

Påverkan på PM10 och NO₂ av utsläpp från avlufstorn på Nobelberget år 2030, Nacka – Betydelse av tornets höjd

Christer Johansson

Förord

Denna utredning är genomförd av SLB-analys vid Miljöförvaltningen i Stockholm. SLB-analys är operatör för Östra Sveriges luftvårdsförbunds system för övervakning och utvärdering av luftkvalitet i regionen. Uppdragsgivare för utredningen är Nacka kommun.

Uppdragsnummer:	201538
Daterad:	2015-09-30
Handläggare:	Christer Johansson
Status:	



Miljöförvaltningen i Stockholm
Box 8136
104 20 Stockholm
www.slb.nu

Innehåll

Sammanfattning.....	1
Inledning.....	2
Beräkningsförutsättningar	2
Tornet och omgivande byggnader.....	2
Trafikflöden och fordonssammansättning	4
Utsläpp	4
Bakgrundshalter och andra källor.....	5
Beräkningsmodeller	5
Osäkerheter i beräkningarna.....	6
PM10 och dubbdäcksandelar.....	6
Inverkan av byggnaderna på spridningen av luftföroreningar från tornet	7
Miljökvalitetsnormer och miljökvalitetsmål	8
Partiklar, PM10	8
Kvävedioxid, NO ₂	9
Resultat	10
PM10.....	10
Kvävedioxid, NO ₂	11
Sammanfattning och känslighetsanalys.....	13
Referenser.....	15

Sammanfattning

SLB-analys har på uppdrag av Nacka kommun genomfört utsläppsberäkningar och spridningsberäkningar för kväveoxider (NO_x), kvävedioxid (NO₂) och partiklar (PM10) för ventilationstorn på Nobelberget i Nacka kommun. Beräkningarna har utförts för trafikemissioner år 2030. Syftet var att utreda höjden på tänkt avluftstorn på Nobelberget, Nacka, så att påverkan på föroreningshalterna i omgivningen inte leder till att gällande gränsvärden överskrids. Tornet är tänkt att ventileras ut föroreningar som genererats av trafiken i kommande tunnel som ingår i en Östlig förbindelse. Tunneln antas trafikeras med 40 000 fordon per dygn i sydlig riktning. Den skyltade hastigheten antas vara 70 km/h och andelen tung trafik 10 %. Dubbdäcksandelen antogs vara 50 %. Längs vägen antas 30 % ventileras ut via en luftutbytesstation. Under antagande att resterande utsläpp i tunneln ventileras ut i tornet endast under högtrafiktid fördelas 50 % av utsläppen (PM10 och NO_x) via tornet och 50 % via mynningen.

Tornet planeras ligga mellan och nära ca 33 meter höga byggnader (plushöjder på mellan 40 och 50 meter). Risken för kraftigt förhöjda halter längs husfasaderna på de närmast liggande byggnaderna innebär att tornets höjd inte bör understiga husens höjd. I denna utredning beräknades halterna av PM10 och NO₂ på olika höjd över marken för ett torn som är 5 meter högre än omgivande byggnader. Under dessa förutsättningar underskreds gällande gränsvärden för PM10 och NO₂ både i anslutning till mynningen och i bostadsområdet på Nobelberget. De dimensionerande, högsta, halterna inträffar nära mynningen (invid Kinnarpshuset).

Men det finns osäkerheter vad gäller utsläppen från tunneln därför redovisas i olika scenarier hur halterna av PM10 och NO₂ invid Kinnarpshuset skulle påverkas beroende på olika andel av ventilationen via tornet samt för olika utsläpp i förhållande till antagandena som motsvarar utsläppen i referensfallet (40 000 fo/dygn, 30 % luftutbyte, 50 % dubbandel etc). Om bara 40 % går via tornet klaras gränsvärdet för PM10 om utsläppen är i enlighet med referensfallet, men inte om utsläppen skulle vara 30 % högre; då blir PM10 halten vid Kinnarpshuset 58 µg/m³. Med 30 % - 50 % högre utsläpp jämfört med referensfallet krävs att minst 60 % ventileras via tornet. Om utsläppen skulle vara dubbelt så höga som referensfallet skulle det krävas att 70 % ventileras via tornet.

Exakt vad det skulle innebära för luftkvaliteten med ett torn som är lägre än de närmast liggande husen har inte kunnat utredas med de förenklade beräkningsmodeller som använts i denna utredning. Ett sådant alternativ är inte att rekommendera, men skulle innebära att man också måste ta hänsyn till eventuella kortvariga utsläpp i samband med att brandrök i tunneln ventileras ut via tornet (vid en olycka i tunneln).

Inledning

SLB-analys har på uppdrag av Nacka kommun genomfört utsläpps- och spridningsberäkningar för kväveoxider (NO_x) och partiklar (PM10).

Uppdragets syfte var att utreda höjden på tänkt avluftstorn på Nobelberget, Nacka, så att påverkan på föroreningshalterna i omgivningen inte leder till att gällande gränsvärden överskrids. Tornet ventilerar ut föroreningar som genererats av trafiken i kommande tunnel som ingår i en Östlig förbindelse.

Beräkningsförutsättningar

Utredningen omfattar spridningsberäkningar av bidraget till partikelhalterna (PM10) och kvävedioxid (NO₂) från utsläppet i tornet. Beräkningarna genomförs för 2 olika höjder enligt överenskommelse med beställaren/Trafikverket. Halterna beräknas på flera nivåer över marken med hänsyn till omgivande bostadsbebyggelse.

Tornet och omgivande byggnader

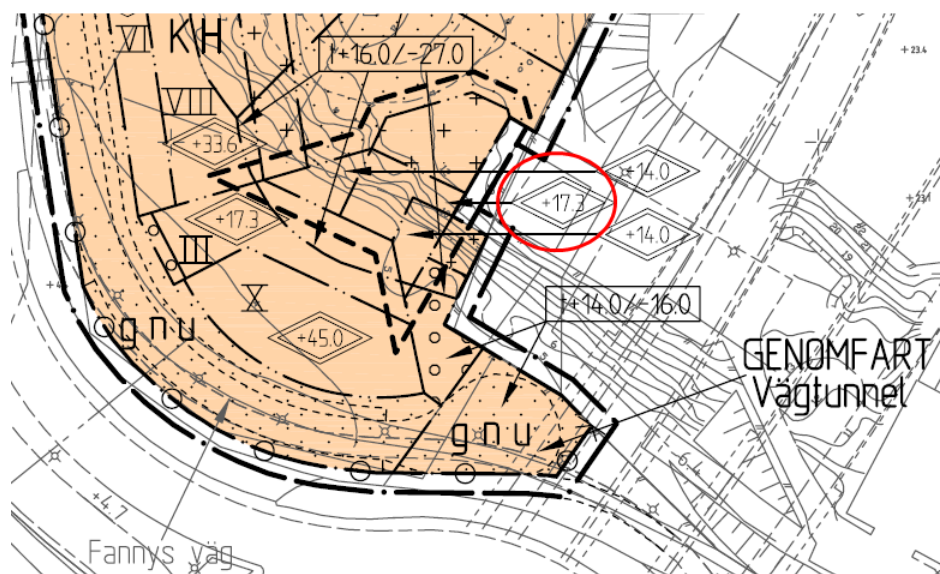
Avluftstornets placering i förhållande till planerad bebyggelse framgår av bild 1 och figur 1-2. Tornet står placerat 20 – 25 meter från närmaste byggnader. Planerad bostadsbebyggelse ca 20 meter nordost om tornet har en plushöjd på 40 – 50 meter. Kontorshuset (Kinnarpshuset) ca 20 meter sydväst om det planerade tornet har en plushöjd på 45 meter. Tornets ytterdiameter antas vara 9 meter och innerdiametern 8 meter (dessa antaganden har inge avgörande betydelse). Lufthastigheten i tornet antas vara 5 m/s och temperaturen på luften antas vara 2 grader högre än omgivningen.



Bild 1. Vy över mynningen, Kinnarpshuset och tornets planerade placering på Nobelberget. Från Google Earth september 2015. Plushöjden på Kinnarpshuset är ca 45 meter. Plushöjden för marken vid tornet är 12 meter.



Figur 1. Avluftstornets placering och planerad bebyggelse på Nobelberget, Nacka.

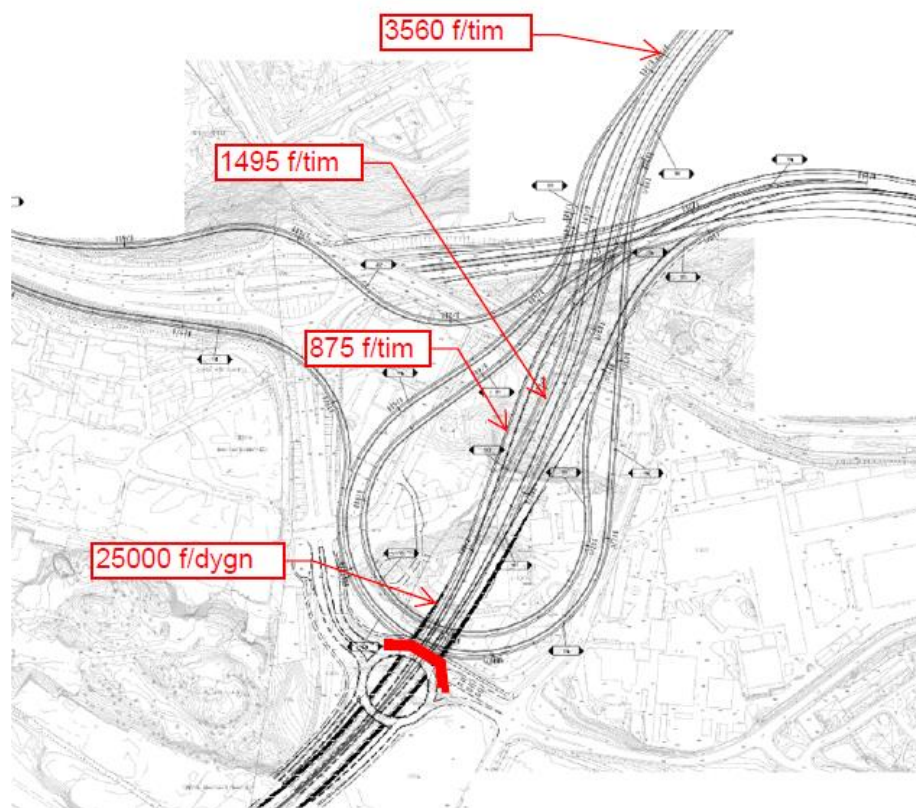


Figur 2. Detaljplan för Kinnarpshuset (sydväst om tornet). Röd ring = läge för tornet.

Trafikflöden och fordonssammansättning

I huvudtunneln ansattes 40 000 fordon/dygn för södergående trafik, vilket (avrundat) motsvarar de 3560 fordon/maxtimme enligt Figur 3. Vidare antogs 10 % tung trafik och skyltad hastighet 70 km/h.

För övrig trafik, utanför tunneln, antas samma trafikflöden som år 2012.



Figur 3. Trafikflöden i anslutning till mynningen vid Sickla.

Utsläpp

För utsläppsberäkningarna har Östra Sveriges luftvårdsförbunds länstäckande emissionsdatabas med emissionsfaktorer och fordonssammansättning för år 2030 använts. Fordonssammansättningen bygger på prognos enligt Trafikverket. Den del av den Östliga förbindelsen som bidrar till utsläppen vid Sickla antas vara 5.1 km lång. Emissionsfaktorerna för NO_x och avgaspartiklar har beräknats från HBEFA 3.2 [1]. För slitagepartiklar (dubbäck, broms, och däck) används faktorer som beror på dubbdäcksandel och hastighet härledda från mätningar av PM10 i tak- och gatunivå i Stockholm. Dubbdäcksandelen har antagits vara 50 %. Korrigering har gjorts för att antal dubbar per däck ändras i framtiden (se nedan).

Utsläppen av NO_x och PM10 i tornet och mynningen korrigeras för att ett luftutbyte sker längs sträckan mellan Värtan och Sickla; utsläppen reduceras med 30 %, som antas vädras bort. Vidare antas att endast en del av utsläppet sker i tornet beroende på tiden på dygnet och om det är helg eller vardag. Resten släpps ut via mynningen. Detta bygger på att fläktarna i avluftstornet körs endast under

dagtid på vardagar så att 90 % av luften i tunneln vädras ut i tornet under 4 timmar på morgonen och 4 timmar på eftermiddagen. Mitt på dagen (kl 10-15) antas att 80 % vädras ut i tornet och under natten antas att all luft går ut i mynningen. På helger antas allt gå via mynningen. Sammantaget och med hänsyn till att trafikens utsläpp varierar under dygnet och helger/vardagar, fås för ett medeldygn att 50 % av årsutsläppet vädras ut via tornet. Totala utsläppen via tornet blir då 4,7 ton NO_x/år och 1,3 ton PM10/år, se tabell 1. Ingen rening av tunnelluften antas förekomma.

Tabell 1. Årsutsläpp av NO_x och PM10 i tunneln (ton/år). Avser fordonspark år 2030.

	NO _x	PM10
Fordonsemissioner i 5.1 km tunnel (40 000 fordon/dygn, 60 % dubbdäcks andel)	15,2	3,7
Återstår vid Sickla efter luftutbyte (30 % vädras ut)	10,6	2,6
Utsläpp i torn då 50 % släpps ut via tornet (resten via mynningen)	4,7	1,3

Bakgrundshalter och andra källor

För PM10 antas bakgrundhalterna vara 9 µg/m³. För NO_x antas 3 µg/m³. Dessa värden inkluderar även bidrag från andra källor är vägtrafiken. I beräkningarna ingår även bidraget från Nobels panncentral och utsläppen antas vara samma som år 2010. Bidraget från denna skorsten som är 53 meter är försumbart i förhållande till vägtrafik och torn.

Beräkningsmodeller

Haltbidragen från tornet, tunnelmynningarna och från yttrafiken har beräknats med en Gaussmodell [2] samt diagnostisk vindmodell. Den senare genererar representativa vindfält över modellens beräkningsområde med hänsyn till markanvändning och topografi.

Halten av luftföroreningar kan variera mellan olika år beroende på variationer i meteorologiska faktorer och intransport av långväga luftföroreningar. När luftföroreningshalter jämförs med miljökvalitetsnormer ska halterna representera ett meteorologiskt normalår. Som indata till vindmodellen används därför en klimatologi baserad på meteorologiska mätdata under en flerårsperiod (1993-2010). De meteorologiska mätningarna har hämtats från en 50 meter hög mast i Högdalen i Stockholm och inkluderar horisontell och vertikal vindhastighet, vindriktning, temperatur, temperaturdifferensen mellan tre olika nivåer samt solinstrålning. Den gaussiska spridningsmodellen beräknar den geografiska fördelningen av luftföroreningshalterna två meter ovan öppen mark. I områden med tät sammanhängande bebyggelse representerar beräkningarna halter två meter ovan taknivå.

Osäkerheter i beräkningarna

Modellberäkningar av luftföroreningshalter innehåller osäkerheter. Systematiska fel uppkommer när modellen inte på ett korrekt sätt förmår ta hänsyn till alla faktorer som kan påverka halterna. Kvaliteten på indata är en annan parameter som påverkar hur väl resultatet speglar verkligheten. För att få en uppfattning om den totala noggrannheten i hela beräkningsgången dvs. emissionsberäkningar, vind- och stabilitetsberäkningar samt spridningsberäkningar jämförs modellberäkningarna fortlöpande med mätningar av både luftföroreningar och meteorologiska parametrar i regionen. Jämförelserna visar att beräknade halter av NO₂ och PM10 gott och väl uppfyller kraven på överensstämmelse mellan uppmätta och beräknade halter enligt Naturvårdsverkets föreskrift om kontroll av miljökvalitetsnormer för utomhusluft [9]. Hänsyn har också tagits till intransporten av luftföroreningar till regionen utifrån mätningar vid bakgrunds-stationen Norr Malma, 15 km nordväst om Norrtälje.

Osäkerheterna i de beräknade halterna är större för ett framtidsscenario jämfört med nuläget. Detta beror på att det i dessa beräkningsscenarier tillkommer osäkerheter vad gäller prognostiserade trafikflöden och framtida utsläpp från vägtrafiken, t.ex. utvecklingen och användningen av bränslen, motorer och dubbdäck.

Kvävedioxid (NO₂) och utsläpp från dieselbilar

Under de senaste tio åren har de dieseldrivna fordonen ökat kraftigt i Stockholmsregionen. Huvudskalet till ökningen är miljöbilsklassningen som har gynnat bränslesnåla dieselfordon i syfte att minska utsläppen av växthusgaser.

Mätningar i verkliga trafikmiljöer har visat att emissionsmodeller kan underskatta de dieseldrivna fordonens utsläpp av kväveoxider och kvävedioxid. Det gäller både för personbilar, lätta och tunga lastbilar samt för bussar. För den tunga trafiken tycks skillnaden i utsläpp vara störst i stadstrafik där dieslarna inte kan köras effektivt. Skillnaden är också större för nyare fordon med strängare avgaskrav.

NO₂-halterna i trafikmiljö beror till stor del på den dieseldrivna trafiken. I jämförelse med motsvarande bensinfordon har dieslar både högre utsläpp av kväveoxider, NO_x (NO+NO₂) och en högre andel av kvävedioxid (NO₂ av NO_x), vilket betyder att direktutsläppen av NO₂ är större. Osäkerheter finns för framtida dieselandelar men enligt Trafikverkets prognoser för år 2030 kommer den kraftiga ökningen att fortsätta och andelen bensinfordon väntas minska i motsvarande grad. Andelen NO₂ av NO_x längs gatorna kommer därmed att fortsätta öka. I denna utredning använder vi en förenklad beräkningsmetod som inte fullt ut tar hänsyn till den ökande andelen NO₂ i utsläppen. Sammantaget innebär ovanstående osäkerheter sannolikt att halterna av kvävedioxid underskattas i framtidsscenarier.

PM10 och dubbdäcksandelar

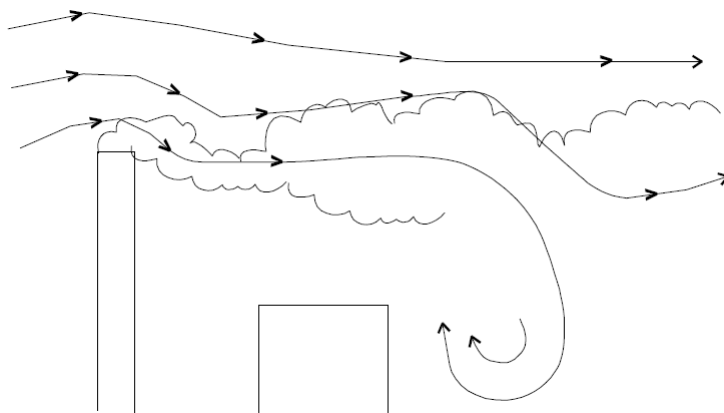
PM10-halterna i trafikmiljö består främst av partiklar som har orsakats av dubbdäckens slitage på vägbanan. Andelen dubbdäck bland de lätta fordonen låg länge på ca 70 % under vinterperioden i Stockholmsregionen, men har minskat sedan mitten av 2000-talet. Minskningen beror på att regeringen har beslutat om olika åtgärder för att minska partikelutsläppen från vägtrafiken. Kommunerna har

t.ex. getts möjlighet att i lokala trafikföreskrifter förbjuda fordon med dubbdäck att köra på vissa gator eller i vissa zoner. Regeringen har också beslutat om att minska dubbdäcksperioden med två veckor på våren. För dubbdäck tillverkade efter den 1 juli 2013 genomförs också en begränsning av antalet tillåtna dubbar vilket enligt Transportstyrelsen anger en minskning av antalet dubbar med ca 15 % och en motsvarande minskning av vägsitage och partiklar [3].

Osäkerheter för PM10 finns framförallt för antaganden om framtida dubbdäcksandelar. För beräkningarna har en dubbdäcksandel på 50 % antagits vilket är den andel som har uppmätts år 2013 av Trafikverket Region Stockholm och av SLB-analys [4]. Vidare antas i denna utredning, som följd av regeringens beslut om förkortad dubbdäcksperiod och minskat antal tillåtna dubbar i däck, en utsläppsminskning av PM10 på ca 15 % fr om år 2020.

Inverkan av byggnaderna på spridningen av luftföroreningar från tornet

Spridningen av luftföroreningarna som släpps ut i avluftstornet kommer att påverkas av de omgivande byggnaderna (figur 4). Byggnaderna orsakar turbulens som ger upphov till kraftigare vertikal omblandning av luften. På läsidan av byggnaderna uppstår en lävirvel, vilken kan leda till att föroreningsplymen från tornet ger förhöjda halter i marknivå bakom byggnaden. På vindsidan kommer en del av plymen som träffar fasaden att blandas ner till marken. Omfattningen av denna byggnadseffekt beror på byggnadernas höjd, bredd och läge i förhållande till tornets höjd och läge samt även plymens temperatur (värmeinnehåll) och utsläppshastighet. De senare påverkar plymens höjd (det s k plymlyftet).



Figur 4. Illustration av nersug av en föroreningsplym på grund av skorstenens och byggnadens effekt på omblandningen.

Vid beräkningen av höjden på tornet måste denna effekt tas i beaktande. Alla modeller som gör detta på ett förenklat sätt. Naturvårdsverket har gett ut allmänna råd för hur markkoncentrationsbidrag ska beräknas för större förbränningsanläggningar med hänsyn till byggnaders effekter [5]. I denna utredning används en Gaussmodell som tagits fram av SMHI. Osäkerheten i beräkningen av byggnadseffekterna är stor och det saknas underlag för att verifiera beräkningsförfarandet. För beräkningarna i detta fall antas att alla byggnader är 15 meter breda och har en plushöjd på 45 meter. Modellen kan inte skilja på olika storlek/höjd på byggnader i olika riktningar, även om detta skulle kunna ha stor betydelse.

Miljökvalitetsnormer och miljökvalitetsmål

Miljökvalitetsnormer syftar till att skydda människors hälsa och naturmiljön. Normerna är juridiskt bindande föreskrifter som har utarbetats nationellt i anslutning till miljöbalken. De baseras på EU:s regelverk om gränsvärden och vägledande värden.

Det nationella miljökvalitetsmålet Frisk luft är definierat av Sveriges riksdag. Halterna av luftföroreningar ska inte överskrida lågrisknivåer för cancer eller riktvärden för skydd mot sjukdomar eller påverkan på växter, djur, material och kulturföremål. Miljökvalitetsnormerna fungerar som rättsliga styrmedel för att uppnå de strängare miljökvalitetsmålen. Miljökvalitetsmålen med preciseringar anger en långsiktig målbild för miljöarbetet och ska vara vägledande för myndigheter, kommuner och andra aktörer.

Vid planering och planläggning ska kommuner och myndigheter ta hänsyn till miljökvalitetsnormer och miljökvalitetsmål. I plan- och bygglagen anges bl.a. att planläggning inte får medverka till att en miljökvalitetsnorm överträds. För närvarande finns miljökvalitetsnormer för kvävedioxid, partiklar (PM10 och PM2,5), bensen, kolmonoxid, svaveldioxid, ozon, bens(a)pyren, arsenik, kadmium, nickel och bly. Halterna av svaveldioxid, kolmonoxid, bensen, bens(a)pyren, partiklar (PM2,5), arsenik, kadmium, nickel och bly är så låga att miljökvalitetsnormer för dessa ämnen klaras i hela regionen.

Miljökvalitetsnormer och miljökvalitetsmål innehåller värden för halter av luftföroreningar både för lång och kort tid. Från hälsoskyddssynpunkt är det viktigt att människor både har en låg genomsnittlig exponering av luftföroreningar under längre tid (motsvarar årsmedelvärde) och att minimera antalet tillfällen då de exponeras för höga halter under kortare tid (dygns- och timmedelvärden). För att en miljökvalitetsnorm ska klaras får inget av normvärdena överskridas. I Luftkvalitetsförordningen framgår att miljökvalitetsnormer gäller för utomhusluften med undantag av arbetsplatser samt väg- och tunnelbanetunnlar.

Partiklar, PM10

Tabell 2 visar gällande miljökvalitetsnorm och miljökvalitetsmål för partiklar, PM10 till skydd för hälsa. Värdena anges i enheten $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (mikrogram per kubikmeter) och omfattar ett årsmedelvärde och ett dygnsmedelvärde. Årsmedelvärdet får inte överskridas medan dygnsmedelvärdet får överskridas högst 35 gånger under ett kalenderår. I alla mätningar i Stockholms- och Uppsala län har dygnsmedelvärdet av PM10 varit svårare att klara än årsmedelvärdet. Även 2010 års kartläggning av PM10-halter i Stockholms- och Uppsala län visade detta [6].

I resultatet som följer redovisas det 36:e högsta dygnsmedelvärdet av PM10 under beräkningsåret, vilket alltså inte får vara högre än $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ för att miljökvalitetsnormen ska klaras och inte högre än $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ för att miljökvalitetsmålet ska klaras.

Tabell 2. Miljö kvalitetsnorm och miljö kvalitetsmål för partiklar, PM10 avseende skydd av hälsa [7, 8].

Tid för medelvärde	Normvärde (µg/m ³)	Målvärde (µg/m ³)	Anmärkning
Kalenderår	40	15	Normvärdet får inte överskridas Målvärdet ska nås år 2020
1 dygn	50	30	Värdet får inte överskridas mer än 35 dygn per kalenderår

Kvävedioxid, NO₂

Tabell 3 visar gällande miljö kvalitetsnorm och miljö kvalitetsmål för kvävedioxid, NO₂ till skydd för hälsa. Normvärden finns för årsmedelvärde, dygnsmedelvärde och timmedelvärde. Målvärden finns för årsmedelvärde och timmedelvärde. Årsmedelvärdet får inte överskridas medan dygnsmedelvärdet får överskridas högst 7 gånger under ett kalenderår. Timmedelvärdet får överskridas högst 175 gånger under ett kalenderår. I alla mätningar i Stockholms- och Uppsala län har dygnsmedelvärdet av NO₂ varit svårare att klara än årsmedelvärdet och timmedelvärdet. Detta bekräftades även i kartläggningen av NO₂-halter i Stockholms och Uppsala län [6].

I resultatet som följer redovisas det 8:e högsta dygnsmedelvärdet av NO₂ under beräkningsåret, vilket alltså inte får vara högre än 60 µg/m³ för att miljö kvalitetsnormen ska klaras.

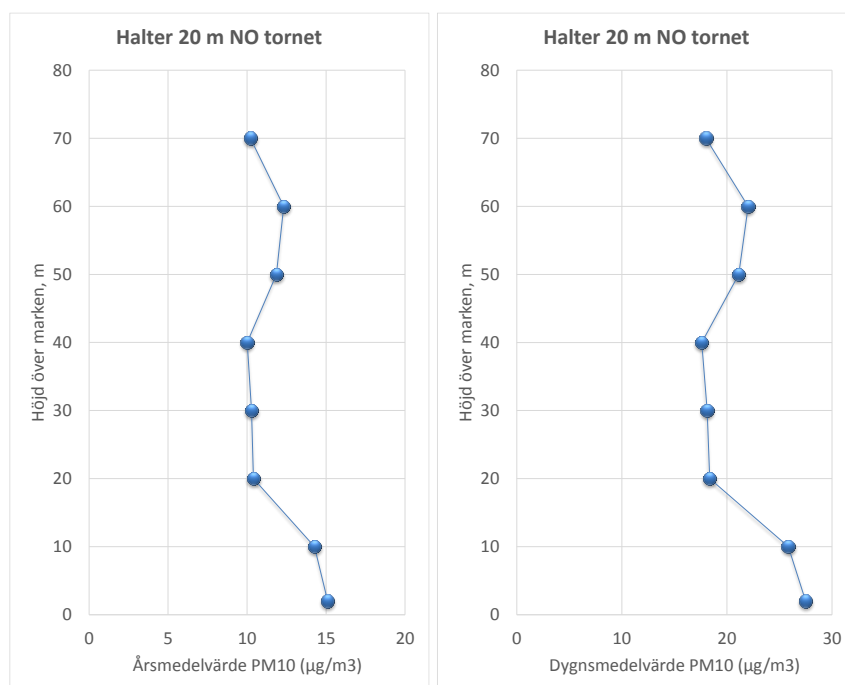
Tabell 3. Miljö kvalitetsnorm och miljö kvalitetsmål för kvävedioxid, NO₂ avseende skydd av hälsa [7, 8].

Tid för medelvärde	Normvärde (µg/m ³)	Målvärde (µg/m ³)	Anmärkning
Kalenderår	40	20	Normvärdet får inte överskridas Målvärdet ska nås år 2020
1 dygn	60	-	Värdet får inte överskridas mer än 7 dygn per kalenderår
1 timme	90	60	Värdet får inte överskridas mer än 175 timmar per kalenderår

Resultat

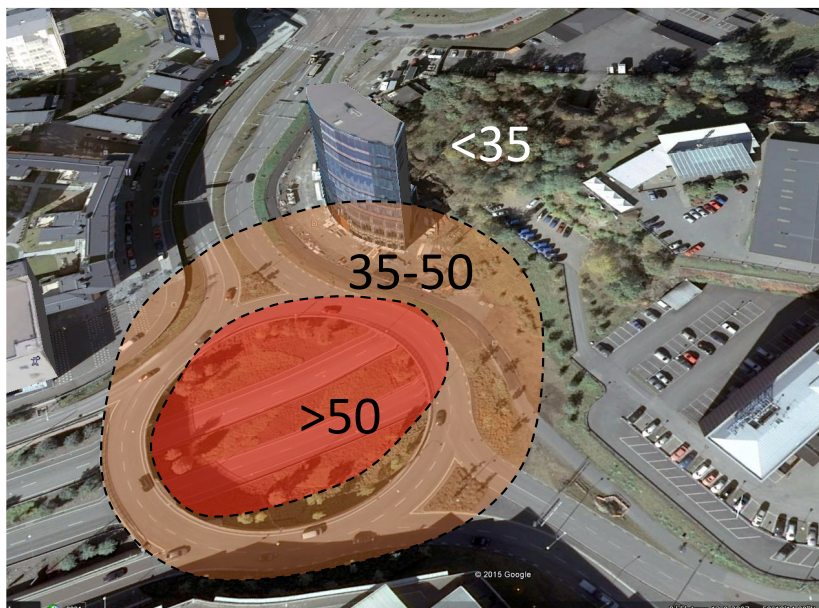
PM10

I figur 5 redovisas beräknade PM10 halter (årsmedelvärden och 90-percentil av dygnsvärdena) år 2030 på olika höjd över marken 20 meter nordost om tornet, dvs. vid närmast planerad bostad. I detta fall antas tornet vara 38 meter högt, motsvarande 5 meter högre än omgivande byggnader. Som framgår av figuren inträffar de högsta halterna i marknivå. Tornutsläppet ger också en något förhöjd halt över 40 meter med ett maximalt bidrag på knappt 60 meters höjd. Maximala halten på grund av tornets utsläpp är ca 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ som årsmedelvärde och för 90-percentilen är högsta värdet ca 22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. De förhöjda halterna under 20 meter beror på utsläpp i marknivå från yttrafiken i regionen och från tunnelmynningen. Bidraget från utsläpp utanför staden (bakgrundshalterna) är jämnt fördelat med höjden.



Figur 5. Beräknade halter av PM10 för olika höjd över marken (= 0 meter), 20 meter NO om tornet. Beräkningarna avser fallet med ett 38 meter högt torn, dvs 5 meter högre än omgivande byggnader. Vänstra diagrammet visar årsmedelvärden och högra dygnsmedelvärden.

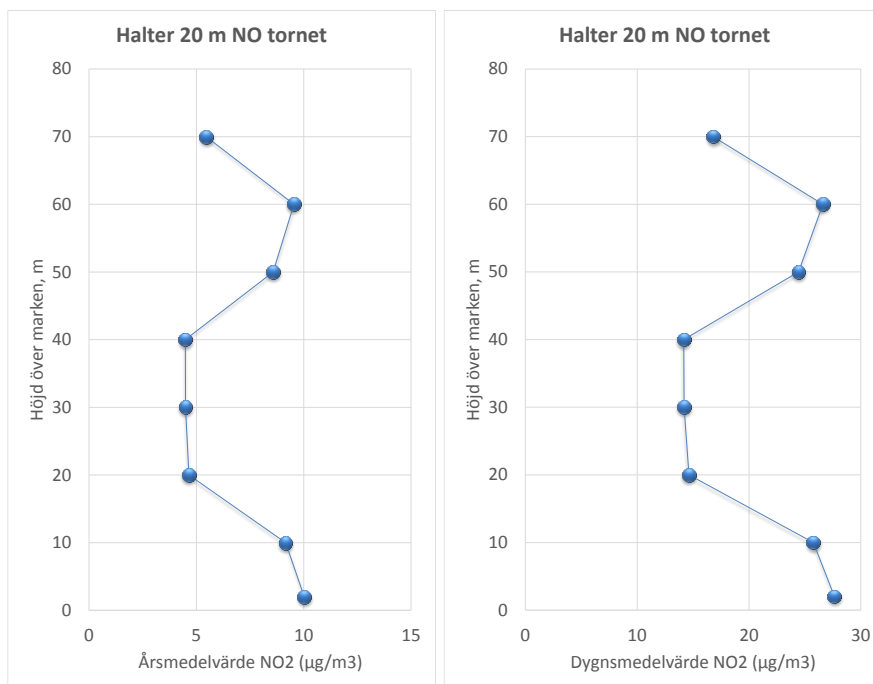
Figur 6 visar halterna av PM10 (90-percentilen av dygnsmedelvärdena). Halterna är högre än gränsvärdet i vägområdet intill mynningen men beräknas underskrida gränsvärdet invid närmaste husfasaden (Kinnarpshuset). Höga halter i vägområdet är inte att betrakta som överskridande av gränsvärdet eftersom ingen normalt vistas där [9].



Figur 6. Beräknade dygnsmedelhalter av PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) i marknivå med ett 38 meter högt torn och 50 % av utsläppen via mynningen. Gränsvärde $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

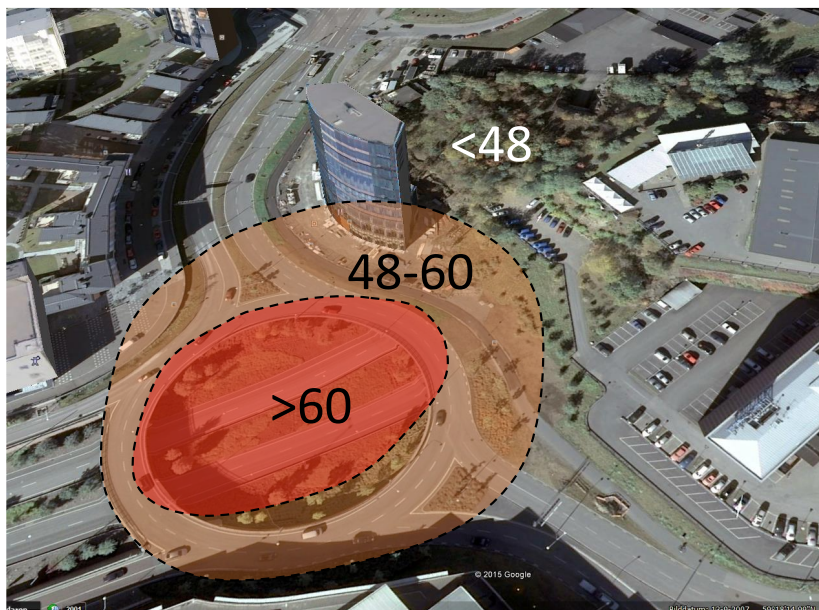
Kvävedioxid, NO₂

I figur 7 redovisas beräknade NO₂ halter (årsmedelvärden och 98-percentil av dygnsvärdena) år 2030 på olika höjd över marken 20 meter nordost om tornet. Precis som för PM10 inträffar de högsta halterna i marknivå och högre än 40 meter över marken. De högsta halterna i marknivå beror på ytraffikens och mynningens bidrag och på 60 meters höjd är halterna förhöjda på grund av tornet. Däremellan är halterna lägre på grund av utspädning. Gällande gränsvärden underskrids med god marginal. För årsmedelvärdet är gränsvärdet $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ och för dygnsmedelvärdet är gränsen $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Figur 7. Beräknade halter av NO₂ för olika höjd över marken (= 0 meter), 20 meter NO om tornet. Beräkningarna avser fallet med ett 38 meter högt torn, dvs 5 meter högre än omgivande byggnader. Vänstra diagrammet visar årsmedelvärden och högra dygnsmedelvärden.

Figur 8 visar halterna av NO₂ (98-percentil av dygnsvärden) i marknivå för fallet med 50 % via mynningen. Halterna överskrider gränsvärdet i vägområdet intill mynningen men beräknas underskrida gränsvärdet invid närmaste husfasaderna. Där beräknas halten vara högre än den övre utvärderingströskeln (48 µg/m³) men lägre än gränsvärdet (60 µg/m³).



Figur 8. Dygnsmedelvärden av NO₂ (98-percentil) i marknivå år 2030 med 50% av utsläppen via mynningen. Gränsvärde 60 µg/m³.

Sammanfattning och känslighetsanalys

Av redovisningen ovan framgår att med ett torn som är 5 meter högre än omgivande byggnader och med 50 % av utsläppen via mynningen, så inträffar de dimensionerande, högsta, halterna nära mynningen (invid Kinnarpshuset). Som också påpekats finns osäkerheter vad gäller utsläppen från tunneln. Nedan redovisas olika scenarier på hur halterna av PM10 (tabell 4) och NO₂ (tabell 5) invid Kinnarpshuset skulle påverkas beroende på olika andel av ventilationen via tornet samt för olika utsläpp. I tabellerna motsvarar värdet 1 på utsläppen referensfallet som presenterats ovan. Värdet 1,3 anger att utsläppen i tunneln skulle vara 30 % högre, 1,5 att utsläppen är 50 % högre osv. Detta kan t ex belysa fallet att trafikflödet i tunneln skulle vara 30 % högre än de antagna 40 000 fo/dygn eller att utsläppen är högre på grund av högre dubbdäcksandel.

Av tabell 4 framgår att om bara 40 % går via tornet klaras gränsvärdet för PM10 om utsläppen är i enlighet med referensfallet, men inte om utsläppen skulle vara 30 % högre; då blir PM10 halten vid Kinnarpshuset 58 µg/m³. Med 30 % - 50 % högre utsläpp jämfört med referensfallet krävs att minst 60 % ventileras via tornet. Om utsläppen skulle vara dubbelt så höga som referensfallet skulle det krävas att 70 % ventileras via tornet.

Tabell 4. PM10 halter (dygnsmedelvärden) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) invid Kinnarpshuset för olika andel av utsläppen via tornet respektive mynningen samt för olika utsläpp relativt referensfallet.

Procentandel av utsläppen i tunnel via tornet	Utsläpp i förhållande till referensfallet			
	Ref	1.3*Ref	1.5*Ref	2*Ref
0 %	69	84	95	123
10 %	64	78	87	112
20 %	59	71	79	101
30 %	55	65	72	90
40 %	50	58	64	79
50 %	45	52	57	69
60 %	41	46	50	60
70 %	37	41	43	50
80 %	33	35	37	41
90 %	28	30	31	33
100 %	24	25	25	25

Tabell 5 visar att det är lättare att klara gränsvärdet för NO₂ än att klara gränsvärdet för PM10. För att klara NO₂ gränsvärdet ($60 \mu\text{g}/\text{m}^3$) räcker det att 20 % av utsläppen i tunneln ventileras via tornet i referensfallet (utsläpp = "1"). Med 30 % högre utsläpp i tunneln måste 40 % ventileras via tornet för att NO₂ halten vid Kinnarpshuset ska underskrida gällande gränsvärde.

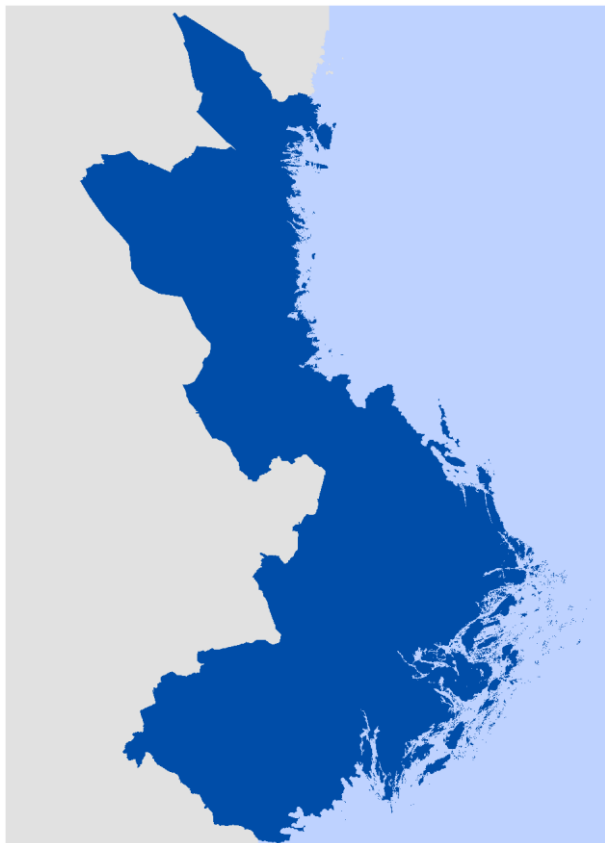
Tabell 5. NO₂ halter (dygnsmedelvärden) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) invid Kinnarpshuset för olika andel av utsläppen via tornet respektive mynningen samt för olika utsläpp relativt referensfallet.

Procentandel av utsläppen i tunneln via tornet	Utsläpp i förhållande till referensfallet			
	Ref	1.3*Ref	1.5*Ref	2*Ref
0 %	65	71	76	85
10 %	62	69	72	82
20 %	59	66	69	78
30 %	57	62	66	74
40 %	53	59	62	69
50 %	50	55	58	65
60 %	46	51	54	60
70 %	42	46	48	54
80 %	36	40	42	46
90 %	29	31	33	36
100 %	19	19	19	20

Referenser

1. HBEFA 3.2, <http://www.hbefa.net/e/index.html> (Besökt, sept 2015).
2. SMHI Airviro Dispersion models
<http://www.smhi.se/airviro/modules/dispersion/dispersion-1.6846> (Besökt, sept 2015).
3. Samlad lägesrapport om vinterdäck – Redovisning av ett regeringsuppdrag. Vägverket rapport FO 30 A 2008 : 68231.
4. SLB 6:2013 Andel fordon med dubbade vinterdäck räkningar under vintersäsongen 2012/2013 vid Hornsgatan, Södermälärstrand, Ringvägen, Folkungagatan, Sveavägen, Fleminggatan, Valhallavägen och Nynäsvägen.
5. Skorstenshöjd – beräkningsmetod. Allmänna råd 90:3. Naturvårdsverket 1990. ISBN 91-620-0041-01.
6. Kartläggning av kvävedioxid- och partikelhalter (PM10) i Stockholms och Uppsala län samt Gävle och Sandvikens kommun. Jämförelser med miljökvalitetsnormer. Stockholms och Uppsala läns Luftvårdsförbund. LVF rapport 2011:19.
7. Förordning om miljökvalitetsnormer för utomhusluft, Luftkvalitetsförordning (2010:477). Miljödepartementet 2010, SFS 2010:477.
8. <http://www.miljomal.se/> (Besökt, sept 2015).
9. Naturvårdsverkets författningssamling, NFS 2013:11,
<https://www.naturvardsverket.se/Documents/foreskrifter/nfs2013/nfs-2013-11.pdf>

Fler SLB- och LVF-rapporter finns att hämta på www.slb.nu/lvf/



Östra Sveriges luftvårdsförbund är en ideell förening. Medlemmar är 50 kommuner, två landsting samt institutioner, företag och statliga verk. Samarbete sker även med länsstyrelserna i länen. Målet med verksamheten är att samordna övervakning av luftkvaliteten inom samverkansområdet. Systemet för luftövervakning består bl a av mätningar, emissionsdatabaser och spridningsmodeller. SLB-analys driver systemet på uppdrag av Luftvårdsförbundet.



POSTADRESS:
Box 38145, 100 64 Stockholm
BESÖKSADRESS:
Södermalmsallén 36
TEL. 08 – 58 00 21 01
www.slb.nu/lvf