

JUNI 2022
NORRA BACKAPLAN BOSTADS AB

LUFT- OCH LOKALKLIMATUTREDNING FÖR BACKAPLAN DP3



COWI

NORRA BACKAPLAN BOSTADS AB

LUFT- OCH LOKALKLIMATUTREDNING FÖR BACKAPLAN DP3

PROJEKTNR.

A227939

DOKUMENTNR.

A227939-4-02-RAP-004

VERSION

1

UTGIVNINGSDATUM

2022-06-09

BESKRIVNING

Rapport

UTARBETAD

Christine Achberger
Frans Olofson
Anna Bjurbäck
Sara Jäger
Sandra Cimerman

GRANSKAD

Erik Bäck

GODKÄND

Erik Bäck

INNEHÅLL

Sammanfattning	7
1 Inledning	8
1.1 Bakgrund	8
1.2 Miljö kvalitetsnormer och miljö kvalitetsmål	10
1.3 Luftkvaliteten i området	12
2 Metod och underlag	15
2.1 Framtida utformning av området	15
2.2 Luftkvalitet	17
2.3 Lokalklimat	20
3 Resultat	28
3.1 Luftkvalitet	28
3.2 Lokalklimat	31
3.3 Sammanvägd bedömning	38
4 Diskussion och slutsatser	40
5 Referenser	43

BILAGOR

Bilaga A Trafikmängder

Bilaga B TAPM-modellen

Bilaga C Miskam-modellen

Sammanfattning

Stadsbyggnadskontoret i Göteborg håller på att ta fram detaljplaner för delar av Backaplanområdet. Detta arbete ingår i genomförandet av planprogrammet för Backaplan, som antogs våren 2019. Programarbetet syftar till att omvandla Backaplan från ett befintligt handels- och verksamhetsområde med stora asfalterade ytor till en attraktiv tätbebyggd blandstad.

COWI har fått i uppdrag att göra en lokalklimatutredning samt en luftkvalitetsutredning, bägge för detaljplanområde 3, DP3.

- 1 Syftet med luftkvalitetsutredningen är att utreda och redovisa halter och spridning av NO₂ i luftmiljön i och omkring planområdet.
- 2 Vidare visa om miljökvalitetsnormen klaras i området och bedöma om planerad tillkommande bebyggelse kan antas påverka den situationen.
- 3 Syftet och omfattningen med lokalklimatutredningen är att utreda och redovisa lokalklimatet för området.
- 4 En sammanvägd bedömning av de två utredningarna ingår i rapporten.

Emissioner har beräknats från vägtrafik i området för ett framtida scenarioår, 2040. För vägtrafiken har emissionsmodellerna HBEFA version 4.1 och Nortrip använts. Meteorologi för området har beräknats med modellen TAPM för ett meteorologiskt typår. För spridningsberäkningarna har CFD-modellen Miskam använts, en modell som beräknar vindens rörelse mellan byggnader ner i gatuplan, spridning samt haltnivåer av emissioner i det aktuella området. Till det lokala haltbidraget beräknat från Miskam har sedan en lokal urban bakgrundshalt adderats för att få fram totalhalter. Dessa totalhalter utvärderas mot nationella miljökvalitetsnormer (MKN) och Göteborgs stads miljökvalitetsmål (MKM).

Luftkvalitetsutredningen visar att de beräknade halterna av NO₂ för scenarioår och emissionsår 2040 klarar MKN för både år, dygn och timme över hela detaljplaneområdet DP3. Backavägen som löper parallellt på områdets östra sida påverkar fasaderna som är exponerade mot vägen. Från rondellen och söderut längs vägen överskrider MKM får årsmedelvärde och 98-percentilen för timmedelvärde. MKM överskrider även lokalt vid nordvästra delen av Deltavägen, vilket påverkar fasaderna vid byggnaderna där. Parker och innergårdar i planområdet uppnår Göteborgs stads delmål med halter under 20 µg/m³ vilket innebär en god luftkvalitet.

Lokalklimatutredningen visar att utredningsområdet har över lag god vindkomfort. De höga byggnaderna kan bidra till byighet och påverka vindkomforten negativt, främst vid trängre gaturum. Rekreatiomsområdet vid Kvilleån visar på mycket vind, vilket kan åtgärdas med träd. Det föreligger en risk för värmestress då antalet värmeböljor troligen kommer att öka i framtiden. De mest utsatta områden är innergårdarna och över lag nära fasaderna, då byggnaderna ökar värmestrålningen.

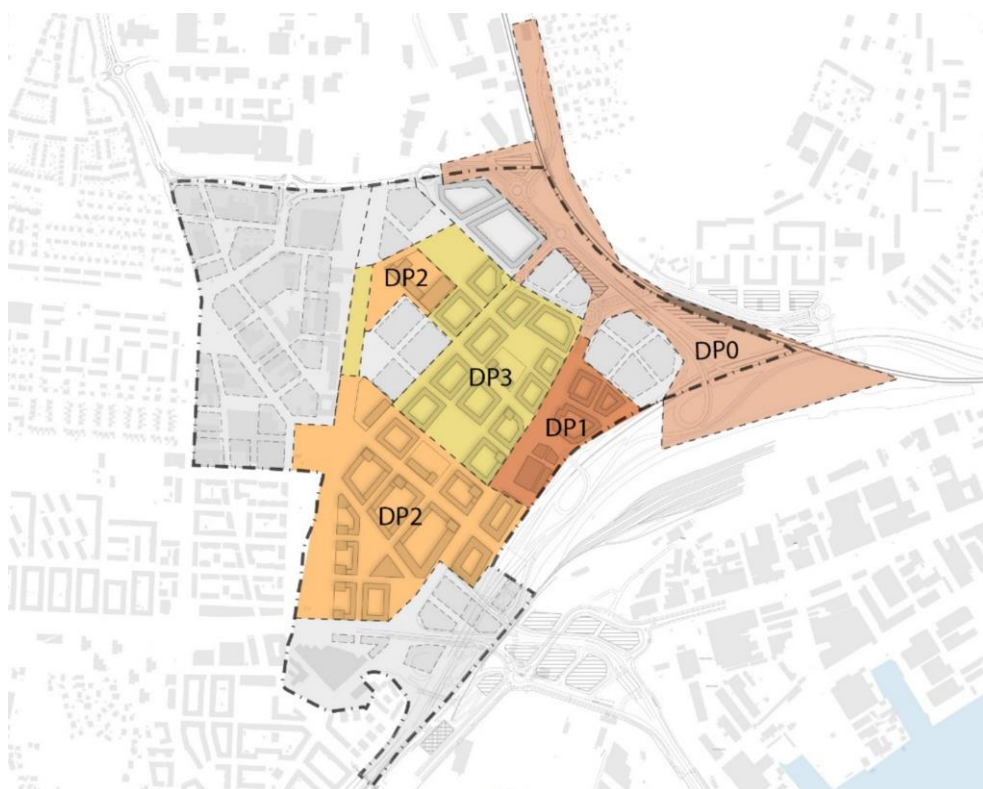
1 Inledning

1.1 Bakgrund

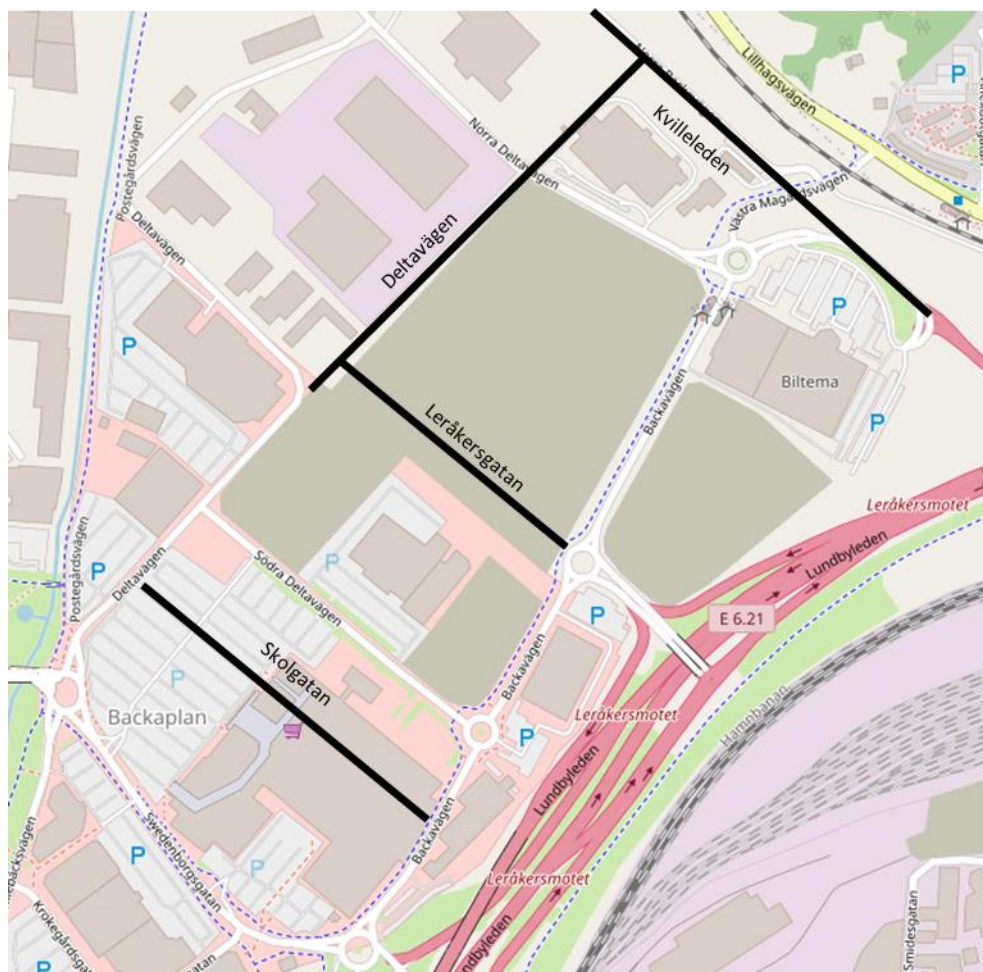
Stadsbyggnadskontoret i Göteborg håller tillsammans med fastighetsägarna på att ta fram underlag för flera detaljplaner för delar av Backaplanområdet på Hisingen i Göteborg. Detta arbete ingår i genomförandet av planprogrammet för Backaplan, som antogs våren 2019. Programarbetet syftar till att omvandla Backaplan från ett befintligt handels- och verksamhetsområde, med stora asfalterade ytor, till en attraktiv tätbebyggd blandstad. Inom programområdet finns flera detaljplaner, varav denna utredning fokuserar på detaljplan 3, DP3. I Figur 1 visas en översikt över programområdet med DP3 markerat med gul färg.

Planområdet för DP3 är beläget i mitten av programområdet. Fokus för DP3 är bostäder med verksamheter i entréplan mot huvudgator. Därtill ska kommunal service och parker skapas för en god livsmiljö för områdets boende och besökare.

Norra Deltavägen löper förbi området i norr, och en omdragning av Deltavägen som går väster om planområdet kommer att gå mellan husen i nordväst. En bit av Postegårdsvägen som löper parallellt med Kvillebäcken väster om DP2 ingår även i DP3. I det framtida Backaplanområdet kommer ett antal nya gator att byggas. I Figur 2 visas ett antal av dem, vars namn förekommer i denna rapport.



Figur 1. Översikt över programområdet för Backaplan. Detaljplan 3, DP3 är markerat med orange färg. Bild från stadsbyggnadskontoret.



Figur 2. Översikt av dagens vägnät och ungefärliga lägen för ett antal nya vägar (svarta), vars namn används i denna utredning. © Open street maps bidragsgivare.

1.1.1 Tidigare utredningar i planområdet

Luftkvaliteten för Backaplansområdet har tidigare utretts under arbetet med programområdet (Göteborgs stad Stadsbyggnadskontoret u.å.). Här gjordes bedömningen att det är i anslutning till Lundbyleden vid hela programområdets östra gräns som luften är som sämst, samt att trafiken på huvudlederna inom programområdet bedöms att inte bli så tät. Parallellt med denna utredning gjordes en luftutredning med spridningsberäkningar för det område som motsvarar DP1 i Figur 1 ovan (Sweco 2017). Resultatet från spridningsberäkningarna visade att detaljplan 1 inte försvårar möjligheten att uppfylla miljökvalitetsnormerna för utomhusluft, men att planområdets östra delar som vetter mot Lundbyleden, i dagsläget har höga halter. SBK gjorde därmed initialt bedömningen att luftmiljöutredningar inte behöver tas fram för övriga detaljplaner inom programområdet, annat än i det fall man vill utveckla området i anslutning till korsningspunkten Hjalmar Brantingsgatan/Lundbyleden (Göteborgs stad Stadsbyggnadskontoret u.å.).

Nu när man har kommit längre i detaljplanearbetet för området bedöms att trafikmängderna på flera av gatorna inom området (COWI, 2020a) kommer bli högre än vad man tidigare trodde, därav föreligger ett behov av luftkvalitetsutredningar.

Syftet med denna luftmiljöutredning är att:

- > Visa om miljö kvalitetsnormerna (MKN) av kvävedioxid (NO₂) klaras i området och bedöma om planerad tillkommande bebyggelse kan antas påverka den situationen. Halterna av partiklar (PM₁₀) utreddes utförligt för DP2 i COWI 2020b, vari det visades att MKN för PM₁₀ inte riskerar att överskridas i vare sig DP2 eller DP3.

Syftet och omfattningen med lokalklimatutredningen är att:

- > Utredda och redovisa lokalklimatet för liggande planförslag.

Vidare ska en sammanvägd bedömning av dessa två utredningar göras.

1.2 Miljö kvalitetsnormer och miljö kvalitetsmål

I samband med att Miljöbalken trädde i kraft den 1 januari 1999 infördes miljö kvalitetsnormer (MKN) som ett nytt styrmedel i svensk miljö rätt. Systemet med MKN regleras framför allt i Miljöbalkens femte kapitel. Till skillnad från gränsvärden och riktvärden ska MKN enbart ta fasta på vad människan och naturen tål utan hänsyn till ekonomiska intressen eller tekniska förhållanden. En norm kan meddelas om det behövs i förebyggande syfte eller för att varaktigt skydda människors hälsa eller miljön. De kan även användas för att återställa redan uppkomna skador på miljön.

MKN gäller i utomhusluft med undantag av väg- och spårtunnlar och arbetsplatser till vilka allmänheten inte har tillträde (*Luftkvalitetsförordning*, SFS 2010:477). Gällande miljö kvalitetsnormer för NO₂ i utomhusluft redovisas i Tabell 1. För dygns- och timmedelvärdena medges ett antal överskridanden av gränsvärden per år, de anges som percentiler. Exempelvis redovisas medelvärdet för det åttonde högsta dygnet som 98-percentilen för dygn efter det att medelvärdena för de sju dygnet (två procent av året) som har de högsta halterna har räknats bort.

Tabell 1 Miljö kvalitetsnormer för utomhusluft enligt *Luftkvalitetsförordningen* SFS 2010:477.

Förorening	Medelvärdesperiod	MKN-värde (µg/m ³)	Antal tillåtna överskridanden per år
NO ₂	Timme Dygn År	90 60 40	175 timmar ¹⁾ 7 dygn -

1) Förutsatt att föroreningsnivån inte överstiger 200 µg/m³ under en timme mer än 18 gånger per kalenderår.

Kommuner och myndigheter bär huvudansvaret för att MKN följs, men verksamhetsutövare har också ett visst ansvar. Ansvaret ökar med verksamhetens storlek och miljö påverkan. MKN ska följas när kommuner och myndigheter planlägger,

bedriver tillsyn och ger tillstånd till att driva anläggningar (Naturvårdsverket, 2019).

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 *Frisk luft* finns preciseringar i form av halter av luftföroreningar som inte ska överskridas, se Tabell 2 för preciseringar för NO₂. Då miljömålen beslutades var mållåret 2020, som nu har passerats. Eftersom de globala hållbarhetsmålen i Agenda 2030 tar sikte på året 2030 passar det året bra som nästa hållpunkt för miljömålen (Sveriges Miljömål 2020).

Tabell 2 *Preciseringar avseende kvävedioxid för miljökvalitetsmålet Frisk luft.*

Förorening	Medelvärdesperiod	Nationellt miljökvalitetsmål (µg/m ³)	Lokalt miljökvalitetsmål (µg/m ³)	Antal tillåtna överskridanden per år
NO ₂	Timme	60		175 timmar
	År	20	20, vid 95 % av alla skolor, förskolor och bostäder	-

Göteborgs Stad har nyligen tagit fram ett miljö- och klimatprogram för åren 2021–2030, som tar sin utgångspunkt i bland annat Agenda 2030 och Sveriges nationella miljömålssystem (Miljöförvaltningen, 2021). Inom programmet finns tre lokala miljökvalitetsmål som handlar om naturen, klimatet och människan, och under dessa finns det tolv delmål. Ett delmål är att säkra en god luftkvalitet för göteborgarna. För att nå delmålet har flera indikatorer för målet satts upp, varav två berör NO₂:

- > Årsmedelvärdet för NO₂ ska underskrida 20 µg/m³ vid 100 procent av alla förskolor och bostäder i Göteborg senast år 2030.
- > Andelen yta i sammanhängande stadsbebyggelse med halter av NO₂ under 20 µg/m³ ska öka årligen.

Uppföljning av delmålen görs genom spridningsberäkningar. Enligt Miljöförvaltningens rapport från 2021 visar deras spridningsberäkningar från 2015 att

halterna för NO₂ underskreds vid 76 procent av alla skolor och förskolor, samt vid 73 procent vid alla bostäder.

Miljökvalitetsmålen utgör en riktning och vägledning åt kommuner och Länsstyrelser för vad miljöarbetet ska sikta mot. Även om miljökvalitetsmålen inte är rättsligt bindande så som miljökvalitetsnormerna är, kan överskridanden av miljökvalitetsmålen innebära en begränsning i framtiden, beroende på hur dessa tolkas av myndigheterna och därmed vilken praktisk betydelse dessa får.

I Naturvårdsverkets föreskrifter om kontroll av luftkvalitet (NFS 2019:9) anges vilka kvalitetskrav som ställs på modellerade halter av luftföroreningar, och som enligt Naturvårdsverket (2019) omfattar osäkerheten för olika tidsupplösningar. Det är högst troligt att modellerade halter skiljer sig från mätdata, och ofta beror det på brister i indata som kan vara svåra att komma åt alternativt mätplatsens och beräkningens representativitet (Naturvårdsverket 2019). Kvalitetsmålen för NO₂ visas i Tabell 3.

Tabell 3. Kvalitetsmål för beräkningar enligt NFS 2019:9 Bilaga 1.

Förorening	Medelvärdesperiod	Kvalitetskrav enligt NFS 2019:9
NO ₂	Årsmedelvärde	30 %
	98-percentil av dygnsmedelvärdet	50 %
	98-percentil av timmedelvärdet	50 %

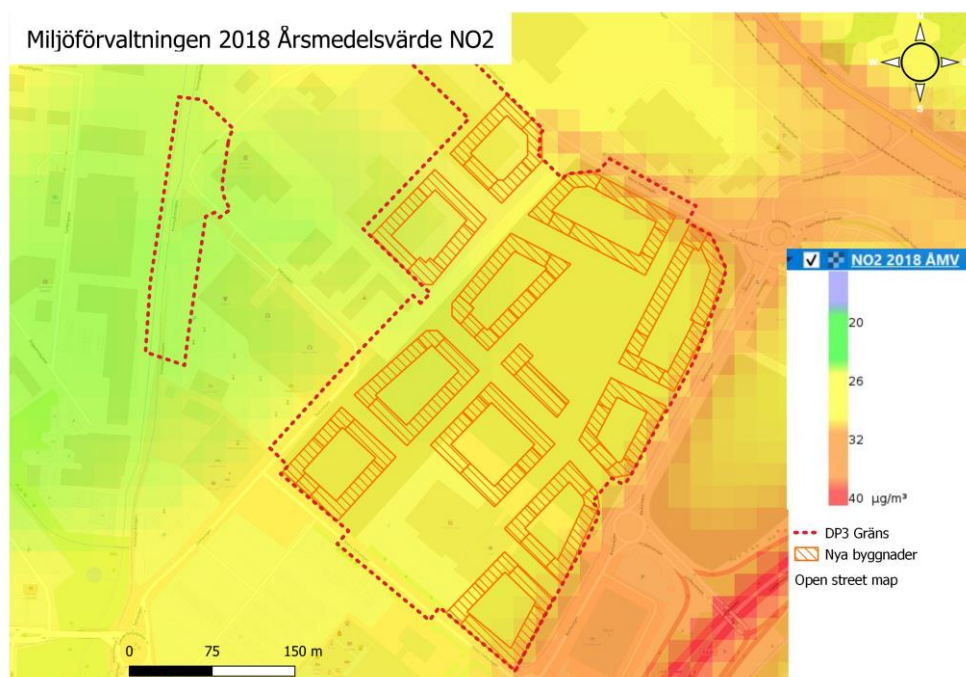
1.3 Luftkvaliteten i området

I Göteborg finns sedan mitten av 1980-talet en mätstation i taknivå på Femmanhuset i Nordstan som mäter urban bakgrund av flertal ämnen. NO₂-halter är ett av de ämnen som mäts här. Uppmätta halter av NO₂ i taknivå är höga, framför allt för 98-percentilen av dygnsmedelvärdet, där MKN tangerades år 2016. Utöver det har MKN klarats för NO₂ vid Femman de senaste fem åren (Datavärdskap luft SMHI, 2021).

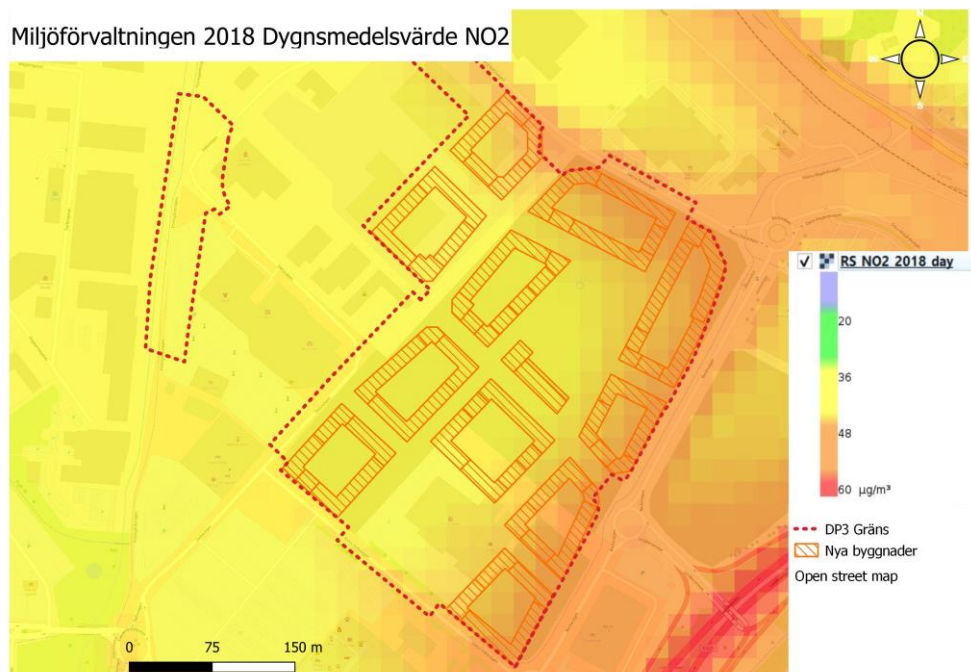
Luftföroreningar mäts även vid ett flertal stationer i urban gatumiljö runt om i staden. Två fasta mätstationer finns i Gårda respektive Haga. År 2020 klarades MKN för NO₂ vid alla stationer, men det nationella målet klarades inte i Gårda avseende årsmedelvärde för NO₂ och vidare överskred samtliga stationer timmedelvärdet för NO₂ (Ibid.).

För att få en bild av halterna av NO₂ i andra delar av staden används spridningsberäkningar (Göteborg stad, 2018). Resultaten visar halter av NO₂ för år 2018 i takhöjd, dvs. modellen tar inte hänsyn till bebyggelsens påverkan på spridningen av föroreningarna.

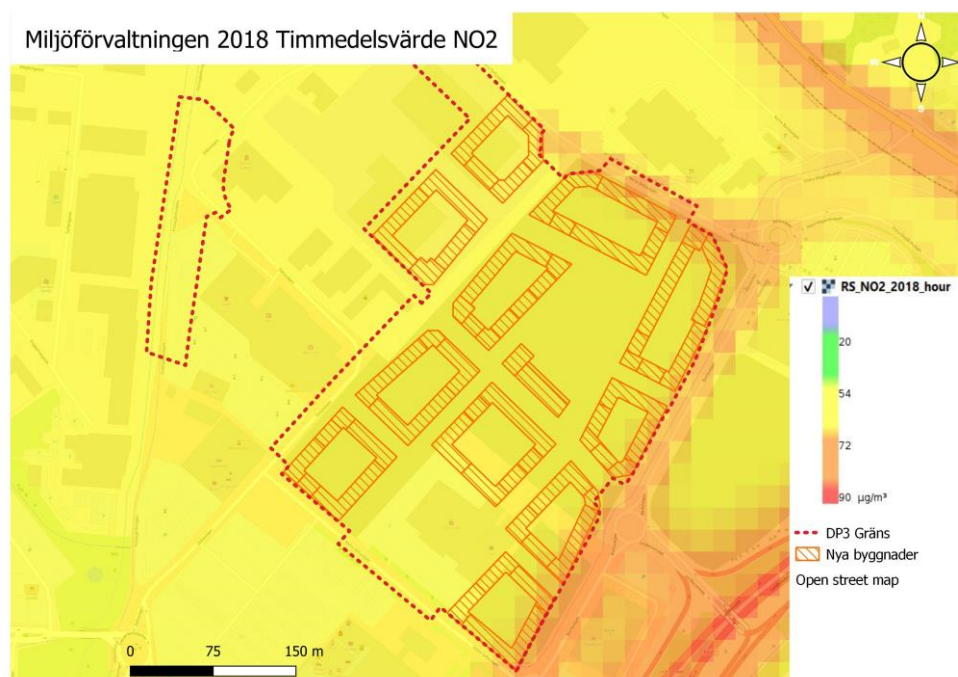
Haltkartor för NO₂ i Backaplanområdet från Miljöförvaltningens kartläggning visas i Figur 3 till Figur 5. Här ses att halterna för alla värden är höga längs med Backavägen och även vid Norra Deltavägen.



Figur 3. Beräknade årsmedelhalter av NO₂ motsvarande 2018 års nivåer i Backaplanområdet. Planerad bebyggelse är orange och plangränsen är rödprickad. Kartor från Miljöförvaltningen Göteborg stad 2018.



Figur 4. Beräknad 98-percentil av dygnsmedelvärdet av NO₂ motsvarande 2018 års nivåer i Backaplanområdet. Planerad bebyggelse är orange och plangränsen är rödprickad. Kartor från Miljöförvaltningen Göteborg stad 2018.



Figur 5 Beräknad 98-percentil av timmedelvärdet av NO_2 motsvarande 2018 års nivåer i Backaplansområdet. Planerad bebyggelse är orange och plangränsen är rödprickad. Kartor från Miljöförvaltningen Göteborg stad 2018.

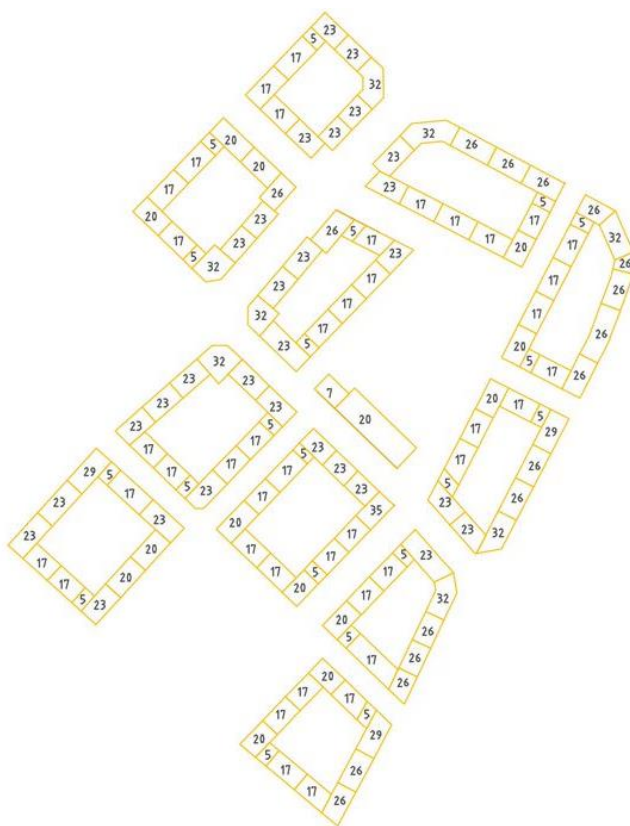
2 Metod och underlag

Det här kapitlet presenterar först det underlag som har stått till grund för att bygga 3D-modellen som har använts i olika beräkningar i denna utredning, avsnitt 2.1. Avsnitt 2.2 avhandlar först en beskrivning om underlag och vald metodik för utförd luftutredning och sedan följer samma upplägg för lokalklimatutredningen i avsnitt 2.3.

2.1 Framtida utformning av området

Det område som studerats i denna utredning, DP3, gränsar i söder till DP2, som i sin tur gränsar till Hjalmar Brantingsgatan, och i öster till DP1 som ligger intill Lundbyleden. Under utredningsarbetets gång har de planerade volymerna omarbetats kontinuerligt, vilket har lett till att underlaget för luftutredningen och lokalklimatutredningen skiljer sig något åt. Gemensamt för båda utformningarna är att husen inom kvarteren har varierande byggnadshöjder och många kvarter har högre hus vid hörnen. Mot Lundbyleden ses höga byggnader på mellan sex och tio våningar som skärmar av mot leden.

För luftutredningen har en bebyggelsestruktur som bygger på underlag från White daterat 2022-02-03 använts, se Figur 6. I samråd med beställaren har alla byggnader inom DP3 som är lägre än 11 meter lagts in som 11 meter höga.



Figur 6. Bebyggelse i DP3 som använts som underlag för luftutredningen, daterad 2022-02-03. Siffrorna anger hushöjden. Inga hushöjder i DP3 har satts till lägre än 11 meter. Underlag från White Arkitekter AB.

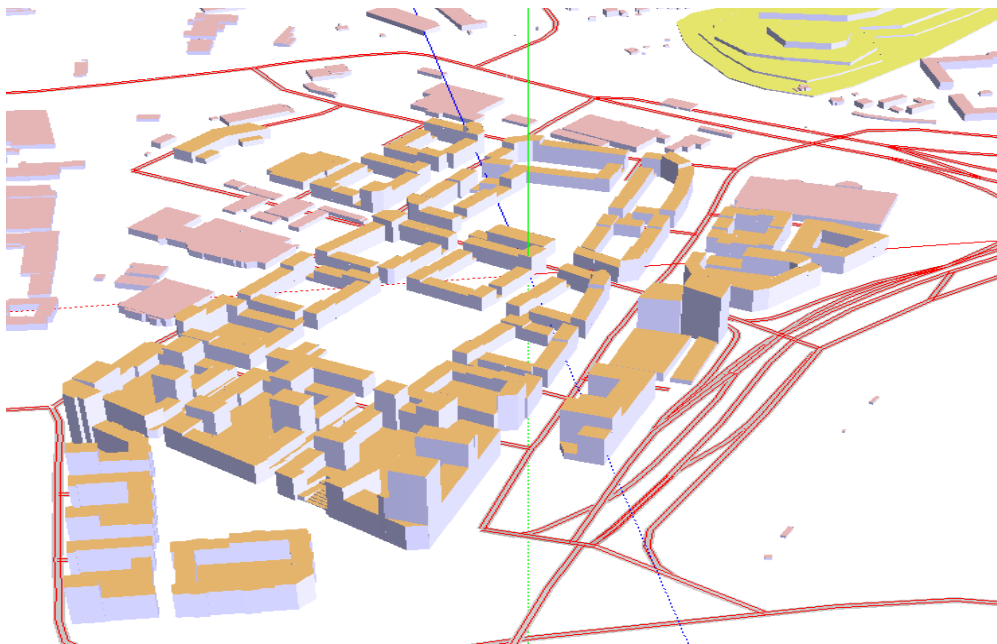
Lokalklimatutredningen gjordes i ett tidigare skede än luftutredningen. För beräkningar av vind- och temperaturkomfort användes en bebyggelsestruktur från White daterad 2021-09-27, som visas i Figur 7. Gräsytor har lagts in i modellen för parker och på delar av innergårdarna, vilket även gäller träd. Längs med Kvillebäcken saknas dock träd i modellen som använts för vindkomforten.



Figur 7. Bebyggelse som använts i lokalklimatutredningen, daterad 2021-09-27. Gränsen för DP3 anges med en streckad linje och de romerska siffrorna visar antalet våningar. Underlag från White Arkitekter AB.

För beräkningar i 3D-modellen har även övriga delar av programområdet lagts in. Detta är för att få ett realistiskt vind- och spridningsmönster i ett större område i modellen än enbart det som ska utredas. Arbetet med att ta fram bebyggelse inom DP3 och de gråa områdena inom programområdet (se Figur 1 på sidan 8) har inte gjorts i detalj ännu, så för dessa områden har en generell utformning med kvartersstruktur antagits, i samråd med beställaren.

I Figur 8 nedan visas en översikt av den 3D-modell av bebyggelsen som använts för beräkningarna av luftkvalitet för DP3 som ett exempel.



Figur 8. Översikt av 3D-modellen för luftutredningen, vy från söder. De orangea byggnaderna ingår i DP1-DP3.

2.2 Luftkvalitet

2.2.1 Emissioner från trafik

Trafikflöden för emissionsberäkningarna har tillhandahållits av trafikkontoret i Göteborg (Mailkontakt 2022), och visas i Figur 9. Trafikmängderna i prognoserna har räknats om från ÅMVD till ÅDT med en faktor 0,9. En sammanställning över trafikmängderna på de olika vägvägnarna kan ses i Bilaga A.



Figur 9. Trafikmängder för emissionsberäkningar år 2040, ÅMVD. Bild från Trafikkontorets rapport 2022.

Utsläppen från trafiken har beräknats med emissionsfaktorer ur modellen HBEFA, version 4.1. Valet av emissionsår skiljer sig från tidigare utredningar, då man tidigare valt att använda emissionsfaktorer för några år tidigare än själva scenarioåret. Syftet har varit att ha marginal för att den faktiska teknikutvecklingen och utbytestakten av fordonsflottan till större andel nya fordon kan skilja sig från den prognosticerade. I februari 2022 gav miljöförvaltningen nya direktiv och förordar att samma emissionsår ska användas som det framtida scenarioåret (Mailkontakt 2022). För detta framtida scenarioår har därför emissionsfaktorer för år 2040 använts.

Trafikflödet varierar mycket över dygnet, över veckan och över månaderna, vilket gör att det vid vissa tillfällen kan vara mycket mer/mindre trafik än genomsnittet. Statens väg- och transportforskningsinstitut, VTI, har tagit fram hastighets /flödessamband på ÅDT-basis för olika typer av vägar för både personbilar och lastbilar vilket resulterade i indexvärden som kan användas för att relatera flödet vid en viss tidpunkt till ÅDT (VTI 2005). För att bättre kunna identifiera situationer med höga halter av emissioner och påföljande höghaltstillfällen har dessa samband använts för att skapa en variation i trafiken över året. I denna utredning har index för genomfartstrafik använts.

2.2.2 Spridningsmodellering

Spridningen av luftföroreningar styrs av många processer och faktorer som verkar i olika geografiska skalor. Det aktuella området har komplicerade spridningsförutsättningar både i regional (närhet till kusten och Göteborg samt distinkt topografi), lokal (placering i en allmänt tätbebyggd miljö) och i mikroskala (gaturum

och komplicerad bebyggd närmiljö). Spännvidden i de geografiska skalor som är involverade i föroreningarnas spridning är därmed för stor för att kunna täckas in av endast en modell.

För att beräkna de meteorologiska förutsättningarna i regional till lokal skala (exempelvis sjö- och landbris sommartid, topografisk påverkan på vinden samt frekventa inversioner) har den dynamiska prognosmodellen The Air Pollution Model använts (TAPM-modellen, se vidare information i Bilaga B). Då väderförhållandena, och i förlängningen spridningsförutsättningarna, varierar från år till år har meteorologin beräknats för ett så kallat typår, som representerar de genomsnittliga meteorologiska förhållandena under ett år för ett område. Ett typår är inte ett specifikt år utan en sammansättning av månader från olika år under den senaste tjugoårsperioden. Om typårets januari motsvaras av år 2008 så innebär detta att januari år 2008 varit mest representativ för områdets januariväder under de senaste 20 åren.

I nästa steg, för beräkningen av de tredimensionella strömningsförhållandena mellan huskropparna, har en CFD-modell (Computational Fluid Dynamics) använts, Miskam-modellen (Microscale Climate and Dispersion Model), se vidare information i Bilaga C. Beräkningarna med Miskam-modellen görs i två steg, där första modelleringssteget är att beräkna ett relevant s.k. vindfält över området, baserat på den lokala meteorologiska datan från TAPM-beräkningarna. Modellen simulerar både turbulens (virvelbildning) och strömningsförhållanden runt byggnader i mikroskala, exempelvis runt enskilda byggnader, i gaturum eller kvarter, och lämpar sig därmed väl för detaljerade vindstudier i tätbebyggda områden (Haeger-Eugensson m.fl., 2019). Vindfältet blir sedan ingångsdata för den efterföljande spridningsberäkningen i det andra modelleringssteget i Miskam, där halterna av luftföroreningarna beräknas.

2.2.3 Urbana bakgrundshalter

De genomförda spridningsberäkningarna inkluderar lokala haltbidrag från de väg- och spårtrafikkällor som ingår i beräkningsområdet. För att kunna jämföra spridningsberäkningarna med MKN och miljökvalitetsmål måste därför en totalhalt tas fram. Totalhalten erhålls genom att addera en urban bakgrundshalt till det lokala haltbidraget. Den urbana bakgrundshalten motsvaras av emissioner från övriga källor i staden samt mer långdistanstransporterade föroreningar.

För att ta fram den lokala urbana bakgrundshalten av NO₂ användes storskaligt modellerade halter för hela staden (Göteborgs stad, 2018). Från denna modellering togs halten ut i en punkt direkt nordost om utredningsområdet. Här är halten ett resultat av emissioner i stort i området och den är inte förhöjd av närliggande källor, i detta fall fordonsemissioner från intilliggande vägar. Därefter beräknades, med hjälp av spridningsmodellering som beskrivet i avsnitt 2.2.2, det lokala haltbidraget från fordonsemissioner i området. Dessa två halter – storskalig halt och lokal halt – jämfördes och skillnaden dem emellan representerar den lokala urbana bakgrundshalten. De urbana bakgrundshalter som lagts till de beräknade haltbidragen, efter omräkning till kväveoxider, NO_x, visas i Tabell 4.

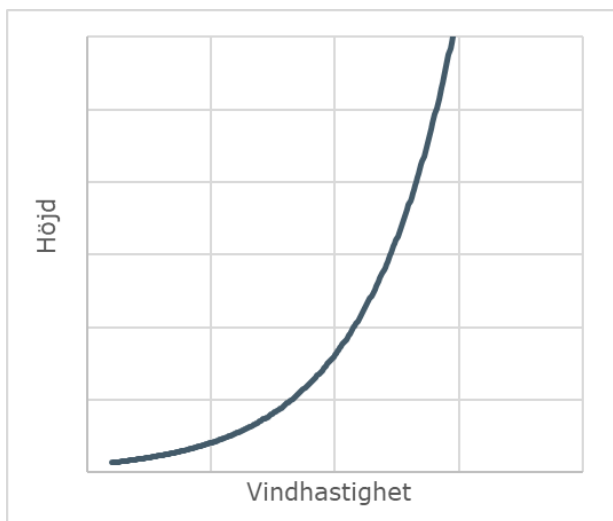
Tabell 4. Urbana bakgrundshalter, som adderats till beräknade haltbidrag för att få en totalhalt som kan jämföras mot MKN och miljömål.

Förorening	Årsmedelvärde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	98-percentil av dygnsmedelvärdet ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	98-percentil av timmedelvärdet ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
NO _x	17	80	95

2.3 Lokalklimat

2.3.1 Markytans påverkan på vinden

Markytans beskaffenhet påverkar vindhastigheten och vindriktningen och effekten är störst nära marken. Byggnader och vegetation utgör hinder för vinden och luften i rörelse behöver ta sig runt eller över hindret. I större skala har topografin samma effekt och ändrar både vindens hastighet och riktning när luften behöver ändra bana. Vindhastigheten ökar med höjden då påverkan från markytan avtar med höjden. Denna ökning i vindhastigheten sker inte linjärt med höjden utan ökar logaritmiskt, se ett exempel i Figur 10.



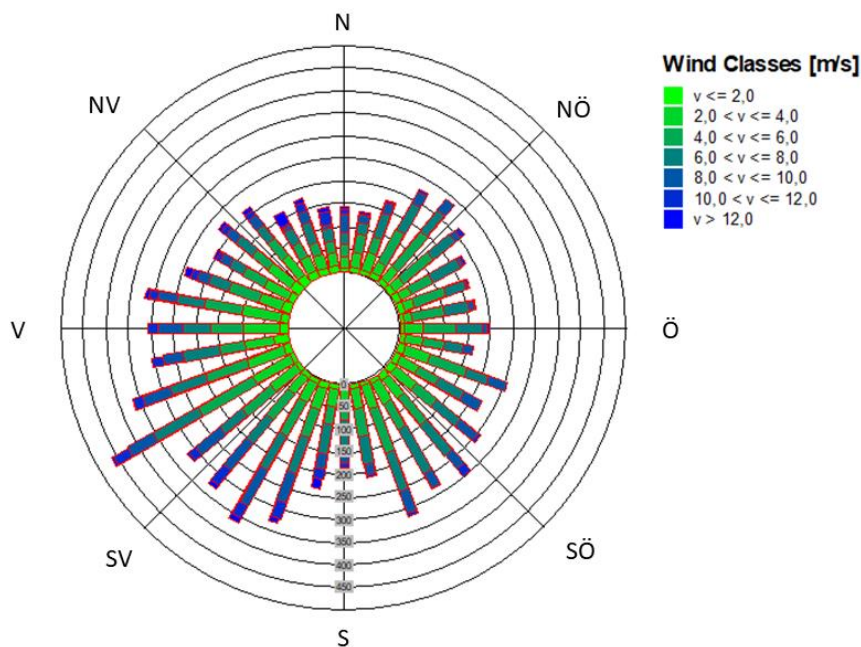
Figur 10. Generell bild över vindhastighetens ökning över marken. Den vertikala profilen visar hur vindhastigheten kan öka med större höjd över marken. Profilen är ett typexempel och kan variera mycket beroende på geografiska läget.

Byggnadshöjderna i den aktuella detaljplanen är som högst 12 våningar, dvs upp till ca 40 m. För att kunna beräkna effekten av "neddraget" av högre vindhastigheten från högre höjd via de högre husen har ingångsdata till de lokala beräkningarna hämtats från en höjd av 100 meter över mark. Denna vindhastighet modifieras därefter i nästa steg i beräkningen med den CFD-modell som beskrivs i avsnitt 2.2.2, så att relevant marknära vind erhålles. Dessa steg beskrivs i mer detalj i kommande avsnitt.

2.3.2 Indata vindsimulering

För att kunna beräkna realistiska vindförhållanden över ett område behöver CFD-modellen meteorologiska indata som representerar de lokala förhållanden med avseende vindhastighet och vindriktning. Då det inte finns någon meteorologisk mätstation i närheten med tillräckligt hög tidsupplösning (vindmätning varje timme), och inte heller på en relevant höjd har den lokala meteorologin beräknats med TAPM, som beskrivs i avsnitt 2.2.2. Som meteorologisk indata till vindfältberäkningar har det så kallade typåret använts som beskrivs i samma hänvisade avsnitt.

Figuren nedan visar den data som används som indata vid CFD-beräkningarna för vindfältet över planområdet. Här visas den lokala fördelningen av vindhastighet och vindriktning framtagen med modellen TAPM över planområdet vid 125 m höjd för hela typåret (Figur 11). Staplarna i vindrosen indikerar från vilket håll det har blåst och längden är ett mått på hur ofta vindriktningen har förekommit. Vindhastigheten indikeras med olika färger. För hela året är sydöstliga, sydvästliga och västliga vindar dominerande. På mer än 100 m höjd är vindhastigheten avsevärt högre än vid 10 m över marken, vilket förklarar den ganska stora andelen av hastigheter över 5 m/s.



Figur 11. Vindros för Backaplan för typåret. Vindrosen visar fördelning av vindhastighet och vindriktning 125 m över marken.

2.3.3 Klimatkomfort och hälsoaspekter utomhus

Människors upplevelse av utomhusförhållanden med avseende på väder styrs av en rad faktorer där temperatur, solinstrålning, vind och luftfuktighet påverkar kroppens värmebalans och människans upplevelse. När det blåser kraftigt samtidigt som temperaturen är låg (lägre än 10 °C) upplevs temperaturen som lägre än vad termometern visar. Riktigt varma sommandagar kan å andra sidan en fläk- tande vind ge tillräcklig svalka för att det ska bli komfortabelt. När det är varmt och luftfuktigheten samtidigt är hög upplevs temperaturen ofta som varmare än vad termometern visar, eftersom den höga luftfuktigheten gör att svettning inte är lika effektivt för avkylning som vid låg luftfuktighet.

Andra faktorer som påverkar upplevelsen är vilken typ av aktivitet man utför och hur mycket kläder man har på sig. Generellt kan sägas att människor är mest tillfreds med de termiska förhållandena när dessa är neutrala, det vill säga när det varken är för kallt eller för varmt. Det är vid dessa förhållanden som vi upp- lever termisk komfort, "thermal comfort". Nedan ges en kort introduktion till hur komfort avseende vind och temperatur kan beräknas.

2.3.4 Vind och den mänskliga upplevelsen av vind

I vårt nordliga klimat med övervägande låga temperaturer har vinden en stor inverkan på hur människor upplever utomhusvistelse. Vid låga vindhastigheter upplevs olägenheter till följd av dels av vindens så kallade byighet (d.v.s. när vinden byter riktning plötsligt och ofta) dels dess avkylande effekt. Vindens effekt och därmed dess olägenhet ökar snabbt med vindhastigheten. Vid högre vindhas- tighet och ökad byig vind blir vindtrycket den effekt som ger försämrad komfort. När det blåser mer än 5 m/s upplevs därmed vinden ofta som störande, men i vilken grad den upplevs som besvärande är individuellt och beror mycket på ak- tiviteten.

Vid utvärdering av vindkomforten används ofta den "upplevda vinden" i stället för den uppmätta vinden. Då byigheten i bebyggda områden ofta är högre än på exempelvis ett öppet fält, är den upplevda vindhastigheten i bebyggda områden för det mesta något högre än den uppmätta eftersom byigheten är högre. Enligt Glaumann och Westerberg (1988) kan den upplevda vindhastigheten relateras till den uppmätta, d.v.s. inklusive byigheten, enligt:

$$u_{upplevd} = 0,85 * (1 + I) * u_{uppmätt} \quad (1)$$

där I är mått på turbulensintensiteten. Ett typiskt värde för I är 0,6 i lä om en byggnad. Med hjälp av denna omräkning kommer till exempel värdet 5 m/s, som är gränsvärdet för det årsmedelvärde som ej bör överskridas på gång och cykel- banor, överskridas redan när den *uppmätta* vindhastigheten är 3,7 m/s eller högre. I Tabell 5 redovisas årsmedelvärden för upplevda och uppmätta vindhas- tigheter som ej bör överskridas i olika typer av miljöer.

Vindmiljön bedöms i vilken grad människor upplever en sämre komfort, baserat på några olika kriterier som visas i Tabell 5.

För att en plats ska ha godtagbara vindförhållanden krävs det att den uppmätta vindhastigheten för respektive aktivitet inte ska överskridas under mer än en viss procentuell andel av tiden under ett genomsnittligt år (Tabell 5).

Tabell 5. Kriterier för vindkomfort för olika typer av aktivitet och vistelsemiljö.

Vistelsemiljö	Årsmedelvärde för uppmätt/beräknad vindhastighet som ej bör överskridas (m/s)	Andel timmar under ett år (%) som vinden ska understiga den upplevda vinden
Gång- och cykelvägar – risk för personskador	3,7	50 %
Kortare uppehåll, (torg, hållplatser) – gräns för acceptabla förhållanden	2,2	80 %
Längre uppehåll, stillasittande (uteplatser, lekplatser) – gräns för önskvärda förhållanden	1,1	99,5 %

Generellt gäller att godtagbara vindförhållanden för stillasittande/stillastående aktiviteter innebär både lägre gränsvärde för årsmedelvindhastigheten och mindre andel av tiden som detta gränsvärde får överskridas, än vid rörliga aktiviteter så som promenad eller cykling. Även vistelsetiden spelar roll. Detta innebär att på platser som främst är avsedda för kortvariga vistelser och där man förväntas vara i rörelse som t ex gång- och cykelvägar kan högre vindhastigheter under en större andel av tiden accepteras, jämfört med torg eller lekplatser där människor förväntas vistas längre och vara stillasittande.

2.3.5 Vind i tätbebyggda områden

Jämfört med öppna ytor ger bebyggelsen skydd mot vinden på den aktuella platsen. Detta innebär att medelvindhastigheten i marknivå blir lägre än om platsen hade varit utan bebyggelse. Å andra sidan ökar bebyggelsen markytans råhet, vilket gör att turbulensen och bygheten ökar. Höga byggnader kommer dessutom i kontakt med luftskikt högre upp över marken där vindhastigheten är större än i markplan där människorna vistas. Detta kan leda till att höga byggnader leder ner de kraftigare vindarna till markplan, särskild vid byggnader som är betydligt högre än omgivningen. I kombination med bebyggelsens rumsliga struktur kan detta leda till att det uppstår speciellt blåsiga ställen runt huskropparna, i gaturum eller på torg.

2.3.6 Fördelning av sol och skugga

Direkt solljus och fördelning av skugga är viktiga parametrar för hur boendemiljön upplevs. Höga byggnader och stora träd styr hur mycket och när bostäder och andra lokaler exponeras för direkt och indirekt solljus och har stor betydelse för ljusförhållanden och termisk komfort i ett bostadsområde.

I områden där tät och hög bebyggelse skapar trånga gaturum kan bostäder och gatorna mellan byggnaderna ligga i skugga stora delar av året och dygnet. Särskilt under vinterhalvåret när solen står lågt över horisonten på våra nordliga breddgrader kan bebyggelsen förhindra att direkt solljus når markplan eller de lägre våningarna. En solig dag på våren söker sig många till soliga platser, medan det en varm sommardag är skuggiga platser som föredras. God tillgång till både solbelysta och skuggiga platser är särskilt viktigt för att göra offentliga platser, parker och lekparken attraktiva för utomhusvistelse hela året.

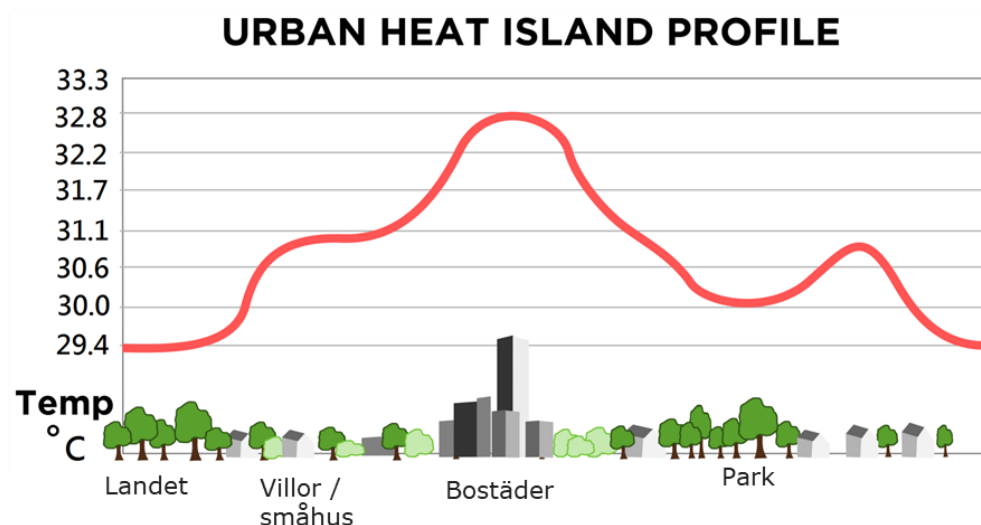
2.3.7 Termiska förhållanden

Förutom vinden är de termiska förhållandena mycket avgörande för upplevelsen av utomhuskomforten i det urbana rummet. Även höga temperaturer kan ge negativa hälsoeffekter på människor vilket har uppmärksamats mer under senare år.

De termiska förhållandena, den termiska komforten (utomhus), är delvis ett subjektivt begrepp och styrs av lufttemperatur, vind, luftfuktighet, solinstrålning, metaboliskt värme och kläders förmåga att isolera (Mukherjee och Mahanta, 2014). På senare år har man även funnit att den termiska komforten till stor del styrs av den så kallade strålningstemperaturen, vilken i sin tur styrs av solinstrålning.

Vidare har marktäcket beskaffenhet samt reflektion av utgående värmestrålning en inverkan på strålningstemperaturen (se vidare avsnitt 0). Till skillnad från obebyggda områden finns större andel hårdgjorda ytor i staden, som till exempel vägar, trottoarer, husfasader, tak etc. Hårdgjorda ytor har andra egenskaper än naturliga ytor med avseende på värmelagringskapacitet, reflektion av inkommande solinstrålning och hur mycket av solenergin som kan gå till avdunstning. De lodrätta byggnadsfasaderna i staden gör att det finns en mycket större yta som kan värmas upp av solinstrålningen och som kan lagra värme jämfört med om samma markyta hade varit obebyggd.

Av den anledningen är städer, särskilt stora, tätbebyggda sådana, ofta några grader varmare än den omgivande landsbygden, vilket kallas för urban värmeö. Medan det kan anses som en positiv effekt, särskilt i kallt klimat, kan det förstärka värmebelastningen under varma sommardagar. Effekten kan ses i Figur 12 som visar en temperaturprofil tvärs genom en stad. De centrala delarna är i detta fall mer än 3°C varmare än omgivande områden. Här ses också att parken har en avkylande effekt.



Figur 12. Temperaturprofil tvärs genom en stad.

När det gäller hälsoeffekter till följd av höga temperaturer finns det flera studier som visar att högst hälsopåverkan ses då nattetemperaturen överstiger 26 °C under minst tre dygn i rad (Climate Model Berlin, 2016). Förklaringen är att människor påverkas i högre utsträckning om det inte finns en möjlighet att ventilerar ut bostaden under natten och därmed erhålla dräglig temperatur nattetid. I flera länder, däribland Sverige, utfärdas därför numer varningar för höga temperaturer (Tabell 6) så att till exempel sjukvård och äldreboende blir mer förberedda, samt människor generellt kan planera aktiviteter efter värmen.

Tabell 6. Befintliga gränser för varningar vid värmeböljor avseende lufttemperatur.

Typ av varning	Gränstemperatur och tidslängd
48 timmars förvarning	Om maxtemperaturen förväntas bli minst 26 °C under tre dygn i följd.
Klass 1-varning till allmänheten	Om maxtemperaturen förväntas bli minst 30 °C under tre dygn i följd.
Klass 2-varning till allmänheten	Om temperaturen förväntas bli minst 30 °C grader under mer än fem dygn eller minst 33 °C under tre dygn.

2.3.8 Strålningstemperatur

Under varma perioder lagrar tätbebyggda, urbana miljöer med många husfasader och hårdgjorda ytor stora mängder termisk energi (d.v.s. värme) från solinstrålningen dagtid. I takt med att huskropparna och markbeläggning värms upp börjar dessa också avge en del av värmen genom strålning och även konvektion (vertikal värmetransport i luften). Detta leder till att människor värms upp av både luftens temperatur och av värmestrålning från väggar och varm mark.

Dessutom sker ytterligare uppvärmning genom reflektion av solljus mot väggar och mark. Effekten av dessa processer blir tydligt märkbara nära en solbelyst

vägg. I den urbana, mera "slutna" miljön är därför lufttemperaturen en otillräcklig indikator för människans termiska upplevelse. I stället är den så kallade *mean radiant temperature* (T_{mrt}), den genomsnittliga strålningstemperaturen, en bättre indikator. Denna tar hänsyn till både kortvågig (synligt ljus) och långvågig (värme-) strålning som människan exponeras för. Det är därför inte lufttemperaturen som är den viktigaste meteorologiska faktorn som styr människans energibalans och därmed den termiska komforten och påverkan på hälsan vid värme-stress. Det är istället främst den summerade kort-och långvågiga strålningen, representerad av T_{mrt} .

I Sveriges övervägande kyliga klimat är det än så länge förhållandevis liten risk för långvariga höga sommartemperaturer och värmeböljor inträffar, dock är förekomsten av enstaka riktigt varma sommardagar inget ovanligt. Med den globala uppvärmningen ökar emellertid risken för att det kommer inträffa fler och även mer långvariga varma perioder i framtiden. Eftersom både framtida klimat och en tätare bebyggelse förväntas ge ökade urbana temperaturer är det viktigt att utreda lokala effekter från byggandet. Om det visar sig att den föreslagna bebyggelsen ger för höga lokala temperaturer kan åtgärder föreslås och även testas om dessa frågor hanteras redan i detaljplaneskedet.

Det finns i dagsläget inte lika tydliga bedömningsgrunder för vanlig lufttemperatur eller för strålningstemperatur som för vindstyrka. På senare år har det framkommit en hel del vetenskapliga studier som visar att strålningstemperaturen är ett bättre mått på hälsoeffekter till följd av höga temperaturer. Ett exempel är genomförd av Thorsson m.fl. (2014) där det framgår att strålningstemperatur ger en större förklaringsgrad relaterat till människors hälsa jämfört med lufttemperatur. Vid strålningstemperaturer över ca 60 °C identifierades en 10 procent högre risk att dö för äldre över 80 år och dessa påverkas mest av höga temperaturer på dagen. Andra åldersgrupper är dock också utsatta för risk men inte i samma utsträckning som den övre åldersgruppen. Människor mellan 45 och 70 år påverkas mest av höga temperaturer på natten (Thorsson m.fl., 2014). I den nämnda utredningen har fokus varit på den mest sårbara gruppen, människor som är äldre än 80 år. Gränserna för T_{mrt} för den här åldersgruppen är avrundade till 55 respektive 60 °C och förkortas härafter till T. 55 respektive T. 60 (Tabell 7, Tabell 8).

Tabell 7. Strålningstemperaturens koppling till ökad mortalitetsrisk för två olika åldersgrupper.

Ökning i mortalitetsrisk (%)	T_{mrt} (°C)	
	Ålder 45–79 år	Ålder över 80 år
5	58,8	55,5 (T. 55)
10	-	59,4 (T. 60)

Baserat på ovanstående gränser för högre risk att dö kommer dessa strålnings-temperaturer att användas i denna utredning för bedömning av risken för exponering av för höga temperaturer, se Tabell 8.

Tabell 8. Gränser för strålnings-temperatur (T_{mrt}) använda i denna utredning.

Nivå	Gräns T_{mrt} (°C)
Övre gräns för hälsoeffekt av strålnings-temperatur*	60
Nedre gräns för hälsoeffekt av strålnings-temperatur	55

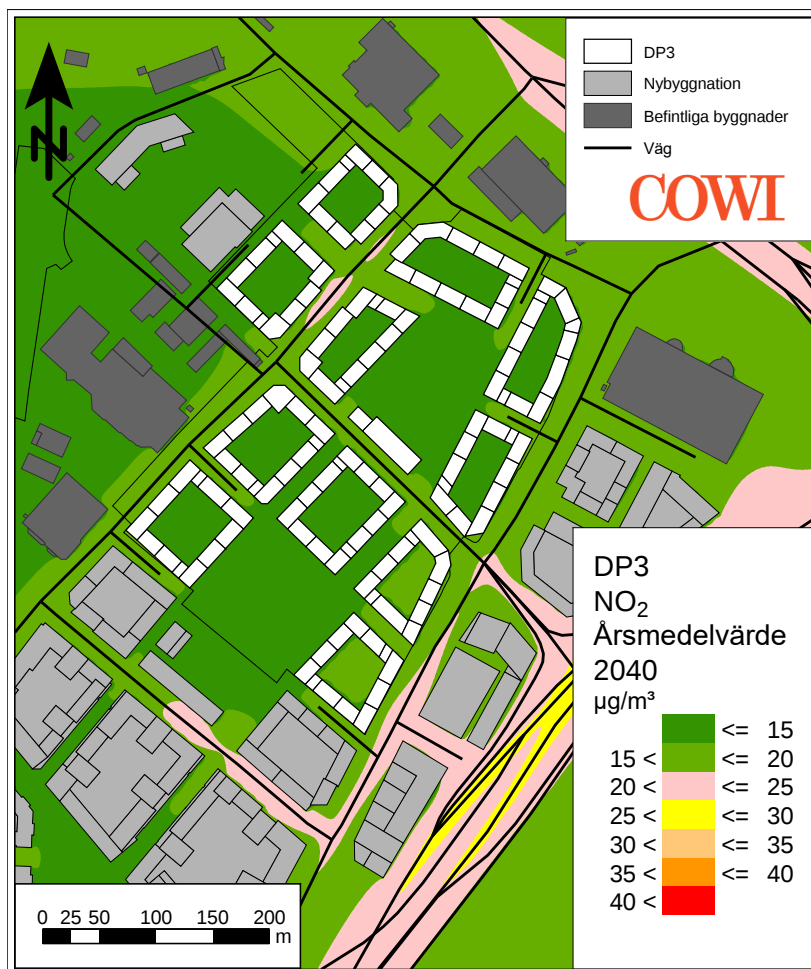
*Baserat på den mest sårbara gruppen i samhället d.v.s. människor äldre än 80 år.

3 Resultat

3.1 Luftkvalitet

I det här avsnittet presenteras resultaten för beräknade totala halter av NO₂ för år 2040 med samma års emissioner. Resultaten presenteras som årsmedelvärde, 98-percentil av dygnsmedelvärdet samt 98-percentil av timmedelvärdet, se Figur 13 till Figur 15. Röd haltnivå i kartorna visar överskridande av gränsvärdet för MKN, och rosa haltnivå visar ett överskridande av miljökvalitetsmålen.

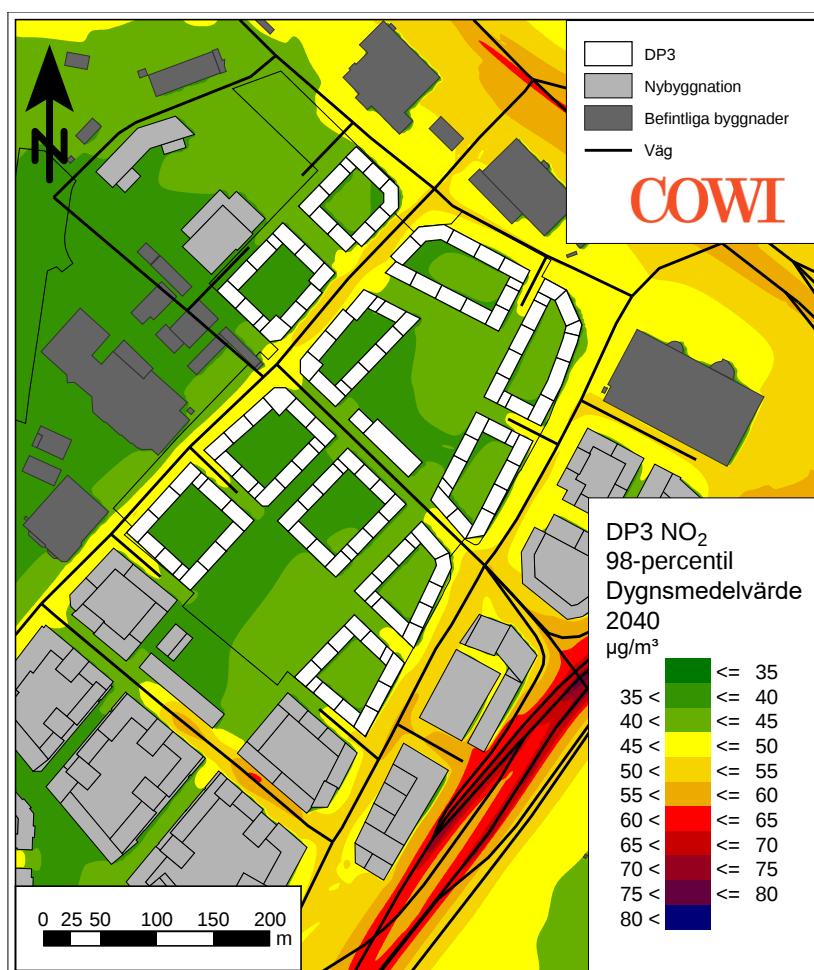
Beräkningarna visar att årsmedelvärdet av NO₂ inom planområdet och utredningsområdet klarar MKN (40 µg/m³) med god marginal, se Figur 13. De högsta årsmedelvärdena intill planområdet finns längs Backavägen, vid Leråkersmotet och söder om det. Halterna i direkt anslutning till Lundbyleden överskrider miljökvalitetsmålen. De överskrider även längs en kortare sträcka på Deltavägen i den nordvästra delen av planområdet.



Figur 13. Beräknade årsmedelsvärden av NO₂ (µg/m³) för 2040. Rött haltintervall visar överskridande av miljökvalitetsnormens gränsvärde och rosa innebär överskridande av miljökvalitetsmålet.

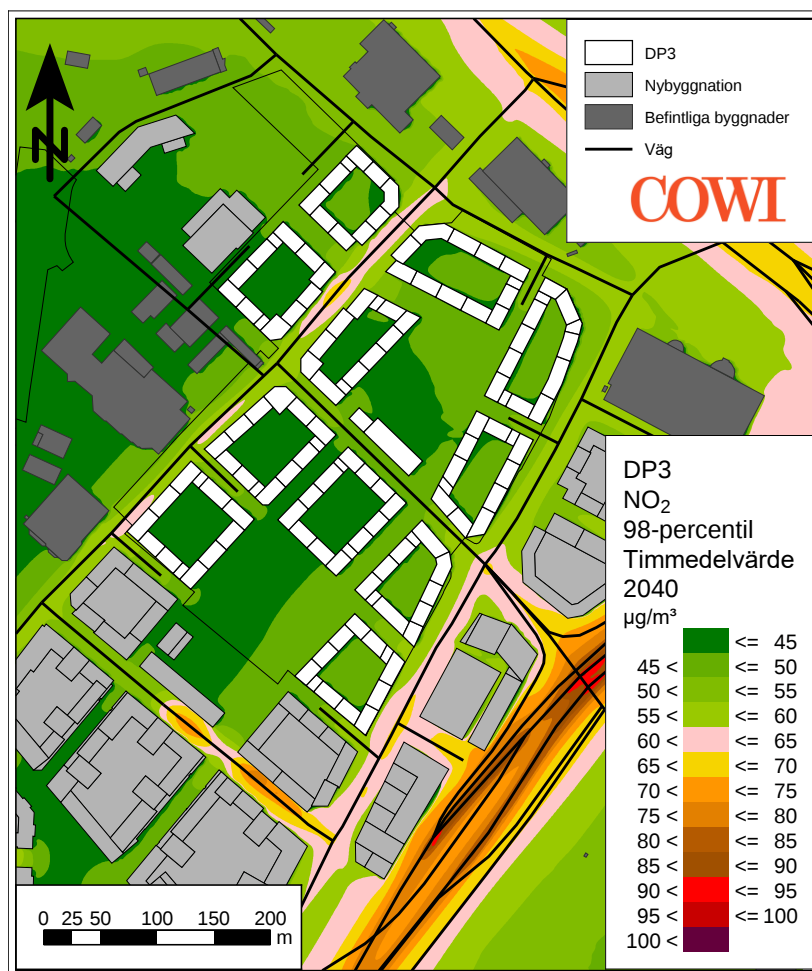
Bortsett från områdena utmed de tidigare nämnda vägarna klaras även miljökvalitetsmålet för år i hela området. I parkerna och på de flesta av innergårdarna är halterna under $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$, vilket ses som god luftkvalitet, och det innebär att det lokala miljökvalitetsmålet för Göteborgs Stad med halter under $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vid alla förskolor och bostäder klaras i de områdena. De två bostadshusen som ligger längst sydost i planområdet har halter mellan 15 och $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ på respektive innergård, vilket visar att de byggnaderna är mer påverkade av emissionerna från Backavägen och Lundbyleden än resterande planområde.

För 98-percentilen av dygnsmedelvärdet av NO_2 framgår det tydligare hur stor påverkan emissionerna från Backavägen och Lundbyleden har på området, se Figur 14. Trots det klaras MKN på $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i hela planområdet. I området vid Leråkersmotet och söderut längs Backavägen är påverkan störst, där halterna vid den sydligaste byggnaden i planområdet når $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Halterna når upp till 50- $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vid fasaderna även längs övriga delar av Backavägen, och längs de norra delarna av Deltavägen. I parkerna och på innergårdarna ligger de beräknade dygnsmedelhalterna under $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Figur 14. Halter för 98-percentilen dygnsmedelsvärde av NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) för scenarioår 2040 med emissionsår 2040, för detaljplansområde 3 Backaplan. Röd haltintervall visar överskridande av miljökvalitetsnormens gränsvärde. För Dygnsmedelvärde finns inget satt miljökvalitetsmål.

För 98-percentilen av timmedelvärdet av NO₂ syns samma mönster som för dygnsmedelvärdet, se Figur 15. Inga halter över miljökvalitetsnormen (90 µg/m³) har beräknats, men miljökvalitetsmålets 60 µg/m³ överskrids utmed Backavägen söder om Leråkersmotet och delar av Deltavägen. För planområdets parker och innergårdar är marginalerna till MKN större än för dygnsmedelvärdet och halterna ligger under 55 µg/m³.



Figur 15. Halter för 98-percentilen timmedelvärde av NO₂ (µg/m³) för scenarioår 2040 med emissionsår 2040, för detaljplansområde 3 Backaplan. Röd haltintervall visar överskridande av miljökvalitetsnormens gränsvärde och rosa innebär överskridande av miljökvalitetsmålet.

3.2 Lokalklimat

3.2.1 Vindkomfort

För bedömning av vindkomforten appliceras de vindklasser och bedömningsgrunder som beskrivs i Tabell 9 och Tabell 10. Kriterierna beskriver hur vindförhållanden bör vara för olika typer av aktiviteter och i vilka vistelsemiljöer dessa antas förekomma som till exempel långvarigt stillasittande i en park eller uteservering, kortvarigt stillasittande vid busshållplats och områden lämpligt för gång- och cykelbanor.

Beräkningar har gjorts dels för medelvindhastigheten för hela året över planområdet, dels hur ofta olika vindhastigheter uppträder, för att bedöma vindförhållandena enligt kriterierna i Tabell 9. Då den faktiska vindhastigheten oftast inte är av primärt intresse, utan snarare vindkomforten, visas områden lämpliga för långvarigt stillasittande i Figur 16 där färgsättningen baseras på Tabell 9.

I Figur 16 framgår att vindhastigheten över lag är låg i stora delar av området vilket indikeras av de mörkgröna och ljusgröna områdena i kartan. I dessa områden är vindhastigheten under 1,1 m/s under de flesta timmar på året. I de mörkgröna områdena är andelen som hög som 99,5 procent, dessa återfinns på flertal innergårdar. Därmed är förutsättningar för långvarigt stillasittande principiellt goda. Områden som inte uppfyller kriteriet ligger utanför bebyggelsen, t.ex. parkområdet längs med Kvillebäcken och parken i den norra delen av planområdet.

Tabell 9 I Figur 16 har respektive område klassificerats för att visa på områdets lämplighet avseende aktiviteter som innefattar långvarigt stillasittande. Gränserna bygger på kriterier i Tabell 5.

Klassificering av området	Vindexponering	Platsens lämplighet för långvarigt stillasittande
Mörkgrönt	Vindhastigheten är lägre än 1,1 m/s under 99,5 % av tiden	Mycket bra förutsättningar för långvarigt stillasittande
Ljusgrönt	Vindhastigheter lägre än 1,1 m/s under 80-99,5 % av tiden	Relativt bra förutsättningar, men vissa åtgärder kan behövas.
Gröngult	Vindhastigheter lägre än 1,1 m/s under 60-80 % av tiden	Åtgärder krävs för att området ska bli lämpligt för långvarigt stillasittande
Orange	Vindhastigheten högre än 1,1 m/s	Ej lämpligt för långvarigt stillasittande, men bra för GC-banor



Figur 16. Bedömning avseende lämplighet för **långvarigt stillasittande**. Färgerna indikerar grad av vindexponering. Mörkgrönt: Mycket bra förutsättningar för långvarigt stillasittande, Ljusgrönt: relativt bra förutsättningar, grön-gula områden: åtgärder behövs. Orange; ej lämplig.

Vindkomfortskriterierna för kortvarigt stillasittande presenteras i Tabell 10. I Figur 17 kan ses att det finns mycket bra förutsättningar för kortvarigt stillasittande i hela område, vilket visas med grönt i kartan. Parkområdet längs med Kvillebäcken framstår som mer vindexponerad. Här skulle det behövas åtgärder för att förbättra vindkomforten om kortvarigt stillasittande planeras även här. Värt att poängtera är dock att beräkningarna inte har tagit hänsyn till träd eller vegetation, vilka bör ha en god vindsyddande effekt.

Tabell 10. Klassificering av områden för att visa på deras lämplighet avseende aktiviteter som innefattar kortvarigt stillasittande. Gränserna bygger på kriterier i Tabell 5.

Klassificering av området	Vindexponering	Platsens lämplighet för kortvarigt stillasittande
Grönt	Vindhastigheten är lägre än 2,2 m/s under 80 % av tiden	Mycket bra förutsättningar för kortvarigt stillasittande.
Gult	Vindhastigheter lägre än 2,2 m/s under 60-80% av tiden	Bra förutsättningar för kortvarigt stillasittande, men vissa åtgärder kan behövas.
Rött	Vindhastigheter högre än 2,2 m/s	Åtgärder krävs för att området ska bli lämpligt för kortvarigt stillasittande, men lämplig med gång/cykelbana.



Figur 17. Bedömning avseende komfortkriterium för **kortvarigt stillasittande**. Färgerna indikerar grad av vindexponering. Grönt: mycket bra förutsättningar. Gult: Bra förutsättningar. Rött: Ej lämplig för kortvarigt stillasittande men okej för gång/cykelbana.

I Figur 18 visas maximala vindhastigheter över planområdet vilket indikerar var det finns risk för vindförstärkning. Ofta är det en kombination av olika effekter som leder till en vindförstärkning vid en viss plats. Viss vindförstärkning sker i trånga passager mellan byggnader och i anslutning till byggnadshörn; exempel på detta är markerade med vita cirklar i Figur 18. De beräknade högsta maximala vindhastigheterna i planområdet ligger under 4 m/s, vilket är lägre än de 5 m/s som ofta upplevs som störande och de 7 m/s som används i den sammanvägda bedömningen nedan.



Figur 18. Maximala vindhastigheter i detaljplaneområdet. Vita cirklar visar exempel på områden där vindförstärkning kan ske.

3.2.2 Temperaturkomfort

För beräkning av strålningstemperaturen har tre olika typer av svenskt sommarväder valts ut, för att representera att den skandinaviska sommaren som kan bjuda på såväl soligt och varmt som kyligt och molnigt väder. De utvalda tillfällena är en het dag som representeras av den 27 juli, en varm dag som representeras av den 7 maj, samt en kylig dag, den 23 juni. Meteorologiska data är för alla tre dagar hämtat från 2018, som på många håll i Sverige var en varm sommar, och finns presenterade i Tabell 11.

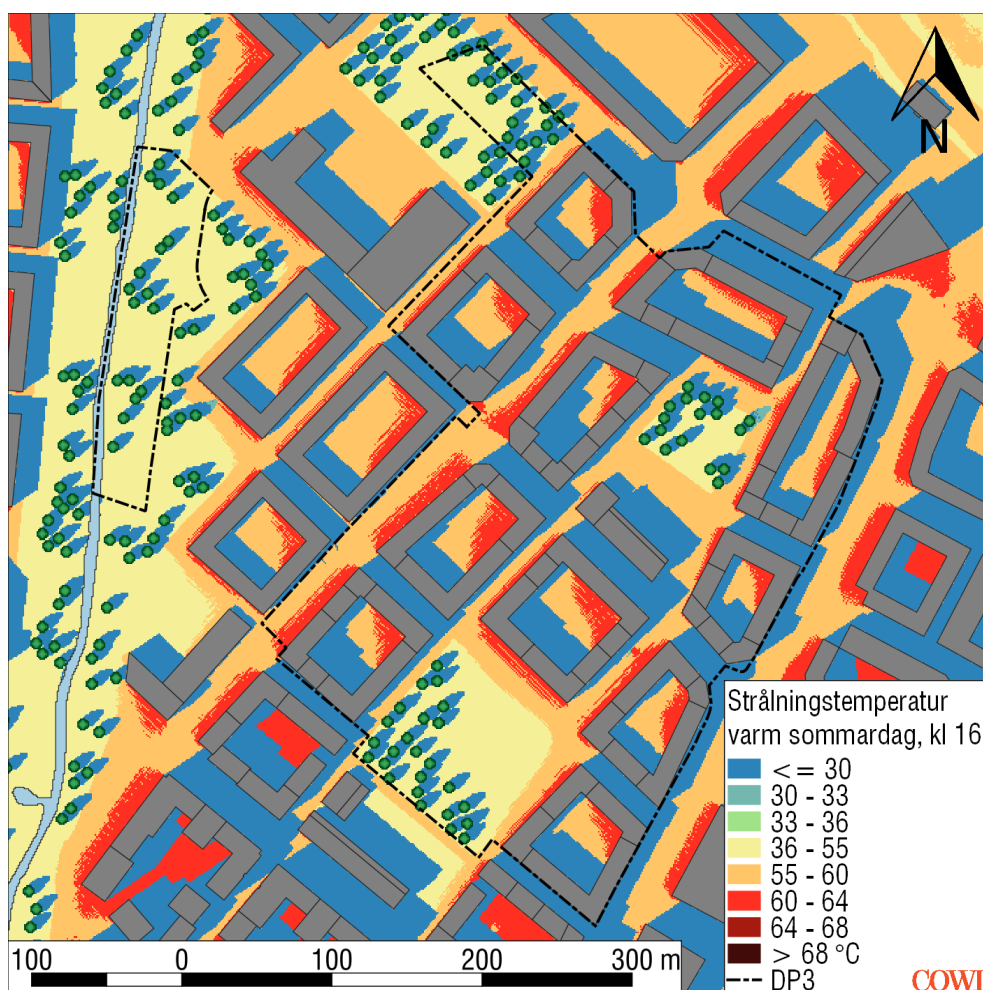
Tabell 11 Väderförhållanden för de timmar som strålningstemperaturen T_{mrt} beräknades. Färgerna representerar olika typer av svenskt sommarväder: röd = het sommardag (obs: kl. 08 och kl. 16 från samma dag), grön = behaglig sommardag, blå = sval/kylig sommardag.

År	Kl.	Vindhast. (m/s)	Vindrikt. (deg)	Lufttemp. (°C)	Rel. luftfuktighet (%)	Globalstrålning (W/m ²)	Direkt instrålning (W/m ²)	Diffus strålning (W/m ²)
20180727	08	1,5	48	21	56	251	543	86
20180727	16	3,5	285	31	41	718	874	105
20180507	16	4	222	22	62	749	843	137
20180623	16	5	290	19	31	754	812	151

Nedanstående resultat jämförs med det intervall för strålningstemperaturen som kopplats till risk för hälsoeffekt, 55-60 °C (från Tabell 8).

Exempel på en behaglig sommardag

7 maj 2018 kl. 16 (Figur 19) representerar en situation med normalt soligt sommarväder. Lufttemperaturen kl. 16 är ungefär 22 °C (se Tabell 11 för ytterligare meteorologisk information). I de solbelysta delarna av området blir strålningstemperaturer (T_{mrt}) höga (hårdgjorda ytor får T_{mrt} mellan 55 och 60 °C). De maximala T_{mrt} finns i intervallet 60 till 64 °C, till exempel i de solbelysta delarna av innergårdarna. På innergårdarna syns tydligt fasadernas effekt på strålningstemperaturen. Här ger de solbelysta fasaderna en högre T_{mrt} , men en bit bort ifrån fasaden sjunker T_{mrt} till 55–60 °C (orange färg). Områden som ligger i skuggan får betydligt lägre T_{mrt} , under 30 °C. Det förekommer stora skillnader i T_{mrt} , på kort avstånd.

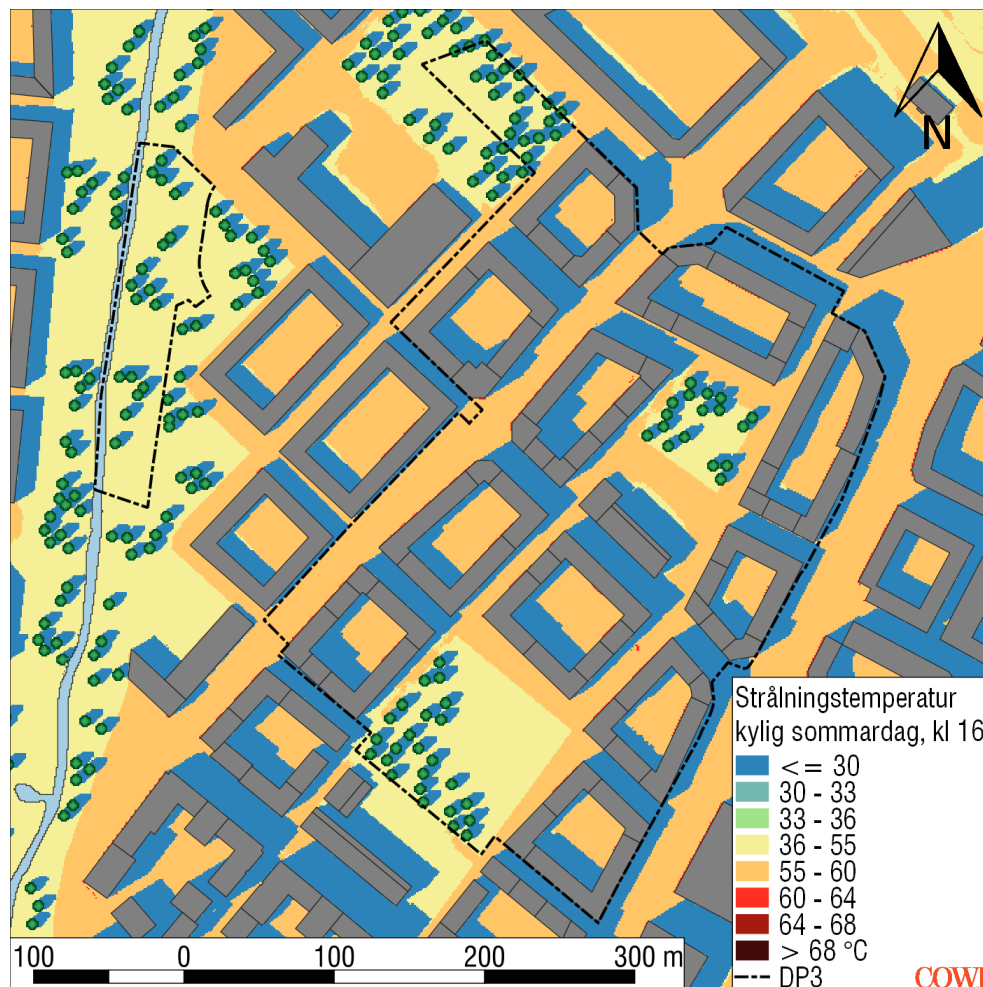


Figur 19. Strålningstemperatur över planområdet beräknad för en varm sommardag på eftermiddagen (7 maj 2018, kl.16) baserad på indata i Tabell 11. Plangränsen är markerad med en streckad linje.

Exempel på en kylig sommardag

Exemplet i Figur 20 representerar soligt men ganska svalt sommarväder. Den 23 juni 2018 kl 16 är lufttemperaturen ungefär 19 C (se Tabell 11 för ytterligare meteorologisk information).

Över de solbelysta och hårdgjorda ytor ligger T_{mrt} i allmänhet i intervallet 55 till 60 C. Den här lite kyligare sommardagen når stålningstemperaturen inte upp till de riktiga höga nivåerna som visas i Figur 19 och det förekommer inte heller lika stora temperaturskillnader på kort avstånd.

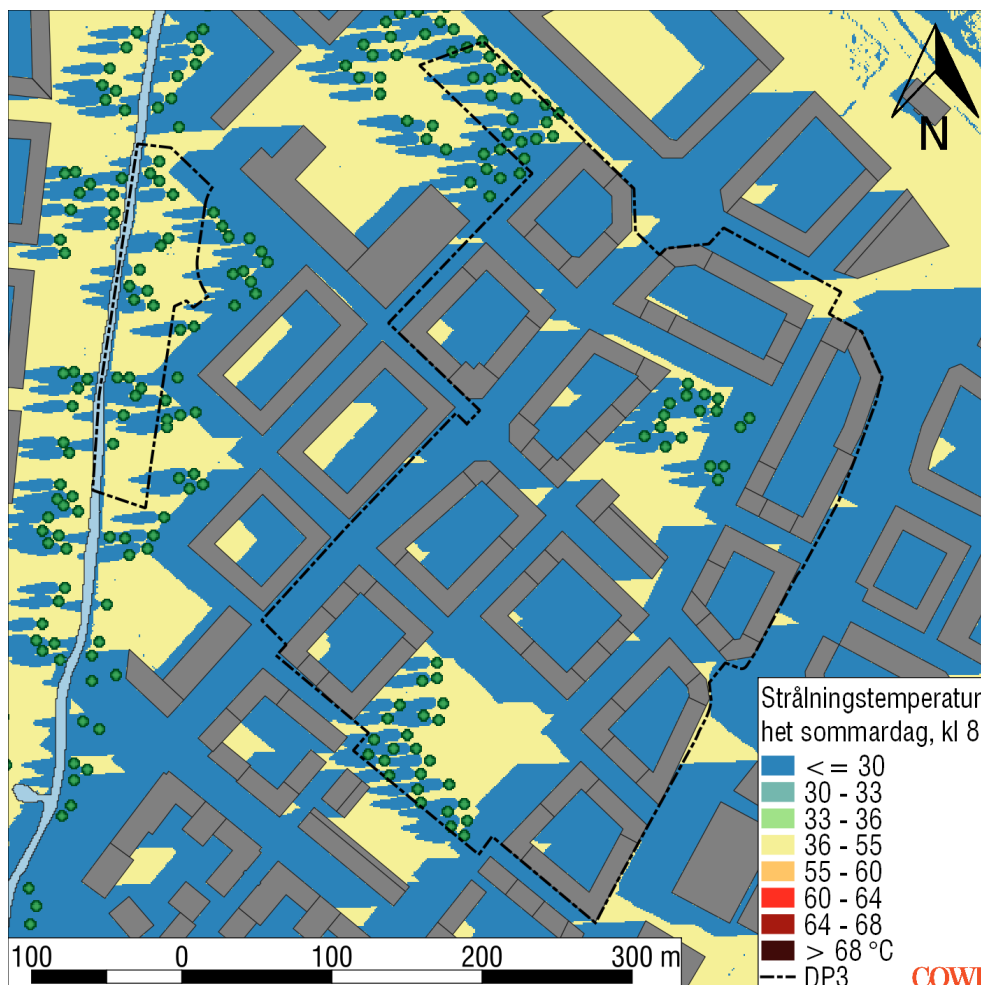


Figur 20. Strålningstemperatur över planområdet beräknad för en kylig sommardag på eftermiddagen (23 juni 2018, kl.16), baserad på indata i Tabell 11. Plangränsen är markerad med en streckad linje.

Exempel på en het sommardag

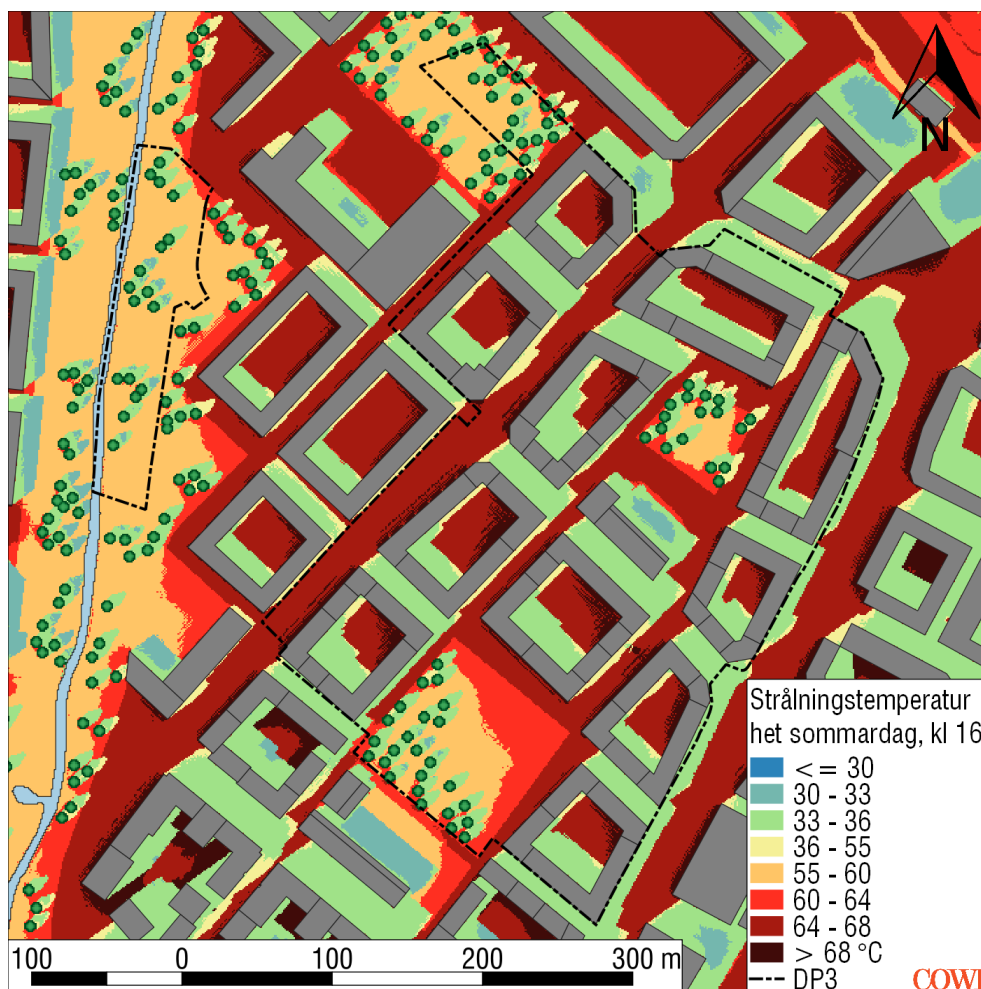
Den 27 juli 2018 representerar förhållandena för en het sommardag. I Figur 21 visas strålningstemperaturen för 27 juli 2018 (het sommardag) på morgonen kl. 8 när lufttemperaturen redan var 21 °C.

Under morgontimmarna ligger stora delar av detaljplaneområdet i skugga, skapad av bebyggelsen (blå färg i Figur 21). I de solbelysta områdena ligger T_{mrt} i intervallet 36 till 55 °C, vilket syns med gul färg.



Figur 21. Strålningstemperatur över planområdet beräknad för en het sommardag på morgonen (den 27 juli 2018, kl. 8) baserad på indata i Tabell 11. Plangränsen är markerad med en streckad linje.

I Figur 22 visas förhållanden kl. 16 på eftermiddagen samma dag, då lufttemperaturen hade stigit till 31 °C. Bebyggelsen skapar skarpa gränser mellan områden som ligger i skugga respektive är solbelysta. Enligt Tabell 7 finns risk för värme stress och hälsoeffekter vid strålningstemperaturer över 55 °C. Beräkningen för eftermiddagssituationen den 26 juli 2018 visar tydligt att stora delar av området når upp till dessa nivåer, under åtminstone delar av eftermiddagen.

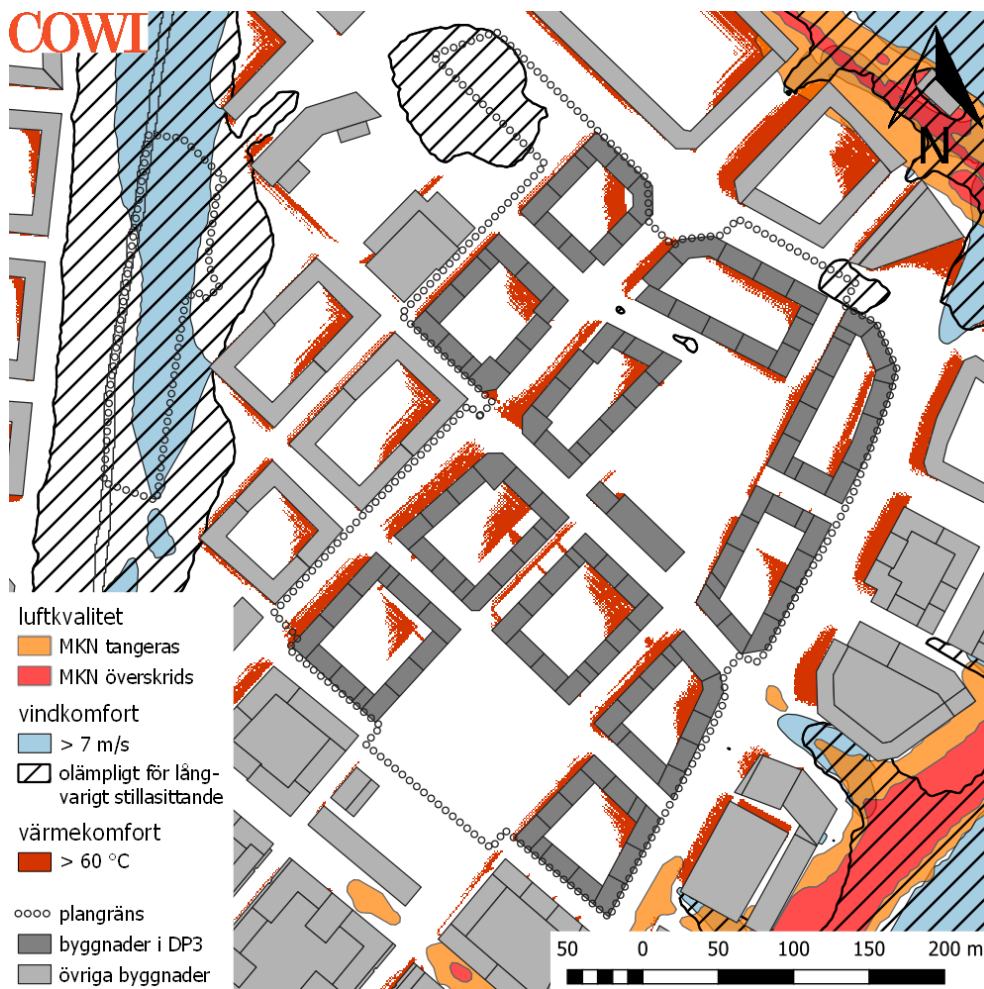


Figur 22. Strålningstemperatur över planområdet beräknad för en het sommardag på eftermiddagen (27 juli 2018, kl. 16), baserad på indata i Tabell 11. Plangränsen är markerad med en streckad linje.

3.3 Sammanvägd bedömning

En karta som visar den sammanvägda bedömningen av luftkvalitet, vindkomfort och temperaturkomfort visas i Figur 23. Informationen i kartan framhäver i första hand delar av planområdet där det föreligger problem avseende luftkvalitet och lokalklimat.

Som indikator för luftkvalitet visas områden där MKN för NO₂ överskrids eller tangeras. Indikatorerna för lokalklimat är baserade på vindkomfort (områden som ej lämpar sig för långvarigt stillasittande samt delar av området där maximala vindhastigheter kan överstiga 7 m/s, se Figur 16 respektive Figur 18) och risk för värmestress (områden med strålningstemperaturer över 60 °C för fallet som visas i Figur 19, dvs en varm sommardag).



Figur 23. Sammanvägd bedömning för lokalklimat och luftkvalitet, baserad på informationen framtagen i kartorna som visas Figur 13-Figur 15, Figur 16, Figur 18 samt Figur 19.

Avseende lokalklimat framträder de stora, slutna innergårdarna som områdena med störst risk för värmestress på sommaren. Här bidrar både fasadytorna och markytan till höga strålningstemperaturer.

Vindkomforten kan anses som god i hela bostadsområdet. Lokalklimatutredningen har dock visat att grönområdet längs med Kvillebäcken inte är tillräckligt vindstilla för att klara kriteriet för långvarigt stillasittande, vilket kan anses vara ett problem om parken ska nyttjas för aktiviteter som inkluderar långvarigt stillasittande. Å andra sidan bedöms den utgöra ett viktigt stråk för ventilering av hela området och därmed bidrar till tillförseln av frisk luft.

Som tidigare visats beräknas inga överskridanden eller tangeringar av miljökvalitetsnormerna i planområdet. I de sydöstra och nordöstra delarna av utredningsområdet påverkas luftkvaliteten dock av trafiken på Lundbyleden och den kommande Kvilleleden.

4 Diskussion och slutsatser

Luftkvalitet

I arbetet med att förvandla Backaplan från ett handels- och verksamhetsområde till en tätbebyggd blandstad har COWI gjort en luftutredning för DP3. Beräkningar har gjorts för halter av NO₂ för prognosåret 2040. Utsläppen av kväveoxider från ett genomsnittsfordon kommer tills dess att ha minskat betydligt på grund av teknikutveckling och fordonsflottan kommer med tiden att bestå av en allt större andel fordon med renare avgasutsläpp. Detta återspeglas i resultaten som visar att NO₂-halterna kommer vara relativt låga jämfört med dagens halter och att det därmed inte finns risk för överskridanden av MKN i planområdet. Beräkningarna visar att miljökvalitetsmålet klaras nästan överallt, med få undantag. Beräkningsresultaten visar ändå att de omkringliggande vägarna ger ett tillskott av luftföroreningar till området, även om ingen större spridning sker in i bostadskvarteren. Lundbyleden kommer förbli en betydande källa för luftföroreningar även i framtiden, och ger ett visst haltbidrag till hela det nybyggda området.

Världshälsoorganisationen WHO publicerade i september 2021 uppdaterade riktlinjer för gränsvärden för luftföroreningar. Nivåerna är lägre än de som tidigare rekommenderats. Som en följd av det diskuteras en översyn av EUs luftkvalitetsdirektiv, vilket när det ändrats behöver implementeras i svenska lagstiftning genom reviderade miljökvalitetsnormer. Sannolikheten är stor att kommande gränsvärden kommer att vara lägre än dagens och som ett exempel kan nämnas att det av WHO föreslagna riktvärdet för årsmedelvärdet av NO₂ ändrats från 40 till 10 µg/m³ (World Health Organization, 2021) vilket är halva det nu gällande miljökvalitetsmålet. I denna utredning redovisas inte lägre årsmedelvärden än 15 µg/m³, på grund av att bakgrundshalterna ligger på ungefär denna nivå. Det tyder på att det kan bli utmanande att nå de eventuella kommande miljökvalitetsnormerna utan betydande satsningar på minskade utsläpp av kväveoxider i våra städer.

En effektiv åtgärd för att sänka luftföroreningshalter är att variera byggnadshöjden längs med de gator där MKN överskrids eller tangeras. En enstaka högre byggnadsdel, som sticker upp som ett torn över den omkringliggande bebyggelsen, har förmåga att leda ner renare luft med högre vindhastighet ner i gatuummet, vilket hjälper till att blåsa bort och späda ut föroreningarna i gatuplan. De byggnadsvolymer som använts i beräkningarna är varierade och enstaka höga hus planeras i både DP2 och DP3, tack vare de slutsatser som dragits i luftutredningen för DP2.

Vindkomfort

Den planerade bebyggelsen i utredningsområdet karakteriseras av tät kvartersstruktur med inslag av höga byggnader, vilket påverkar de lokala vindförhållandena i markplan. Höga byggnader kan leda ner kraftigare vindar till markplan, och ger högre vindhastigheter där. Vidare bidrar bebyggelsen till byig vind och upplevelsen av att "det blåser samtidigt från alla håll", vilket ofta märks runt byggnaders hörn. I trånga passager trycks luftvolymen ihop och det kan bli en förstärkning av vindhastigheten. I detaljplaneområdet syns denna effekt vid några ställen

som är markerade med vita ringar i Figur 18. De maximala vindhastigheterna är inte så höga att de bör upplevas som störande.

För att undersöka områdets vindförhållanden har vindkomforten enligt Glauman och Westerberg beräknats. Detta system bygger på två mått, där det ena är medelvindhastigheten över hela året, och det andra är antal timmar per år när vindhastigheten är lägre än ett gränsvärde. Dessa två mått används i kombination för bedömningen av vindkomforten och bestämmer vilken typ av aktivitet som är lämplig. För sociala ytor där det antas att människor vill kunna vistas en längre stund (t ex i parker, caféer) ska det därför vara övervägande vindstilla, med en mycket hög andel timmar med mycket svaga vindar. Det är endast ett fåtal platser i utredningsområdet (mörkgröna områden) där det snäva kriteriet med vindhastigheter lägre än 1,1 m/s under 99,5 procent av tiden uppfylls. Kriteriet innebär att det får blåsa mer än 1,1 m/s endast under 440 timmar per år. Vid den lägre gränsen på minst 80 procent vindstilla timmar, vilket motsvarar ca 7 000 timmar per år, framgår det att nästan hela utredningsområdet omfattas. Bedömningen är därför att utredningsområdet har en vindkomfort som över lag är god. Ett större område som i vindkomfortberäkningen framträder som relativt blåsigt är parken längs med Kvillebäcken. Då beräkningen inte har tagit hänsyn till träd och vegetation är bedömningen att vindkomforten i själva verket kommer vara bättre när parken är färdigställd.

Temperaturkomfort

Under varma sommandagar med förhållanden liknande den 27 juli 2018, finns det risk att människor i bebyggda områden utsätts för värmestress under delar av dagen. Strålningstemperaturens variation i tid och rum är därför viktig ur ett hälsoperspektiv. Studier har visat att det finns ett samband mellan lufttemperatur och dödlighet avseende hjärt- och kärlsjukdomar samt respiratoriska sjukdomar, men hur känslig en population är beror mycket på vilket klimat man är van vid. Studier som till exempel Matzarakis m.fl. (1999) har visat att strålningstemperaturer över 50 °C förknippas med kraftig värmestress. Thorsson m.fl. (2014) såg liknande resultat, där ökningen i mortalitetsrisk för åldersgruppen över 80 år fanns öka med 5 procent vid en strålningstemperatur över ca 55 °C.

Baserat på detta och de i denna utredning framtagna nivåer för T_{mrt} så föreligger det risk för värmestress i de frekvent solbelysta delarna inom planområdet som t.ex. ses i Figur 22. Det ska dock nämnas att resultaten illustrerar ett sannolikt värsta fall då beräkningen inte har tagit hänsyn till vegetation fullt ut, i och med att avdunstning från växterna inte omfattas av modellen. Effekten av grönska på strålningstemperaturen har studerats i detalj för två områden i Stockholm av Lindberg m.fl. (2012). Under de mest solexponerade timmarna ger träden skugga men trädens avdunstning sänker också strålningstemperaturen med flera grader (Lindberg et al, 2018).

Vid planering av till exempel sociala ytor där höga strålningstemperaturer kan förekomma bör åtgärder diskuteras. Som åtgärd kan tänkas att uteplatser och hållplatser förses med möjlighet till solskydd på eftermiddagen. Det kan också vara önskvärt att behålla så många av de befintliga träden som möjligt och komplettera med nyplanterade, gärna stora, träd. Skillnaden i strålningstemperatur

mellan solbelysta och skuggade områden uppgår inte sällan till mer än 30 °C. Från T_{mrt} -beräkningarna kan man se att träden (som i regel släpper igenom några få procent solljus) i grönområdena ger en sänkning med omkring 25 °C. Tillgången till skugga ger således en markant förbättring av det termiska klimatet och är i många fall helt avgörande för om det känns behagligt eller påfrestande varmt. Å andra sidan kan områden i skugga under kyliga dagar upplevas som allt för kalla.

Parallellt med arbetet att utreda luftkvaliteten och lokalklimatet i planområdet har byggnadsvolymer justerats löpande. I denna rapport presenteras de slutgiltiga resultaten från beräkningar av kvävedioxidhalter och vindkomfort, ihop med temperaturkomfort. Som tidigare nämnts skiljer sig byggnadsvolymer åt en aning i de olika delstudierna, men COWIs bedömning är att skillnaderna inte ska påverka resultaten i respektive del eller de slutsatser som dragits.

5 Referenser

Climate Model Berlin (2016). https://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/edb411_13.htm#, Senate Department for Urban Development and Housing

COWI, Christine Achberger, Marie Haeger-Eugensson, Frans Olofson, och Marian Ramos Garcia 2020a). *Lokalklimatutredning för DP centrumbebyggelse inom Backaplan*. A209035. COWI.

COWI, Helen Nygren, Marie Haeger-Eugensson, Marian Ramos García och Christine Achberger (2020b). *Luftutredning för DP2, Backaplan*. A209245. COWI.

Datavärdskap luft SMHI (2021). *Datavärdskap luft*. Hämtad 03 december 2021, från: <https://datavardluft.smhi.se/portal/>.

Glaumann, M, och Westerberg, U (1988). *Klimatplanering Vind*. Stockholm: Svensk Byggtjänst 1988. ISBN 91-7332-371-3.

Göteborgs Stad (2018). *Modellberäkningar av kvävedioxidhalter 2018 Göteborgs stad*, <https://karta.miljoforvaltningen.goteborg.se/>

Göteborgs stad Stadsbyggnadskontoret (u.å.). *Luft-PM för Backaplan. En bilaga till program för Backaplan*.

Haeger-Eugensson M, Andersson S och Kindell S. (2019). *Modellering av luftkvalitet i markplan i tätbebyggda områden - jämförelse mellan en CFD- och OSM-modell samt två Gaussiska modeller*. Göteborgs universitet, rapport C124, ISSN 1400-383X. Rapporten kan läsas här: https://studentportalen.gu.se/digitalAssets/1737/1737322_c124.pdf

Lindberg, Johansson och Thorsson (2012). Rumslig variation av strålningstemperaturen i Hjorthagen och på Östermalm.

Lindberg F, Grimmond CSB, Gabey A, Huang B, Kent CW, Sun T, Theeuwes N, Järvi L, Ward H, Capel-Timms I, Chang YY, Jonsson P, Krave N, Liu D, Meyer D, Olofson F, Tan JG, Wästberg D, Xue L, Zhang Z (2018) Urban Multi-scale Environmental Predictor (UMEP) - An integrated tool for city-based climate services. *Environmental Modelling and Software*.99, 70-87

Luftkvalitetsförordning (SFS 2010:477). Stockholm: Sveriges riksdag.

Miljöförvaltningen Göteborgs Stad (2021). *2021:12 Luften i Göteborg Årsrapport 2020*. Miljöförvaltningen.

Mukherjee, M. och Mahanta S. (2014). Outdoor thermal comfort – A review on the concepts, parameters and methods to evaluate thermal comfort in outdoor spaces, *Architecture – Time, space and people*, April 2014

Naturvårdsverket (2019). *Luftguiden. Handbok om miljökvalitetsnormer för utomhusluft*. Handbok 2019:1

NFS 2019:9. Naturvårdsverkets föreskrifter om kontroll av luftkvalitet, beslutade den 5 december 2019. ISSN 1403-8234.

Sweco (2017). *Luftmiljöutredning Backavägen*. Uppdragsnummer 7001983000.

Thorsson, S., Rocklöv, J., Konarska, J., Lindberg, F., Holmer, B., Dousset, B., & Rayner, D. (2014). Mean radiant temperature – A predictor of heat related mortality. *Urban Climate*, 10, Part 2, 332-345.

VTI (2005). *Trafikvariation över året – Trafikindex och rangkurvor beräknade från mätdata*. VTI notat 31-2005.

World Health Organization (2021). *WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide*.

Bilaga A Trafikmängder

Här visas en sammanställning över vägtrafikmängderna som legat till grund för beräkningarna av kvävedioxidhalter.

Tabell A.1. Trafikmängder för 2040, kommunala vägavsnitt. Trafikmängderna visas som årsdygnstrafik (ÅDT) avrundat till närmaste tiotal och som andel tung trafik.

Gata, Delsträcka	ÅDT 2040	Andel tung trafik
Avfart Ö Magårdsvägen	6930	1 %
Avfart/ påfart	3060	3 %
Avfart/ påfart mot Hjalmar Brantingsgatan	4500	10 %
Backavägen N, Deltavägen - Leråkersmotet	8910	3 %
Backavägen, Leråkersmotet - Skolgatan	9990	6 %
Backavägen, Ny väg	3690	7 %
Backavägen, Ny väg	1620	6 %
Backavägen, Ny väg	1890	5 %
Backavägen, Ny väg	5040	5 %
Deltavägen, Färgfabriksgratan - Skolgatan	12240	4 %
Deltavägen, Lillhagsvägen - N Deltavägen	8190	8 %
Deltavägen, Lillhagsvägen - N Deltavägen	9270	9 %
Deltavägen, Skolgatan - N Deltavägen	8010	7 %
Deltavägen, Skolgatan Ny väg	2160	4 %
Deltavägen, Skolgatan Ny väg	1890	5 %
Gamla Deltavägen, Deltavägen - svängen	1800	0 %
Gamla Deltavägen, Ny väg	1800	0 %
Hjalmar Brantingsgatan, Frihamnsmotet - Lundbyleden	24120	3 %
Hjalmar Brantingsgatan, Lundbyleden - Brantingsmotet	25740	5 %
Kvillebäcksvägen, Hjalmar Brantingsgatan - Kronegårdsg	7560	6 %
Kvillebäcksvägen, Hjalmar Brantingsgatan - Kronegårdsg	7380	7 %
Kvillebäcksvägen, Ny väg	8010	8 %
Kvillebäcksvägen, Ny väg	4500	8 %
Lillhagsvägen, Minelundsvägen - Deltavägen	20610	13 %
Lillhagsvägen, Norra Deltavägen - Brunnsbomotet	9270	2 %
Minelundsvägen, Generatorsgratan - N Deltavägen	19800	11 %
N Deltavägen, Backavägen - Deltavägen	7650	4 %
N Deltavägen, Deltavägen - Minelundsvägen	6300	0 %
N Deltavägen, Deltavägen - Minelundsvägen	5220	0 %
N Deltavägen, Deltavägen - Minelundsvägen	4590	0 %
N Deltavägen, Ny väg	1080	8 %
N Deltavägen, Ny väg	3690	0 %
Ny gata västra delen	2970	3 %
Ny väg	9180	8 %
Ny väg	5850	2 %
Påfart Ö Magårdsvägen	4230	32 %
Påfart Ö Magårdsvägen	1440	0 %
Ö Magårdsvägen, Norgevägen	12510	12 %
Ö Magårdsvägen, Norgevägen	15390	13 %

Tabell A.2. Trafikmängder för Lundbyleden och på- och avfarter för 2040. Trafikmängderna visas som årsdygnstrafik (ÅDT) avrundat till närmaste tiotal och som andel tung trafik.

Gata, delsträcka	ÅDT 2040	Andel tung trafik
Bro	6210	3 %
Bron Backavägen	7650	7 %
Lundbyleden	54540	15 %
Lundbyleden	1440	19 %
Lundbyleden	22140	20 %
Lundbyleden	20070	24 %
Lundbyleden	4590	2 %
Lundbyleden	25020	19 %
Lundbyleden	39420	16 %
Lundbyleden	18630	18 %
Lundbyleden MW	24975	16 %
Lundbyleden MW	24975	16 %
Lundbyleden, Mot Brunnsbomotet	18990	17 %
Lundbyleden, Mot Brunnsbomotet	25380	12 %
Påfart Lundbyleden, från Östra Magårdsvägen	1080	17 %
Påfart/avfart	8100	6 %
Påfart/avfart	8640	5 %
Påfart/avfart	5940	0 %
Påfart/avfart	4590	0 %
Påfart/avfart	2340	4 %
Påfart/avfart	4230	0 %
Ö Magårdsvägen, Norgevägen	14310	13 %

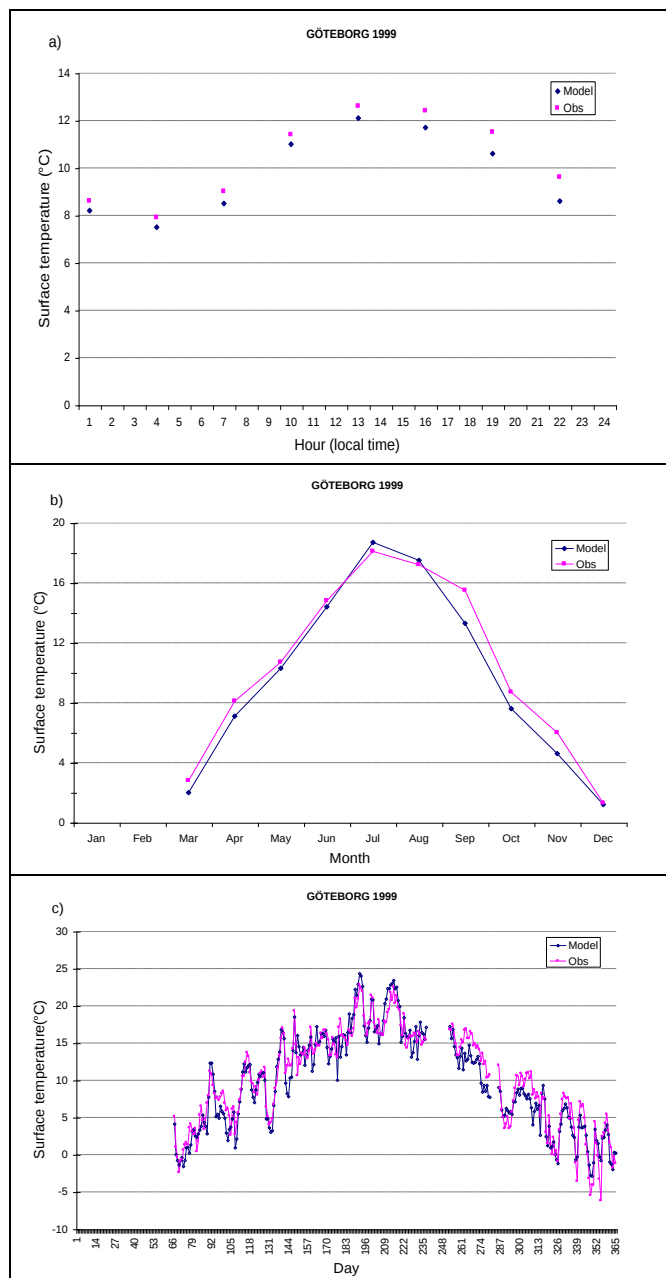
Bilaga B TAPM-modellen

För framtagandet av meteorologi har TAPM (The Air Pollution Model) använts, vilket är en prognostisk modell utvecklad av CSIRO i Australien. TAPM använder 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 m.m. Topografi, jordart och markanvändning finns automatiskt inlagd i modellens databas med en upplösning av ca 1 x 1 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 1 x 1 km utan att behöva använda platsspecifika meteorologiska observationer. Modellen kan utifrån detta beräkna ett tredimensionellt vindflöde från marken upp till ca 8 000 m höjd, lokala vindflöden (så som sjö- och landbris), terränginducerade flöden (t.ex. runt berg), omlandsbris samt kalluftsflöden mot bakgrund av den storskaliga meteorologin. Även luftens skiktning, temperatur, luftfuktighet, nederbörd m.m. beräknas horisontellt och vertikalt.

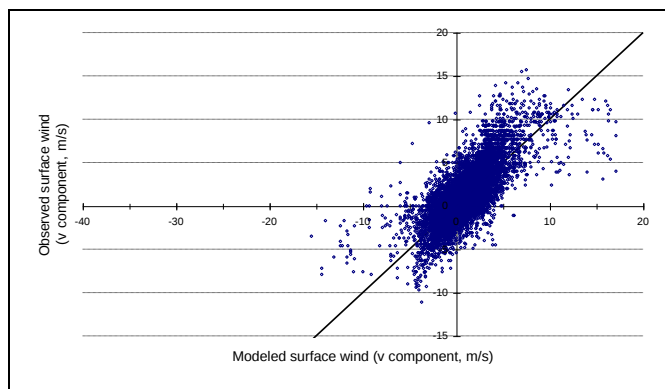
Modellen har validerats i både Australien och USA, och IVL Svenska miljöinstitutet har också genomfört valideringar för svenska förhållanden i södra Sverige (Chen m.fl. 2002). Resultaten visar på mycket god överensstämmelse mellan modellerade och uppmätta värden.

I Chen m.fl., (2002) gjordes även en jämförelse mellan uppmätta (med TAPM) och beräknade parametrar. I Figur B.1 presenteras jämförelsen av temperatur i olika tidsupplösning.

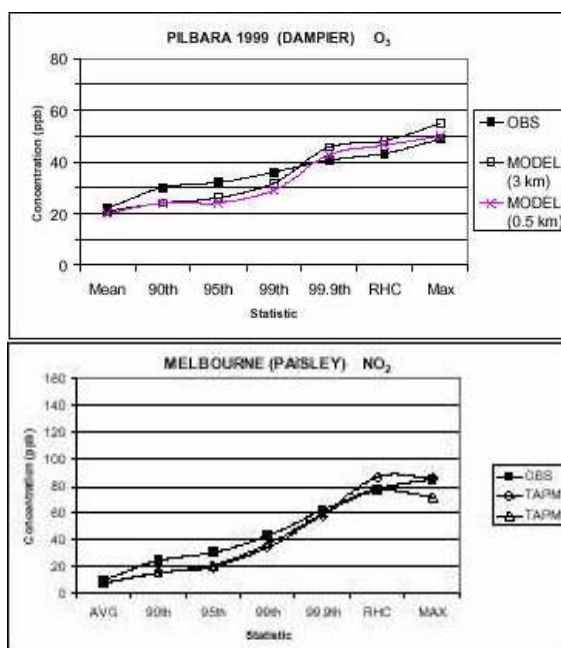
I Figur B.2 presenteras en jämförelse mellan uppmätt och beräknad vindhastighet vid Säve. Jämförelse mellan uppmätta och modellerade ozon- och NO₂-halter har genomförts i Australien (se Figur B.3).



Figur B.1 Uppmätt och modellerad lufttemperatur i Göteborg för 1999: (a) timvariation, (b) säsongvariation och (c) dygnsvariation.



Figur B.2 Jämförelse mellan beräknad och uppmätt vindhastighet vid Säve 1999.



Figur B.3 Jämförelse mellan uppmätta halter av ozon och kvävedioxid i Australien, gridupplösning 3 x 3km.

Referenser

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

Pun, B K. Wu S-Y and Seigneur C. 2002: Contribution of Biogenic Emissions to the Formation of Ozone and Particulate Matter in the Eastern United States, *Environ. Sci. Technol.*, 36 (16), 3586–3596, 2002.

Bilaga C Miskam-modellen

Miskam betyder 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 vägvagnsnitt till kvarter eller i delar 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), sedimentation och deposition samt effekten av vegetation och s.k. under-flow dvs. effekten av vindmönster under t.ex. broar/viadukter. Föroreningskällorna kan beskrivas som punkt-, linje- eller ytkällor.

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. Denna typ av modell lämpar sig därmed väl även för beräkningar inom tätbebyggda områden där beräkning av haltnivåer ner i markplan skall utföras.

Miskam är speciellt anpassad för planering i planeringsprocesser av nya vägdragningar eller nybyggnation i urbana områden. Modellen är utvecklad av Institute for Atmospheric Physics vid Johannes Gutenberg-universitetet i Mainz.

Miskam-modellen ingår i ett modellsystem, SoundPLAN där även externbuller 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 skrivas ut som färgkartor för större ytor.