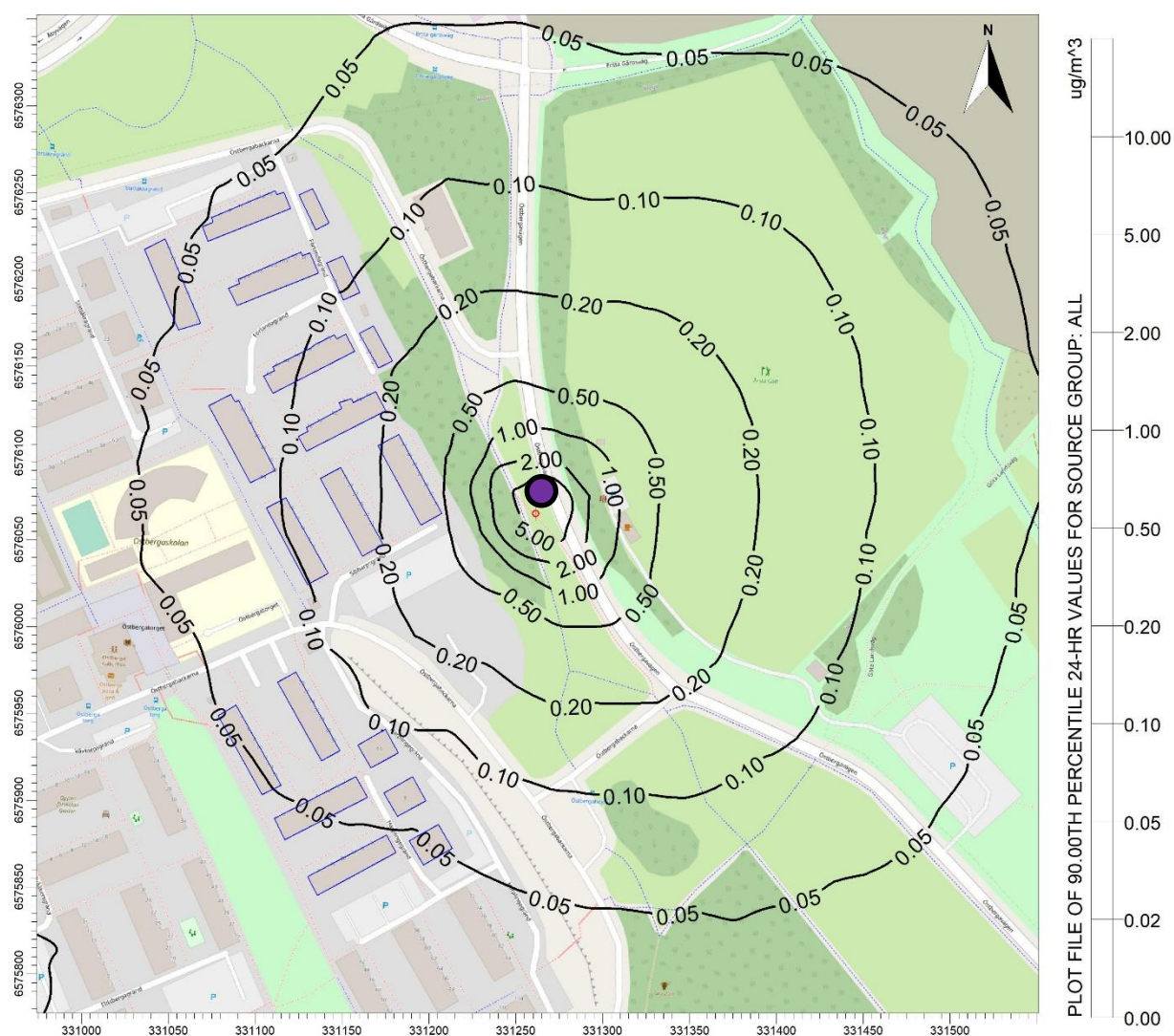
Figur 22. Beräknade halter av partiklar (PM10) som dygnsmedelvärde (90-percentil) från luftutbytesschakt vid Sjöviksbacken. Resultatet redovisas som en geografisk spridning med kontinuerliga haltnivåer 1,5 meter ovan marknivå. Luftutbytesschakt markeras med lila cirkel.

Partikelbidraget från luftutbytesschaktet beräknas ge ett högsta tillskott på omkring $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Det relativa haltbidraget är litet i det direkta närområdet, och halterna avtar snabbt med avståndet från källan.

Bakgrundshalterna i närområdet av luftutbytesschaktet är måttliga och motsvarar cirka $25\text{--}30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, se Figur 14. Värdena ska jämföras mot miljö kvalitetsnormens gränsvärde och miljö kvalitetsmålets riktvärde för dygnsmedelvärde på $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respektive $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Miljö kvalitetsnormen för dygnsmedelvärde innehålls och det finns goda chanser att även miljö kvalitetsmålet klaras.

8.5 Östbergahöjden



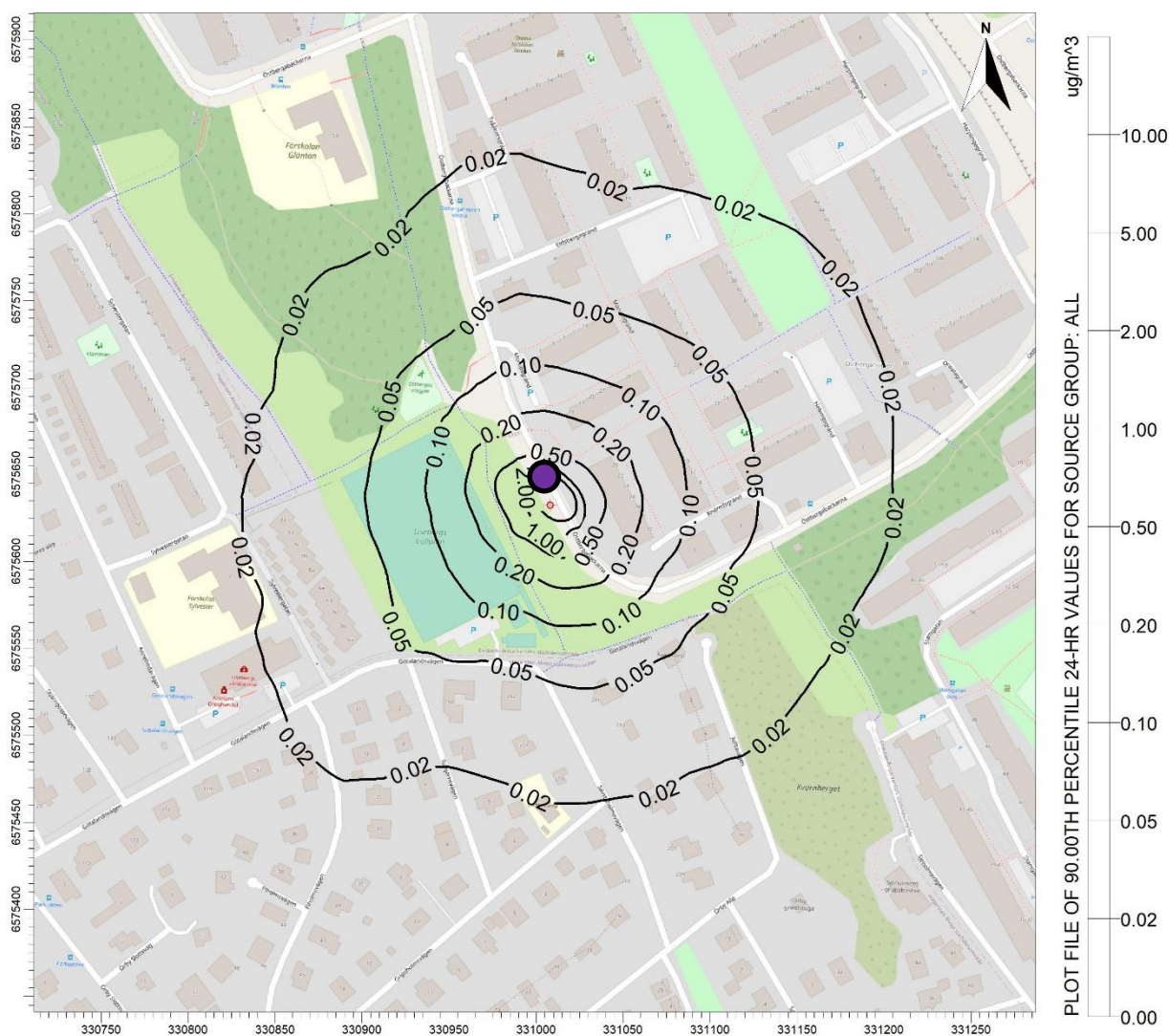
Figur 23. Beräknade halter av partiklar (PM₁₀) som dygnsmedelvärde (90-percentil) från luftutbytesschakt vid Östbergahöjden. Resultatet redovisas som en geografisk spridning med kontinuerliga haltnivåer 1,5 meter ovan marknivå. Luftutbytesschakt markeras med lila cirkel.

Partikelbidraget från luftutbytesschaktet beräknas ge ett högsta tillskott på omkring 5–10 µg/m³. Det relativa haltbidraget är måttligt i det direkta närområdet, men halterna avtar snabbt med avståndet från källan.

Bakgrundshalterna i närområdet av luftutbytesschaktet är måttliga och motsvarar cirka 20–25 µg/m³, se Figur 15. Värdena ska jämföras mot miljö kvalitetsnormens gränsvärde och miljö kvalitetsmålets riktvärde för dygnsmedelvärde på 50 µg/m³ respektive 30 µg/m³.

Miljö kvalitetsnormen för dygnsmedelvärde innehålls. Det föreligger en risk att miljö kvalitetsmålet överskrids i dagsläget.

8.6 Östbergabackarna



Figur 24. Beräknade halter av partiklar (PM10) som dygnsmedelvärde (90-percentil) från luftutbytesschakt vid Östbergabackarna. Resultatet redovisas som en geografisk spridning med kontinuerliga haltnivåer 1,5 meter ovan marknivå. Luftutbytesschakt markeras med lila cirkel.

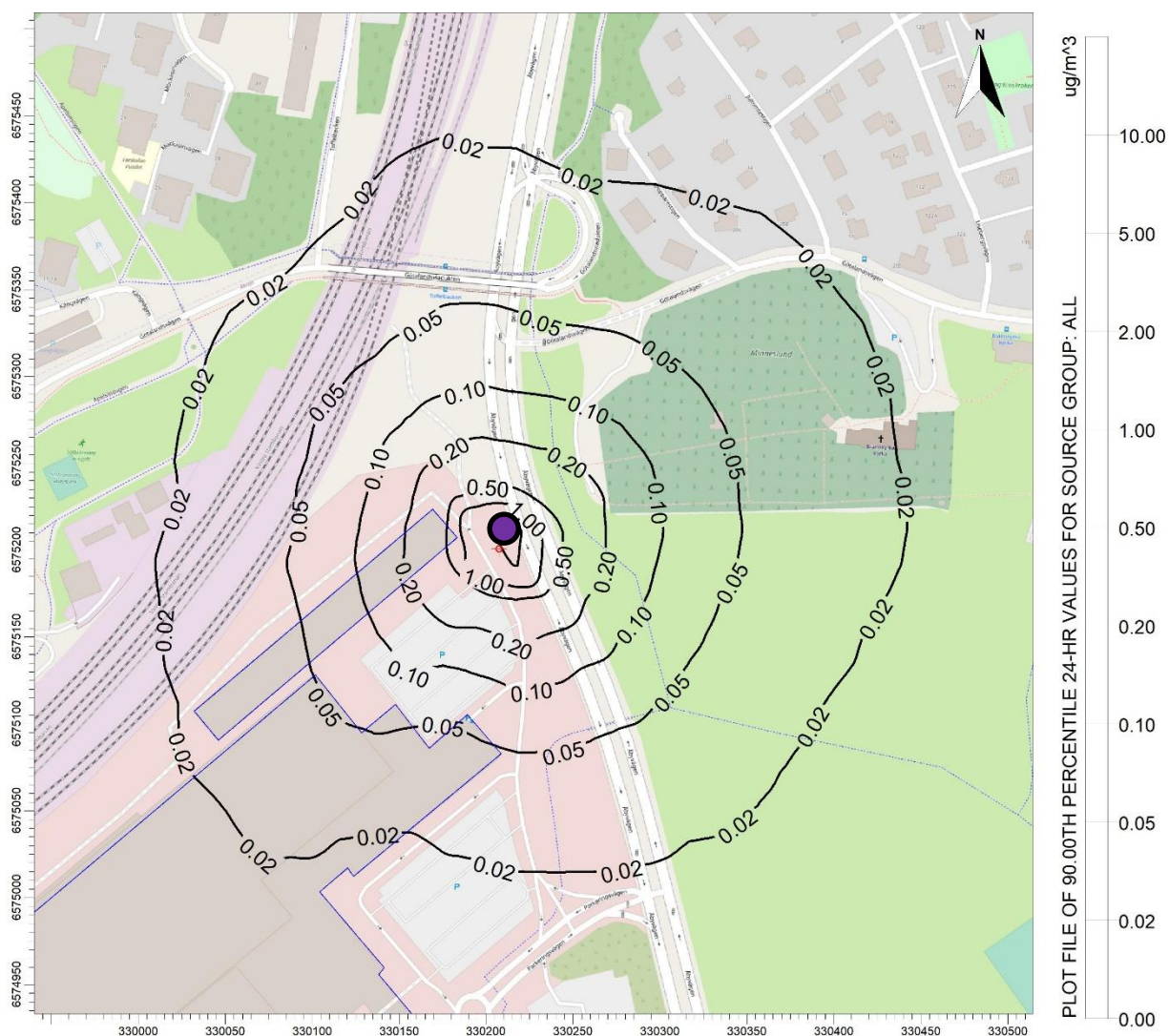
Partikelbidraget från luftutbytesschaktet beräknas ge ett högsta tillskott på omkring 2–5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Det relativa haltbidraget är litet i det direkta närområdet, och halterna avtar snabbt med avståndet från källan.

Bakgrundshalterna i närområdet av luftutbytesschaktet är måttliga och motsvarar cirka 20–25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, se

Figur 16. Värdena ska jämföras mot miljökvalitetsnormens gränsvärde och miljökvalitetsmåletts riktvärde för dygnsmedelvärde på 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respektive 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Miljökvalitetsnormen för dygnsmedelvärde innehålls och det finns goda chanser att även miljökvalitetsmålet klaras.

8.7 Åbyvägen



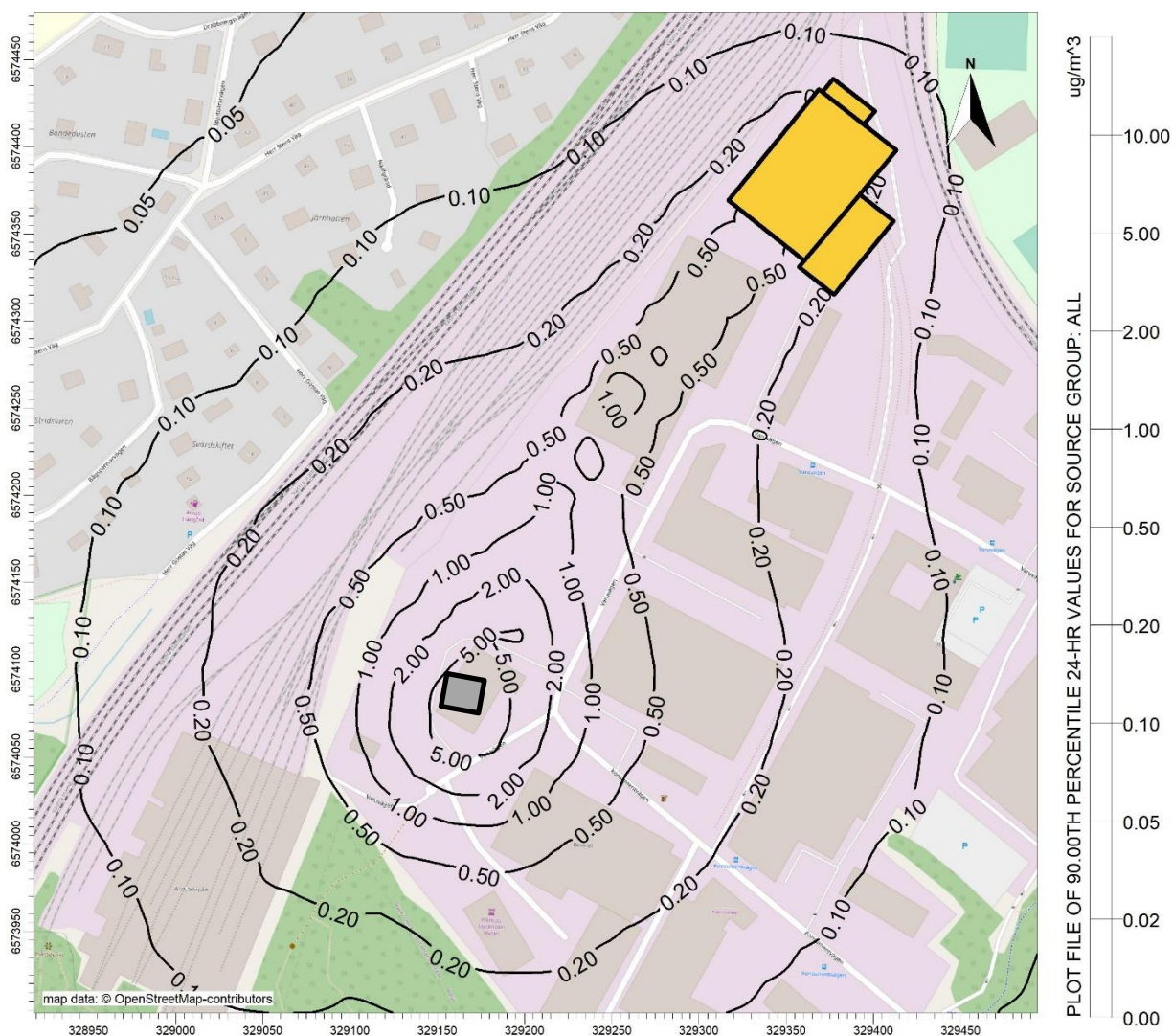
Figur 25. Beräknade halter av partiklar (PM10) som dygnsmedelvärde (90-percentil) från luftutbytesschakt vid anslutning Åbyvägen. Resultatet redovisas som en geografisk spridning med kontinuerliga haltnivåer 1,5 meter ovan marknivå. Luftutbytesschakt markeras med lila cirkel.

Partikelbidraget från luftutbytesschaktet beräknas ge ett högsta tillskott på omkring $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Det relativa haltbidraget är litet i det direkta närområdet, men halterna avtar snabbt med avståndet från källan.

Bakgrundshalterna i närområdet av luftutbytesschaktet är måttliga och motsvarar cirka $25\text{--}30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, se Figur 17. Värdena ska jämföras mot miljö kvalitetsnormens gränsvärde och miljö kvalitetsmålets riktvärde för dygnsmedelvärde på $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respektive $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Miljö kvalitetsnormen för dygnsmedelvärde innehålls. Det föreligger en risk att miljö kvalitetsmålet överskrids i dagsläget.

8.8 Tunnelmynning



Figur 26. Beräknade halter av partiklar (PM10) som dygnsmedelvärde (90-percentil) från luftutbytesschakt vid tunnelmynningen. Resultatet redovisas som en geografisk spridning med kontinuerliga haltnivåer 1,5 meter ovan marknivå. Tunnelmynningen markeras med grå rektangel.

Partikelbidraget från tunnelmynningen beräknas ge ett högsta tillskott på omkring $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ utanför verksamhetsområdet, där miljö kvalitetsnormen ska tillämpas. Det relativa haltbidraget är litet i det direkta närområdet, men halterna avtar snabbt med avståndet från källan.

Bakgrundshalterna i närområdet av tunnelmynningen är måttliga och motsvarar cirka $20\text{--}25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, se Figur 18. Värdena ska jämföras mot miljö kvalitetsnormens gränsvärde och miljö kvalitetsmålets riktvärde för dygnsmedelvärde på $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respektive $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Miljö kvalitetsnormen för dygnsmedelvärde innehålls och det finns goda chanser att även miljö kvalitetsmålet klaras.

9 Nollalternativ

Nollalternativet innebär en framtida situation år 2040 utan att Tunnelbana mellan Fridhemsplan-Älvsjö byggs.

I nollalternativet bedöms andelen bilresor bli marginellt högre på länsnivå jämfört med om tunnelbanan byggs (cirka 0,01 – 0,02 procent). Till följd av förstärkta busslinjer samt marginellt högre andel resande med bil kan nollalternativet medföra lokalt högre föroreningshalter genererade från vägtrafiken. Bedömningen är att utsläpp av kväveoxider (NO_x) sannolikt är mindre än trafikökningen, trots den förväntade trafikökningen. Detta beror på att framtida fordon beräknas vara mer energieffektiva och använda andra drivmedel. En fossilfri fordonsflotta medför dock ingen påverkan på partikelhalt jämfört med dagens flotta, då partiklar främst kommer från däck- och vägslitage. Att Förbifarten och Tvärförbindelse Södertörn är färdigbyggda, samt att kollektivtrafik i form av stamnätbussar är utvecklad, kan leda till minskad partikelhalt i utomhusluften, framför allt runt Årstafältet, Årstaberg och Liljeholmen.

10 Sammanfattande bedömning

Tunnelbanan mellan Fridhemsplan-Älvsjö kommer under driftstiden påverka luftkvaliteten utomhus främst genom utsläpp av luftföroreningar från spårtrafiken. Luftföroreningar från tunnelbanan sprids genom tunnelarnas luftutbytesschakt och vid tunnelmynningen vid depåområdet i Älvsjö, vars partikelbidrag utreds i föreliggande rapport.

Luftkvalitet utomhus behandlas mot föreskrivna miljökvalitetsnormer. De miljökvalitetsnormer som är relevanta att utreda i samband med drift av tunnelbana gäller partiklar (PM_{10}). I denna utredning ligger fokus på utsläppen av partiklar (PM_{10}) vid tunnelarnas luftutbytesschakt och vid tunnelmynningen. Emissioner av kvävedioxid (NO_2) sker inte vid elektrisk tågdrift av tunnelbanan. Det kan dock förekomma tillfälliga emissioner av kvävedioxid, i tunnlar från arbetsfordon, som används vid reparations eller underhållsarbeten. Dessa förekommer under så få tillfällen att det antagits ha försumbar effekt på kvävedioxidhalterna i utomhusluften och har därav inte tagit med i beräkningarna.

Luftutbytesschakt för tunnlar kan generellt ses som ett sätt att sprida ut de partiklar som genereras av tunnelbanan över ett större område och minska koncentrationerna i stationsmiljöer. Förutom utsläppets storlek påverkas halterna i omgivningen av luftutbytesschaktets höjd i förhållande till omgivningen, luftflödes hastigheten i utsläppet och temperaturskillnaden mellan luften som släpps ut och omgivande luft. Då ventilationsluften släpps ut ovan marknivå och utsläppet riktas vertikalt uppåt, sker omblandning och spridning effektivt, vilket resulterar i lägre marknära koncentrationer. Generellt gäller att ju högre höjd ventilationstornet har, desto lägre blir koncentrationerna av luftföroreningar i marknivå.

Spridningsberäkningar med avseende på partiklar (PM_{10}) har genomförts för samtliga luftutbytesschakt för tunnelbana mellan Fridhemsplan och Älvsjö samt vid tunnelmynningen inom depåområdet i Älvsjö. Resultatet visar på ett litet till måttligt haltbidrag och halterna avtar snabbt med avståndet från luftutbytesschakten och tunnelmynningen. Det relativa bidraget från luftutbytesschakten adderades till de befintliga haltnivåerna för varje stationsområde. Den samlade bedömningen är att ventilationsbidraget av partiklar (PM_{10}) inte leder till överskridande av miljökvalitetsnormen vid respektive närområden. För miljökvalitetsmålet som dygnsmedelvärde ($30 \mu g/m^3$) föreligger det en risk att målet i dagsläget överskrids vid flera stationer. Preciseringen av miljökvalitetsmålet för partiklar som PM_{10} är definierad som ett lågrisknivåvärde för cancer och skydd mot sjukdomar samt tar även hänsyn till känsliga befolkningsgrupper. Personer som uppehåller sig vid ett luftutbytesschakt bedöms inte varaktigt exponeras för den luft som släpps ut från ventilationstornen utan exponeringen bedöms vara av tillfällig karaktär. Dessutom är tillskottet av partiklar via ventilationsluften små till måttliga. Beräkningar för tunnelmynningen visade på ett måttligt partikelbidrag i det direkta närområdet, men halterna avtar snabbt med avståndet. Miljökvalitetsnormerna och miljökvalitetsmålen bör dock inte tillämpas i direkt närhet av tunnelmynningsområdet, då allmänheten normalt inte kan vistas obehindrat i dessa områden. Haltbidraget bedömdes därför utanför depåområdet och det relativa bidraget var där litet.

För planerad bebyggelse vid Östbergahöjden är det att föredra om tilluften för ventilation inte tas från fasader som vetter mot luftutbytesschaktet, utan från taknivå eller från andra sidan av byggnaden.

11 Referenser

Förvaltning för utbyggd tunnelbana (FUT). (2023:1). Beräkning av riktvärde för partikelhalt PM₁₀ för plattformsrums i spårtunnel för ny tunnelbana Älvsjö.

Förvaltning för utbyggd tunnelbana (FUT). (2023:2). PM Tunnelbana till Älvsjö – Allmänventilation, systemlösning tunnel och stationer

Järholm B., Forsell K., Lejerbäck M. & Liljelind I. (2013). Hälsoeffekter av luftföroreningar i stationsmiljöer till järnvägstunnlar.

Miljödepartementet. (2010) Svenska miljömål – preciseringar av miljö kvalitetsmålen och en första uppsättning etappmål. ISBN 978-91-38-23762-5

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

Svensk författningssamling. (2010). Luftkvalitetsförordning. SFS 2010:477

Ögren M., Molnár P. & Barregård L. (2014). Miljömedicinsk bedömning av hälsoeffekter av Västlänken i Göteborg.

