

Diarienummer: 2017-16020	Vindstudie Rapport Riksby Linta Gårdväg Aktuell detaljplan: Detaljplan för Linta Gårdsväg, Riksby 1:13 m.fl., Centrala Bromma, Riksby etapp 1
Daterad: 03/12/2020	
Reviderad: 27/05/2021	

Konsult kontakt

Ingrid Cloud

Organisationsnummer: 556993-4689
Malmskillnadsgatan 32 5,
111 51 Stockholm



CFD Engineer
Jeannette Spühler
jeannette.spuhler@ingridcloud.com
+460762777202

CEO
Sebastian Desand
sebastian@ingridcloud.com
+46733705834

<https://www.ingridcloud.com/>

Byggaktörer

Beställande byggaktör: Gemensam utredning beställd av byggaktörer: Sveafastigheter, Fastpartner, Maxera, Skanska, Stockholmskem, Sagax

Kontaktperson: Patrik Schön Sveafastigheter
Kontaktuppgifter: Patrik.schon@sveafastigheter.se

Vilka kvarter utredningen avser: se avsnitt *Platsbeskrivning* (s.4) i rapporten

RAPPORT

INGRID CLOUD

Vindstudie Riksby Linta Gårdsväg

Författare:
Ingrid Cloud

Uppdragsgivare:
SISAB

Datum och Version: 27/05/2021, Version 2.1



Innehåll

1	Sammanfattning	2
2	Introduktion	2
3	Disclaimer	2
4	Platsbeskrivning	3
5	Metodik	4
5.1	Meteorologisk Data	4
5.2	Vindprofil	4
5.3	Vindkomfort	4
5.4	Numeriska beräkningar	4
6	Resultat	8
6.1	Vindkomfort	8
6.2	Davenport-baserad vindkomfort för fotgängare	9
6.2.1	Vila	9
6.2.2	Tillfälligt sittande	13
6.2.3	Promenad	17
6.2.4	Jogging eller cykling	19
6.3	Vindeffekter	21
6.3.1	Syd (S)	22
6.3.2	Sydväst (SV)	24
6.3.3	Väst (V)	26
6.3.4	Skol- och förskolegård	28
7	Slutsats	29
A	Vindeffekter	30
B	Möjliga åtgärder	31

1 Sammanfattning

Denna rapport sammanställer en vindkomfortanalys för *Riksby Linta Gårdsväg*. Utredningen är framtagen inom ramen för detaljplan för Linta Gårdsväg, Riksby 1:13 m.fl., Centrala Bromma, Riksby etapp 1, dnr 2017-16020. Detaljplanen ska pröva omfattning, placering och utformning av cirka 1200 bostäder, cirka 165 000 kvm BTA verksamhetsyta, grundskola, förskolor, idrottplats, torg och parker. Komplettering av utredningen för kvarteren 12, 23 och 24 kommer att tas fram inför granskningsskedet av detaljplanen.

Rapporten innehåller en beskrivning av data, metoden och resultaten. Fotgängarkomforten är evaluerad med ett Davenport-baserat komfortkriterium och vindeffekterna är visualiserade för att illustrera den lokala vinddynamiken. Inga farliga platser kan upptäckas och komforten för relevanta aktiviteter såsom att *sitta* eller *promenera* för de olika områdena är bra.

2 Introduktion

Inom byggteknik har traditionellt vindtunnelexperiment använts för att mäta vindhastigheten. Datorsimulering har emellertid vuxit fram som ett viktigt verktyg för att förbättra vår förståelse för vindflödets dynamik och erbjuder potentialen att komplettera och stödja beslut vid stadsplanering. Strömningsmekaniska beräkningar kan tillhandahålla detaljerad information om flödet som är svårt att mäta genom experiment, och ger möjlighet till storskaliga studier och känslighetsanalys.

Kvantifieringen av den komplexa vinddynamiken kring byggnader kan svara på frågor kopplade till livskvalitet, säkerhet och utveckling av omgivningen.

Faktorer som form, storlek, orientering och närhet till en byggnad kan ändra vindflödet på ett gynnsamt eller ogynnsamt sätt för en fotgängare. Ökad vindhastighet kan skapa en farlig miljö för äldre eller småbarn, men minskad vindhastighet kan också leda till otillräckligt utbyte av luft. Komfortkriterier för en fotgängare hjälper till att analysera vindklimatet samt göra det förståeligt.

Målet med denna undersökning var att säkerställa invånarnas säkerhet och komfort och att identifiera viktiga vindeffekter genom datorsimuleringar. All analys utförs vid fotgängarens höjd, dvs vid 1.5m, för olika aktiviteter.

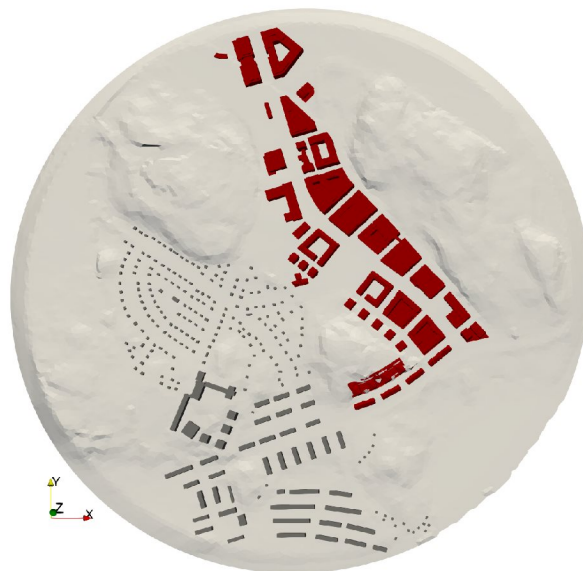
Rapporten presenterar en platsbeskrivning, detaljer av den tillämpade metoden och presenterar de erhållna resultaten.

3 Disclaimer

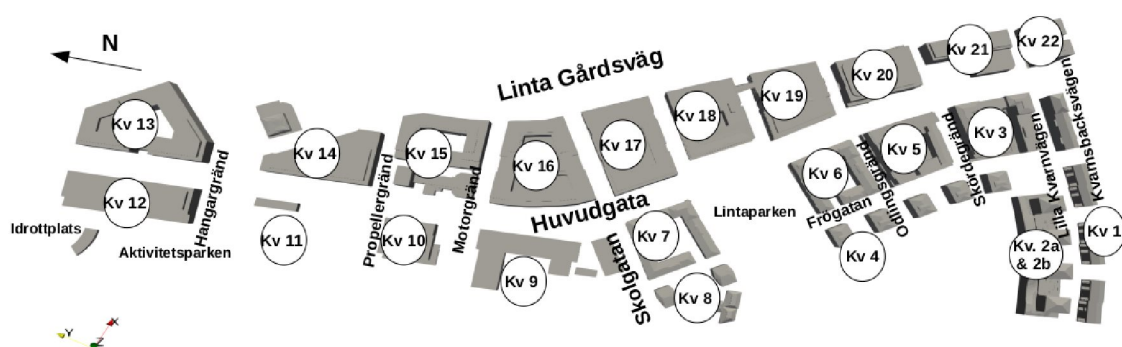
Trots hög upplösning och noggrannhet innehåller numeriska simuleringar alltid fel i form av modellering, diskretisering och beräkning.

4 Platsbeskrivning

Figur 1 visar hela modellen som används för den numeriska beräkningen, där intresseområdet är rödmarkerat. Den täcker ett område med en radie av $\sim 600\text{m}$. Intresseområdet med kvarter- och gatunamn är inzoomad i figur 2.



Figur 1: CAD-modell för den numeriska simuleringen.



Figur 2: Intresseområdet.

5 Metodik

5.1 Meteorologisk Data

Källan för meteorologisk data som vindriktning, vindstyrka och statistisk fördelning är avgörande. Betraktad tid är ett år och vind från åtta olika, lika fördelade riktningar simulerades. I denna studie används meteorologiska data för de senaste tre åren från vädertjänsten *meteoblue* [1]. Med mätningar från väderstationer och simuleringar baserad på NMM teknologi (NMM - Nonhydrostatic Meso-Scale Modelling) beräknar *meteoblue* väderprognoser med hög precision för alla platser på jorden [2, 3]. För simuleringarna används vinddata baserad på GPS-koordinaterna 59.35° (latitud) och 17.95° (longitud).

Hur vindhastigheten och dess riktning fördelas, visualiseras i vindrosor i figur 3. Vindriktningen definieras bort från ursprunget, t.ex. om vi liknar vindrosen vid en klocka, blåser en vind från syd mot midnatt. De centrerade ringarna representerar procentsatsen i tid.

Vindanalysen genomförs för varje årskvartal (K1: jan-mar, K2: apr-jun, K3: jul-sep, K4: okt-dec). Detaljerad vindstatistik är sammanställd i figur 4(a)-4(d). Vindriktningen ändras något under årstiderna, men huvudsakligen blåser det från syd, sydväst och väst med en styrka av 4.5 m/s som syns i figur 4(e).

5.2 Vindprofil

Vindstatistiken vid den meteorologiska platsen måste omvandlas till byggnadens faktiska plats, där vindkomforten mäts. Omvandlingen tar hänsyn till det terrängrelaterade bidraget och justerar vindprofilen i enlighet med detta. Linta Gårdväg ligger i Stockholmsområdet. Därför återspeglar inflödet för alla riktningar en vindprofil för en stad. ASCE 7-10 Standard appliceras med strävhet (roughness) $z_0 = 0.15$ m, referenshöjd $z_{ref} = 10$ m (mätstationens höjd) och $u(z_{ref})$ sätts till medelhastighet uppmätt i figurerna 3 och 4. För mer information hänvisas läsaren till [10].

5.3 Vindkomfort

Kvantifieringen av den komplexa vinddynamiken kring en hög byggnad kan svara på frågor om livskvalitet [12], säkerhet [7] och utveckling av omgivningen.

Faktorer som form, storlek, orientering och närhet av en byggnad kan ändra vindflödet på ett gynnsamt eller ogynnsamt sätt för en fotgängare. Ökad vindhastighet kan skapa en farlig miljö, men minskad vindhastighet kan också leda till otillräckligt utbyte av luft. Även om luftfuktighet, strålning och temperatur påverkar hur vi upplever vinden på fotgängarnivå, avser vindkomforten i allmänhet endast vindens mekaniska effekter.

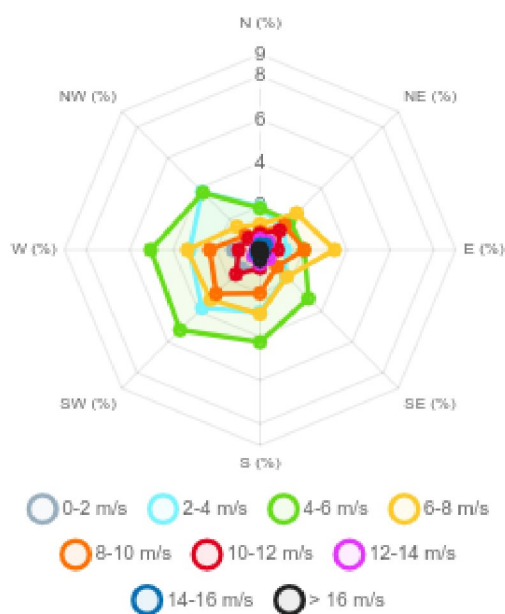
För att illustrera hur fotgängare upplever vind och för att underlätta förståelsen av resultaten av de numeriska simuleringarna som sammanställs i denna rapport, är vindhastigheten korrelerat med vindeffekter i figur 5. Vinden upplevs störande när medelhastigheten börjar överskrida 5 m/s [8].

Olika riktlinjer för att kvantifiera vindförhållanden för fotgängare har fastställts. De mäter procentuellt överskridandet av vindhastigheten under en viss tidsperiod, men de skiljer sig genom tröskelvärden, hänsyn till eller ignorering av lokal vindhastighet (gustiness) och kategorier av aktiviteter. I kritiska fall rekommenderas att köra flera kriterier och konsultera experter i ämnet [9].

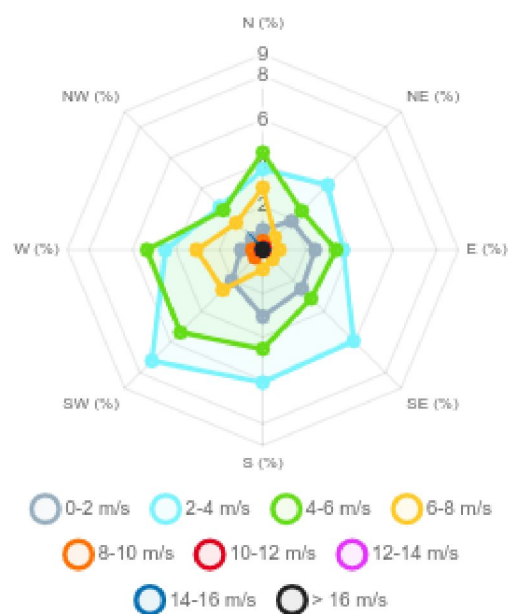
För det Davenport-baserade kriteriet [6] hålls tröskeln för vindhastigheten till 5 m/s och sannolikhetsövergången används för att klassificera om en specifik aktivitet är *önskvärd*, *godtagbar* eller *obekväm*. Om gränsvärdet överstigs under en längre tid, så är sannolikheten större att det finns tillfällen med starka vindar. Detta kan innebära en säkerhetsrisk för fotgängare, särskilt för utsatta personer i samhället t.ex. äldre eller småbarn. Därför markeras denna kategori som *farlig*. De olika aktiviteterna är *Vila*, *Tillfälligt sittande*, *Promenad* och *Löpning eller Cykling*. Se figur 6 för en översikt.

5.4 Numeriska beräkningar

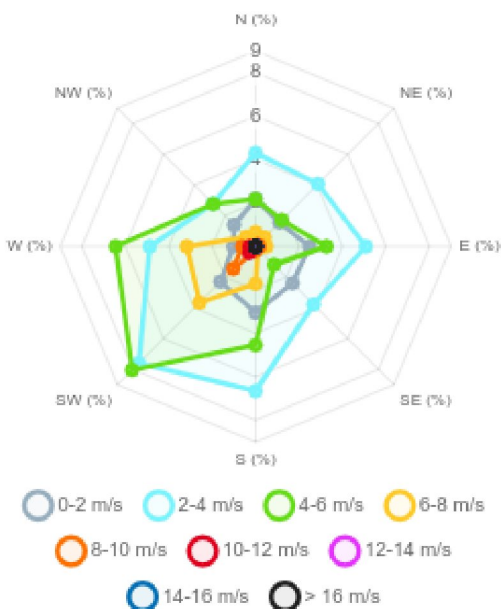
Den matematiska modellen som används är de inkompressibla Navier-Stokes ekvationerna. Beräkningarna genomförs med företagets egen programvara för numerisk beräkning av vindflödet. Metoden applicerar en stabiliserad Finite Element Method (FEM) tillsammans med adaptiv nätförfining baserad på så kallade "adjoint" tekniker och a posteriori feluppskattning [4]. Ramverket har visat en nära optimal skalning till tusentals kärnor [5] och har använts för att effektivt lösa stora industriella problem [11].



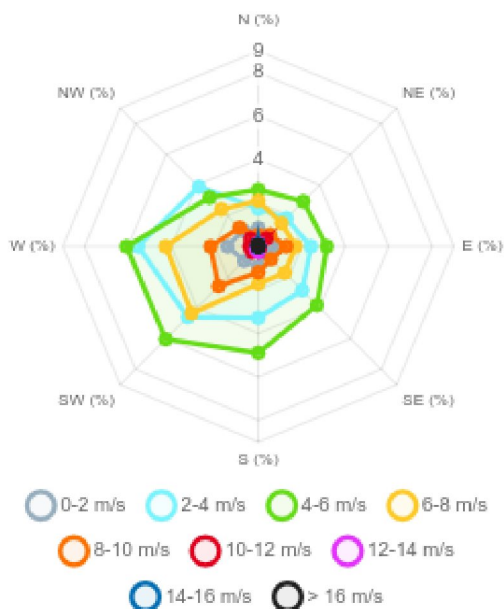
(a) Vindros för K1.



(b) Vindros för K2.



(c) Vindros för K3.



(d) Vindros för K4.

Figur 3: Vindrosor för kvartalen K1, K2, K3 och K4.

	0.5	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	8.5	9.5	10.5	11.5	12.5	13.5	14.5	15.5	16.5	17.5	18.5	19.5	20.5	
N	0.05	0.57	0.953	1.03	0.969	0.953	0.661	0.523	0.54	0.292	0.492	0.25	0.14	0.35	0.14	0.123	0	0	0	0	0	8.03
NE	0.23	0.31	0.815	0.707	1.03	0.876	1.338	1.046	0.8	0.8	0.769	0.51	0.34	0.2	0.28	0.077	0.08	0	0	0	0	10.19
E	0.14	0.23	0.384	0.784	0.646	1.384	1.953	1.476	1.11	0.923	0.677	0.14	0.05	0.11	0.03	0.046	0.02	0	0	0	0	10.09
SE	0.09	0.26	0.461	1.245	1.584	1.568	0.923	0.815	0.77	0.323	0.2	0.2	0.28	0.31	0.08	0.108	0.02	0.09	0.08	0	0	9.39
S	0.17	0.68	1.338	1.522	2.306	1.937	1.691	1.261	1.12	0.876	0.554	0.28	0.31	0.32	0.25	0.108	0.09	0.17	0.08	0.02	0.14	15.21
SW	0.12	1.09	1.784	1.999	2.66	2.552	1.876	1.353	1.77	1.092	0.984	0.58	0.28	0.15	0.15	0.092	0.11	0.02	0	0	0	18.67
W	0.15	1.11	1.338	1.907	2.783	2.245	1.737	1.614	1.2	1.122	0.738	0.25	0.18	0.03	0.08	0.031	0.03	0.03	0.08	0	0	16.65
NW	0.17	0.57	1.061	2.721	2.245	1.476	0.8	0.707	0.66	0.292	0.446	0.31	0.11	0.05	0.02	0.046	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03	11.78
Total	1.12	4.81	8.13	11.92	14.22	12.99	10.98	8.79	7.96	5.72	4.86	2.51	1.68	1.52	1.01	0.63	0.35	0.32	0.26	0.03	0.17	100.00

(a) Detaljerad vindstatistik för K1.

	0.5	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	8.5	9.5	10.5	11.5	12.5	13.5	14.5	15.5	16.5	17.5	18.5	19.5	20.5	
N	0.24	0.69	1.679	2.03	2.396	2.091	1.847	1.023	0.31	0.107	0.046	0.03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12.48
NE	0.41	1.47	1.725	2.503	1.557	0.977	0.29	0.504	0.12	0.046	0.046	0.06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.71
E	0.5	1.89	1.511	2.198	2.289	1.084	0.58	0.183	0.03	0.061	0.046	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10.39
SE	0.43	2.11	2.686	3.236	1.938	1.221	0.443	0.183	0.06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12.30
S	0.52	2.55	3.419	2.686	2.793	1.77	0.763	0.137	0.02	0.015	0.015	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14.68
SW	0.26	1.76	3.053	4.167	3.159	2.213	1.557	1.053	0.47	0.031	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17.72
W	0.24	0.76	1.847	2.64	2.732	2.61	2.03	1.023	0.35	0.137	0.076	0.02	0	0	0	0.015	0	0	0	0	0	14.48
NW	0.14	0.58	1.19	1.618	1.358	1.221	1.19	0.565	0.21	0	0.015	0	0.02	0	0.03	0.031	0.02	0.03	0.02	0	0	8.23
Total	2.75	11.80	17.11	21.08	18.22	13.19	8.70	4.67	1.57	0.40	0.24	0.12	0.02	0.00	0.03	0.05	0.02	0.03	0.02	0.00	0.00	100.00

(b) Detaljerad vindstatistik för K2.

	0.5	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	8.5	9.5	10.5	11.5	12.5	13.5	14.5	15.5	16.5	17.5	18.5	19.5	20.5	
N	0.5	1.69	2.415	1.887	1.132	1.042	0.408	0.242	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.33
NE	0.45	1.1	2.053	2.008	1.193	0.513	0.393	0.196	0.11	0.015	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.03
E	0.77	1.71	2.098	2.974	2.521	0.74	0.362	0.136	0.08	0.091	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11.47
SE	0.44	1.96	2.189	1.585	0.785	0.408	0.136	0.015	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.52
S	0.79	2.26	3.336	3.321	2.521	2.023	1.313	0.408	0.09	0.106	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16.17
SW	0.38	1.92	3.91	3.699	4.514	3.533	2.521	1.132	0.98	0.468	0.287	0.14	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	23.49
W	0.35	0.68	2.431	2.446	3.684	2.763	2.053	1.117	0.27	0.347	0.257	0.03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16.43
NW	0.33	1.07	1.374	1.404	1.691	1.072	0.559	0.06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.56
Total	4.00	12.39	19.81	19.32	18.04	12.09	7.74	3.31	1.54	1.03	0.54	0.17	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00

(c) Detaljerad vindstatistik för K3.

	0.5	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	8.5	9.5	10.5	11.5	12.5	13.5	14.5	15.5	16.5	17.5	18.5	19.5	20.5	
N	0.09	0.75	0.574	1.162	1.253	1.359	1.389	0.71	0.32	0.211	0.106	0.05	0.11	0.05	0.02	0.091	0.03	0	0	0	0.03	8.29
NE	0.08	0.62	0.71	1.117	1.434	1.495	1.132	0.377	0.32	0.453	0.347	0.17	0.02	0.03	0.02	0	0	0	0	0	0	8.30
E	0.14	0.72	0.891	1.525	1.374	1.781	1.178	0.543	0.72	0.559	0.091	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.53
SE	0.08	0.36	1.178	1.676	2.325	1.495	1.132	0.589	0.45	0.377	0.045	0.05	0	0.03	0	0	0	0	0	0	0	9.78
S	0.09	0.85	1.193	2.098	3.185	1.721	1.057	0.664	0.6	0.589	0.242	0.02	0.11	0.15	0.03	0	0	0	0	0	0	12.59
SW	0.03	0.91	2.174	2.431	2.793	3.246	2.31	2.038	1.93	0.664	0.287	0.11	0.15	0.02	0.05	0	0	0	0	0	0	19.13
W	0.17	1.25	2.551	2.989	2.914	3.155	2.204	2.068	1.66	0.543	0.302	0.11	0.03	0.02	0.02	0	0	0	0	0	0	19.97
NW	0.14	0.89	1.6	2.28	1.872	1.313	1.464	0.951	0.66	0.559	0.362	0.15	0.06	0	0.02	0	0	0.02	0.02	0.03	0.03	12.41
Total	0.80	6.36	10.87	15.28	17.15	15.56	11.87	7.94	6.67	3.96	1.78	0.63	0.47	0.29	0.14	0.09	0.03	0.02	0.02	0.03	0.06	100.00

(d) Detaljerad vindstatistik för K4.

	0.5	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	8.5	9.5	10.5	11.5	12.5	13.5	14.5	15.5	16.5	17.5	18.5	19.5	20.5	
N	0.22	0.93	1.407	1.528	1.437	1.361	1.076	0.623	0.29	0.152	0.16	0.08	0.06	0.1	0.04	0.053	0.01	0	0	0	0.01	9.53
NE	0.29	0.87	1.327	1.585	1.304	0.966	0.787	0.528	0.33	0.327	0.289	0.18	0.09	0.06	0.07	0.019	0.02	0	0	0	0	9.05
E	0.39	1.14	1.224	1.874	1.711	1.247	1.015	0.582	0.48	0.407	0.201	0.04	0.01	0.03	0.01	0.011	0	0	0	0	0	10.37
SE	0.26	1.17	1.631	1.935	1.658	1.171	0.658	0.399	0.32	0.175	0.061	0.06	0.07	0.08	0.02	0.027	0	0.02	0.02	0	0	9.74
S	0.39	1.59	2.323	2.41	2.703	1.863	1.205	0.616	0.46	0.395	0.201	0.07	0.1	0.12	0.07	0.027	0.02	0.04	0.02	0	0.03	14.66
SW	0.2	1.42	2.733	3.076	3.285	2.889	2.068	1.395	1.29	0.563	0.388	0.21	0.11	0.04	0.05	0.023	0.03	0	0	0	0	19.76
W	0.23	0.95	2.045	2.498	3.03	2.695	2.007	1.456	0.87	0.536	0.342	0.1	0.05	0.01	0.02	0.011	0.01	0.01	0.02	0	0	16.89
NW	0.19	0.78	1.308	2.003	1.791	1.27	1.004	0.57	0.38	0.213	0.205	0.11	0.05	0.01	0.02	0.019	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	9.99
Total	2.17	8.85	14.00	16.91	16.92	13.46	9.82	6.17	4.43	2.77	1.85	0.85	0.54	0.45	0.29	0.19	0.10	0.09	0.07	0.02	0.06	100.00

(e) Detaljerad vindstatistik för hela året.

Figur 4: Detaljerad statistisk vinddata.

Beaufort number	Description	Hourly average windspeed (m/s)	Effect
0	Calm	0—0.25	
1	Light air	0.25—1.55	No noticeable wind
2	Light breeze	1.55—3.35	Wind felt on face
3	Gentle breeze	3.35—5.45	Hair disturbed, clothing flaps, newspaper difficult to read
4	Moderate breeze	5.45—7.95	Raises dust and loose paper, hair disarranged
5	Fresh breeze	7.95—10.75	Force of wind felt on body, danger of stumbling
6	Strong breeze	10.75—13.85	Umbrellas used with difficulty, hair blown straight, difficult to walk steadily, wind noise on ears unpleasant
7	Near gale	13.85—17.15	Inconvenience felt when walking
8	Gale	17.15—20.75	Generally impedes progress, difficulty balancing in gusts
9	Strong gale	20.75—24.45	People blown over

Figur 5: Vindeffekterna på människor, sammanställd av [7].

Vila

■	0.0 - 0.1 %	5 m/s	Önskvärt
■	0.1 - 3.0 %	5 m/s	Godtagbart
■	3.0 - 53 %	5 m/s	Obekvämt
■	> 53 %	5 m/s	Farligt

(a) Kategori A: Sittande

Tillfälligt sittande

■	0.0 - 6.0 %	5 m/s	Önskvärt
■	6.0 - 15 %	5 m/s	Godtagbart
■	15 - 53 %	5 m/s	Obekvämt
■	> 53 %	5 m/s	Farligt

(b) Kategori B: Tillfälligt Sittande

Promenad

■	0.0 - 23 %	5 m/s	Önskvärt
■	23 - 34 %	5 m/s	Godtagbart
■	34 - 53 %	5 m/s	Obekvämt
■	> 53 %	5 m/s	Farligt

(c) Kategori C: Stående

Löpning eller cykling

■	0.0 - 43 %	5 m/s	Önskvärt
■	43 - 50 %	5 m/s	Godtagbart
■	50 - 53 %	5 m/s	Obekvämt
■	> 53 %	5 m/s	Farligt

(d) Kategori D: Jogga eller Cykla

Figur 6: Davenport-baserad vindkomfort för fotgängare. Tröskeln för vindhastigheten är satt till 5 m/s.

6 Resultat

I detta stycke diskuterar vi resultaten av de numeriska simuleringarna som är analyserade med evalueringen av fotgängarkomforten i avsnitt 6.1-6.2 och visualiseringen av vinddynamiken i avsnitt 6.3.

6.1 Vindkomfort

Visualiseringen av hastighetsfältet underlättar förståelsen av vinden, men den tar inte hänsyn till vindstatistiken i sin helhet. Vindkomfortkriterier inkluderar frekvensen av de valda vindriktningarna och deras vindstyrka, och kategoriserar intresseområdet i olika zoner för deras komfort beträffande en aktivitet. Komfortkriterierna är beräknade för varje kvartal av året. En detaljerad analys visas i det följande avsnitt 6.2 och kan sammanfattas som följande, där gatunamn och kvarter finns sammanställt i figur 2.

- **Allmänt:** Det finns inga farliga områden.
- **Huvudgatan:** Denna gata är godtagbar för att *promenera*, *jogga* och *cykla*. Komforten för aktiviteter där man inte rör sig för en längre tid (*vila*, *tillfälligt sittande*) kan variera med säsong och plats. Områden som visar sämre komfort är den norra och södra gatuvingen samt delen mellan Kv.9 och Kv.16.
- **Linta Gårdsväg:** Analysen uppvisar en bra komfort för aktiviteter som att *promenera*, *jogga* och *tillfälligt sittande*. I kvartal 3 (jul-sep) förbättras komforten så att vissa gatuavsnitt är även godtagbara för *längre sittande*.
- **Lintaparken samt torget framför Kv.18:** Parken uppvisar bra komfort för alla aktiviteter förutom för *längre sittande* i kvartal 1 (jan-mar).
- **Idrottsplats:** Evalueringen för idrottsplatsen ger bra komfort för alla aktiviteter där man rör sig. Aktiviteter som *tillfälligt* eller *längre sittande* kan vara godtagbara under de varmare månaderna. Området mellan idrottsplatsen och Kv.12 uppvisar en sämre komfort som antyder att vinden accelereras där.
- **Aktivitetsparken och Kv.11:** Detta område har bra komfort för alla aktiviteter förutom för *längre sittande* i höst- och vintermånaderna (okt-mar).
- **Skolgård (Kv.9):** Skolgården visar en bra komfort för alla aktiviteter.
- **Förskolegården (Kv.8):** Förskolegården visar en bra komfort för alla aktiviteter men vinden accelereras vid hörnet av huset som ligger vid korsningen Skolgatan-Förgatan så att *längre sittande* kan upplevas som obekvämt.
- **Kv.4:** Området kring Kv.4 visar en bra komfort för alla aktiviteter.
- **Kv.1, 2a och 2b:** Bägge områden har bra komfort. Vinden kan öka i hastighet mellan husen så att det kan kännas obekvämt för *längre sittande* under kvartal 1 och även under kvartal 2 för Kv.1.
- **Lilla Kvarnvägen:** Gatan visar en bra komfort förutom för *längre sittande* vid den västra gatuvingen.
- **Kvarnsbacksvägen:** Denna väg har godtagbar komfort för *längre sittande* under vår- och sommarmånaderna, där västsidan är mer utsatt för vind, och skapar en vindmiljö som känns obekvämt under höst- och vintermånaderna. Komforten förbättras för *tillfälligt sittande* men markeras fortfarande som obekvämt i kvartal 1. Komforten för att *promenera* eller för *löpning* är bra.
- **Kv.21:** Torget vid Kv.21 visar en bra komfort för alla aktiviteter.
- **Kv.22:** Komforten för att *promenera* är bra, men vinden accelereras mellan de två byggnaderna så att vinden kan upplevas som obehaglig.
- **Frögatan:** Gatan uppvisar en bra komfort. Mellan Kv.7 och Kv.8 försämras komforten för *längre sittande* i höst- och vintermånaderna.
- **Gatorna perpendikulära till Huvudgatan (xx-gränd):** De gatorna är godtagbara för att *promenera*, *jogga* och *cykla*. Det finns några områden på östra sidan av Huvudgatan där komforten för *sittande* försämras för att vinden accelereras mellan byggnaderna.
- **Innergårdar för Kv.13, 15, 16, 20, 3, 5, 6, 7:** gårdar har bra komfort. *Längre sittande* kan upplevas som obekvämt i Kv.15 under höst- och vintermånaderna.

6.2 Davenport-baserad vindkomfort för fotgängare

6.2.1 Vila



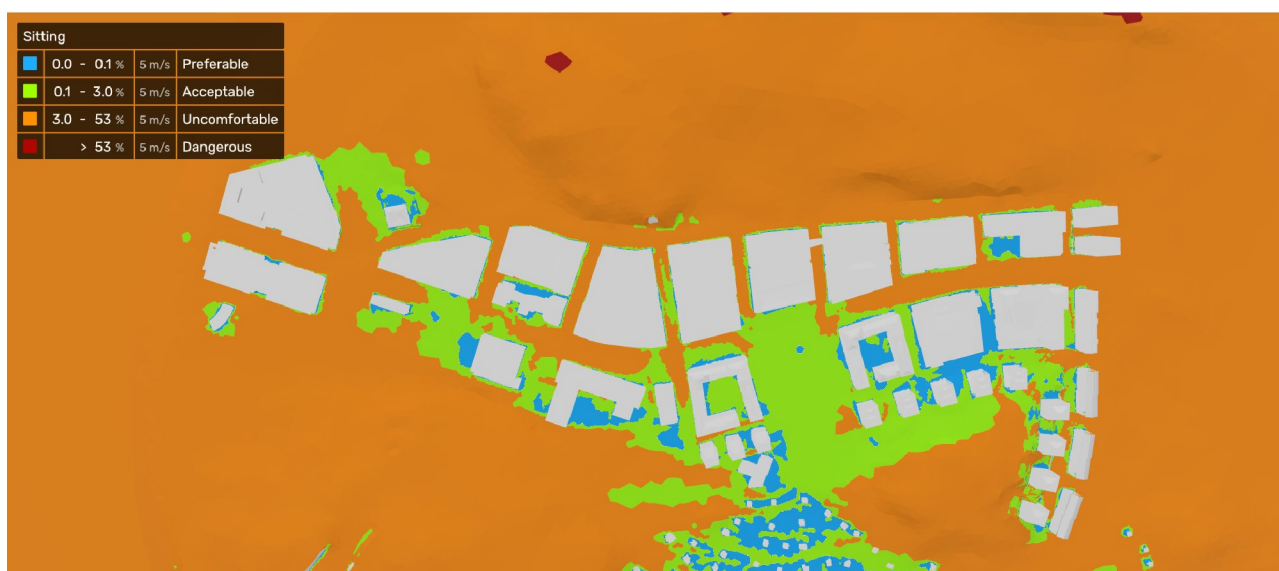
(a) Kvartal 1.



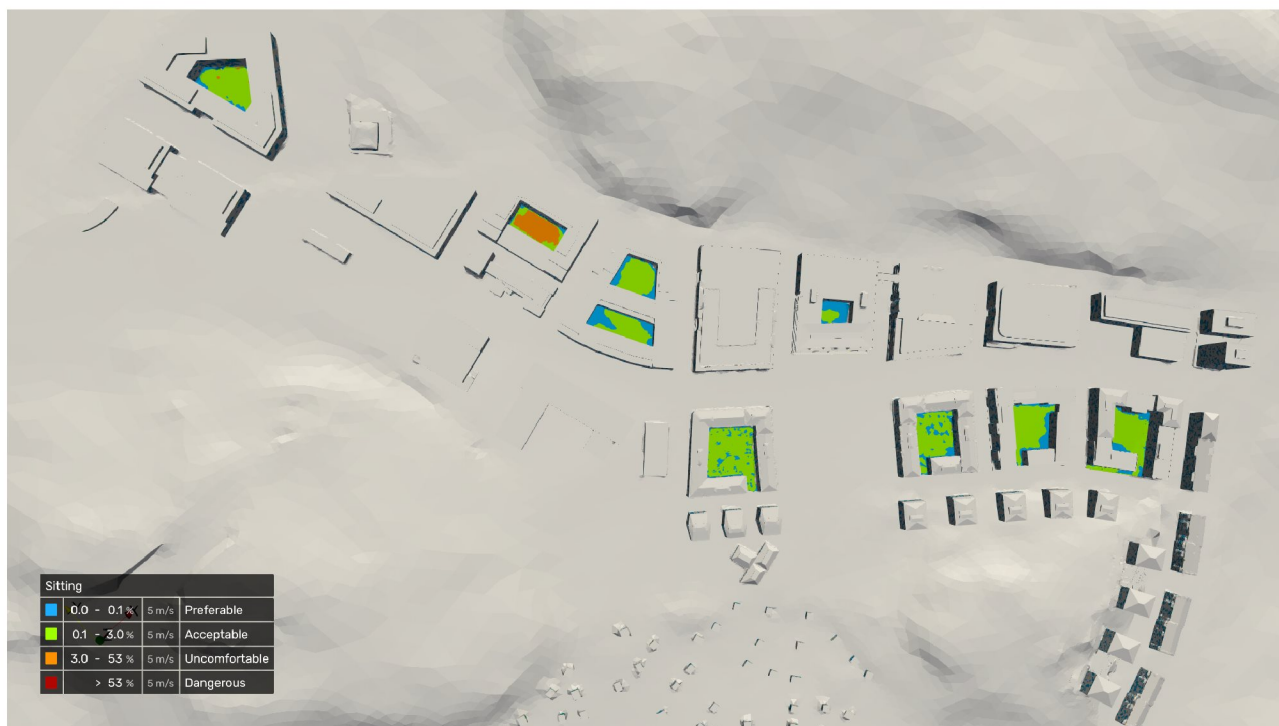
(b) Kvartal 2.



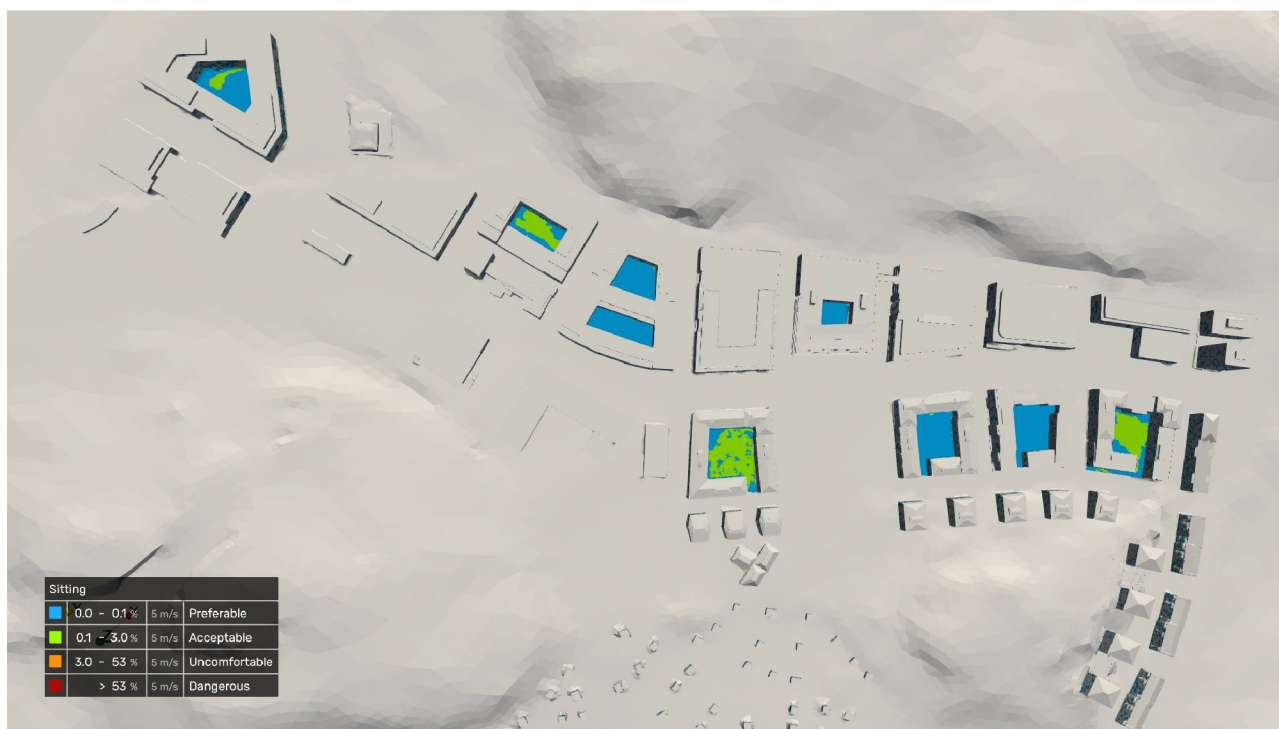
(c) Kvartal 3.



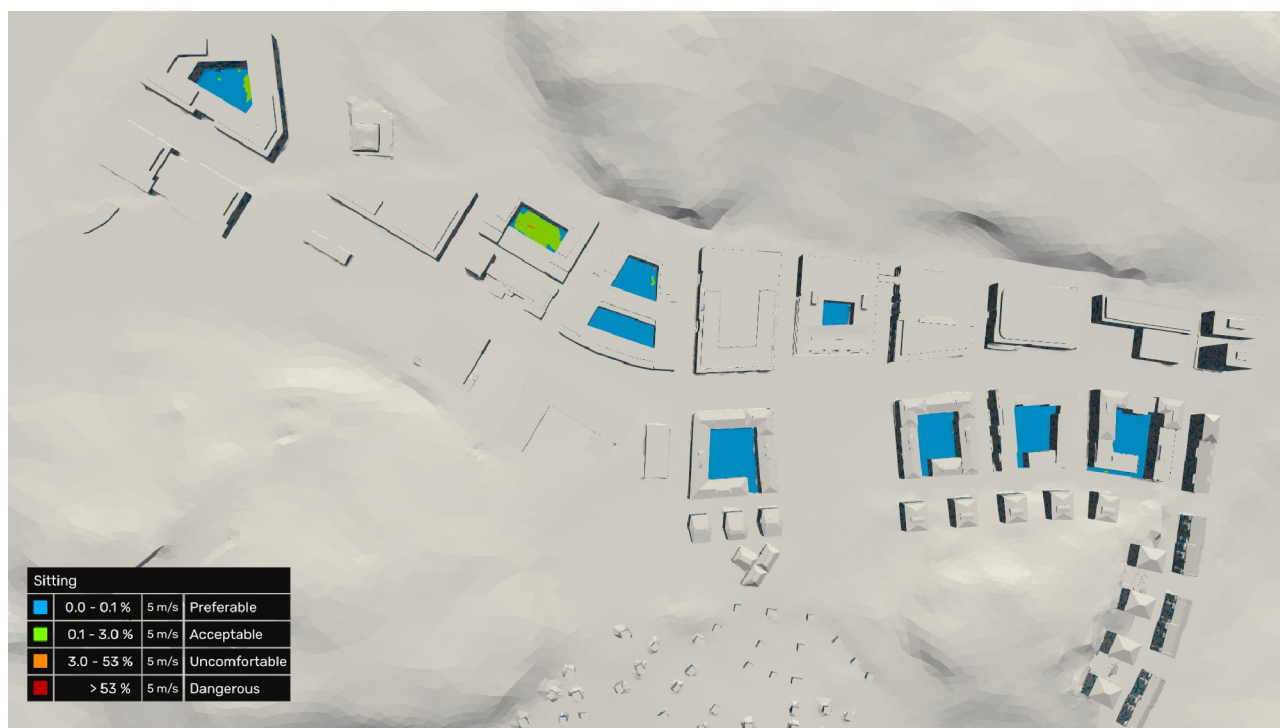
(d) Kvartal 4.



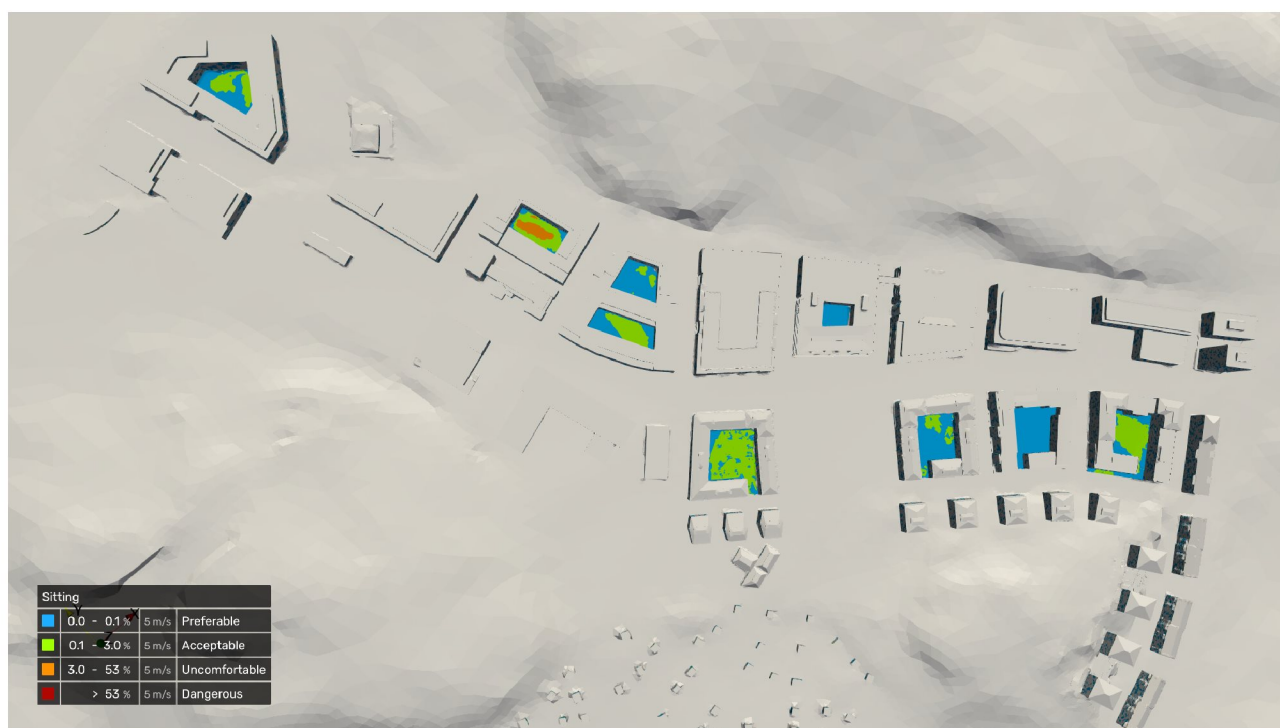
(e) Kvartal 1, innergårdar.



(f) Kvartal 2, innergårdar.



(g) Kvartal 3, innergårdar.



(h) Kvartal 4, innergårdar.

Figur 6: Davenport-baserad vindkomfort för fotgängare kvartalsvis, kategori *Vila*.

6.2.2 Tillfälligt sittande



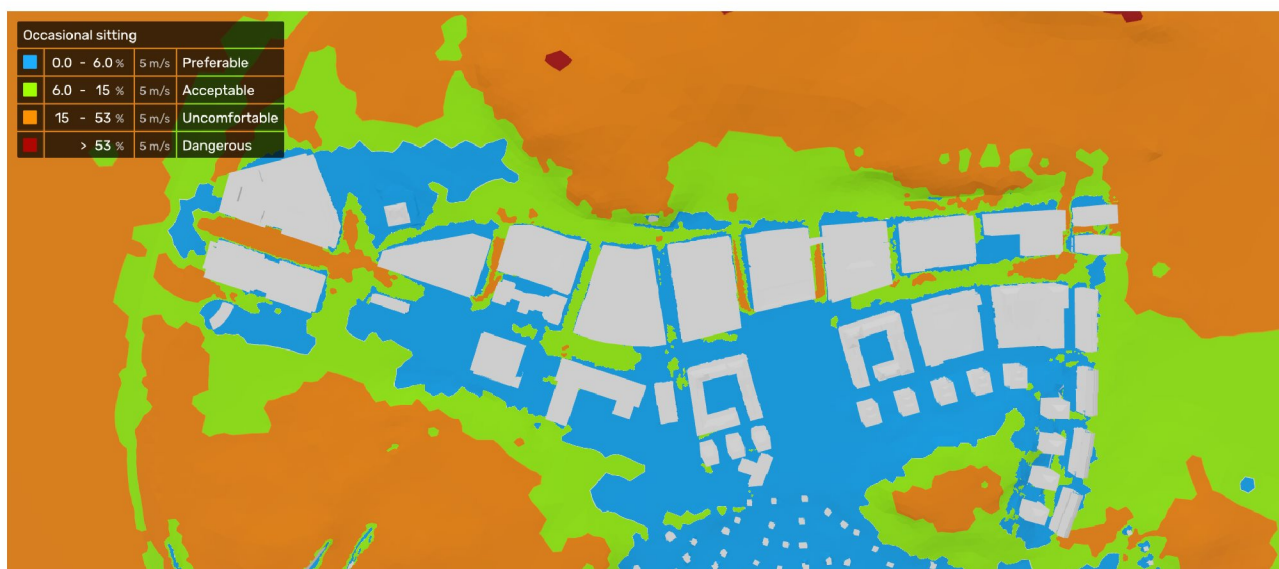
(a) Kvartal 1.



(b) Kvartal 2.



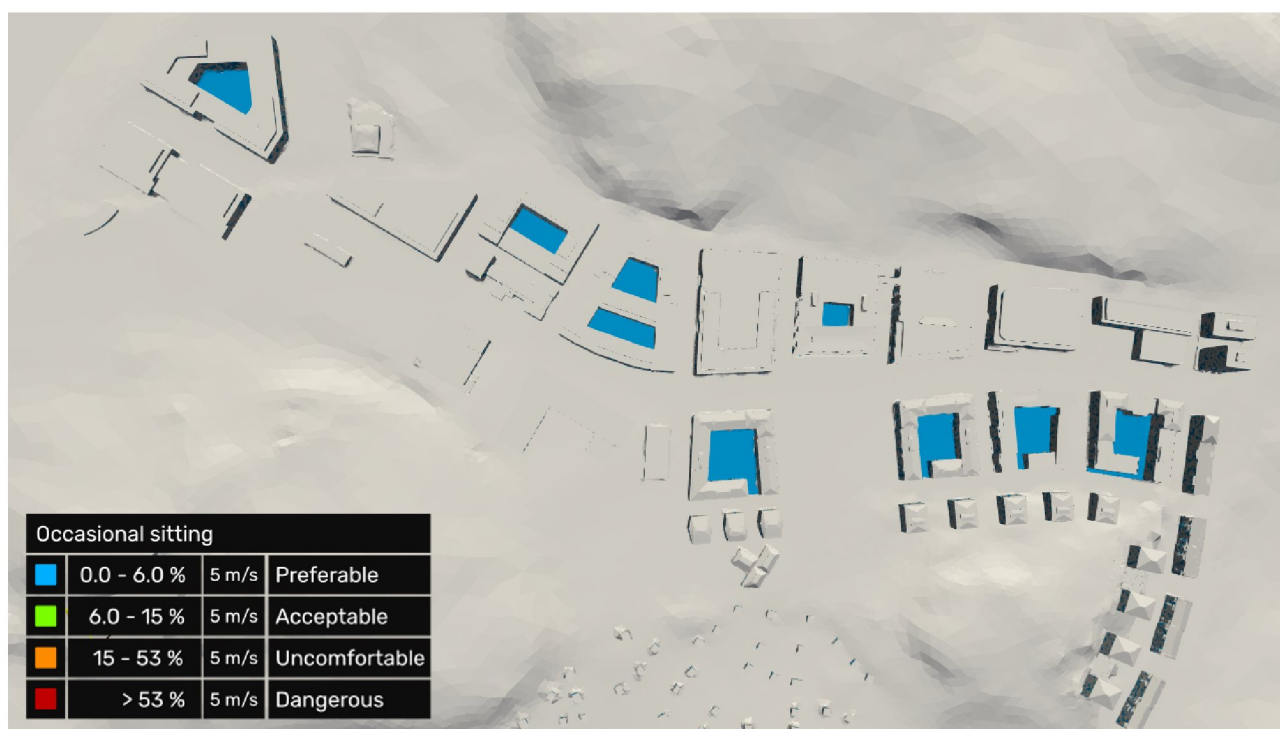
(c) Kvartal 3.



(d) Kvartal 4.



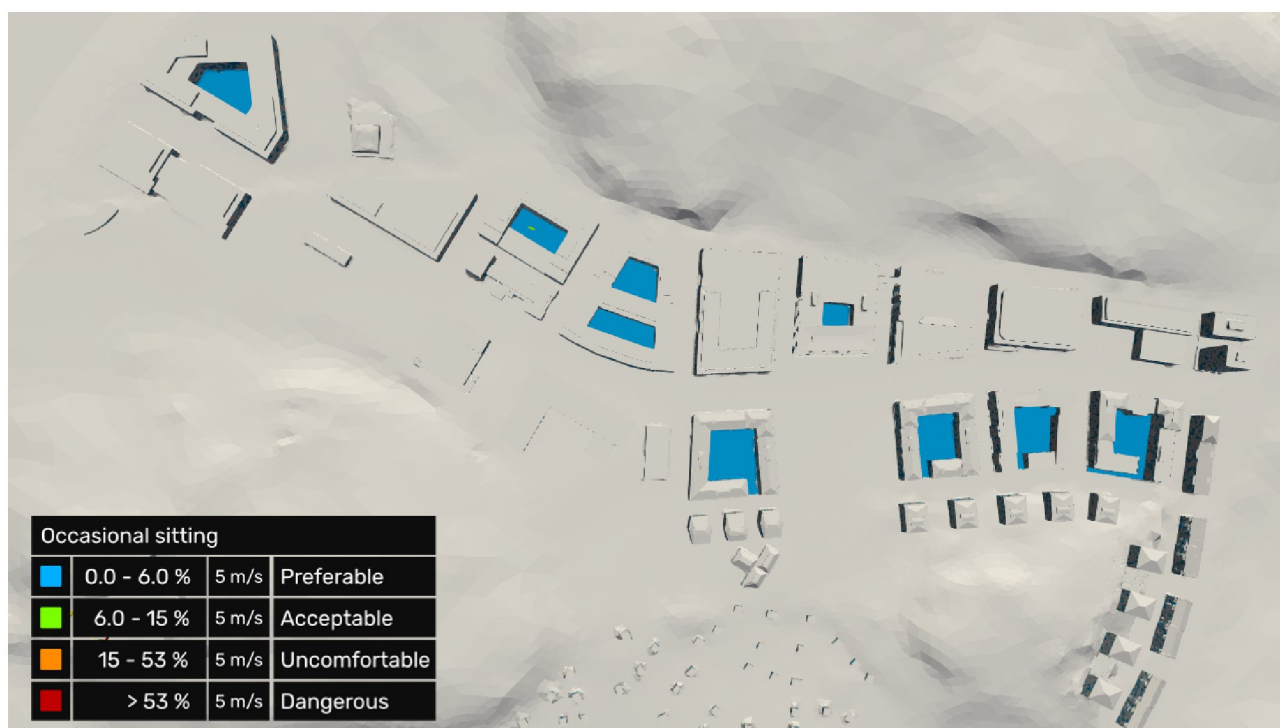
(e) Kvartal 1, innergårdar.



(f) Kvartal 2, innergårdar.



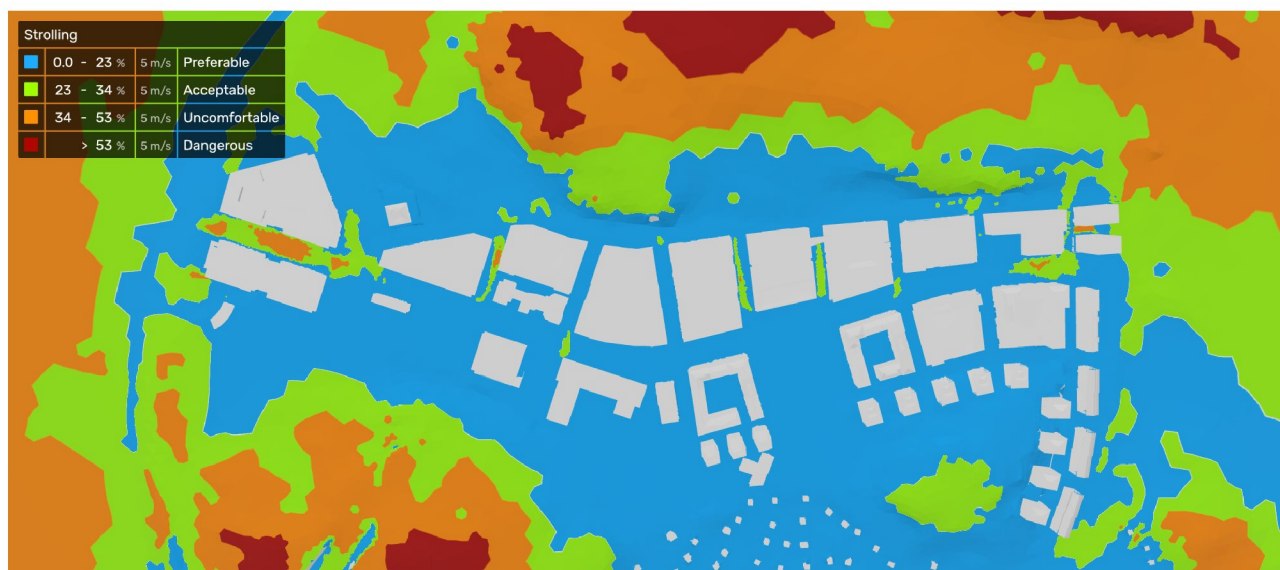
(g) Kvarter 3, innergårdar.



(h) Kvarter 4, innergårdar.

Figur 7: Davenport-baserad vindkomfort för fotgängare kvartalsvis, kategori *Tillfälligt sittande*.

6.2.3 Promenad



(a) Kvartal 1.



(b) Kvartal 2.



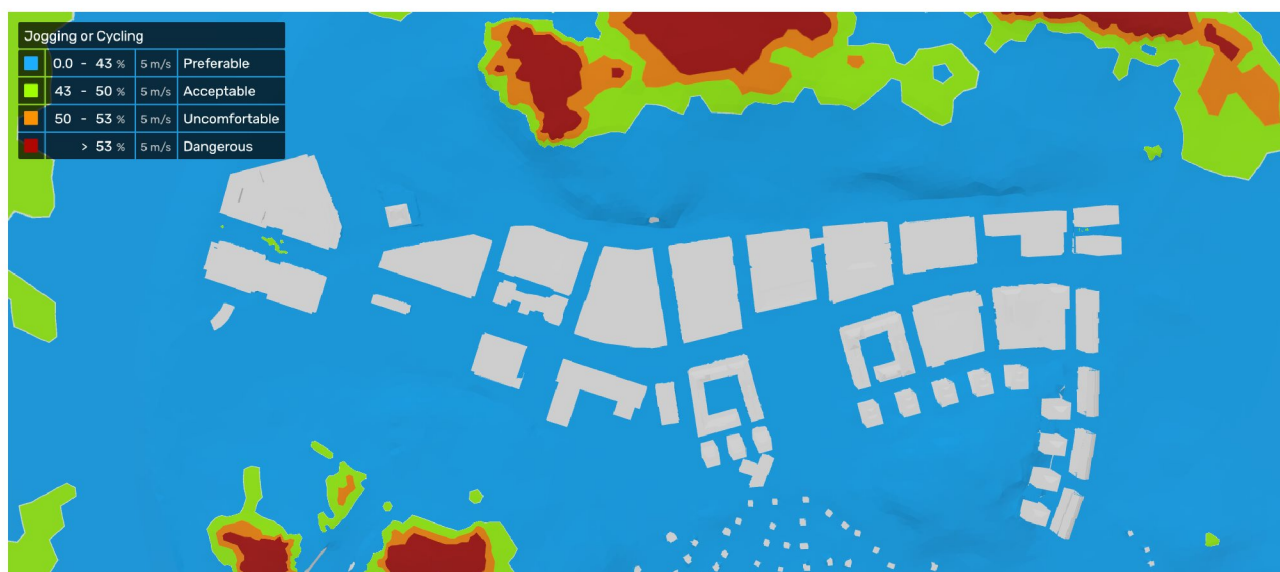
(c) Kvartal 3.



(d) Kvartal 4.

Figur 8: Davenport-baserad vindkomfort för fotgängare kvartalsvis, kategori *Promenad*.

6.2.4 Jogging eller cykling



(a) Kvartal 1.



(b) Kvartal 2.



(c) Kvartal 3.



(d) Kvartal 4.

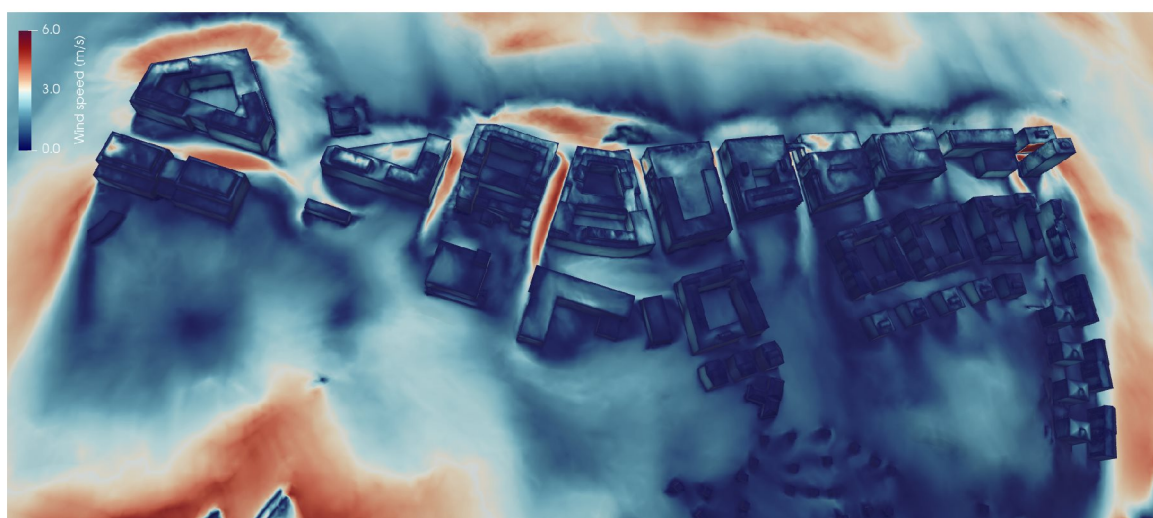
Figur 9: Davenport-baserad vindkomfort för fotgängare kvartalsvis, kategori *Jogging eller cykling*.

6.3 Vindeffekter

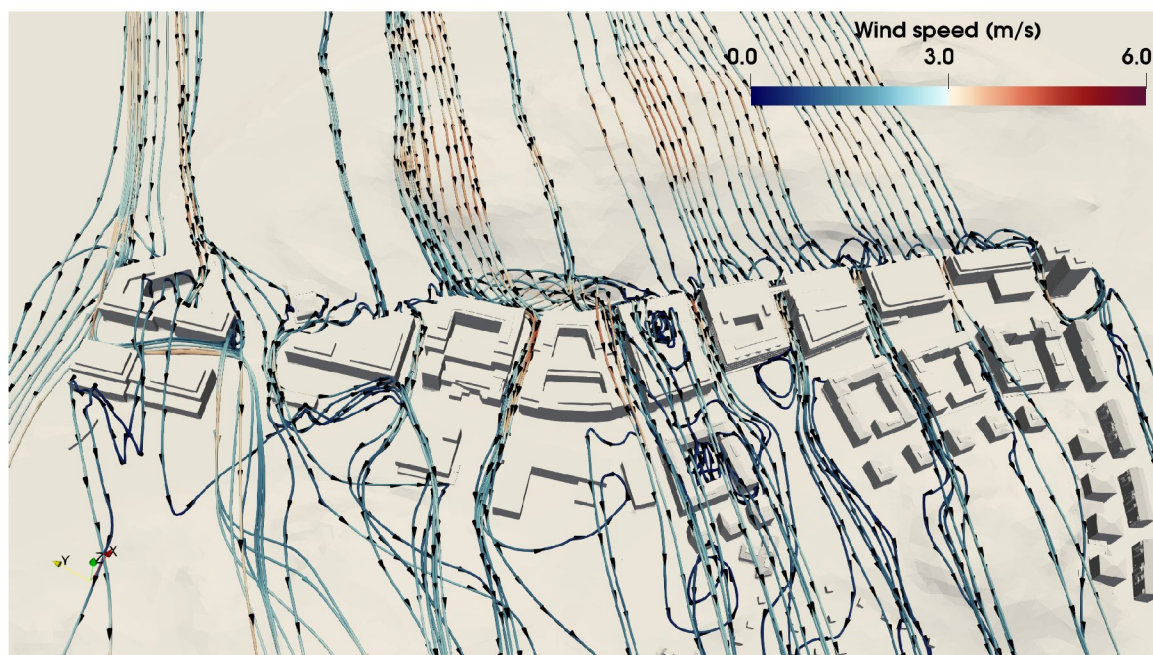
Vinden studeras på två olika visualiseringssätt för att extrahera relevant information. Ett sätt är att visa vindstyrkan (hastighetsmagnitud) på gatorna (se figur 11(a)) och det andra är att använda strömlinjer som är momentana vägar för utvalda vindpartiklar för att undersöka den tredimensionella vinddynamiken, se exemplet i figur 11(b).

Man måste vara försiktig när man läser och analyserar en visualisering. Instinktivt förknippar man röd till fara, men färgningen bestäms av det valda färgintervallet och röd indikerar bara att vindhastigheten är nära maximum. Färgintervallet varierar för varje vindriktning och maximumet är dubbelt så stort som den mest frekventa hastigheten för den betraktade vindriktningen.

I följande avsnitt 6.3 visas effekterna som skapas av vindarna från de dominanta riktningarna syd, sydväst och väst med den mest frekventa vindstyrkan för att dessa vindmiljöer påverkar fotgängarkomforten mest. Typiska vindeffekter förklaras i appendix A.



(a) Visualisering av vindhastighet på gatunivå (för vinden från nordöst som exempel).

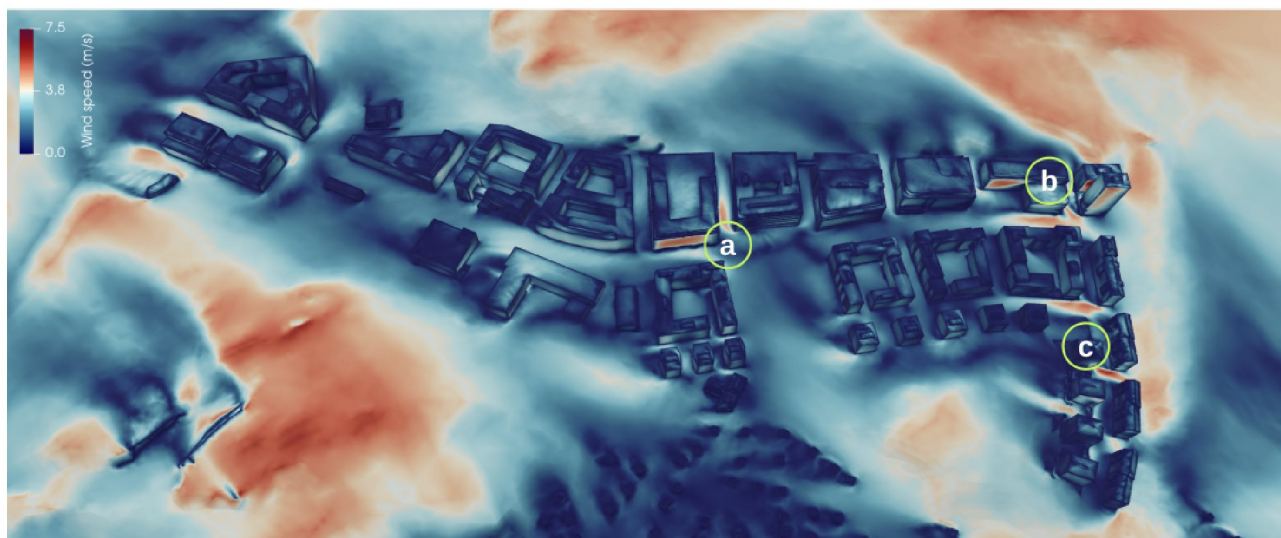


(b) Visualisering av strömlinjer (för vinden från nordöst som exempel).

Figur 11: Visualiseringen av vinden.

6.3.1 Syd (S)

När det blåser från syd, är intresseområdet bra skyddat av vinden. Se figur 12(a) och 12(b) för en överblick. Det finns tre områden där vinden accelereras som är markerade med *a*, *b* och *c*. Vinden möter ett byggnadshörn och trycks in mellan de angränsande gatorna som leder till en hastighetsökning. Figur 13 visar inzoomade bilder för de platserna.

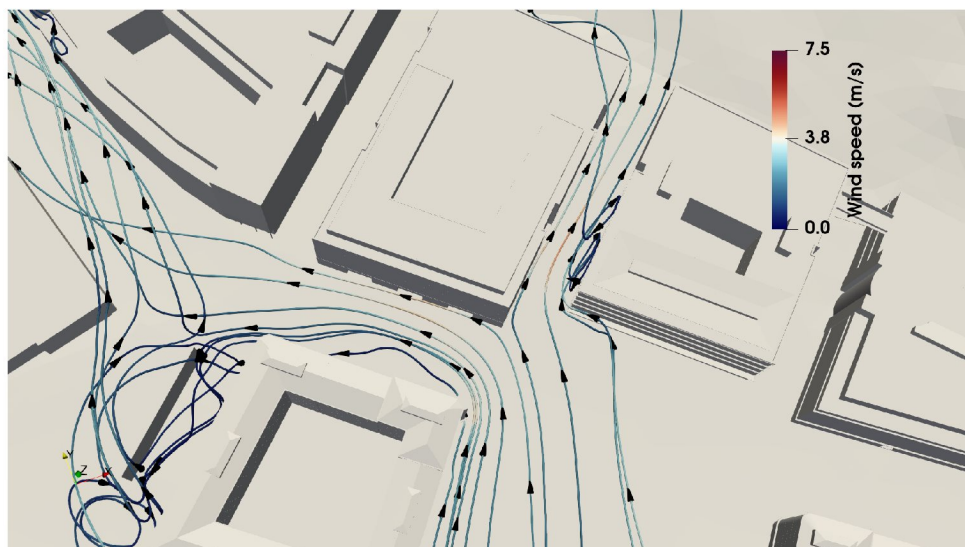


(a) Visualisering av vindhastighet på gatunivå.

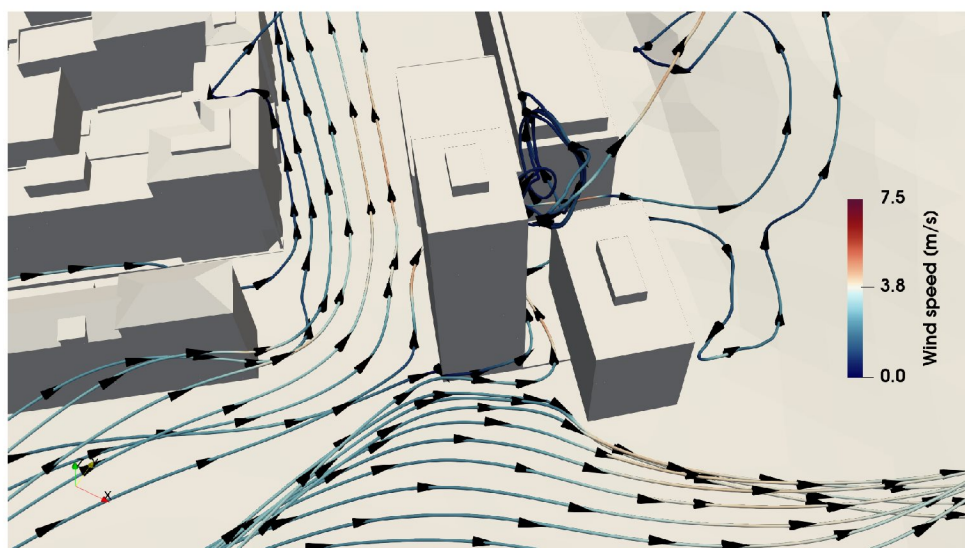


(b) Visualisering av strömlinjer.

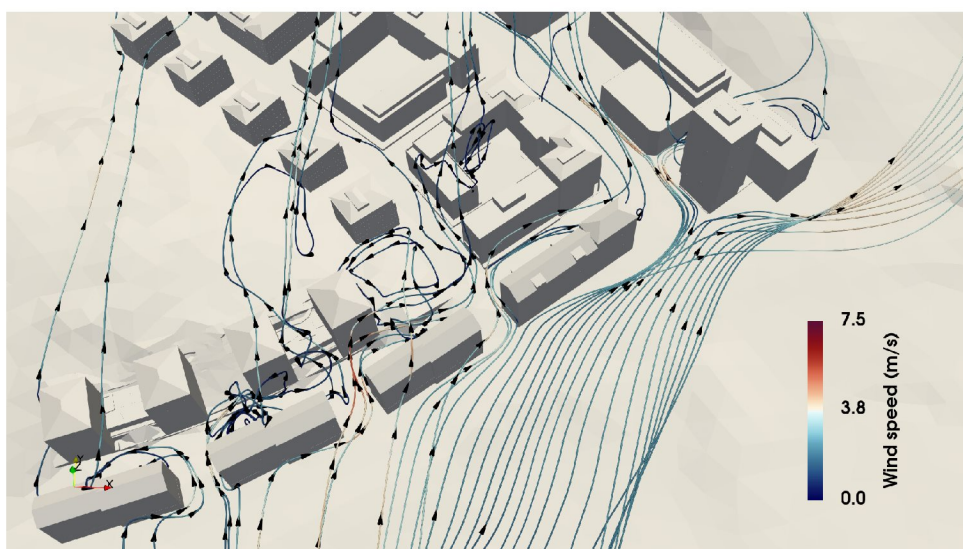
Figur 12: Vind från syd över hela intresseområdet.



(a) Vinddynamik i a.



(b) Vinddynamik i b.

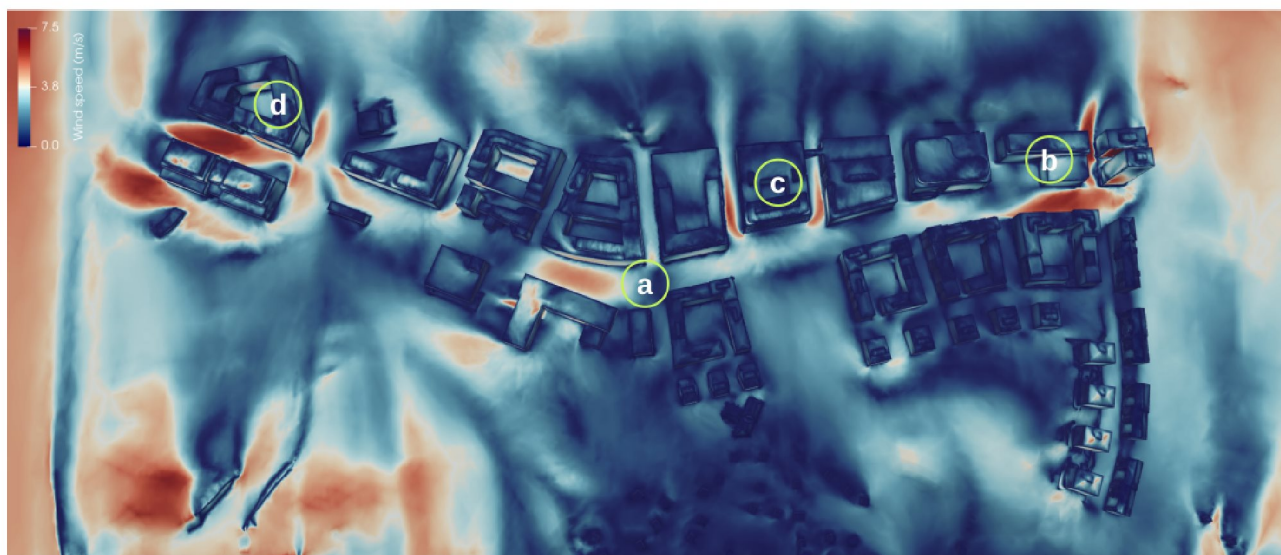


(c) Vinddynamik i c.

Figur 13: Vinddynamik inzoomad för platser där vinden accelereras.

6.3.2 Sydväst (SV)

Även om vinden bromsas upp av de föreliggande små hus och byggnader till sydväst och väst av intresseområdet skapas tydliga områden med acceleration i hastighet (*a*, *b*, *c* och *d* i figur 14). Komfortkriteriet reflekterar tydligt den försämrade komforten på de platserna i avsnitt 6.2. För området *a* blåser vinden över skolan, möts av fasaden av den bakomliggande byggnaden på andra sidan av gatan och accelereras ner till Huvudgatan (figur 15(a)). Liknande effekt kan observeras i *b* (figur 15(b)). I *c* möter vinden en byggnadsfasad och i *d* ett hörn, där den trycks åt sidan och in i de bredvid liggande gatorna (figur 15(a), 15(c)).

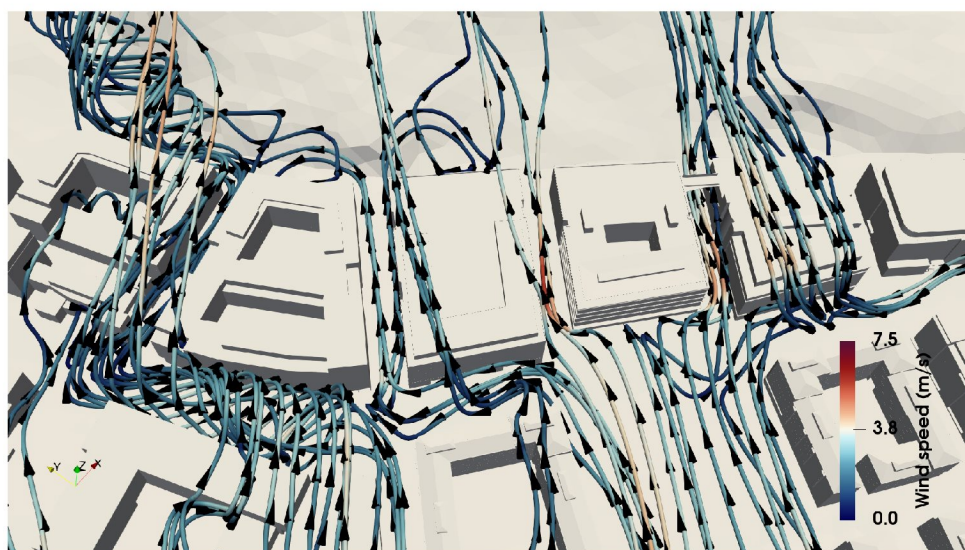


(a) Visualisering av vindhastighet på gatunivå.

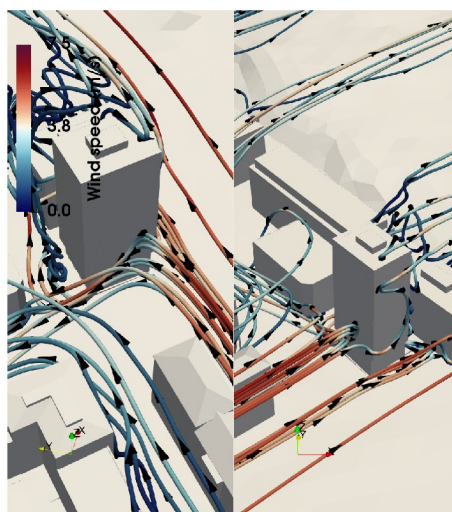


(b) Visualisering av strömlinjer.

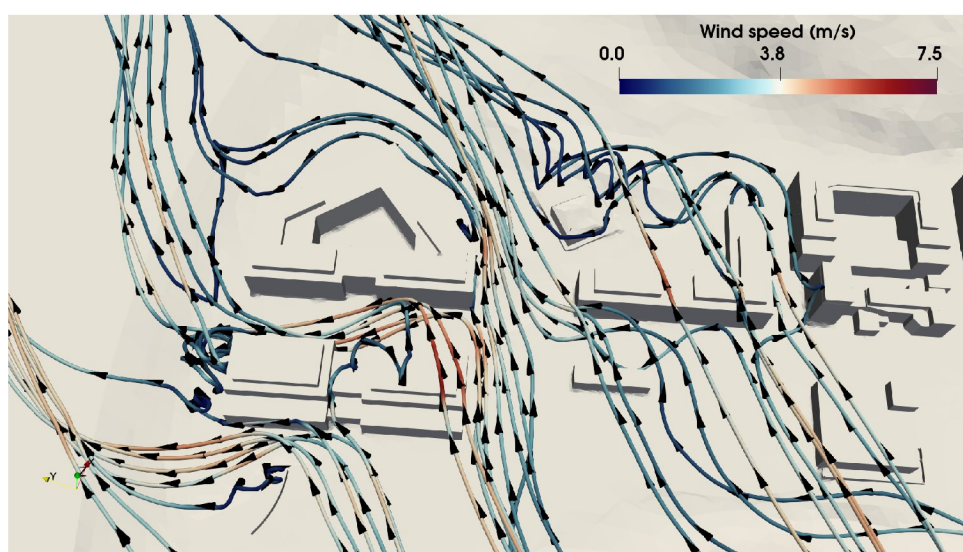
Figur 14: Vind från sydväst över hela intresseområdet.



(a) Vinddynamik i a och c.



(b) Vinddynamik i b.

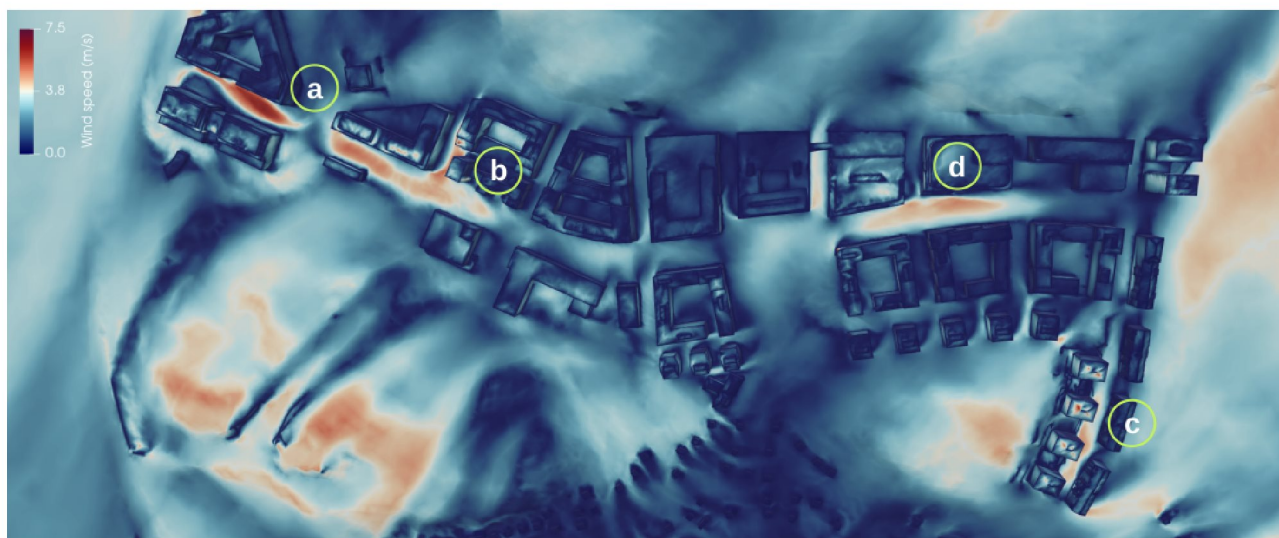


(c) Vinddynamik i d.

Figur 15: Vinddynamik inzoomad för platser där vinden accelereras.

6.3.3 Väst (V)

Som för vinden från sydväst, beskyddas intresseområdet av topografin och grannskapet som ligger västerut. Man kan identifiera fyra platser *a*, *b*, *c*, *d* (figur 16), där vindhastigheten ökas. För fall *a*, *b* och *d* blåser vinden över en liten backe och när den träffar fasaden av husen vid Huvudgatan, dirigeras den om mot gatan (figur 17(a), 17(b)). I fall *c* leds vinden in de smala öppningarna mellan hus och ner till Lilla Kvarnvägen (figur 17(b)).

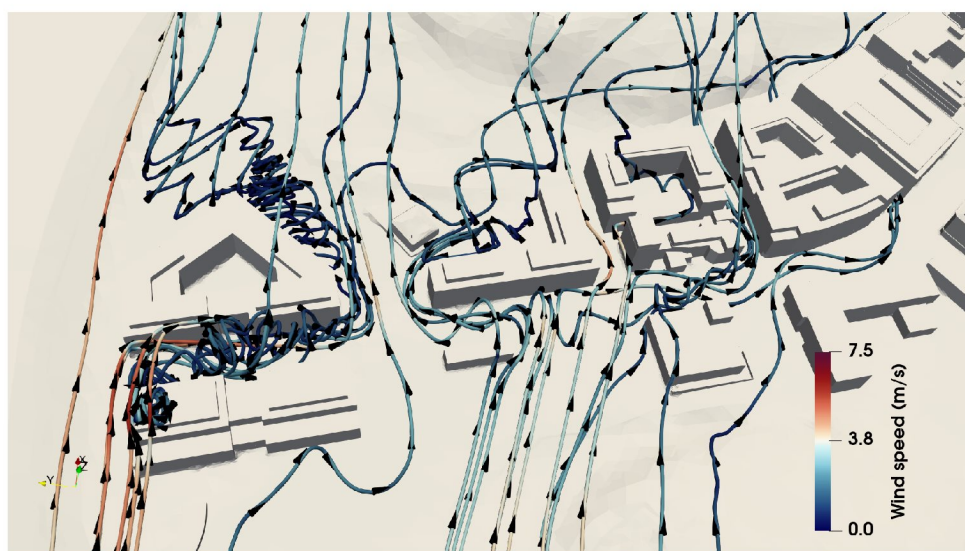


(a) Visualisering av vindhastighet på gatunivå.

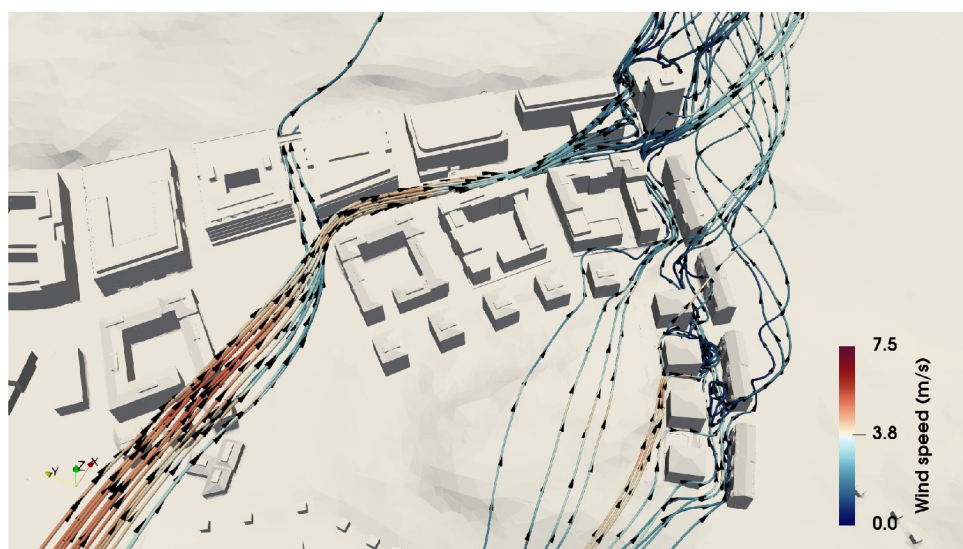


(b) Visualisering av strömlinjer.

Figur 16: Vind från väst över hela intresseområdet.



(a) Vinddynamik i a och b.

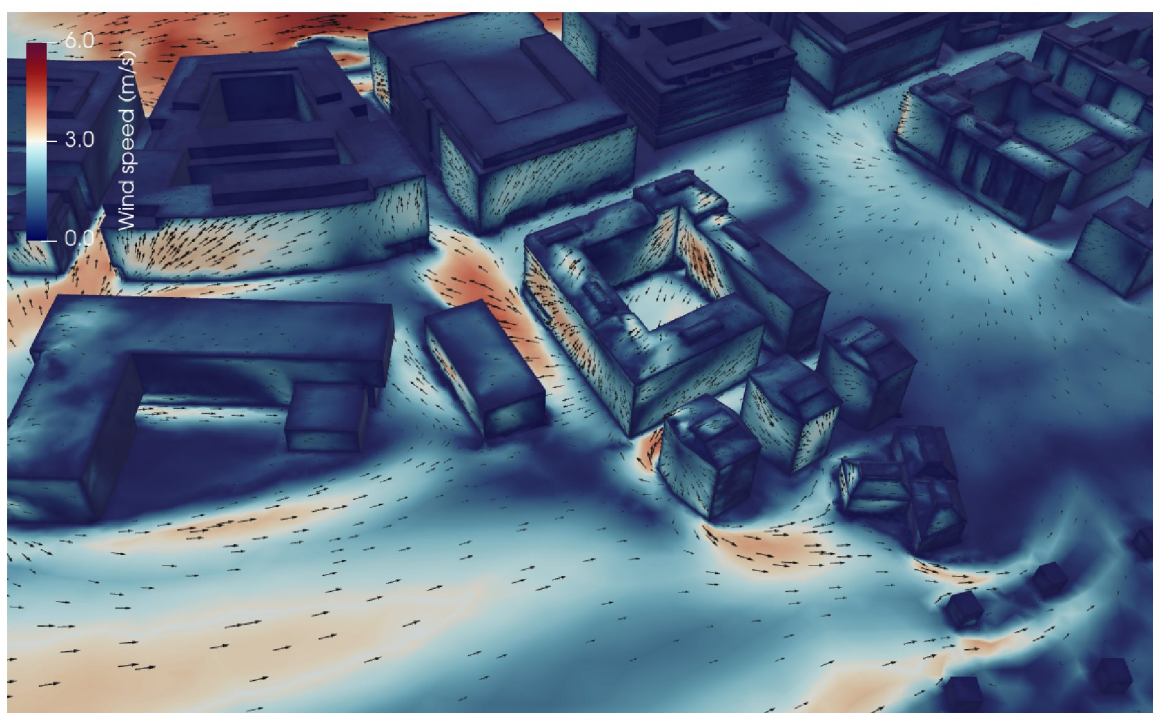


(b) Vinddynamik i c och d.

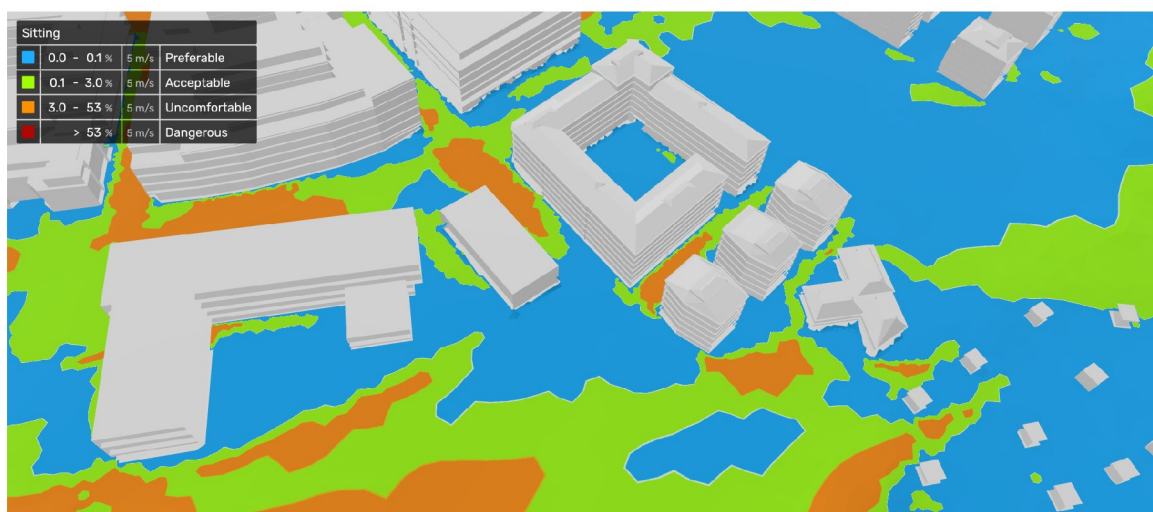
Figur 17: Vinddynamik inzoomad för platser där vinden accelereras.

6.3.4 Skol- och förskolegård

Denna sektion inkluderas för att ta fram ytterligare vindvisualiseringar för skol- och förskolegården som är av speciellt intresse. Vindmiljöer för de dominanta riktningarna är studerade i de föregående avsnitten men även om det blåser mindre frekvent från nordväst, kan vindstyrkan vara hög (se tabell 4). I figur 18 visualiseras vinddynamiken som skapas på de två gårdarna när det blåser från nordväst. Skolgården är skyddad från vinden på grund av byggnadsformen, men vinden kan accelereras vid byggnadens hörn brevid förskolan. Hastighetspilar är inkluderade för att indikera vindriktningen. De höga hastighetsområdena kan man också tydligt identifiera t.ex. i kvartal 2 för *längre sittande* (figur 19).



Figur 18: Vindhastighet för vinden från nordväst.



Figur 19: Komfort för *längre sittande* i kvartal 2.

7 Slutsats

Denna rapport presenterar en vindstudie för *Riksby Linta Gårdsväg* där lokala vindar analyseras och fotgängarkomforten evalueras.

Analysen visar att det inte finns några farliga områden på planerade gator och innergårdar. I figur 20 visas en övergripande sammanfattning där komforten för olika platser är godtagbar för att *sitta* och *promenera*. Generellt är det bekvämt att sitta en längre tid i innergårdarna samt i Linta- och aktivitetsparken. Gatorna uppvisar också en bra komfort för att promenera och även om komforten försämras på vissa ställen (markerad med orange) så finns det välkända åtgärder som att sätta upp ett tak, staket eller plantera buskage. Illustrationer finns i appendix B. En närmare undersökning av åtgärder runt föreskolagården är rekommenderat för att förbättra vindmiljön.

I vindanalyser är det vanligt att inte inkludera träd i basevalueringen för att täcka *worst case scenario*. Det är möjligt att addera träd i en ny simulering som ett extra steg om reduceringen av vindhastigheten önskas för att öka komforten på vissa ställen. En avstämning med olika experter som en landskapsarkitekt och stadsplanerare är i så fall rekommenderad för att ta fram konkreta och rimliga förslag.

Denna vindkomfort täcker ett stort område där fokus ligger på gator och innergårdar. Om man vill undersöka komforten på balkonger t.ex. så anpassar man fokuset genom att reducera intresseområdet och addera detaljerna på byggnaden av intresse. Detta kräver dock en ny simulering.

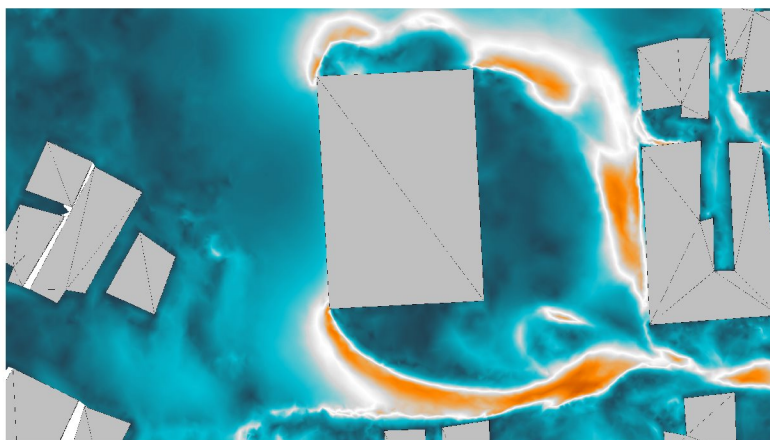
Noggrannheten kan förbättras genom att simulera med fler antal vindriktningar.



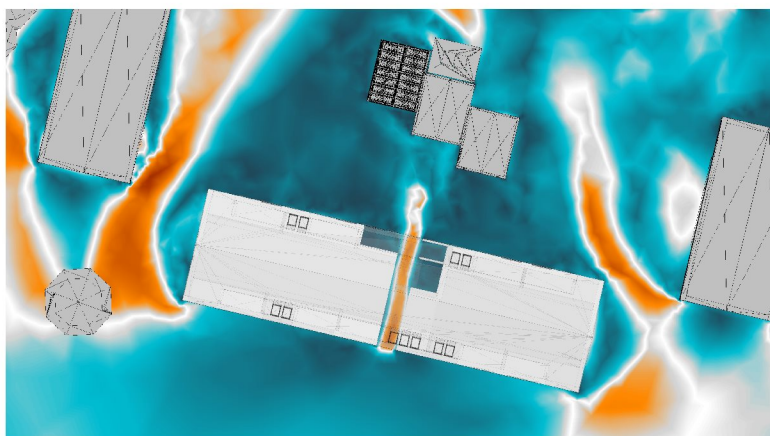
Figur 20: Övergripande sammanfattning av fotgängarkomforten.

Appendix A Vindeffekter

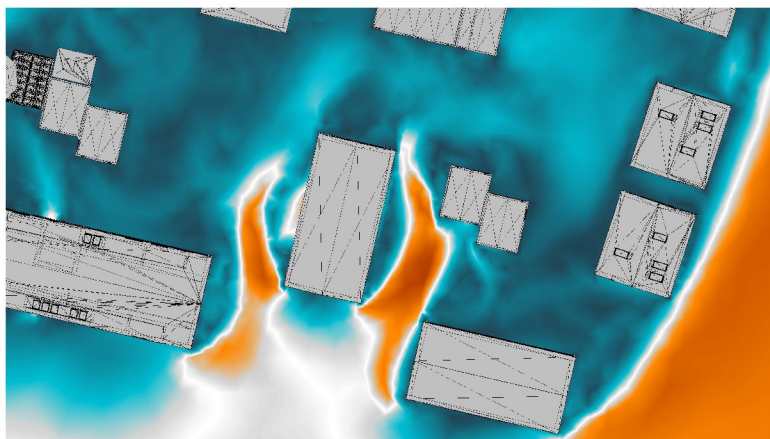
I dessa avsnitt beskrivs olika vindeffekter för att stödja förståelsen av det simulerade hastighetsfältet.



Figur 21: **Hörneffekt**: Även känd som hörnströmmar eller hörn jets. Vinden ökar i hastighet i närheten av byggnadens hörn.



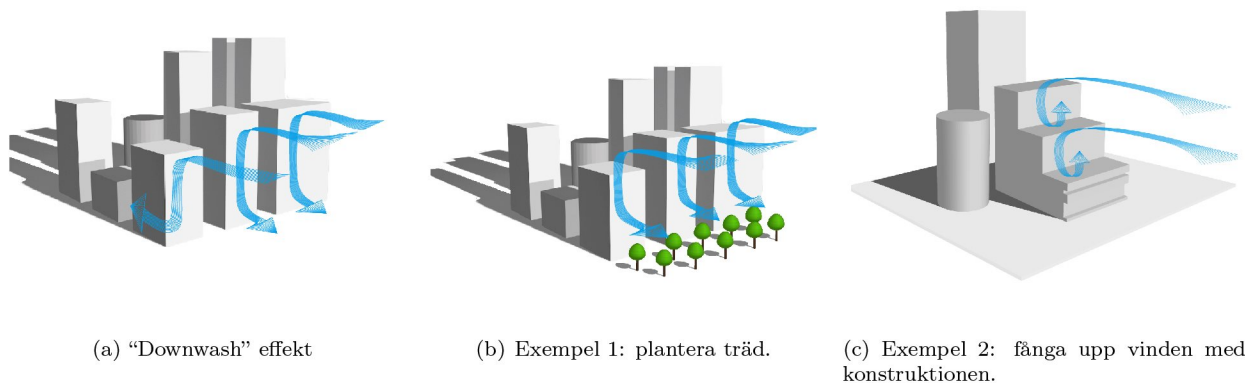
Figur 22: **Passage effekt**: Passage effekten kan ses i vilken passage som helst genom en byggnad eller ett litet mellanrum mellan två byggnader.



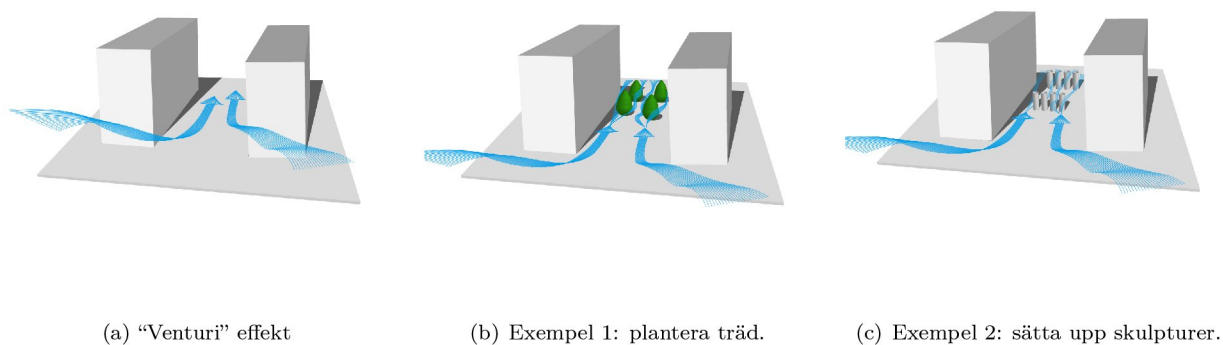
Figur 23: **Venturi effekt**: Hastighetsökning mellan två byggnader eller rader av byggnader.

Appendix B Möjliga åtgärder

Dessa avsnitt illustrerar möjliga åtgärder för vissa vindeffekter.



Figur 24: Möjliga åtgärder för "Downwash" effekten.



Figur 25: Möjliga åtgärder för "Venturi" effekten.

References

- [1] <https://www.meteoblue.com/>.
- [2] <https://content.meteoblue.com/en/research-development/processes/verification>.
- [3] <https://content.meteoblue.com/en/specifications/weather-model-theory>.
- [4] Johan Hoffman, Johan Jansson, Niclas Jansson, and Rodrigo Vilela De Abreu. Towards a parameter-free method for high reynolds number turbulent flow simulation based on adaptive finite element approximation. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, 288:60 – 74, 2015. Error Estimation and Adaptivity for Nonlinear and Time-Dependent Problems.
- [5] Niclas Jansson. *High Performance Adaptive Finite Element Methods: With Applications in Aerodynamics*. PhD thesis, KTH Royal Institute of Technology, 2013.
- [6] H. Holger Koss. On differences and similarities of applied wind comfort criteria. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 94(11):781 – 797, 2006. Urban Civil Engineering (UCE), Impact of wind and storms on city life and built environment.
- [7] T.V. Lawson and A. D. Penwarden. The effects of wind on people in the vicinity of buildings. *Proceedings of the Fourth International Conference on Wind Effects on Buildings and Structures*, pages 605–622, 1975.
- [8] A.D. Penwarden. Acceptable wind speeds in towns. *Building Science*, 8(3):259 – 267, 1973.
- [9] Michael A. Ratcliff and Jon A. Peterka. Comparison of pedestrian wind acceptability criteria. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 36:791 – 800, 1990.
- [10] Emil Simiu. *Design of buildings for wind : a guide for ASCE 7-10 standard users and designers of special structures*. Wiley, Hoboken, N.J, 2011.
- [11] Rodrigo Vilela de Abreu, Niclas Jansson, and Johan Hoffman. Computation of aeroacoustic sources for a Gulfstream G550 nose landing gear model using adaptive FEM. *Computers & Fluids*, 124:136–146, January 2016.
- [12] A.F.E Wise and Building Research Station (Great Britain). *Wind effects due to groups of buildings*. Garston, Watford : Building Research Station, 1970.

