

Sammanfattning av luftutredningar av partikelhalter kring Västlänkens station vid Haga

- Utredningarna gäller ventilationstorn och tryckutjämningschakt och har gjorts på uppdrag av stadsbyggnadskontoret i Göteborg.



Bilden visar entrén på Pusterviksplatsen sedd från Rosenlundskajen.
Illustration av Trafikverket genom Abako arkitektkontor AB



Göteborgs
Stad

Förord

Denna rapport har tagits fram av miljöförvaltningen i Göteborg på uppdrag av stadsbyggnadskontoret i Göteborg. Beställaren vid stadsbyggnadskontoret var Sandra Trzil.

Rapporten innehåller sammanfattning av information på beräknade halter av partiklar (PM10) kring Västlänkens station vid Haga.

Erik Bäck har granskat rapporten.

Göteborg september 2015

Hung N. Nguyen

Innehåll

Förord.....	2
Innehåll	3
Sammanfattning	4
Bakgrund och syfte	6
Förutsättningar	7
Lagar och regler	7
Förändringar i detaljplanen för station Haga	8
Fakta från tidigare beräkningar och utredningar.....	10
<i>Utsläpp från ventilationstorn och tryckutjämningschakt.....</i>	<i>10</i>
<i>Trafikmängden på gator vid Haga</i>	<i>10</i>
<i>Resultat från tidigare spridningsberäkningar</i>	<i>11</i>
<i>Variation av PM10-halter kring ventilationstorn och dess höjd</i>	<i>15</i>
Diskussion.....	17
Osäkerheter	18
Slutsatser	19
Referenser	20

Sammanfattning

I detaljplanen för Västlänkens station Haga föreslår man placeringar av ventilationstorn och tryckutjämningschakt. Dessa placeringar motsvarar placeringar på schakten i järnvägsplanen för Västlänken som nu är i fastställelseprocessen. Inför samråd av detaljplanen hade luftmiljöutredning (ref 1) tagit fram i ett tidigt skede då exakta placeringar av schakten inte var fastställda. Trafikverkets beräkningar som utgick från dessa placeringar har legat till grund för resonemang i utredningen. Sedan dess har placeringen på schakten justerats både i järnvägsplanen och i detaljplanen. Stadsbyggnadskontoret har gett miljöförvaltningen i uppdrag att utreda påverkan av de nya placeringarna på luftmiljön vid station Haga.

Man har beräknat halterna av partiklar (PM10) kring ventilationstorn i dess gamla placeringar i två scenarier. I det ena scenariot är beräkningspunkten i taknivå och trafikens bidrag av luftföroreningar från kringliggande gator inkluderas i de beräknade halterna. I det andra fallet är beräkningspunkten i marknivå och på fem meters avstånd från ventilationstornen, men trafikbidrag från de intilliggande gatorna togs inte hänsyn till i beräkningen. I denna rapport försöker vi utifrån de befintliga beräkningarna ta reda på om beräkningarnas resultat fortfarande gäller för de nya placeringarna och om man behöver göra ytterligare beräkningar i punkter som ligger på marknivå med hänsyn till trafikbidrag. I rapporten kommer vi inte ta hänsyn till luftkvaliteten kring tryckutjämningschakten i och med att de kommer att släppa ut små mängder av PM10-halter enligt Trafikverkets rapport.

Med information och beräkningsresultat från tidigare utredningar kommer vi fram till att resultat från tidigare beräkningar fortfarande gäller för ventilationstornen med de nya placeringarna och att man inte behöver göra ytterligare beräkningar i beräkningspunkter på marknivå med hänsyn till trafikbidrag. Halterna av PM10 kan ses i tabell 1 nedan. Utifrån tabellen kan man säga halterna kring ventilationstornen kommer att klara miljö kvalitetsnormen för PM10 för utomhusluft men inte det lokala miljömålet.

		Årsmedel ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	90-percentil av dygnsmedelvärde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
	MKN	40	50
	Miljömål	15	30 (max 37 dygn)
Det nordliga tornet	<i>Taknivå</i>	21	31
	<i>Marknivå</i>	25	35
Det sydliga tornet	<i>Taknivå</i>	21	35 (som max)
	<i>Marknivå</i>	25	40

Tabell 1: Uppskattade PM10-halter kring ventilationstorn i tak- och marknivå kring ventilationstorn vid Station Haga.

Halterna kring ventilationstorn i marknivå kan bli lägre, till exempel om man väljer en högre höjd på tornen.

Bakgrund och syfte

Station Haga är en av de tre kommande underjordiska stationerna i Västlänken. Från järnvägstunneln kommer luft att ventileras ut genom ett antal frånluftsventilationstorn (F) och tryckutjämningschakt (TU) i stadsmiljön ovanpå stationen. Därifrån kommer även små partiklar ut (partiklar med diameter mindre än 10 µm – PM10). De alstras i samband med järnvägstrafik inne i tunneln.

För att kunna bedöma hur PM10-halter i stadsmiljön kring ventilationstornen och tryckutjämningschakten förhåller sig till miljö kvalitetsnormer och det lokala målet Frisk luft behöver man utreda luftkvaliteten kring tornen och schakten. Hittills har det på uppdrag av stadsbyggnadskontoret och Trafikverket gjorts tre utredningar. Den ena är *Beräkningar av halterna av PM10 och NO2 i närheten av Västlänken*, den andra är *Luftutredning kring Västlänkens ventilationer vid Smedjegatan och Föreningsgatan* och den tredje är *Underlag till järnvägsplaner Olskroken planskildhet och Västlänken Göteborgs Stad och Mölndals stad, Västra Götalands län* (ref 1-3). Alla tre utredningar baserades delvis på resultat av beräkningarna av PM10-halter som kommer ut ur tornen och schakten när de är i drift.

För station Haga har placeringen av F och TU justerats sedan de första beräkningarna gjordes (ref 5 detaljplan 1 och ref 7 detaljplan 2 (kommer inom kort)). I samband med detta vill stadsbyggnadskontoret veta hur luftkvaliteten i miljön kring de nya placeringarna av F och TU kommer att påverkas.

Syftet med denna rapport är att upplysa om hur halter av PM10 kring ventilationstornen och schakten med sina nya placeringar vid station Haga kommer att förhålla sig till miljö kvalitetsnormer och Frisk luft målet utifrån data och information från befintliga utredningar.

Förutsättningar

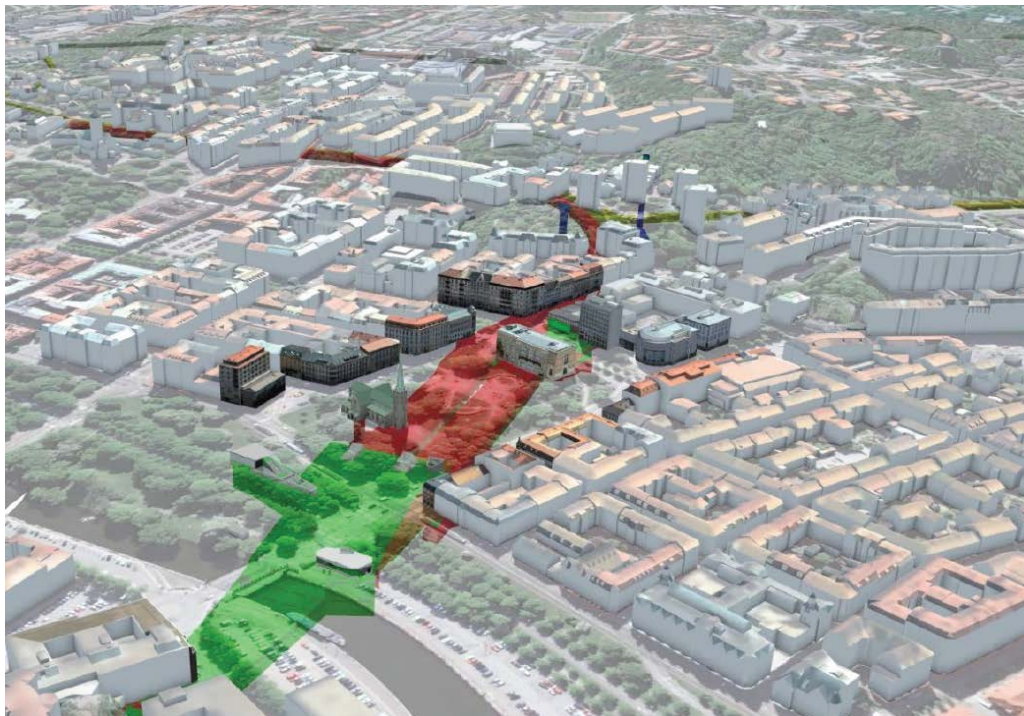
Lagar och regler

PM10-partiklar kan skada människors hälsa. Därför regleras deras halter i stadens miljö av miljö kvalitetsnormen. Detta innebär att årsmedelvärdet av halterna inte får överskrida $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ och dygnsmedelvärden inte får överskrida $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ fler än 35 gånger per år. Miljö kvalitetsnormerna gäller från och med 2005.

Utöver normerna fattade regeringen år 2012 beslut om nya etappmål och preciseringar för bland annat miljö kvalitetsmålen Frisk luft. Halten av partiklar (PM10) får inte överstiga 15 mikrogram per kubikmeter luft beräknat som årsmedelvärdet och 30 mikrogram per kubikmeter luft beräknat som 90-percentilen för dygnsmedelvärden, vilket innebär att värdet får överskridas högst 37 dygn per år i marknivå.

År 2014 beslutade kommunfullmäktige i Göteborgs Stad ett lokalt mål för Frisk luft. Målet är att 90-percentilen för dygnsmedelvärden för partiklar (PM10) ska underskrida $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ år 2020 i marknivå. Det är alltså samma som det nationella målet.

Förändringar i detaljplanen för station Haga

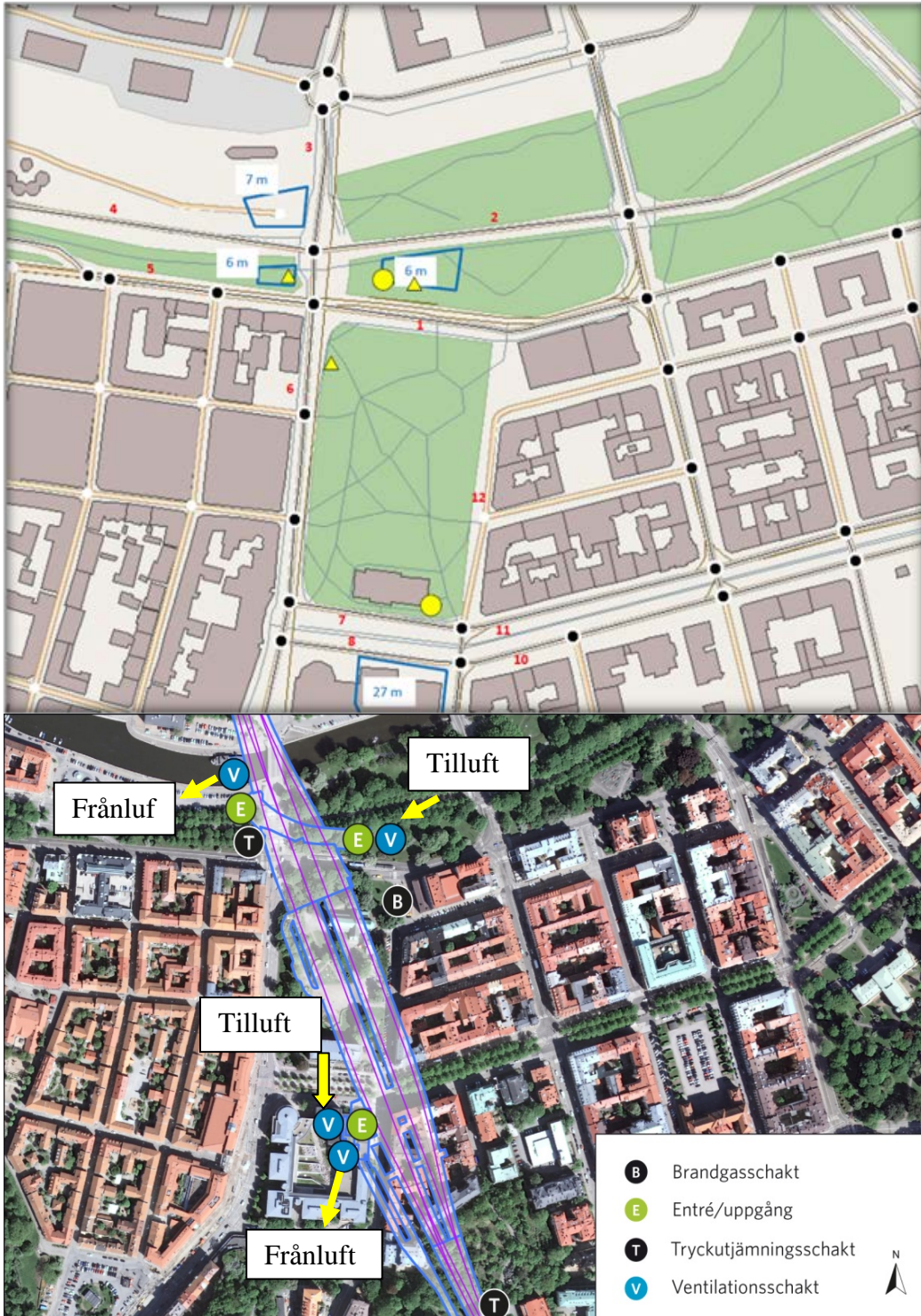


Figur 1: Västlänkens station Haga kommer att byggas under Rosenlundskanalen och Haga Kyrkoplan.

I figur 1 kan man se hur den kommande järnvägstunneln löper under Göteborg vid Hagaområdet. Den ligger alltså under Rosenlundskanalen och under Haga Kyrkoplan.

Översiktspbilder över ventilationsschakt och uppgångar vid station Haga i ett mycket tidigt förslag (den övre bilden) och det nuvarande planförslaget (den nedre bilden) kan man se i figur 3. I den övre bilden är ljusblåa block symbol för nya hus. Gula cirklar är frånluftstorn och gula trianglar är stationsuppgångar. Röda siffror märker ut gator där trafikmängder förändras i samband med Västlänken utmärks ventilationstorn och schakt. I den nedre bilden utmärks nya placeringar av ventilationstorn och schakt.

I det nya planförslaget flyttar man det nordliga frånluftstornet norrut till en plats nära Rosenlundsbron och det sydliga frånluftstornet söderut från Samhällsvetenskapliga biblioteket till en plats i Handelshögskolan intill Haga Kyrkogata med nummer 12 i den övre bilden i figur 3 nedan.



Figur 3: Översiktsbilder över ventilationsschakt och uppgångar vid station Haga i det tidigare (den översta bilden) och i det nuvarande planförslaget (den understa bilden).

Fakta från tidigare beräkningar och utredningar

I detta avsnitt presenteras fakta från tidigare rapporter så som utsläpp från ventilationsschakten (ref 4), trafikmängden på olika gator i Hagaområdet i ett nollalternativ (utan Västlänken) och medalternativ (med Västlänken) (ref 1), PM10-halter i taknivå som resultat från spridningsberäkningar i nollalternativ och medalternativ (ref 1) och PM10-halter i marknivå, på 2 meters höjd och 5 meters avstånd från ventilationstornen (ref 3). Sist men inte minst visas även variation mellan PM10-halter kring ventilationstornen och tornens höjd (ref 2).

Utsläpp från ventilationstorn och tryckutjämningschakt

Enligt beräkningar från Trafikverket kommer TU att ge bara små tillskott av PM10-partiklar upp till miljön kring stationer. Huvuddelen av partiklarna som alstrats inne i tunneln kommer att tas ut via F (ref 4).

I tabell 2 nedan visas nettotillskottet av partiklar (PM10) från frånluftsventilationstorn (schakt) som kommer att placeras vid den nordliga och sydliga delen av Hagaområdet. Det användes som underlag till spridningsberäkningar här.

	Schakt Nord Haga	Schakt Syd Haga
Medelpartikelflöde g/tim	3	7

Tabell 2: Beräknade PM10utsläpp från frånluftsventilationstornen

Trafikmängden på gator vid Haga

Nr	ÅDT 2030- Nollalt	% tunga- Nollalt	ÅDT-2030- Medalt	% tunga- Medalt	ÅDT (Medalt/Nollalt)	%tunga (Medalt-Nollalt)
1	9990	5	6300	13	63%	8%
2	11880	5	6800	4	57%	-1%
3	6210	9	4000	5	64%	-4%
4	7830	13	5500	5	70%	-8%
5	7290	13	4500	4	62%	-9%
6	11067	8	7200	11	65%	3%
7	4000	11	1800	6	45%	-5%
8	4000	11	2800	7	70%	-4%
9	800	11	1700	6	213%	-5%
10	1850	10	3200	6	173%	-4%
11	1850	10	1200	8	65%	-2%
12	800	11	300	0	38%	-11%

Tabell 3: Trafikmängden på olika gator kring station Haga vid nollalternativ och med alternativ (utan Västlänken och med Västlänken). Tabellen är hämtad ur referensrapport nummer 1.

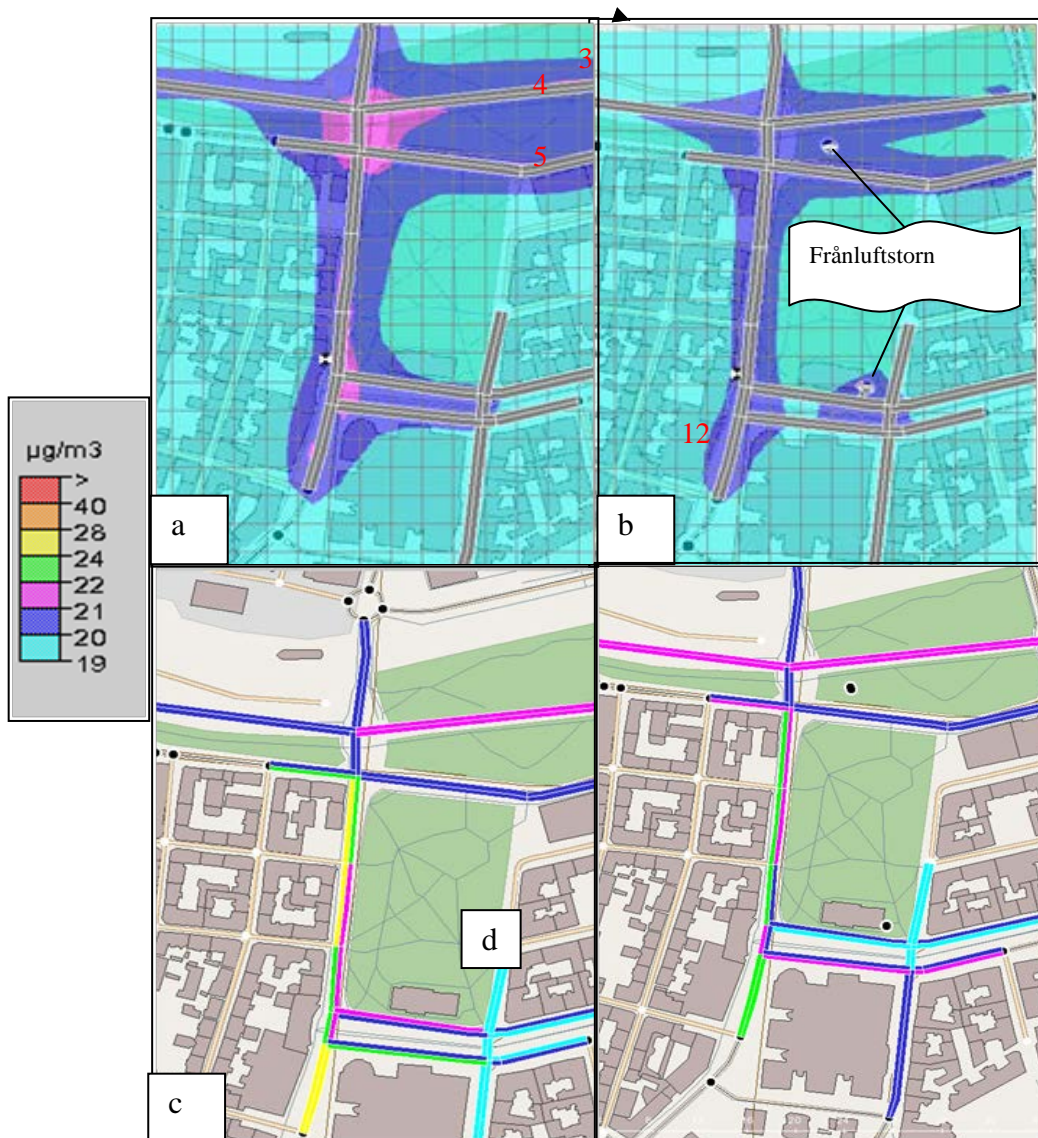
I tabell 3 redovisas de trafikmängder som använts i spridningsberäkningar av trafikbidraget till luftkvaliteten vid Haga (ref 1).

Kring den tidigare placeringen av det nordliga ventilationstornet ligger väg nummer 1 och 2 och kring den nya placeringen av tornet finns väg nummer 3 och 4. Enligt tabell 3 kommer trafikmängden på väg nummer 3 och 4 att vara lägre än trafikmängden på väg nummer 1 och 2. Även vid det södra tornets nya placering är trafikflödet lägre än vid den gamla. Vägnummer 7, 8, och 12 ligger närmaste den gamla placeringen av det sydliga tornet medan bara vägnummer 12 med den sträcka som ligger närmaste Handelshögskolan, dvs. den nya placeringen av det sydliga tornet.

Resultat från tidigare spridningsberäkningar

Resultat från beräkningar i taknivå med trafik

Årsmedelvärdet av PM10 vid Haga år 2030



Figur 4: Årsmedelvärdet av PM10-halter på Haga beräknades med hjälp av Simair-korsning och Simair-väg. a) Utan Västlänken (Simair-korsning); b) Med Västlänken (Simair-korsning); c) Utan Västlänken (Simair-väg); d) Med Västlänken (Simair-väg). Svart-vit cirkel i a) och b) indikerar receptorpunkter.

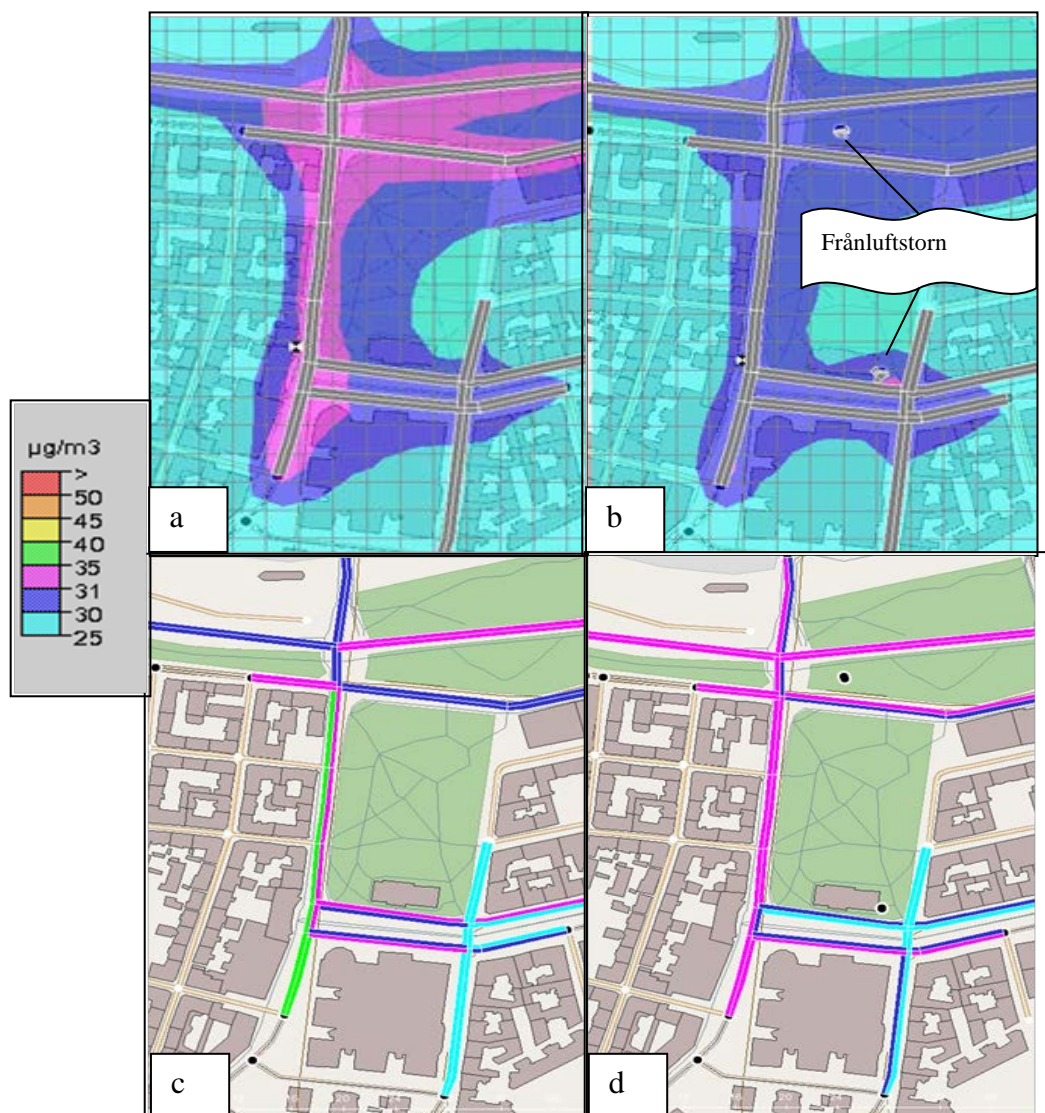
I figur 4b kan man se att färgen ändras från ljusblå till mörkblå kring det sydliga schaktet vid biblioteksbyggnaden. Enligt färgskalan i figur 4 motsvarar den ljusblå färgen med en halt av PM10 på ca $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ och den mörkblå färgen $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$. I taknivå ser vi alltså en bakgrundhalt på ca $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Bakgrundhalt och bidraget från F blir $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Om vi drar bort bakgrundhalten från den totala PM10-halten kring tornet får vi bidraget från det nordliga frånluftstornet till $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Enligt beräkningsresultat i tabell 2 är medelpartikelflödet från det sydliga schaktet 7 g/tim. Flödet ger alltså upphov till 1 µg/m³ i PM10-halter kring schakten ses från taknivå enligt resonemanget i stycket ovan. Därför borde ett flöde på 3 g/tim ur det nordliga schaktet rimligtvis ge upphov till en lägre PM10-halt än 1 µg/m³ kring det om man antar att andra förutsättningar i och kring ventilationstornen är desamma.

I den nuvarande detaljplanen flyttas det sydliga schaktet söderut från biblioteket till Handelshögskolan intill gata nummer 12 i figur 4b och det nordliga schaktet flyttas norrut från en plats nära Parkgatan till en plats nära Rosenlundsbron, intill gata nummer 3 i figur 4b. Där kommer bakgrundshalterna inklusive trafikbidraget från kringliggande gator vara ungefär det samma eller lägre än halterna i de tidigare placeringarna; d.v.s. ungefär 20 µg/m³ vid Handelshögskolan och 21 µg/m³ vid Rosenlundsbron (se figur 4b). Därmed kommer den totala halten av PM10 kring båda schakten att bli ca 21 µg/m³.

90-percentil av dygnsmedelvärdet av PM10-halter år 2030

Med samma resonemang som i avsnittet ovan kan man få en uppfattning av vad 90-percentilen av dygnsmedelvärdet av PM10-halter kring F i deras nya positioner. Halterna är ca 35 µg/m³ kring det sydliga schaktet vid biblioteket och är ca 31µg/m³ kring det nordliga schaktet bredvid Parkgatan. De kommer att förbli ungefär desamma när man flyttar schakten till nya placeringar vid Handelshögskolan respektive Rosenlundsbron. Vanligtvis måste man beräkna om 90-percentilen av dygnsmedelvärdet i och med att värdet påverkas mycket av väderförhållandet vid den nya placeringen av tornen. Men eftersom både bidraget från tornen och bidraget från trafiken runt omkring kommer att vara små kan vi dra slutsatsen att de inte kommer att påverka 90-percentil av dygnsmedelvärdet särskilt mycket.



Figur 5: 90-percentil av dygnsmedelvärdet av PM10-halter på Haga beräknades med hjälp av Simair-korsning och Simair-väg. a) Utan Västlänken (Simair-korsning); b) Med Västlänken (Simair-korsning); c) Utan Västlänken (Simair-väg); d) Med Västlänken (Simair-väg). Svart-vit cirkel i a) och b) indikerar receptorpunkter.

Resultat från beräkningar i marknivå utan trafik.

I beräkningarna i marknivå har man utgått ifrån att samma mängd PM10 kommer att släppas ut ur båda tornen, nämligen 5 g/tim. De halter som avses är halterna i en punkt på 2 meters höjd och som ligger på 5 meters avstånd från ventilationsschakten.

I tabell 4 ser man att det lokala bidraget från schakten är 2 µg/m³ vilket är ganska litet även om det beräknades på marknivå som är den ”värsta” nivå ur utsläppssynpunkt. Bidraget i marknivå blir lägre och lägre ju högre ventilationstornen blir. I nästa avsnitt visas sambandet.

Ventilationstorn	Lokalt bidrag	Bakgrundsbidrag	Årsmedelvärde	90-percentil dygnsvärde
Schakt Nord Haga	2	21	23	33
Schakt Syd Haga	2	21	22	33

Tabell 4: Halter av PM10 på en höjd av 2 meter över marken och på ett avstånd på 5 meter från ventilationstornen.

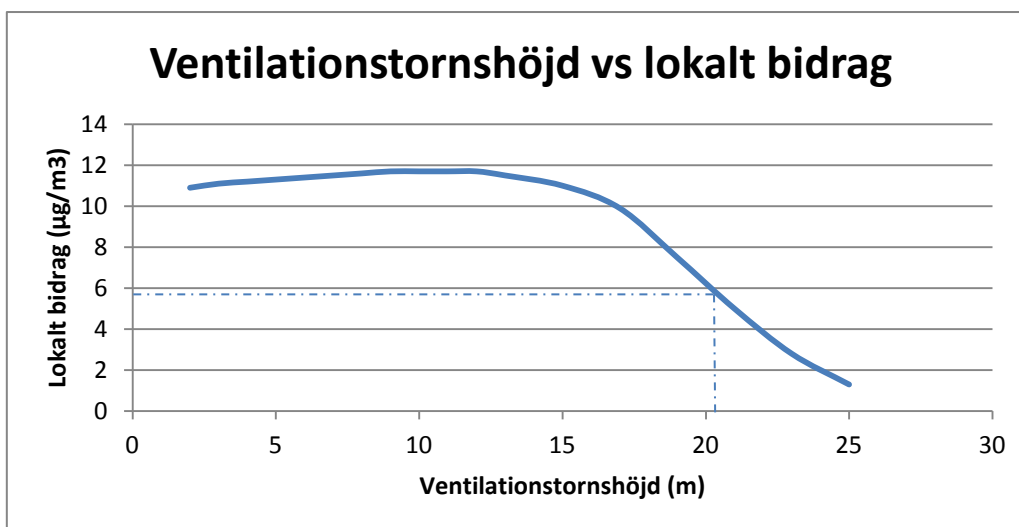
Variation av PM10-halter kring ventilationstorn och dess höjd

Variation av PM10-halter kring ett ventilationstorn och dess höjd har studerats för en viss uppsättning av ett antal parameter så som ventilationstornets inre diameter, partikelflödestemperatur, partikelflödes hastighet och medelpartikelflödet. För att studera variationen ökar man höjden och behåller resten av parametrarna konstanta. Sedan beräknar man PM10-halter för varje ökning av höjden. Resultat återges i tabell 5 nedan.

Ventilationsrelaterade indata vid		Ventilations tornshöjd (m)	Lokala bidraget (µg/m ³)	Årsmedelvärdet (µg/m ³)	Extremvärden 90-percentilen för dygnsvärden (µg/m ³)
Ventilationstornshöjd (m)	2 till 25	2	10,9	30,3	52,9
Yttre diameter (m)	7	3	11,1	30,6	54,9
Inre diameter (m)	6,7	4	11,2	30,6	55,2
Partikelflödestemp (°C)	5	5	11,3	30,8	54,8
Partikelflödes hastighet (m/s)	1	6	11,4	30,9	54,9
Husbredd (m)	0	7	11,5	31,0	55,3
Hushöjd (m)	0	8	11,6	31,1	55,8
Utsläpp (ton/år)	0,315	9	11,7	31,1	56,1
		10	11,7	31,2	55,9
		11	11,7	31,2	55,3
		12	11,7	31,1	54,9
		13	11,5	31,0	54,7
		15	11	30,0	54,4

	17	9,9	29,4	52,2
	19	7,5	26,9	45,1
	21	5,0	24,4	39,6
	23	2,8	22,2	35,7
	25	1,3	20,8	32,8

Tabell 5: Variation av PM10-halterna kring ventilationstorn och dess höjd



Figur 6: Relation mellan ventilationstornshöjd och dess bidrag till kringliggande miljön

I figur 6 plottas det lokala bidraget som funktion av ventilationstornshöjden. Det lokala bidraget definieras som PM10-halter som kommer direkt ut från ventilationstornet och halten finns vid en punkt som ligger 2 meters höjd och på avståndet av 5 meter ifrån ventilationstornets fot (mer detaljer om beräkningspunkten (receptorpunkten) finns i figur 4 i referensrapport 2). Värdena till diagrammet kan hittas i tabell 4 ovan.

Man ser att det lokala bidraget minskar till ca hälften (ca 6 µg/m³) om tornets höjd ökas från 2 till strax över 20 meter. Höjden motsvarar 3 gånger den inre diametern (som är 6,7 m i det här fallet) av ventilationstornet. Förhållandet mellan ventilationstornets höjd och dess inre diameter behöver man tänka på när man designar ett ventilationstorn för att undvika nedsug av utsläppen av PM10 till marknivån nära tornet (ref 6).

Diskussion

Man har beräknat halterna kring ventilationstorn i Hagaområdet i två scenarier. I det ena scenariot är beräkningspunkten i taknivå och trafikbidrag från kringliggande gator inkluderas i de beräknade halterna. I det andra fallet är beräkningspunkten på marknivå på fem meters avstånd från ventilationstornen, men trafikbidrag från de intilliggande gatorna togs inte hänsyn till i beräkningen. Båda beräkningarna gjordes på de gamla placeringarna av ventilationstorn. Frågan är om beräkningarnas resultat fortfarande gäller för de nya placeringarna och om man behöver göra ytterligare beräkningar på punkter som ligger på marknivå, där med hänsyn till trafikbidrag.

När det gäller årsmedelvärde och 90-percentil av dygnsmedelvärde i taknivå kring ventilationstornen i sina nya placeringar kan man direkt återanvända de gamla beräkningsresultaten med resonemangen i avsnitt 4.3.a ovan.

Däremot behöver halterna för både årsmedelvärde och 90-percentil av dygnsmedelvärde korrigeras uppåt med $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ för att få motsvarande halter på marknivå kring ventilationstornen. Denna korrigering får man genom att jämföra mellan halter t.ex. längs Sprängkullsgatan i figur 4b och 4d (för korrigeringen av årsmedelvärde) och figur 5b och 5d (för korrigeringen av 90-percentil av dygnsmedelvärde). I bilderna 4b och 4d ser man att färgen skiftar från blå (tagnivå) till grön (marknivå). I färgskalan motsvarar blå mellan $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ och $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ och grön mellan $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ och $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$. I bilderna 5b och 5d ser man att färgen skiftar från blå (tagnivå) till rosa (marknivå). I färgskalan motsvarar blå mellan $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ och $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ och rosa mellan $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ och $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Man kan på det viset uppskatta årsmedelvärde och 90-percentil av dygnsmedelvärde i marknivå till $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respektive $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Halterna kan förstås förändras. De beror mycket på hur man designar ventilationstornen. Man kan ha en lämplig höjd (se figur 6) eller högre utblåsningshastighet eller högre gastemperatur ut ur tornen. Det finns även andra parametrar som påverkar partikelhalterna kring tornen.

Även om halterna från ventilationstornen är små behöver man tänka på deras placeringar för att inte utsätta människor för direkt exponering.

Osäkerheter

Förutom osäkerheter med indata så som väderparametrar, trafikmängder och olika dimensioner av gator (gaturumsbredd och hushöjd och med flera) som används i beräkningarna har vi andra osäkerhet när vi transformerar beräkningsresultat i taknivå till marknivå.

I de tidigare utredningarna beräknade man PM10-halter med hjälp av två olika beräkningsprogram. Man använde SIMAIR-VÄG för att beräkna PM10-halter i marknivå men då tar man inte hänsyn till bidrag från andra källor t.ex. bidrag från trafik på den intilliggande gatan (ref 3). När man använder SIMAIR-KORSNING för att beräkna PM10 i taknivå tar man hänsyn till bidrag från de intilliggande gator men programmet tog inte hänsyn till effekter av t.ex. hushöjder på halterna.

Vi har för närvarande inte tillgång till något program som kan ta hänsyn till alla faktorer som påverkar PM10-halterna. Det är därför vi i rapporten gör en uppskattning av PM10-halterna på marknivå baserad på resultat från både SIMAIR-VÄG och SIMAIR-KORSNING. Uppskattningen bör därför uppfattas som ett överskattat värde i och med valet av Sprängkullsgatan i uppskattningen eftersom trafikmängden är hög på den gatan. Skillnaden mellan PM10-halter i tak- och marknivå blir hög.

Slutsatser

Halterna av PM10 kring det nordliga och det sydliga ventilationstornet vid station Haga, i de lägen som föreslås i den nuvarande detaljplanen, kommer att klara miljö kvalitetsnormen för PM10. Däremot kommer de inte att klara det lokala miljömålet.

Referenser

- 1) Beräkningar av halterna av PM10 och NO2 i närheten av Västlänkens stationslägen under drifttid, Rapport 2013:8, Miljöförvaltningen i Göteborg
- 2) Luftutredning kring Västlänkens ventilationer vid Smedjegatan och Föreningsgatan, Rapport 2015:8, Miljöförvaltningen i Göteborg
- 3) Underlag till järnvägsplaner Olskroken planskildhet och Västlänken Göteborgs Stad och Mölndals stad, Västra Götalands län, Underlagsrapport Luftkvalitet 2014-09-01, TRV 2013/92338
- 4) Allmänventilation av stationernas publika delar och tunnlar, Tillhör systemhandling 2014-12-01, Trafikverket
- 5) Detaljplan 1 för järnvägstunneln Västlänken; tunnelmynningar, schakt m.m, granskningshandling november 2014, Stadsbyggnadskontoret i Göteborg
- 6) Local Air pollution,
<http://engineering.dartmouth.edu/~d30345d/courses/engs43/Chapter8.pdf>, page 200.
- 7) Detaljplan 2 för järnvägstunneln Västlänken; tunnelmynningar, schakt m.m, 2015, Stadsbyggnadskontoret i Göteborg (Den är godkänd men inte har publicerats vid tidpunkten då rapportskrivningen äger rum)

