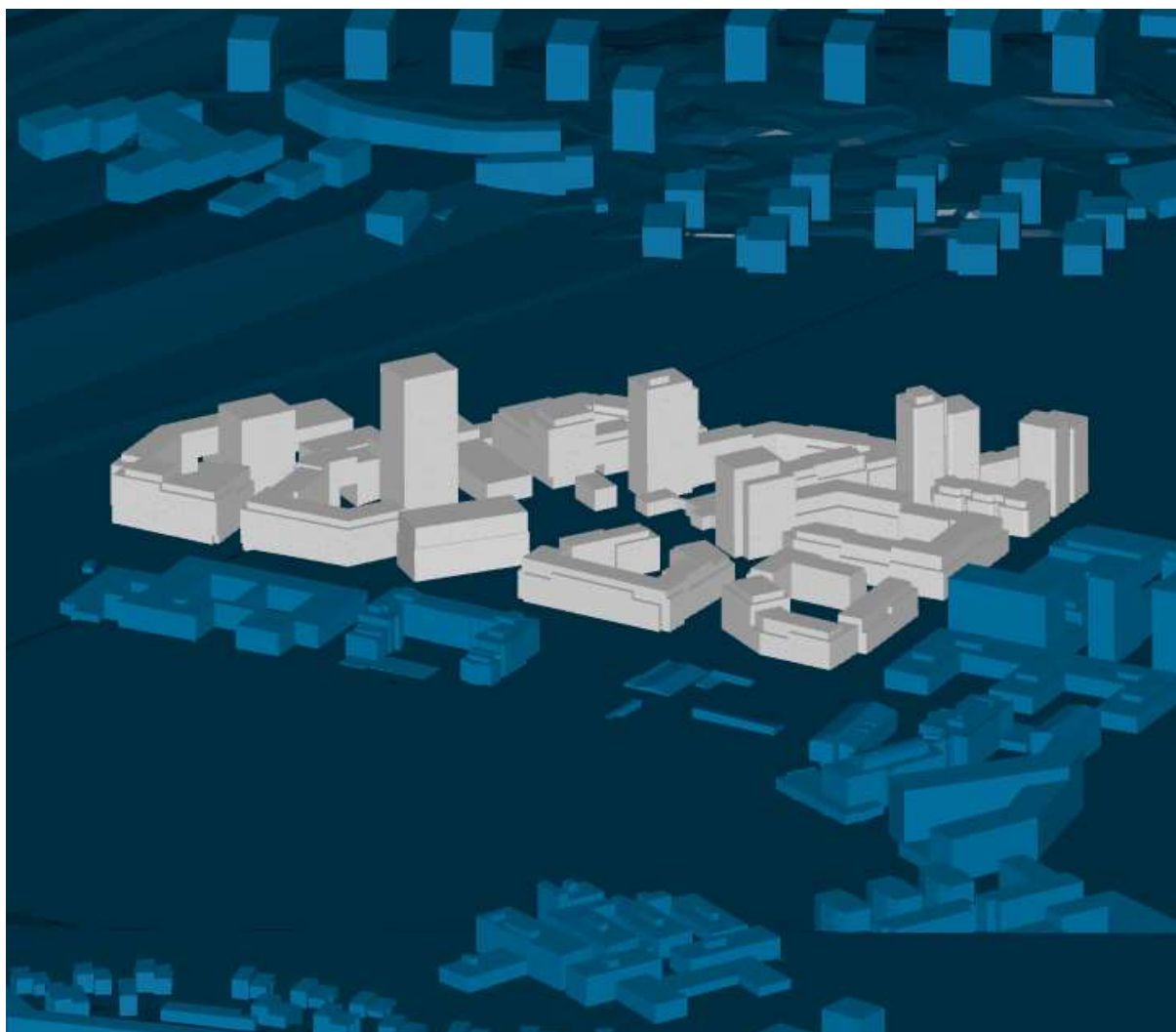


Vindkomfort Lövholmen

Analys av vindflöden



Ändringsförteckning

Ver	Datum	Ändringsbeskrivning	Granskad	Godkänd av
1	2023-02-10		2023-02-15	SEAIKN

Sweco Sverige AB
Uppdrag 556767-9849
Uppdragsnummer Vindkomfort Lövholmen
Kund 9800059783
Upprättad av BESQAB Projektutveckling AB
Datum Elina Heffsten
Dokumentreferens 2023-01-16
vindkomfort_lövholmen

Innehållsförteckning

1.	Sammanfattning	4
2.	Förbehåll.....	5
3.	Vindkomfort i utomhusmiljö	6
3.1	Vindkomfortstudier	7
3.1.1	Lawsons komfortkriterier.....	7
4.	Metod och data.....	8
4.1	Simuleringar	8
4.2	Beräknings-grid	9
4.3	Vindstatistik	9
4.4	Omgivande terräng	13
4.5	Setup	13
5.	Resultat	14
5.1	Vindkomfort	14
5.1.1	Vindkomfort per kvartal.....	15
5.2	Vindhastighet.....	17
6.	Slutsats och rekommendationer.....	18
	Referenser	19

1. Sammanfattning

Sweco har genomfört en vindkomfortstudie av utomhusmiljön kring Lövholmen utvecklingsområde i Stockholm, som utvecklas tillsammans av JärnBesq Holding AB, Lövholmsgränd 12 Exploatering AB, JM AB och Nordr Sverige AB.

CFD-modellen Simscales har använts till simuleringarna och långtidsdata för vind från en närliggande punkt har förts in i modellen för att fånga årsvariationerna.

Analysen har gjorts med referens till Lawsons vindkomfortskriterier och resultatet från simuleringen visar på att vindkomforten är god genom hela året där flertalet platser lämpar sig väl för långvarigt sittande, ex. uteserveringar.

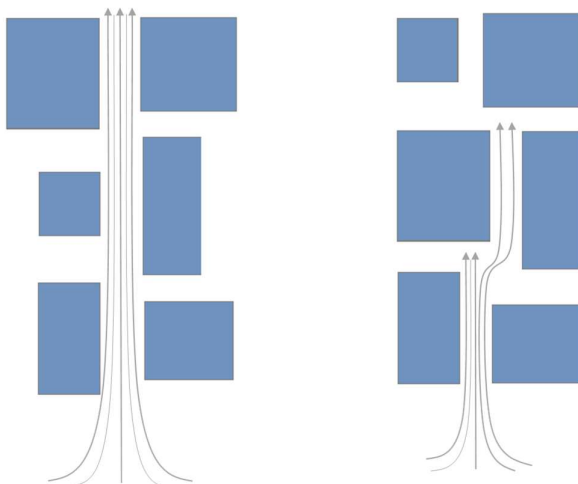
2. Förbehåll

Modellerings- och simuleringstekniken som har använts har i valideringar utförda av Simscale visat på hög noggrannhet. Trots detta kommer numeriska simuleringar alltid att innehålla vissa fel i form av modellering, diskretisering och beräkning. Resultaten som presenteras i rapporten är statistiska medelvärden och tar därför inte hänsyn till vindbyar. Resultaten bör därför behandlas med försiktighet.

3. Vindkomfort i utomhusmiljö

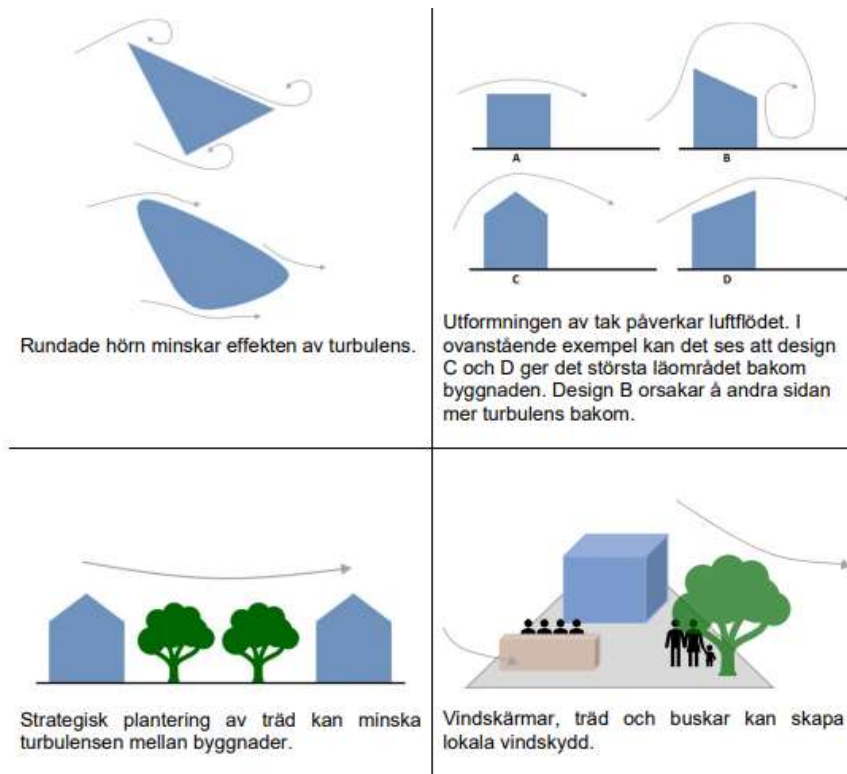
Vindar skapas genom tryckskillnader, ju större tryckskillnader, desto kraftigare vindar. Terräng, vegetation och hinder påverkar storlek och mönster hos vindar. Byggnader utgör i detta fall hinder i landskapet som i vissa fall ökar vindar och i vissa fall minskar dessa

Ett exempel på hur byggnader ökar vindar lokalt är den så kallade Venturi-effekten. Detta är ett vindfenomen som uppstår av luft som trycks ihop och accelererar, exempelvis mellan byggnader. Detta kan leda till en märkbar ökning av den lokala vindhastigheten och turbulensen. Konsekvensen av detta kan bli ett obehag för fotgängare och cyklister i gatuplan. Genom att placera byggnaderna på ett noga övervägt sätt kan man komma runt detta problem med hjälp av vindblockeringseffekten, se Figur 1.



Figur 1 Venturi-effekten (vänster) och vindblockeringseffekten (höger).

Det finns även andra tekniker och åtgärder man kan använda för att förbättra vindkomfort runt byggnader. Några generella rekommendationer illustreras i Figur 2.



Figur 2 Generella rekommendationer för förbättring av vindkomfort runt byggnader.

3.1 Vindkomfortstudier

Vindkomfortstudier görs vanligtvis under planeringsfasen av nya byggnader för att utvärdera det lokala vindklimatet. En sådan analys kräver information om byggnadernas utformning, omkringliggande topografi och bebyggelse och långtidsdata för vind.

För att utvärdera en analys används komfortkriterier, det finns ett flertal olika varianter av komfortkriterier där de flesta av dessa kriterier klassificerar vindklimatet i olika aktiviteter som till exempel sittande aktivitet, stående eller gående aktiviteter. De olika aktiviteterna antas ha ett visst tröskelvärde där vinden anses vara för kraftig för given aktivitet.

3.1.1 Lawsons komfortkriterier

Lawsons komfortkriterier används av många inom branschen och det som används i denna analys. Lawsons komfort-kriterier bedömer ett områdes lämplighet för olika aktiviteter beroende på vindhastighet och varaktighet, se Tabell 1. (Simscale, 2022)

Tabell 1 Lawson LDDC vindkomfortkriterier med hastighetsbegränsningar för olika aktiviteter.

	Riktvärde vindhastighet	Andel av normalår	Aktivitet	Beskrivning

	<2,5 m/s	<5 %	Långvarigt sittande	Lämpligt för långvarigt stillasittande. Exempelvis café eller restaurang
	<4,0 m/s	<5 %	Kortvarigt sittande	Lämpligt för kortvarigt stillasittande. Exempelvis allmänna sittplatser
	<6,0 m/s	<5 %	Stillastående	Lämpligt för entréer eller busshållplatser mm.
	<8,0 m/s	<5 %	Promenad	Lämpligt för långsammare promenader med enstaka stopp
	>8,0 m/s	<5 %	Obehagligt	Ej bekvämt att vistas i
	>15 m/s	>0,022 %	Farligt	Kan vara farligt att vistas i

4. Metod och data

I detta kapitel beskrivs hur vindkomfortstudien har utförts samt data som använts som grund i studien.

4.1 Simuleringar

Vindkomfortstudierna utförs med en avancerad CFD-beräkningsmodell (Simscale, 2023). I denna modell modelleras byggnader och terräng med ett så kallat beräknings-grid (rutnät), där ytor på byggnader är representerade och där materialspecifika värden kan användas för att på bästa sätt beräkna interaktionen mellan luftflöde och byggnad.

För Lövholmen har kund tillhandahållit geometri för byggnaderna som ska analyseras i vindkomfortstudien samt omkringliggande terräng innehållande både topografi och byggnader, se Figur 3.



Figur 3 Översiktsbild över hela området med byggnader av intresse i vitt.

CFD-modellen är baserad på Lattice Boltzmann Metoden (LBM) vilket är ett effektivt sätt att lösa de ekvationer som beskriver flödande medier samt dess interaktion med omgivande miljö.

Gällande träd och vegetation så har dessa element en begränsande påverkan på vindhastigheten då de verkar som hinder som blockerar vinden. Träd och vegetation är också föränderliga element i stadsbilden (då de växer alternativt avlägsnas över tid) och därför har vi valt att inte ta med dessa i beräkningarna och räknar därför på ett så kallat worst case scenario.

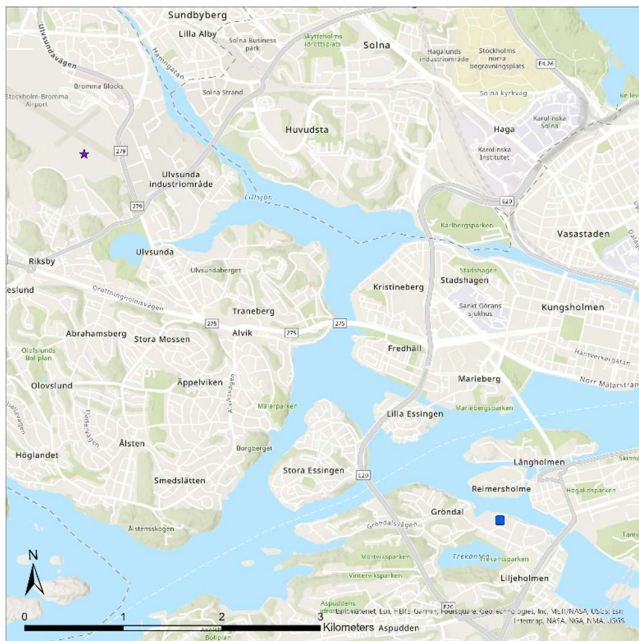
4.2 Beräknings-grid

I en CFD-beräkning diskretiserar man rummet i ett fint 3-dimensionellt rutnät, ett så kallat grid. Detta görs eftersom de ekvationer man löser kräver detta, ju finare grid (högre upplösning), desto mindre numeriska fel begår man. Men då CFD-beräkningar kräver ansenlig tid att utföra är det standard att ange en högre upplösning i områden av intresse och lägre i områden av lägre intresse för att minska på beräkningstiden. Men denna strategi fångas de fenomen, exempelvis Venturi-effekt, upp som uppstår i interaktionen mellan lufflöde och byggnader som är av vikt i beräkningen, utan att beräkningstiden blir för lång.

4.3 Vindstatistik

Som input till simuleringen används uppmätt vinddata. För detta projekt har vinddata från Bromma flygplats används, detta då Bromma flygplats är den

väderstation från SMHI som ligger närmast och har liknande vindförhållanden som Lövholmen, se Figur 4.



Figur 4 Vindmätning (lila stjärna) och Lövholmens utvecklingsområde (blå kvadrat).

Information om väderstationen beskrivs i Tabell 2, då vinden varierar från år till år behöver man data för runt 20 år för att täcka en hel klimatologisk cykel. Risken med att använda en för kort tidsserie är att vinden antingen under- eller överskattas i analysen.

Tabell 2: Vindstatistik Bromma Flygplats.

Stationsnamn	Bromma flygplats
Koordinater (WGS84)	Latitud: 59,35 Longitud: 17,95
Höjd över marken	10 m
Analyserad tidsperiod	2003-01-30 – 2023-01-30
Tidsupplösning	1 timme
Tillgänglighet	99 %

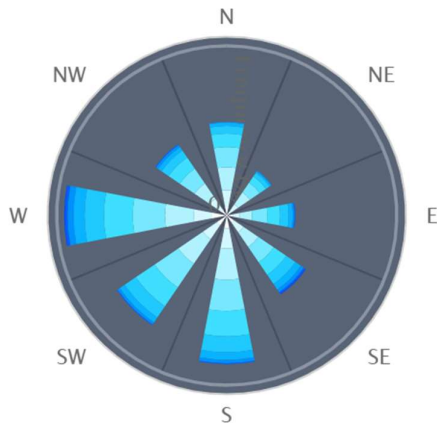
Sammanställning av vindens karakteristik kan ses i Tabell 3. I dataserien från SMHI motsvarar alla tillfällen då vindhastigheten är noll med en vindriktning rakt från norr. (SMHI, 2023) Dessa tillfällen har distribuerats jämnt över de olika riktningarna för att ge ett mer realistiskt resultat.

Tabell 3: Helår.

Sektor	Medelvind	Vindfrekvens
N (0°)	2,5 m/s	11,7 %
NO (45°)	2,5 m/s	6,3 %

O (90°)	3,1 m/s	7,7 %
SO (135°)	3,6 m/s	10,3 %
S (180°)	3,1 m/s	16,3 %
SV (225°)	3,1 m/s	14,7 %
V (270°)	3,4 m/s	22,4 %
NV (315°)	3,1 m/s	10,8 %
Medel	3,1 m/s	-

I Tabell 3 kan man se att medelvindhastigheten är relativt lika mellan vindriktningarna (sektorerna) men är som högst vid vindar från sydost (SO) och väst (V), där västliga vindar även är de mest vanliga vindarna. I Figur 5 visas samma data som i tabellen, men i ett grafiskt format. Här kan man även se fördelningen av olika vindar för vindriktningarna, vit färg innebär 0 i vindhastighet och den mörkaste blå är vindhastighet på 11 m/s (medelvind per timme).



Figur 5 Vindros för helår Bromma flygplats.

Analysen för Lövholmen genomförs även med vinddata per säsong, där året delas upp i fyra kvartal. Värdena för de olika kvartalen är sammanfattade i Tabell 4 -

Tabell 7. Det råder endast mindre skillnader mellan kvartalen. Under vintern (jan-mars) inträffar dock de högsta medel- och maxvindarna, vilket är normalt utifrån ett meteorologiskt perspektiv.

Tabell 4: Vindstatistik för vintern, jan-mars.

Sektor	Medelvind	Vindfrekvens
N (0°)	2,5 m/s	11,7 %
NO (45°)	2,5 m/s	6,3 %
O (90°)	3,1 m/s	7,7 %

SO (135°)	3,6 m/s	10,3 %
S (180°)	3,1 m/s	16,3 %
SV (225°)	3,1 m/s	14,7 %
V (270°)	3,4 m/s	22,4 %
NV (315°)	3,1 m/s	10,8 %
Medel	3,1 m/s	-

Tabell 5: Vindstatistik för våren, april-juni.

Sektor	Medelvind	Vindfrekvens
N (0°)	2,8 m/s	13,1 %
NO (45°)	2,5 m/s	8,5 %
O (90°)	3,0 m/s	10,1 %
SO (135°)	3,1 m/s	12,4 %
S (180°)	2,9 m/s	16,0 %
SV (225°)	3,0 m/s	12,4 %
V (270°)	3,5 m/s	17,7 %
NV (315°)	3,1 m/s	9,7 %
Medel	3,0 m/s	-

Tabell 6: Vindstatistik för sommaren, juli-sep.

Sektor	Medelvind	Vindfrekvens
N (0°)	2,3 m/s	10,8 %
NO (45°)	2,3 m/s	7,2 %
O (90°)	2,9 m/s	8,9 %
SO (135°)	3,0 m/s	12,2 %
S (180°)	2,7 m/s	17,7 %
SV (225°)	2,8 m/s	17,0 %
V (270°)	3,1 m/s	17,1 %
NV (315°)	2,6 m/s	9,2 %
Medel	2,7 m/s	-

Tabell 7: Vindstatistik för hösten, okt-dec.

Sektor	Medelvind	Vindfrekvens
N (0°)	2,6 m/s	11,5 %
NO (45°)	2,4 m/s	6,6 %

O (90°)	3,1 m/s	8,5 %
SO (135°)	3,3 m/s	11,5 %
S (180°)	3,2 m/s	17,5 %
SV (225°)	3,0 m/s	15,1 %
V (270°)	3,3 m/s	19,1 %
NV (315°)	2,8 m/s	10,2 %
Medel	3,0 m/s	-

4.4 Omgivande terräng

För att extrapolera ovan nämnda dataserie krävs att man klassificerar terrängen runt mätmasten och runt byggnaderna av intresse. I detta fall har terrängen klassats som suburban terrängklass III i samtliga vind-sektorer. Denna klassificering har gjorts då området innehåller en blandning av öppet vatten, parkområde samt höga och låga byggnader. (Simscale, 2023)

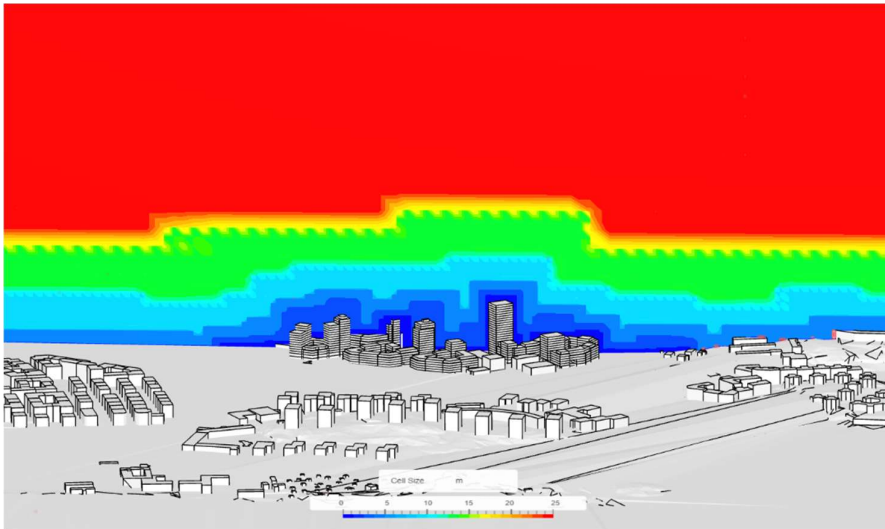
4.5 Setup

För att genomföra vindkomfort-analysen i Simscale behöver man ange ett område av intresse. För Lövholmen är detta satt till en cirkel med radie 300 m, där mittpunkten är mitt i området, se Figur 6. Det är inom detta område som vindkomfort-analysen kommer att genomföras.



Figur 6 Område av intresse för simuleringen.

Upplösningen för beräkningsgrid:en för Lövholmens är satt till mindre än 1 meter nära byggnaderna av intresse och runt 25 m i det övergripande området runtomkring. Detta kan ses i Figur 7, som visar en genomskärning av beräkningsgrid:en för Lövholmen, röd färg indikerar låg upplösning och blå färg hög upplösning.

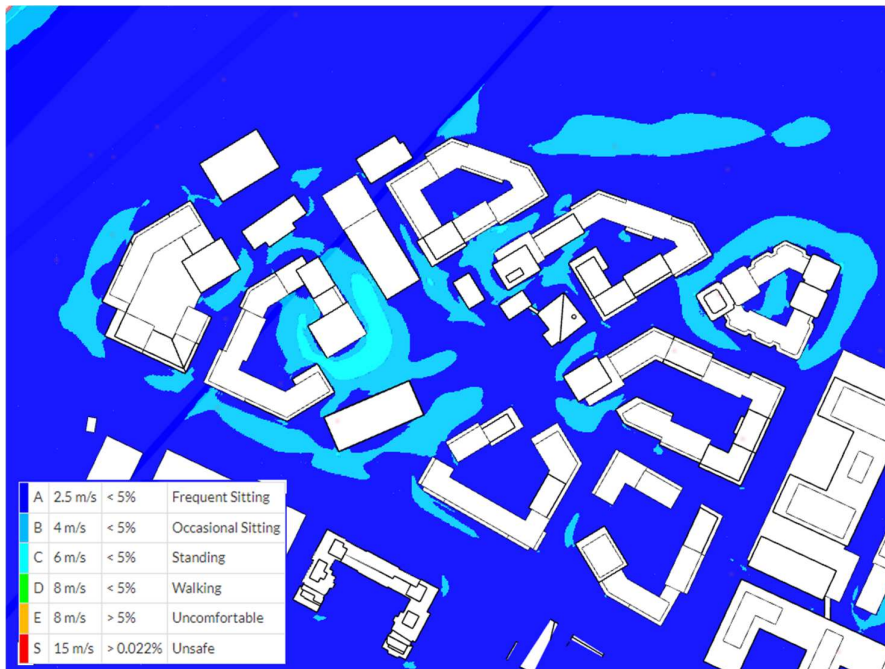


Figur 7 Genomskärning av beräkningsgrid för området.

5. Resultat

5.1 Vindkomfort

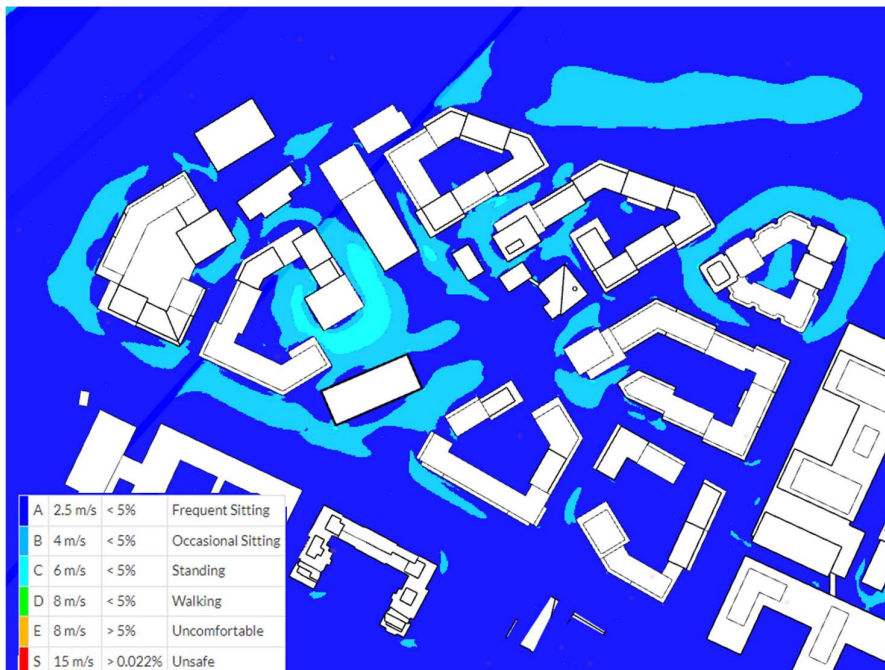
Resultatet från simuleringen visar på att området har en vindkomfort som lämpar sig väl för långvarigt sittande på många platser. Det finns några platser som har lite mer vind, där kortvarigt sittande eller gående aktiviteter är att rekommendera. Detta är framför allt runt byggnadskomplex nummer två sett från väster.



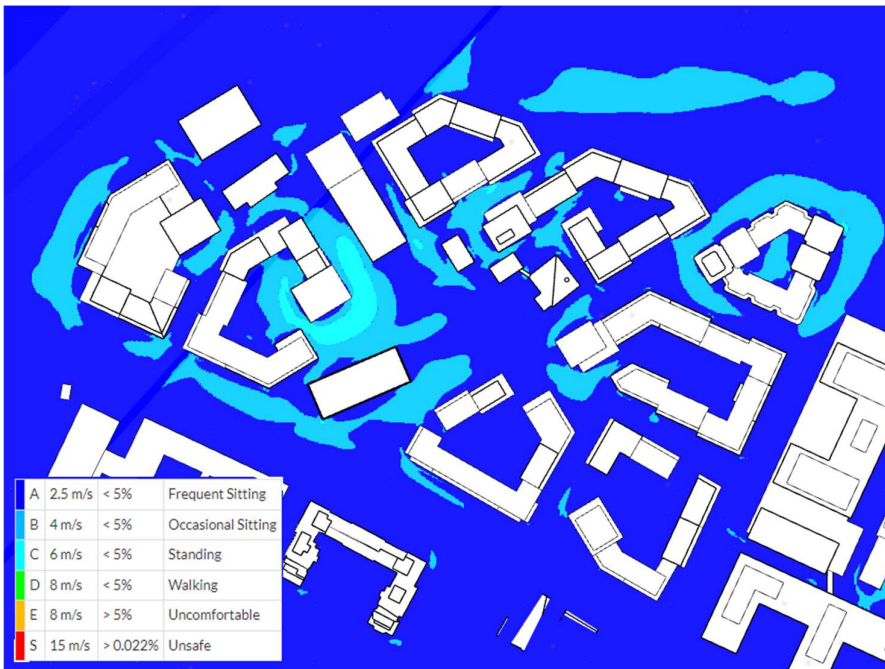
Figur 8 Vindkomfort för helår

5.1.1 Vindkomfort per kvartal

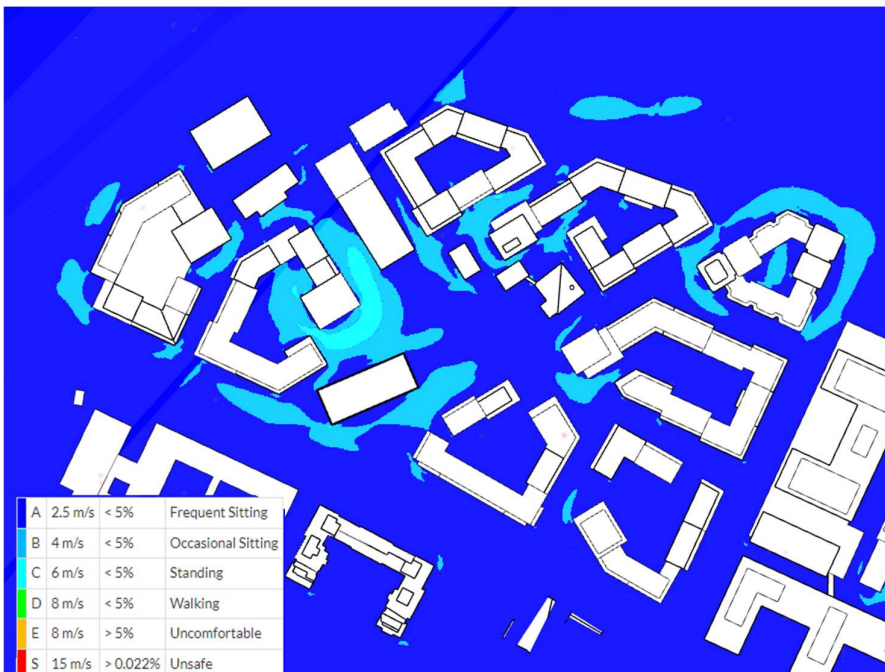
Simuleringar per kvartal visar på att det är ytterst små skillnader mellan de olika säsongerna. Samtliga kvartal visar samma goda vindkomfort som helårs-fallet, se Figur 9 - Figur 12.



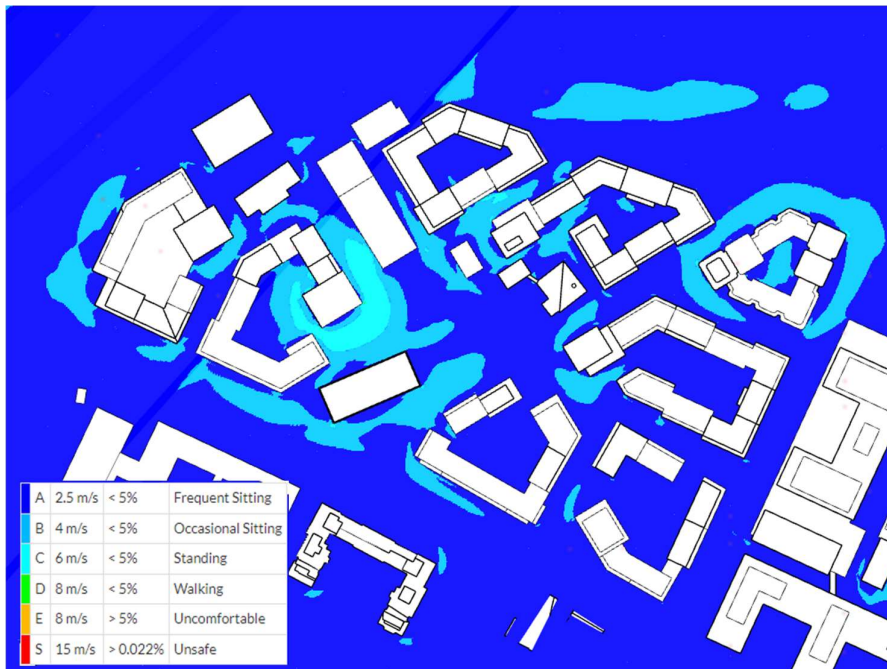
Figur 9 Vindkomfort för perioden jan-mars.



Figur 10 Vindkomfort för perioden april-juni.



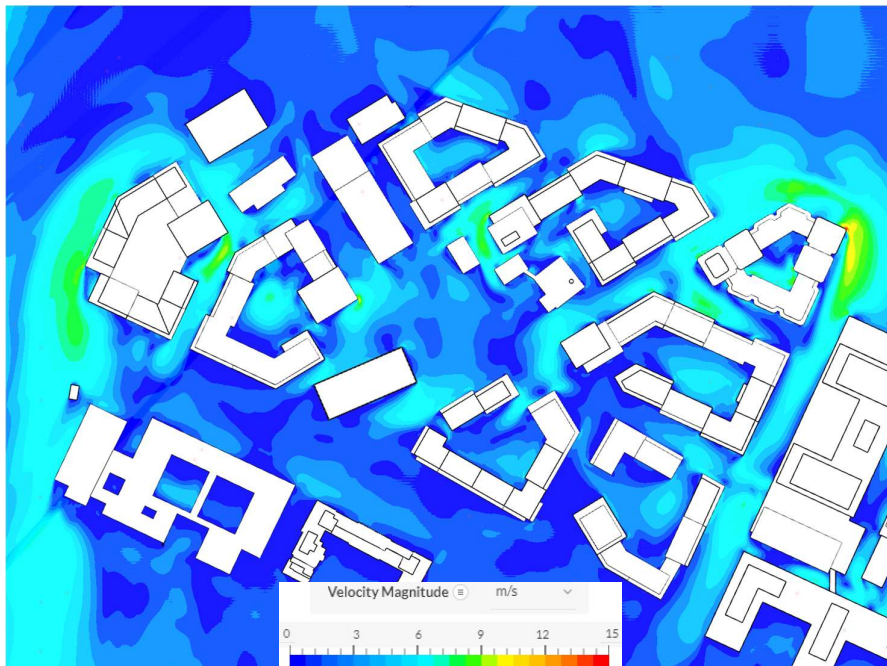
Figur 11 Vindkomfort för perioden juli-sep.



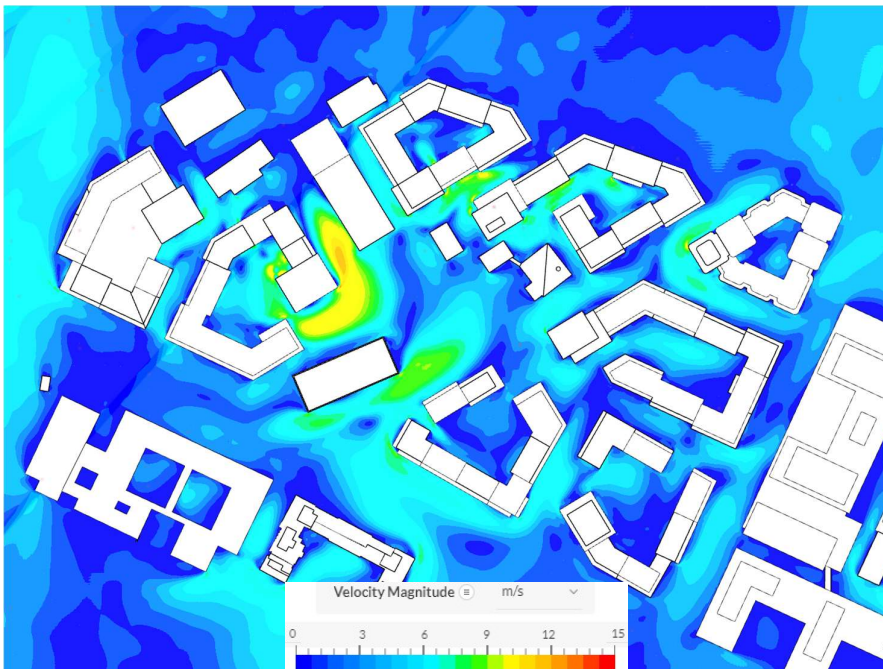
Figur 12 Vindkomfort för perioden okt-dec.

5.2 Vindhastighet

Generellt är det låga vindhastigheter i det analyserade området. Det är ingen vindriktning som ger upphov till kraftiga vindar. Nedan följer två exempel på vindhastigheter vid vindar från norr och söder, se Figur 13 och Figur 14.



Figur 13 Vindhastighet vid vindar från norr



Figur 14 Vindhastighet vid vindar från söder.

Det man kan se är att vindar från söder ger upphov till något högre vindhastigheter mellan två byggnader, detta sker till höger om den högsta byggnaden i området. Vinden som träffar den höga byggnaden trycks nedåt och pressas ihop mellan den höga byggnaden och byggnaden till nordöst, vilket ger upphov till den ökande vindhastigheten, enligt Venturi-effekten.

6. Slutsats och rekommendationer

Generellt visar simuleringarna på att inga områden med obehagliga eller farliga vindförhållanden uppstår med den utformning som är föreslagen. I princip alla platser inom området lämpar sig för sittande aktiviteter.

Det är ett område med lite sämre vindkomfort, och det är omkring den högsta byggnaden i området. Ska det placeras uteserveringar/caféer eller liknande runt den byggnaden kan det vara lämpligt med trädplantering, buskar eller vindskärmar av något slag för att göra platsen mer lämplig för långvarigt sittande.

Samma område som ovan är det område där det uppkommer något högre vindhastigheter, framför allt vid vindar från söder. Skulle man plantera någon form av växtlighet eller sätta upp skärmtak skulle troligen vindkomforten att förbättras i och med att vindhastigheten skulle minska.

Referenser

- Blocken, B., & Carmeliet, J. (2003). Pedestrian Wind Environment around Buildings: Literature Review and Practical Examples. *28*(2).
- Lawson, T., & Penwarden, A. (1975). The Effects of Wind on People in the Vicinity of Buildings. *Proceedings 4th International Conference on Wind Effects on Buildings and Structures*, 605-622.
- Simscale. (den 14 07 2022). *Wind comfort criteria*. Hämtat från <https://www.simscale.com/blog/wind-comfort-criteria/>
- Simscale. (den 23 01 2023). *Atmospheric Boundary Layer for Pedestrian Wind Comfort Simulations*. Hämtat från Atmospheric Boundary Layer for Pedestrian Wind Comfort Simulations: <https://www.simscale.com/docs/analysis-types/pedestrian-wind-comfort-analysis/wind-conditions/atmospheric-boundary-layer/>
- Simscale. (den 30 01 2023). *Simscale* . Hämtat från <https://www.simscale.com/product/cfd/>
- SMHI. (den 30 01 2023). *Ladda ned meteorologiska observationer*. Hämtat från SMHI: <https://www.smhi.se/data/meteorologi/ladda-ner-meteorologiska-observationer/#param=wind,stations=core,stationid=97200>