

FÖRDJUPAD LUFTUTREDNING VID HOLTERMANSKA SJUKHUSET

2020-11-18



FÖRDJUPAD LUFTUTREDNING VID HOLTERMANSKA SJUKHUSET

KUND

Göteborgs stad - Stadsbyggnadskontoret N300

KONSULT

WSP Environmental Sverige

Box 13033

WSP Sverige AB

402 51 Göteborg

Besök: Ullevigatan 19

Tel: +46 10 7225000

wsp.com

KONTAKTPERSONER

Lin Tang

lin.tang@wsp.com

+46 10 722 74 69

FÖRFATTARE

Lin Tang, David Gombrii

UPPDRAGSNAMN

Fördjupad luftutredning vid
Holtermanska sjukhuset

UPPDRAGSNUMMER

10310456

DATUM

2020-11-10

ÄNDRINGSDATUM

2020-11-18

Granskad av

David Gombrii

Godkänd av

Fredrik Stenmark

INNEHÅLL

SAMMANFATTNING	4
1. INTRODUKTION OCH SYFTE	5
2. BAKGRUND	5
2.1. OMRÅDESBESKRIVNING	5
2.2. BEDÖMNINGSGRUNDER	6
3. METOD	7
3.1. BERÄKNINGSSCENARIER	7
3.2. TRAFIKDATA FÖR 2025	8
3.3. EMISSIONER	8
3.4. URBAN BAKGRUNDSHALT	9
3.5. HALTBIDRAG FRÅN VÄRMCENTRALEN VID CHALMERS	9
3.6. SPRIDNINGSMODELLERING	10
3.6.1. Spridningsmodell	10
3.6.2. Meteorologiskt typår	10
3.6.3. Topografi	11
3.6.4. NO _x -NO ₂ omvandling	12
4. RESULTAT	12
4.1. MODELLVALIDERING	12
4.2. NOLLALTERNATIV	12
4.2.1. Halter av NO ₂	12
4.2.2. Halter av PM ₁₀	14
4.3. UTBYGGNAD	16
4.3.1. Halter av NO ₂	16
4.3.2. Halter av PM ₁₀	19
5. DISKUSSION OCH SLUTSATSER	22
REFERENSLISTA	23
BILAGA 1 TAPM-MODELLEN	24
BILAGA 2 METEOROLOGISKT TYPÅR	25
BILAGA 3 BESKRIVNING MISKAM-MODELLEN	26

SAMMANFATTNING

På uppdrag av Göteborg stad har WSP utfört spridningsberäkningar avseende luftutredning för detaljplan för bostäder och lokaler vid f.d. Holtermanska sjukhuset. Planområdet ligger nära trafikerade vägar och utsläpp från trafik antas vara den största källan till luftföroreningar. Syftet med uppdraget är att utreda luftkvaliteten för befintliga förhållanden, samt hur planerad utbyggnad kommer att påverka luftkvaliteten. Utredningen utförs för två scenarier:

- "Nollalternativ": utan tillkommande bebyggelse för år 2025;
- "Utbyggnad": med tillkommande bebyggelse för år 2025.

Vid beräkningar av emissioner tas hänsyn till såväl trafikmängd, typ av fordonsflotta, hastighet, andel dubbdäck, samt tidsmässig fördelning av emissioner. Partikelemissioner inkluderar både avgasemissioner och slitagepartiklar från vägbanan. Baserat på emissionsfaktorer, topografi, tillkommande bebyggelse, utförs en både rums- och tidsmässigt högupplöst spridningsberäkning med MISKAM för planområdet under ett meteorologiskt typår. Bidragen från Chalmers kraftcentralen har beaktats.

För scenario Nollalternativ har beräkningar gjorts utan tillkommande bebyggelse, men hänsyn har tagits till topografins inverkan på halterna av luftföroreningar. Vad gäller NO₂ klaras MKN sett till såväl årsmedelvärde, som dygns- och timmedelvärde vid hela planområdet. För PM₁₀ klaras MKN både sett till års- och dygnsmedelvärde vid stor del av planområdet, men MKN överskrider upp till 10–20 meter inom västra delen av planområdet nära Guldhedsgatan.

För scenario Utbyggnad tar beräkningar hänsyn till såväl topografins som den tillkommande bebyggelsens påverkan på situationen av luftföroreningar i området och dess närområde. För års-, dygns- och timmedelvärdet av NO₂, klaras MKN i hela planområdet och miljömålet vid stor del av planområdet för scenario Utbyggnad. För årsmedelvärde och 90-percentilen av dygnsmedelvärdet av PM₁₀ klaras MKN vid stora delar av planområdet men överskrider av MKN runt vägbanan, befintlig cykelbana och de västra delarna av planområdet. Jämfört med Nollalternativ, spridning av luftföroreningar begränsas mellan tillkommande bebyggelse och det höga berget väst om planområdet.

1. INTRODUKTION OCH SYFTE

Göteborgs stad håller på att ta fram en detaljplan för bostäder och lokaler vid f.d. Holtermanska sjukhuset. Planområdet ligger nära trafikerade vägar såsom Achebergsgatan och Guldhedsgatan, vid hållplatsen Chalmers. Utsläpp från trafik bedöms vara den största källan till luftföroreningar vid planområdet. För övrigt ligger värmecentralen vid Chalmers cirka 250 meter sydöst om planområdet, vilket kan bidra med luftföroreningar.

Syftet med uppdraget är att utreda luftkvaliteten för befintliga förhållanden, samt hur planerad utbyggnad kommer att påverka luftkvaliteten.

2. BAKGRUND

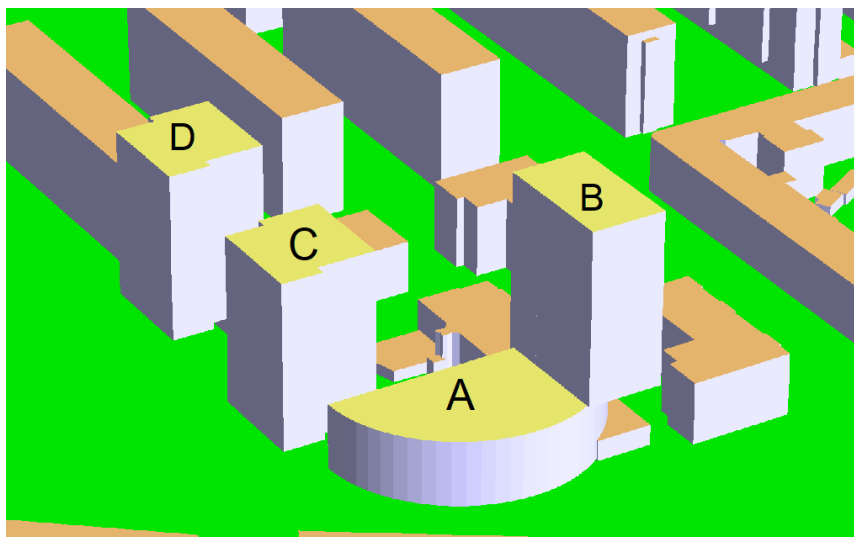
2.1. OMRÅDESBESKRIVNING

Detaljplanen avser att möjliggöra byggnation av studentbostäder, gästforskarbostäder och centrumverksamhet samtidigt som befintliga kulturhistoriskt värdefulla byggnader ska bevaras, se Figur 1.



Figur 1 Översiktligt bild med planområdets ungefärliga läge och illustration över möjlig utbyggnad av planområdet. Blå byggnader visar planerade bostäder och verksamheter.

Figur 2 visar även 3-D bild av tillkommande byggnad A-D. Byggnad A med takterrass innehåller endast verksamhetslokaler, och byggnad B, C och D innehåller bostäder. I befintliga byggnader möjliggörs för bostäder och verksamheter.



Figur 2 3D bild av tillkommande byggnad A med terrasser (13–16 meter ovan mark), B (48 meter ovan mark), C och D (33–35 meter ovan mark).

2.2. BEDÖMNINGSGRUNDER

Miljökvalitetsnormer (MKN) sammanfattas som en bindande gräns för ett miljötillstånd som ska följas eller eftersträvas vid eller efter en viss tidpunkt (Luftguiden, 2019). MKN för utomhusluft, som har sitt ursprung i EU:s regelverk, är antingen normer som inte får överskridas eller normer som inte bör överskridas eller som bör eftersträvas. MKN syftar till att säkerställa en godtagbar omgivning med avseende på människans hälsa och växtlighet. För närvarande finns miljökvalitetsnormer för bland annat kvävedioxid, kväveoxid, partiklar (PM₁₀ och PM_{2,5}), bensen, kolmonoxid, svaveldioxid, ozon, arsenik, bly, kadmium och nickel. I urban miljö är framförallt kvävedioxid och partiklar relevanta att undersöka. Gällande MKN för NO₂ och PM₁₀ i utomhusluft redovisas i Tabell 1. För dygns- och timmedelvärdena medges ett antal överskridanden av gränsvärdesnivån per år, de anges som percentiler.

Det svenska miljöarbetet styrs även av miljömålssystemet, som omfattar ett generationsmål, sexton miljökvalitetsmål och tjugofyra etappmål. Generationsmålet anger inriktningen för den samhällsomställning som behöver ske inom en generation för att miljökvalitetsmålen ska nås. Miljökvalitetsmålen beskriver det tillstånd i den svenska miljön som miljöarbetet ska leda till. Det finns även preciseringar av miljökvalitetsmålen. Preciseringarna förtydligar målen och används i det löpande uppföljningsarbetet av målen. Ett av de sexton miljökvalitetsmålen, "Frisk luft", berör direkt halter i luft av olika föroreningar. Miljökvalitetsmålet Frisk luft definieras enligt följande: "Luften ska vara så ren att människors hälsa samt djur, växter och kulturvärden inte skadas". För miljökvalitetsmålet Frisk luft finns preciseringar i form av halter av luftföroreningar som inte ska överskridas, se Tabell 1 för preciseringar för NO₂ och PM₁₀. Miljökvalitetsmålen ska nås senast år 2020.

Göteborgs stad har även implementerat tolv lokala miljökvalitetsmål. Målet Frisk luft syftar till att luften i Göteborg ska vara så ren att den inte skadar människors hälsa eller ger upphov till återkommande besvär. För att nå målet har även flera delmål satts upp. Delmålet Halter av

partiklar syftar till att dygnsmedelvärdet för PM₁₀ ska underskrida 30 µg/m³ år 2020 samt att värdet får överskridas högst 37 dygn/år i marknivå (Tabell 1). Delmålet Halter av NO₂ syftar till att årsmedelvärdet för NO₂ ska underskrida 20 µg/m³ vid 95 procent av alla förskolor och skolor i Göteborg samt vid bostaden hos 95 procent av göteborgarna, senast år 2020 (Göteborgs stad).

Tabell 1 Miljökvalitetsnormer (MKN), miljökvalitetsmålets samt lokalt miljökvalitetsmål precisering för NO₂ (µg/m³) och PM₁₀ (µg/m³).

	MKN	Miljökvalitetsmål	Lokalt miljökvalitetsmål
NO ₂			
Årsmedelhalt (µg/m ³)	40	20	20
98-percentil för dygn (µg/m ³) *	60	-	-
98-percentil för timme (µg/m ³) **	90	60	-
PM ₁₀			
Årsmedelhalt (µg/m ³)	40	15	-
90,4-percentil för dygn (µg/m ³) ^	50	30	-
90-percentil för dygn (µg/m ³) ^^	-	-	30

* 98-percentil för dygn motsvarande antal tillåtna 7 dygns överskridande per kalenderår

** 98-percentil för timme motsvarande antal tillåtna 175 timmar överskridande per år. Förutsatt att föroreningsnivåer inte överstiger 200 µg/m³ under en timme mer än 18 gånger per kalenderår.

^ 90,4-percentil för dygn motsvarande antal tillåtna 35 dygns överskridande per kalenderår

^^ 90-percentil för dygn motsvarande antal tillåtna 37 dygns överskridande per kalenderår

3. METOD

För att beräkna påverkan av NO₂ och PM₁₀ har emissionsbestämning, modellvalidering, och spridningsberäkning för tre scenarier genomförts.

3.1. BERÄKNINGSSCENARIER

Emissions- och spridningsberäkningar har gjorts för nuläge framförallt för att validera modellen:

- Nuläge för årsmedelvärde av NO₂ och PM₁₀ för år 2018 (med typårsmeteorologi)

Med den validerade modellen har spridningsberäkning utförts för två scenarier:

- "Nollalternativ": utan tillkommande bebyggelse för år 2025
- "Utbyggnad ": med tillkommande bebyggelse för år 2025

3.2. TRAFIKDATA FÖR 2025

Trafikunderlag för nuläge samt utredningsalternativet med tillkommande trafik från utbyggnader för nuläge samt prognosår 2025 har tillhandahållits av Stadsbyggnadskontoret 2020-04-28 där trafik redovisas i "PM Trafikflöden Holtermansgatan". Trafikdata för vägarna som inkluderas i beräkningarna presenteras i Tabell 2. Kapellplatsen och Chalmerslinjen är trafikerad med buss 16, 158, 753, 55. Kartunderlag, omfattning av trafik och trafikdata samt ritning för planerad bebyggelse är baserad på avgränsning från Stadsbyggnadskontoret.

Tabell 2 Trafikinformation för vägtrafik och spårvagn för prognosår 2025.

No.	Källor	ÅDT	Andel lastbilar (%)	Andel buss (%)	Emissionsfaktor enligt HBEFA 4.1
1	Achebergsgatan söder om Läraregatan	9630	1,5	5,5	URB/Distr/50/Freeflow
2	Guldhedsgatan	11070	4,7	2,3	URB/Distr/50/ Freeflow
3	Landalagatan söder om Amund Grefwegatan	378	3	0	URB/Access/50/ Freeflow
4	Holtermansgatan	45	3	0	URB/Access/50/ Freeflow
5	Hållplats Chalmers	525	-	100	URB/Distr/40/St+Go
6	Spårvagn Chalmers linje/ Kapellplatsen linje	746/305			

Övriga information t.ex. digitalt höjdsatta kartunderlag, fastighetskarta samt väg- och spårlinjer bygger på digitalt kartmaterial från stadsbyggnadskontoret i Göteborgs stad tillhandahållet 2020-04-07. Strukturplan för planerad bebyggelse med byggnadsvolymer och angivna antal våningar har tillhandahållits från stadsbyggnadskontoret i Göteborgs stad 2020-04-14.

3.3. EMISSIONER

Emissionsfaktorerna av trafikavgaser för NO_x respektive PM₁₀ från trafiken har tagit från emissionsmodeller HBEFA (The Handbook Emission Factors for Road Transport) version 4.1. Huvudflödet på alla vägvägsnitt kring planområdet är "free flow" förutom, Chalmers hållplats "Stop/go" (Tabell 2). Trafikflödesvariationer som har använts för emissionsberäkningarna är baserade på index för genomfartstrafik och närtrafik (VTI 2005).

För att beräkna partikelbidraget från vägsplitage används modellen NORTRIP (Non-exhaust Road TRaffic Induced Particle emission modelling). För NORTRIP-beräkningarna har 45 % som genomsnittliga dubbdäcksandel använts, enligt Göteborgs stads miljöförvaltning.

Spårvagnar ger inga direkta utsläpp av avgaser, däremot så ger hjul och bromsar upphov till slitagepartiklar på samma sätt som för bilar och andra fordon. Den emissionsfaktor som använts för spårvagnar i denna utredning är 0,33 g/km per spårvagn (COWI 2020).

3.4. URBAN BAKGRUNDSHALT

För att en totalhalt av luftföroreningar i området ska kunna redovisas och utvärderas mot MKN och miljö kvalitetsmål har en lokal urban bakgrundshalt lagts till de beräknade lokala bidragen. Den lokala urbana bakgrundshalten beskriver bidraget av luftföroreningar från de utsläppskällor som inte finns med i beräkningen, så som industrier och vägar utanför beräkningsområdet. De lokala bakgrundshalterna av NO₂ har erhållits från Göteborgs stads miljöförvaltning. Bakgrundshalterna av PM₁₀ för Göteborg är inte tillgängligt, istället används samma halter som COWI använt i utredningen vid Frölunda Torg (COWI 2018). De bakgrundshalter som använts för beräkningarna visas i Tabell 3.

Tabell 3. Lokal urban bakgrundshalt vid Holtermansgatan som adderats till spridningsberäkningarnas haltkartor.

Förorening	Årsmedelvärde (µg/m ³)	98-percentil dygn (µg/m ³)	90-percentil dygn (µg/m ³)	98-percentil timme (µg/m ³)
NO ₂	18	44	-	56
PM ₁₀	14	-	20	-

3.5. HALTBIDRAG FRÅN VÄRMCENTRALEN VID CHALMERS

Omkring 250 meter sydost om planområdet ligger Chalmers värmecentral. Utsläpp från värmecentralen sker via två skorstenar med höjden 32 meter ovan mark. Detta kan påverka den lokala luftkvaliteten inom planområdet. SWECO (2016) har genomfört en luftutredning för Chalmers värmecentral. De högsta beräknade haltbidrag av NO₂ och PM₁₀ för timmedelvärde var 5–10 µg/m³ resp. 2–5 µg/m³ vid 30 meter höjd ovan mark vid planområdet. Haltbidrag av NO₂ och PM₁₀ från värmecentralen är inte tillgängligt vid 20 meter höjd och markplan (1,5–2,0 meter ovan mark) på planområdet. En grov uppskattning av haltbidrag vid 20 meter, baserad på Tabell 6 i SWECO 2016, presenteras i Tabell 4. Enligt en koncentrationsprofil över höjden från SWECO-rapporten minskar haltbidraget av NO₂ och PM₁₀ från Värmecentralen kraftigt från 30 meters höjd till 20 meters höjd och till markplan. Det uppskattade haltbidraget av NO₂ adderats till spridningsberäkningarnas haltkartor som 98-percentil timme.

Tabell 4. De högsta beräknade haltbidragen av NO₂ och PM₁₀ för timmedelvärde från Värmecentralen vid en byggnad 70 meter från skorsten beskrivet i SWECO rapport och planområdet 250 meter från skorsten på olika höjd.

Höjd ovan mark (m)	NO ₂ vid en byggnad 70 meter från skorsten (µg/m ³)	PM ₁₀ vid en byggnad 70 meter från skorsten (µg/m ³)	NO ₂ vid Planområdet 250 meter från skorsten (µg/m ³)	PM ₁₀ vid Planområdet 250 meter från skorsten (µg/m ³)
20 m	10	4	0,6–1,3*	0,2–0,5*
30 m	77	37	5–10	2–5

*uppskattat värde

3.6. SPRIDNINGSMODELLERING

3.6.1. Spridningsmodell

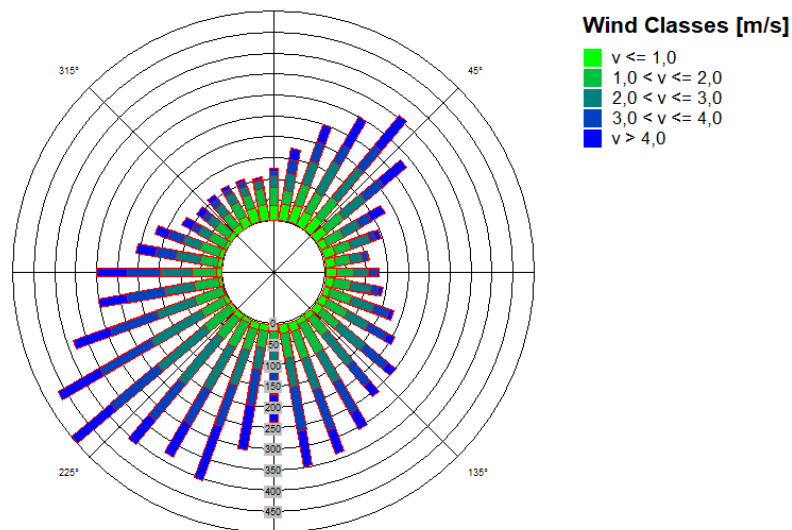
Spridningsberäkningarna är utförda med MISCAM (Microscale Climate and Dispersion Model), en tre-dimensionell CFD-Modelling (Computational Fluid Dynamic) för beräkning av spridning avseende luftföroreningar i mikroskala. MISCAM modell kan på ett tillförlitligt sätt simulera vindförhållandena, inklusive turbulens, så att man kan se hur de lokala förutsättningarna påverkar föroreningssituation för planerna och hur luftkvaliteten blir vid planerade bostäder, på takterrasser, grönytor och gaturum (se Bilaga 3).

Beräknade haltbidrag redovisas för en höjd 1,5–2,0 meter ovan mark för att representera andningshöjd och en höjd av 13–16 meter för takterrasser. Resultatet från modelleringen kan jämföras med riktvärden för att undersöka om det finns risk för överskridande i närheten av bostäder.

3.6.2. Meteorologiskt typår

För att kunna genomföra en bedömning av den generella haltnivån av luftföroreningar för närområdet, beräkningar utfördes för ett så kallat meteorologiskt typår. Ett typår är en sammansättning av månader från olika år som tillsammans bildar ett representativt år avseende typiska spridningsförutsättningar, se Bilaga 2 Meteorologiskt typår. Meteorologiska förhållandena i området vid anläggningen beräknades med modellen TAPM (The Air Pollution Model från CSIRO i Australien). Modellen beräknar det lokala vindfältet med hänsyn till topografi, markanvändning, havstemperatur samt luftens stabilitet mot bakgrund av den storskaliga meteorologin, se Bilaga 1 TAPM-modellen. För att öka noggrannheten assimilerades modellen med lokala vindförhållanden, uppmätta vindhastigheter och vindriktningar vid Göteborgs stads mätstation Femman med komplett vinddata, det vill säga modellen anpassades så att de meteorologiska förhållanden som råder på mätplatsen även återskapas i TAPM-modellen.

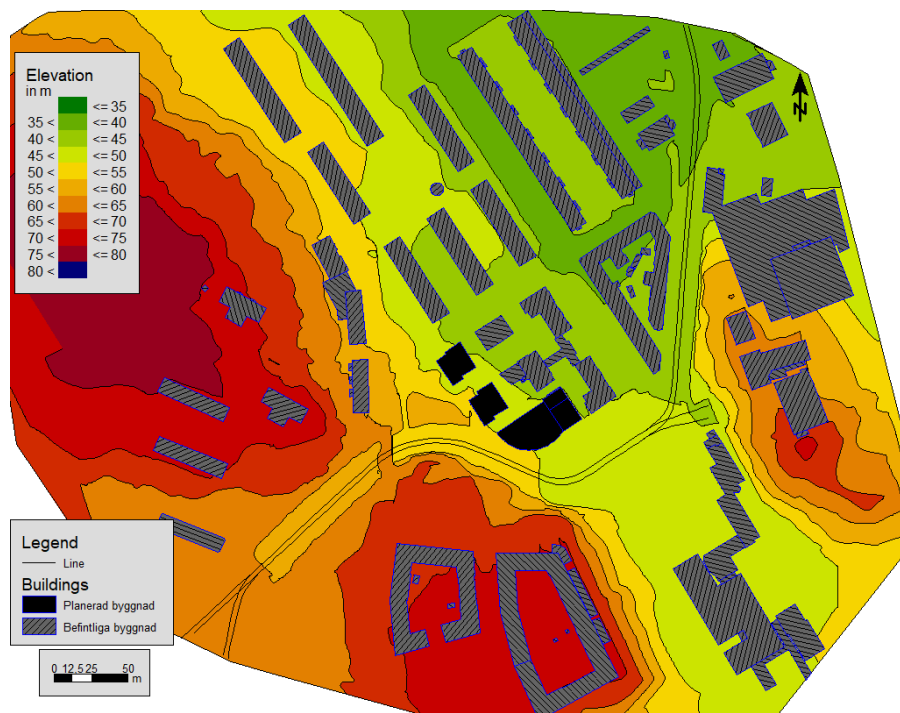
För det beräknade lokala meteorologiska typåret är de dominerande vindarna sydväst-västliga. De vanligaste vindhastigheterna är mellan 2 och 4 m/s (50 %), "låg vind" (vindhastigheter mindre än 1 m/s) 8 % och "hög vind" (vindhastigheter större än 4 m/s) 20%, se Figur 4.



Figur 4 Vindros under typår vid Holtermansgatan.

3.6.3. Topografi

De topografiska förutsättningarna kan påverka luftomblandningen och därmed halterna. Figur 5 redovisar kraftig variation i topografin (35–80 meter) kring planområdet. Högre berg över 70 meter ligger väster och söder om planområdet, vilket påverkar den lokala luftsituationen.



Figur 5 De topografiska förutsättningarna kring planområdet.

3.6.4. NO_x-NO₂ omvandling

I luften ingår NO_x i ett kemiskt reaktionsförlopp som benämnt NO₂:s fotolytiska cykel. Men sådan kemisk process ingår inte i MISKAM modellen. Därföre behövs omvandlad halt av NO₂ från beräknade NO_x halt. Det finns lite olika ekvationer för hur omvandlingen ska ske. I denna studie används en rent empiriskt framtagen ekvation utifrån data från mätstationer i Göteborg, enligt miljöförvaltningen.

4. RESULTAT

I detta avsnitt presenteras resultatet från beräkningarna i form av haltkartor för NO₂ och PM₁₀ för de två scenarierna. De beräknade totala halterna jämförs mot MKN och miljömål. Halterna på marknivå (1,5–2,0 meter ovan mark som representerar andningshöjden) för hela området redovisas. Dessutom redovisas halterna vid terrasserna närmast Guldenhedsgatan (ca. 13–16 meter ovan mark) i planområdet för Utbyggnadsscenariot.

4.1. MODELLVALIDERING

Det är alltid viktigt att noga kontrollera att modellens kvalitet är tillräcklig. Detta görs i modellvalideringen. Det finns inga uppmätta halter vid planområdet. En beräkningsmetod, Nomogram, utvecklad av SMHI (Valentin et al., 2004), har använts för att uppskatta lokala bidrag från gaturum. För NO₂ och PM₁₀ sker valideringen av beräknade årsmedelvärde för 2018 genom att de jämförs med uppskattade halter via Nomogram. Årsmedelvärde klarar med god marginal de kvalitetsmålen för osäkerhet vid beräkningar (75% för NO₂ och 100% för PM₁₀), enligt Luftguiden (2019). Den sammantagna bedömningen är att de modellerade årsmedelvärdena av NO₂ och PM₁₀ visar god överensstämmelse med uppskattade halter från Nomogram.

4.2. NOLLALTERNATIV

I detta avsnitt presenteras resultatet från beräkningarna i form av haltkartor för NO₂ och PM₁₀ för Nollalternativ utan tillkommande byggelse för år 2025. Hänsyn har tagits till topografins inverkan på halterna av luftföroreningar.

4.2.1. Halter av NO₂

Totala halter av NO₂ för scenario Nollalternativ som års- dygns- och timmedelvärde visas i Figur 4. För årsmedelvärdet av NO₂, klaras MKN (40 µg/m³) i hela planområdet. Halterna ligger mellan 18–26 µg/m³ vid planområdet. För 98-percentilen av dygn av NO₂ ligger halterna mellan 45–55 µg/m³ vid planområdet. Det ses halter som överskrider MKN (60 µg/m³) på Guldenhedsgatan, men överskridandet är begränsat och omfattar endast själva leden. För 98-percentilen av timmedelvärdet av NO₂ ses halter som överskrider MKN (90 µg/m³) på vägleden Guldenhedsgatan. Vid planområdet ligger halterna mellan 55–85 µg/m³.

Urbanbakgrund för årsmedelvärde och timpercentilen av NO₂ är 18 µg/m³ och 56 µg/m³ på planområdet respektive, vilket inte ger stor marginal till miljömålen (20 µg/m³ och 60 µg/m³).

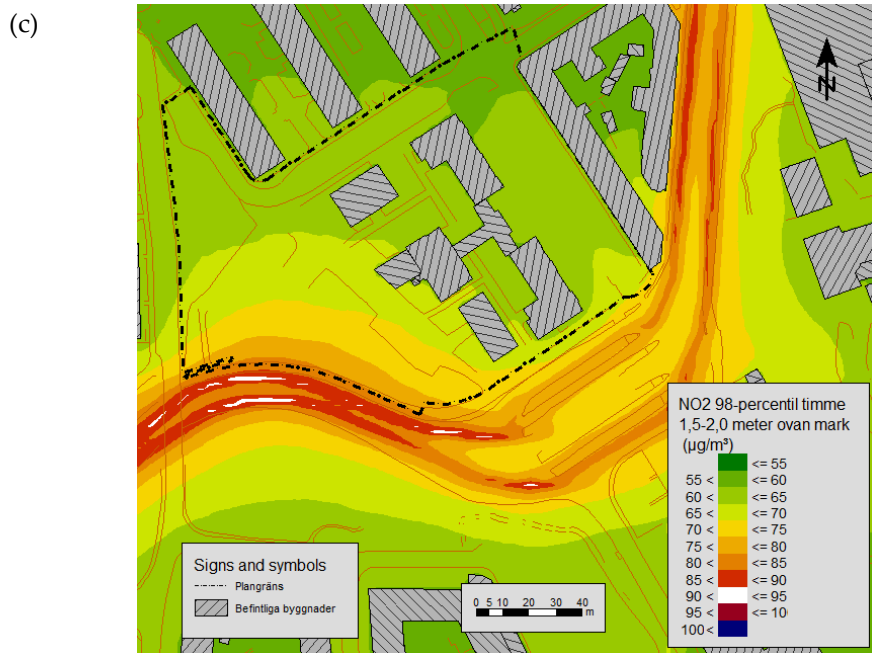
Totala halter av NO₂ klarar därför inte miljömålen vid stor del av planområdet, förutom vid norra delen av planområdet vid Holtermansgatan.

(a)



(b)





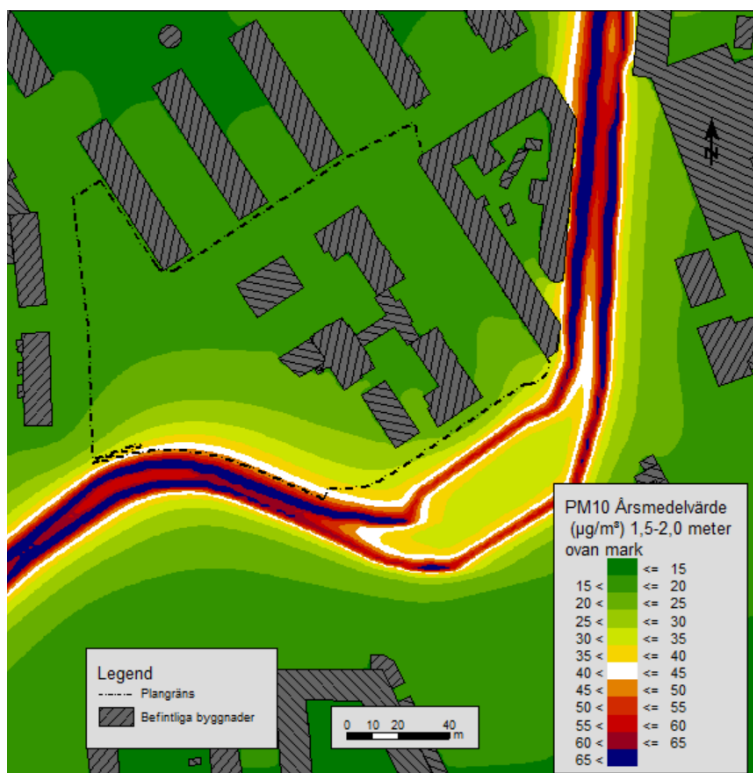
Figur 6. Totala halter av NO₂ för Nollalternativ (utan tillkommande bebyggelse för år 2025) på markplan (1,5–2,0 meter ovan mark). (a) årsmedelvärdet; (b) 98-percentilen av dygnsmedelvärdet; (c) 98-percentilen av timmedelvärdet. Vit färg innebär ett överskridande av MKN.

4.2.2. Halter av PM₁₀

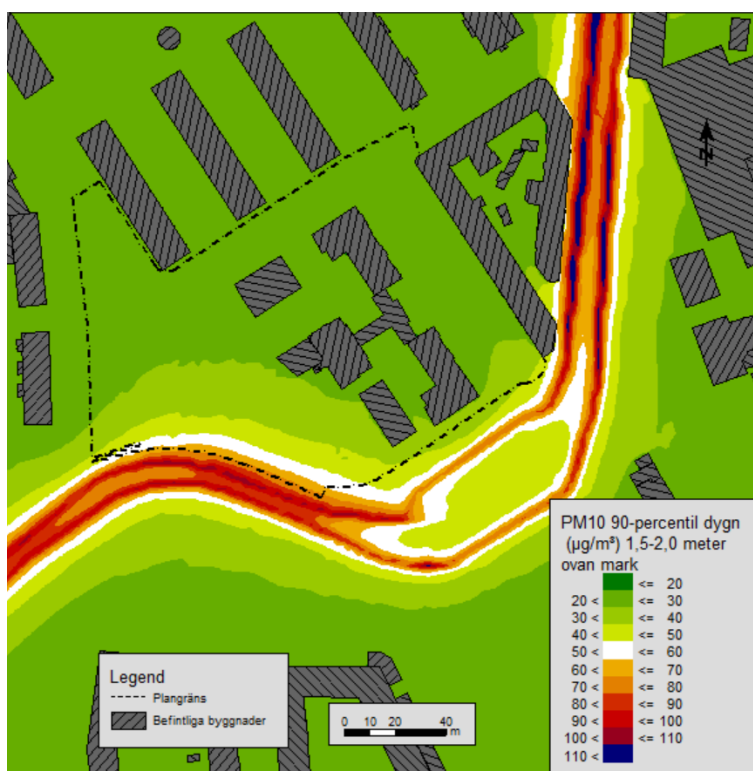
För årsmedelvärdet av PM₁₀, som visas i Figur 7a, ses överskridanden av MKN ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) längs Aschebergsgatan, Guldhedsgatan och Chalmers hållplats. Överskridanden beräknas på upp till cirka 15 meter ut från leden, inklusive någon meter in på planområdet, där halten beräknas vara upp till $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Inom planområdet ligger halterna mellan $15\text{--}45 \mu\text{g}/\text{m}^3$. 90-percentilen av dygnsmedelvärdet av PM₁₀ visas i Figur 7b, och här ses överskridanden av MKN ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) på och i närheten av Guldhedsgatan. Inom planområdet ligger halterna mellan $20\text{--}70 \mu\text{g}/\text{m}^3$, där MKN överskrids upp till 10–20 meter in på planområdet.

Urbanbakgrund för årsmedelvärde och dygnspercentilen av PM₁₀ ligger mellan $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ och $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ inom planområdet, vilket betyder att det inte ges stor marginal till miljömålen ($15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ och $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Totala årsmedelvärdet av PM₁₀ inom hela planområdet ligger högre än $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$, varför miljömålet inte klaras. Totala dygnspercentilen av PM₁₀ klarar dock miljömålet vid större delen av planområdet, från ca 50 meters avstånd från Guldhedsgatan.

(a)



(b)



Figur 7. Totala halter av PM₁₀ för Nollalternativ (utan tillkommande bebyggelse för år 2025) på markplan (1,5–2,0 meter ovan mark). (a) årsmedelvärdet; (b) 90-percentilen av dygnsmedelvärdet. Vit färg innebär ett överskridande av MKN.

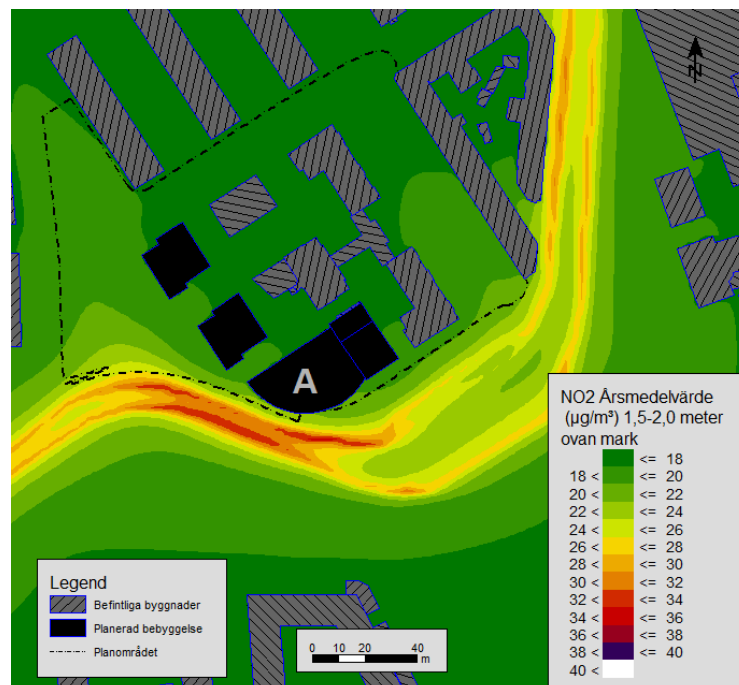
4.3. UTBYGGNAD

I detta avsnitt presenteras resultatet från beräkningarna i form av haltkartor för NO₂ och PM₁₀ för Utbyggnad med tillkommande byggelse för år 2025. För scenario Utbyggnad tar beräkningar hänsyn till såväl topografins som den tillkommande bebyggelsens påverkan på situationen av luftföroreningar i området och dess närområde.

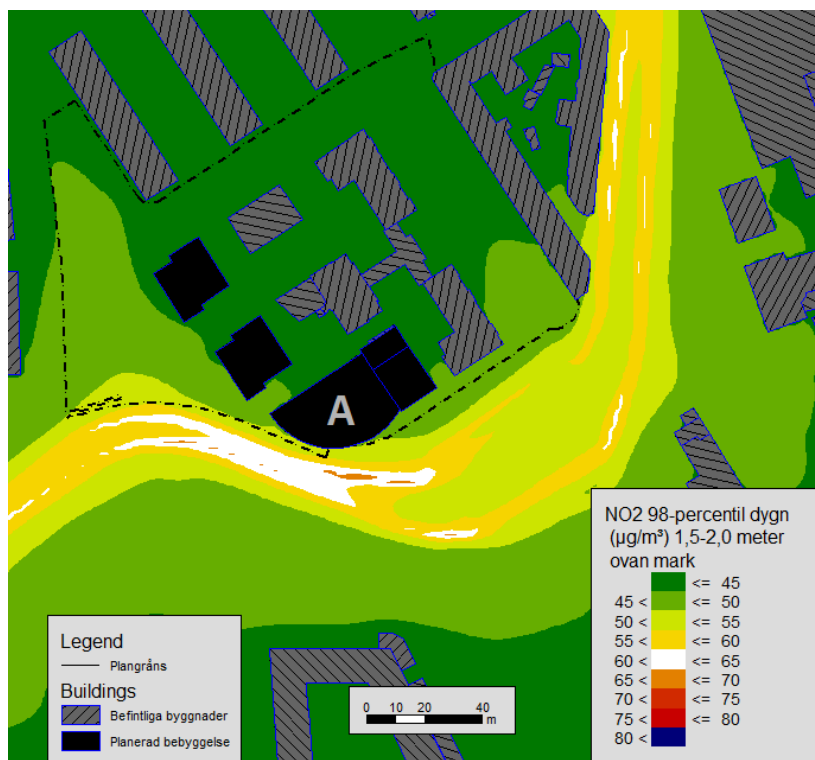
4.3.1. Halter av NO₂

Totala halter av NO₂ för scenario Utbyggnad som årsmedelvärde och percentilen visas i Figur 8. För årsmedelvärdet av NO₂, klaras MKN (40 µg/m³) i hela planområdet. Halterna ligger mellan 18–24 µg/m³ vid planområdet. 98-percentilen av dygnsmedelvärdet vid planområdet ligger under 55 µg/m³ och klarar MKN 60 µg/m³. För 98-percentilen av timmedelvärdet av NO₂ ses halter som överskrider MKN (90 µg/m³) på Guldhedsgatan, men omfattar endast själva leden. Vid planområdet varierar halterna från 55 till 85 µg/m³.

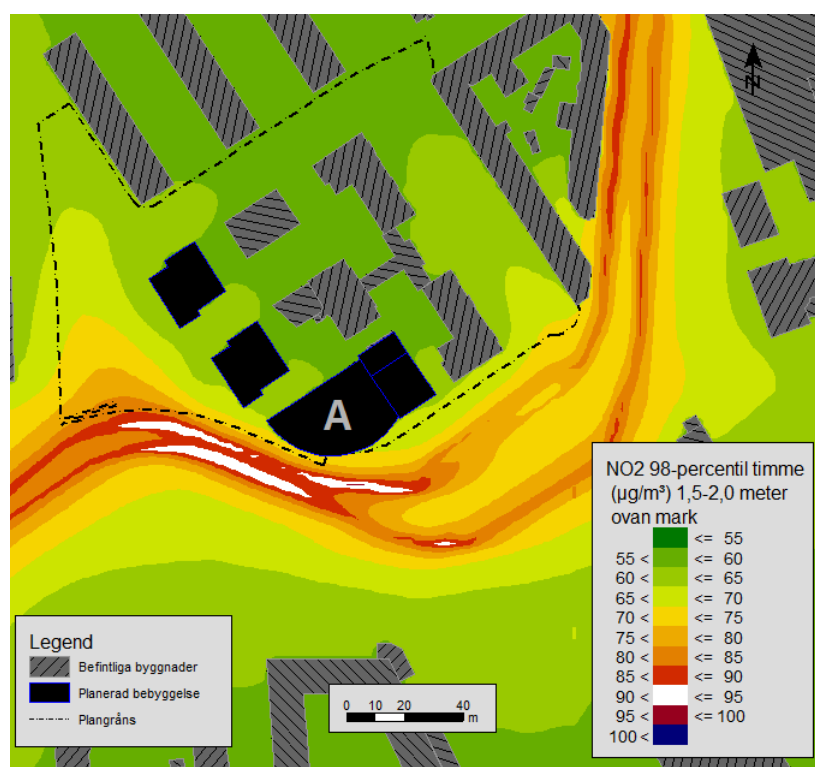
(a)



(b)



(c)

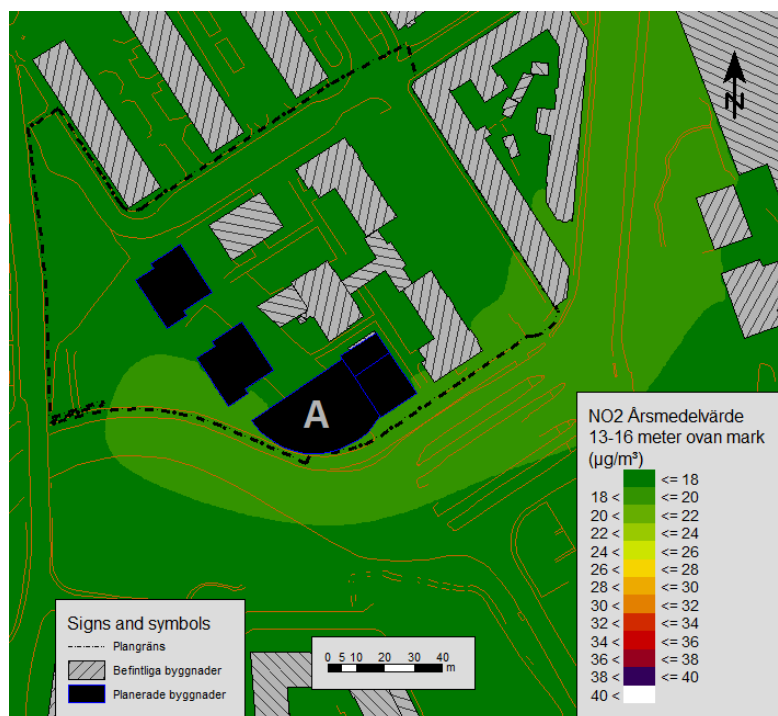


Figur 8. Totala halter av NO₂ för Utbyggnad (med tillkommande bebyggelse för år 2025) på markplan (1,5–2,0 meter ovan mark). (a) årsmedelvärdet ($\mu\text{g}/\text{m}^3$); (b) 98-percentilen av dygnsmedelvärdet ($\mu\text{g}/\text{m}^3$); (c) 98-percentilen av timmedelvärdet ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Vit och röd färg innebär ett överskridande av MKN.

Halt nivåerna på en takterrass vid planerade bebyggelse A i planområdet visas i Figur 9. Här ses låga halter som har halter strax över nivån för urbanbakgrund för årsmedelvärde och 98-

percentilen av dygnsmedelvärdet, vilket klarar även miljömålen för årsmedelvärde ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$). 98-percentilen av timmedelvärdet vid den takterrassen vid bebyggelse A ligger mellan 60–65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, lite högre än miljömålen 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

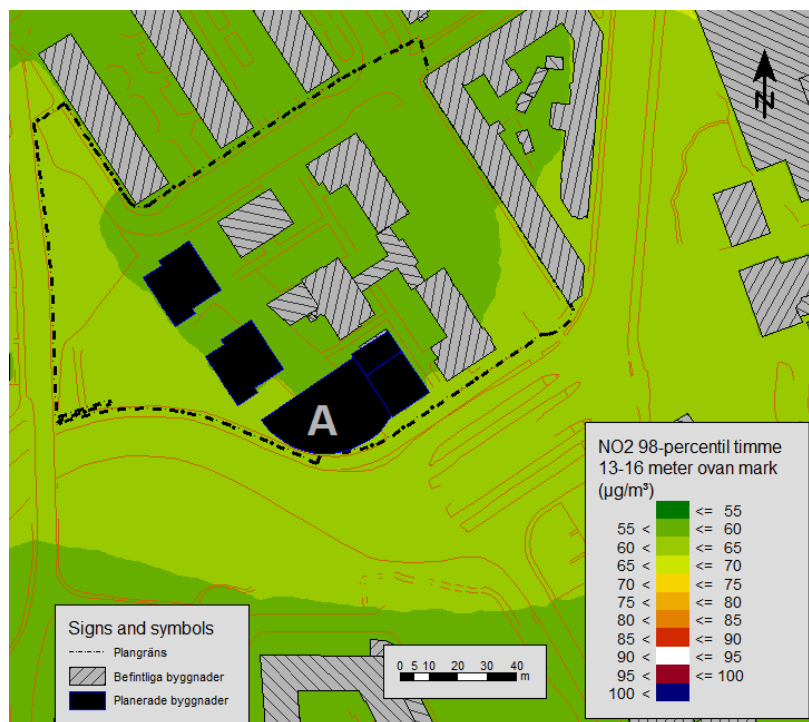
(a)



(b)



(c)

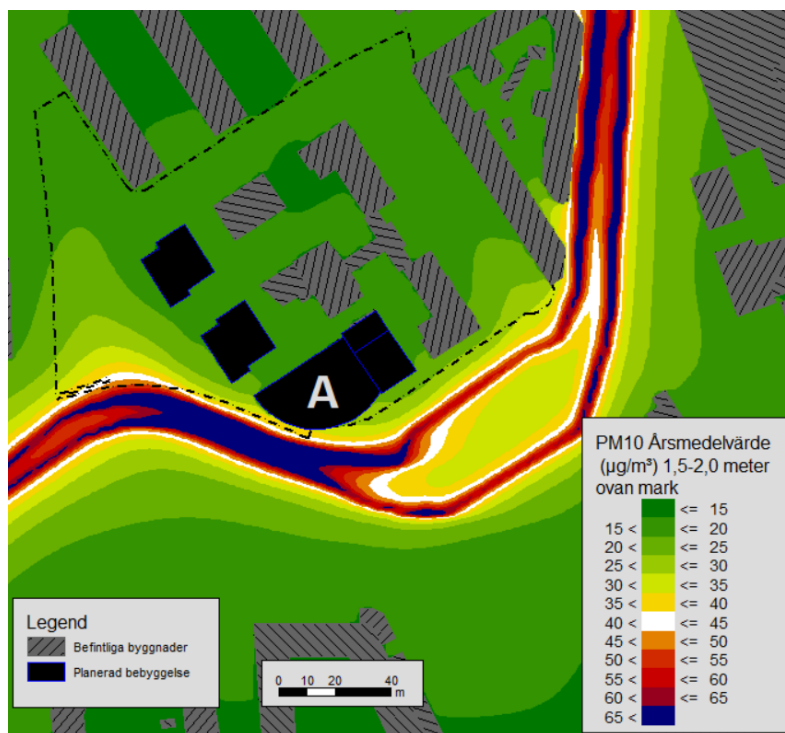


Figur 9. Totala halter av NO_2 för Utbyggnad (med tillkommande bebyggelse för år 2025) på den terrassen (13–16 meter ovan mark). (a) årsmedelvärdet; (b) 98-percentilen av dygnsmedelvärdet; (c) 98-percentilen av timmedelvärdet. Vit färg innebär ett överskridande av MKN.

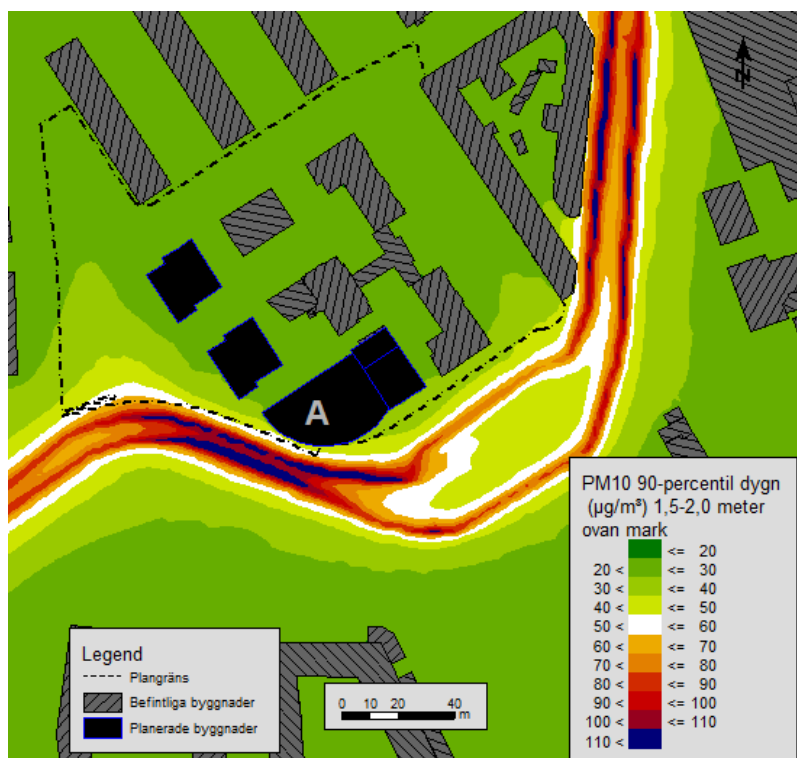
4.3.2. Halter av PM_{10}

För årsmedelvärdet av PM_{10} , som visas i Figur 10a, ses halter med överskridanden av MKN ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) längs Aschebergsgatan, Guldhedsgatan och Chalmers hållplats. Vid stor delarna av planområdet ligger årsmedelvärdet under $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, men överskridanden av MKN vid västra delarna av planområdet med 10 meter från Guldhedsgatan. 90-percentilen av dygnsmedelvärdet av PM_{10} visas i Figur 8b, och här visas halter mellan $20\text{--}30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vid större del av planområdet och klarar MKN ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) och miljömålet ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Överskridanden av MKN ses på vägbanan, längs delar av befintlig cykelbana och västra delarna av planområdet.

(a)



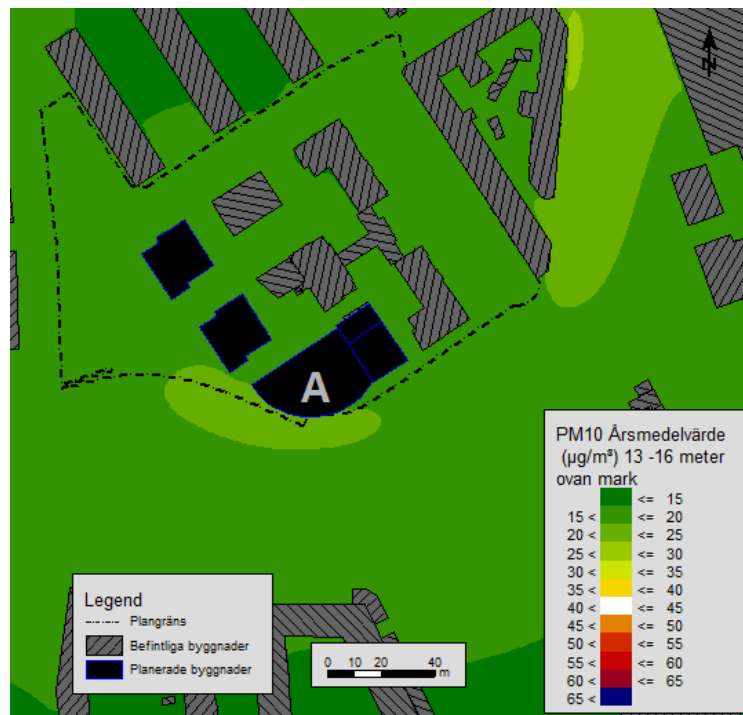
(b)



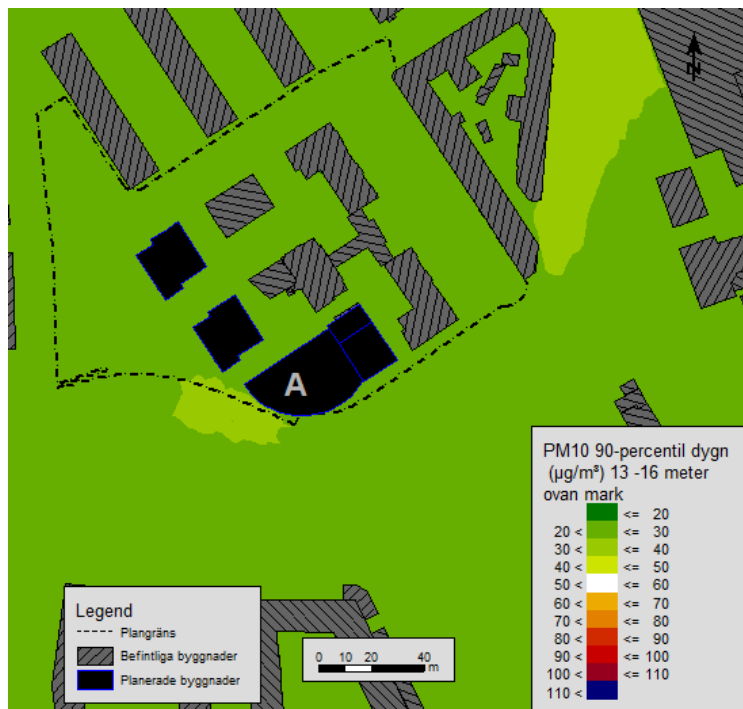
Figur 10. Totala halter av PM₁₀ för Utbyggnad (med tillkommande bebyggelse för år 2025) på markplan (1,5–2,0 meter ovan mark). (a) årsmedelvärdet; (b) 90-percentilen av dygnsmedelvärdet. Vit färg innebär ett överskridande av MKN. A innebär tillkommande bebyggelse med terrassen.

PM₁₀ halter minskar med höjden. Totalhalten vid takterrassen på 13–16 meter ovan mark ligger mellan 20–25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ för årsmedelvärde och 30–40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ för 90-percentilen av dygnsmedelvärdet, vilket klarar MKN (Figur 11).

(a)



(b)



Figur 11. Totala halter av PM_{10} för Utbyggnad (med tillkommande bebyggelse för år 2025) på den terrassen (13–16 meter ovan mark). (a) årsmedelvärdet; (b) 90-percentilen av dygnsmedelvärdet. Vit och röd färg innebär ett överskridande av MKN.

5. DISKUSSION OCH SLUTSATSER

Beräkningarna visar hur de lokala förutsättningarna påverkar föroreningsituationen för planen och hur luftkvaliteten blir vid planerade bostäder, på takterrasser, grönytor och i gaturum. För scenario Nollalternativ har beräkningar gjorts utan tillkommande bebyggelse, men hänsyn har tagits till topografins inverkan på halterna av luftföroreningar. Vad gäller NO₂ klaras MKN sett till såväl årsmedelvärde, som dygns- och timmedelvärde vid planområdet. Det ses halter som överskrider MKN på Guldhedsgatan för dygns- och timmedelvärde, men överskridandet är begränsat och omfattar endast själva leden. För PM₁₀ överskrider MKN både sett till års- och dygnsmedelvärde längs Aschebergsgatan, Guldhedsgatan, Chalmers hållplats, och upp till 10–20 meter in på västra delarna av planområdet. Variation i topografin i Sverige har olika betydelse för luftkvaliteten i olika tätorter (Luftguiden 2019). Väster om planområdet ligger två höga berg på båda sidor av Guldhedsgatan, vilket gör att förutsättningar för ventilation är dåliga, vilket medför jämförelsevis högre halter av luftföroreningar inom planområdet närmast Guldhedsgatan.

För scenario Utbyggnad har beräkningarna tagit hänsyn till såväl topografins som den tillkommande bebyggelsens påverkan på situationen av luftföroreningar i planområdet och dess närområde. För års-, dygns- och timmedelvärdet av NO₂, klaras MKN i hela planområdet för scenario Utbyggnad. För årsmedelvärde och 90-percentilen av dygnsmedelvärdet av PM₁₀ ses halter klara MKN vid stora delar av planområdet men överskrider MKN runt vägbanan, befintlig cykelbana och västra delar av planområdet. Jämfört med Nollalternativ, begränsas spridning av luftföroreningar mellan tillkommande bebyggelse och det höga berget väst om planområdet. Tillkommande bebyggelse innebär en förtätning norr om Guldhedsgatan, vilket ger utsläppen mindre utrymme att spädas ut i. Detta i kombination med utsläppen från främst Guldhedsgatan och blockerande topografi ger stor risk för tillfällen med höga koncentrationer.

Vid tillkommande utbyggnad A ligger halter precis under MKN gränsvärde på utsidan nära vägkanten av Guldhedsgatan, vilket riskerar att överskrida MKN för framför allt årsmedelvärde och dygnspercentilen av PM₁₀. Men halter minskar med höjd och på terrassen vid planerade bebyggelsen A (13–16 meter ovan mark) ses halter klara MKN för både NO₂ och PM₁₀.

Resultaten för scenario Utbyggnad visar att miljömålen klarar vid stora delarna av planområdet för årsmedelvärde och timpercentilen av NO₂, till och med dygnspercentilen av PM₁₀, men överskridandet vid västra delarna av planområdet mellan tillkommande bebyggelse och berg väst om planområdet. Urban bakgrund av årsmedelvärde av PM₁₀ (14 µg/m³) har heller inte stor marginal till miljömålen (15 µg/m³). Det är uppenbart att planerad utbyggnad själva inte kan bidra till att nå miljömålet för årsmedelvärde av PM₁₀, utan insatser krävs från hela samhället att minska utsläppen.

För planerade byggnader A, särskilt på utsidan mot Guldhedsgatan, rekommenderas åtgärder t.ex. icke öppningsbara fönster. Placering av friskluftsintag borde undvikas på sidan mot Guldhedsgatan.

REFERENSLISTA

Axenhamn, I., 2016. Luftutredning, Chalmers värmecentral. SWECO rapport 1321632000.

Carlsson och Björketun, 2005. Trafikvariationer över året – Trafikindex och rangkurvor beräknade från mätdata. VTI notat 1-2005.

Denby, B. R., Sundvor, I., Johansson, C., Kauhaniemi, M., Härkönen, J., Kukkonen, J., Karppinen, A., Kangas, L., Omstedt, G. & Ketzel, M. 2012. NORTRIP model development and documentation. Norwegian Institute for Air Research (NILU OR 23/2012).

Keller, M., Koch, P., Heldstab, J., Staub, B. & De Hahn, P. 2014. Handbook Emission Factors for Road Transport. UBA Berlin and BUWAL Bern, produced by INFRAS Bern.

Naturvårdsverket, 2019. Luftguiden – Handbok om miljö kvalitetsnormer för utomhusluft. version 3.

Nygren, H., Bäck, E., Haeger-Eugensson, M., Ramos, M., Olofson, F., 2020. Nya beräkningar för framtida luftkvalitet vid Frölunda Torg. COWI rapport A113167.

PM Trafikflöden Holtermansgatan, 2020. SWECO.

Valentin, L. F., Gidhagen, L., Omstedt, G., 2004. Nomogram för uppskattning av halter av PM10 och NO2 – reviderad version. SMHI Nr 102, 2001.

BILAGA 1 TAPM-MODELLEN

TAPM (The Air Pollution Model) är en prognostisk modell utvecklad av CSIRO i Australien. För beräkningarna i TAPM behövs indata i form av meteorologi från storskaliga synoptiska väderdata, topografi, markbeskaffenhet indelat i 31 olika klasser (t.ex. is/snö, hav olika tätortsklasser m.m.), jordart havstemperatur, markfuktighet mm. Topografi, jordart och markanvändningen finns inlagd i modellens databas med en upplösning av ca 1x1 km, men kan förbättras ytterligare genom utbyte till lokala data. Utifrån den storskaliga synoptiska meteorologin simulerar TAPM den marknära lokalspecifika meteorologin ner till en skala av ca 1x1 km utan att behöva använda platsspecifika meteorologiska observationer. Modellen kan utifrån detta beräkna ett tredimensionellt vindflöde från marken upp till ca 8000 m höjd, lokala vindflöden så som sjö- och landbris, terränginducerade flöden (t.ex. runt berg), omlandsbris samt kallluftsflöden mot bakgrund av den storskaliga meteorologin. Även luftens skiktning, temperatur, luftfuktighet, nederbörd mm beräknas horisontellt och vertikalt.

Modellen har validerats i många länder, och Chen m.fl. (2002), har också genomfört valideringar för svenska förhållanden dels i södra Sverige. Tang m.fl. (2009) gjordes även en jämförelse mellan uppmätta, beräknade meteorologiska parametrar med TAPM och MM5 i Göteborg. Resultaten visar på mycket god överensstämmelse mellan modellerade och uppmätta värden i olika tidsupplösning.

Referenser

Chen m.fl., (2002). Application of TAPM in Swedish West Coast: validation during 1999-2000". IVL-rapport L02/51.

Tang, L., Miao, J.-F., & Chen, D., (2009). Performance of TAPM against MM5 at urban scale during GÖTE2001 campaign. Boreal Environment Research 14(2), 338-350.

BILAGA 2 METEOROLOGISKT TYPÅR

Som meteorologiska indata till spridningsberäkningar används ofta ett specifikt år eller ett statistiskt medelår. Vid användande av ett specifikt år (t.ex. 2005) finns risk att detta år inte återspeglar "normala" spridningsförutsättningar eftersom klimatets mellanårsvariabilitet är stor i Sverige. Osäkerheten med ett statistiskt medelår är att detta kanske aldrig existerar i verkligheten eftersom det är en statistisk produkt.

Vanligt förekommande vid spridningsberäkningar är att istället använda ett s.k. meteorologiskt typår. Ett typår är baserat på en objektiv väderklassificering (Lambs väderklasser) dygn för dygn baserat på data från 1948-nu (Chen, 2000). Med hjälp av lufttrycksdata, lokalisering av hög-/lågtryck och vindhastighet erhåller man ett typår, där fördelningen av olika väderklasser är de samma som för hela tidsperioden (1948-nu). Ett typår är en sammansättning av månader från olika år och kan därför bestå av exempelvis januari 2001, februari 2002 o.s.v. Motsvarande metod har använts i Storbritannien i många år (Jenkins and Collin 1977, Jones and Kelly 1982 och Jones et al. 1993).

Referenser

- Chen, D., (2000). A monthly circulation climatology for Sweden and its application to a winter temperature case study. *Int. J. Climatol.* 20: 1067–1076.
- Jenkins and Collin, (1977). An Initial Climatology of Gales over the North Sea. Synoptic Climatology Branch Memorandum, 62.
- Jones and Kelly, (1982). Principal Component Analyses of the Lamb Catalogue of daily weather types: Part 1, annual frequencies. *J. Clim.*, 2: 147-157.
- Jones et al. (1993). A comparison of Lamb circulation types with an objective classification scheme. *Int. J. Climatol.*, 13: 655-663.

BILAGA 3 BESKRIVNING MISKAM-MODELLEN

MISKAM (Microscale Climate and Dispersion Model)

MISKAM-modellen är en av de idag mest sofistikerade modellerna för beräkning av spridning avseende luftföroreningar i mikroskala. Det är en tredimensionell dispersionsmodell som kan beräkna vind- och haltfördelningen med hög upplösning i allt från gaturum och vägavsnitt till kvarter, del av städer eller för mindre städer. Det tredimensionella strömningsmönstret runt bl.a. byggnader beräknas genom tredimensionella rörelseekvationer. Modellen tar även hänsyn till horisontell transport (advektion), samt sedimentation och deposition. Föroreningskällorna kan beskrivas som punkt eller linjekällor.

Modellen simulerar ett tredimensionellt vindfält över beräkningsområdet varför t.ex. turbulens runt hus samt s.k. trafikinducerad turbulens och därmed marknära strömningsförhållanden återges på ett realistiskt sätt. Modellen beräknas oftast med en horisontell upplösning på 1-2 meter och mellan 20 till 40 vertikala nivåer (beroende på höjden på husen). Denna typ av modell lämpar sig därmed väl även för beräkningar inom tätbebyggda områden där beräkning av haltnivåer nere i markplan skall utföras.

MISKAM är speciellt anpassad som verktyg/modell för planeringsprocesser av nya vägdragningar eller nybyggnation i urbana områden. Modellen är utvecklad av The Institut für Physik der Atmosphäre of the University of Mainz.

MISKAM-modellen ingår i ett modellsystem s.k. SoundPLAN där även buller kan beräknas. Programmet kan räkna i enlighet med alla större internationella standarder, inklusive nordiska beräkningsmetoder för buller från industri, vägtrafik och tågtrafik. Resultatet kan bestämmas i enskilda punkter eller presenteras som färgkartor för större ytor.

VI ÄR WSP

WSP är ett av världens ledande analys- och teknikkonsultföretag. Vi verkar på våra lokala marknader med stöd av global expertis. Som tekniska experter och strategiska rådgivare har vi tillgång till ingenjörer, tekniker, naturvetare, planerare, utredare och miljöspecialister liksom professionella projektörer, konstruktörer och projektledare. Vi erbjuder hållbara lösningar inom Hus & Industri, Transport & Infrastruktur och Miljö

WSP Sverige AB
Box 13033
402 51 Göteborg
Besök: Ullevigatan 19

T: +46 10 7225000
Org nr: 556057-4880
Styrelsens säte: Stockholm
wsp.com



