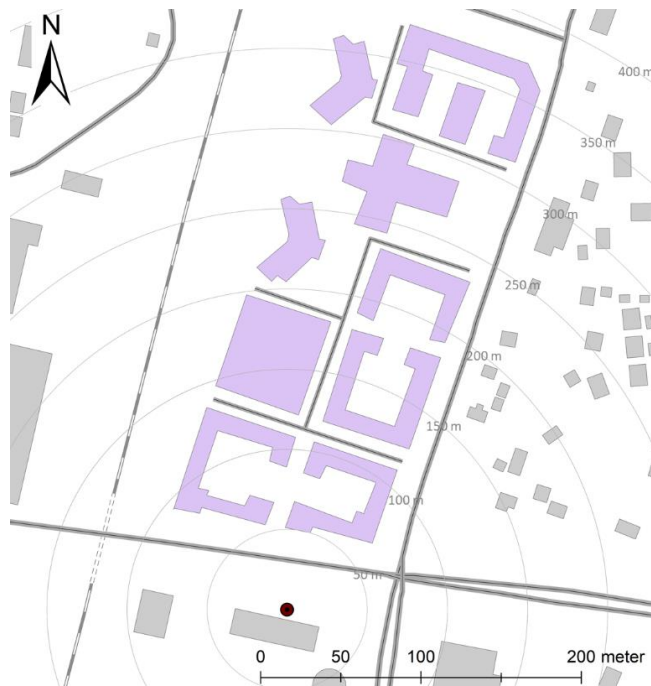


Luftkvalitetsutredning av Vilundaverkets påverkan på området Optimus

Spridningsberäkningar av partiklar (PM10) och kvävedioxid (NO₂)

Beatrice Säll



Utfört på uppdrag av Upplands Väsby kommun

SLB-analys, juni 2020



Uppdragsnummer	2020126
Daterad	2020-07-02, uppdaterad 2020-10-23
Handläggare	Beatrice Säll, 08-508 28 797
Status	Granskad av Boel Lövenheim

Förord

Denna utredning är gjord 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 Upplands Väsby kommun [1].

Innehåll

Sammanfattning	1
Inledning	4
Beräkningsunderlag	5
Optimusområdet	5
Vilundaverket	5
Receptorpunkter	6
Spridningsmodeller	7
Miljö kvalitetsnormer	11
Partiklar, PM10	11
Kvävedioxid, NO ₂	12
Miljö kvalitetsmål	13
Partiklar, PM10	13
Kvävedioxid, NO ₂	13
Hälsoeffekter av luftföroreningar	14
Resultat	15
Totala halter av luftföroreningar	15
Haltbidrag från Vilundaverket	15
Slutsatser	23
Osäkerheter i beräkningarna	24
Referenser	25

Sammanfattning

SLB-analys har på uppdrag av Upplands Väsby kommun genomfört spridningsberäkningar för hur fjärrvärmeverket Vilundaverket påverkar luftkvaliteten vid planerad bebyggelse i området Optimus. Denna utredning avser främst Vilundaverkets påverkan på planerad bebyggelse i området. För fullständig utredning av totala luftföroreningshalter i området hänvisas till SLB-analys tidigare utredning SLB38:2018.

Beräkningar har gjorts för Vilundaverket haltbidrag av partiklar, PM₁₀, och kvävedioxid, NO₂. Beräkningarna har utförts för ett meteorologiskt normalår för ett scenario då verket är i normalt driftläge och ett worst case scenario då verket går på maximal drift enligt dess miljötillstånd. Beräkningsresultatet har utvärderats i fem så kallade receptorpunkter på olika platser inom planområdet. Receptorpunkterna ligger ca 50–400 m från verkets skorsten och utvärderingen av luftföroreningshalten har utförts i marknivå upp till högsta hushöjd (30 m), se Figur 1.



Figur 1. Receptorpunkternas (blå punkter) placering i planområdet och Vilundaverkets skorsten (röd punkt).

Totala luftföroreningshalter i marknivå, jämförelse med miljökvalitetsnorm

För PM10 finns två olika normvärden definierade i förordningen om miljökvalitetsnormer (SFS 2010:477). Det som normalt sett är svårast att klara i marknivå gäller för dygnsmedelvärden. Dygnsmedelvärdet av PM10 får inte överstiga halten 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (mikrogram per kubikmeter) mer än 35 gånger under ett kalenderår. För NO₂ finns tre olika normvärden definierade i förordningen om miljökvalitetsnormer (SFS 2010:477). Även för NO₂ är normvärdet för dygnsmedelvärden normalt svårast att klara. Dygnsmedelvärdet av NO₂ får inte överstiga halten 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ mer än 7 gånger under ett kalenderår.

Totalhalterna i marknivå domineras av det haltbidrag som orsakas av utsläpp från trafiken på de vägar som omger Optimusområdet. I det normala driftläget är Vilundaverkets bidrag till totala dygnsmedelhalterna i princip obefintligt. I worst case scenariot ökar totala dygnsmedelhalten inom planområdet med max 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ för NO₂ och 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ för PM10 jämför med normala driftläget.

Vilundaverkets haltbidrag medför inte att miljökvalitetsnormen riskerar att överskridas utan miljökvalitetsnormen beräknas klaras för både NO₂ och PM10.

Vilundaverkets haltbidrag

Beräkningar av Vilundaverkets haltbidrag har utförts för timmedelvärden av NO₂ och PM10 från 2 m upp till 40 m ovan marknivå. Genom att undersöka timmedelvärden kan man få en beskrivning av korttidexponeringen i planområdet.

Haltbidraget vid normalt driftläge

I normala driftläget körs verket endast i januari, alltså 31 dygn/år. Resultatet av beräkningarna visar att haltbidraget av NO₂ och PM10 från Vilundaverket förekommer vid de olika receptorpunkterna omkring 1–2 % av årets timmar, eller 3–20 % av timmarna under den månad då verket är i drift. Beräkningarna visar att Vilundaverkets utsläpp i normalläge är så litet att det inte orsakar eller medverkar till att miljökvalitetsnormen för PM10 eller NO₂ överskrids.

Haltbidrag vid worst case scenario

I worst case scenariot körs Vilundaverket på maximal drift enligt dess miljötillstånd. Verket antas köras dygnet runt alla månader på ett år. Vid ett worst case scenario förekommer haltbidrag från Vilundaverket vid de olika receptorpunkterna 3–30 % av årets timmar i marknivå samt 15–30 % av årets timmar på en höjd som motsvarar de högsta husen inom planområdet. Beräkningarna visar att haltbidraget i marknivå är generellt mycket lågt i receptorpunkt 1–3 och något högre i punkt 4 och 5, detta gäller både för PM0 och NO₂. PM10-halterna är generellt mycket låga medan timmedelhalterna av NO₂ är relativt höga vid enstaka tillfällen. Vidare visar beräkningarna att timmedelvärdet av haltbidraget ökar med höjden ovan mark. Detta beror på att utsläppen sker på hög höjd och hinner spädas ut innan de når marken. Rökgasplymen tenderar också att fortsätta uppåt, i ett så kallat plymlyft, när rökgaserna lämnar skorstenen vilket gör att de högst halterna återfinns på något högre höjd än skorstens mynningen.

Även i worst case scenariot beräknas Vilundaverkets haltbidrag inte medföra att miljökvalitetsnormen riskerar att överskridas utan miljökvalitetsnormen beräknas klaras för både NO₂ och PM10.

Osäkerheter för beräkningarna

Beräkningarna av Vilundaverkets utsläpp genererar halter av kväveoxider, NO_x. För att jämföra halterna med miljökvalitetsnormen måste en omvandling till kvävedioxid, NO₂, beräknas. I denna beräkning har NO₂-halten antagits vara lika med beräknad NO_x halt, alltså att all NO från Vilundaverket omvandlats till NO₂, vilket snarare är en överskattning av NO₂-halten.

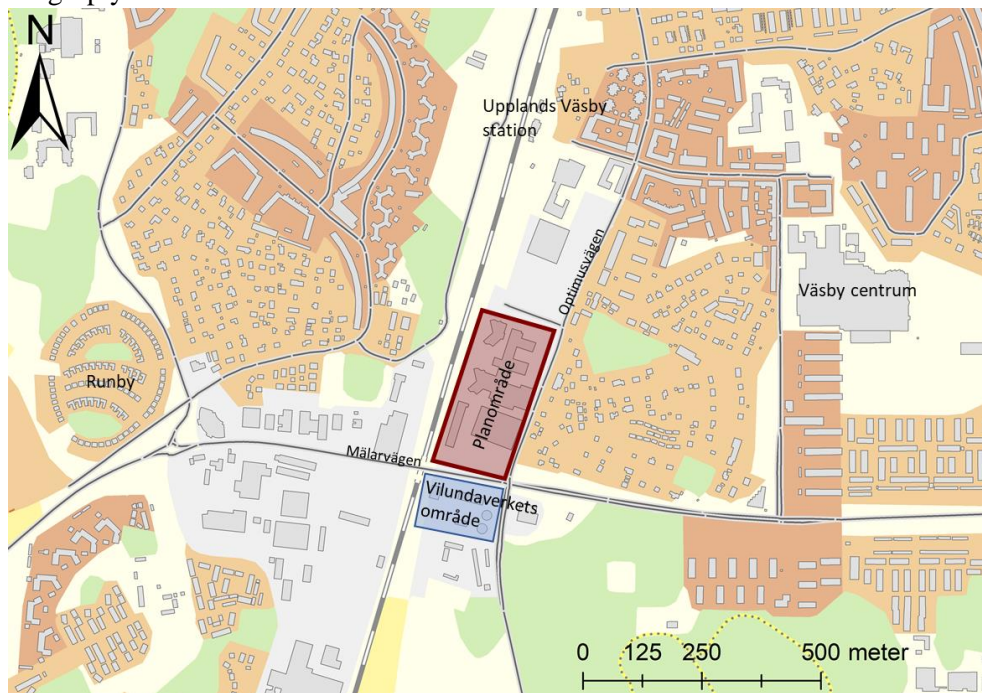
Beräkningarna har en timme som lägsta tidsupplösning. Halterna vid det planerade husen kan, p.g.a. utsläppen från skorstenen, förväntas variera under kortare tidsperioder än en timme. Ogynnsamma väderförhållanden under perioder med höga utsläpp från värmeverket kan sammanfalla. Momentant, under några minuter, kan högre halter förekomma än de som motsvarar medelvärdet för en hel timme. Sådana perioder är dock svåra att förutsäga. För sådana kortvariga toppar finns inte heller gränsvärden att jämföra med.

Inledning

Sydost om Upplands Väsby station i centrala Väsby ligger området Optimus, se Figur 2. En ny detaljplan för området är under prövning och syftet med den är att möjliggöra ett kvarter med grönytor, mötesplatser, nya kontor och bostäder. Öster om planområdet finns ett villaområde, väster om ligger järnvägens spårområde och norr om planområdet är ett nytt bostadsområde under uppbyggnad. Planområdet avgränsas av Mälarvägen i söder och på andra sidan vägen, strax söder om planområdet, ligger fjärrvärmeverket Vilundaverket. Ny bebyggelse planeras på ett avstånd av ca 50 – 400 m från värmeverkets skorsten.

Denna utredningen fokuserar på de luftföroreningshalter som Vilundaverkets utsläpp till luft genererar, detta omnämns som verkets haltbidrag. För fullständig utredning av totala halterna av luftföroreningar i området hänvisas till SLB-analys tidigare utredning SLB-rapport 38:2019. Med totalhalter menas Vilundaverkets haltbidrag samt bidrag från lokala och regionala källor och intransport av föroreningar från andra länder.

Spridningsberäkningar har utförts för Vilundaverkets haltbidrag av partiklar, PM10, och kvävedioxid, NO₂, för ett meteorologiskt normalår. Beräkningarna har gjorts för ett scenario då verket är i normalt driftläge och ett worst case scenario då verket går på maximal drift enligt dess miljötillstånd. Den geografiska spridningen av rökgasplymen har undersökts i ett antal så kallade receptorpunkter inom Optimusområdet. Haltbidraget från Vilundaverket kan variera snabbt beroende på väder- och vindförhållanden. Timmedelvärdet, till skillnad från dygnsmedelvärdet, fångar dessa variationer och beskriver således korttidsexponering av NO₂ och PM10 i planområdet bäst. Beräkning av antalet timmar under ett normalår då koncentrationen är större än 0 µg/m³ har utförts inom planområdet samt på den plats där haltbidraget är som högst i marknivå. Beräkningarna gäller bara koncentration av NO₂ och PM10 och har inte koppling till lukt eller synlig rökgasplym.

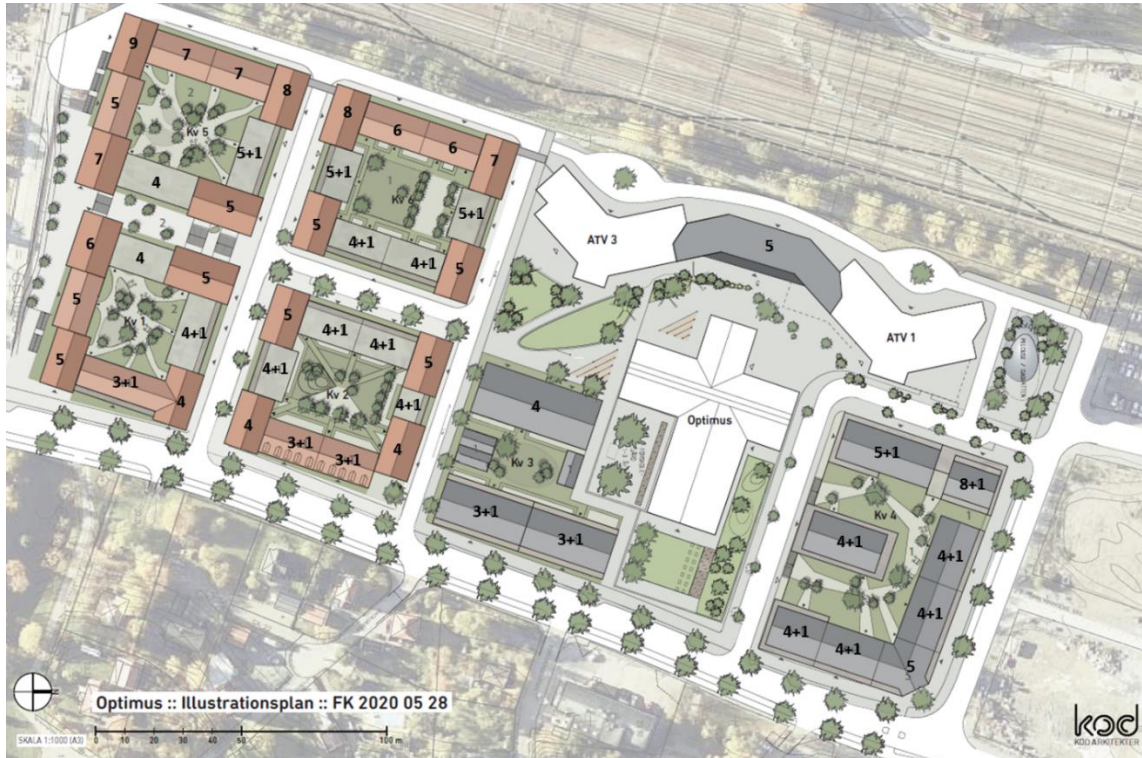


Figur 2. Översiktskarta med planrådets (i rött) läge i Upplands Väsby. Vilundaverkets område är markerat i blått.

Beräkningsunderlag

Optimusområdet

Aktuellt planområde med förslag till ny bebyggelse inklusive planerat antal våningar per hus illustreras i Figur 3.



Figur 3. Aktuellt planområde där antal våningar på de planerade husen framgår [1].

Vilundaverket

Vilundaverket är en spets- och reservanläggning för värmeproduktion i Stockholms nordvästra fjärrvärmenät [3]. Verket har 4 pannor som eldas bioolja. Vilundaverkets skorsten är placerad ca 50 m från planområdets södra gräns och till områdets norra gräns är det ca 400 m. Vilundaverkets skorstenens- och rökgasegenskaper sammanfattas i Tabell 1.

Tabell 1. Vilundaverkets skorstens- och rökgasegenskaper [2,6]

Skostenshöjd	60 m
Innerdiameter	0,95 m
Ytterdiameter	3,10 m
Rökgastemperatur	150 °C
Rökgashastighet	25 m/s

I normal driftläget antas att Vilundaverket körs 11 timmar om dygnet varje dag under januari månad. Vilken tid på dygnet som verket körs varierar och därför har utsläppen fördelats jämt över dygnets alla timmar. I worst case scenariot antas att verket körs 24 timmar om dygnet året runt. Detta scenario är baseras på verkets maximala tillåtna drift enligt dess miljötillstånd men att det skulle inträffa i praktiken bedöms osannolikt. Tabell 2 sammanfattar antalet drifttimmar och utsläppen i de två scenarierna.

Tabell 2. Antal driftdygn per år samt Vilundaverkets utsläpp i normala driftläget och i worst case scenariot. [2]

	Antal driftdagar per år	NO ₂ (ton/dygn)	NO ₂ (ton/år)	PM10 (ton/dygn)	PM10 (ton/år)
Normalt driftläge	31	0,0169	0,524	0,00118	0,0364
Worst case scenario	365	0,967	352,9	0,0537	19,6

Vilundaverket släpper även ut svaveldioxid men utsläppen av dessa är mindre än utsläppen av kväveoxider. Utsläppen av kväveoxider kan därav ses som dimensionerande för verket och som en indikator även för haltbidraget av svaveldioxid som kommer vara mindre än motsvarande för kväveoxider eftersom utsläppen är mindre. Därav har inga beräkningar av svaveldioxid gjorts i denna utredning.

Receptorpunkter

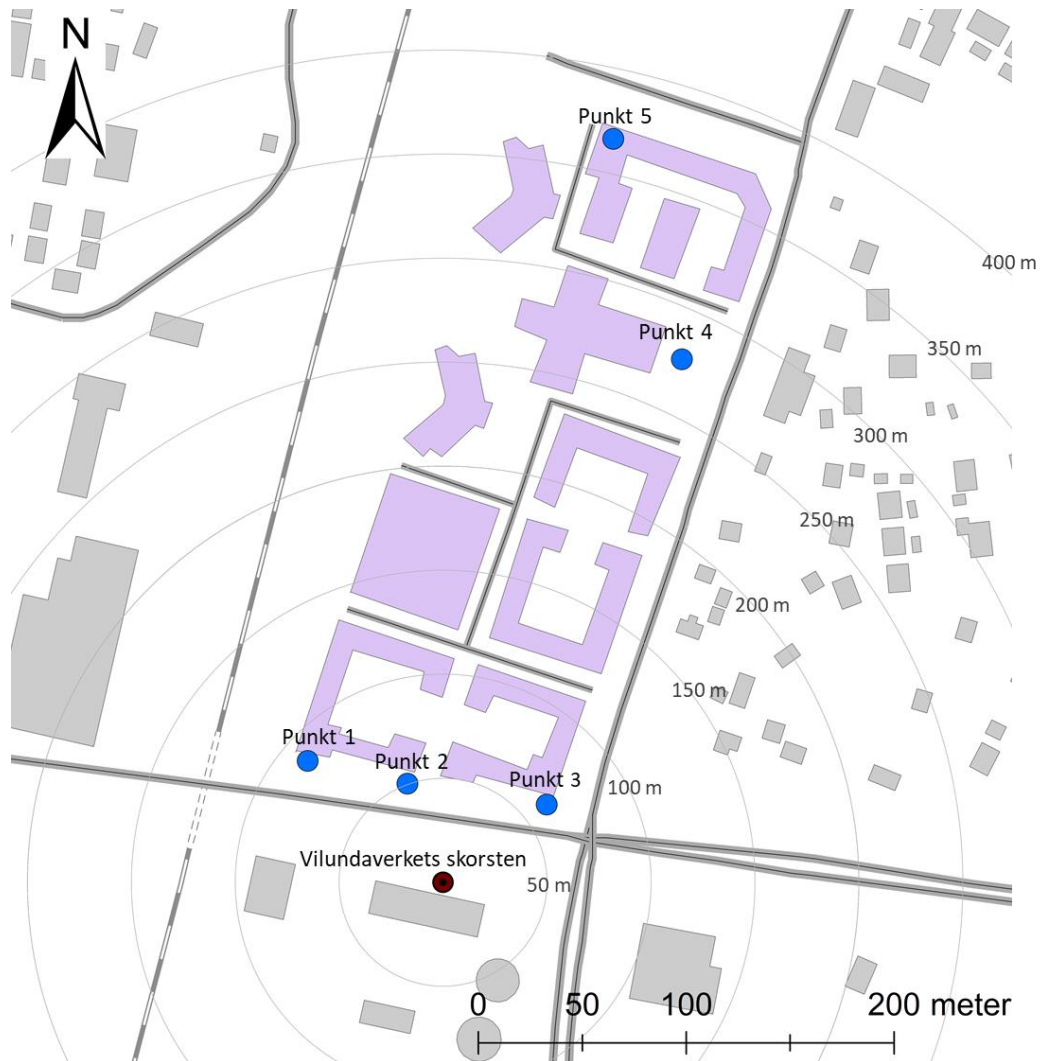
Fem så kallade receptorpunkter har skapats inom planområdet. I dessa punkter läses timvisa halter av från beräkningsresultatet under beräkningsåret vid den specifika platsen samt på olika höjd, se Figur 4. Tre punkter placeras invid de närmaste husen dels vid det högsta huset som vetter mot verket (Punkt 1), dels på kortast avstånd till skorstenen (Punkt 2) och dels vid hörnet som ligger i den förhärskande vindriktningen med vind från sydväst (Punkt 3). Två punkter placeras inne i planområdet dels vid en av fastigheterna där en förskola planeras (Punkt 4) och dels vid det högsta huset vid planområdets norra gräns (Punkt 5).

Receptorpunkternas olika placeringar möjliggör en jämförelse av hur haltbidraget från skorstenen varierar vid byggnaderna beroende på vertikal eller horisontell närhet till skorstenen.

Beräkningsmodellen beräknar luftföroreningshalten i antal meter ovan markplan. För att läsa av rätt halt vid rätt beräkningsnivå har skorstenens och byggnadernas höjd ovan mark tagits fram, se Tabell 3. För bestämning av höjden för de nya byggnaderna har en våningshöjd på 3 meter antagits.

Tabell 3. Planerade höjder ovan mark för de hus där receptorpunkterna placerats [1,6]. I de streckade fälten saknas höjdangivelse.

	Plushöjd	Avläst markhöjd	Höjd ovan mark
Punkt 1	37,1	4,1	33
Punkt 2	38,0	12,9	25,1
Punkt 3	28,1	13,1	15
Punkt 4	-	5	-
Punkt 5	-	4	33



Figur 4. Receptorpunkternas (blå punkter) placering i planområdet. Punkterna är spridda för att kunna undersöka både vertikal och horisontell spridning av rökgaserna från Vilundaverkets skorsten (röd punkt). Punkt 1 är placerad vid det högsta huset som vetter mot verket, Punkt 2 på närmast avstånd till skorstenen, Punkt 3 vid närmaste huset som ligger i förhärskande vindriktning i förhållande till skorstenen, Punkt 4 vid en av fastigheterna där en förskola planeras och Punkt 5 vid det högsta huset vid planområdets norra gräns.

Spridningsmodeller

Beräkningar av luftföroreningshalter har gjorts med Airviro gaussmodell [5] integrerad i Airviro. Airviro vindmodell har använts för att generera ett representativt vindfält över gaussmodellens beräkningsområde.

Airviro vindmodell

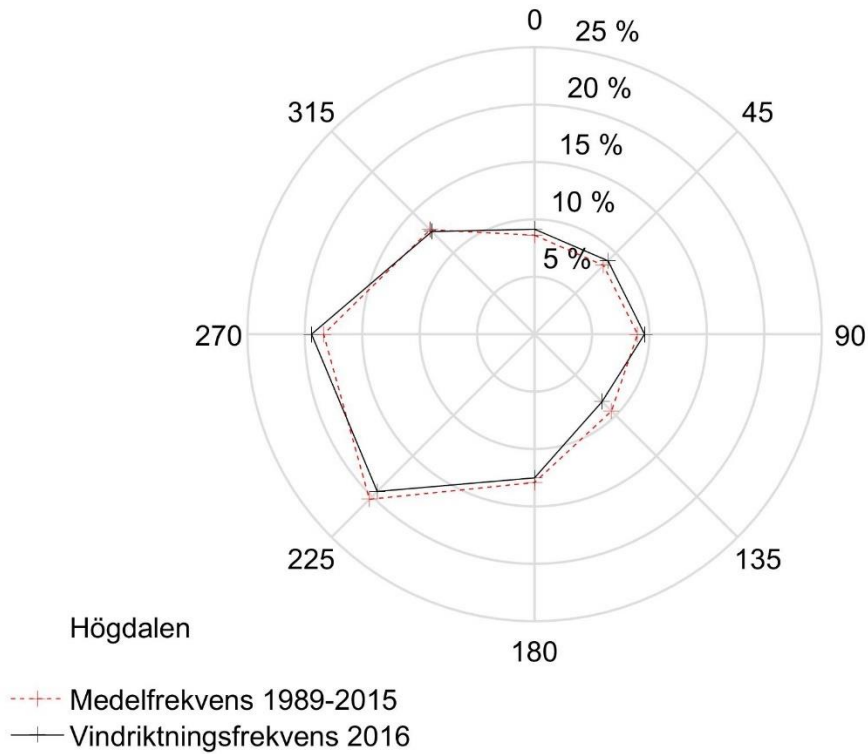
Halten av luftföroreningar kan variera mellan olika år beroende på variationer i meteorologiska faktorer och intransport av långväga luftföroreningar. När luftföroreningshalter jämförs med miljökvalitetsnormer ska halterna vara representativa för

ett normalår. Som indata till Airviro vindmodell 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. Vindmodellen tar även hänsyn till variationerna i lokala topografiska förhållanden.

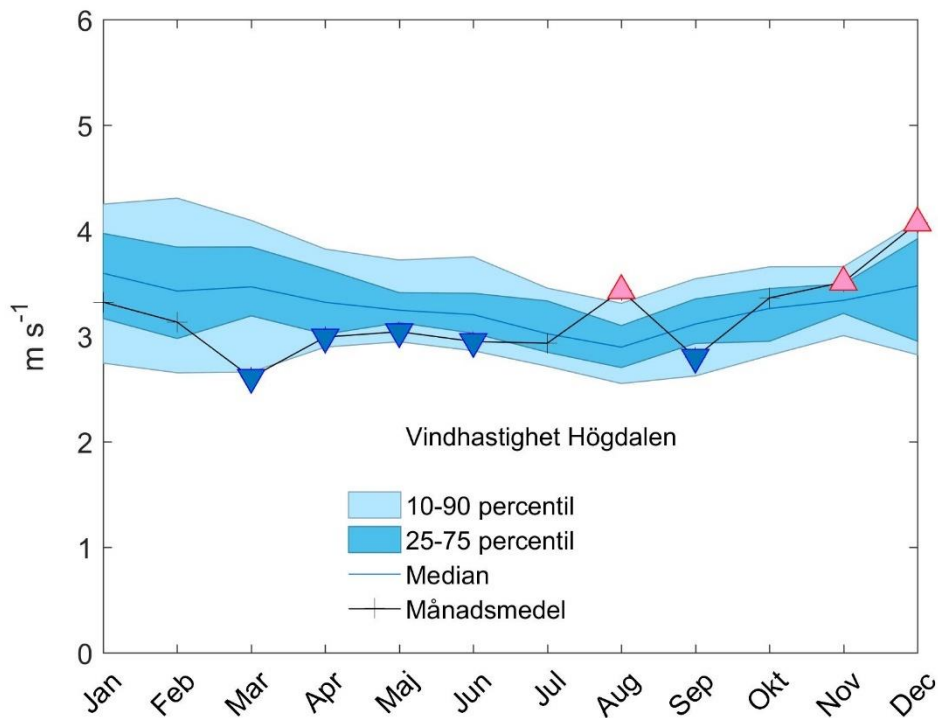
Beräkningar av totalhalter i marknivå har utförts som scenarier, med klimatologi baserad på meteorologiska mätdata under en flerårsperiod (1993–2010). Beräkningarna för haltbidraget från Vilundaverket har utförts som tidsserieberäkningar. Tidsserieberäkningarna ger halten för alla timmar under ett år beräknade med uppmätta meteorologiska parametrar från Högdalenmasten vid samma timme under ett specifikt år. Resultaten som redovisas i rapporten har utförts med klimatologi för år 2016. Avvikelser från ett meteorologiskt normalår är relativt små för detta år. Detta går att avläsa i Figur 4 som visar flerårsmedelvärdet av vindriktningen i Högdalen under åren 1989–2015 jämfört med år 2016. Spridningsriktningen för haltbidraget från en lokal punktkälla, så som en skorsten, beror till störst del på vindriktningen.

Vindhastighet är också en viktig parameter för halten av luftföroreningar i bebyggda områden. Låga vindhastigheter kan inverka negativt på utvädringen av luftföroreningar vilket leder till en försämrad luftföroreningssituation. Särskilt under vintern kan inversioner, då temperaturen stiger med ökande höjd i atmosfären, och låga vindhastigheter bidra till höga halter av luftföroreningar. 2016 års medelvindhastighet låg något under flerårsgenomsnittet för mars-juni samt september medan det under augusti, november och december blåste mer än normalt, se Figur 5.

Den förhärskande vindriktningen, alltså den mest vanligt förekommande vindriktningen, i Stockholmsområdet är sydliga till västliga vindar. Planområdet ligger norr om Vilundaverket, vilket medför att rökgaserna förs mot planområdet vid sydlig vind. Detta innebär att planområdets geografiska läge medför att rökgaser från värmeverket kan föras in över området när förhärskande vindriktning råder.



Figur 5. Uppmätt vindriktningsfördelning i Högdalen år 2016 [7].



Figur 6. Uppmätta månadsmedelvärden av vindhastigheter i Högdalen år 2016 jämfört med perioden 1989–2015. Röda och blå trianglar märker ut månader där medelvindhastigheten lår över respektive under 25–75 percentilintervallet [7].

Airviro gaussmodell

Airviro gaussiska spridningsmodell har använts för att beräkna den geografiska fördelningen av luftföroreningshalter två meter ovan öppen mark. I områden med tätbebyggelse representerar beräkningarna halter två meter ovan taknivå. I beräkningarna av haltbidraget används en gridstorlek på 35 x 35 m. I beräkningarna av totalhalterna används en variabel gridstorlek som är beroende av storleken på emissionerna från väglänkar och skorstensutsläpp. Gridrutornas storlek varierar mellan 35 och 500 meter, där de minsta gridrutorna skapas där det är störst utsläpp. För att beskriva haltbidragen från utsläppskällor som ligger utanför det aktuella området har beräkningar gjorts för hela Stockholms och Uppsala län. Haltbidragen från källor utanför länen har erhållits genom mätningar.

Emissioner

Beräkningarna av Vilundaverkets utsläpp genererar halter av kväveoxider, NO_x. För att jämföra halterna med miljö kvalitetsnormen måste en omvandling till kvävedioxid, NO₂, beräknas. Man kan förvänta sig att huvuddelen av den kvävemonoxid, NO, som kommer ut från Vilundaverkets skorsten oxideras till NO₂. Hur snabbt detta går beror bl. a. på ozonhalten och hur väl omblandad plymen är. I denna beräkning har NO₂-halten antagits vara lika med beräknad NO_x-halt, alltså att all NO från Vilundaverket omvandlats till NO₂, vilket är en överskattning av NO₂-halten.

Emissionsdata, dvs. utsläppsdata, utgör indata för spridningsmodellerna vid framräkning av halter av luftföroreningar. För beräkningarna av totala halter har Östra Sveriges Luftvårdsförbunds länstäckande emissionsdatabas för år 2015 använts [6]. Där finns detaljerade beskrivningar av utsläpp från bl.a. vägtrafiken, energisektorn, industrin och sjöfarten. I Stockholmsregionen är vägtrafiken den största källan till luftföroreningar. Utsläppen innehåller bl.a. kväveoxider, kolväten samt avgas- och slitagepartiklar.

Vägtrafikens utsläpp av kväveoxider och avgaspartiklar är beskrivna med emissionsfaktorer år 2020 för olika fordons- och vägtyper enligt HBEFA-modellen (ver. 3.3). Det är en europeisk emissionsmodell för vägtrafik som har anpassats till svenska förhållanden [8]. Trafiksammansättningen avseende fordonsparkens avgasreningsgrad (olika euroklasser) gäller för år 2020. Sammansättning av olika fordonstyper och bränslen, t ex andel dieselpersonbilar år 2020, gäller enligt Trafikverkets prognoser för scenario BAU ("Business as usual"). Fordonens utsläpp av avgaspartiklar och kväveoxider kommer att minska i framtiden beroende på kommande skärpta avgaskrav som beslutats inom EU.

Slitagepartiklar i trafikmiljö orsakas främst av dubbdäckens slitage på vägbanan men bildas också vid slitage av bromsar och däck. Längs starkt trafikerade vägar utgör slitagepartiklarna huvuddelen av PM₁₀-halterna. Under perioder med torra vägbanor vintertid kan haltbidraget från dubbdäckslitaget vara 80–90 % av totalhalten PM₁₀. Emissionsfaktorer för slitagepartiklar utifrån olika dubbdäcks-andelar baseras på Nortrip-modellen [26, 27]. Korrektion har gjorts för att slitaget och uppvirvlingen ökar med vägtrafikens hastighet [9, 26, 27].

SLB-analys gör kontinuerliga mätningar av dubbdäcksandelar i Stockholm [10]. Trenden visar att dubbdäcksanvändningen minskat i Stockholmsområdet sedan år 2010. För beräkningarna används emissionsfaktorer motsvarande dubbdäcksandelar på 50–60 % för personbilar och lätta lastbilar. Större infartsleder har något högre dubbdäcksandelar än lokalgator, vilket stöds av Trafikverket Region Stockholms mätningar [11].

Miljökvalitetsnormer

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.

Vid planering och planläggning ska kommuner och myndigheter ta hänsyn till miljökvalitetsnormen. 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 [12]. 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 [13, 14, 15, 16, 17]. I Luftkvalitetsförordningen [12] framgår att miljökvalitetsnormer gäller för utomhusluften med undantag av arbetsplatser samt väg- och tunnelbanetunnlar.

Miljökvalitetsnormer 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.

Partiklar, PM10

Tabell 4 visar gällande miljökvalitetsnorm 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 2015 års kartläggning av PM10-halter i Stockholms- och Uppsala län visade detta [18].

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.

Tabell 4. Miljökvalitetsnorm för partiklar, PM10 avseende skydd av hälsa [12].

Tid för medelvärde	Normvärde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Anmärkning
Kalenderår	40	Värdet får inte överskridas
Dygn	50	Värdet får inte överskridas mer än 35 dygn per kalenderår

Kvävedioxid, NO₂

Tabell 5 visar gällande miljökvalitetsnorm för kvävedioxid, NO₂ till skydd för hälsa. Normvärden finns för årsmedelvärde, dygnsmedelvärde och timmedelvärde. Miljökvalitetsnormens årsmedelvärde får inte överskridas och dygns- och timmedelvärdet inte får överskridas mer än 7 respektive 175 gånger under ett kalenderår för att normen ska klaras. 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 [18].

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 miljökvalitetsnormen ska klaras.

Tabell 5. Miljökvalitetsnorm för kvävedioxid, NO₂ avseende skydd av hälsa [12].

Tid för medelvärde	Normvärde (µg/m ³)	Anmärkning
Kalenderår	40	Värdet får inte överskridas
Dygn	60	Värdet får inte överskridas mer än 7 dygn per kalenderår.
Timme	90	Värdet får inte överskridas mer än 175 timmar per kalenderår förutsatt att föroreningsnivån aldrig överstiger 200 µg/m ³ under en timme mer än 18 gånger under ett kalenderår

Miljökvalitetsmål

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. Miljökvalitetsmålen med preciseringar anger en långsiktig målbild för miljöarbetet och ska vara vägledande för myndigheter, kommuner och andra aktörer.

Miljökvalitetsmålet Frisk luft omfattar preciseringar för kvävedioxid, partiklar (PM10 och PM2.5), bensen, bens(a)pyren, butadien, formaldehyd marknära ozon, ozonindex och korrosion [12].

Partiklar, PM10

Tabell 6 visar 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. För att målet ska uppnås ska årsmedelvärdet inte överskridas och dygnsmedelvärdet inte överskridas mer än 35 gånger under ett kalenderår. I alla mätningar i Stockholms- och Uppsala län har årsmedelvärdet av PM10 varit svårare att klara än dygnsmedelvärdet. Även 2015 års kartläggning av PM10-halter i Stockholms- och Uppsala län visade detta [18].

Tabell 6. Miljökvalitetsmål för partiklar, PM10 [19].

Tid för medelvärde	Målvärde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Anmärkning
Kalenderår	15	
Dygn	30	För att målet ska nås ska antal dygn med halt $>30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ inte vara fler än 35 per kalenderår

Kvävedioxid, NO₂

Tabell 7 visar gällande nationella miljökvalitetsmål för kvävedioxid, NO₂ till skydd för hälsa. Miljömål finns preciserade för årsmedelvärde och timmedelvärde. För att målet ska uppnås ska årsmedelvärdet inte överskridas och timmedelvärdet inte överskridas mer än 175 timmar under ett kalenderår. I alla mätningar i Stockholms- och Uppsala län har målet för timmedelvärdet av NO₂ varit svårare att klara än årsmedelvärdet. Även 2015 års kartläggning av NO₂-halter i Stockholms- och Uppsala län visade detta [18].

Tabell 7. Miljökvalitetsmål för kvävedioxid, NO₂ [19].

Tid för medelvärde	Målvärde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Anmärkning
Kalenderår	20	
Timme	60	För att målet ska nås ska antal timmar med halt $>60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ inte vara fler än 175 per kalenderår

Hälsoeffekter av luftföroreningar

Det finns tydliga samband mellan luftföroreningar och effekter på människors hälsa [20, 21]. Effekter har konstaterats även om luftföroreningshalterna underskrider gränsvärdena enligt miljöbalken [22, 23]. Att bo vid en väg eller gata med mycket trafik ökar risken för att drabbas av luftvägssjukdomar, t.ex. lungcancer och hjärtinfarkt. Hur man påverkas är individuellt och beror främst på ärftliga förutsättningar och i vilken grad man exponeras.

Barn är mer känsliga än vuxna eftersom deras lungor inte är färdigutvecklade. Studier i USA har visat att barn som bor nära starkt trafikerade vägar riskerar bestående skador på lungorna som kan innebära sämre lungfunktion resten av livet. Över en fjärdedel av barnen i Stockholms län upplever obehag av luftföroreningar från trafiken [21]. Människor som redan har sjukdomar i hjärta, kärl och lungor riskerar att bli sjukare av luftföroreningar. Luftföroreningar kan utlösa astmaanfall hos både barn och vuxna. Äldre människor löper större risk än yngre att få en hjärt- och kärlsjukdom och risken att dö i förtid av sjukdomen ökar om de utsätts för luftföroreningar.

Resultat

Beräkningarna av totala halterna av luftföroreningar i marknivå har utförts som scenarier, med klimatologi baserad på meteorologiska mätdata under en flerårsperiod (1993–2010). Beräkningarna av Vilundaverkets haltbidrag har utförts som tidsserieberäkningar för alla timmar under ett år beräknade med uppmätta meteorologiska parametrar vid samma timme under ett specifikt år.

Totala halter av luftföroreningar

Miljökvalitetsnormen klaras för både NO₂ och PM10 i normala driftläget och vid ett worst case scenario.

Totalhalterna i marknivå domineras av det haltbidrag som orsakas av utsläpp från trafiken på de vägar som omger Optimusområdet. I normala driftläget är Vilundaverkets bidrag till totala dygnsmedelhalterna i princip obefintliga. I worst case scenariot är det största haltbidraget till totala dygnsmedelhalten av NO₂ i marknivå inom planområdet ca 2 µg/m³ och återfinns i området kring receptorpunkt 4 och 5. För PM10 det största haltbidraget till totala dygnsmedelhalten omkring 0,5 µg/m³ högre i worst case jämfört med normala driftläget.

Haltbidrag från Vilundaverket

Luftföroreningshalten som beräknas i en receptorpunkt beror, förutom på utsläppets storlek, även på höjden ovan mark och på avståndet till skorstenen. På kortare avstånd hinner inte skorstensplymen blandas ut med omgivande luft lika bra som vid längre avstånd. När rökgaserna lämnar skorstenen fortsätter plymen uppåt i ett plymlyft. Plymlyftet är beroende av bland annat skorstensdiameter, rökgashastighet, rökgasernas temperatur och vindhastigheten. Haltbidraget från skorstenen blir därför inte störst på samma nivå som skorstenen utan på högre höjd. Halterna avtar sedan både uppåt och neråt när skorstensplymen blandas ut med omgivande luft.

Normala driftläget

I normala driftläget körs verket endast i januari, alltså 31 dygn/år. Resultatet av beräkningarna visar att haltbidraget av NO₂ respektive PM10, som orsakas av Vilundaverkets utsläpp, är mycket litet för båda ämnena. Detta gäller för alla receptorpunkter och för alla höjder. För både PM10 och NO₂ är det mycket få timmar där haltbidraget är över 0 µg/m³. I receptorpunkterna på 30 m höjd, förekommer halter över 0 µg/m³ endast 1–2 % av alla timmar på ett år, se Tabell 8. På lägre höjder är antal timmar med halt över noll färre. Den högsta timmedelhalten som beräknats, 2,6 µg/m³ NO₂, uppkommer 40 meter ovan mark i receptorpunkt 3, se figur 6.

Beräkningarna visar att Vilundaverkets utsläpp i normalläge är så litet att det inte orsakar eller medverkar till att miljökvalitetsnormen för PM10 eller NO₂ överskrids. Detta gäller för alla receptorpunkter och för alla höjder.

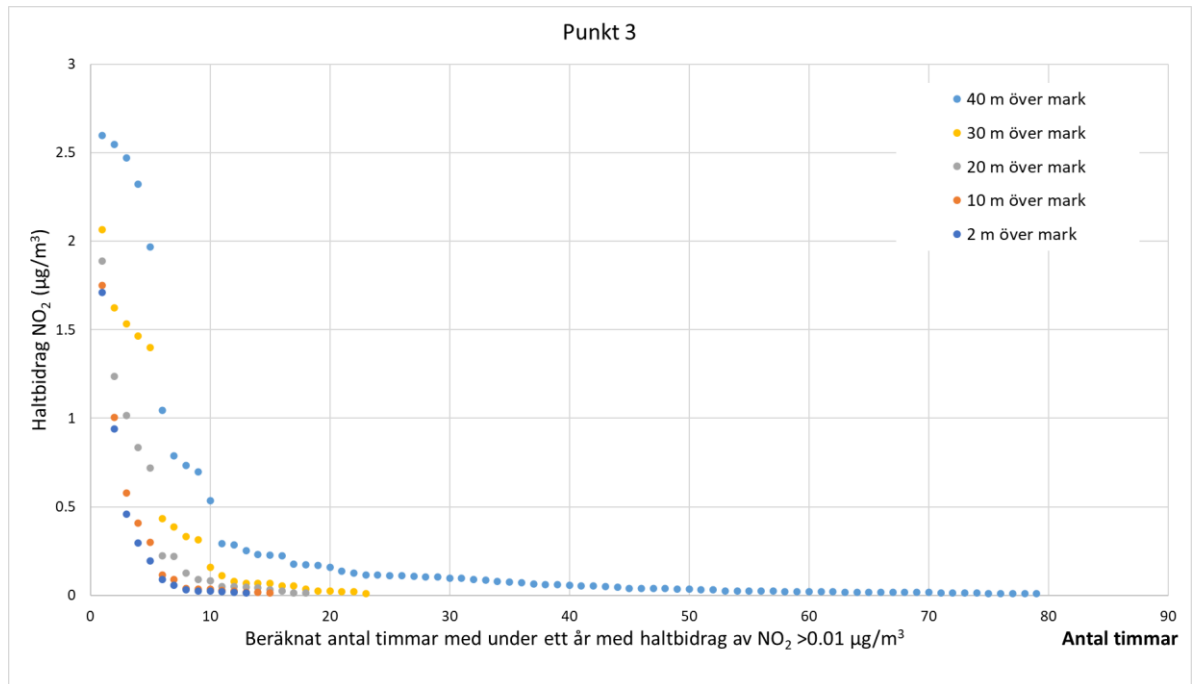
Haltbidraget från Vilundaverket kommer dock variera något från år till år beroende på väder och vindförhållanden. Men haltbidraget är så pass litet i marknivå samtliga timmar i samtliga undersökta receptorpunkter att miljökvalitetsnormen bedöms kunna klaras även om haltbidrag varierar. Det kan uppstå meteorologiska situationer då haltbidraget från Vilundaverket bli förhöjt i marknivå under mycket korta perioder även i normala driftläget

och ge upphov till högre halter än de som rapporterats här. För sådana kortvariga toppar finns dock inga gränsvärden att jämföra med.

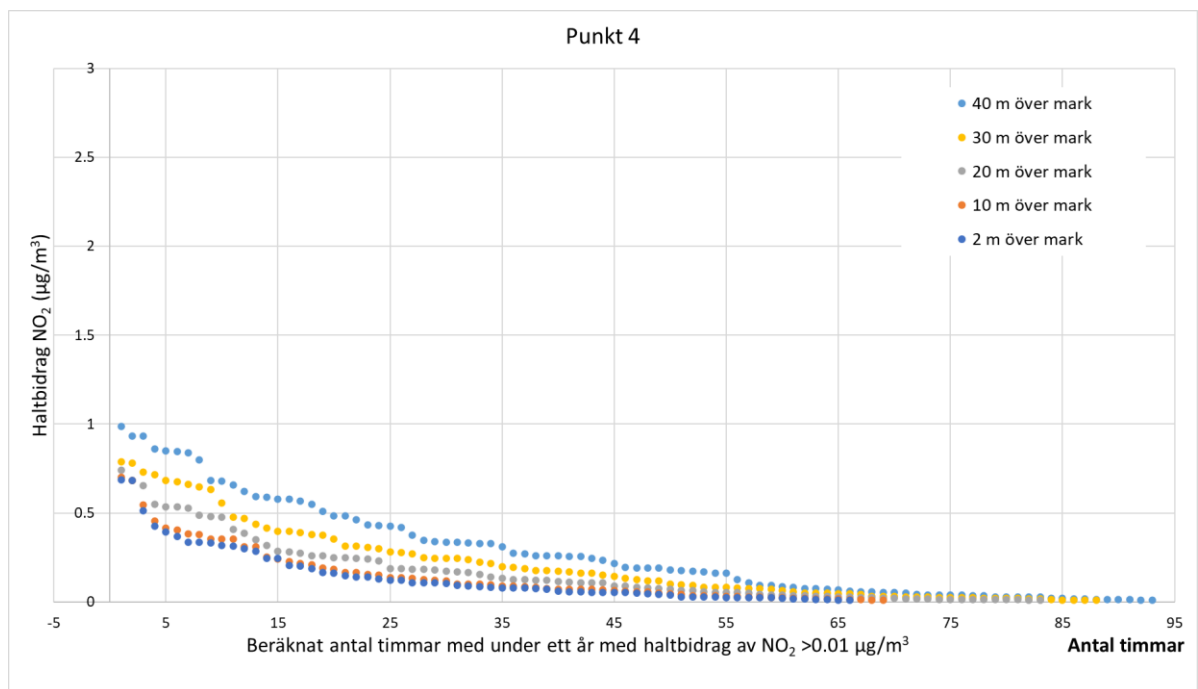
Tabell 8. Beräknat antal timmar på ett år där beräkningarna visar att NO₂ och PM10 från rökgaserna från Vilundaverket i normala driftläget kan förekomma vid de olika receptorpunkterna i marknivå (2 m ovan mark) och i taknivå för de högsta husen (30 m ovan mark).

Receptorpunkt	Antal timmar med halt över 0 µg/m ³	Andel av timmar på ett år med halt över 0 µg/m ³ (%)	Andel av timmar med halt över 0 µg/m ³ under januari då verket är i drift (%)
NO₂/PM10			
Punkt 1, 2 m ovan mark	61	<1	8
Punkt 1, 30 m ovan mark	121	1	16
Punkt 2, 2 m ovan mark	21	<1	3
Punkt 2, 30 m ovan mark	122	1	16
Punkt 3, 2 m ovan mark	25	<1	3
Punkt 3, 30 m ovan mark	106	1	14
Punkt 4, 2 m ovan mark	147	2	20
Punkt 4, 30 m ovan mark	149	2	20
Punkt 5, 2 m ovan mark	138	2	19
Punkt 5, 30 m ovan mark	139	2	19

Figur 7 och Figur 8 visar antalet timmar som timmedelvärdet av NO₂ beräknas vara större än 0,01 µg/m³ i receptorpunkt 3, punkten för högsta timmedelvärdet i taknivå för de högsta husen, och punkt 4, punkten för högsta timmedelvärdet i marknivå. Antalet timmar då haltbidraget är större än 0,01 är få i normala driftläget och samtliga timmedelvärden är långt under gränsvärdena för miljö kvalitetsnormens och miljö kvalitetsmålet. Det beräknade haltbidraget av PM10 är mycket nära 0 µg/m³ samtliga timmar i verkets normala driftläge.



Figur 7. Haltbidrag från Vilundaverket vid receptorpunkt 3, närmaste huset i förhärskande vindriktning för verkets normala driftläge. Figuren visar antal timmar under ett normalår då haltbidraget beräknas vara större än $0,01 \mu\text{g}/\text{m}^3$ på 2, 10, 21, 30 och 40 meters höjd ovan mark.



Figur 8. Haltbidrag från Vilundaverket vid receptorpunkt 4, plats för planerad förskola i verkets normala driftläge. Figuren visar antal timmar under ett normalår då haltbidraget beräknas vara större än $0,01 \mu\text{g}/\text{m}^3$ på 2, 10, 21, 30 och 40 meters höjd ovan mark.

Worst case

Platsen för maximalhalt i marknivå återfinns ca 500 m öster om Vilundaverkets skorsten. Tabell 9 redovisar antalet timmar under ett år som haltbidraget överskrider $0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ både i marknivå och på 30 m höjd på den platsen där haltbidraget från Vilundaverket i marknivå är som högst. Vidare redovisas timmedelvärdet för den 176:e högsta timmen och 8:e högsta dygnet för NO_2 och 36:e högsta dygnet för PM_{10} .

Tabell 9. Beräknat antal timmar i marknivå och 30 m ovan mark på ett år där beräkningarna visar att NO_2 och PM_{10} från rökgaserna från Vilundaverket kan förekomma vid punkten för maximal halt i marknivå. Tabellen visar även beräknat haltbidrag av NO_2 och PM_{10} under 176:e högsta timmen och 8:e högsta dygnet för NO_2 och under 36:e högsta dygnet för PM_{10} .

Värsta punkten i marknivå	Antal timmar med haltbidrag över $0 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Haltbidrag NO_2		Haltbidrag PM_{10}
		176:e högsta timmen	8:e högsta dygnet	36:e högsta dygnet
	$\text{NO}_2/\text{PM}_{10}$			
2 m ovan mark	3172 st (36 % av årets timmar)	22,0	13,2	0,3
30 m ovan mark	3356 st (38 % av årets timmar)	28,9	16,6	0,4

Tabell 10 redovisar antalet timmar under ett år som haltbidraget överskrider $0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vid receptorpunkterna i planområdet i marknivå (2 m ovan mark) och på höjden för de högsta husen inom planområdet (30 m ovan mark). Haltbidrag från Vilundaverket vid de olika receptorpunkterna förekommer 3–30 % av årets timmar i marknivå samt 15–30 % av årets timmar på en höjd som motsvarar de högsta husen inom planområdet.

Tabell 10. Beräknat antal timmar på ett år där beräkningarna visar att NO_2 och PM_{10} från rökgaserna från Vilundaverket kan förekomma vid de olika receptorpunkterna i marknivå (2 m ovan mark) och i taknivå för de högsta husen (30 m ovan mark).

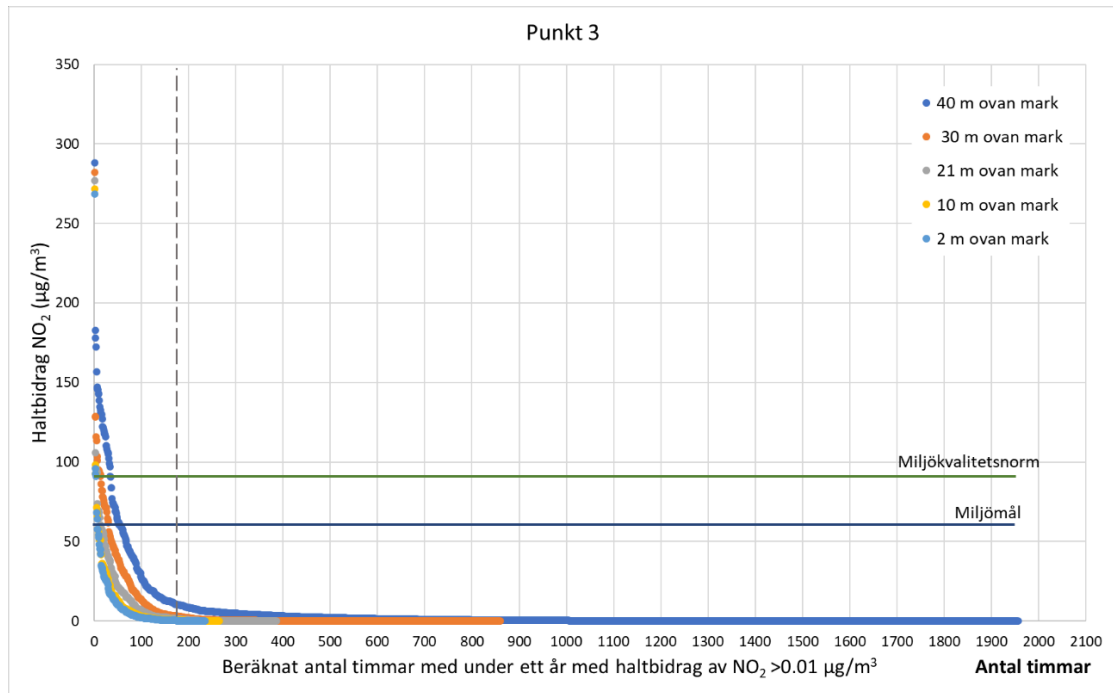
Receptorpunkt	Antal timmar med haltbidrag över $0 \mu\text{g}/\text{m}^3$		Andel av årets timmar med haltbidrag över $0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (%)
	NO_2	PM_{10}	
Punkt 1, 2 m ovan mark	544	545	6
Punkt 1, 30 m ovan mark	1762	1771	20
Punkt 2, 2 m ovan mark	364	365	4
Punkt 2, 30 m ovan mark	1555	1556	18
Punkt 3, 2 m ovan mark	282	282	3
Punkt 3, 30 m ovan mark	1303	1304	15
Punkt 4, 2 m ovan mark	2494	2495	28
Punkt 4, 30 m ovan mark	2665	2666	30
Punkt 5, 2 m ovan mark	2380	2381	27
Punkt 5, 30 m ovan mark	2478	2479	28

Tabell 11 redovisar timmedelvärdet för den 176:e högsta timmen och 8:e högsta dygnet för NO₂ och 36:e högsta dygnet för PM10 vid receptorpunkterna i planområdet i marknivå (2 m ovan mark) och 30 m ovan mark. Beräkningarna visar att haltbidraget i marknivå är generellt mycket lågt i receptorpunkt 1–3 och något högre i punkt 4 och 5, detta gäller både för PM0 och NO₂. PM10-halterna är generellt mycket låga medan timmedelhalterna av NO₂ är relativt höga vid enstaka tillfällen. Haltbidraget är större 30 m ovan mark jämfört med vid marknivå.

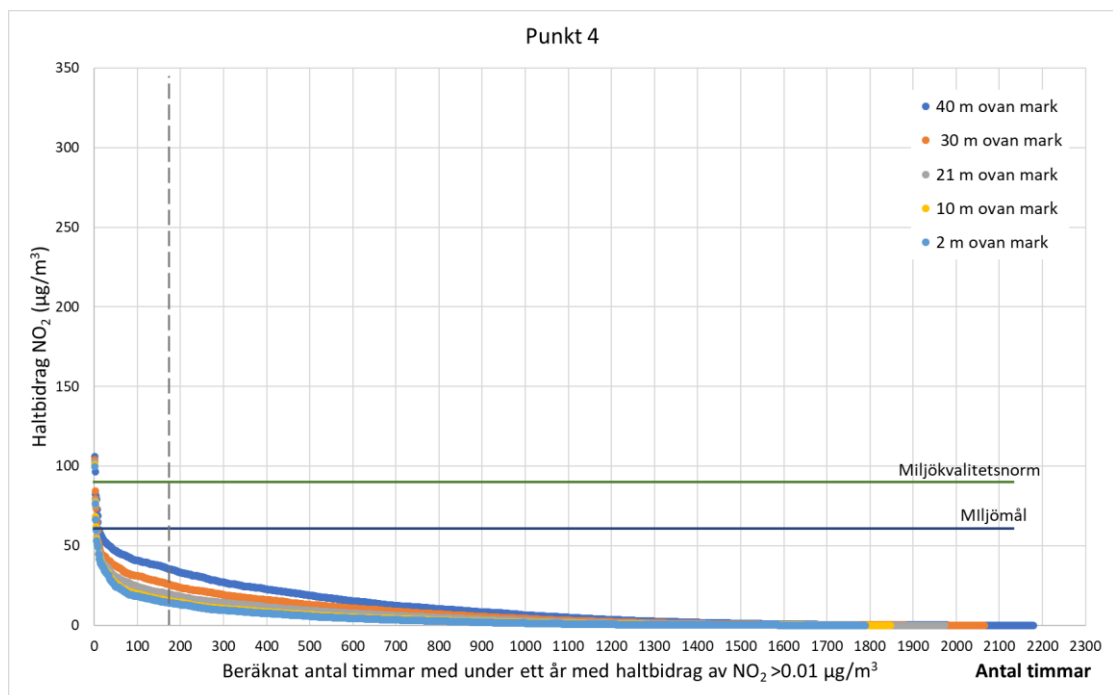
Tabell 11. Beräknat haltbidrag av NO₂ och PM10 från rökgaserna från Vilundaverket under 176:e högsta timmen och 8:e högsta dygnet för NO₂ samt under 36:e högsta dygnet för PM10 vid de olika receptorpunkterna i 2 m ovan mark samt taknivå för de högsta husen.

Receptorpunkter inom planområdet	Haltbidrag NO ₂		Haltbidrag PM10
	176:e högsta timmen	8:e högsta dygnet	36:e högsta dygnet
Punkt 1, 2 m ovan mark	0,07	3,2	0,04
Punkt 1, 30 m ovan mark	3,0	4,5	0,09
Punkt 2, 2 m ovan mark	0,01	2,3	0,03
Punkt 2, 30 m ovan mark	0,9	6,0	0,12
Punkt 3, 2 m ovan mark	0,3	2,7	0,04
Punkt 3, 30 m ovan mark	3,1	5,7	0,13
Punkt 4, 2 m ovan mark	13,9	7,0	0,2
Punkt 4, 30 m ovan mark	25,5	13,2	0,37
Punkt 5, 2 m ovan mark	17,8	10,0	0,2
Punkt 5, 30 m ovan mark	22,3	12,5	0,31

Figur 9 och Figur 10 visar antalet timmar som timmedelvärdet beräknas vara större än 0,01 µg/m³ i receptorpunkt 3, som representerar punkten för högsta timmedelvärdet i taknivå för de högsta husen, och punkt 4, som är platsen för högsta timmedelvärdet i marknivå. I figurerna är miljö kvalitetsnormens och miljömålets gränsvärden utmärkta. För att miljö kvalitetsnormens och miljömålet ska klaras får gränsvärden, 90 respektive 60 µg/m³, inte överskridas fler än 175 timmar på ett år. Antalet timmar med värden över 90 respektive 60 µg/m³ är få både i marknivå och på högre höjder vilket speglar de redovisade halterna för 176:e timmen i Tabell 11. Antalet timmar över 200 µg/m³ i receptorpunkt 3 är klart färre än 18 st, vilket är gränsvärdet för miljö kvalitetsnormen.

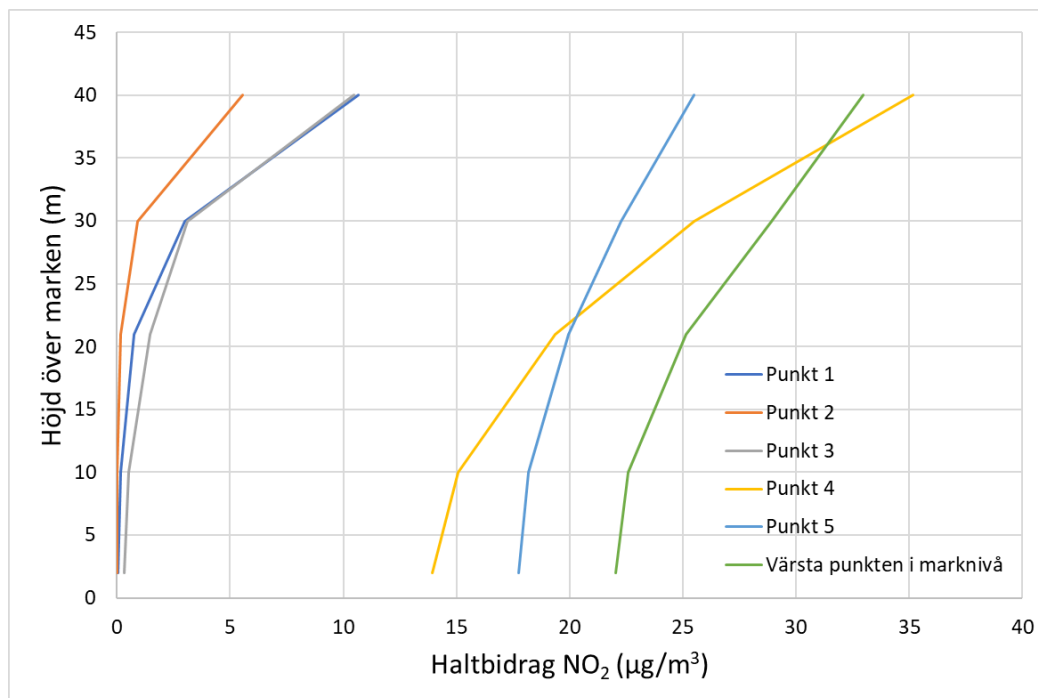


Figur 9. Hållbidrag från Vilundaverket vid receptorpunkt 3, närmaste huset i förhållande vindriktning i worst case scenariot. Figuren visar antal timmar under ett normalår då hållbidraget beräknas vara större än $0,01 \mu\text{g}/\text{m}^3$ på 2, 10, 21, 30 och 40 m höjd ovan mark. Gränsvärdena för miljö kvalitetsnorm samt miljömål för timme, 90 resp. $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$, är markerade med grön resp. blå linje. Hållbidraget räknat som 176:e värsta timmen (timnorm) kan läsas av där den streckade linjen skär kurvan för hållbidrag (motsvarar värde redovisat i tabell 11).



Figur 10. Hållbidrag från Vilundaverket vid receptorpunkt 4, plats för planerad förskola i worst case scenariot. Figuren visar antal timmar under ett normalår då hållbidraget beräknas vara större än $0,01 \mu\text{g}/\text{m}^3$ på 2, 10, 21, 30 och 40 m höjd ovan mark. Gränsvärdena för miljö kvalitetsnorm samt miljömål för timme, 90 resp. $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$, är markerade med grön resp. blå linje. Hållbidraget räknat som 176:e värsta timmen (timnorm) kan läsas av där den streckade linjen skär kurvan för hållbidrag (motsvarar värde redovisat i tabell 11).

Figur 11 visar beräknat haltbidrag av NO₂ på höjd 2–40 m över marken i receptorpunkt 1–5. Figuren redovisar 176:e värsta timmedelvärdet på ett år, vilket motsvarar miljökvalitetsnormen för timme. Nära marknivå är haltbidraget mycket nära noll för receptorpunkt 1–3, i punkt 4 och 5 beräknas haltbidraget i marknivå vara omkring 15 µg/m³. Haltbidraget ökar med höjden i samtliga receptorpunkter. Precisa värden 2 meter respektive 30 meter ovan mark redovisas även i tabell 11.

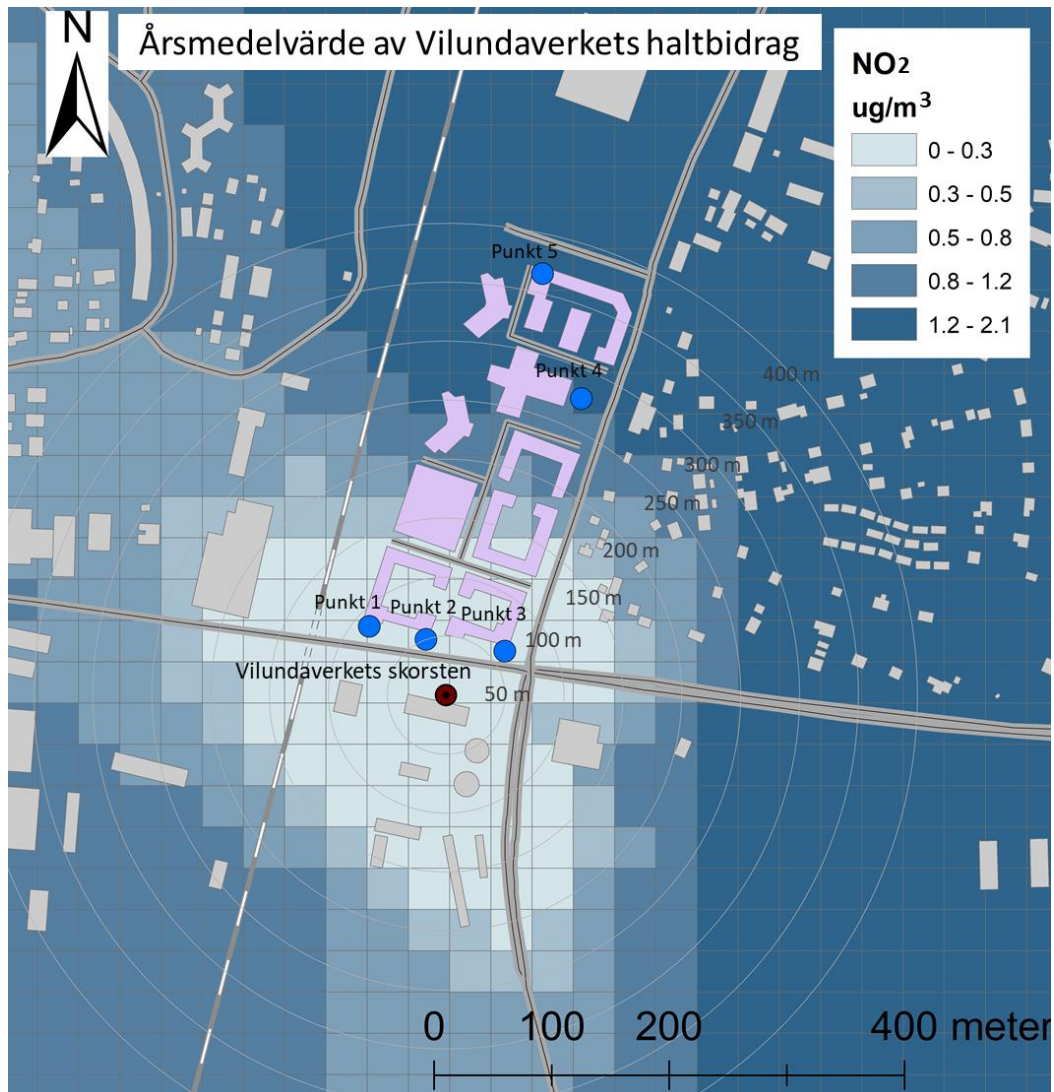


Figur 11. Beräknat haltbidrag som timmedelhalter av NO₂ på 2–40 m över marken för de olika receptorpunkterna i planområdet samt för värsta punkten i marknivå (ca 500 m väst om skorstenen). I figuren visas 176:e värsta timmedelvärdet under året, vilket motsvarar miljökvalitetsnormen för timme, gränsvärdet som ej får överskridas är 90 µg/m³.

Figur 12 visar Vilundaverkets haltbidrag som årsmedelvärde i marknivå. Generellt kan man säga att ju längre avståndet mellan en byggnad och en skorsten är desto bättre är det eftersom rökgaserna från skorstenen späds mer och mer med omgivningsluften ju längre avståndet till skorstenen är. Det kompliceras dock lite av att utsläppet sker på hög höjd, som ökar ytterligare när det sker ett så kallat plymlyft när de varma rökgaserna släpps ut i den kallare omgivningsluften. Plymlyftet gör att den högsta halten oftast blir på en något högre höjd än skorstenen. Den höga utsläppshöjden gör att det tar längre tid för rökgaserna att sjunka till marken vilket i sin tur gör halten i marknivå nära skorstenen generellt blir låg eftersom rökgaserna hinner färdas med omgivningsluften som ständigt är i rörelse. Däremot kan extremvärdena bli höga nära skorstenen vid de få tillfällen då plymlyftet blir litet, vilket kan ske av olika anledningar både meteorologiska och beroende på temperatur och hastighet på rökgaserna.

Detta kan ses i beräkningsresultatet då halterna i marknivå generellt är mycket låg vid receptorpunkterna 1–3 som ligger nära skorstenen och högre vid punkt 4 och 5 som ligger längre bort, se Figur 11. Däremot är extremvärdena, särskild på högre höjd ovan mark, högst för receptorpunkterna 3 som ligger närmast skorstenen i förhärskande vindriktning

jämfört med punkt 4 som också ligger i förhärskande vindriktning men längre bort från skorstenen, se Figur 9 och Figur 10.



Figur 12. Årsmedelvärde av Vilundaverkets haltbidrag i marknivå i worst case scenariot. Receptorpunkterna är blå punkter och Vilundaverkets är röd. Den blå bakgrundsfärgen illustrerar spridningen av Vilundaverkets rökgaser, ju mörkare färg desto större är haltbidraget.

Slutsatser

Beräkningarna visar att Vilundaverkets haltbidrag av NO₂ och PM10 inte riskerar leda till att miljökvalitetsnormen överskrids, varken vid normaldrift eller vid ett worst case. Detsamma bedöms gälla för haltbidraget av svaveldioxid eftersom utsläppen av det är än lägre än utsläppen av kväveoxider.

Beräknade totala luftföroreningshalter av PM10 och NO₂ i marknivå domineras inom planområdet av haltbidrag orsakade av utsläpp från trafiken på närliggande vägar.

I normala driftläget är haltbidraget av både NO₂ och PM10 från Vilundaverket mycket litet, både i marknivå och på 30–40 meters höjd, eftersom det bara är i drift en månad per år.

I worst case scenariot beräknas haltbidraget av PM10 generellt vara litet. Haltbidraget av NO₂ beräknas vara litet i marknivå för receptorpunkt 1–3 men det beräknas vara något högre i marknivå i receptorpunkt 4 och 5. Däremot kan extremvärdena bli höga vid den planerade bebyggelsen i området närmast skorstenen vid de få tillfällen då plymlyftet blir litet, vilket kan ske av olika anledningar både meteorologiska och beroende på temperatur och hastighet på rökgaserna.

I taknivå vid de högsta husen i planområdet är haltbidraget från Vilundaverket något högre än i marknivå vid samtliga receptorpunkter. Eftersom haltbidraget från Vilundaverket ökar med höjden är det positivt att planerade byggnaders högsta höjd ligger betydligt lägre än skorstenens mynning.

Beroende på väder och vindförhållanden kan haltbidraget från Vilundaverket bli förhöjt även i marknivå under mycket korta perioder och ge upphov till högre halter än beräknade timmedelhalter. För sådana kortvariga toppar finns dock inga gränsvärden att jämföra med.

Beräkningarna gäller bara koncentration av NO₂ och PM10 och har inte koppling till lukt eller synlig rökgasplym.

Osäkerheter i beräkningarna

Modellberäkningar av luftföroreningshalter innehåller osäkerheter. För att säkerställa kvaliteten i beräkningarna jämförs beräknade halter med mätningar på en rad platser. Baserat på dessa jämförelser justeras de beräknade halterna så att bästa möjliga överensstämmelse kan erhållas. Det finns dock inga krav fastställda vad gäller kvaliteten på beräkningar av framtida halter vid olika planer och tillståndsärenden. Däremot finns krav på beräkningar för kontroll av miljökvalitetsnormer och enligt Naturvårdsverkets föreskrifter om kontroll av luftkvalitet (NFS 2019:9) ska avvikelserna i beräknade årsmedelvärden för NO₂ vara mindre än 30 % och för dygnsmedelvärden ska den vara mindre än 50 %. För PM10 ska avvikelserna vara mindre än 50 % för årsmedelvärden (krav för dygnsmedelvärden saknas).

I rapporten SLB 11:2017 [28] presenteras beräkningsmetoderna som används av SLB-analys vid konsekvensberäkningar i samband med planer och tillståndsärenden. Rapporten redovisar också vilka osäkerheter som finns i beräkningarna samt jämförelser mellan uppmätta halter och beräknade halter efter att korrektion genomförts. Sammanfattningsvis konstateras att de genomsnittliga avvikelserna efter justeringar både för PM10 och NO₂ är mindre än 10 % från uppmätta halter, vilket betyder att kvalitetskraven på beräkningar för kontroll av miljökvalitetsnormer uppfylls med god marginal.

För beräkningar av halterna i framtida scenarier (planer och tillståndsärenden) appliceras samma korrigeringar av de beräknade halterna som erhållits från jämförelserna med mätdata. Därför blir osäkerheterna i framtidsscenarierna i hög grad beroende av förutsättningarna som scenariot baseras på, t ex förväntade framtida trafikflöden och prognosticerad användning av bränslen, motorer och däck. För de totala halterna i framtidsscenarier bidrar också bakgrundshalternas utveckling till osäkerheterna. SLB-analys antar oförändrade bakgrundshalter.

Referenser

1. Kontoret för samhällsbyggnad, Upplands Väsby kommun
2. Produktion Nordvästra, Stockholm Exergi
3. Vilundaverket, Miljörapport 2018. Stockholm Exergi
4. Miljökvalitetsnormer för luft, En vägledning för detaljplaneläggning med hänsyn till luftkvalitet. Länsstyrelsen i Stockholms län 2005.
5. Airviro Dispersion:
<https://www.airviro.com/airviro/modules/dispersion/dispersion-1.6846>
6. Luftföroreningar i Östra Sveriges Luftvårdsförbund. Utsläppsdata för år 2015. Östra Sveriges Luftvårdsförbund, LVF-rapport 2018:23.
7. Luften i Stockholm. Årsrapport 2016, SLB-rapport 1:2017
8. HBEFA-modellen, <http://www.hbefa.net/e/index.html>
9. Bringfeldt, B, Backström, H, Kindell, S., Omstedt, G., Persson, C., och Ullerstig, A., Calculations of PM-10 concentrations in Swedish cities – Modelling of inhalable particles. SMHI RMK No. 76, 1997.
10. Användning av dubbdäck i Stockholms innerstad år 2018/2019 – Dubbdäcksandelar räknade på rullande trafik, SLB-rapport 19:2019.
11. Undersökning av däcktyp i Sverige – vintern 2019 (januari–mars). Trafikverket, publikation 2019:146.
12. Förordning om miljökvalitetsnormer för utomhusluft, Luftkvalitetsförordning (2010:477). Miljödepartementet 2010, SFS 2010:477.
13. Luften i Stockholm. Årsrapport 2019, SLB-analys, SLB-rapport 02:2020.
14. Kartläggning av bensenhalter i Stockholm- och Uppsala län. Jämförelse med miljökvalitetsnormer. Stockholms och Uppsala läns Luftvårdsförbund. LVF-rapport 2004:14.
15. Kartläggning av bens(a)pyren-halter i Stockholms- och Uppsala län samt Gävle kommun. Jämförelse med miljökvalitetsnormer. Stockholms och Uppsala läns Luftvårdsförbund. LVF-rapport 2009:5.
16. Kartläggning av arsenik-, kadmium- och nickelhalter i Stockholm och Uppsala län samt Gävle och Sandvikens kommun. Jämförelse med miljökvalitetsnormer, Stockholms och Uppsala läns Luftvårdsförbund. LVF-rapport 2008:25.
17. Kartläggning av PM_{2,5}-halter i Stockholms- och Uppsala län samt Gävle kommun och Sandvikens tätort. Jämförelser med miljökvalitetsnorm. Stockholms och Uppsala läns Luftvårdsförbund. LVF-rapport 2010:23..
18. Kartläggning av luftföroreningshalter i Stockholms och Uppsala län samt Gävle och Sandvikens kommun. Spridningsberäkningar för halten av partiklar (PM₁₀) och kvävedioxid (NO₂) år 2015 LVF-rapport 2016:32.
19. Miljökvalitetmål: <http://www.sverigesmiljomal.se/>
20. Hälsoeffekter av partiklar. Stockholms och Uppsala läns Luftvårdsförbund. LVF- rapport 2007:14.

21. Miljöhälsorapport 2013, Institutet för Miljömedicin, Karolinska Institutet, ISBN 978-91-637-3031-3, Elanders, Mölnlycke, Sverige, april 2013.
22. World Health Organization (WHO), Air quality and Health, Fact sheet no 313, September 2011, <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/en/>
23. World Health Organization (WHO), Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide, Global update 2005 - Summary of risk assessment, WHO Press, World Health Organization, Geneva, Switzerland, 2006.
24. Exposure - Comparison between measurements and calculations based on dispersion modelling (EXPOSE), Stockholms och Uppsala läns Luftvårdsförbund, 2006. LVF rapport 2006:12.
25. Åtgärdsprogram för kvävedioxid och partiklar i Stockholms län, Rapport 2012:34, Länsstyrelsen i Stockholms län.
26. Denby, B.R., Sundvor, I., Johansson, C., Pirjola, L., Ketzler, K., Norman, M., Kupiainen, K., Gustafsson, M., Blomqvist, G., och Omstedt, G. A coupled road dust and surface moisture model to predict non-exhaust road traffic induced particle emissions (NORTRIP). Part 1: Road dust loading and suspension modelling. *Atmospheric Environment* 77:283-300, 2013.
27. Denby, B.R., Sundvor, I., Johansson, C., Pirjola, L., Ketzler, K., Norman, M., Kupiainen, K., Gustafsson, M., Blomqvist, G., Kauhaniemi, M., och Omstedt, G. A coupled road dust and surface moisture model to predict non-exhaust road traffic induced particle emissions (NORTRIP). Part 2: Surface moisture and salt impact modelling. *Atmospheric Environment* 81:485-503, 2013.
28. Luftkvalitetsberäkningar för kontroll av miljökvalitetsnormer – Modeller, emissionsdata, osäkerheter och jämförelser med mätningar. SLB-rapport 11:2017.

SLB-analys, Miljöförvaltningen i Stockholm.
Tekniska nämndhuset, Fleminggatan 4.
Box 8136, 104 20 Stockholm.
www.slb.nu

