

APRIL 2018
FÖR HUFVUDSTADEN AB

UTREDNING AV BULLER, LUFTKVALITET OCH VINDKOMFORT FÖR KV. INOM VALLGRAVEN 12, GÖTEBORG

ADRESS COWI AB
Skärgårdsgatan 1
Box 12076
402 41 Göteborg

TEL 010 850 10 00

FAX 010 850 10 10

WWW cowi.se

APRIL 2018
FÖR HUFVUDSTADEN AB

UTREDNING AV BULLER, LUFTKVALITET OCH VINDKOMFORT FÖR KV. INOM VALLGRAVEN 12, GÖTEBORG

PROJEKTNR.

A110740

DOKUMENTNR.

A110740-4-02-RAP-001

VERSION

1.0

UTGIVNINGSDATUM

2018-04-27

BESKRIVNING

Utredning av buller,
luftkvalitet och vind-
komfort för kv. inom
vallgraven 12, Göte-
borg

UTARBETAD

Maria Holmes
Christine Achberger
Marie Haeger-Eugensson
Marian Ramos García
Helen Nygren
Anna Bjurbäck

GRANSKAD

Kristoffer Hultberg

GODKÄND

Marie Haeger-Eu-
gensson

INNEHÅLL

1	Sammanfattning	6
2	Bakgrund	8
2.1	Syfte	10
2.2	Rapportupplägg	10
3	Buller	11
3.1	Trafikbuller	11
3.2	Verksamhetsbuller	16
4	Luftkvalitet	19
4.1	Bakgrund luftkvaliteten i området	19
4.2	Beräkningar luftkvalitet	20
5	Vindkomfort	25
5.1	Resultat vindkomfort	26
6	Påverkan på planerad bebyggelse	30
6.1	Samlad bedömning	30
7	Referenser	32

BILAGOR

Bilaga A Buller

- A.1 Verksamhetsbuller
- A.2 Trafikbuller
- A.3 Lågfrekvent buller

Bilaga B Luftkvalitet

- B.1 Miljökvalitetsnormer och miljökvalitetsmål
- B.2 Emissions- och spridningsberäkningar

Bilaga C Vindkomfort

- C.1 Vind och den mänskliga upplevelsen av vind
- C.2 Metod

Bilaga D Resultat av bullerberäkningar

1 Sammanfattning

Som en del i det pågående detaljplanearbetet för kvarteret Inom Vallgraven 12 har Hufvudstaden AB gett COWI i uppdrag att utreda buller, luftkvalitet och vindkomfort. Utvecklingen av kvarteret innebär att en stor del av de befintliga byggnaderna kommer att bevaras, våningar kommer byggas på och den obebyggda tomten vid Södra Hamngatan kommer bebyggas.

Syftet med utredningen är att ge en tydlig bild av omgivningspåverkan i form av buller, luftkvalitet och vindkomfort efter ombyggnationen. Resultaten och utvärderingarna av de ingående parametrarna syftar till att ge ett sammanfattande underlag till det vidare planarbetet.

Buller

Inventering av fasta installationer inom närliggande fastigheter gjordes den 19 april 2018. Insamlad data visar att verksamhetsbullret i området är hanterbart utifrån bullerkänslig verksamhet, exempelvis bostäder.

Trafikbullersituationen vid Brunnsplanen visar beräkningsmässigt möjlighet till att bygga bostäder, antingen genom lägenheter om högst 35kvm eller om hälften av bostadsrummen vänds åt en tystare sida. Utöver beräknat luftburet buller finns det dock risk för lågfrekventa störningar, exempelvis genom stomljud och vibrationer på grund av kollektivtrafiklasten.

Utifrån ovanstående rekommenderas att eventuell bullerkänslig byggnation som exempelvis bostäder förläggs åt de mindre bullerbelastade sidorna; Drottninggatan samt i delar mot Fredsgatan och Östra Larmgatan.

Luftkvalitet

Planområdet ligger i ett område med mycket ansträngd luftkvalitet. Enligt översiktlig spridningsmodellering av NO₂ för år 2015 (Göteborgsregionens Luftvårdsförbund) ligger haltnivån av NO₂ i området för detaljplanen på relativt höga nivåer.

Det framgår av beräkningarna för luftkvalitet att det inte är någon större skillnad på haltnivåerna mellan dagens och framtida haltnivåer utan det sker överskridanden av MKN på några mindre områden vid båda beräkningarna. Beräkningarna för inflyttningsåret visar att det finns en viss risk att MKN för NO₂ överskrids vid gatorna omkring det aktuella kvarteret för 98-percentil dygn och timme. Det gäller både Drottninggatan och Östra Larmgatan där biltrafiken går i de trånga gaturummen med dåliga spridningsförutsättningar av föroreningar. Som förväntat är halterna lägst på västra sidan mot den bilfria Fredsgatan.

Vindkomfort

Beräkningar av vindförhållandena i området visar att vindhastigheten hinner bromsas upp innan den når området och är därmed överlag låga varför höjningen av det aktuella kvarteret inte kommer att utgöra något problem avseende vindkomfort. Beräkningar visar att vindhastigheten i markplan är tillräckligt låg och erbjuder goda möjligheter för att skapa vistelsemiljöer som tillåter

längre stillasittande uppehåll (t ex uteserveringar). De mer öppna ytorna kring Brunnsparken är mer vindutsatt men även här finns potential för längre stillasittande aktiviteter, särskild i parkens östra del mot Palacehuset, men skulle kunna förbättras ytterligare genom exempelvis vegetation..

Samlad bedömning

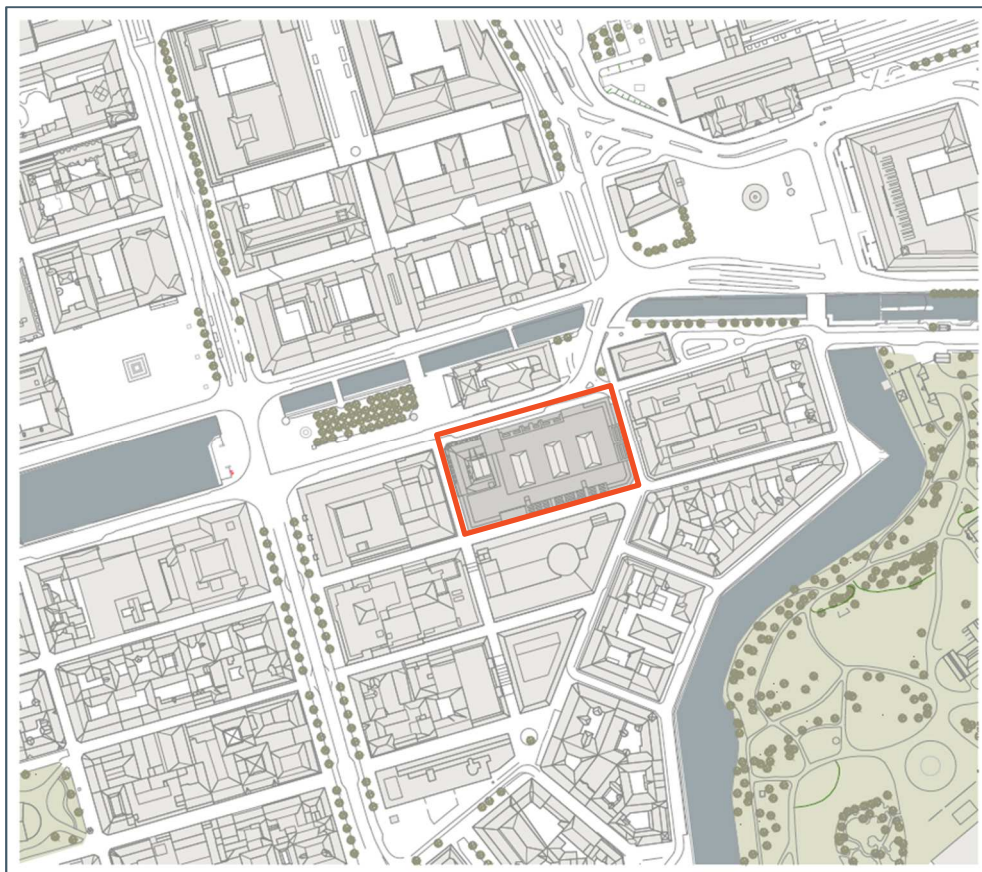
Inom det aktuella området finns främst kontor och olika näringsverksamheter men begränsat med befintlig och planerad bostadsbebyggelse. Det är inte heller något huvudgångstråk förbi det begränsade området där MKN överskrids varför effekten av detta bedöms som liten med avseende på människors exponering för NO₂.

När det gäller vindkomfort förväntas inte detta utgöra några begränsningar i hur området runt kvarteret används.

Den samlade bedömningen utifrån undersökta parametrar är att kvarteret i stort kan innehållas i ställda krav. I viss mån bör känslig verksamhet, exempelvis bostäder, planeras utifrån buller situationen och förläggas mot de gaturum med mindre trafikbelastning.

2 Bakgrund

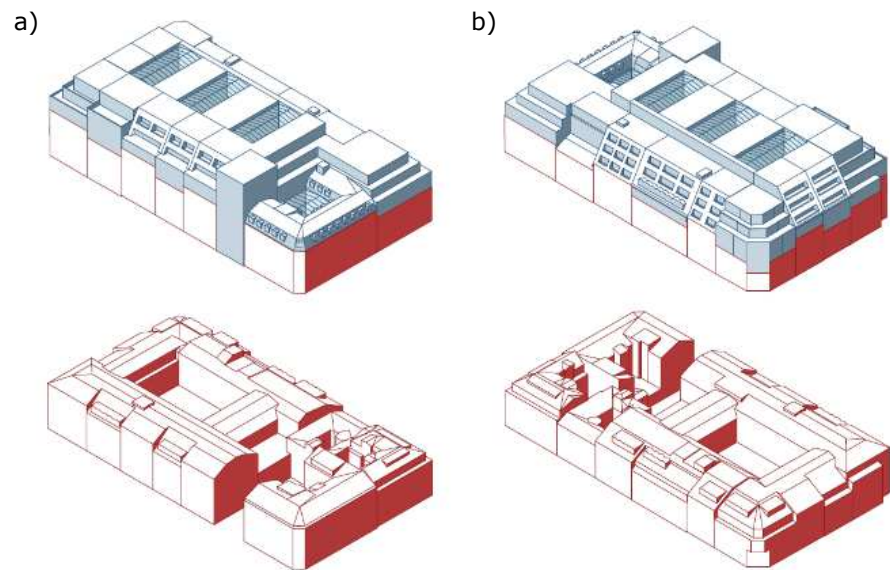
Kvarteret Inom Vallgraven 12 ligger centralt vid Brunnsparken i Göteborg, se Figur 1. Som en del i det pågående detaljplanearbetet för kvarteret har Hufvudstaden AB gett COWI i uppdrag att utreda buller, luftkvalitet och vindkomfort. Hufvudstaden äger samtliga 4 befintliga byggnader inom kvarteret, tre äldre byggnader uppförda 1802/1875, 1887 samt 1930 (Hufvudstaden AB och Göteborgs stad 2017). Inom kvarteret finns även en obebyggd tomt.



Figur 1. Planområdets lokalisering i centrala Göteborg, röd markering.

Under våren 2017 bjöd Hufvudstaden in arkitekter till öppen prekvalificering inför ett parallellt uppdrag för utveckling av kvarteret Inom Vallgatan 12. Syftet var att ta fram förslag på en helhetslösning för kvarteret.

Det slutliga förslaget för kvarteret är den utformning COWI har fått i uppdrag att utreda. En översikt över hur kvarteret ska utvecklas visas i Figur 2. Sammanfattningsvis kommer en stor del av de befintliga byggnaderna att bevaras, våningar kommer byggas på ovanpå husen och den obebyggda tomten kommer bebyggas. I Figur 3 visas några skisser över föreslagen bebyggelse.



Figur 2. Översikt över planerade förändringar av kvarteret Inom Vallgraven 12, a) sett från Brunnsparcken, b) sett från Drottninggatan. (General Architecture, 180427).



Figur 3. Illustrationsskisser, vy från Brunnsparcken (övre vänstra bilden) och från Drottninggatan (övre högra bilden) och från Kvarnsbron (nedre bilden). (General Architecture, 180427).

2.1 Syfte

Syftet med utredningen är att ge en bild av omgivningspåverkan i form av buller, luftkvalitet och vindkomfort efter ombyggnationen. Resultaten och utvärderingarna av de ingående parametrarna syftar till att ge ett sammanfattande underlag till det vidare planarbetet.

2.2 Rapportupplägg

I rapporten presenteras kortare förutsättningar och resultat för respektive område, medan mer ingående beskrivning av metod och underlag görs i bilaga A-D för respektive område. Detta för att öka läsbarheten och göra rapporten mer lättillgänglig.

3 Buller

Detta kapitel redovisar beräkningsresultat från verksamhetsbuller och trafikbuller. Underliggande värdering utgår från möjligheten att införa bullerkänslig verksamhet, exempelvis bostäder, i planen. För att förenkla redovisningen fokuseras framförallt på de situationer/lägen i kvarteret där ställda krav beräknas att innehållas. Fullständigt resultat från beräkningarna ges i Bilaga D.

Generellt avser gröna färgfält och markeringar i följande figurer att ställda riktvärden innehålls för bostäder.

Ytterligare detaljer och underlag för redovisade beräkningar återges i Bilaga A.

3.1 Trafikbuller

I följande kapitel redovisas trafikbullersituationen för år 2035 med en fullt genomförd plan. Redovisning är indelad i två delar:

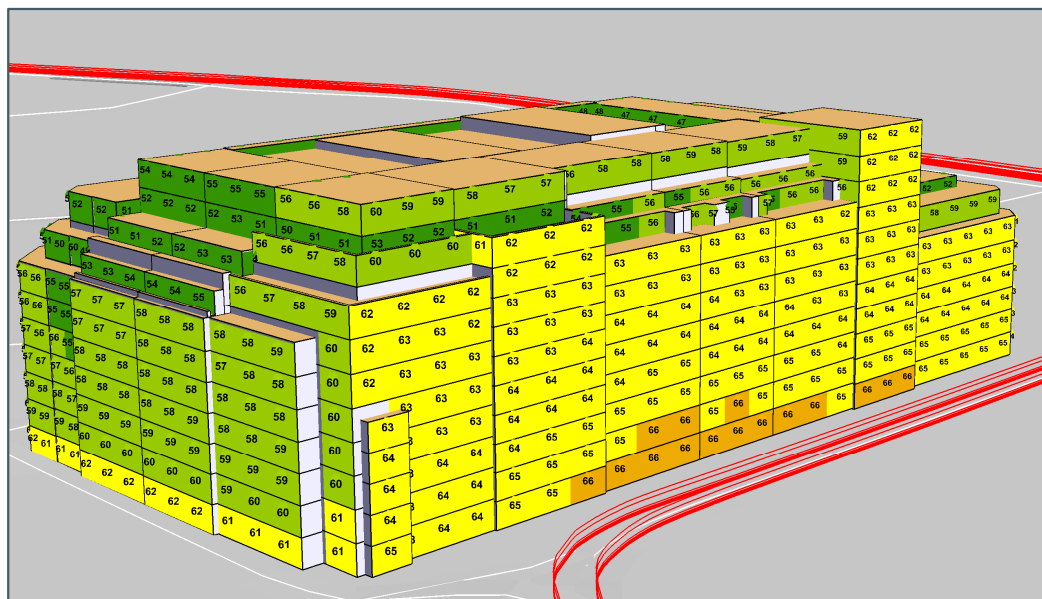
- > Ljudnivåer vid fasad
- > Ljudnivåer inom området, vid exempelvis uteplats

Ovanstående delar särredovisas i sin tur i ekvivalenta (energimedelvärde) och maximala ljudnivåer som ligger till grund för utvärdering mot ställda krav vid planering enligt förordningen om trafikbuller SFS 2015:216.

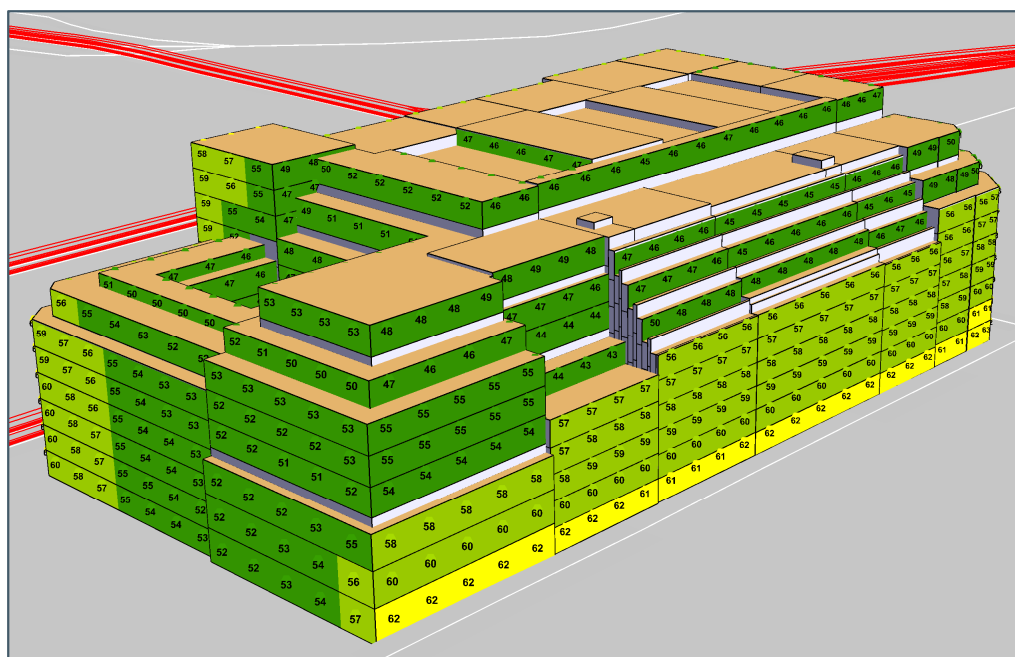
3.1.1 Dygnskvivalenta ljudnivåer vid fasad

Beräknade dygnskvivalenta nivåer vid fasad för planerade byggnader inom området redovisas i 3D i Figur 4 och Figur 5.

Grön/ljusgrön markering vid fasad innebär att den dygnskvivalenta ljudnivån innehålls i ställt riktvärde om 60 dB(A) för bostäder. Vid bostäder om högst 35 kvm tillåt högre ljudnivåer, upp till 65 dB(A) och motsvaras av gul markering.



Figur 4 Dygnsekvivalent ljudnivå vid fasad sett från nordöst. Frifältsvärden.



Figur 5 Dygnsekvivalent ljudnivå vid fasad sett från sydväst. Frifältsvärden.

3.1.2 Maximala ljudnivåer vid fasad nattetid

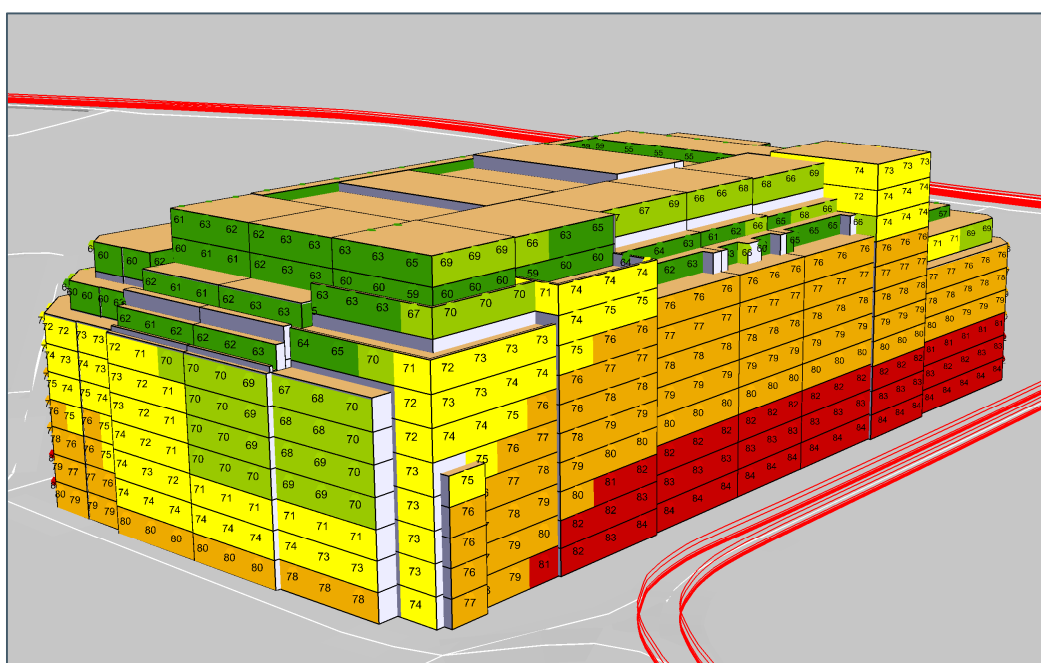
Beräkningen av maximala ljudnivåer nattetid avser framförallt den så kallade "tystare" sidan vid planering av bostäder. Innehålls tidigare nämnt riktvärde om

60 dB(A) dygnsekvivalent påverkar inte ett överskridande av maximala ljudnivåer nattetid.

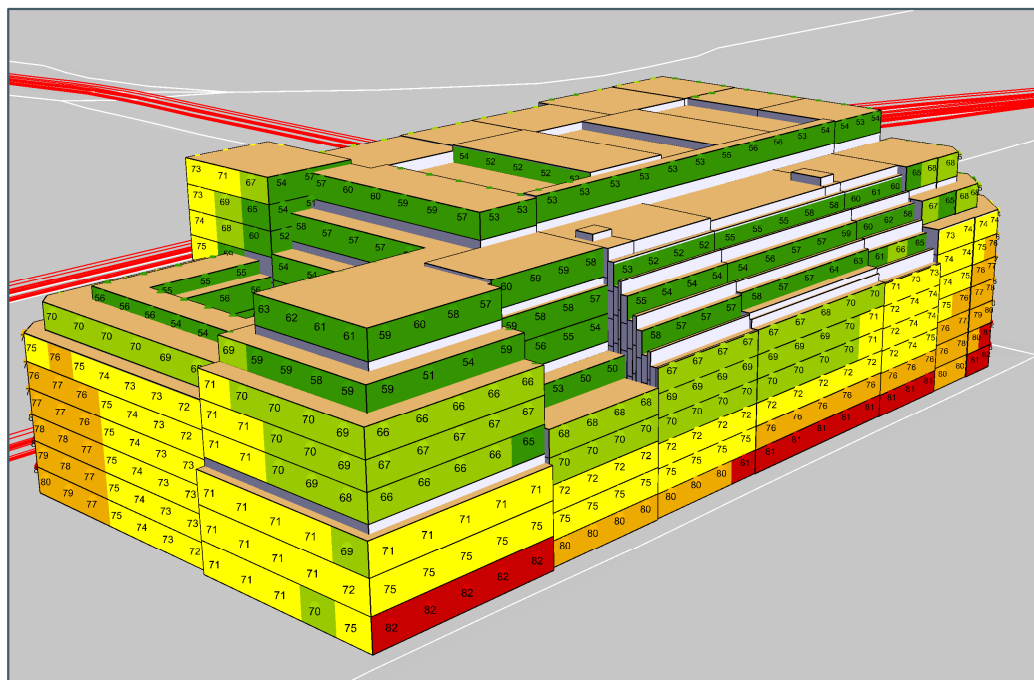
Kvarteret är förhållandevis kompakt planerat vilket medför att en "tystare" sida är svårt att nå, bortsett över hörn.

Beräknade maximala nivåer nattetid vid fasad för planerade byggnader inom området redovisas i 3D i Figur 6 och Figur 7.

Grön/ljusgrön markering vid fasad innebär att den maximala ljudnivån nattetid (kl 22-06) är lika med eller lägre än 70 dB(A), vilket är riktvärdet för den "tystare" sidan.



Figur 6 Maximal ljudnivå nattetid vid fasad sett från nordost. Frifältsvärden.

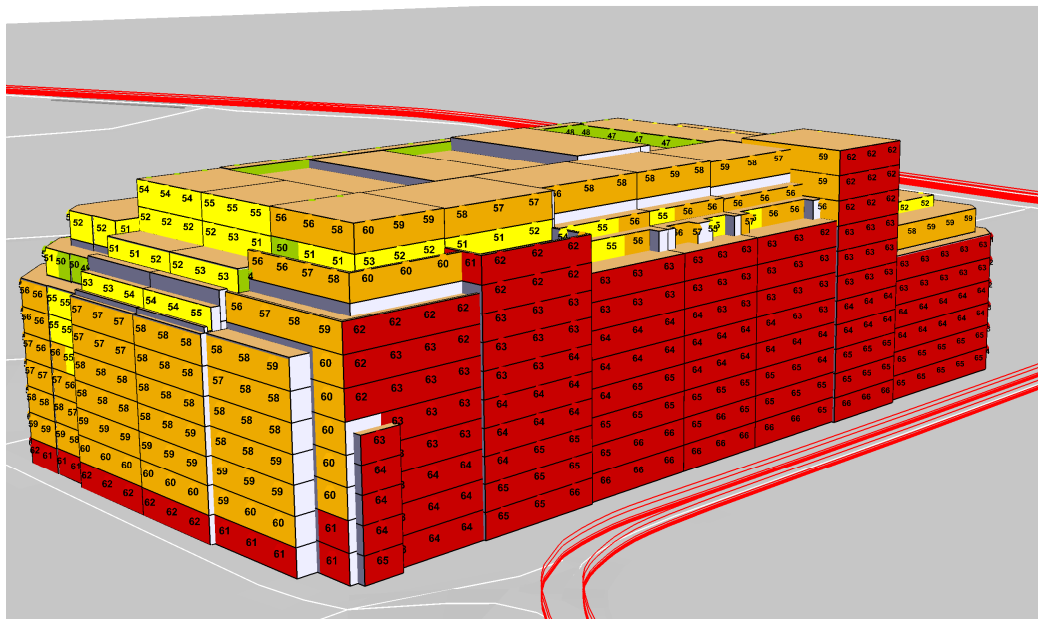


Figur 7 Maximal ljudnivå nattetid vid fasad sett från sydväst. Frifältsvärden.

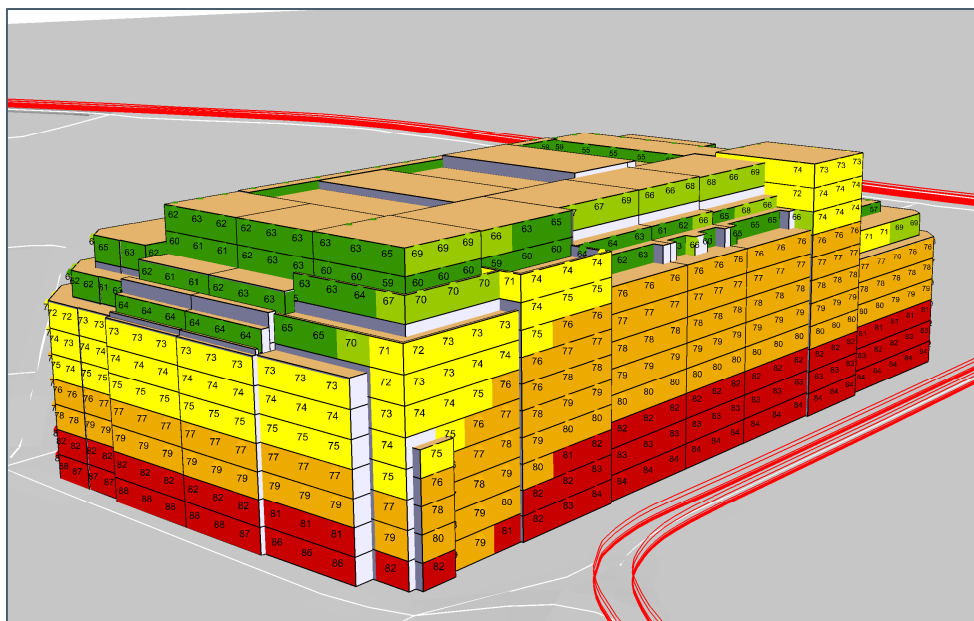
3.1.3 Ljudnivåer inom området (uteplats)

Uteplatser kan anordnas om den dygnskvivalenta ljudnivån inte överskrider riktvärde 50 dB(A) och den maximala ljudnivån inte överskrider riktvärde 70 dB(A). Figurerna nedan visar nivåer vid fasad (frifältsvärden) som indikerar var någonstans terrasser eller balkonger innehålls i ställda krav på uteplats. Gröna färger indikerar att riktvärdet klaras.

Dygnskvivalent ljudnivå och maximal ljudnivå sett från nordost redovisas i Figur 8 och Figur 9.

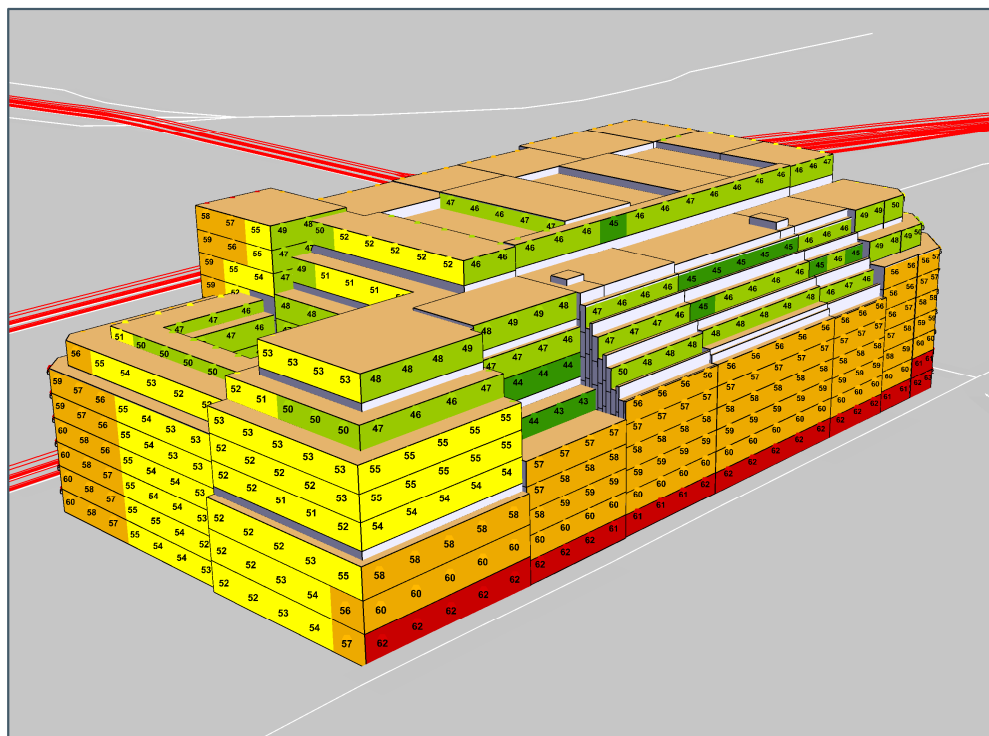


Figur 8 Dygnsekvivalent ljudnivå vid fasad sett från nordost, frifältsvärde. Grön färg indikerar att riktvärde för uteplats klaras

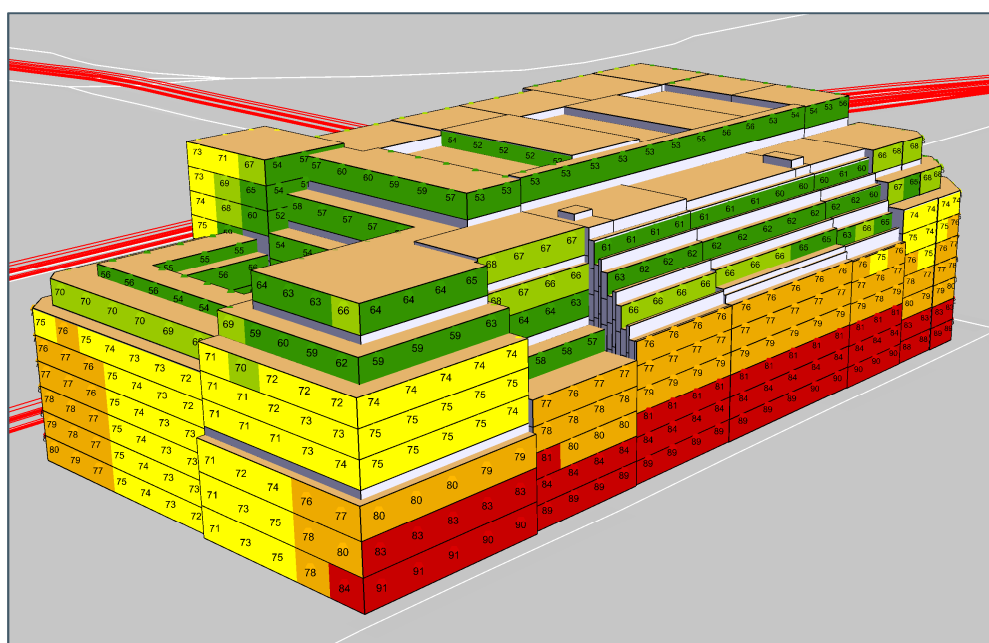


Figur 9 Maximal ljudnivå vid fasad sett från nordost, frifältsvärde. Grön färg indikerar att riktvärde för uteplats klaras

Dygnsekvivalent ljudnivå och maximal ljudnivå sett från sydväst redovisas i Figur 10 och Figur 11



Figur 10 Dygnsekvivalent ljudnivå vid fasad sett från sydväst, frifältsvärde. Grön färg indikerar att riktvärde för uteplats klaras



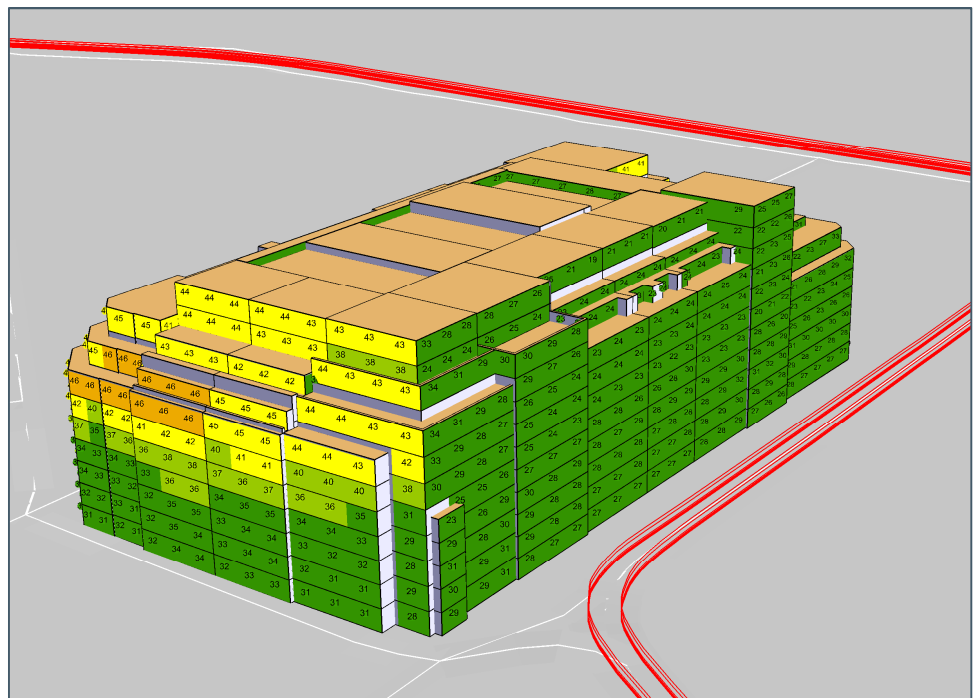
Figur 11 Maximal ljudnivå vid fasad sett från sydväst, frifältsvärde. Grön färg indikerar att riktvärde för uteplats klaras

3.2 Verksamhetsbuller

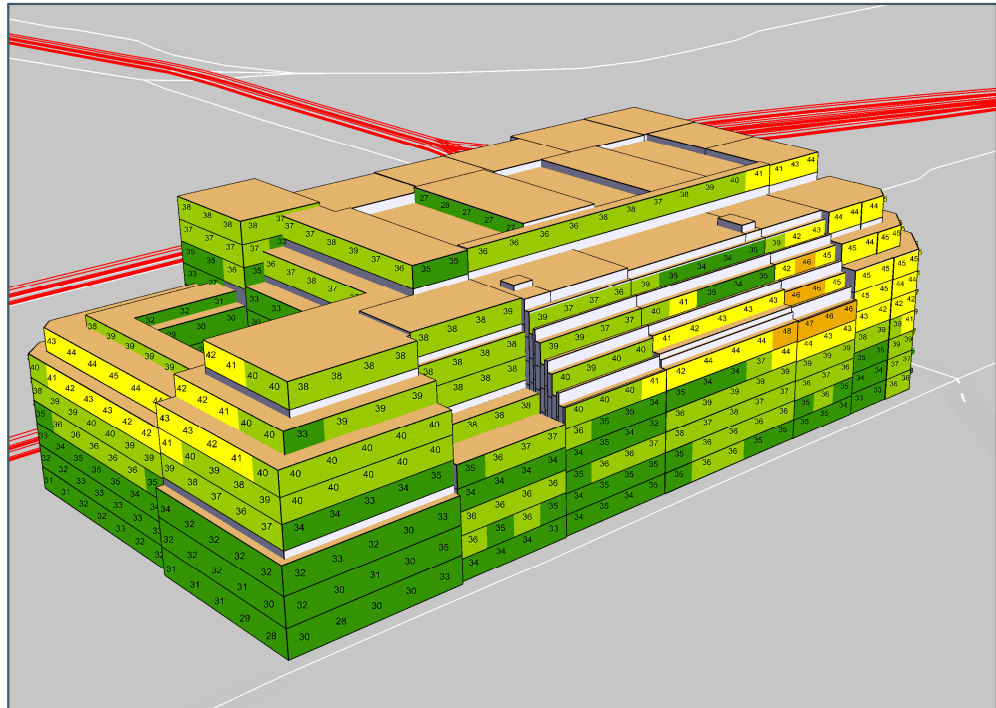
I följande kapitel redovisas den befintliga verksamhetsbullersituationen utifrån en fullt genomförd plan utgående från beräknade ljudnivåer vid fasad.

Redovisningen görs med hänsyn till underliggande bullerkällors natur, vilket här endast utgörs av fasta installationer på tak och fasad vid kringliggande bebyggelse. Bedömningen utifrån genomförd inventering är att endast ekvivalenta (energimedelvärde) ljudnivåer nattetid är av betydelse och dimensionerande för utvärdering i enlighet med Boverkets rapport 2015:21.

Riktvärde nattetid för buller från värmepumpar, kylaggregat, ventilation och liknande yttre installationer är 40 dB(A) ekvivalent ljudnivå. Resultaten redovisas som 3D-bilder i Figur 12 och Figur 13.



Figur 12 Buller från fläktar och kylaggregat, ekvivalent ljudnivå nattetid, 3D vy från nordost



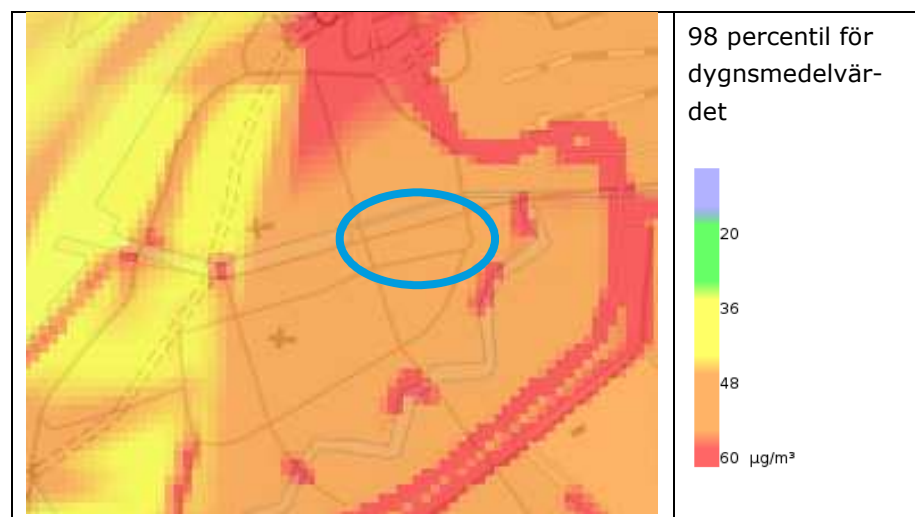
Figur 13 Buller från fläktar och kylaggregat, ekvivalent ljudnivå nattetid, 3D vy från sydväst

4 Luftkvalitet

4.1 Bakgrund luftkvaliteten i området

Huvuddelen av de luftföroreningar som vi utsätts för i urban miljö kommer från vägtrafik (Göteborgs Stad Miljöförvaltningen, 2016). I Göteborgsområdet är det främst kvävedioxid (NO_2) men även i vissa lägen partiklar (PM_{10}) de luftföroreningar där risken är störst att överskrida respektive miljökvalitetsnorm för utomhusluft (MKN). Luftkvaliteten i Göteborg har dock förbättrats betydligt under de senaste årtiondena, även om det fortfarande sker överskridanden av MKN för NO_2 både i gaturum och i urban bakgrund på flera platser i Göteborg.

Avseende NO_2 i Göteborg återfinns de högsta halterna längs de större lederna så som E6 från Mölndal och förbi Gårda samt genom Tingstadstunneln och längs Götaleden, speciellt vid Centralstationen. Data från Miljöförvaltningens mätstation (vid Gårda längs E6) år 2013 visar att MKN överskreds under ca 600 timmar, vilket är betydligt mer än de 175 timmar då överskridande tillåts. Orsaken till de höga halterna där är dels den stora trafikmängden, dels att spridningen till stor del begränsas av både omgivande dalgång och bebyggelse. Enligt översiktlig spridningsmodellering av NO_2 för år 2015 (Göteborgsregionens Luftvårdsförbund) så låg haltnivån av NO_2 i området för detaljplanen på relativt höga nivåer, även om MKN inte överskreds vid planområdet men däremot vid vissa av vägarna längs vallgraven, se Figur 14 nedan. Detta trots att det är relativt begränsat med trafik i den direkta näromgivningen till planområdet.



Figur 14 Översiktlig spridningsmodellering 2015 för området (Miljöförvaltningen i Göteborg). Blå ring visar ungefärlig lokalisering av aktuell detaljplan.

Orsaken är sannolikt att området är mer eller mindre omgärdat av trafikleder eller hamnen varför det inte finns riktigt ren luft i någon riktning. Detta övervakas även av Miljöförvaltningen sedan många år som har en mätstation i taknivå på Nordstadstorget. Även här ses att halterna även i taknivå är höga framför allt 98-percentilen för dygnsmedelvärdet som överskreds 2015. Det finns dock inga kontinuerliga mätningar i markplan i närheten av detaljplaneområdet varför en

regelrätt validering av de beräknade halterna i markplan kring beräkningsområdet inte kan göras.

Årsmedelvärdet av PM₁₀ i Göteborg har minskat med 50 % sedan mitten av 2000-talet då ett åtgärdsprogram för partiklar infördes med bl.a. dubbdäcksförbud på vissa gator och spridning av partikeldämpande medel. MKN för årsmedelvärdet klaras nu vid alla mätstationer, och 90-percentilen av dygnsmedelvärdet har klarats de senaste 7 åren enligt Miljöförvaltningens mätningar. Förutom vägtrafik så är fartygstrafik en stor källa till bakgrundshalter av partiklar i de delar av Göteborg som är belägna nära hamnen.

4.2 Beräkningar luftkvalitet

Beräkningar har gjorts för två scenarier, dels ett nulägesscenario med befintliga byggnader och trafikmängder, dels ett utbyggnadsscenario med planerad bebyggelse enligt detaljplanen. Emissioner har beräknats med modellerna HBEFA och Nortrip. För nuläget har emissionsfaktorer för år 2017 använts, för inflyttningsscenariot har emissionsfaktorer för år 2020 använts. Spridningsberäkningarna har gjorts med en 3D-modell (CFD-modell) den s.k. Miskam-modellen med indata med lokal meteorologi uppmätt i taknivå på Femmanhuset. För mer utförlig beskrivning av metod och underlag, se Bilaga B.

Resultaten från spridningsberäkningarna visas som haltkartor med totala halter för både nuläget och inflyttningsscenariot. Resultaten för NO₂ visas i Figur 15, Figur 16 och Figur 17, medan resultaten för PM₁₀ visas i Figur 18 och Figur 19. Haltkartorna visar ett medelvärde över året eller en så kallad percentil för dygn eller timmedelvärden. 90-percentilen är den högsta halten som återstår när de 10 procent högsta halterna klippts bort. På samma sätt innebär 98-percentilen det högsta värde som återstår då 2 procent av de högsta värdena exkluderas.

I Bilaga B finns även de urbana bakgrundshalter som har använts för beräkningarna av både NO₂ och PM₁₀.

4.2.1 Kvävedioxid (NO₂)

Figur 15 b) visar årsmedelvärde för totalhalten av NO₂ i kvarteret. Halterna når som högst upp till 25-30 µg/m³ på tre av de angränsande gaturummen och är därmed med god marginal under MKN-värdet för NO₂ årsmedel som ligger på 40µg/m³. Halterna är lägst på den bilfria Fredsgatan.



Figur 15. Årsmedelvärde av NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) för a) nuläge och b) inflyttning. Rosa indikerar gränsen för Miljömålet "Frisk Luft".

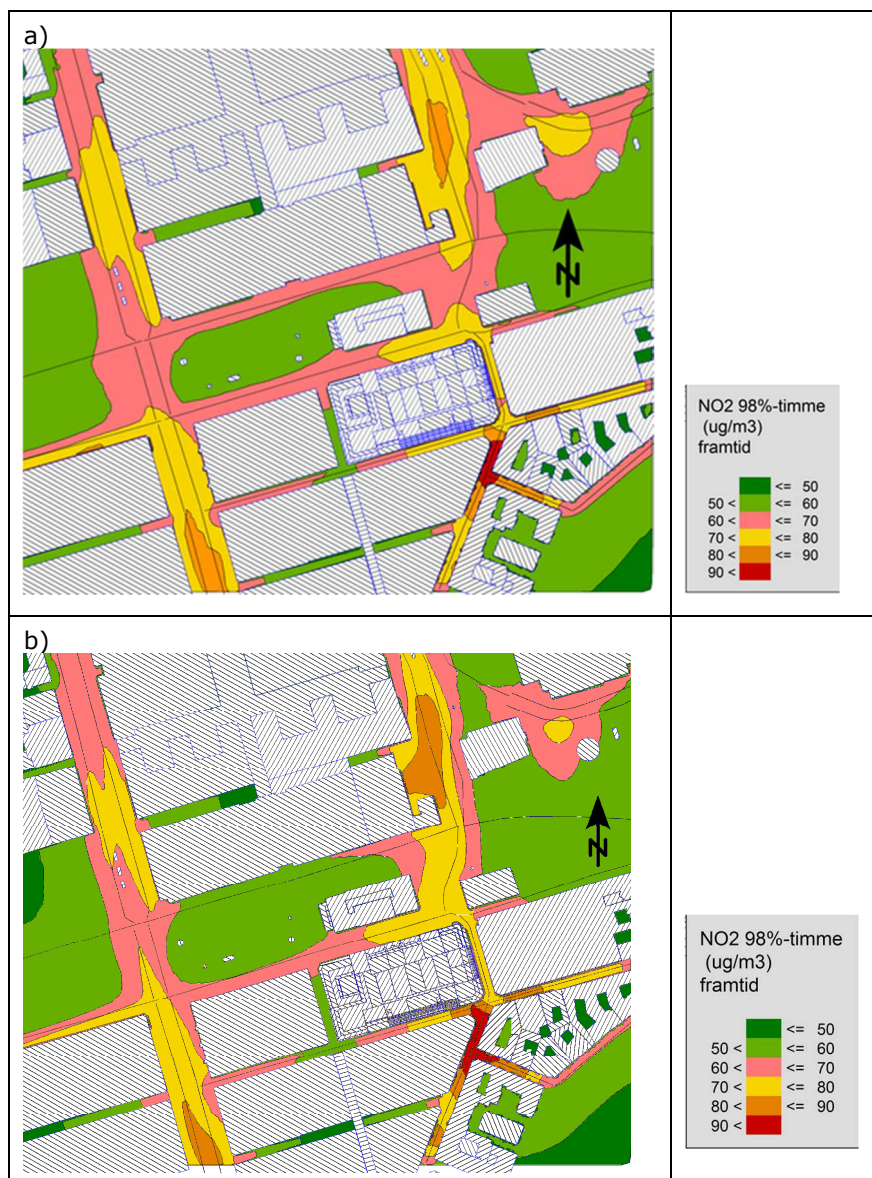
Halterna för 98-percentil dygn visas i Figur 16. I nu-scenariot (Figur 16 a) tangeras MKN vid Drottninggatan och Östra Larmgatan. Även i framtidsscenarioet i Figur 16 b) är halterna höga i delar av planområdet, särskild i korsningen Östra Larmgatan/Drottninggatan där halterna tangerar MKN för 98-percentil dygn i ett kortare gatuavsnitt. Vid Södra Hamngatan mot Brunnsparken ligger halterna under MKN i båda scenarioerna. Halterna är lägst i den bilfria Fredsgatan.

Orsaken att halterna blir så höga trots de relativt låga trafikmängderna på smågatorna är dels att den urbana bakgrundshalten är hög varför marginalen till MKN är liten. Det beror även på att andelen tung trafik är hög samt inte minst att gaturummet vid Östra Larmgatan och Drottninggatan m.fl. är mycket trånga.



Figur 16. 98-percentil av dygnsmedelvärde av NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) för a) nuläge och b) inflyttning.

Halterna för 98-percentil timme visas i Figur 17a) för nu-scenario och för framtidsscenario i Figur 17 b). Halmönstret runt kvarteret är mycket snarligt som den för 98-percentil dygn, med de högsta halterna i korsningen Drottninggatan/Östra Larmgatan. I delar av Drottninggatan tangerar halterna för MKN för 98-percentil timme i framtidsscenario, i nu-scenario är halterna något lägre i det gatuavsnittet. Som förväntat är halterna är lägst Fredsgatan låga, där klaras även Miljömålet.

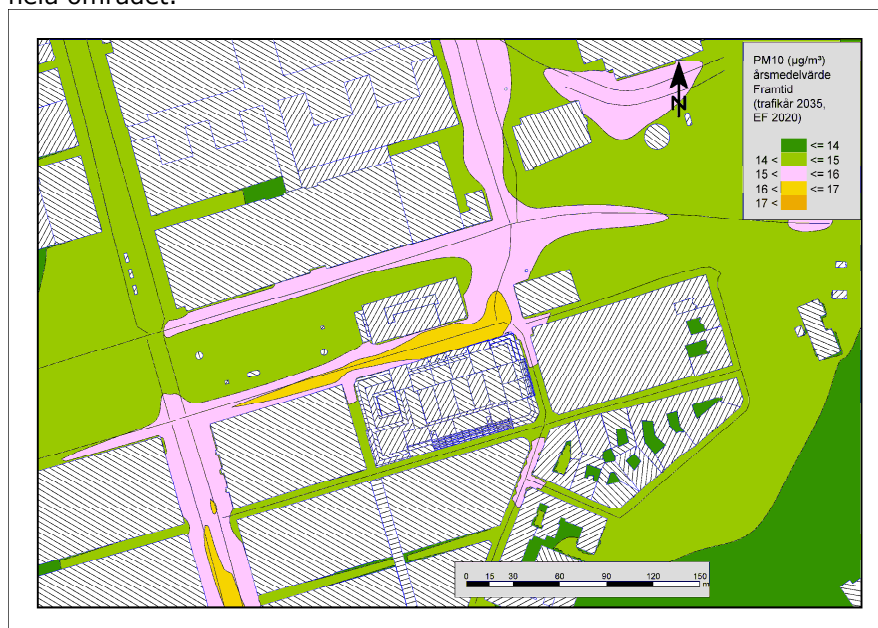


Figur 17. 98-percentil av timmedelvärde av NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) för a) nuläge och b) inflyttning. Rosa indikerar gränsen för Miljömålet "Frisk Luft".

4.2.2 Partiklar (PM_{10})

Generellt är PM_{10} -halten mycket lägre än NO_2 -halten vilket alltid är fallet i Göteborg. I Figur 18 ses årsmedelvärde av PM_{10} i området vid beräknad tid för inflyttning. MKN för årsmedelvärde ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) klaras med god marginal över

hela området.



Figur 18. Årsmedelvärde av PM_{10} ($\mu g/m^3$) för framtid. Rosa färg anger överskridanden av miljö kvalitetsmålet ($15 \mu g/m^3$).

I Figur 19 framgår att den beräknade 90-percentilen av dygnsmedelvärdet för PM_{10} ligger mellan ca 20-27 $\mu g/m^3$ i området vid tiden för inflyttning. MKN för 90-percentilen av dygnsmedelvärdet ($50 \mu g/m^3$) klaras därmed med god marginal över hela området.



Figur 19. 90-percentil av dygnsmedelvärdet av PM_{10} ($\mu g/m^3$) framtid.

5 Vindkomfort

När byggnader höjs kan inte sällan vindmönstret både avseende turbulens och vindhastighet förändras så att vinden blir okomfortabel. Det kan antingen vara längs en gata där en förhöjd fasad kan leda ner höga vindhastigheter i markplan eller i en trång passage där vinden kan förstärkas. På sådana platser rekommenderas exempelvis inte stillasittande aktiviteter alternativt måste någon form av åtgärd göras för att motverka för höga vindhastigheter (se vidare Bilaga C).

Syftet med vindkomfortutredningen är att kartlägga hur den planerade nybyggnationen av i området påverkar vindförhållandena och hur det inverkar på förhållanden för utomhusvistelsen i området, exempelvis spårvagnshållplatser, trottoarer, terrasser eller motsvarande ytor för vistelse.

För att uppskatta vindkomforten för en plats kan kriterierna i Tabell 1 användas som bedömning. Dessa bygger på olika vistelsemiljöer som är avsedda för olika aktiviteter samt den vindhastigheten som anses vara acceptabelt för vistelsemiljön och dess aktivitet. Ett område som är avsedd för längre stillasittande aktiviteter som t e x uteserveringar eller lekplatser ska därför vara väldigt skyddade med årsmedelvärdet för vindhastigheten < 1,1 m/s. I miljöer med funktioner som har kortare vistelsetid accepteras högre vindhastigheter.

Tabell 1. Årsmedelvärde av upplevd vind som ej bör överskridas (enligt *Glaumann och Westerberg 1988*) och omräknat till uppmätt vind enligt ekvationen ovan. Den blåmarkerade kolumnen är gränserna som används för bedömningen i denna studie.

Vistelsemiljö	Årsmedelvärde för upplevd vindhastighet som ej bör överskridas (m/s)	Årsmedelvärde för uppmätt vindhastighet som ej bör överskridas (m/s)	Högst andel av tiden under 1 år (%) som den upplevda vinden ej bör överskridas enl. Glaumann och Westerberg
Gång- och cykelvägar – risk för personskador	5	3,7	50 %
Kortare uppehåll, (torg, hållplatser) – gräns för acceptabla förhållanden	3	2,2	20 %
Längre uppehåll stillasittande (uteplatser, lekplatser) – gräns för önskvärda förhållanden	1,5	1,1	0,5 %

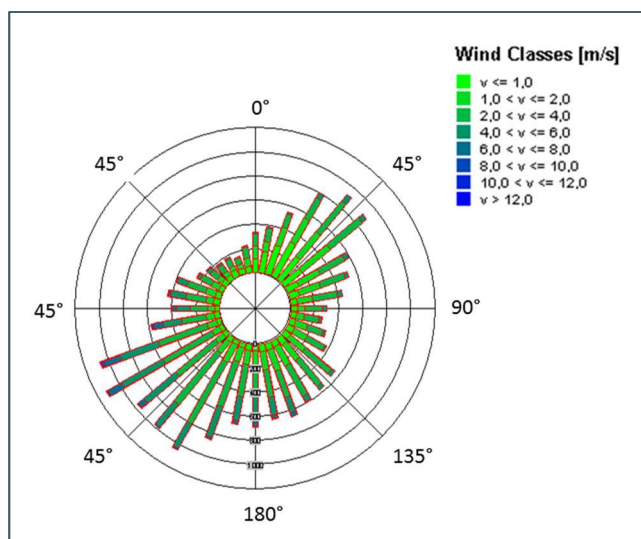
Klassificeringen kompletteras även med rekommenderade värden för högst andel av tiden under ett år som den högsta accepterade vindhastigheten inte bör överskridas. Denna klassificering följer samma logik som för vindhastigheterna, d v s miljöer avsedda för långvarig stillasittande har den strängaste gränsen. Här bör inte fler än 0,5% av årets alla timmar ha högre vindhastighet än 1,1 m/s.

Beräkningarna har utförts med CFD-modellen Miskam. För mer information om bedömningsgrunder för vindkomfort samt metod, se Bilaga C.

5.1 Resultat vindkomfort

5.1.1 Vindstatistik

I Figur 20 ses vindriktningen och vindhastigheten som har använts som ingångsdata i studien.



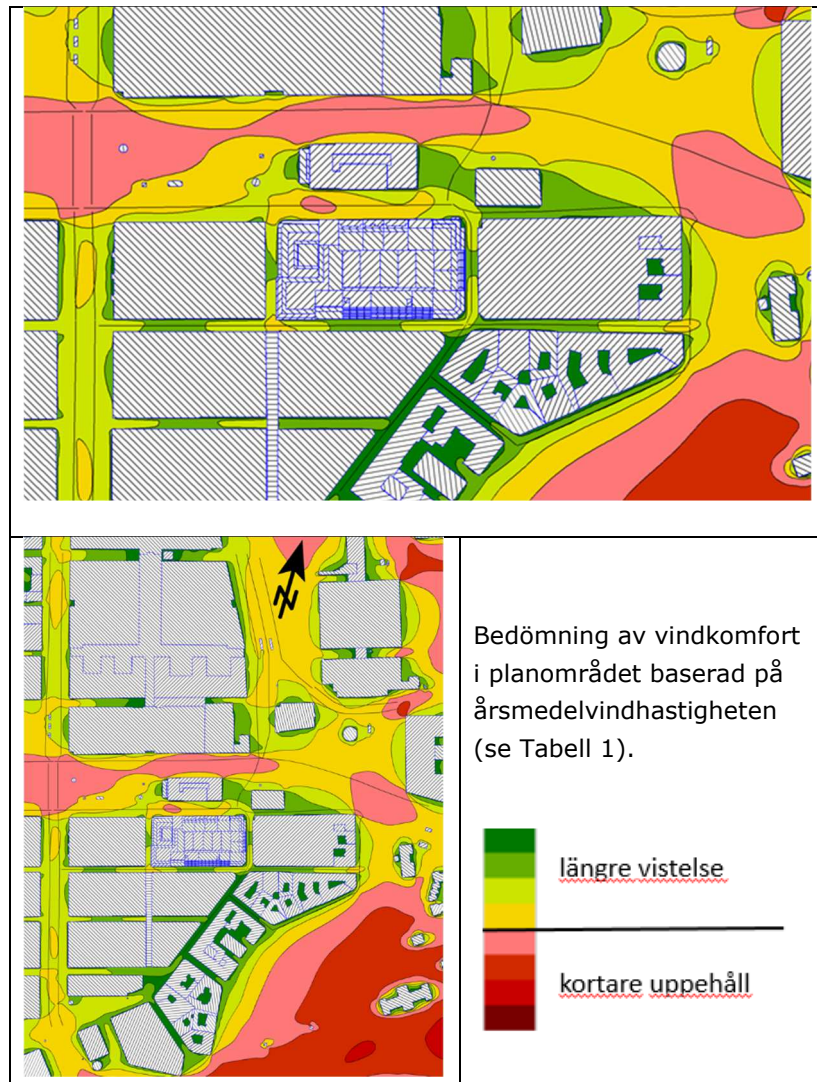
Figur 20: Vindriktning och vindhastigheten vid stationen Femman.

Figur 20 visar frekvensen av hur ofta vinden kommer från en viss riktning och ringarna för olika frekvenser finns utritade i figurerna. De olika färgerna indikerar vindhastigheten i m/s. Sydliga, sydvästliga och västliga vindar dominerar, vilket är det vanliga mönstret i Sverige. De högsta vindhastigheterna är förknippade med sydvästliga vindar. Fördelningen i alla andra vindriktningar är ganska jämn, dock förekommer nordliga vindar något oftare än östliga.

5.1.2 Vindsimulering

För CFD-simuleringen har vinddata klassificerats i åtta olika vindhastighetsklasser gånger 36 vindriktningsskisser. Det innebär att vindsimuleringen har gjorts för sammanlagt 288 olika fall, vilket ger en god indikation hur bebyggelsen påverkar vid olika kombinationer av vindriktning och vindhastighet.

I Figur 21 visas den beräknade vindkomforten för beräkningsområdet d.v.s. den s.k. upplevda vinden (se vidare Bilaga C) Se Tabell 1 för klassificering av vindhastigheter i olika vistelsemiljöer).

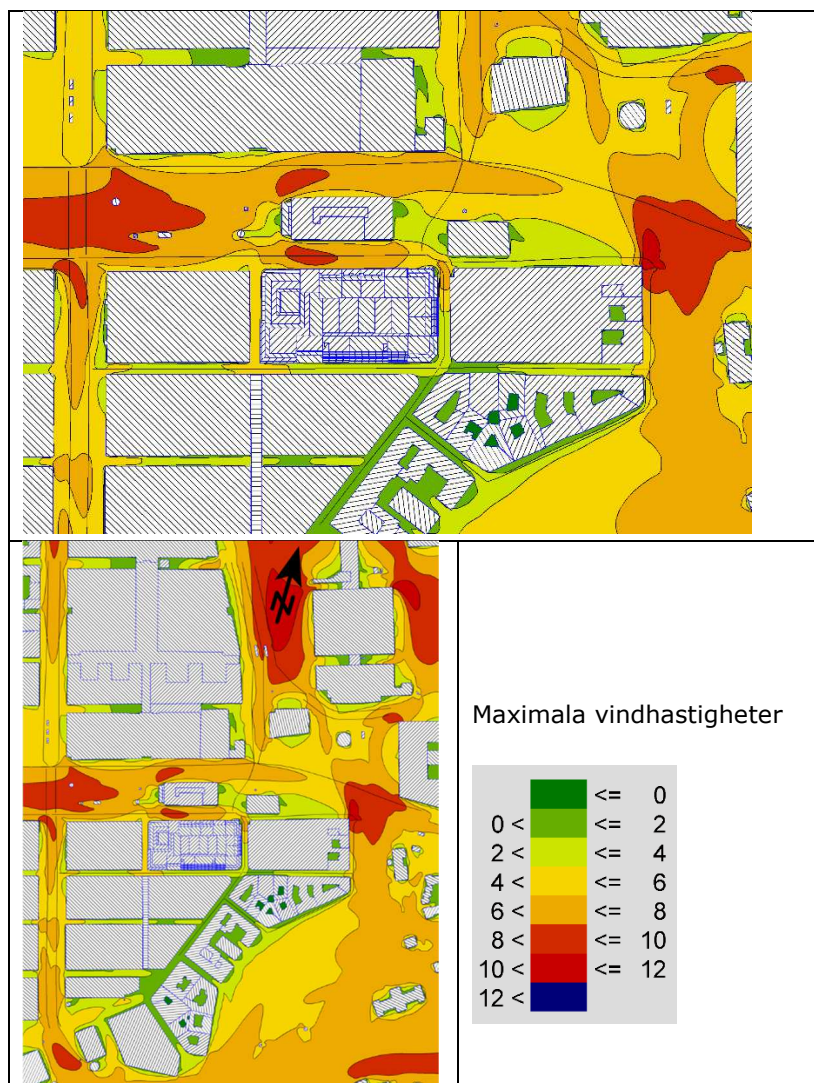


Figur 21

Beräkning av vindkomfort i kvarteret Vallgraven. Gränsvärde för stillasittande aktiviteter (1,1 m/s baserat på årsmedelvindhastighet) visas med röda kulörer. Ju mörkare röd kulör, desto högre vindhastigheten.

Det framgår av resultatet att det är generellt låga vindhastigheterna inom planområdet vilket därmed erbjuder goda möjligheter för att skapa vistelsemiljöer som tillåter längre stillasittande uppehåll (t ex uteserveringar). Den stora öppna ytan vid Brunnsparken kännetecknas av något högre vindhastigheter men även här tillåter vindkomforten längre stillasittande aktiviteter, särskild i parkens östra del mot Palacehuset men skulle kunna förbättras ytterligare genom exempelvis vegetation.

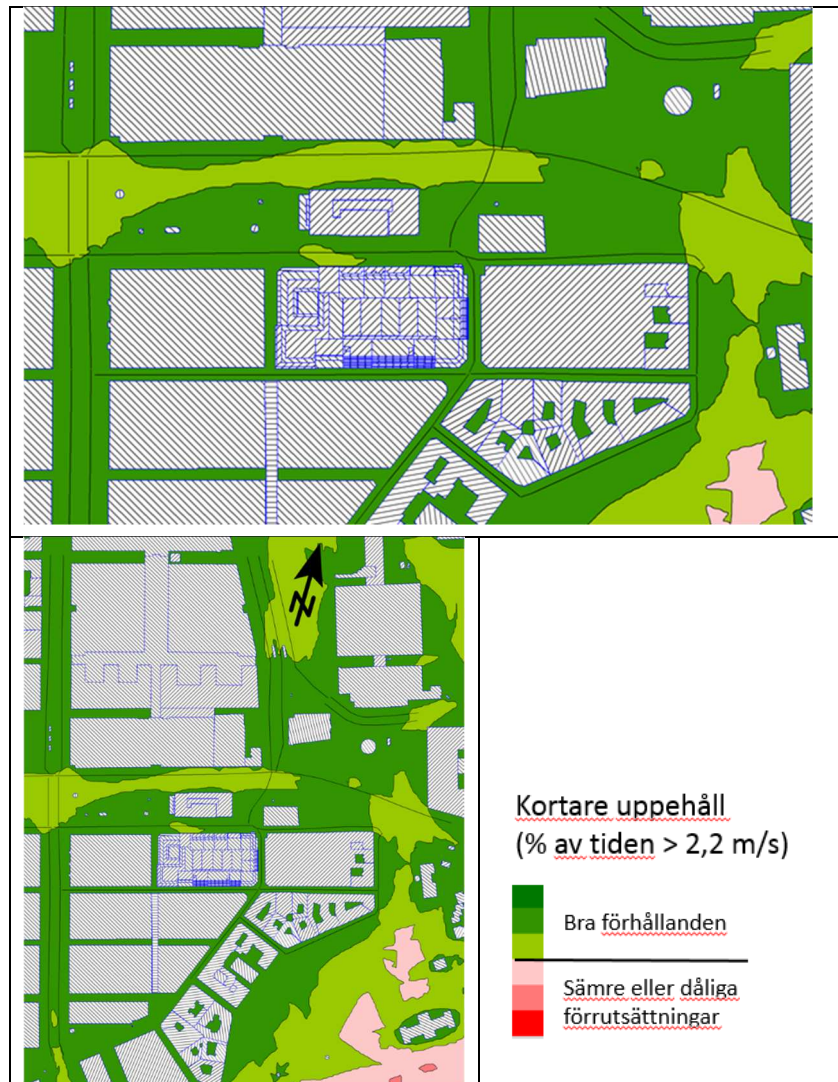
Figur 22 visar fördelningen av maximala timmedelvärden av vindhastigheter över området. Värdena representerar timmedelvärden, vilket innebär att vindhastigheten kan vara betydligt högre under kortare intervaller, t ex när vinden är byig. Generellt är den maximala vindhastigheten under 5-6 m/s runt kvarteret.



Figur 22 Maximala vindhastigheten (m/s) i kvarteret Vallgraven.

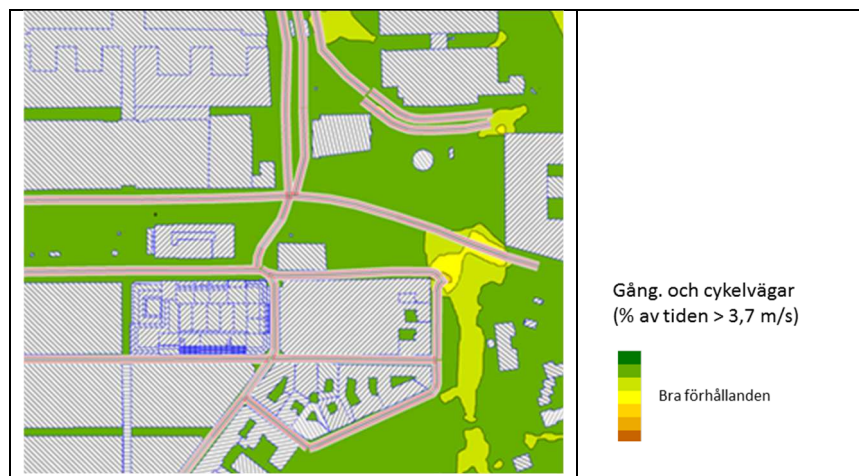
Den rekommenderade maximala vindhastigheten för kortvariga uppehåll eller stillasittande aktivitet är 2,2 m/s och områdets förutsättningar för detta visas i Figur 23. I direkt anslutning till kvarteret är vindkomforten för kortvarigt stillasittande aktiviteter bra. Detta gäller även för hela Brunnsparken. Påbyggnaden av det aktuella kvarteret orsakar därmed inte några begränsningar med avseende på vindkomforten. Längre ut längs med Stora hamnkanalen i riktning mot Göta älv ökar dock vindhastigheten och därmed minskar lämplighet för stillasittande aktiviteter (utanför bild).

Figur 24 visar andelen timmar med vindhastighet > 3,7 m/s. I hela området är andelen timmar när vindhastigheten i genomsnitt överskrider 3.7 m/s relativt lågt (gröna kulörer).



Figur 23

Andel av timmar per år med vindhastighet över 2,2 m/s i markplan. Gröna kulörer markerar områden som lämpar sig för kortvariga uppehåll. Områden med rosa färg är mindre lämpade.



Figur 24

Andel timmar per år med vindhastighet över 3,7 m/s i markplan. 1 % av årets timmar är ca 88 timmar. Gröna och gula kulörer indikerar bra förhållanden för gång- och cykelbanor.

6 Påverkan på planerad bebyggelse

Befintligt kvarter och närliggande bebyggelse utgörs idag till stor del av kommersiell verksamhet. Bedömningen är därav att man historiskt i området har tagit liten hänsyn till bulleralstrande installationer i området. Bostäder ställer generellt högre krav på ljudnivåer utomhus. Inventerat verksamhetsbuller från närliggande bebyggelse beräknas dock generellt lågt utifrån insamlad data. Vid större ventilations/kylbehov, exempelvis sommartid finns det dock risk att ljudnivåerna ökar något.

Ljudmiljön vid de mindre trafikbelastade sidorna mot Drottninggatan, Fredsgatan med omnejd bedöms generellt lämplig till bullerkänslig bebyggelse.

Det framgår av utredningen att luftkvaliteten i området avseende NO₂ generellt blir något bättre i framtiden jämfört med dagens situation. En orsak att halterna på Östra Larmgatan blir så höga, trots att trafikmängden är relativt låg, är dels att den urbana bakgrundshalten i området är hög från början dels att halttillskottet i dessa gaturum är förhållandevis högt då det är en stor andel tung trafik dels att gaturummen är mycket smala vilket försämrar utspädningen. Detta resulterar i att MKN överskrids på några platser.

Luftkvaliteten avseende partiklar bedöms vid tiden för inflyttning vara god, med halter långt under MKN.

6.1 Samlad bedömning

Beräkningsmässigt finns det idag möjlighet med avseende på buller att bygga bostäder inom större delen av kvarteret, antingen via genomgående lägenheter med tillgång till tystare sida eller mindre lägenheter om högst 35 kvm. Den tunga belastningen vid Brunnsparken bedöms dock kunna påverka en framtida boendesituation negativt, exempelvis med hänsyn till eventuella vibrationslaster från den tunga kollektivtrafiken. En samverkan mellan en hög ljudnivå och eventuella lågfrekventa störningar (stomljud, vibrationer med omnejd) kan ge upphov till sämre boendekomfort.

Vindkomforten i anslutning till detaljplaneområdet är generellt god och bör inte utgöra något hinder för olika typer av verksamheter, så som uteserveringar i anslutning till byggnaden.

Avseende luftkvaliteten är NO₂-halterna i området höga, orsakade av bil- och busstrafiken i stadens centrala delar, närheten till Nils Erikssonsterminalen och till flera kraftigt trafikerade leder så som Götaleden. Den urbana bakgrundshalten är hög vilket gör att marginalen till MKN är liten. De trånga gaturummen kring kvarteret bromsar effektivt vinden varför utspädningen blir relativt dålig. På dessa gator är även andel tung trafik förhållandevis hög vilket ger högre utsläpp än för motsvarande antal personbilar. MKN för NO₂ överskrids på Östra Larmgatan i anslutning till planområdet. Det framgår av beräkningarna att det inte är någon större skillnad på haltnivåerna mellan dagens och framtida nivåer. Inom det aktuella området finns inte någon bostadsbebyggelse och det är inte heller

något huvudgångstråk förbi det begränsade området där MKN överskrids varför effekten av detta bedöms som begränsad med avseende på människors exponering för NO₂.

Den planerade påbyggnation ändrar de befintliga byggnadshöjder med två till tre våningar, samt slutar fasaden mot Drottninggatan. För att utreda vad förändringen av denna enskilda byggnad bli bör dagens förutsättningar också beräknas.

7 Referenser

BUWAL (Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft) (2001) *Massnahmen zur Reduktion von PM10-Emissionen*. Schlussbericht. BUWAL Abteilung Luftreinhaltung und NIS, January, 2001.

Fridell, E., Ferm, M., Björk, A., & Ekberg, A. (2010). *Emissions of particulate matter from railways – emission factors and condition monitoring*. Transportation Research Part D: Transport and Environment. Volume 15, Issue 4, June 2010, Pages 240–245

Göteborgs Stad (2015). *Buller och ljud - Bullerkartläggning*, http://goteborg.se/wps/portal/start/miljo/miljolaget-i-goteborg/buller-och-ljud!/ut/p/z1/hY7BCoJAGISfxuv-6KpddsII5U0CrS9hMa2Cur-KurXQ02fHoGhuw3zDDHAogQ_Vo5WVadVQdbM_c-S0_gQrinDbLuMcHdK8mif-pNlxEOdxD-BzjD_EEGLgbd0Te-0JEo-qUuuu7C_QC9NAP3vtsqN1QATfiJrTQ5K7nW40x47Ry0EFrLZFKyU6QSTj4rdGoyUD5AcLYI89UFOwFKP-Fog!!/dz/d5/L2dBISEvZ0FBIS9nQSEh/

Göteborgs stad, Trafikkontoret (2016). Östra Larmgatan kvarteret Härbärgat. Trafikförslag. Dnr: 2447/14. Daterad 2016-12-23.

Göteborgs Stad, miljöförvaltningen (2016). *Beräkningar av källbidrag och minskningsscenarier för kvävedioxid i Göteborgsregionen*. Utredningsrapport 2016:18

Göteborgs Stad (u.d.). *Frisk luft – indikatorer*. http://goteborg.se/wps/portal/start/miljo/goteborgs-tolv-miljomal/frisk-luft/indikatorer!/ut/p/z1/hY5BD0-IwFAXP4qX6W0DaLssCAxjAxAToxhRTKwaoKcQmn148gPHTjJOLBx-JakLN6DUatq53VuHEn40tN8hNLiMDVgac4Oxd1WhbHKigpNP8CuWn8YwJDDnLoJ-SvE8KI7APCGadhxCiaUx5Dk0D34BF14ntFzH3IDEinb9pph-52WaH13iNjrRk1WjQ8p_adLWL3Aep_26k!/dz/d5/L2dBISEvZ0FBIS9nQSEh/

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

Göteborgs Stad (2017) Trafikmängder på olika gator. http://goteborg.se/wps/portal/start/gator-vagar-och-torg/gator-och-vagar/statistik-om-trafiken/trafikmangder-pa-olika!/ut/p/z1/hY7fCoIwHEafpRFYb_5hm5eTMNRI-hUjdjWisNXAuVBr49NkDRN_d4ZyLDwQ0IKb-rVW_ajv1486tIF3pZRWLpy6LU5Tq9JqXySU_FxnDUP8LxK7xj3EMGQg9GOTuBmEUUJ_Q0KNhRckjPoU6hva43WJTFZ_waQiYAjHLh5zljJ52WaFxiFlrRoLWiS8TLOICz98AKcJBmE!/dz/d5/L2dBISEvZ0FBIS9nQSEh/

Hufvudstaden AB och Göteborgs stad (2017). *Program för parallella uppdrag Underlag för ny detaljplan och utveckling av Inom Vallgraven 12*. Daterad 2017-06-20.

Naturvårdsverket (2014). *Luftguiden. Handbok om miljö kvalitetsnormer för utomhusluft*. Handbok 2014:1

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

Trafikverket (2016-03-11). *Trafikuppräkningsstal för EVA 2014-2040-2060*.

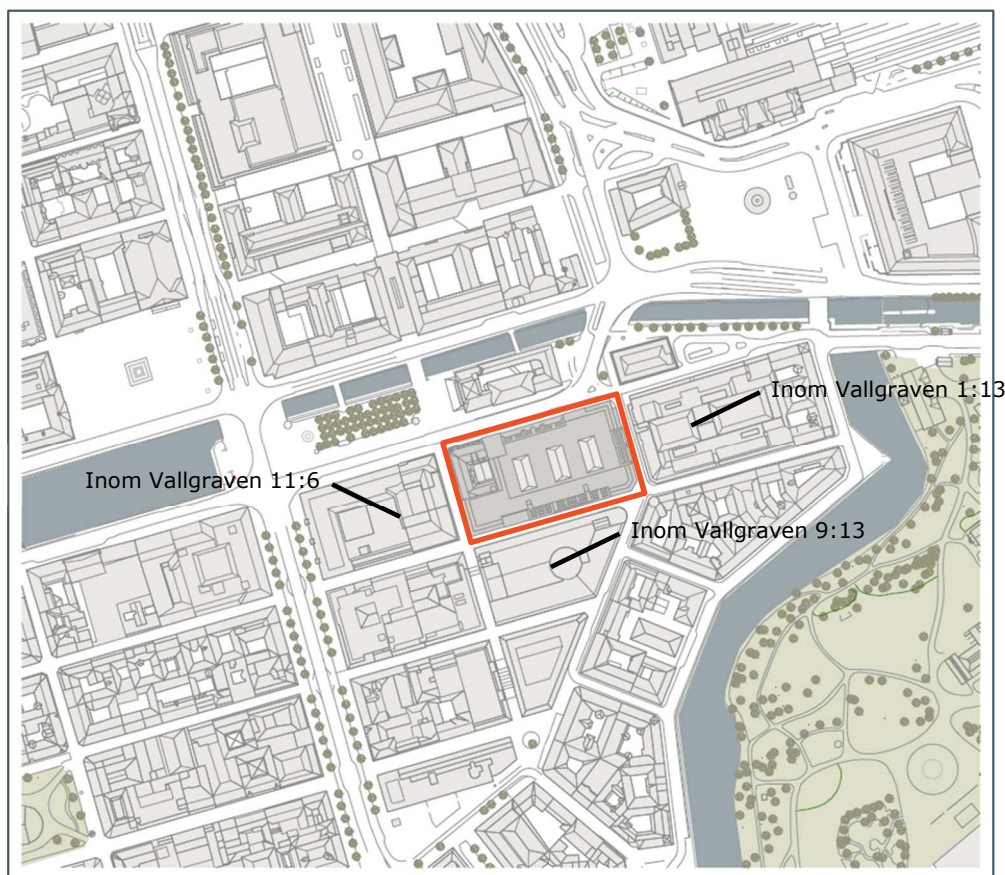
VTI (2005). *Trafikvariation över året Trafikindex och rangkurvor beräknade från mätdata*. VTI notat 31-2005.

Bilaga A Buller

A.1 Verksamhetsbuller

Verksamhetsbuller syftar i det här projektet framförallt till fasta installationer i närområdet. Exempel på dessa är framförallt kylanläggning, fläktar, avlufts- och ventilationer mm på tak och fasad i direkt närhet till planerad utveckling.

Inventering av fasta installationer har gjorts på de angränsande fastigheterna Inom Vallgraven 1:13 [Radisson], Inom Vallgraven 11:6 [Arkaden] och Inom Vallgraven 9:13 [Perukmakaren]. Samtliga inventerade data görs enligt bedömning över vilka som berör planerad verksamhet. Inventeringarna genomfördes den 19 april 2018. Se nedan i Figur A. 1 för översikt av inventerade fastigheter.



Figur A. 1 Översikt inventerade fastigheter.

Beräkningar har därefter gjorts enligt den gemensamma nordiska modellen för beräkning av externt industribuller, DAL32 (Kragh J m fl., 1982). Beräkningarna avser ett s.k. medvindsfall, dvs. vindriktning från källa till mottagare ($\pm 45^\circ$). Som hjälpmedel har datorprogrammet SoundPlan 7.4 använts där ovanstående beräkningsmodell ingår. Beräkningsmodellens osäkerhet ligger inom ca ± 2 dBA.

Indata till beräkningar har utgått utifrån följande generella antaganden för att illustrera bullersituationen i området:

- > Ljudeffekt för utrustning som ej varit möjlig att inventera har ansatts till schablonvärden, där typiskt: L_{WA} = Kylanläggningar > Avluft > Tilluft, ca 95-60 dB(A) fördelat över området.
- > Avvikande utrustning, exempelvis tonala komponenter som noterats på plats markeras i text och efterkommande bilder.
- > Underlaget till beräkningarna utgörs i av en höjdsatt terrängmodell tillsammans med höjder på befintlig och tillkommande bebyggelse.
- > Samtliga ingående källor har ansatts till att vara i drift dygnet runt. I det fallet dimensionerar nattsituationen.
- > Ljudnivåer som redovisas avser endast drift nattetid klockan 22-06.

Utvärdering av störningsmått görs enligt Boverkets rapport 2015:21, *Industri- och annat verksamhetsbuller vid planläggning och bygglovsprövning av bostäder – en vägledning*. Se nedan i Figur A. 2 och Figur A. 3 för riktvärden i enlighet Boverkets vägledning för ljudnivåer utomhus. Riktvärden för den ljuddämpade sidan motsvarar även riktvärden för uteplats inom Zon B.

Tabell 1. Högsta ljudnivå från industri/annan verksamhet. Frifältsvärde utomhus vid bostadsfasad.			
	L_{eq} dag (06–18)	L_{eq} kväll (18–22)	L_{eq} natt (22–06)
	Lördagar, söndagar och helgdagar L_{eq} dag + kväll (06–22)		
Zon A* Bostadsbyggnader bör kunna accepteras upp till angivna nivåer.	50 dBA	45 dBA	45 dBA
Zon B Bostadsbyggnader bör kunna accepteras förutsatt att tillgång till ljud-dämpad sida finns och att byggnaderna bullerpassas.	60 dBA	55 dBA	50 dBA
Zon C Bostadsbyggnader bör inte accepteras.	>60 dBA	>55 dBA	>50 dBA
*För buller från värmepumpar, kylaggregat, ventilation och liknande yttre installationer gäller värdena enligt tabell 2.			

Figur A. 2 Utdrag ur Boverkets rapport 2015:21, *Industri- och annat verksamhetsbuller vid planläggning och bygglovsprövning av bostäder – en vägledning*. (Boverket, 2015)

Tabell 2. Högsta ljudnivå från industri/annan verksamhet på ljuddämpad sida. Fri-fältsvärde utomhus vid bostadsfasad och uteplats.

	L_{eq} dag (06–18)	L_{eq} kväll (18–22)	L_{eq} natt (22–06)
Ljuddämpad sida	45 dBA	45 dBA	40 dBA

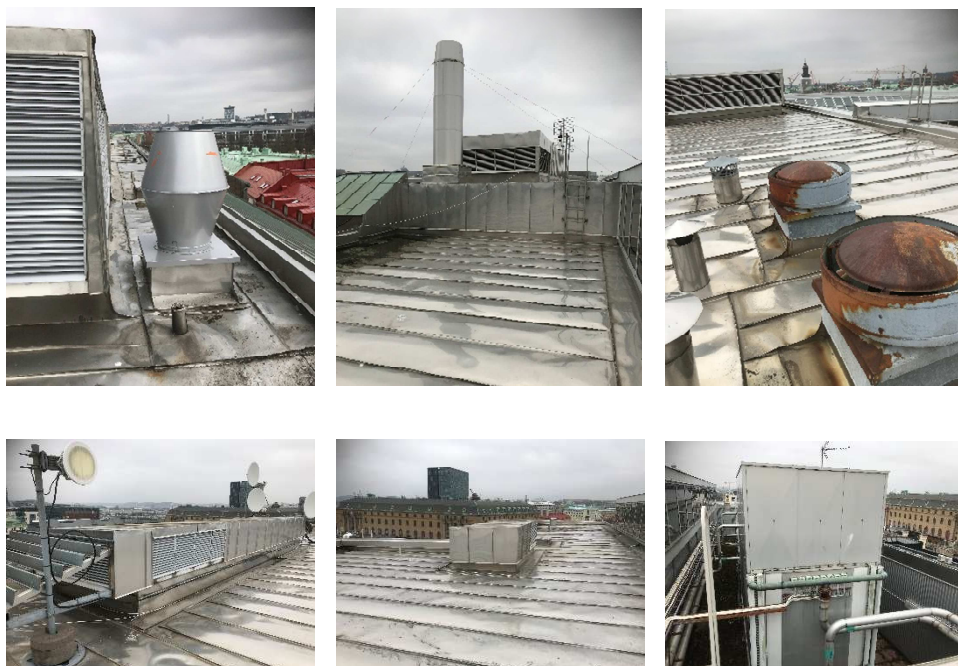
Figur A. 3 Utdrag ur Boverkets rapport 2015:21, Industri- och annat verksamhetsbuller vid planläggning och bygglovsprövning av bostäder – en vägledning. (Boverket, 2015)

Ljudnivåer inomhus hanteras ej i planskede. Reglering inomhus för bostäder återges i BBR och SS 25267:2015. Reglering inomhus för övriga verksamheter återges i SS 25268:2007.

A.1.1 Inom Vallgraven 1:13 [Radisson]

Hotellbyggnad. Yttre bullrande installationer består endast av ventilationsenheter, avluft/tilluft. Äldre kylanläggning mot öst (Posthotellet) är ej i drift då byggnaden förses med fjärrkyla idag.

Tabell A. 1 Foton från inventering, 2018-04-19



A.1.2 Inom Vallgraven 11:6 [Arkaden]

Kommersiell fastighet med handel i markplan, kontor i övrigt. Yttre bullrande installationer består av ventilationsenheter och enstaka mindre AC-enheter. Byggnaden förses i övrigt med fjärrkyla.

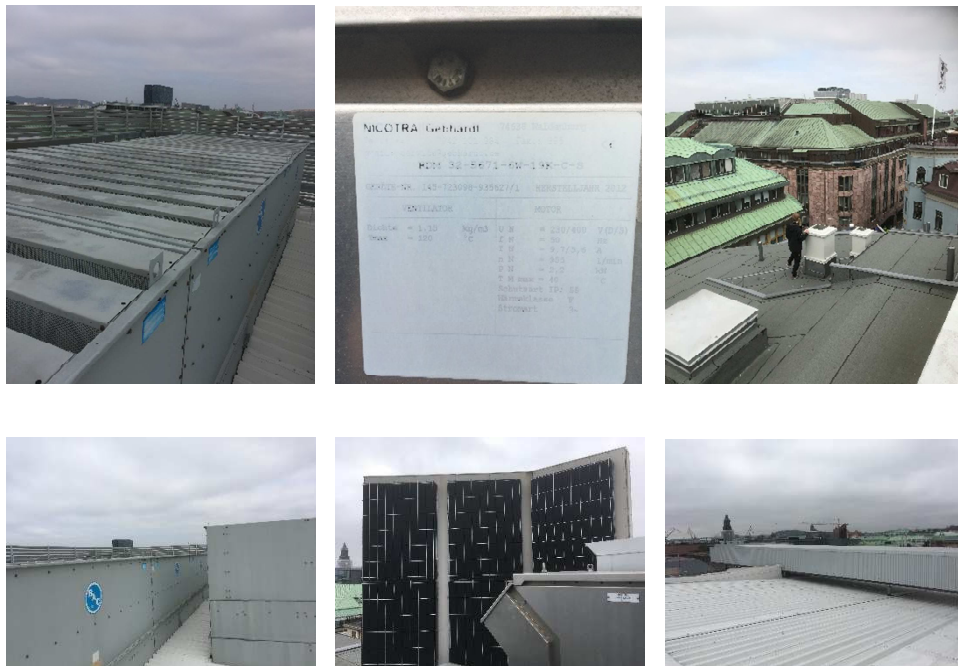
Tabell A. 2 Foton från inventering, 2018-04-19



A.1.3 Inom Vallgraven 9:13 [Perukmakaren]

Kommersiell fastighet med handel i markplan, kontor och parkeringshus i övrigt. Yttre bullrande installationer består av ventilationsenheter och en större central kylanläggning som ägs av Göteborgs Energi.

Tabell A. 3 Foton från inventering, 2018-04-19



A.2 Trafikbuller

Beräkningar av trafikbuller görs utifrån angränsande trafikföring av väg- och spårtrafik för den mest bullrande situationen. Generellt avser den mest bullrande situationen framtid, här år 2035.

Riktvärden vid utomhus vid fasad och uteplats ges för bostäder i SFS 2015:216. Kommersiella lokaler och övriga verksamheter berörs ej av yttre ljudnivåer vid planering. Ljudnivåer inomhus hanteras ej i planskede. Reglering inomhus för bostäder återges i BBR och SS 25267:2015. Reglering inomhus för övriga verksamheter återges i SS 25268:2007.

Nedan i Figur A. 4 ges utdrag från SFS 2015:216, § 3-5.

Buller från spårtrafik och vägar

3 § Buller från spårtrafik och vägar bör inte överskrida

1. 60 dBA ekvivalent ljudnivå vid en bostadsbyggnads fasad, och
2. 50 dBA ekvivalent ljudnivå samt 70 dBA maximal ljudnivå vid en uteplats om en sådan ska anordnas i anslutning till byggnaden.

För en bostad om högst 35 kvadratmeter gäller i stället för vad som anges i första stycket 1 att bullret inte bör överskrida 65 dBA ekvivalent ljudnivå vid bostadsbyggnadens fasad. Förordning (2017:359).

4 § Om den ljudnivå som anges i 3 § första stycket 1 ändå överskrids bör

1. minst hälften av bostadsrummen i en bostad vara vända mot en sida där 55 dBA ekvivalent ljudnivå inte överskrids vid fasaden, och
2. minst hälften av bostadsrummen vara vända mot en sida där 70 dBA maximal ljudnivå inte överskrids mellan kl. 22.00 och 06.00 vid fasaden.

Vid en sådan ändring av en byggnad som avses i 9 kap. 2 § första stycket 3 a plan- och bygglagen (2010:900) gäller i stället för vad som anges i första stycket 1 att minst ett bostadsrum i en bostad bör vara vänt mot en sida där 55 dBA ekvivalent ljudnivå inte överskrids vid fasaden.

5 § Om den ljudnivå om 70 dBA maximal ljudnivå som anges i 3 § första stycket 2 ändå överskrids, bör nivån dock inte överskridas med mer än 10 dBA maximal ljudnivå fem gånger per timme mellan kl. 06.00 och 22.00.

Figur A. 4 Utdrag från SFS 2015:216, § 3-5. Riktvärden för trafikbuller vid planering av bostäder.

Fasadberäkningar motsvarar frifältsvärden, utan reflektion från egen fasad, och kan jämföras direkt med riktvärden.

Beräkningsområdet anses här generellt vara hård mark.

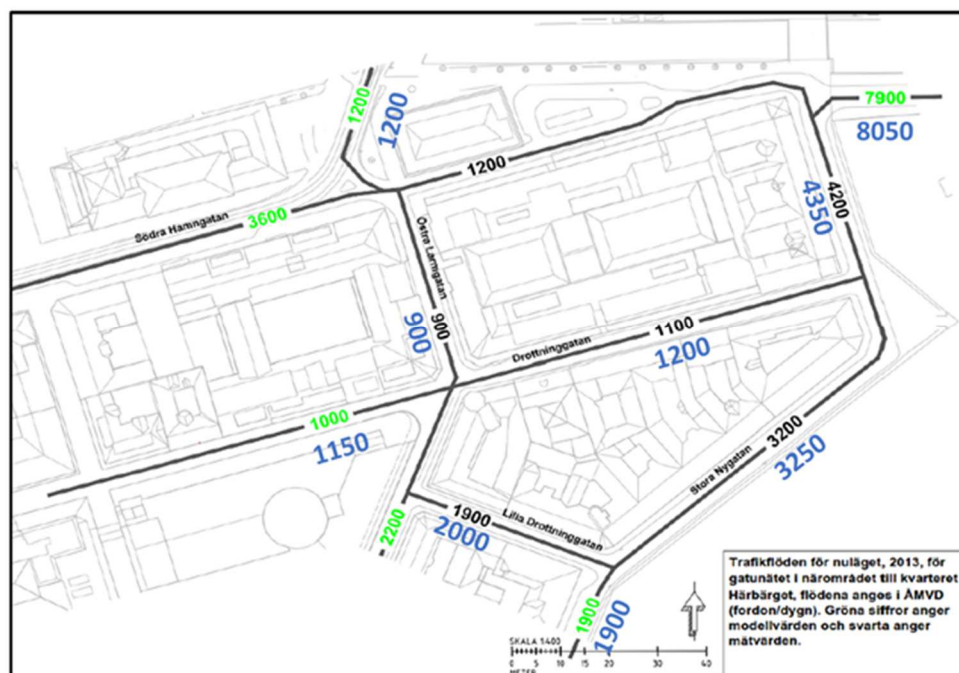
A.2.1 Vägtrafik

Beräkning av vägtrafikbuller har gjorts med beräkningsprogrammet SoundPlan version 7.4. Beräkningsprogrammet använder Naturvårdsverkets beräkningsmetoder för buller från vägtrafik (rapport 4653).

Osäkerheten i beräknad ekvivalentnivå från vägtrafik beror bland annat på avståndet från vägen och är mindre än 1 dB på 50 m avstånd och upp till 3 dB på 200 m avstånd.

Den maximala ljudnivån avser beräknad ljudnivå från den femte bullrigaste fordonspassagen.

Indata till beräkningarna ges nedan i Figur A. 5 och utgörs av trafikprognos för år 2035 från Trafikkontoret, Göteborg. Siffrorna anger ÅMVD. I beräkningen av buller används ÅDT ($\text{ÅMVD} \times 0,9$). Trafikflödet längs Södra Hamngatan inkluderar all kollektivtrafik, även spårvagnar. Hastigheten inom området har satts till 30 km/h.



Figur A. 5 Trafikprognos för år 2035 (blå siffror i figuren) som ÅMVD (källa: Trafikkontoret)

Övriga trafiksiffror för vägtrafik som används i modellen har antingen kompletterats av trafikkontoret¹ eller inhämtats från Göteborgs stads hemsida² och omräknats till ÅDT. Ingen uppräknings har gjorts för framtiden för dessa data. Bedömningen är att trafikökningen antas vara så marginell att de inte har någon

¹ E-post från Lena Hasselgren, SBK den 13 april 2018.

² Trafikmängder på olika gator

inverkan på trafikbullernivåerna i området. Antalet bussar inom området bedöms vara lika stora år 2035 som idag. Samtliga trafiksiffror som använts i beräkningen anges i Tabell B.4.

A.2.2 Spårtrafik

Beräkning av buller från spårtrafik har gjorts med beräkningsprogrammet SoundPlan version 7.4. Beräkningsprogrammet använder Naturvårdsverkets beräkningsmetoder för buller från spårtrafik (rapport 4935).

Osäkerheten i beräknad ekvivalentnivå för spårtrafik beror på avståndet och bedöms vara mindre än 2 dB nära spåret och 3 dB på upp till 300 – 500 m avstånd.

Uppgifter för tågtrafik avser bullerprognos för år 2040. Uppgifter skickades av Trafikverket den 19 mars 2018. Siffrorna inkluderar här Västlänken.

För spårvagnstrafik har turtätheten enligt tidtabell vinter 2018/2019 använts i beräkningen. Spårvagnsmodellerna M31 och M32 har jämnt fördelats i beräkningen. Antalet fordon per sträcka som har använts i beräkningen anges i Tabell B.4.. Ingen uppräknings för framtiden har gjorts eftersom enligt uppgifter från trafikkontoret³ anses antalet spårvagnar vara lika stort i framtiden som idag. Hastighet 30 km/h har används. Korrektion har gjorts för växlar.

A.3 Lågfrekvent buller

Lågfrekvent buller bedöms generellt inomhus, vid senare projektering.

FoHMFS 2014:13 avser de nivåer där olägenhet för människors hälsa föreligger. Generellt avser dessa riktvärden bostadsrum, vård- och undervisningslokaler. Motsvarande krav ges även i BBR och SS 25267:2015.

För kontorsutrymmen och motsvarande kommersiella lokaler finns det kravställning i SS 25268:2007 på C-vägda (dBC) ljudnivåer inomhus, som tar större hänsyn till lågfrekvent buller jämfört A-vägda (dBA).

³ E-post från Lena Hasselgren, SBK den 4 april 2013

Bilaga B Luftkvalitet

B.1 Miljökvalitetsnormer och miljökvalitetsmål

I samband med att Miljöbalken trädde i kraft den 1 januari 1999 infördes miljökvalitetsnormer (MKN) som ett nytt styrmedel i svensk miljö rätt. Systemet med miljökvalitetsnormer regleras framförallt i Miljöbalkens femte kapitel. Till skillnad mot gränsvärden och riktvärden skall miljökvalitetsnormerna 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 (Svensk författningssamling, 2010). MKN ska inte tillämpas på vägbanor, på platser där människor normalt inte vistas (t ex inom vägområdet längs större vägar) och i så kallade belastade mikromiljöer, exempelvis i direkt anslutning till en korsning eller vid en ventilationsanläggning för en tunnel (Naturvårdsverket, 2014).

Gällande miljökvalitetsnormer för NO₂ och PM₁₀ i utomhusluft redovisas i Tabell B.1 (Svensk författningssamling, 2010).

Kommuner och myndigheter bär huvudansvaret för att miljökvalitetsnormerna följs, men verksamhetsutövare har också ett visst ansvar. Ansvaret ökar med verksamhetens storlek och miljöpåverkan. MKN ska följas när kommuner och myndigheter planlägger, bedriver tillsyn och ger tillstånd till att driva anläggningar (Naturvårdsverket, 2014).

Tabell B.1. Miljökvalitetsnormer för utomhusluft enligt Luftkvalitetsförordningen SFS 2010:477.

Förorening	Medelvärdesperiod	MKN-värde (µg/m ³)	Antal tillåtna överskridanden per år
PM ₁₀	Dygn	50	35 dygn
	År	40	-
NO ₂	Timme	90	175 timmar ¹⁾
	Dygn	60	7 dygn
	År	40	-

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

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 preciseringsringar av miljökvalitetsmålen. Preciseringsringarna förtydligar målen och används i det löpande uppföljningsarbetet av målen.

Ett av de sexton miljö kvalitetsmålen, Frisk luft, berör direkt halter i luft av olika föroreningar. Miljö kvalitetsmålet Frisk luft definieras enligt följande: "Luften ska vara så ren att människors hälsa samt djur, växter och kulturvärden inte ska-
das". För miljö kvalitetsmålet Frisk luft finns preciseringar i form av halter av luftföroreningar som inte ska överskridas, se Tabell B.2 för preciseringar för NO₂ och PM₁₀. Miljö kvalitetsmålen ska nås senast år 2020.

Tabell B.2. *Preciseringar avseende kvävedioxid och partiklar för miljö kvalitetsmålet Frisk luft.*

Förorening	Medelvärdesperiod	Miljö kvali- tetsmål (µg/m ³)	Antal tillåtna överskri- danden per år
PM ₁₀	Dygn	30	37 dygn
	År	15	-
NO ₂	Timme	60	175 timmar
	År	20	-

Miljö kvalitetsmålen utgör en riktning och vägledning åt kommuner och Länsstyrelser för vad miljö arbetet ska sikta mot. Även om miljö kvalitetsmålen inte är le-
galt bindande så som miljö kvalitetsnormerna (MKN) är, kan överskridanden av miljö kvalitetsmålen innebära en begränsning i framtiden, beroende på hur dessa tolkas av myndigheterna och därmed vilken praktisk betydelse dessa får.

B.2 Emissions- och spridningsberäkningar

B.2.1 Trafikindata

Emissioner till luft har beräknats från trafiken i närområdet. De trafikuppgifter som använts visas i Tabell B.3 och Tabell B.4. Trafikmängderna baseras på följande källor och antaganden:

- > För de omkringliggande gatorna användes uppgifter ur trafik-PM för kvarteret Härbärgat (Göteborgs stad, Trafikkontoret 2016). För nuläget har uppgifterna i figur 5 i Trafikkontorets rapport använts, och för 2035 har de röda siffrorna i figur 10 i Trafikkontorets rapport adderats till trafiken för nuläget. Trafiksiffrorna här inkluderar buss, spårvagn, övrig tung trafik samt lätt trafik.
- > Andelen tung trafik baseras på den mätning av andel tung trafik som gjorts för Östra Larmgatan mellan Södra Hamngatan och Drottninggatan, som visade 13 % tung trafik. Denna andel har även använts på de andra gatorna kring kvarteret, förutom för Södra Hamngatan. För Södra Hamngatan används 45 % vilket motsvarar gällande kollektivtrafiktrafikering samt att 13 % av övrig trafik är tung.
- > För inflyttningsåret har trafiksiffrorna för 2035 använts.

- > Trafikmängder för övriga närliggande gator har hämtats från kommunens mätningar (Göteborgs stad u.d.).
- > Eftersom trafikmängderna i prognosen för kvarteret Härbärgen är nästan lika för nuläget och år 2035 har inte trafikmängderna för övriga vägar, som hämtats från kommunens mätningar, räknats upp, utan samma trafikmängder används för både nuläget och inflyttningsscenarioet.
- > Trafikmängderna har räknats om från ÅMVD till ÅDT med faktorn 0,9.
- > Senast uppmätt mängd tung trafik använts, om ingen mätning finns har 13 % antagits på samma sätt för gatorna som ingår i trafik-PM för kvarteret Härbärgen (Göteborgs stad, Trafikkontoret 2016).
- > Spårvagnar och bussar har räknats ur tidtabellerna, april 2018. Antalet bussar och spårvagnar antas vara lika stort i framtiden som det är idag.
- > Hastigheter är satta till 30 km/h trots att den skyltade hastigheten är 50 km/h, enligt rekommendation från Trafikkontoret. Uppskattad hastighet är ca 20 km/h på gatorna, och planer finns på att sänka den tillåtna hastigheten till 30 km/h i hela området.

B.2.2 Emissionsberäkningar vägtrafik

Utsläpp från trafiken har beräknats med emissionsfaktorer från modellerna HBEFA och Nortrip. Avgasemissioner har beräknats med hjälp av HBEFA, som tar hänsyn till hur fordonsflottans sammansättning förväntas förändras i framtiden. I HBEFA antas att det kommer att fortsätta ske förbättringar avseende avgasutsläpp, samt att en större andel av fordonsflottan i framtiden kommer att bestå av fordon med god avgasrening och effektivitet. Detta innebär att avgasemissionerna för ett normalfordon förväntas bli lägre i framtiden. Emissionsfaktorer har tagits fram med HBEFA version 3.3 för år 2017 för nuläget och år 2020 för inflyttningsscenarioet.

Emissionsfaktorer för resuspension, dvs. uppvirvling av på vägbanan tidigare ackumulerade slitagepartiklar, har beräknats med Nortrip. Nortrip är en emissionsmodell som utvecklats för nordiska förhållanden där mängden resuspension beror bland annat på meteorologiska indata, trafikmängden (ÅDT), andel tung trafik, dubbdäcksandel och fordonshastighet. Den tekniska utvecklingen och förnyelsen av fordonsflottan som förväntas leda till lägre avgasemissioner kommer inte att påverka emissionen av uppvirvlat material, varför en liknande minskning som för NO₂ inte förväntas ske av PM₁₀. Det har antagits en dubbdäcksandel på 53 % för beräkningarna (Göteborgs Stad 2017).

De beräknade emissionerna har med en detaljgrad ner på timnivå fördelats över dygnet, veckan och året enligt generella trafikmönster för närtrafik (VTI 2005).

Tabell B.3. Trafikunderlag för emissionsberäkningarna. Uppgifterna avser nuläget.

Gata	Avsnitt	ÅDT lätt trafik	ÅDT tung trafik	ÅDT buss	ÅDT spår-vagn
Södra Hamngatan	Ö Larmgatan - Stora Nygatan	940	140	0	0
Södra Hamngatan	Ö Larmgatan - Ö Hamngatan	1 780	60	270	1 130
Östra Larmgatan	S Hamngatan - Drottninggatan	700	110	0	0
Östra Larmgatan	Drottninggatan - söderut	1 720	260	0	0
Drottninggatan	Ö Larmgatan - Stora Nygatan	860	130	0	0
Drottninggatan	Ö Larmgatan - Ö Hamngatan	780	120	0	0
Lilla Drottninggatan	Ö Larmgatan - Stora Nygatan	1 490	220	0	0
Stora Nygatan	S Hamngatan - Drottninggatan	3 290	490	0	0
Stora Nygatan	Drottninggatan - Lilla Drottninggatan	2 510	370	0	0
Kvarnbron	S Hamngatan - N Hamngatan	940	140	270	1 130
Nils Ericsonsgatan	Norra Hamngatan - Köpmansgatan	1 620	180	230	230
Nils Ericsonsgatan	Köpmansgatan - Spannmåls-gatan	13 310	1 990	1 570	230
Drottningtorget	Nils Ericsonsgatan - Burggrevegatan	13 620	690	1 340	0
Drottningtorget	Buss/spårvagnsgata	0	0	310	1 570
Norra Hamngatan	Gustav Adolfs Torg - Smedjegatan	1 310	60	250	0
Norra Hamngatan	Ö Hamngatan - Drottningtorget	290	10	270	670
Östra Hamngatan	Norra Hamngatan - Köpmansgatan	1 310	310	810	390
Östra Hamngatan	Köpmansgatan - Spannmåls-gatan	1 390	320	810	390
Östra Hamngatan	Södra Hamngatan - Drottninggatan	1 640	250	860	1 280
Östra Hamngatan	Drottninggatan - Kyrkogatan	2 660	400	860	1 280
Östra Hamngatan	N Hamngatan - S Hamngatan	0	0	1 330	1 060
Södra Hamngatan	Ö Hamngatan - V Hamngatan	0	0	740	910

Tabell B.4. Trafikunderlag för emissionsberäkningarna. Uppgifterna avser inflyttningsåret.

Gata	Avsnitt	ÅDT lätt trafik	ÅDT tung trafik	ÅDT buss	ÅDT spår-vagn
Södra Hamngatan	Ö Larmgatan - Stora Nygatan	940	140	0	0
Södra Hamngatan	Ö Larmgatan - Ö Hamngatan	1 780	60	270	1 130
Östra Larmgatan	S Hamngatan - Drottninggatan	700	110	0	0
Östra Larmgatan	Drottninggatan - söderut	1 720	260	0	0
Drottninggatan	Ö Larmgatan - Stora Nygatan	940	140	0	0
Drottninggatan	Ö Larmgatan - Ö Hamngatan	900	130	0	0
Lilla Drottninggatan	Ö Larmgatan - Stora Nygatan	1 570	230	0	0
Stora Nygatan	S Hamngatan - Drottninggatan	3 410	510	0	0
Stora Nygatan	Drottninggatan - Lilla Drottninggatan	2 540	380	0	0
Kvarnbron	S Hamngatan - N Hamngatan	940	140	270	1 130
Nils Ericsonsgatan	Norra Hamngatan - Köpmansgatan	1 620	180	230	230
Nils Ericsonsgatan	Köpmansgatan - Spannmåls-gatan	13 310	1 990	1 570	230
Drottningtorget	Nils Ericsonsgatan - Burggrevegatan	13 620	690	1 340	0
Drottningtorget	Buss/spårvagnsgata	0	0	310	1 570
Norra Hamngatan	Gustav Adolfs Torg - Smedjegatan	1 310	60	250	0
Norra Hamngatan	Ö Hamngatan - Drottningtorget	290	10	270	670
Östra Hamngatan	Norra Hamngatan - Köpmansgatan	1 310	310	810	390
Östra Hamngatan	Köpmansgatan - Spannmåls-gatan	1 390	320	810	390
Östra Hamngatan	Södra Hamngatan - Drottninggatan	1 640	250	860	1 280
Östra Hamngatan	Drottninggatan - Kyrkogatan	2 660	400	860	1 280
Östra Hamngatan	N Hamngatan - S Hamngatan	0	0	1 330	1 060
Södra Hamngatan	Ö Hamngatan - V Hamngatan	0	0	740	910

B.2.3 Emissionsberäkningar spårvagn

Spårvagnar ger inga direkta utsläpp av avgaser, däremot så ger hjul och bromsar upphov till slitagepartiklar på samma sätt som bilar och andra fordon. Spårvagnar är inte inkluderade i de emissionsmodeller som används för övrig trafik, utan andra emissionsfaktorer har använts.

Den emissionsfaktor som använts för spårvagnar i denna utredning är 0,33 g/km per spårvagn. Denna emissionsfaktor kommer från BUWAL (2001), och

har använts som underlag av IIASA (International Institute for Applied System Analysis) i Rains/Gains-modellen.

För att validera denna emissionsfaktor har jämförelse gjorts med emissionsfaktorer för annan spårbinden trafik. Fridell m. fl. (2010) har tagit fram emissionsfaktorer för regionalståg, pendeltåg och godståg som bl.a. använts inom EU-projektet Transphorm. Dessa emissionsfaktorer kan ses i Tabell B.5, tillsammans med beräknade emissionsfaktorer för en trettio meter lång spårvagn. Emissionsfaktorn 0,33 g/km ligger i intervallet mellan emissionsfaktorn för pendeltåg och regionalståg. I tabellen ses även att den är i samma storleksordning som emissionsfaktorn för ett 30 meter långt pendeltåg, vilket innebär att detta bör vara en rimlig emissionsfaktor för PM₁₀ från spårvagn.

Tabell B.5. Sammanställning av emissionsfaktorer för PM₁₀ för regionalståg, pendeltåg och godståg från Fridell m. fl. (2010), tillsammans med beräkning av emissionsfaktor för 30 meter långt tåg (samma längd som en spårvagn) baserat på den längdjusterade emissionsfaktorn.

Tågtyp	PM ₁₀ emissionsfaktor (g/tåg-km)	PM ₁₀ emissionsfaktor (mg/tåg-km * tåglängd i meter)	Längdjusterad emissionsfaktor för 30 meter långt tåg (g/tåg-km)
Regionalståg	0,24	3,1	0,10
Pendeltåg	0,48	11	0,34
Godståg	2,9	5,3	0,16

B.2.4 Spridningsberäkningar

För att beräkna haltnivåer ner till markplan (där människor vistas) inne i tätbebyggt område behövs en tredimensionell modell som kan beräkna spridningen av föroreningshalter med hög detaljeringsgrad. I denna utredning har därför en CFD-modell använts (i detta fall Miskam). För översiktliga beräkningar i urbana miljöer kan till exempel så kallade Gaussiska modeller användas men eftersom dessa inte kan ta hänsyn till effekten av byggnader blir inte resultatet rättvisande för gaturumsberäkningar, vilket ska utföras här. Resultat från Gaussiska modeller är därmed relevanta för modellering av haltnivån i takhöjd.

Spridningen av luftföroreningar styrs av många processer och faktorer som verkar i olika geografiska skalor. Meteorologin som används som indata till CFD-modeller bör vara representativ för de lokala väderförhållandena. I detta fall fanns inga lokala meteorologiska mätningar i närområdet, vilket gjorde det nödvändigt att modellera områdets lokala meteorologi med TAPM-modellen. TAPM-modellen är en dynamisk prognosmodell som beräknar de meteorologiska förutsättningarna i regional till lokal skala och tar hänsyn till exempelvis sjö- och landbris sommartid, topografisk påverkan på vinden samt inversioner. I dessa beräkningar inkluderas därmed de lokala förutsättningarna (topografi, vegetation, havstemperatur m.m.) som styr det lokala vädret och därmed spridningen.

I nästa steg, för beräkningen av de tredimensionella strömningsförhållandena mellan huskropparna, har en CFD-modellen Miskam använts. Den lokala meteorologin från TAPM-modelleringen blir indata till vindfälts- och haltberäkningarna i Miskam. För att återskapa ett realistiskt vindfält som representerar strömningsförhållandena i tre dimensioner för de aktuella kvarteren har ett mycket större område inkluderats i CFD-beräkningarna än enbart planområdet. Förutom meteorologin behöver Miskam även tredimensionell information om både de planerade byggnaderna och den omgivande bebyggelsen.

Till det beräknade haltbidraget från vägarna i området har en urban bakgrundshalt adderats, för att få en totalhalt som kan jämföras med MKN och miljökvalitetsmålen. Då en mätstation som mäter urbana bakgrundshalter i taknivå, Femmans mätstation, ligger inom beräkningsområdet, har det spridningsberäknade haltbidraget tagits ut i taknivå vid mätstationen, och denna halt har sedan dragits ifrån medelvärdet från de uppmätta halterna i taknivå de senaste tre åren (2014-2016). Detta görs för att inte dubbelräkna bidraget från vägarna som ingår i spridningsberäkningarna. Den kvarvarande halten har lagts till de beräknade halterna som en bakgrundshalt, som då inkluderar utsläpp från övriga källor så som Götaleden, övriga gator i närområdet samt även andra källor och långdistanstransporterade föroreningar. De bakgrundshalter som använts visas i Tabell B.6.

Tabell B.6. Urbana bakgrundshalter som använts i beräkningarna av totalhalter.

Förorening	Medelvärdesperiod	Urban bakgrundshalt ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
PM ₁₀	År	14
	90-percentil dygn	19,5
NO ₂	År	14
	98-percentil dygn	36
	98-percentil timme	48

Bilaga C Vindkomfort

C.1 Vind och den mänskliga upplevelsen av vind

I vårt nordliga klimat med övervägande låga temperaturer har vinden en stor inverkan på hur människor upplever vistelsen utomhus. Vindmiljön bedöms i vilken grad människor upplever en sämre komfort, baserat på några olika kriterier (se Tabell C.1). Vid låga vindhastigheter upplevs "olägenheter" främst till följd av en avkylande effekt. Vid högre vindhastigheter och ökad byig vind blir vindtrycket den effekt som ger sämre komfort. Vindkraften ökar snabbt med vindhastigheten och därmed blir ofta byigheten, (d.v.s. när vinden byter riktning plötsligt och ofta) det som ger störst olägenhet vid blåsig väderlek. När det blåser > 5 m/s upplevs därmed vinden ofta som störande, men i vilken grad den upplevs som besvärande är individuellt och beror mycket på aktivitet.

Vid utvärdering av vindkomforten används ofta den "upplevda vinden" istället för den uppmätta vinden. Då byigheten i bebyggda områden ofta är högre än på ett öppet fält, är den upplevda vindhastigheten i bebyggda områden för det mesta något högre än den uppmätta. Enligt Glaumann och Westerberg (1988) kan man relatera den upplevda vindhastigheten till den uppmätta enligt:

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

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 överskridas redan när den *uppmätta* vindhastigheten är 3,7 m/s eller högre. I Tabell C.1 redovisas årsmedelvärden för upplevda och uppmätta vindhastigheter som ej bör överskridas i olika typer av miljöer.

För att en plats ska ha godtagbara vindförhållanden krävs det att den upplevda vindhastigheten för respektive aktivitet inte ska överskridas under mer än en viss procentuell andel av tiden under ett genomsnittligt år (Tabell C.1). Generellt gäller att godtagbara vindförhållanden för stillasittande/stillastående aktiviteter innebär både lägre gränsvärde för vindhastigheter och mindre andel av tiden som detta gränsvärde överskrids, än vid rörliga aktiviteter så som promenad eller cykling. Även vistelsetiden spelar roll. På platser som främst är avsedda för kortvariga vistelser som t ex gång- och cykelvägar kan högre vindhastigheter under en större andel av tiden accepteras, jämfört med torg eller lekplatser där man kan förvänta sig att människor vistas längre och även är stillasittande.

Tabell C.1. Årsmedelvärde av upplevd vind som ej bör överskridas (enligt *Glaumann och Westerberg 1988*) och omräknat till uppmätt vind enligt ekvationen ovan. Den blåmarkerade kolumnen är gränserna som används för bedömningen i denna studie.

Vistelsemiljö	Årsmedelvärde för upplevd vindhastighet som ej bör överskridas (m/s)	Årsmedelvärde för uppmätt vindhastighet som ej bör överskridas (m/s)	Högst andel av tiden under 1 år (%) som den upplevda vinden ej bör överskridas enl. Glaumann och Westerberg
Gång- och cykelvägar – risk för personskador	5	3,7	50 %
Kortare uppehåll, (torg, hållplatser) – gräns för acceptabla förhållanden	3	2,2	20 %
Längre uppehåll stillasittande (uteplatser, lekplatser) – gräns för önskvärda förhållanden	1,5	1,1	0,5 %

C.1.1 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 jämfört med 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 1-2 m höjd där människorna vistas. Detta leder till att höga byggnader kan leda 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 gatanjor eller på torg.

C.2 Metod

C.2.1 Modellering av vind och strömningsförhållanden i området

För denna studie har en 3D modell, en CFD-modell (Computational Fluid Dynamics) använts, den s.k. Miskam-modellen (Microscale Climate and Dispersion Model, se vidare Bilaga A). I modellen har ett tredimensionellt vindfält (strömningsmönster) beräknats för planområdet med en detaljerad upplösning (2 x 2 m grid). Modellen simulerar både turbulens och strömningsförhållanden runt byggnader i mikroskala.

För vindsimuleringarna har ett beräkningsområde som är mycket större än planområdet inkluderats i modellen. Orsaken är att omkringliggande hus till stor del påverkar och modifierar vinden som kommer in över planområdet. Om ett för litet område väljs finns ofta risk att den beräknade vindhastigheten överskattas då vindfältet inte i tillräcklig omfattning modifieras, innan vinden "når" det aktuella kvarteret/området. Bebyggelse, särskilt när den består av en blandning av höga och lägre byggnader, ökar markytans s.k. råhet varpå turbulensen (virvelbildningen) ökar. Höga hus kan därför ha stor påverkan på vindförhållandena i markplan då dessa leder ner höga vindhastigheter från högre höjd, vilket ökar vindhastigheten i markplan.

C.2.2 Meteorologiska förhållanden

För att kunna beräkna realistiska vindförhållanden över ett område behöver Miskam vindhastighet och vindriktning som är representativa för området. För beräkningar i Kvarteret Inom Vallgraven 12 har mätdata från SMHIs väderstation belägen vid Skansen Lejonet använts, för åren 2013 till 2015. Dessa år var relativt blåsiga och ger därmed ett slags "värsta fall" beräkning för vindkomforten.

Bilaga D Resultat av bullerberäkningar

Nedan listas de bullerberäkningskartor som har skapats utifrån fasadberäkningar av verksamhetsbuller och trafikbuller. Det finns totalt 25 bilder.

- > 1_FNM_Kv Inom Vallgraven_Verksamhetsbuller_LAeq_natt
- > 2_FNM_Kv Inom Vallgraven_Verksamhetsbuller_LAeq_natt_3D_NV
- > 3_FNM_Kv Inom Vallgraven_Verksamhetsbuller_LAeq_natt_3D_NO
- > 4_FNM_Kv Inom Vallgraven_Verksamhetsbuller_LAeq_natt_3D_SO
- > 5_FNM_Kv Inom Vallgraven_Verksamhetsbuller_LAeq_natt_3D_SV
- > 6_FNM_Kv Inom Vallgraven_trafikbuller_LAeq
- > 7_FNM_Kv Inom Vallgraven_trafikbuller_LAeq_3D_NV
- > 8_FNM_Kv Inom Vallgraven_trafikbuller_LAeq_3D_NO
- > 9_FNM_Kv Inom Vallgraven_trafikbuller_LAeq_3D_SO
- > 10_FNM_Kv Inom Vallgraven_trafikbuller_LAeq_3D_SV
- > 11_FNM_Kv Inom Vallgraven_trafikbuller_LAmax_natt
- > 12_FNM_Kv Inom Vallgraven_trafikbuller_LAmax_natt_3D_NV
- > 13_FNM_Kv Inom Vallgraven_trafikbuller_LAmax_natt_3D_NO
- > 14_FNM_Kv Inom Vallgraven_trafikbuller_LAmax_natt_3D_SO
- > 15_FNM_Kv Inom Vallgraven_trafikbuller_LAmax_natt_3D_SV
- > 16_FNM_Kv Inom Vallgraven_trafikbuller_LAeq_uteplats
- > 17_FNM_Kv Inom Vallgraven_trafikbuller_LAeq_uteplats_3D_NV
- > 18_FNM_Kv Inom Vallgraven_trafikbuller_LAeq_uteplats_3D_NO
- > 19_FNM_Kv Inom Vallgraven_trafikbuller_LAeq_uteplats_3D_SO
- > 20_FNM_Kv Inom Vallgraven_trafikbuller_LAeq_uteplats_3D_SV
- > 21_FNM_Kv Inom Vallgraven_trafikbuller_LAmax_uteplats
- > 22_FNM_Kv Inom Vallgraven_trafikbuller_LAmax_uteplats_3D_NV
- > 23_FNM_Kv Inom Vallgraven_trafikbuller_LAmax_uteplats_3D_NO
- > 24_FNM_Kv Inom Vallgraven_trafikbuller_LAmax_uteplats_3D_SO
- > 25_FNM_Kv Inom Vallgraven_trafikbuller_LAmax_uteplats_3D_SVs