

VINDSTUDIE

Bostadshus (Kv. Hekla) Kista

Uppdragsnr: 9148470100

Upprättad: 2017-02-13
Alejandro Pacheco Diéguez

Granskad:
Carl Molander (allt utan Bilaga B)
Sarah Dahman (Bilaga B och C)
Felicia Sjösten Harlin (översättning Bilaga B)
Niklas Eriksson (översättning Bilaga C)

Notering: Den här rapporten är en uppdatering av en tidigare rapport daterad 2016-12-13. En andra bilaga (Bilaga C) har lagts till. Denna bilaga visar effektiviteten av ett överhäng som läggs till på höghuset för att utreda eventuella minskningar av vindstyrkan vid Kistagången. Resterande delar av rapporten är identisk med den tidigare versionen.

white

SAMMANFATTNING

En vindstudie för hela året har utförts på det nya området Kv. Hekla (Kista, Stockholms län) där vindförhållanden och komfort har studerats. Ett förslag har utvärderats med ett höghus på 21 våningar (scenario 2, S2) och jämförts med befintlig situation (scenario 1, S1). Fem olika fokusområden (FO) har studerats (se figur 2 och 3).

Programvaran som använts är: Rhinoceros (3D-modellering), Autodesk CFD (Vindsimulering), och Grasshopper (Hantering och efterbehandling av resultaten ur vindsimuleringen).

Förslaget S2 visar på betydande ökning av vindhastigheten i en av de fem fokusområden (FO4) där ökningen ligger runt 60%. I fokusområde 3 (FO3) är det en reduktion i vindhastigheten med 10% och i områden FO1 och FO5 är det inga större förändringar.

De olika områdena delades in i kategorier baserat på vilken sorts aktivitet som är mest lämplig: längre uppehåll, kortare uppehåll, gång och cykelväg, samt där det är obehagliga vindförhållanden.

Den nya layouten skapar en mer jämn distribuering av vinden, och med det en bättre komfort, i korsningen mellan Kistagången och Isafjordsgatan (FO3), i vissa områden på torget söder om höghuset (FO1) och i Grönlandsparken (FO5). Vi kan däremot se att komforten blir sämre i Kistagången (FO4) och vissa områden av FO1 på grund av förhöjda vindhastigheter i dessa områden.



Figur 1: Situationsplan (befintligt utseende).

BAKGRUND

Kvarteret Hekla (Kista) ska utvecklas med flera nya byggnadsvolymer. Viss befintlig bebyggelse rivs och några befintliga kontorsfasigheter utökas. Ett förhållandevis högt hus (21 våningar) planeras också att uppföras vid korsningen Isafjordsgatan och Kistagången. Det har ansetts relevant att utreda hur de nya byggnadernas utformning, och speciellt höghusets, påverkar de lokala vindförhållanden i närområdet.

SYFTE

Syftet med vindstudien är att utvärdera hur de nya byggnadsvolymer kommer att påverka de lokala vindförhållandena i närområdet. Fem fokusområden har valts ut och två olika scenarier har studerats och jämförts. Scenario 1 (S1, befintlig situation) och scenario 2 (S2) som representerar den nya layouten med ett höghus 21 våningar.

METOD

Vindstudien baseras på väderdata med timvärden för hela året från den närmast belägna väderstationen, Bromma flygplats. Väderfilen ger både vindhastighet och vindriktning för varje timme. Väderdatan har hämtats från Sweby.

I. Vindsimulering:

Beräkningar har utförts med CFD-teknik (Computational Fluid Dynamics) där numeriska metoder används för att simulera fluider, i det här fallet vinden. Programvaran som används är i detta fall Autodesk CFD. Programmet tar hänsyn till och beräknar luftens hastighet, tryck och turbulens i en mängd punkter. Den geometriska modellen över området importeras från Rhinoceros. Resultaten exporteras sen till Grasshopper för att efterbehandlas och presenteras.

Träd och vegetation har inte tagits med i beräkningen p.g.a. att dess komplexitet kan göra modellen för krävande och ohanterlig i simuleringar. Detta kan medföra att resultaten kan ge något högre vindhastigheter än i verkligheten i områden med mycket grönska.

Fem fokusområden (FO) valdes: FO1, torget söder om det nya höghuset; FO2, terrassen på basen av det nya höghuset; FO3, korsningen mellan Isafjordsgatan och Kistagången; Kistagången mellan Isafjordsgatan och Digitalgatan; FO5, Grönlandsparken.

Åtta olika vindriktningar simuleras för alla tre scenarier. Vindriktningar är N, NE, E, SE, S, SW, W and NW. Simuleringen använder en vindhastighet på 5 m/s, vilket är en medelhög vindhastighet som är relativt frekvent förekommande i Stockholm. Baserat på simuleringarna för varje vindriktning tas local wind exposure (LWE) faktorer fram för varje punkt i ett rutnät placerat 1.5 meter ovanför mark i fokusområdena. Exempel på hur LWE-faktorer beräknas: En simulering körs med västlig vind på 5 m/s. Vid en specifik testpunkt i modellen uppmäts en vindhastighet på 3 m/s. Det innebär att LWE-faktorn för västlig vind i den här specifika punkten är 0.6 (3 m/s delat på 5 m/s)

Lokala medelvindhastigheter för varje utvärderat scenario beräknas enligt följande: LWE-faktorer beräknas för varje punkt i alla åtta vindriktningar. Sedan beräknas faktisk vindhastighet för varje punkt och varje timma på året genom att multiplicera LWE-faktorn med vinddata från väderstationen. Sista steget är att ta fram medelvärdet ur alla årets timmar. Då har vi fått fram den lokala medelvindhastigheten för varje specifik testpunkt.

II. Tolkning av resultat:

För en lekman kan det vara svårt att förstå vad en viss hastighet i m/s egentligen betyder. Tabell 1 ger mer inblick i detta.

Tabell 1: Tabell som visar karakteristik av olika vindhastigheter (Terry S. Boutet, 1987)

Vindhastighet (m/s)	Allmän beskrivning	Specifisering
0,45 - 1,35	Lungt	Rök stiger vertikalt
1,8 - 3,5	Svag vind	Vind som känns i ansiktet, prassel i löven
3,6 - 4,95	Svag vind	Löv och kvistar rör sig konstant, vind sträcker flaggan lätt
5,4 - 7,2	Måttlig vind	Damm och papper flyttas, mindre grenar rör sig
7,65 - 9,9	Måttlig till frisk vind	Mindre lövträd börjar vingla
10,35 - 12,1	Frisk vind	Större grenar rör sig, visslande elledningar
12,6 - 18,45	Hård vind	Hela träd rör sig
18,9 - 21,6	Hård vind	Lätta strukturella skador inträffar, skorstenspipor trillar ner
22 - 25,2	Hård vind	Träd faller, betydande strukturella skador inträffar
25,6 - 30,15	Storm	Mycket sällsynt, utbredda skador
30,6 -	Orkan	Extremt sällsynt, omfattande skador

Vindkomforten kan beskrivas utifrån årlig medelvindhastighet. I tabell 2 visas det högsta godtagbara årsmedianvärdet för upplevd vindhastighet som tillåts för respektive vistelsemiljö.

Resultatet av vindsimuleringen (som visas i Tabell 5 och figurer 5 till 8) är färgad enligt fyra vindkomfortkategorier.

- Längre uppehåll (blå): Områden lämpliga för längre vistelse (>30 minuter). Aktiviteter som t.ex. uteservering och avslappning. Medelvindhastighet = (0 m/s – 1.5 m/s)

- Kortare uppehåll (grön): Områden lämpliga för kortare vistelse (<20 minuter) Aktiviteter som t.ex. vänta på kollektivtrafik och fika. Medelvindhastighet = (1.5 m/s – 3.0 m/s)

- Gång- och cykelväg (gul): Områden lämpliga för gång- och cykelvägar. Medelvindhastighet = (3.0 m/s – 5.0 m/s)

- Obekväm vind (röd): Områden olämpliga för någon aktivitet. Medelvindhastighet = (≥ 5 m/s)

Tabell 2: Komfortkriterier. Källa: Glaumann och Westerberg (1988)

Vistelsemiljö	Högsta godtagbara årsmedianvärde av upplevd vindhastighet
Gång- och cykelvägar	5 m/s
Kortare uppehåll, ex. torg och busshållplatser	3 m/s
Längre uppehåll, stillasittande	1,5 m/s

RESULTAT:

Tabell 3 och 4 visar resultaten över medel LWE-faktorer. Detta värde visar storleken på minskning (< 1) eller ökning (> 1) av de lokala vindförhållandena jämfört med den uppmätta vindhastigheten vid väderstationen (uppmätt 10 meter ovan mark).

I båda tabellerna används scenario 1 som riktvärde att jämföra mot. Procentvärde för variation utifrån scenario 1 anges för scenario 2. Röda värden indikerar en betydande försämring av vindförhållanden (förhöjd vindhastighet) där gränsvärdet är >10% i medel LWE-faktor. Blå värden anger en mindre avvikelse (-10% till + 10%) i medel LWE-faktor. Gröna värden indikerar en betydande förbättring av vindförhållanden (minskad vindhastighet) med gränsvärde < 10% i medel LWE-faktor.

Tabell 3 visar resultaten av resultaten av medel LWE-faktorerna för varje fokusområde, scenario, och vindriktning. Jämförelse av resultaten vid de fem utvärderade fokusområdena presenteras nedan:

- FO1: Den nya layouten medför mindre förändringarna i vindhastighet beroende på vindriktning.

- FO2: kan inte jämföras då denna yta (terrassen) inte fanns i S1.

- FO3: Stor spridning i vindhastighetsförändring beroende på vindriktning (-25% till +40%) vid 21 våningar höghus.

- FO4: Måttliga till extrema ökningar i vindhastighet (+6% till +177%)

- FO5: Måttlig till hög ökning av vindhastighet för vind från nord till sydöst (28 % av året), måttlig minskning av vindhastighet från syd till sydväst (44 % av året), och en obetydande effekt på vinden från west till nordväst (28 % av året).

Tabell 4 summerar de årliga LWE-faktorerna för varje fokusområde och scenario. Resultaten anger följande:

- FO1: Den nya byggnaden (S2) har nästan ingen inverkan på LWE-faktorerna här.

- FO2: kan inte jämföras då denna yta (terrassen) inte fanns i S1.

- FO3: Måttlig minskning av vindhastigheten (-10%).

- FO4: Kraftigt förhöjning för S2 jämfört med S1 (59%).

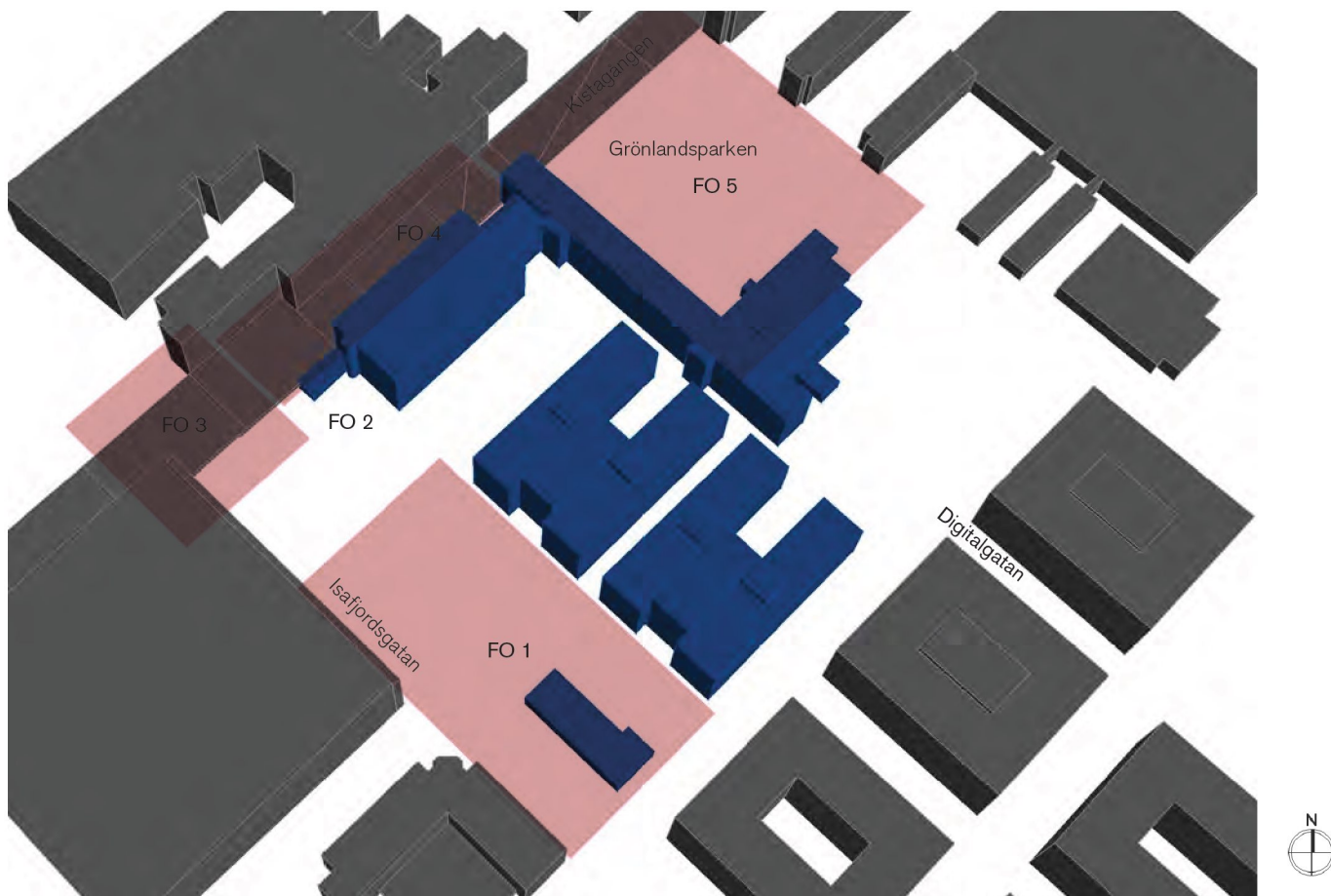
- FO5: Den nya byggnaden har ingen påverkan på medelvindhastigheten.

Tabell 4: Årlig lokal medel LWE-faktor.

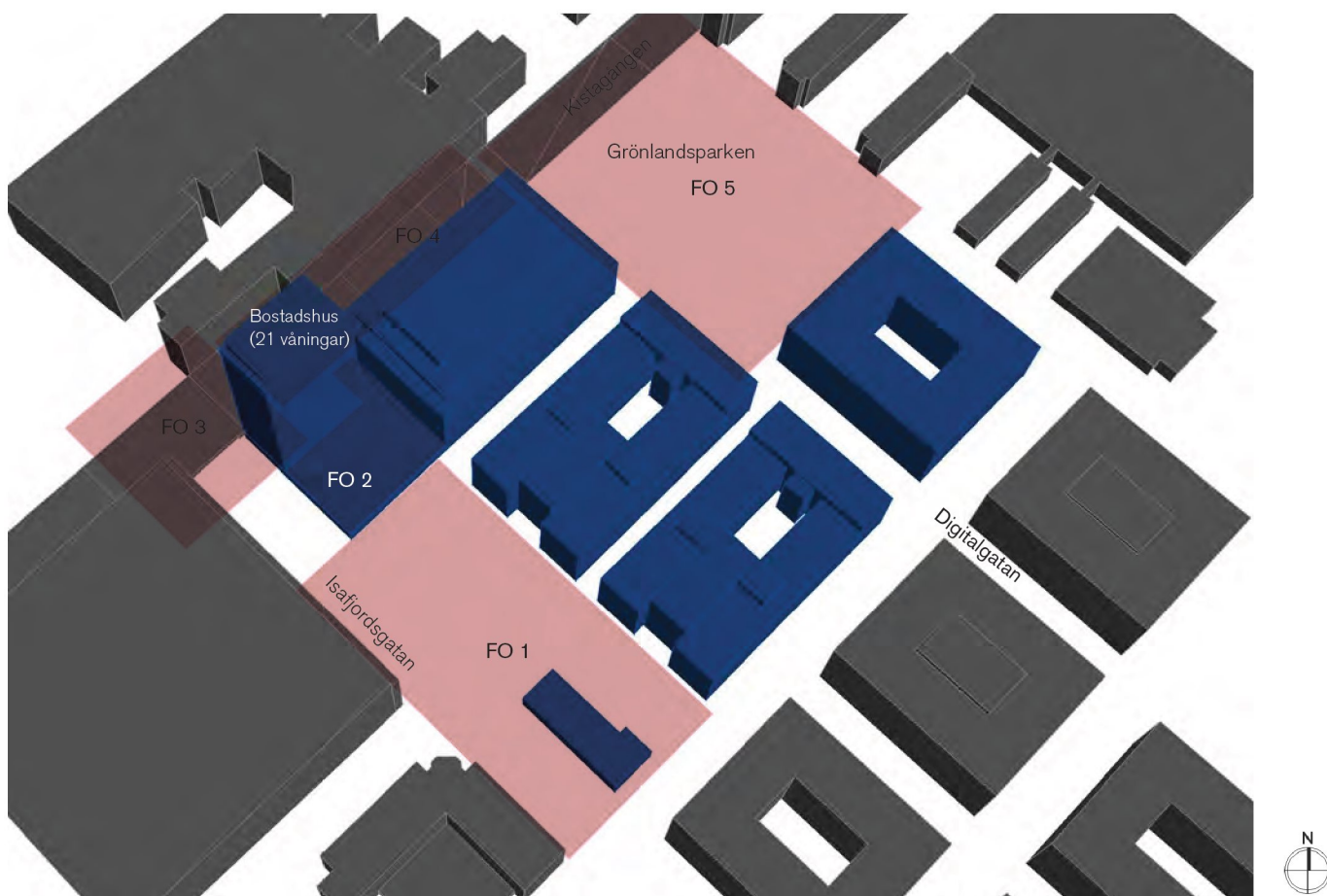
Scenario	S1	S2
Fokusområde 1	0.36	0.35 -3%
Fokusområde 2	-	0.44
Fokusområde 3	0.58	0.52 -10%
Fokusområde 4	0.37	0.59 +59%
Fokusområde 5	0.36	0.36 +0%

Låg vindexponering jämfört med scenario 1
Ingen större skillnad i vindexponering jämfört med scenario 1
Hög vindexponering jämfört med scenario 1

-X%
-X%
-X%



Figur 2: Modell använd för vindsimulering, scenario 1 (befintlig situation) med fokusområdena (FO).



Figur 3: Modell använd för vindsimulering, scenario 2 (höghus 21 våningar) med fokusområdena (FO).

Bilaga A innehåller detaljerade resultat över LWE-faktorerna för båda scenarier och vindriktningar som har utvärderats.

De olika områdena utanför de nya byggnaderna har ordnats in i fyra kategorier enligt vad de är mest lämpat för utifrån ett vindkomfortperspektiv. De fyra kategorierna är: längre uppehåll (blå), kortare uppehåll (grön), gång och cykelvägar (gul) och obehaglig vind (röd). Tabell 5 och figur 4 på nästa sida visar andelen av varje fokusområde som uppfyller kraven på de fyra olika kategorierna. Resultaten för varje kategori beskrivs enligt följande:

Tabell 3: Årlig lokal medel LWE-faktor för varje studerad vindriktning.

Vindriktning	Norr	Nordöst	Öst	Sydöst	Syd	Sydväst	Väst	Nordväst
Årlig förekomst (%)	9%	6%	6%	8%	20%	24%	18%	10%
Vindhastighet, medel (m/s)	3.4	2.6	3.2	3.3	4.5	4.1	4.0	3.4

Scenario	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2
FO 1	0.30	0.32 +7%	0.45	0.29 -36%	0.34	0.27 -21%	0.27	0.27 +0%	0.34	0.41 +21%	0.36	0.34 -6%	0.34	0.41 +21%	0.49	0.33 -33%
FO 2 ⁽¹⁾	-	0.38	-	0.39	-	0.31	-	0.40	-	0.43	-	0.47	-	0.48	-	0.44
FO 3	0.30	0.42 +40%	0.33	0.37 +12%	0.46	0.39 -15%	0.36	0.37 +3%	0.44	0.33 -25%	0.66	0.75 +14%	0.89	0.90 +1%	0.77	0.79 +3%
FO 4	0.35	0.52 +49%	0.29	0.53 +83%	0.28	0.38 +36%	0.18	0.33 +83%	0.35	0.37 +6%	0.57	0.75 +32%	0.36	0.87 142%	0.22	0.61 177%
FO 5	0.40	0.48 +20%	0.37	0.58 +57%	0.28	0.46 +64%	0.28	0.34 +21%	0.32	0.25 -22%	0.35	0.30 -14%	0.40	0.38 -5%	0.40	0.41 +2%

FO = fokusområde

S1 = scenario 1 (befintlig situation)

S2 = scenario 2 (nytt projekt med höghus 21 våningar)

Tabell 5: Kategorisering av ytor baserat på deras komfortnivåer i de olika fokusområdena.

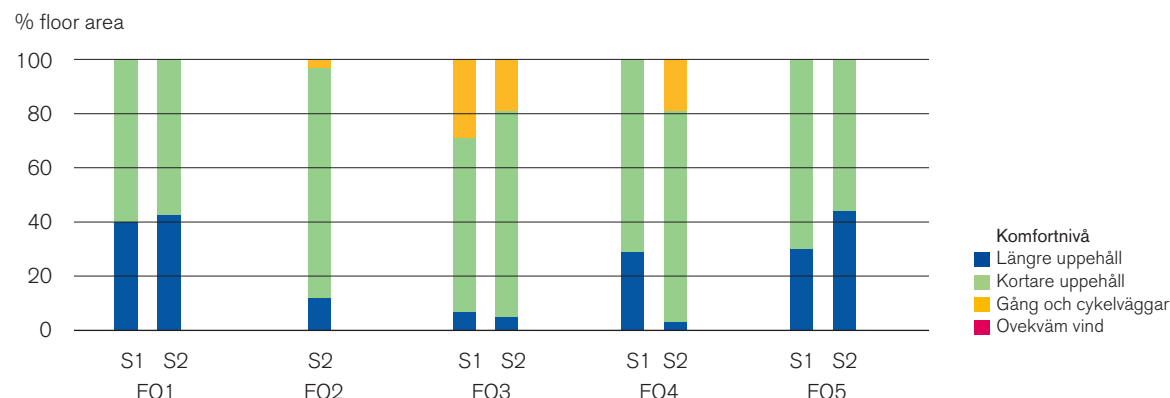
Scenario	Längre uppehåll ⁽¹⁾		Kortare uppehåll ⁽²⁾		Gång och cykelvägar ⁽³⁾		Ovekväm vind ⁽⁴⁾	
	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2
Fokusområde 1	40%	43%	60%	57%	0%	0%	0%	0%
Fokusområde 2	-	12%	-	85%	-	2%	-	0%
Fokusområde 3	7%	5%	64%	76%	29%	19%	0%	0%
Fokusområde 4	29%	3%	71%	78%	0%	19%	0%	0%
Fokusområde 5	30%	44%	70%	56%	0%	0%	0%	0%

(1) Ytor lämpade för längre uppehåll. Årlig medelvindhastighet 0-1.5 m/s.

(2) Ytor lämpade för kortare uppehåll. Årlig medelvindhastighet 1.5-3 m/s.

(3) Ytor lämpade för gång och cykelvägar. Årlig medelvindhastighet 3-5 m/s.

(4) Ytor olämpliga för all sorts aktivitet. Årlig medelvindhastighet >5 m/s.



Figur 4: Kategorisering av ytor baserat på deras komfortnivåer i de olika fokusområdena.

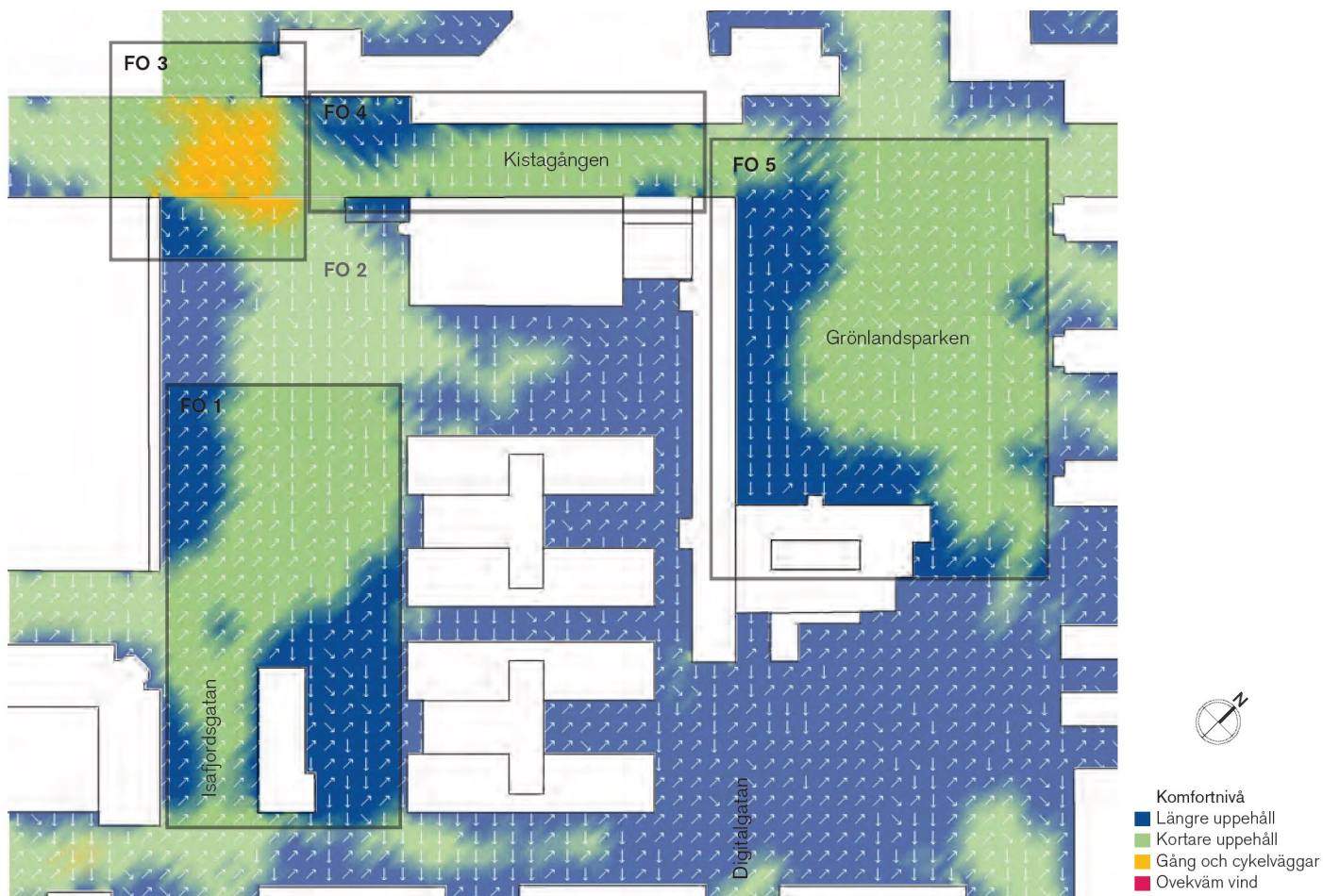
- Längre uppehåll (blå): Bästa platsen ur vindkomfort. I FO1 och FO3 är S2 och S3 stabilare än i S1. I FO2 (terrassen) är det bara 12% av arean som är lämplig för längre uppehåll. Detta är relevant att ta i beaktning då denna yta har som krav att ha en terrass. FO4 visar på en drastisk minskning i arean som är lämplig för längre uppehåll från 29% till 3%. Detta minskar möjligheten att placera t.ex. uteserveringar/ uteplatser längs gatan. FO5 visar på en ökning av arean som är lämplig för längre vistelse. Detta är en stor fördel då detta är en park.

- Kortare uppehåll (grön): Den största del av ytan i alla fokusområden utgörs av denna kategori. (58% till 87%).

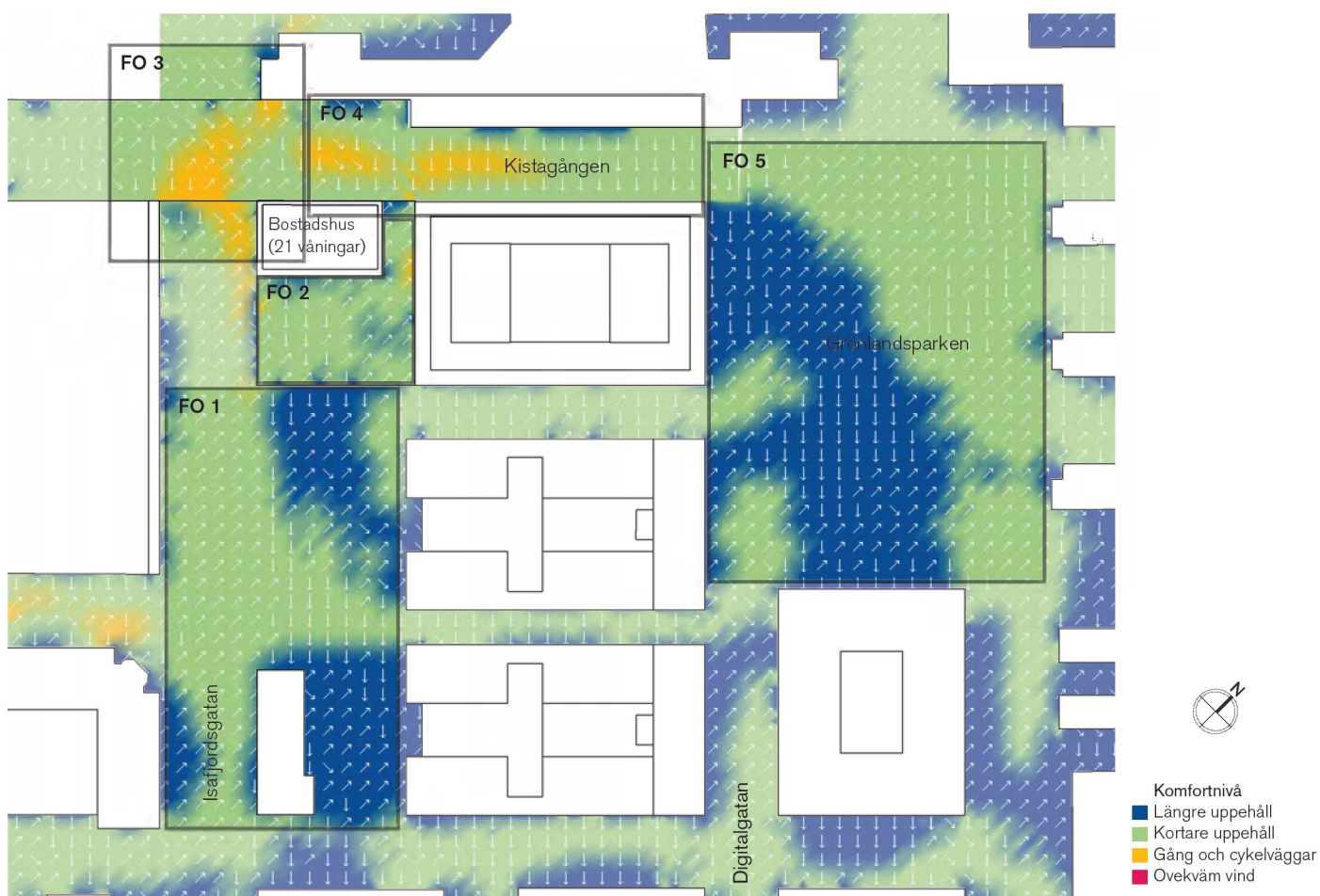
- Gång och cykelvägar (gul): Den yta i FO2 som ligger i denna kategori är den smala passagen mellan höghuset och byggnaden mot öst. I FO3 utgörs en betydande del av arean av denna kategori. I de nya förslagen (S2) minskas den arean från 29% till 19%. FO4 utgörs till viss del av denna kategori i S2 men den arean ligger i mitten av vägen och påverkar därför inte trottoarerna.

- Ovekväm vind (röd): Inga utvärderade ytor uppvisar för höga och oacceptabla vindhastigheter i något av scenario.

Pilarna i figur 5 och 6 indikerar den lokala härskande vindriktningen vilket kan ge en uppfattning om det mest effektiva sättet att reducera vindhastigheter i olika områden.



Figur 5: Kategorisering av ytor baserat på deras komfortnivåer, scenario 1 (befintlig situation). Pilar indikerar härskande vindriktning.



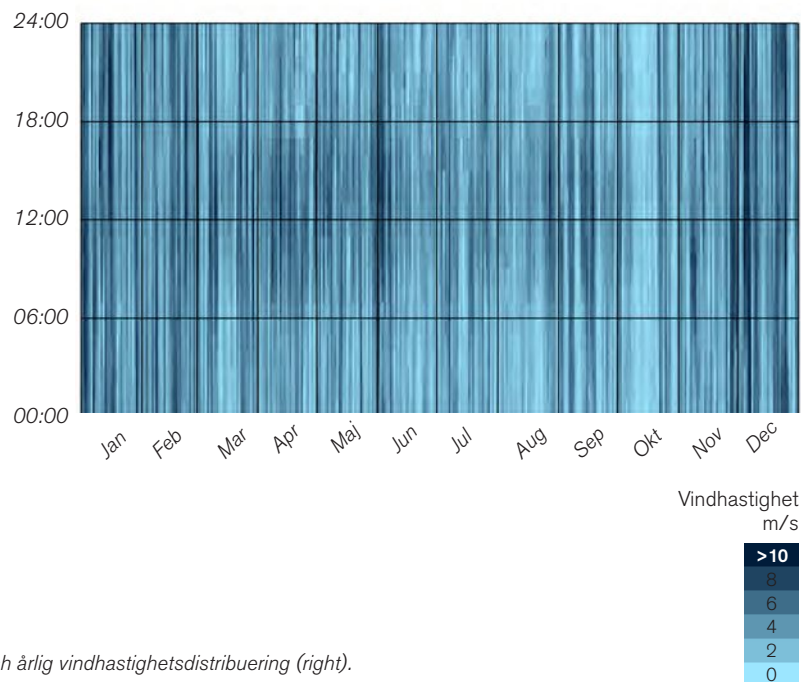
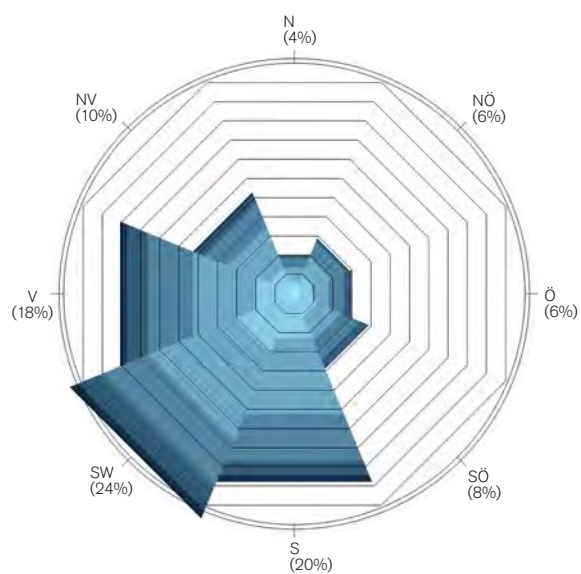
Figur 6: Kategorisering av ytor baserat på deras komfortnivåer, scenario 2 (höghus 21 våningar). Pilar indikerar härskande vindriktning.

Bilaga A:

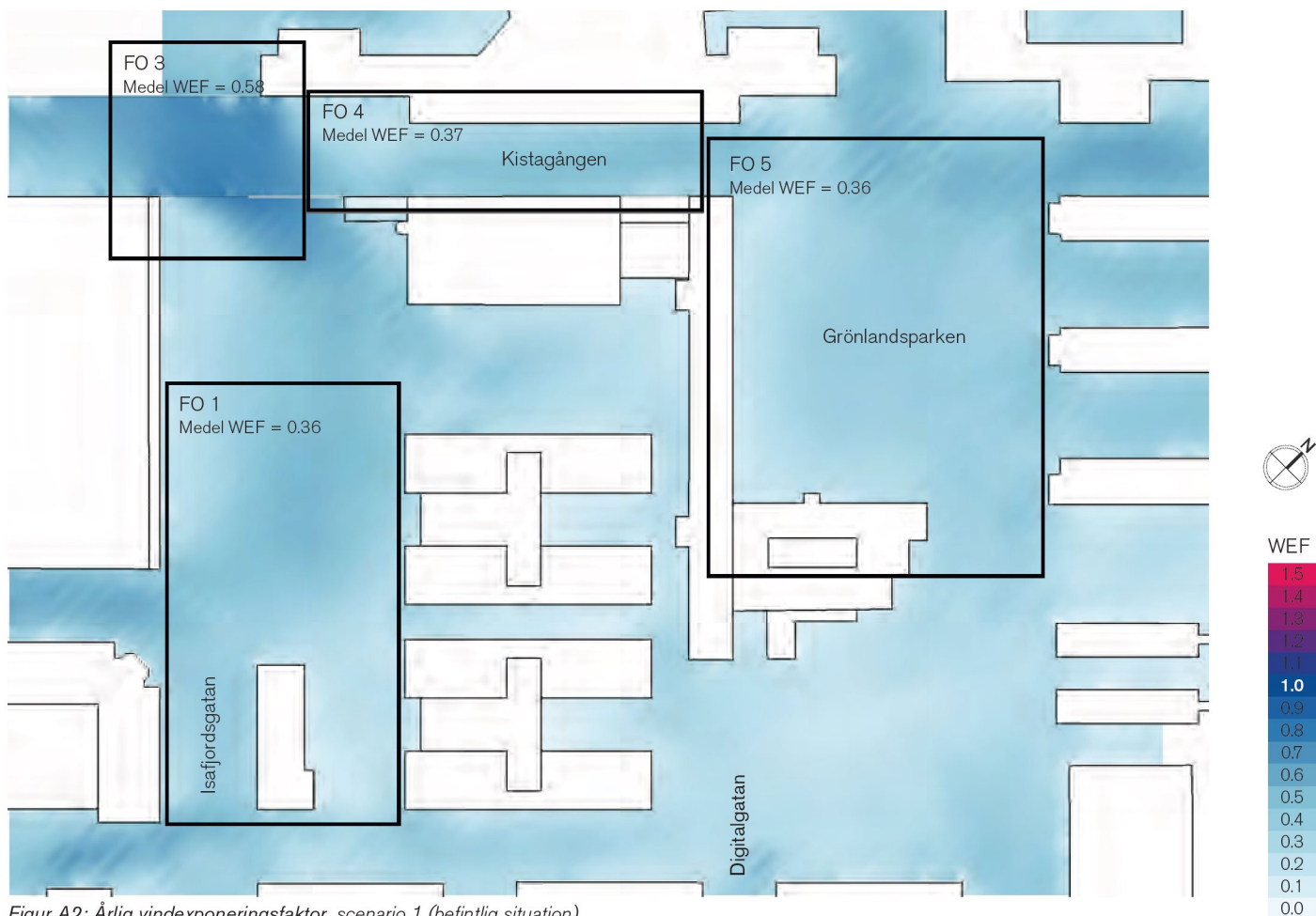
ÅRLIG VINDEXPONERINGSFAKTOR (WEF)

Väderdata: Bromma flygplats (Stockholm)

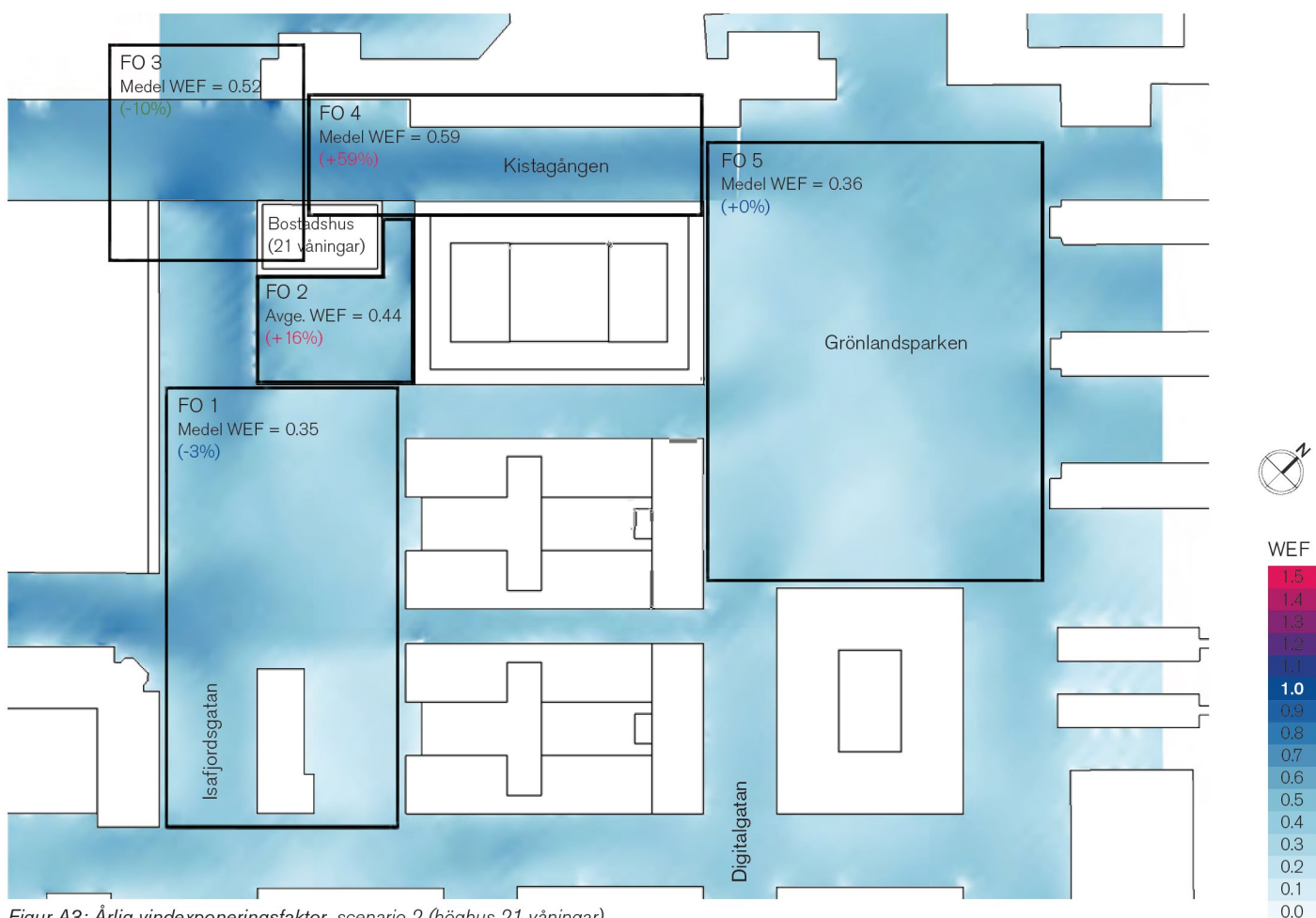
Medelvindhastighet (årlig) = 3.8 m/s



Figur A1: Vindhastighetsanalys baserat på vindriktning (vänster) och årlig vindhastighetsdistribuering (right).



Figur A2: Årlig vindexponeringsfaktor, scenario 1 (befintlig situation).



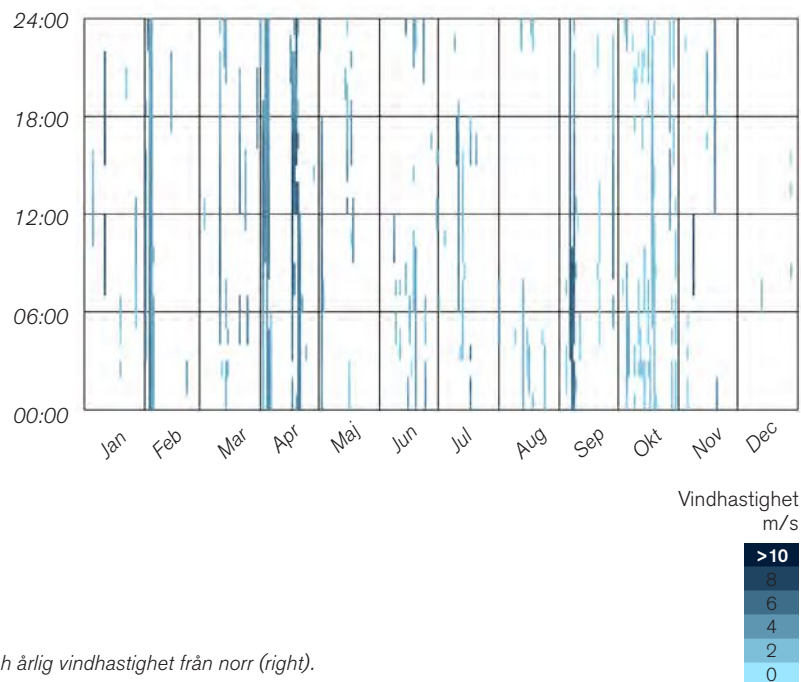
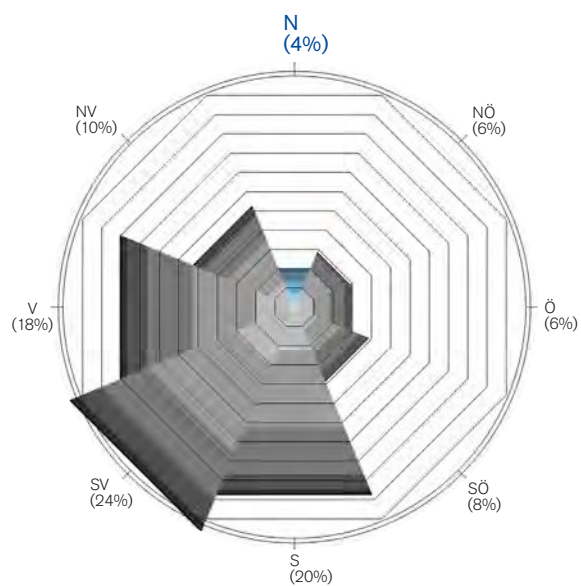
Figur A3: Årlig vindexponeringsfaktor, scenario 2 (höghus 21 våningar).

VINDEXPONERINGSFAKTOR (WEF)

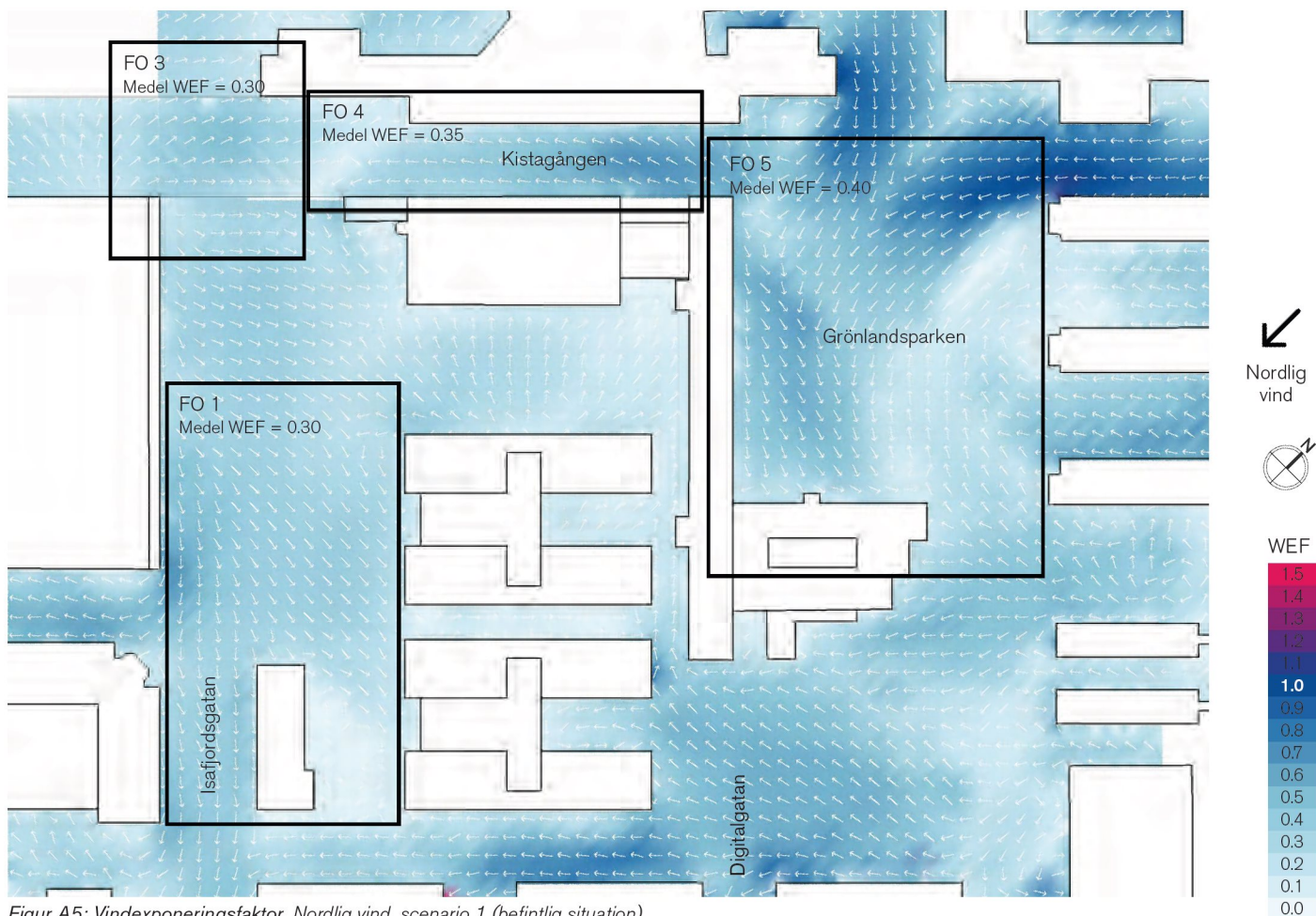
VIND FRÅN NORR

Väderdata: Bromma flygplats (Stockholm)

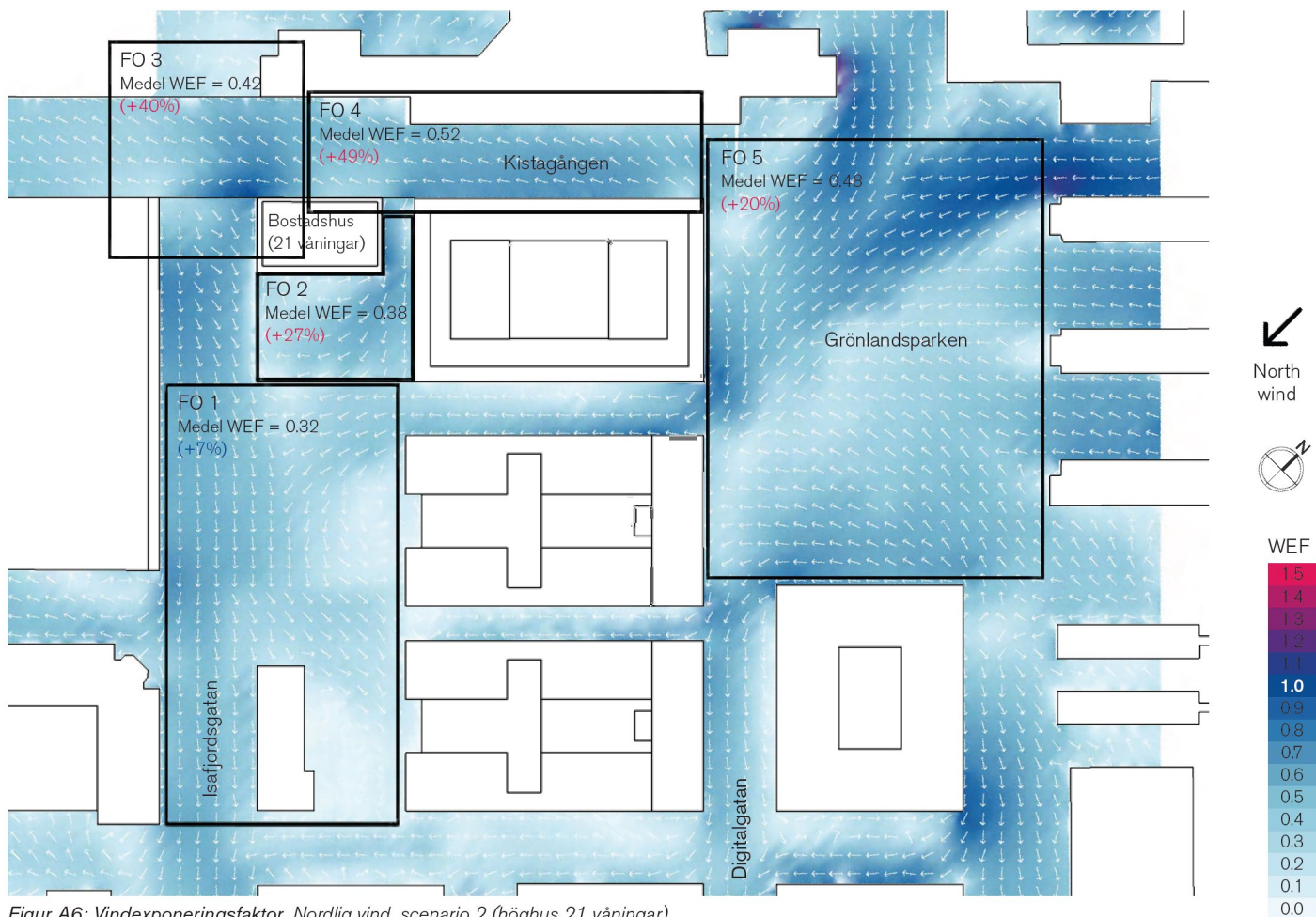
Medelvindhastighet (norr) = 3.4 m/s



Figur A4: Vindhastighetanalys baserat på vindriktning (vänster) och årlig vindhastighet från norr (right).

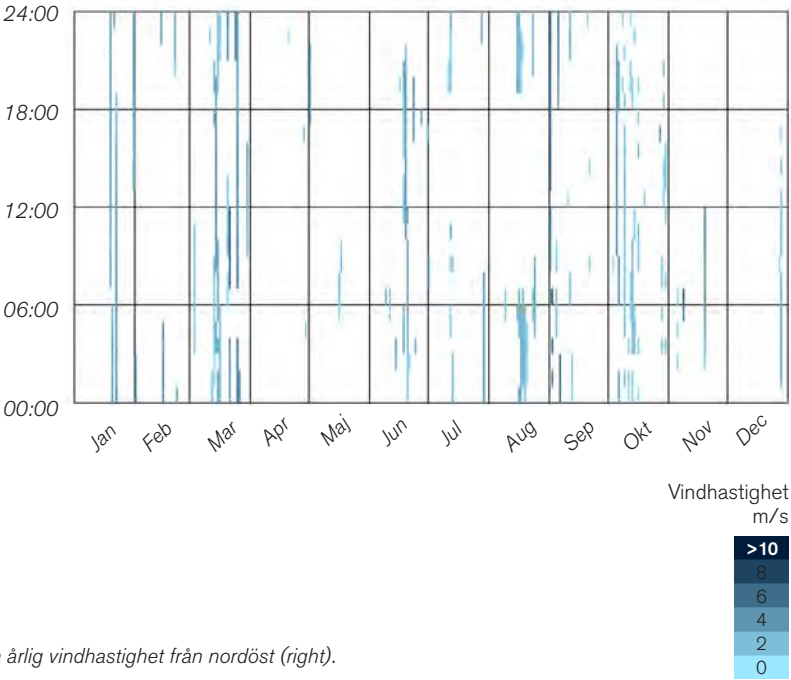
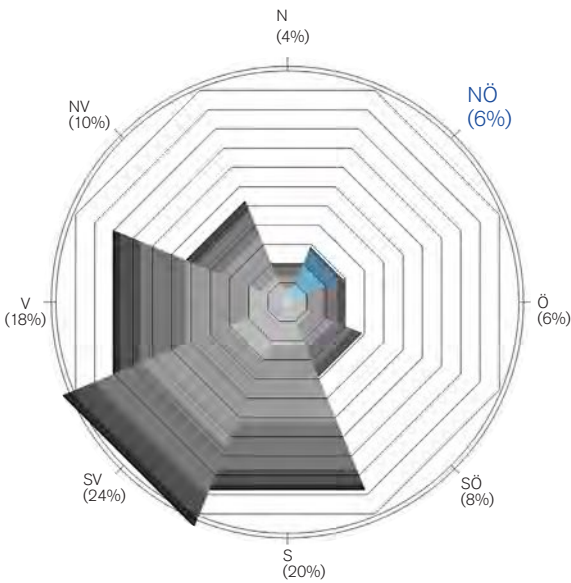


Figur A5: Vindexponeringsfaktor, Nordlig vind, scenario 1 (befintlig situation).

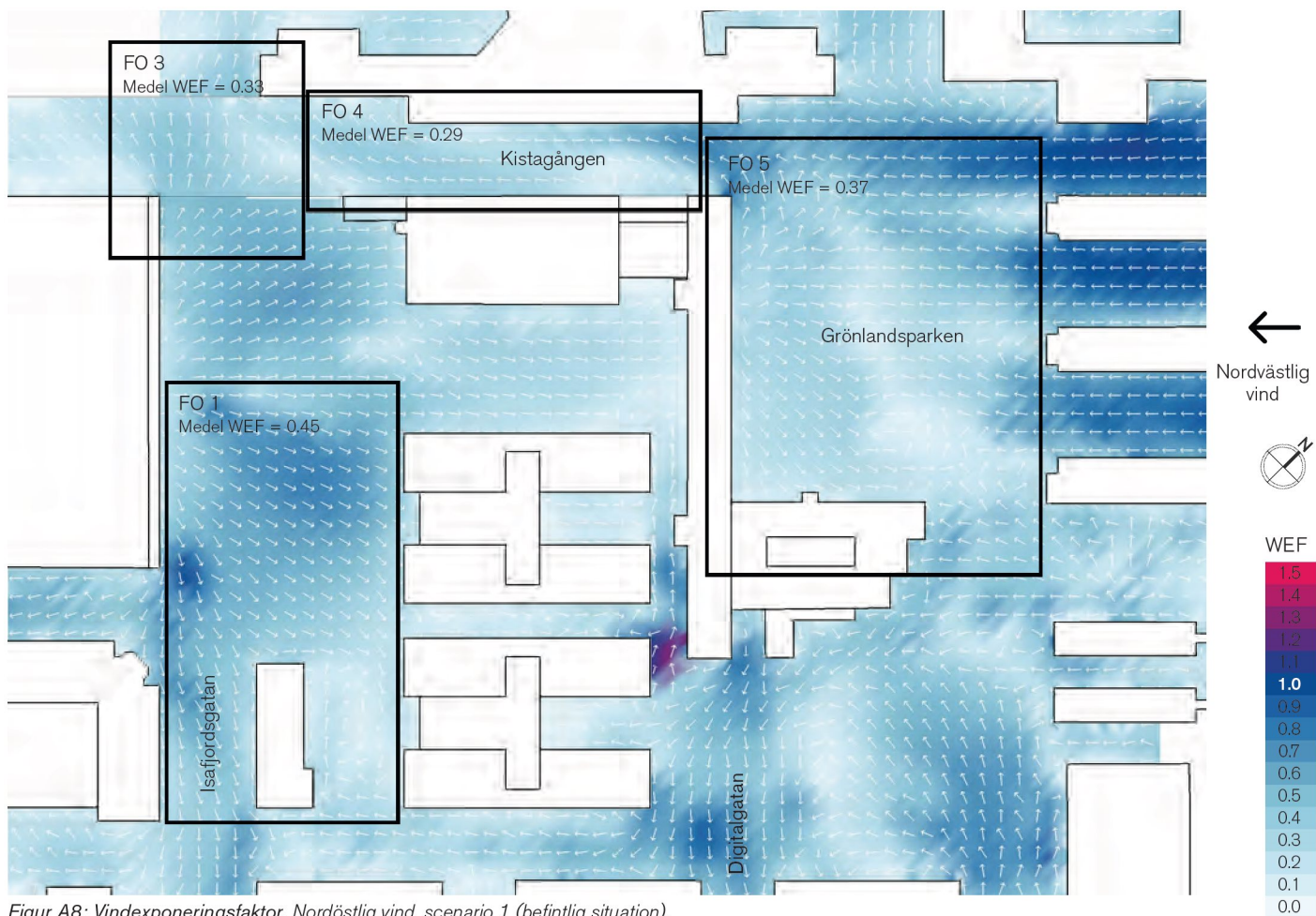


Figur A6: Vindexponeringsfaktor, Nordlig vind, scenario 2 (högshus 21 våningar).

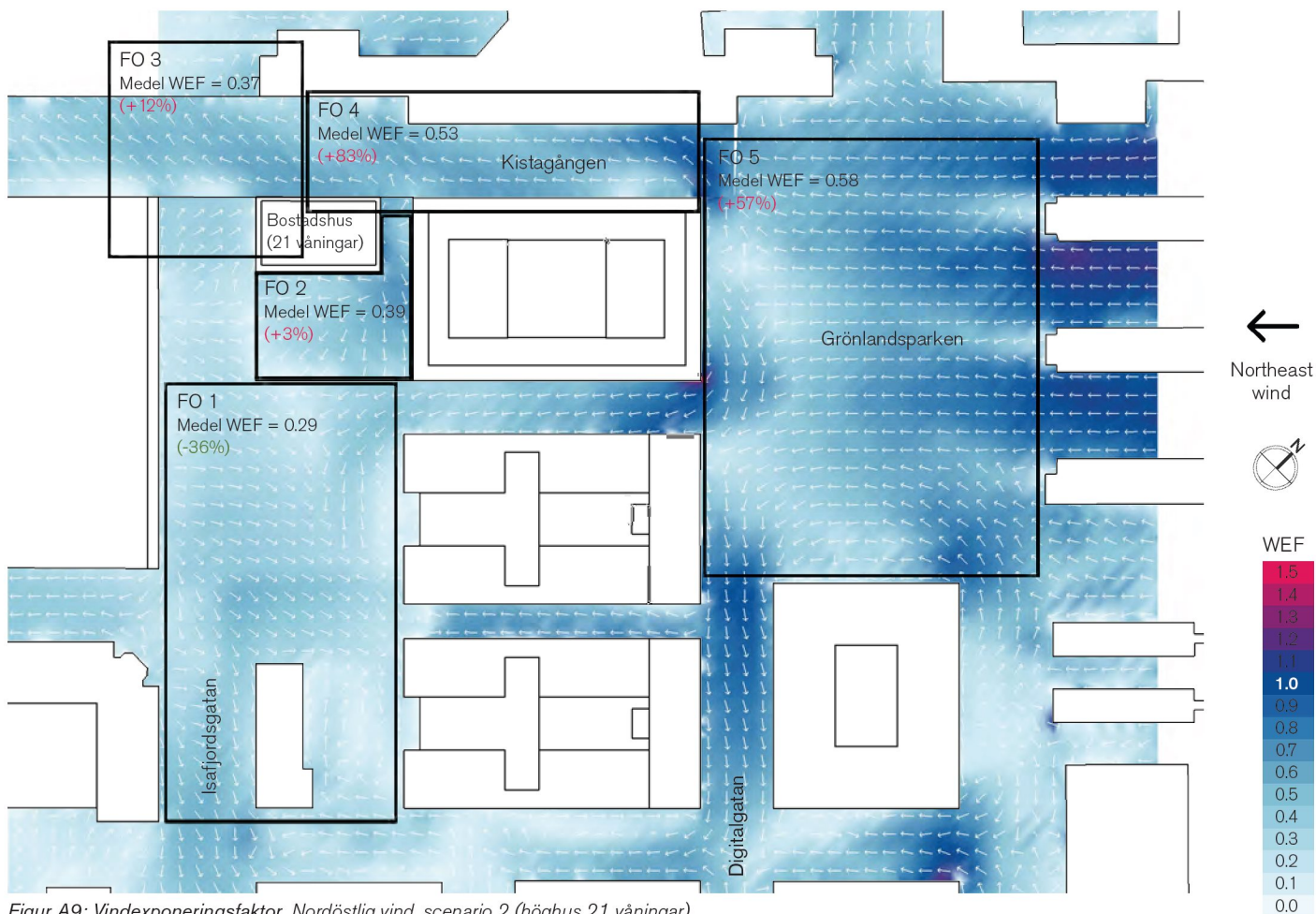
VINDEXPONERINGSFAKTOR (WEF)
VIND FRÅN NORDÖST
Väderdata: Bromma flygplats (Stockholm)
Medelvindhastighet (norr) = 2.6 m/s



Figur A7: Vindhastighetanalys baserat på vindriktning (vänster) och årlig vindhastighet från nordöst (right).



Figur A8: Vindexponeringsfaktor, Nordöstlig vind, scenario 1 (befintlig situation).



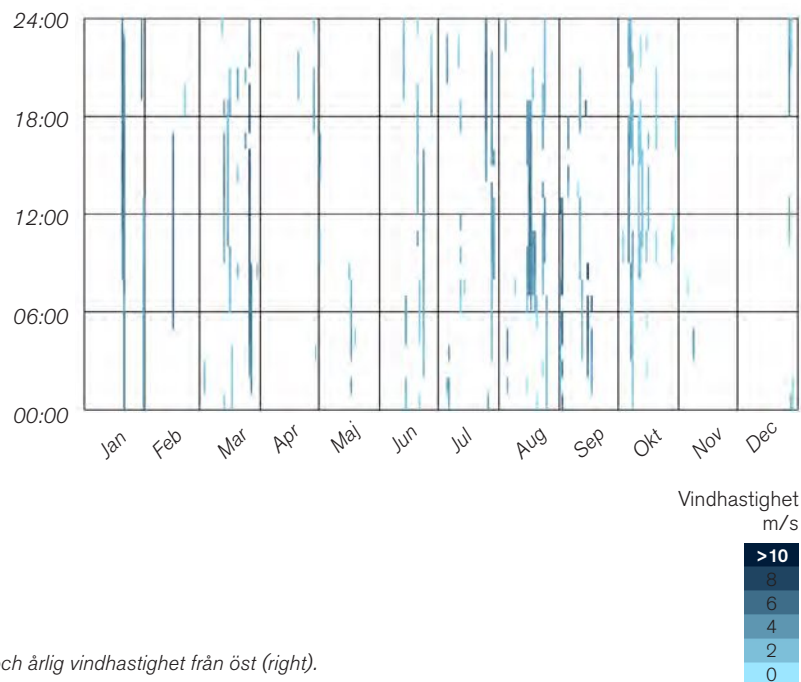
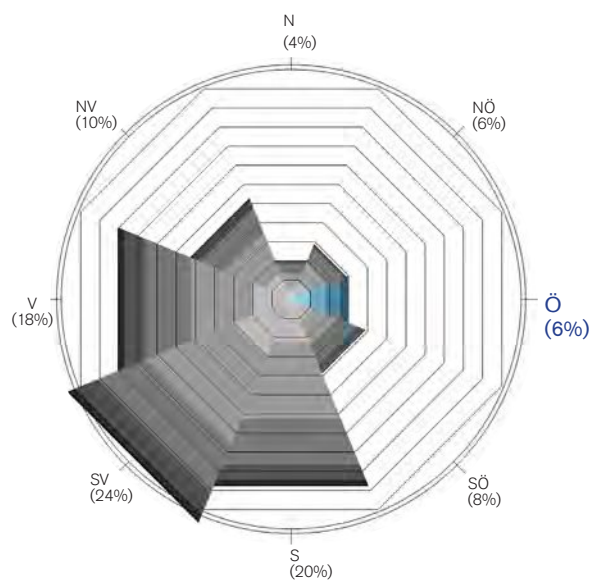
Figur A9: Vindexponeringsfaktor, Nordöstlig vind, scenario 2 (höghus 21 våningar).

VINDEXPONERINGSFAKTOR (WEF)

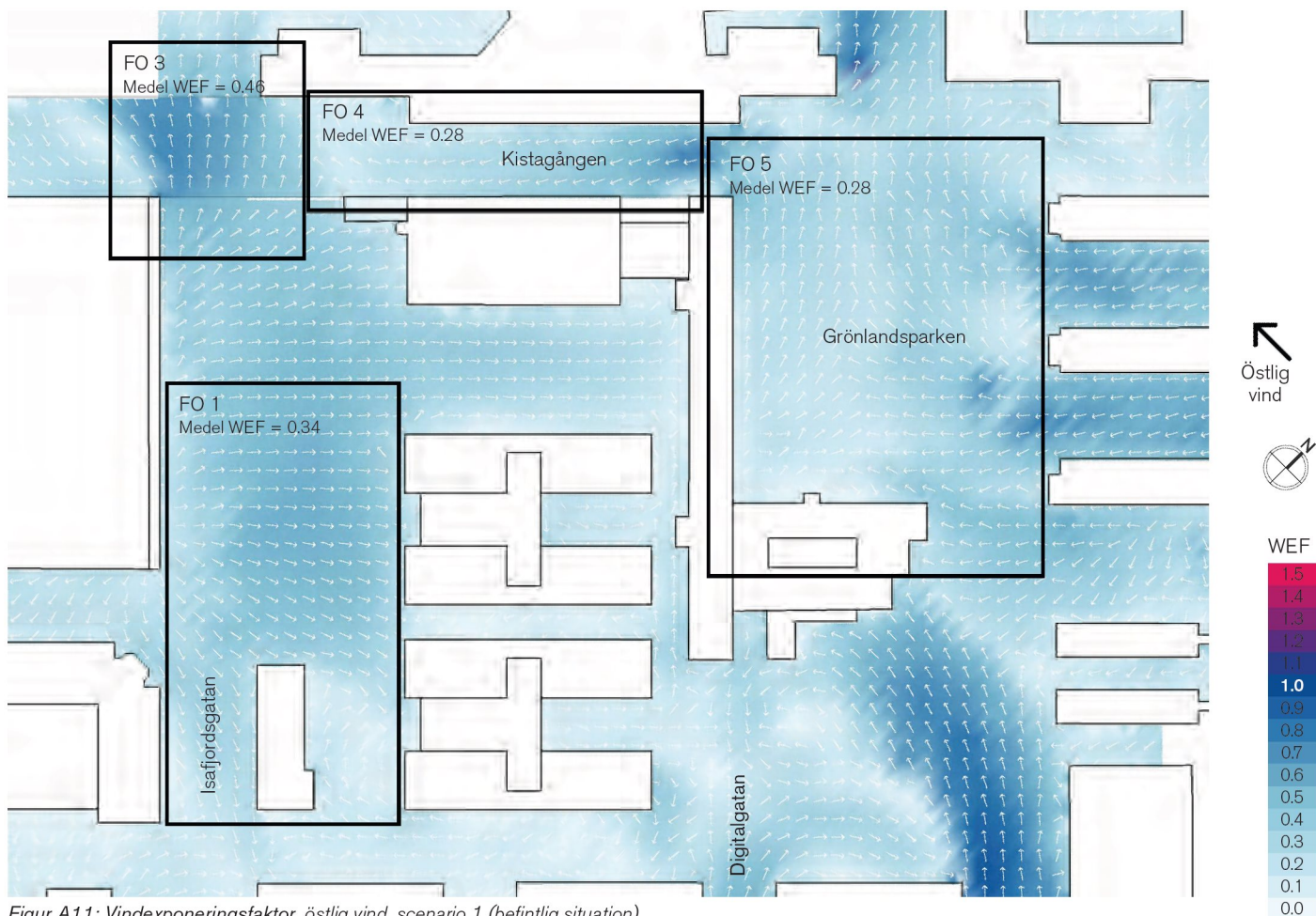
VIND FRÅN ÖST

Väderdata: Bromma flygplats (Stockholm)

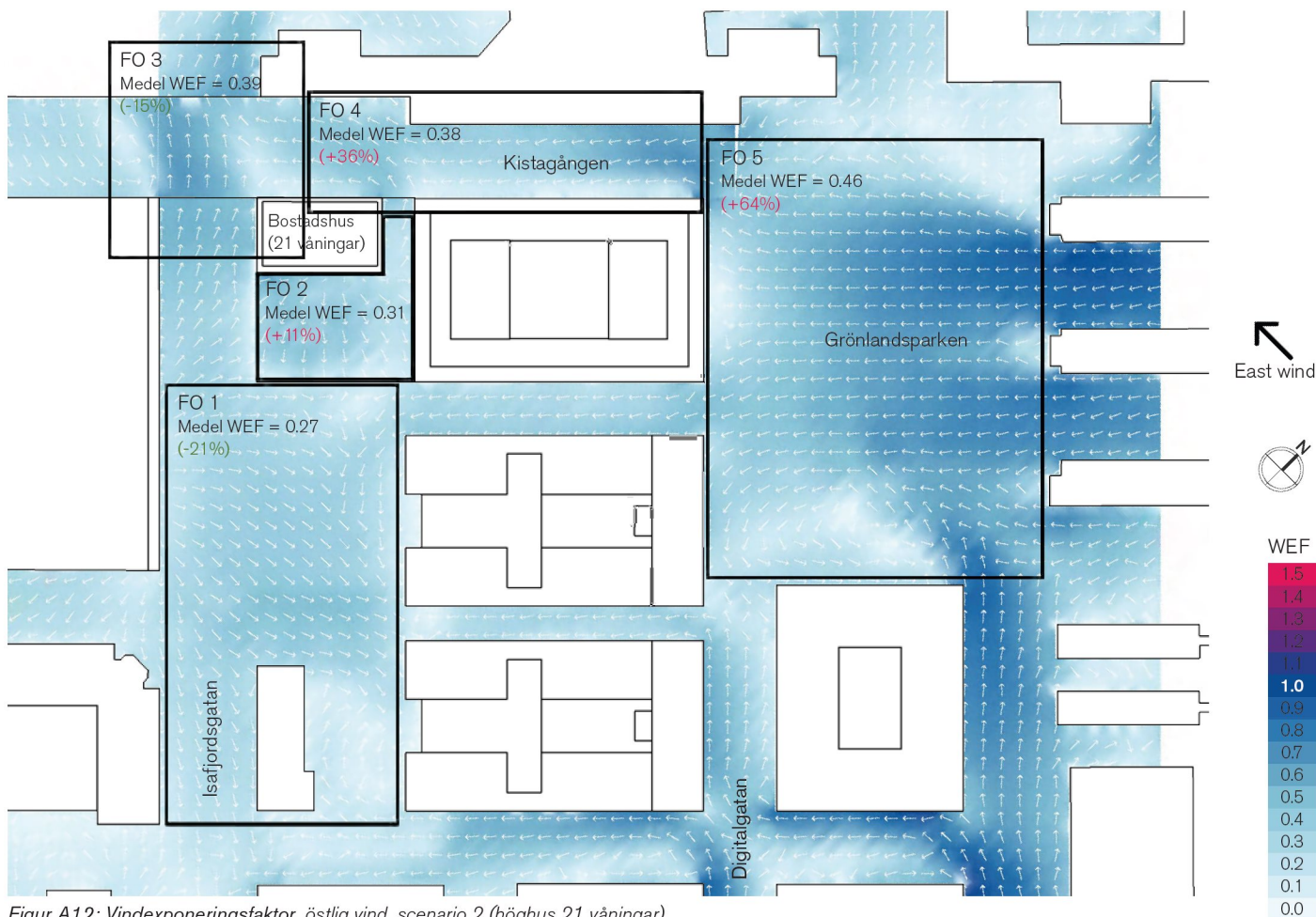
Medelvindhastighet (norr) = 3.2 m/s



Figur A10: Vindhastighetsanalys baserat på vindriktning (vänster) och årlig vindhastighet från öst (right).



Figur A11: Vindexponeringsfaktor, östlig vind, scenario 1 (befintlig situation).



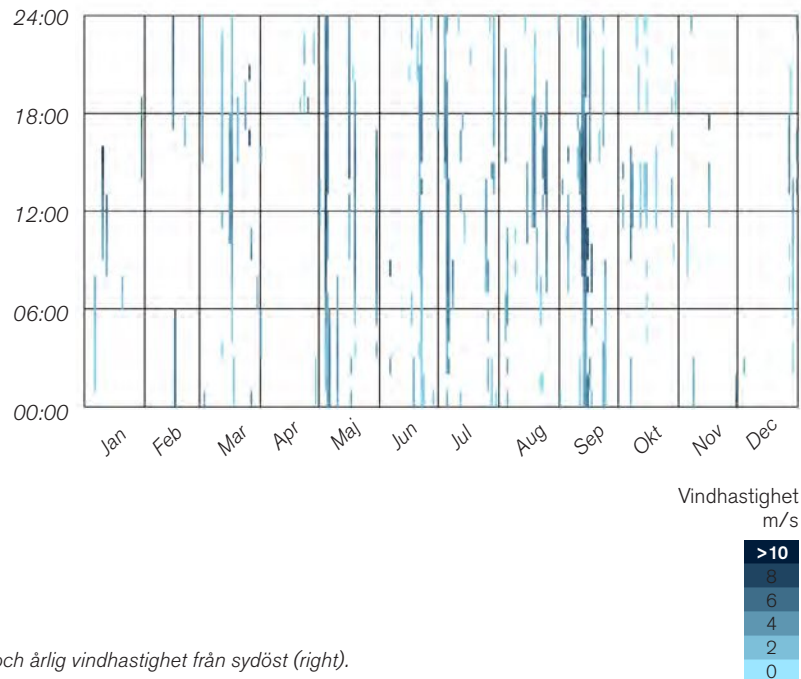
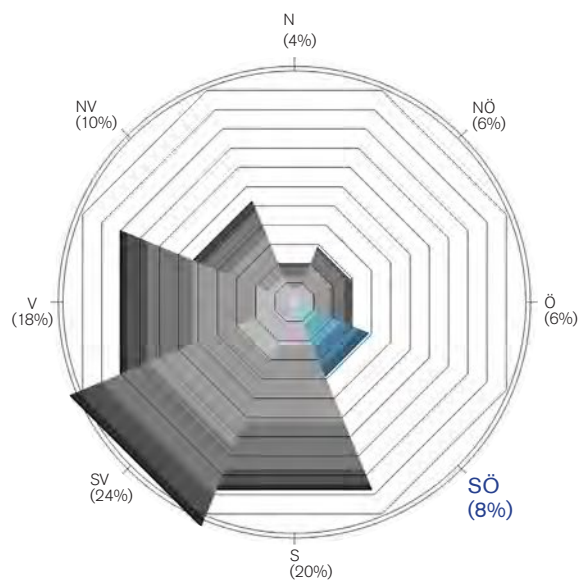
Figur A12: Vindexponeringsfaktor, östlig vind, scenario 2 (högshus 21 våningar).

VINDEXPONERINGSFAKTOR (WEF)

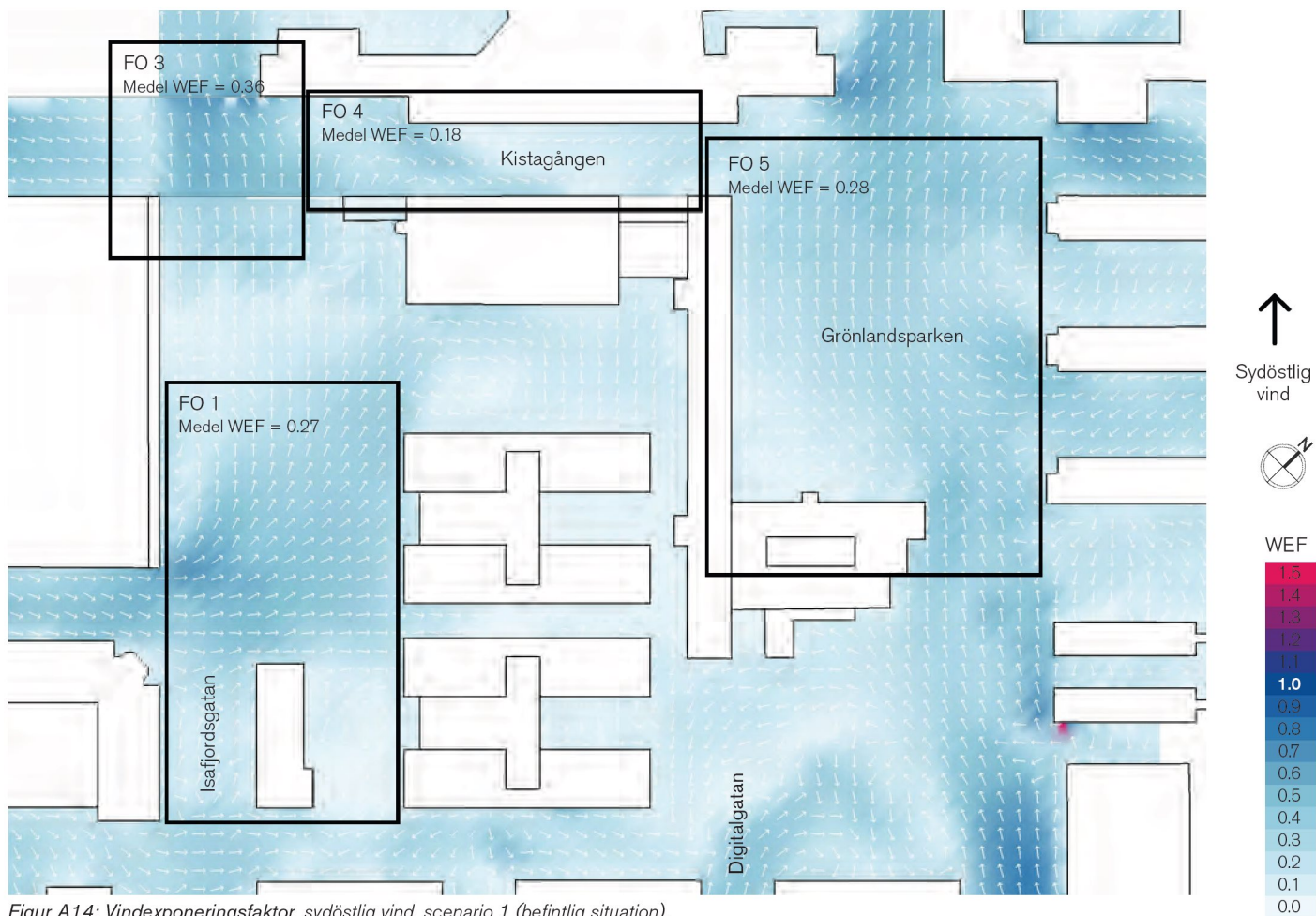
VIND FRÅN SYDÖST

Väderdata: Bromma flygplats (Stockholm)

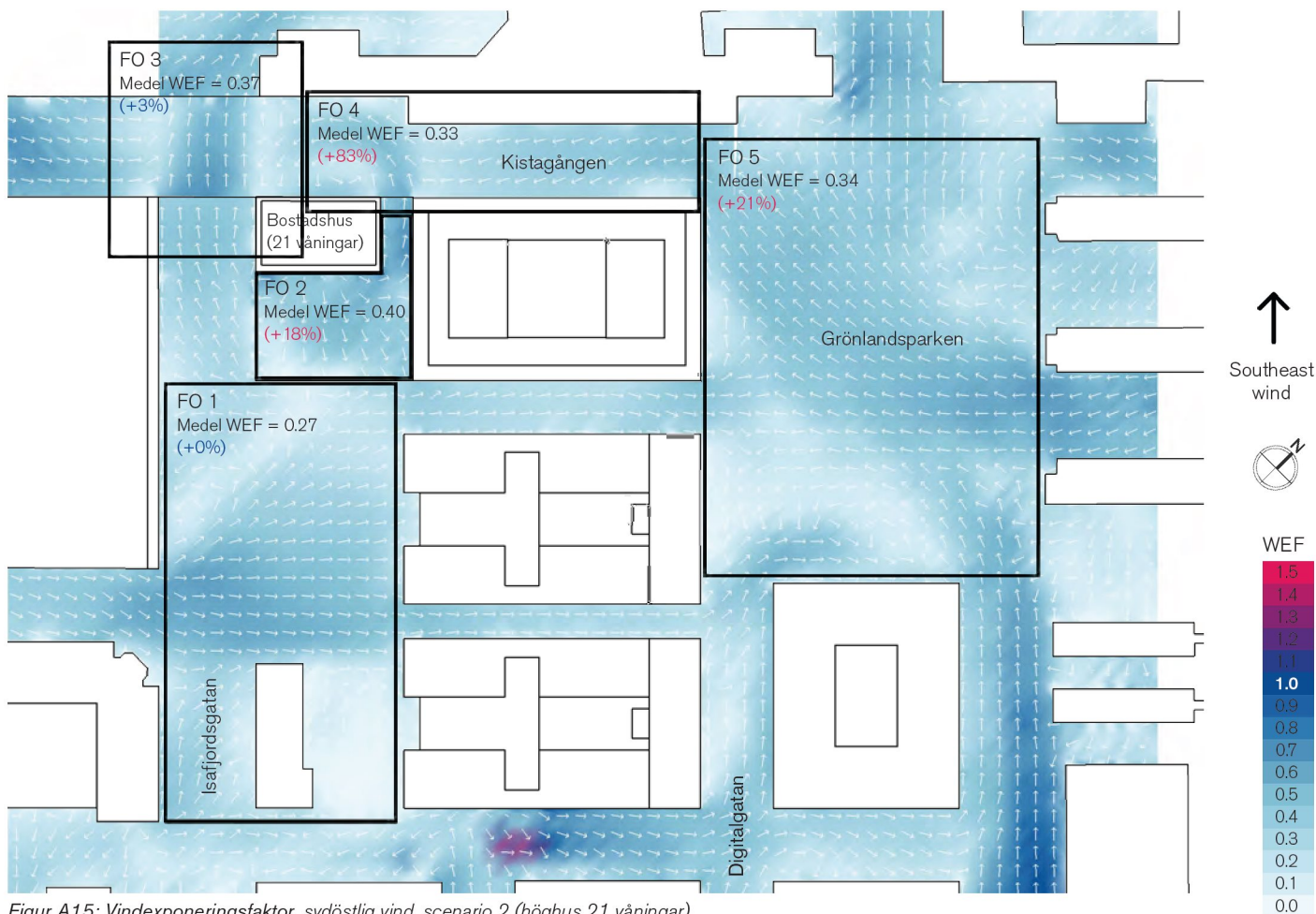
Medelvindhastighet (norr) = 3.3 m/s



Figur A13: Vindhastighetsanalys baserat på vindriktning (vänster) och årlig vindhastighet från sydöst (right).



Figur A14: Vindexponeringsfaktor, sydöstlig vind, scenario 1 (befintlig situation).



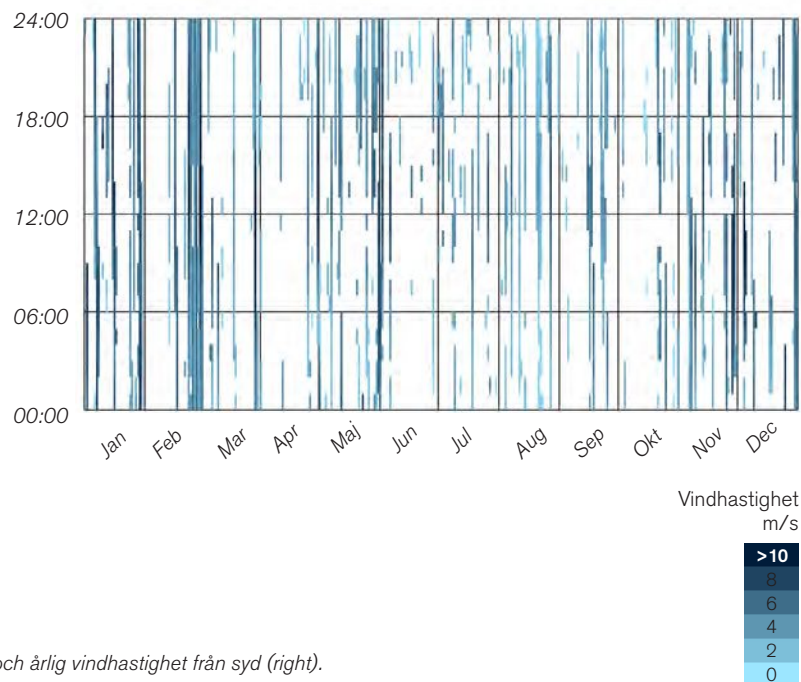
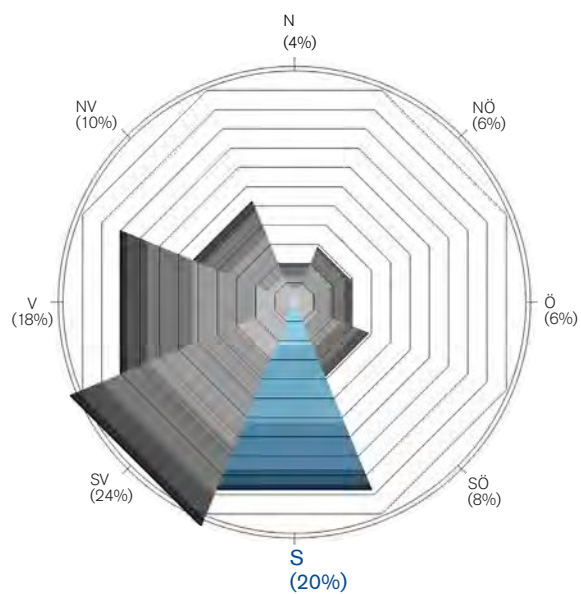
Figur A15: Vindexponeringsfaktor, sydöstlig vind, scenario 2 (höghus 21 våningar).

VINDEXPONERINGSFAKTOR (WEF)

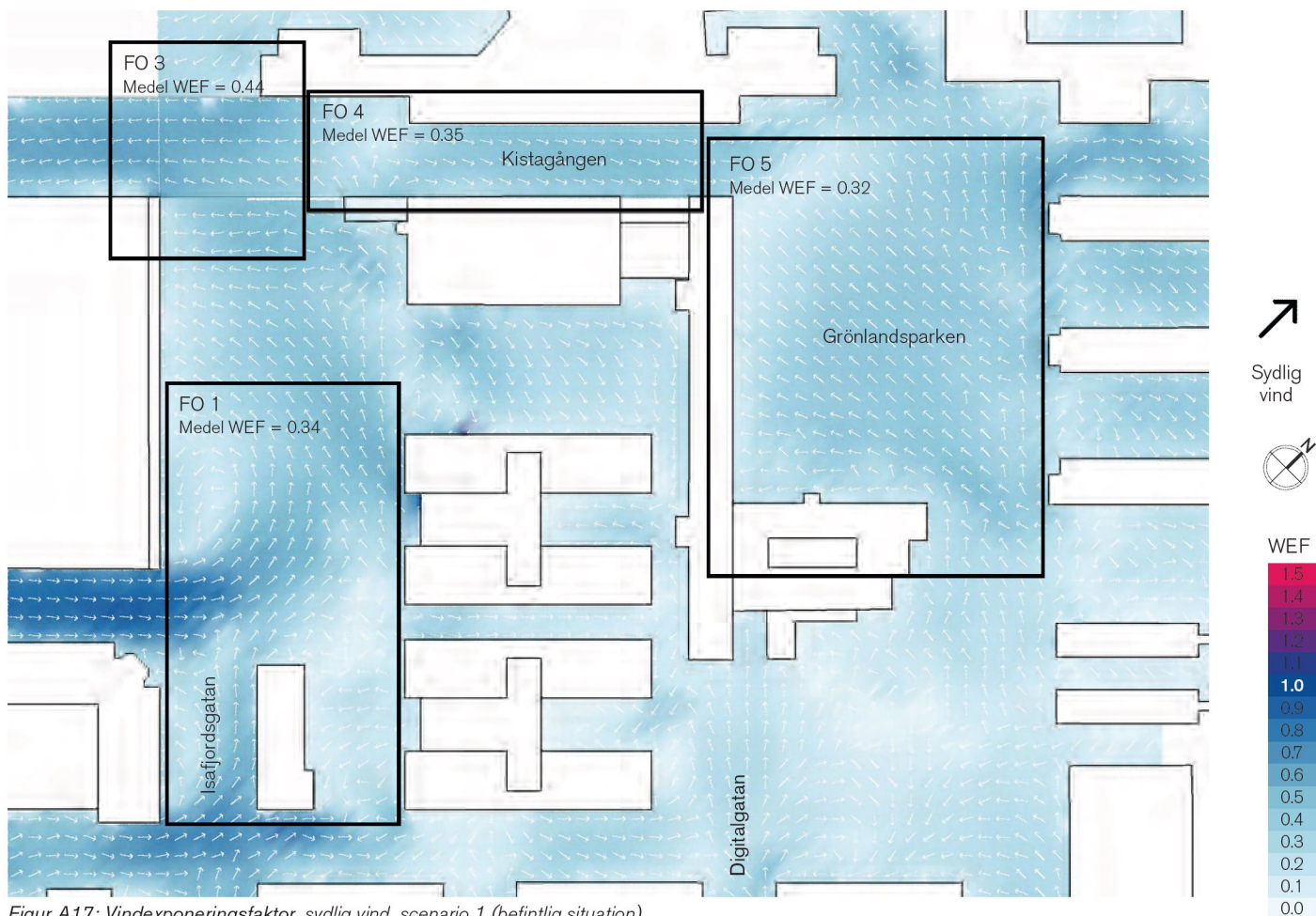
VIND FRÅN SYD

Väderdata: Bromma flygplats (Stockholm)

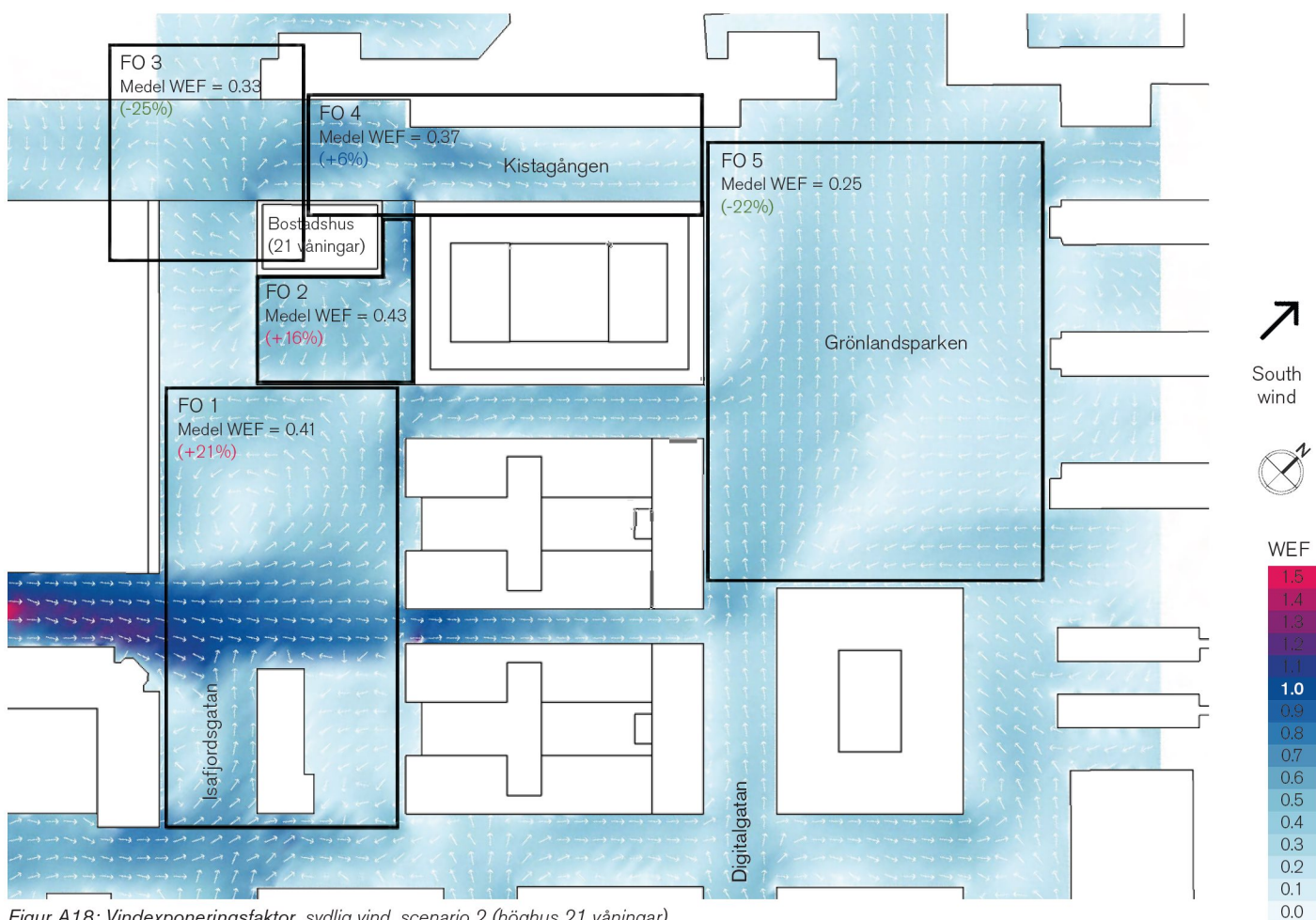
Medelvindhastighet (norr) = 4.5 m/s



Figur A16: Vindhastighetsanalys baserat på vindriktning (vänster) och årlig vindhastighet från syd (right).



Figur A17: Vindexponeringsfaktor, sydlig vind, scenario 1 (befintlig situation).



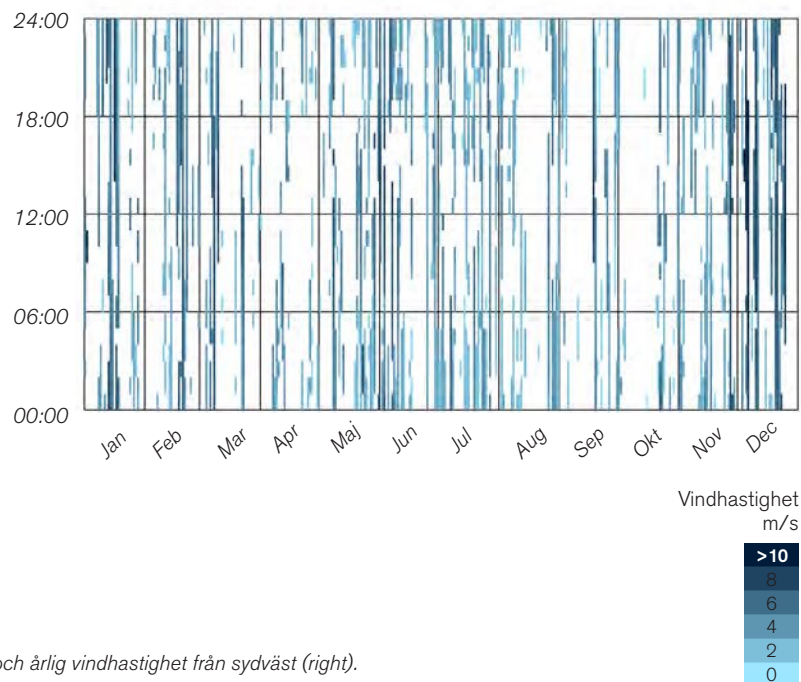
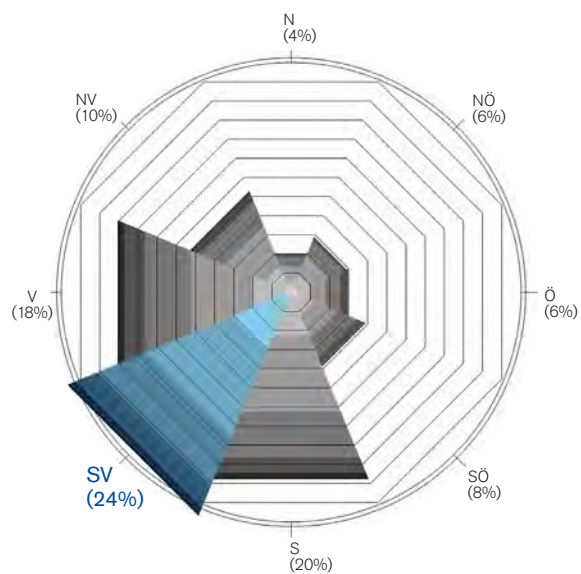
Figur A18: Vindexponeringsfaktor, sydlig vind, scenario 2 (högshus 21 våningar).

VINDEXPONERINGSFAKTOR (WEF)

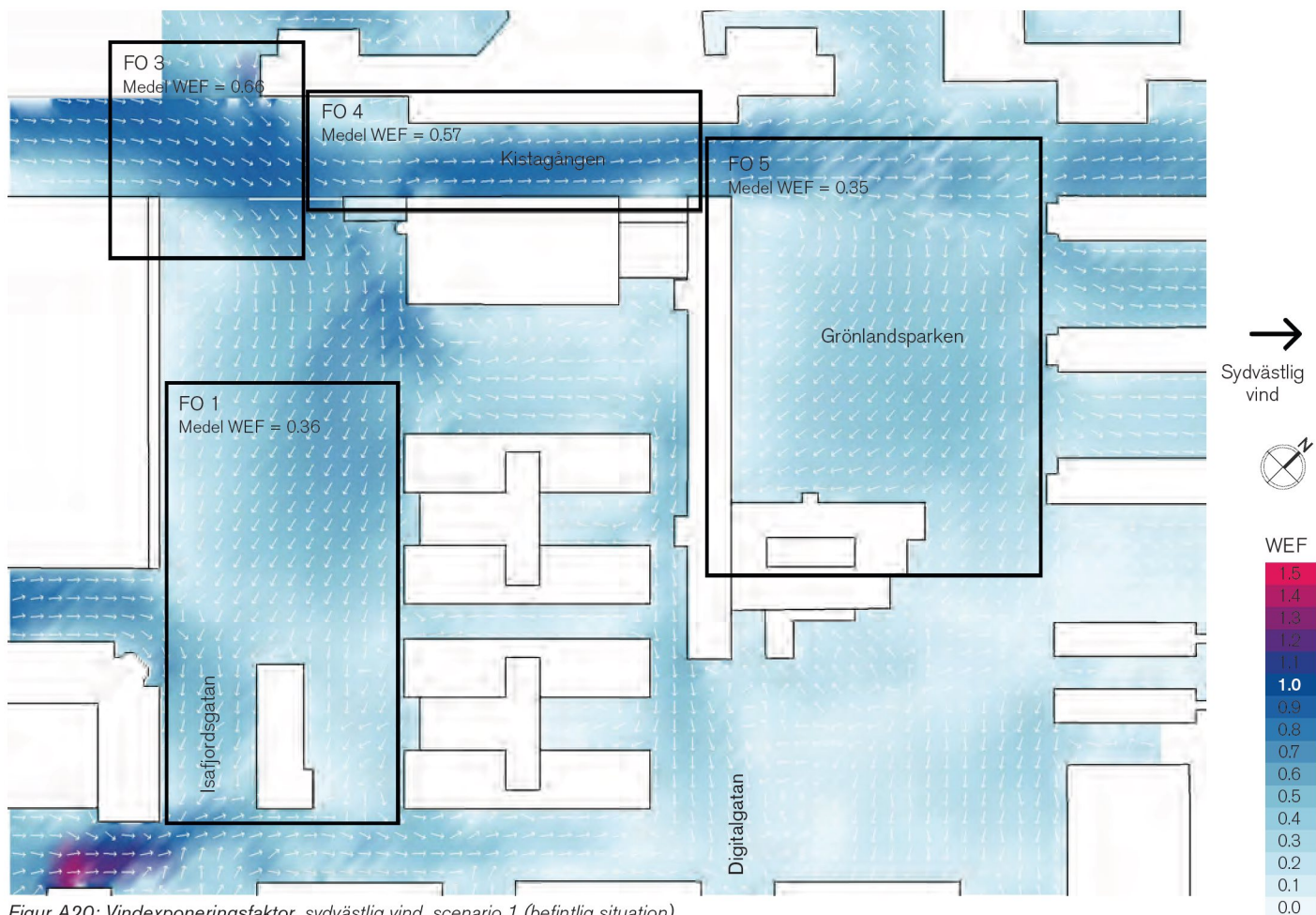
VIND FRÅN SYDVÄST

Väderdata: Bromma flygplats (Stockholm)

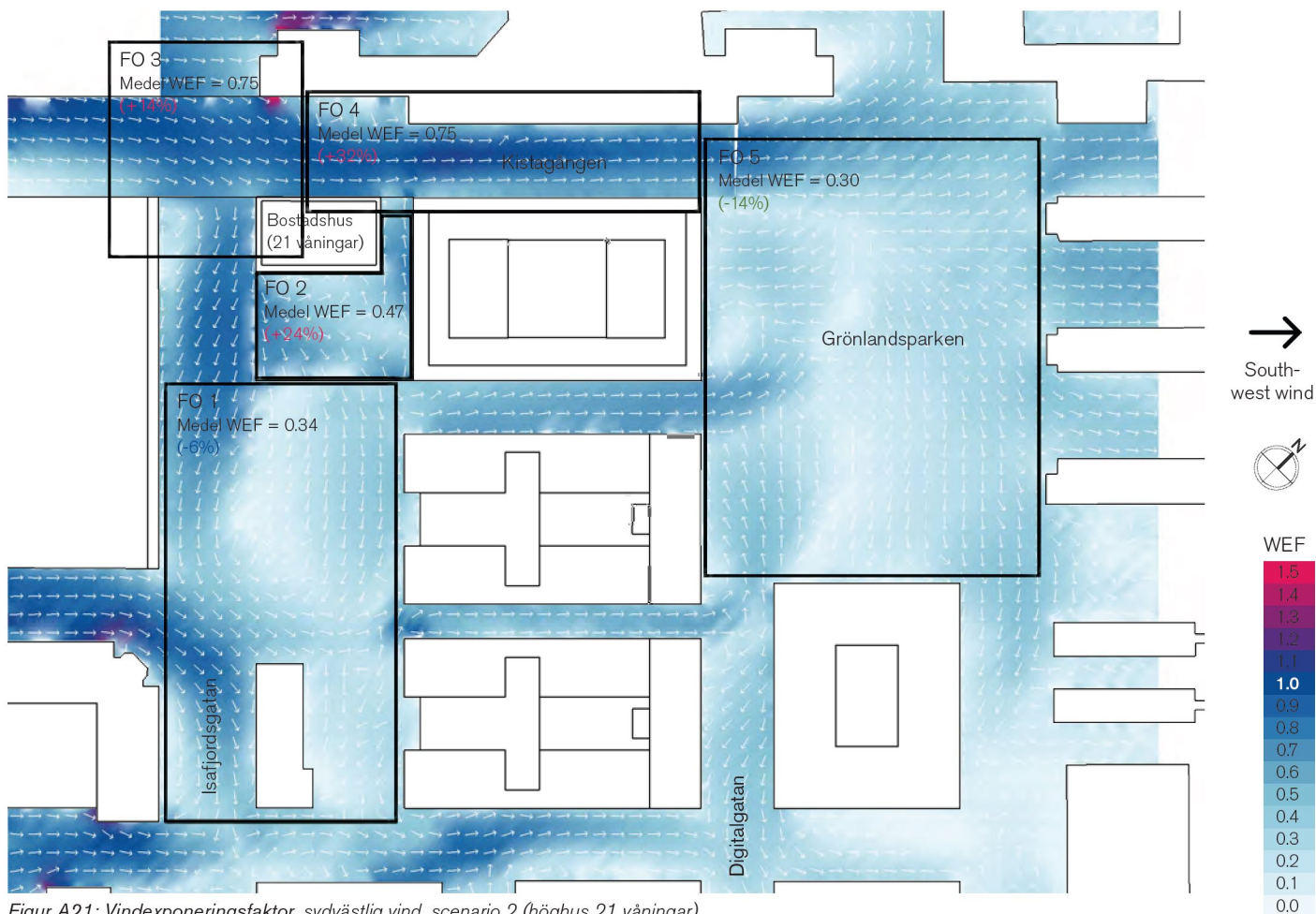
Medelvindhastighet (norr) = 4.1 m/s



Figur A19: Vindhastighetsanalys baserat på vindriktning (vänster) och årlig vindhastighet från sydväst (right).

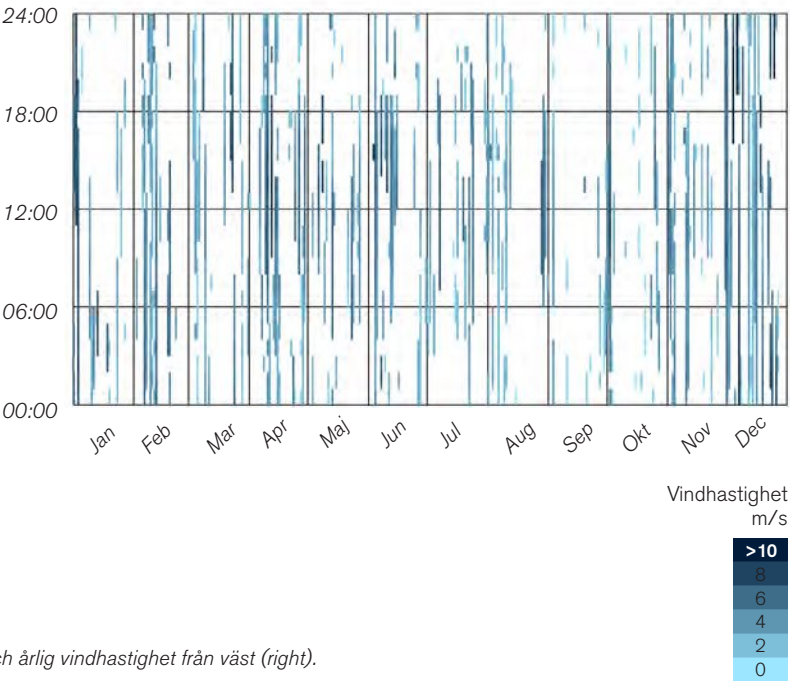
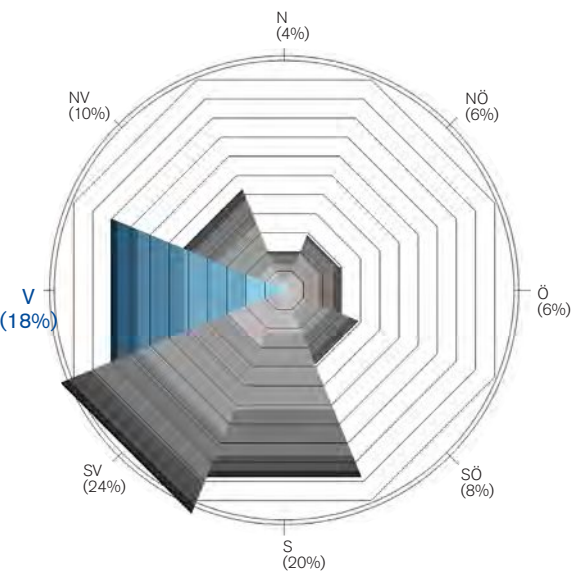


Figur A20: Vindexponeringsfaktor, sydvästlig vind, scenario 1 (befintlig situation).

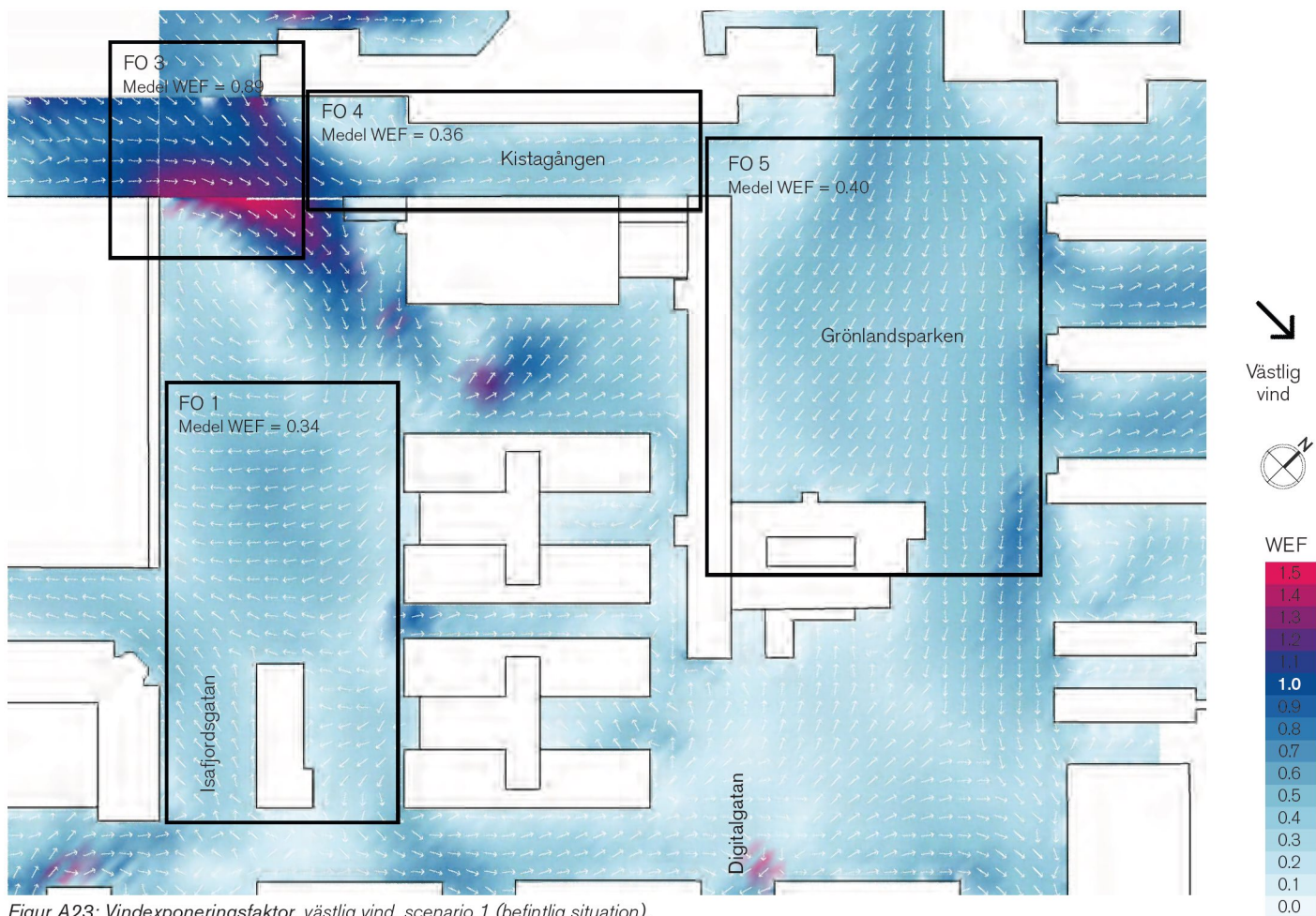


Figur A21: Vindexponeringsfaktor, sydvästlig vind, scenario 2 (höghus 21 våningar).

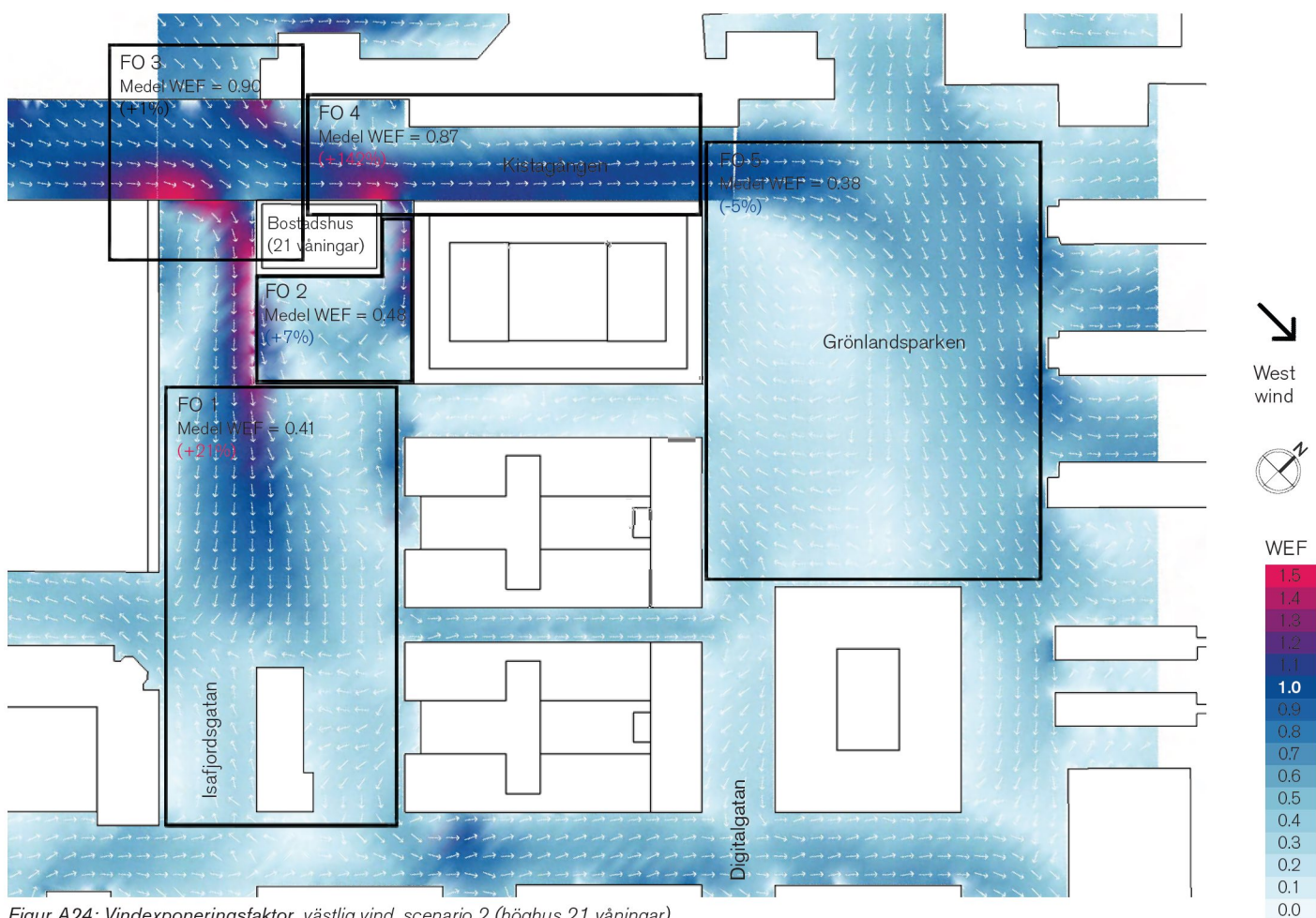
VINDEXPONERINGSFAKTOR (WEF)
VIND FRÅN VÄST
Väderdata: Bromma flygplats (Stockholm)
Medelvindhastighet (norr) = 4.0 m/s



Figur A22: Vindhastighetanalys baserat på vindriktning (vänster) och årlig vindhastighet från väst (right).

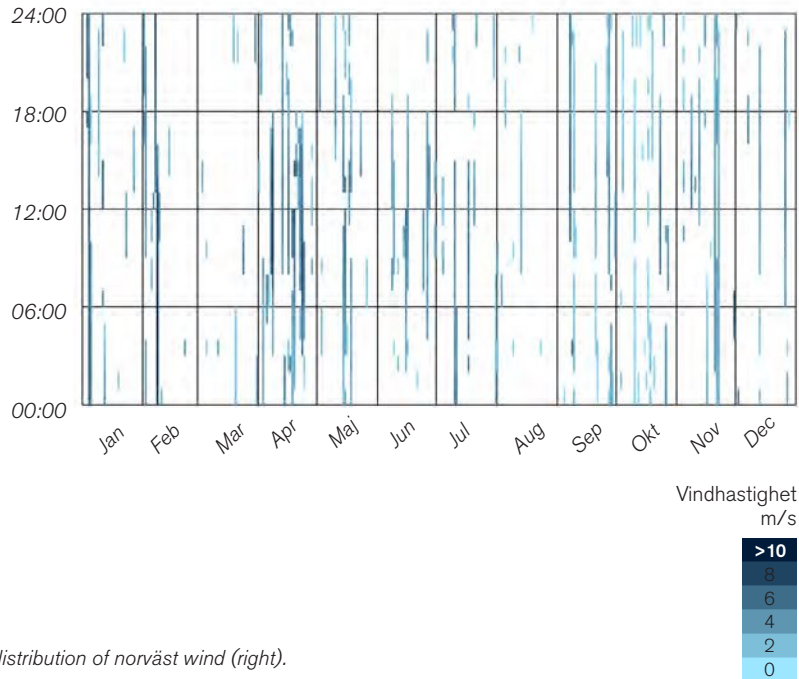
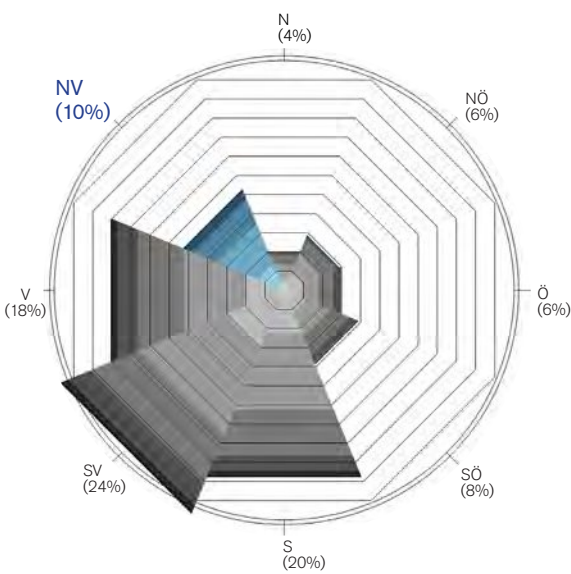


Figur A23: Vindexponeringsfaktor, västlig vind, scenario 1 (befintlig situation).

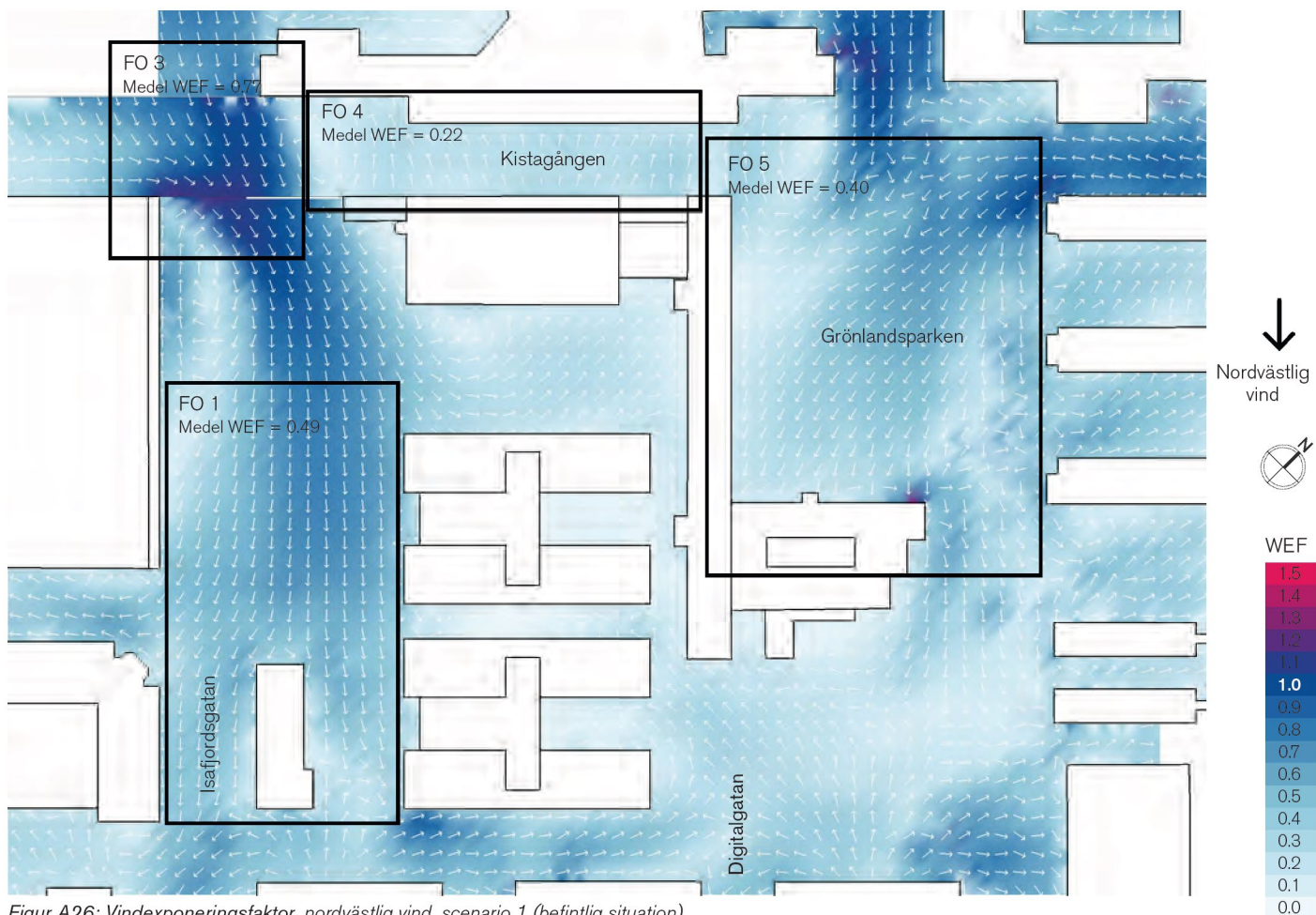


Figur A24: Vindexponeringsfaktor, västlig vind, scenario 2 (höghus 21 våningar).

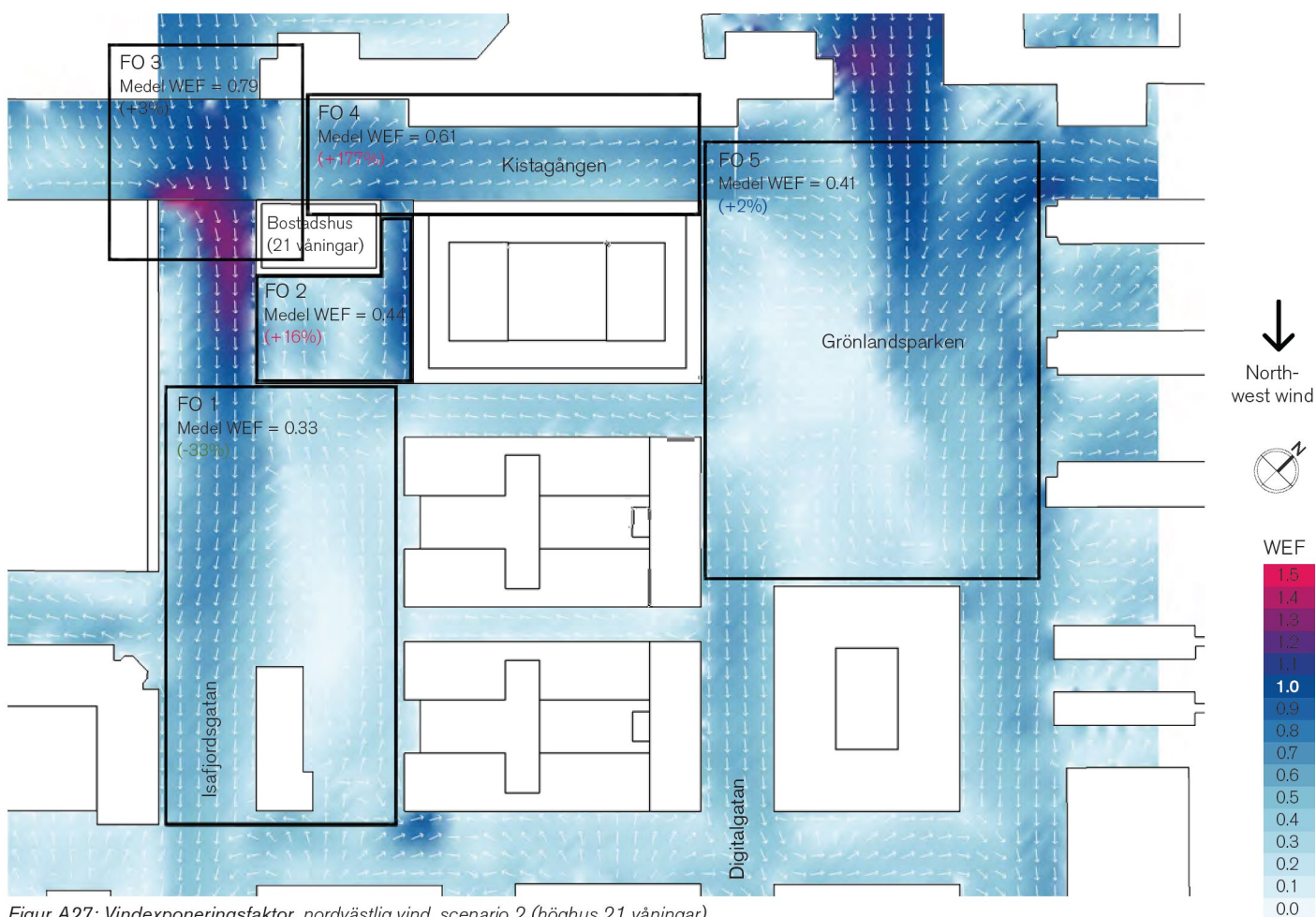
VINDEXPONERINGSFAKTOR (WEF)
VIND FRÅN NORDVÄST
Väderdata: Bromma flygplats (Stockholm)
Medelvindhastighet (norr) = 3.4 m/s



Figur A25: Wind speed analysis by wind direction (left) and annual distribution of norväst wind (right).



Figur A26: Vindexponeringsfaktor, nordvästlig vind, scenario 1 (befintlig situation).



Figur A27: Vindexponeringsfaktor, nordvästlig vind, scenario 2 (högshus 21 våningar).

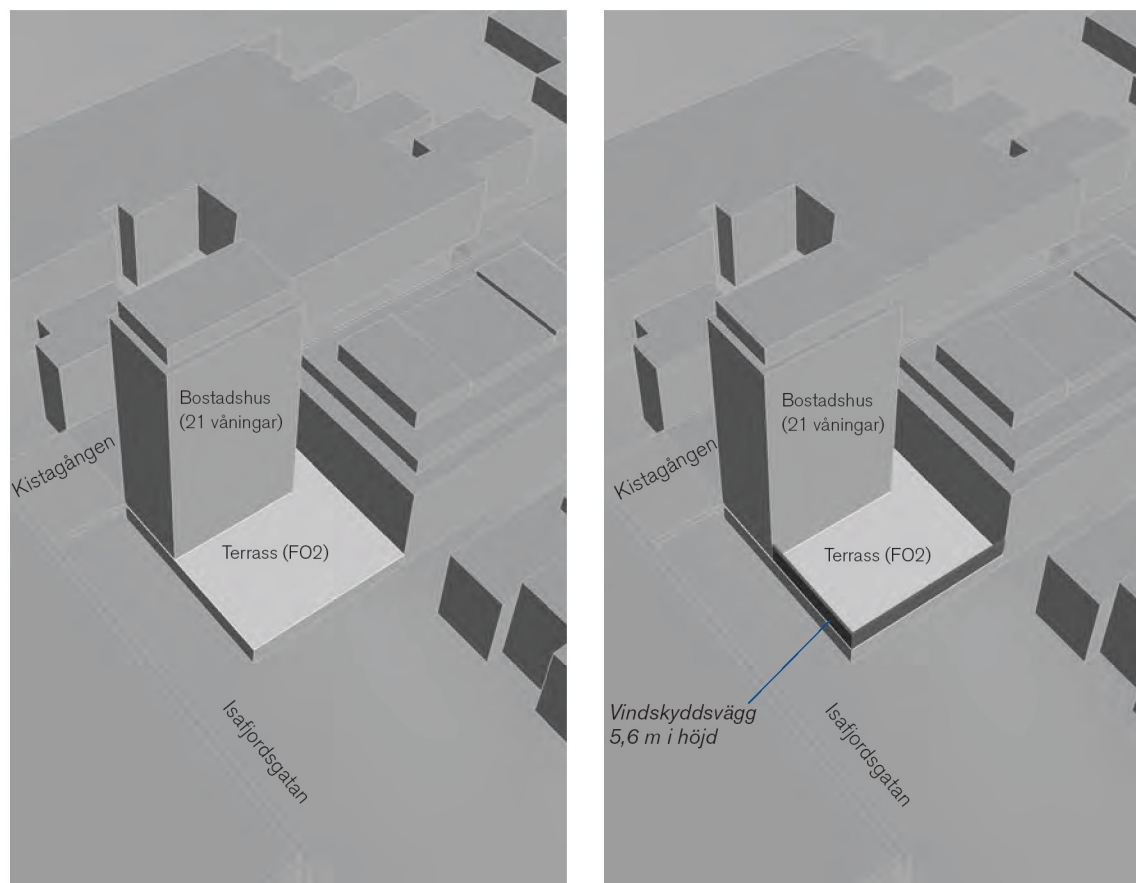
BILAGA B: VINDSKYDDSVÄGG PÅ TERASSEN

En jämförande studie har genomförts för att undersöka effektiviteten av en vindskyddsvägg som lokaliserats på det sydvästra och sydöstra hörnet av takterassen intill det 21 våningar höga bostadshuset (se Figur B1). Vindskyddsväggens höjd uppgår till 5,6 meter. Två scenarion jämfördes - ett med och ett utan vindskyddsväggen, utifrån följande parametrar: vindexponeringsfaktor (VEF) och en kategorisering utifrån vindkomfort. Metoden är identisk med den som använts i resterande delar av denna studie.

Tabell B1 och Figur B2 visar resultaten av kategoriseringen enligt de fyra nivåer som finns för vindkomfort: längre uppehåll (blå), kortare uppehåll (grön), gång- och cykelvägar (gul) och obehaglig vind (röd).

Resultaten visar att vindskyddsväggen är väldigt effektiv vad gäller att reducera vindhastigheten på terassen. Den ökar den totala ytan av terassen som är lämplig för längre uppehåll (blå) från 12% till 93%.

Tabell 2 och bilder B3-B11 visar de detaljerade resultaten av vindexponeringsfaktorn för båda scenarion och respektive av de åtta simulerade vindriktningarna. VEF tillåter en kvantifiering av den nivå som vindskyddet behöver ha vid en viss punkt och för en given vindriktning. Terrassens årliga medel-VEF reduceras med 59% tack vare vindskyddsväggen. Det innebär att medelvindhastigheten blir 59 % långsammare. Den procentuella minskningen av medel-VEF för de undersökta vindriktningarna ligger mellan 34% och 68%.



Figur B1: Situationsplan: bostadshuset med 21 våningar utan vindskydd (vänster) och med vindskydd (höger).

Tabell B1: Kategorisering av ytor baserat på deras komfortnivåer på terrassen

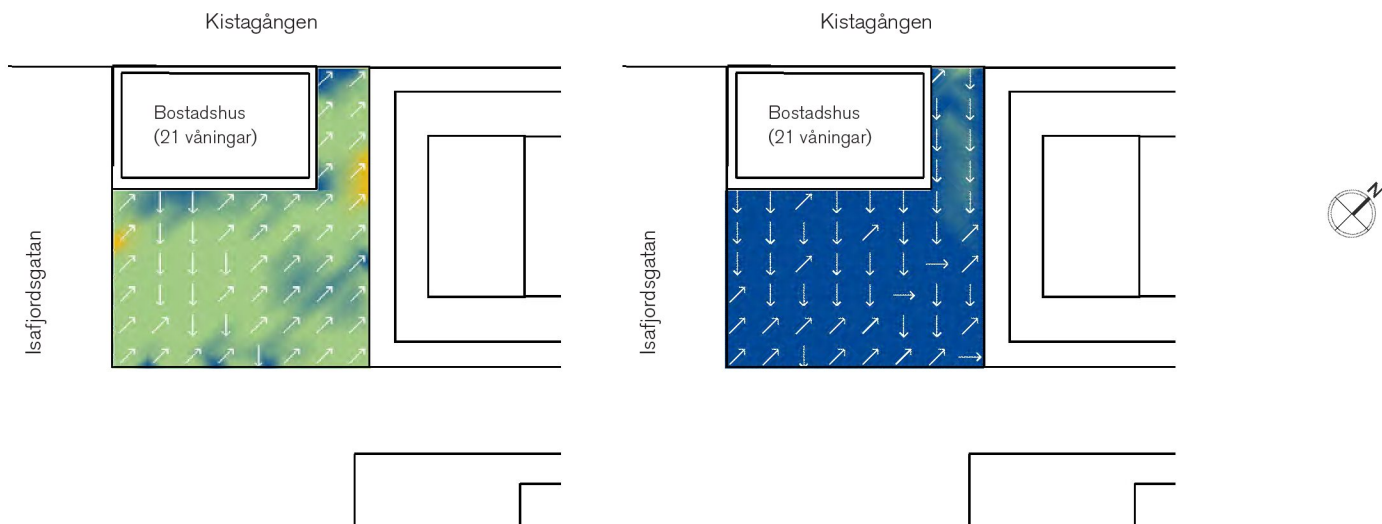
	Längre uppehåll ⁽¹⁾	Kortare uppehåll ⁽²⁾	Gång (och cykelvägar) ⁽³⁾	Obekväm vind ⁽⁴⁾
Utan vindsydd	12%	85%	2%	0%
Med vindsydd	93%	7%	0%	0%

(1) Ytor lämpade för längre uppehåll. Årlig medelvindhastighet 0-1,5 m/s.

(2) Ytor lämpade för kortare uppehåll. Årlig medelvindhastighet 1,5-3 m/s.

(3) Ytor lämpade för gång- och cykelvägar. Årlig medelvindhastighet 3-5 m/s.

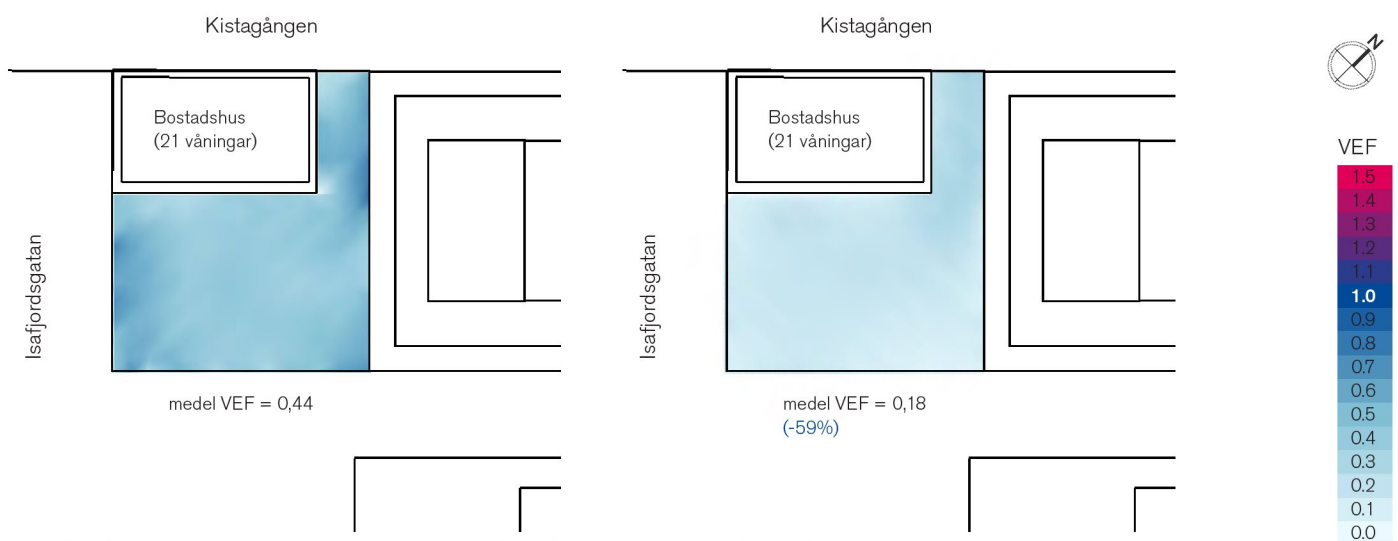
(4) Ytor olämpliga för all sorts aktivitet. Årlig medelvindhastighet >5 m/s.



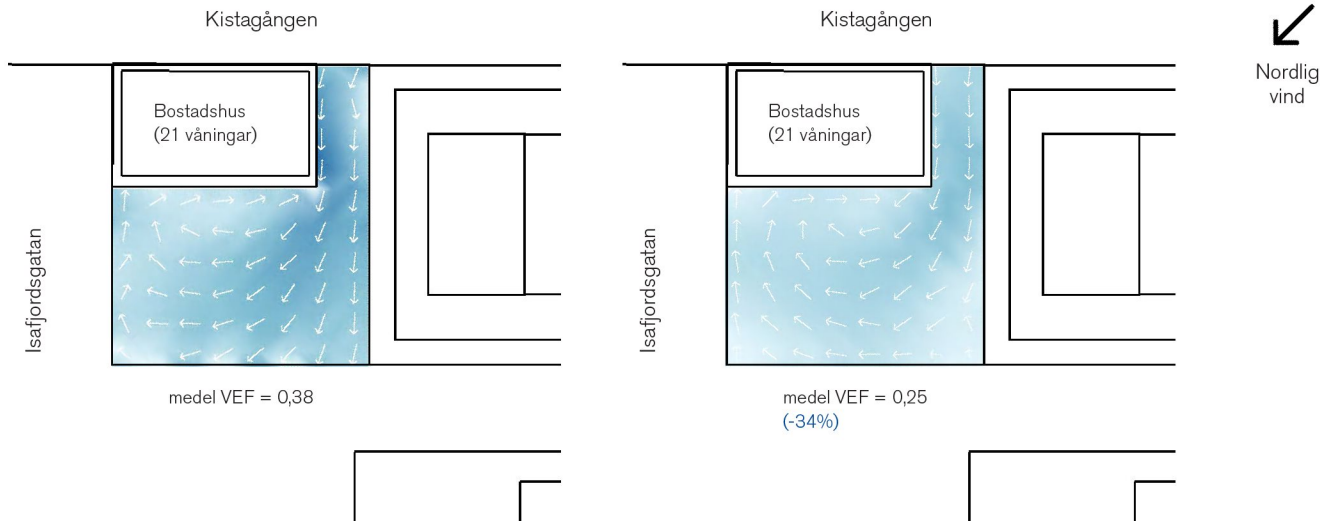
Figur B2: Kategorisering av ytor baserat på deras komfortnivåer (blå, längre uppehåll; grön, kortare uppehåll; gul, gång- och cykelvägar och röd alltid obekväm vind), med vindsydd (höger) och utan vindsydd (vänster). Pilar indikerar dominerande vindriktning.

Tabell B2: Sammanfattning av vindexponeringsfaktor årlig och enligt vindriktning.

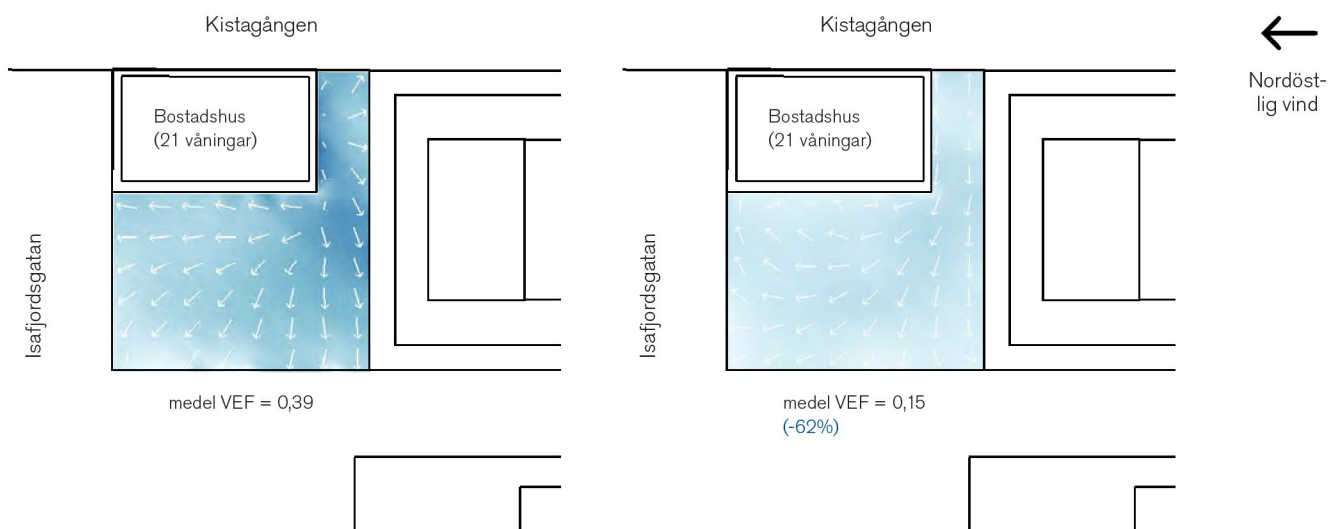
Vindriktning (% förekomst per år)	Årlig	Nordlig (4%)	Nodöstlig (6%)	Östlig (6%)	Sydöstlig (8%)	Sydlig (20%)	Sydvästlig (24%)	Västlig (18%)	Nordvästlig (10%)
Utan vindsydd	0,44	0,38	0,39	0,31	0,40	0,43	0,47	0,48	0,44
Med vindsydd	0,18	0,25	0,15	0,12	0,13	0,18	0,16	0,20	0,24
	-59%	-34%	-62%	-61%	-68%	-58%	-66%	-58%	-45%



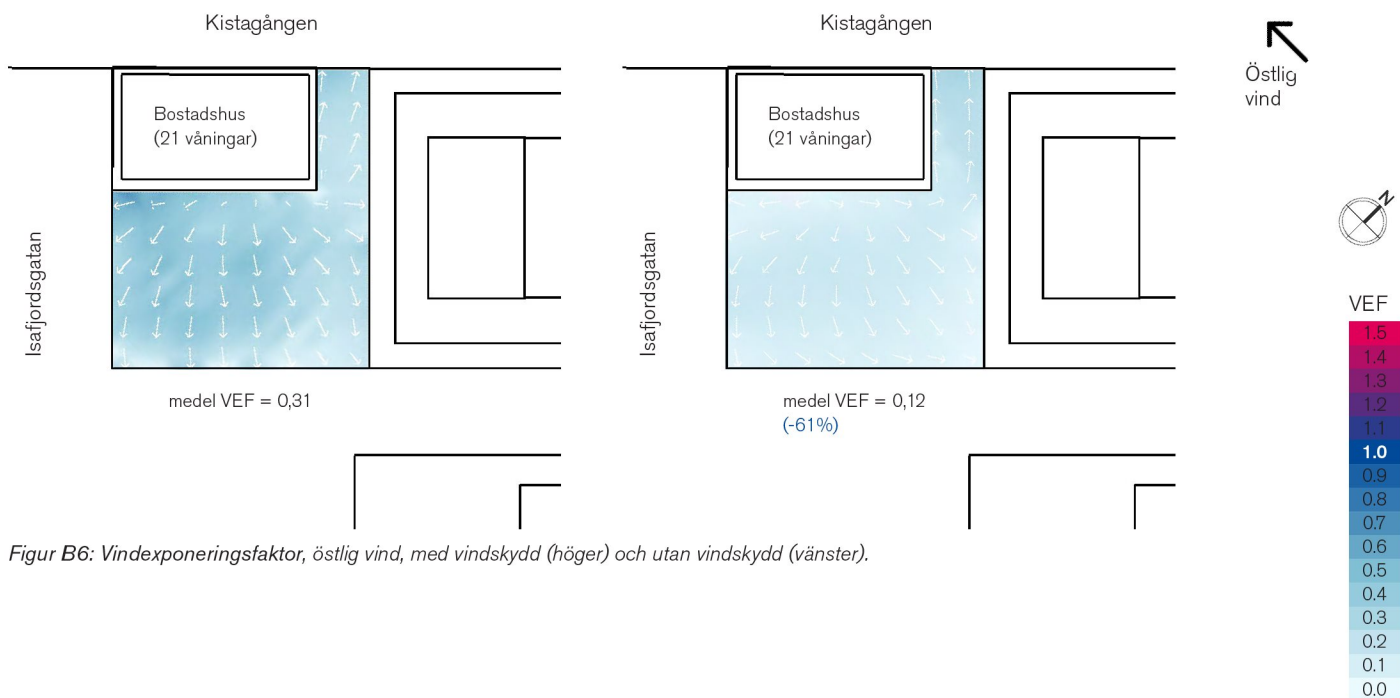
Figur B3: Årlig vindexponeringsfaktor, med vindsydd (höger) och utan vindsydd (vänster).



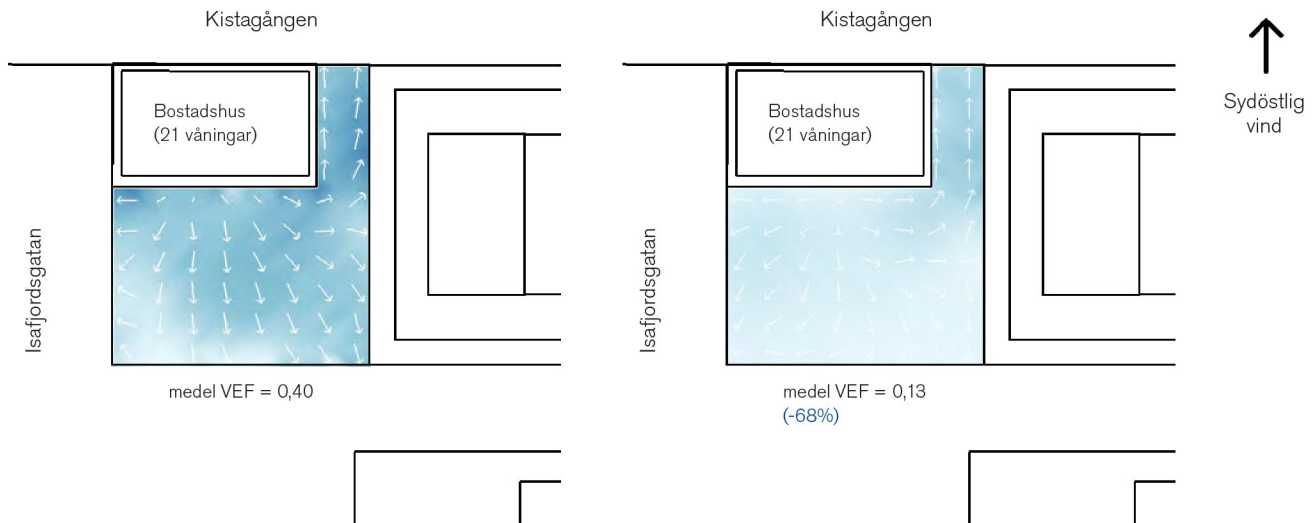
Figur B4: Vindexponeringsfaktor, nordlig vind, med vindskydd (höger) och utan vindskydd (vänster). Pilar indikerar dominerande vindriktning.



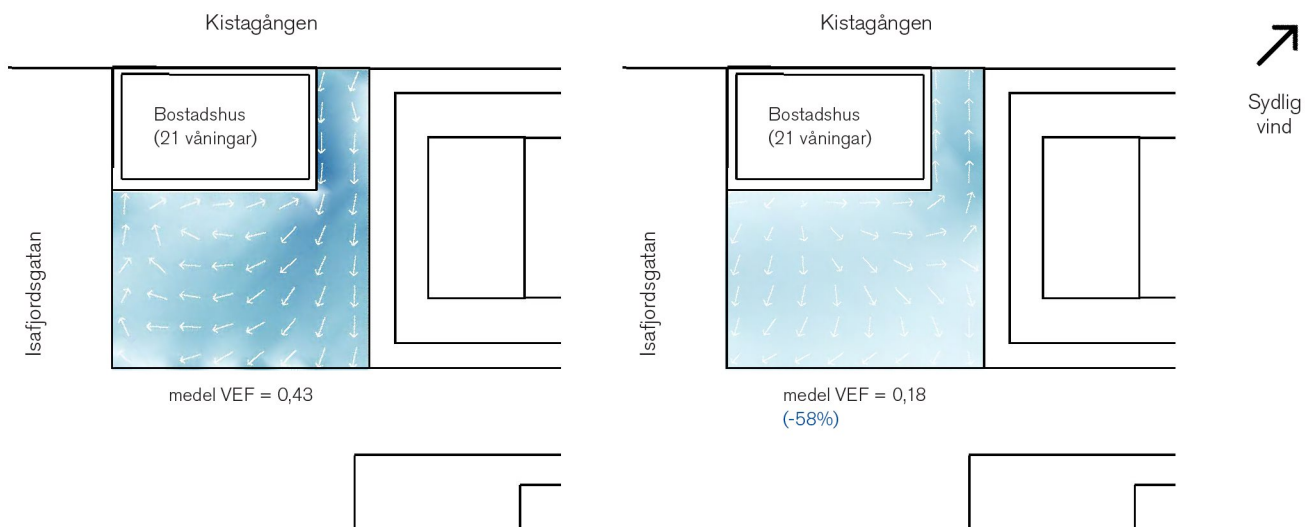
Figur B5: Vindexponeringsfaktor, nordöstlig vind, med vindskydd (höger) och utan vindskydd (vänster).



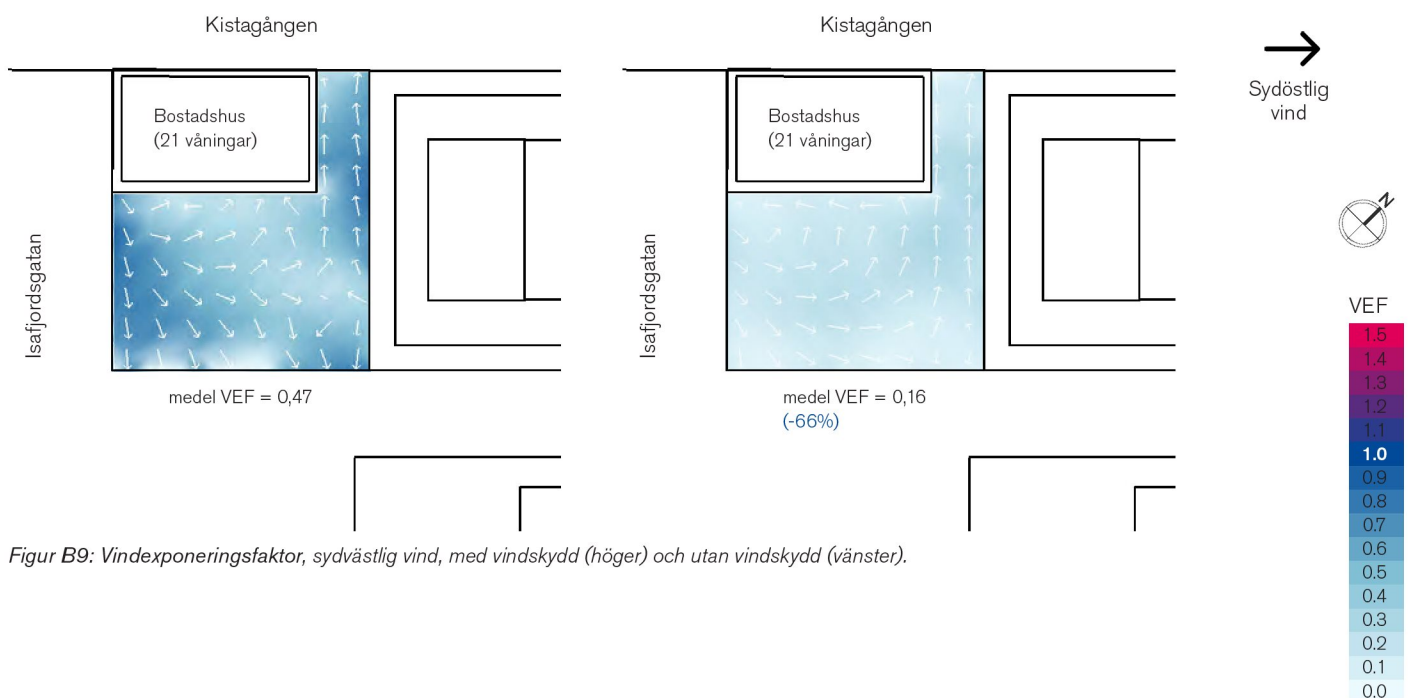
Figur B6: Vindexponeringsfaktor, östlig vind, med vindskydd (höger) och utan vindskydd (vänster).



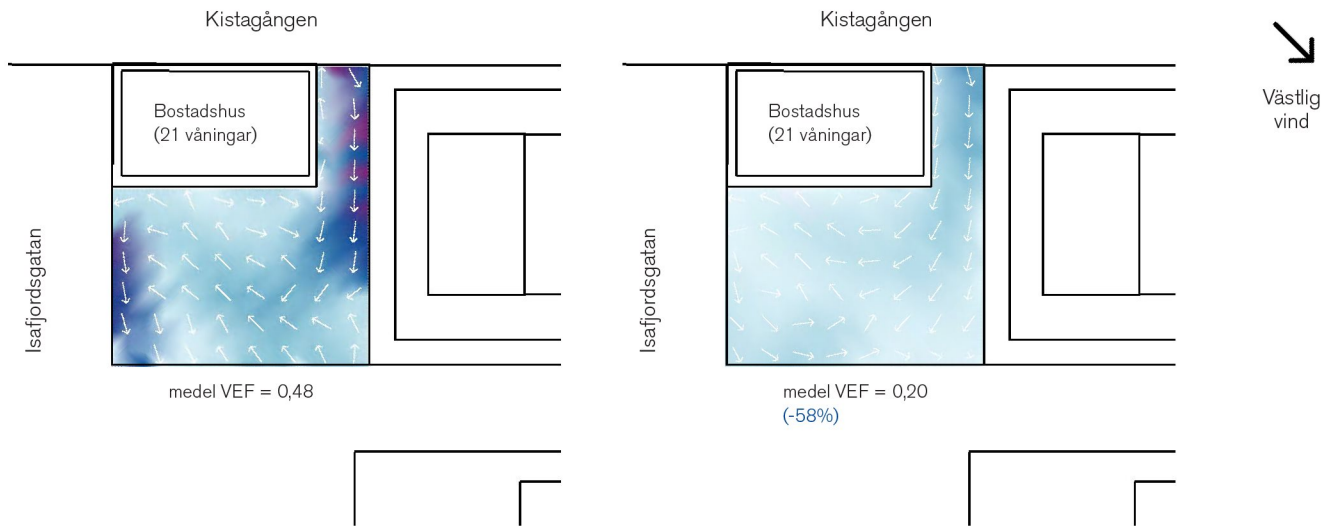
Figur B7: Vindexponeringsfaktor, sydöstlig vind, med vindsydd (höger) och utan vindsydd (vänster). Pilar indikerar dominerande vindriktning.



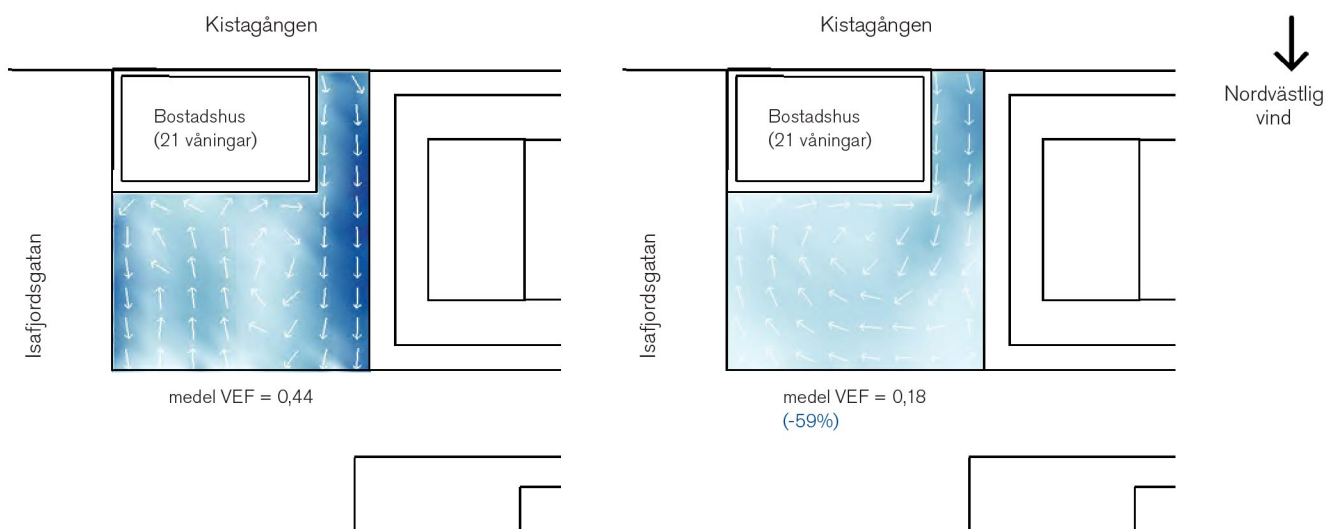
Figur B8: Vindexponeringsfaktor, sydlig vind, med vindsydd (höger) och utan vindsydd (vänster).



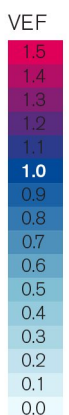
Figur B9: Vindexponeringsfaktor, sydvästlig vind, med vindsydd (höger) och utan vindsydd (vänster).



Figur B10: Vindexponeringsfaktor, västlig vind, med vindskydd (höger) och utan vindskydd (vänster). Pilar indikerar dominerande vindriktning.



Figur B11: Vindexponeringsfaktor, nordvästlig vind, med vindskydd (höger) och utan vindskydd (vänster).



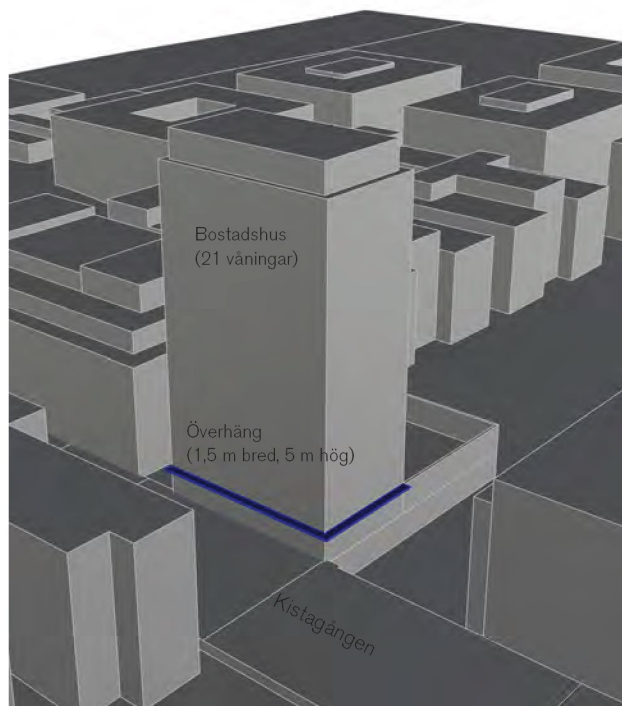
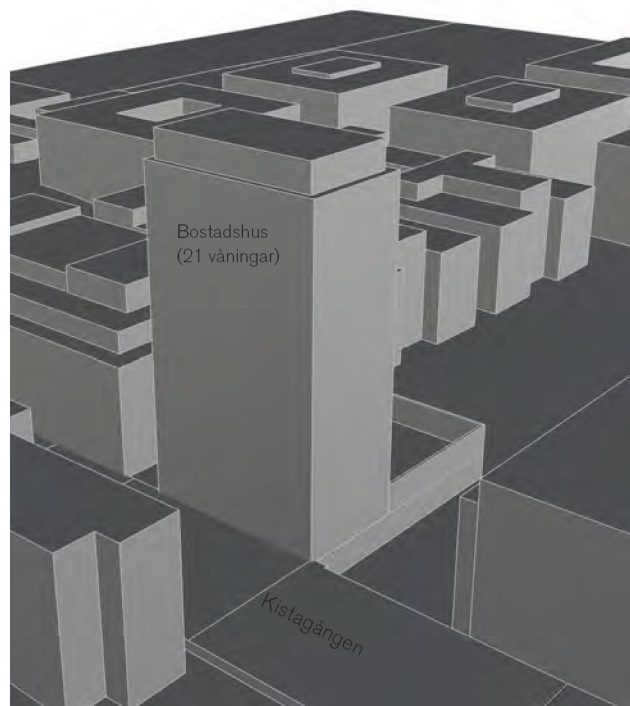
BILAGA C: VINDSKYDDSOVERHÄNG PÅ HÖGHUS

En jämförande studie har genomförts för att undersöka effektiviteten av ett vindskydd som skulle monteras horisontellt ut från byggnaden (överhäng) lokaliserad på det sydvästra och norrvästra hörnet av höghuset (se Figur C1). Överhängets bredd på 1,5 meter i detta fall monteras på en höjd av 5 meter från Kistagången. Två scenarion jämfördes - en med och en utan överhängen, utifrån följande parametrar: vindexponeringsfaktor (VEF) och en kategorisering utifrån vindkomfort. VEF tillåter en kvantifiering av den nivå som vindskyddet behöver ha vid en viss punkt och för en given vindriktning. Metoden är identisk med den som använts i resterande delar av denna studie.

Tabell C1 och Figur C2 visar resultaten av kategoriseringen enligt de

fyra nivåer som finns för vindkomfort: längre uppehåll (blå), kortare uppehåll (grön), gång- och cykelvägar (gul) och obekväm vind (röd). **Resultaten visar att överhängen är väldigt effektiv vad gäller att reducera vindhastigheten över Kistagången. Den bidrar till en ökning från 2% till 39% av den yta som är lämplig för längre uppehåll (blå) och minskade helt den andel av yta som var lämplig bara för gång och cykelvägar (gul) från 23% till 0%.**

Tabell C2 och bilder C3-C11 visar de detaljerade resultaten av vindexponeringsfaktorn för båda scenarion och respektive av de åtta simulerade vindriktningarna. Terrassens årliga medel-VEF reduceras med 42% tack vare överhängen. Det innebär att medelvindhastigheten blir 42% långsammare. Den procentuella minskningen av medel-VEF för de undersökta vindriktningarna ligger mellan 28% och 61%.



Figur C1: Situationsvy: bostadshuset med 21 våningar utan överhäng (vänster) och med överhäng (höger).

Tabell C1: Kategorisering av ytor baserat på deras komfortnivåer på Kistagången

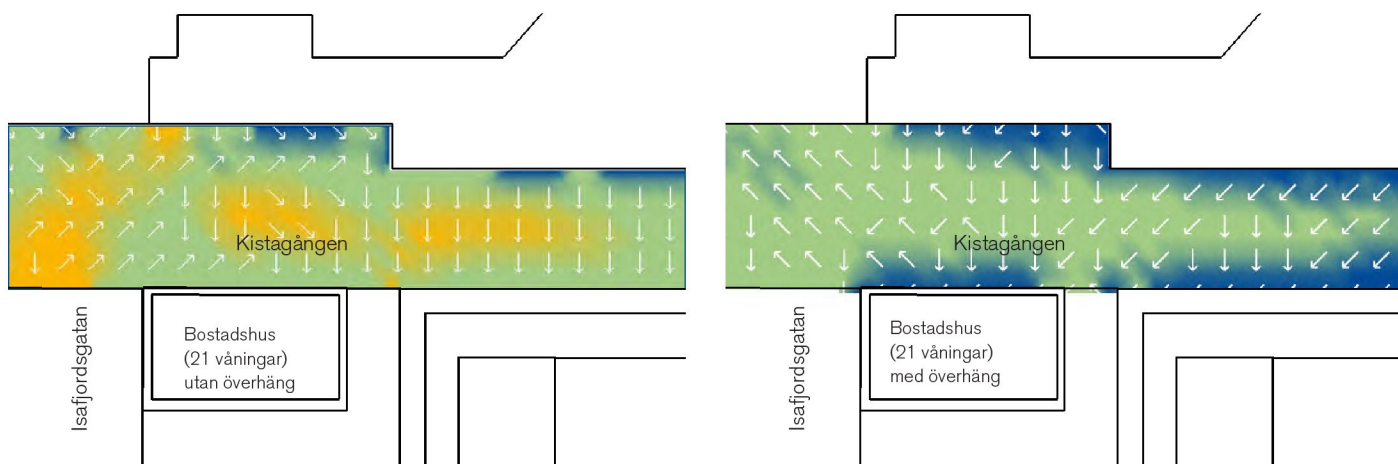
	Längre uppehåll ⁽¹⁾	Kortare uppehåll ⁽²⁾	Gång och cykelvägar ⁽³⁾	Obekväm vind ⁽⁴⁾
Utan överhäng	2%	75%	23%	0%
Med överhäng	39%	61%	0%	0%

(1) Ytor lämpade för längre uppehåll. Årlig medelvindhastighet 0-1,5 m/s.

(2) Ytor lämpade för kortare uppehåll. Årlig medelvindhastighet 1,5-3 m/s.

(3) Ytor lämpade för gång- och cykelvägar. Årlig medelvindhastighet 3-5 m/s.

(4) Ytor olämpliga för all sorts aktivitet. Årlig medelvindhastighet >5 m/s.



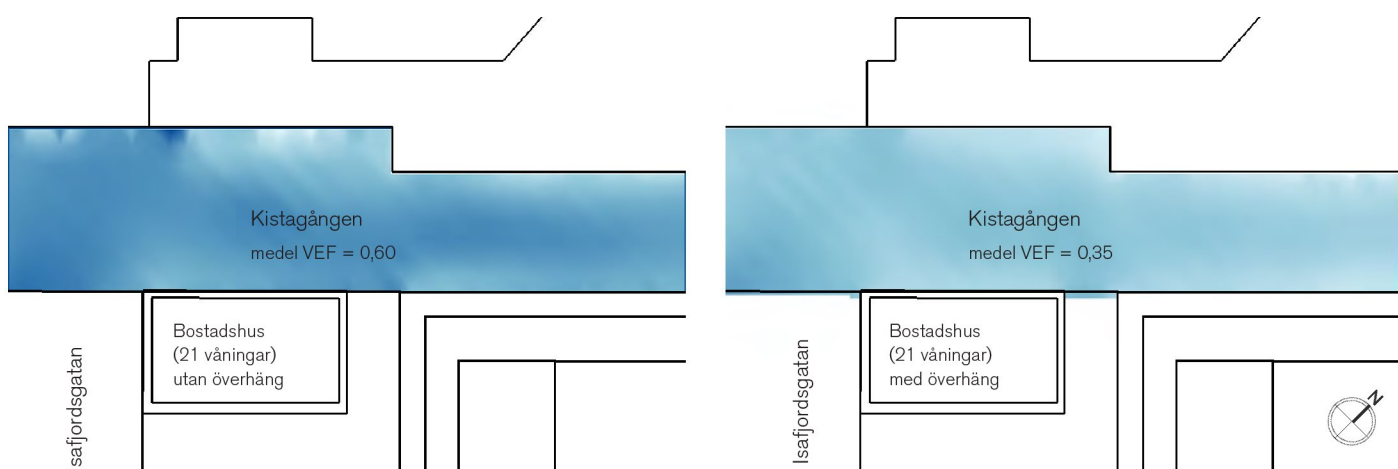
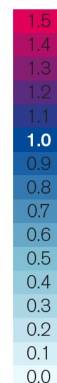
Figur C2: Kategorisering av ytor baserat på deras komfortnivåer (blå, längre uppehåll; grön, kortare uppehåll; gul, gång- och cykelvägar och röd alltid obekväm vind), med överhäng (höger) och utan överhäng (vänster). Pilar indikerar dominerande vindriktning.



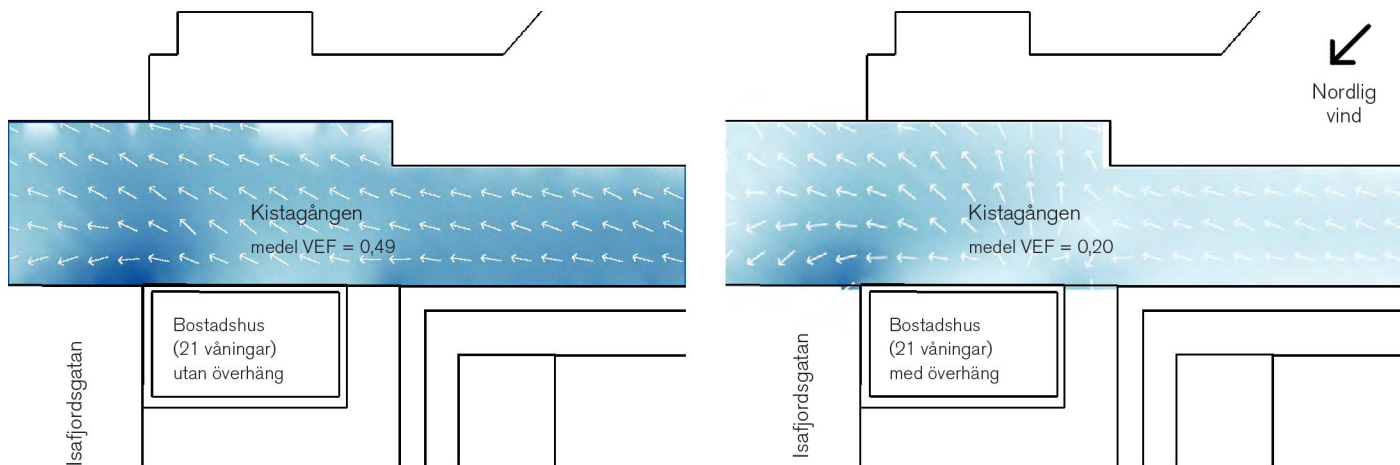
Tabell C2: Sammanfattning av vindexponeringsfaktor årlig och enligt vindriktning.

Vindriktning (% förekomst per år)	Årlig	Nordlig (4%)	Nordöstlig (6%)	Östlig (6%)	Sydöstlig (8%)	Sydlig (20%)	Sydvästlig (24%)	Västlig (18%)	Nordvästlig (10%)
Utan överhäng	0,60	0,49	0,51	0,38	0,34	0,34	0,75	0,88	0,63
Med överhäng	0,35	0,20	0,20	0,21	0,24	0,20	0,35	0,63	0,44
	-42%	-59%	-61%	-48%	-29%	-41%	-53%	-28%	-30%

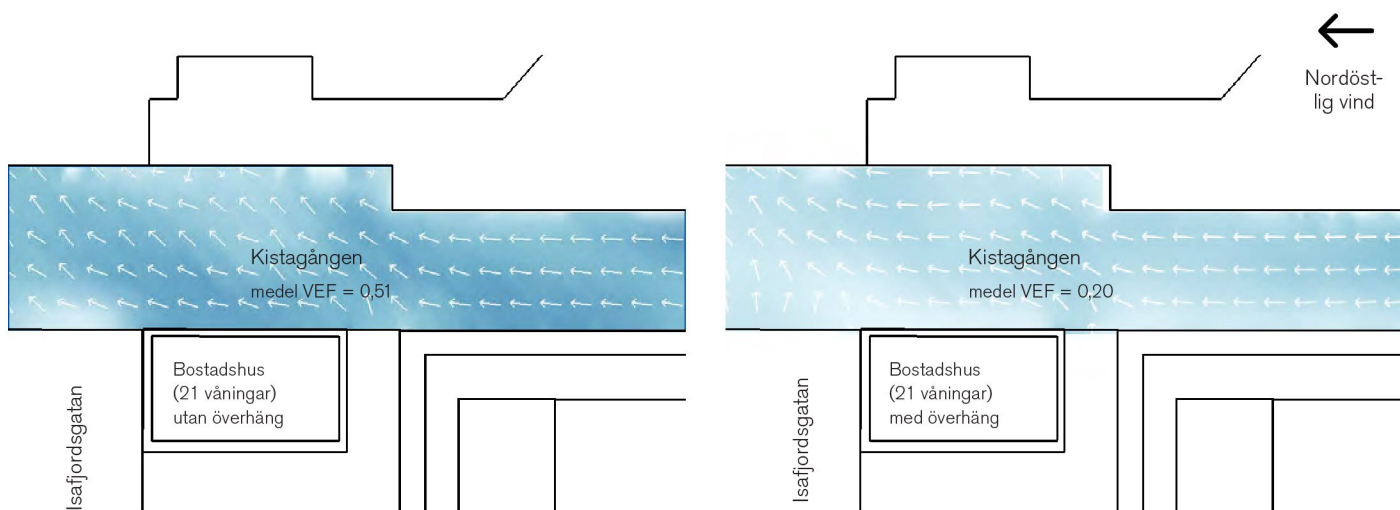
VEF



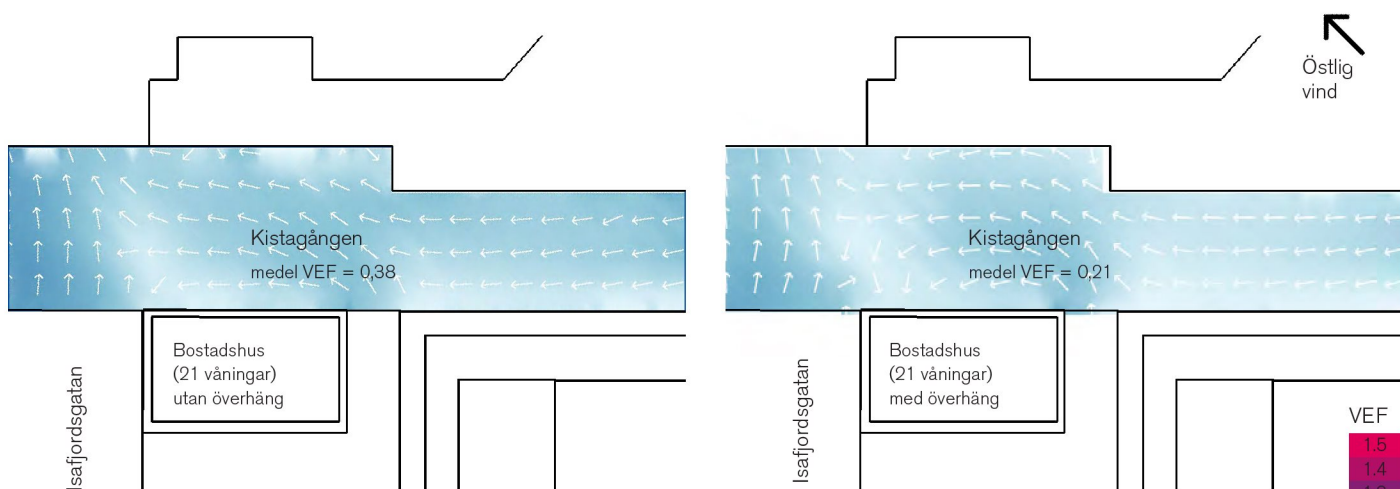
Figur B3: Årlig vindexponeringsfaktor, med överhäng (höger) och utan överhäng (vänster).



Figur B4: Vindexponeringsfaktor, nordlig vind, med överhäng (höger) och utan överhäng (vänster). Pilar indikerar dominerande vindriktning.

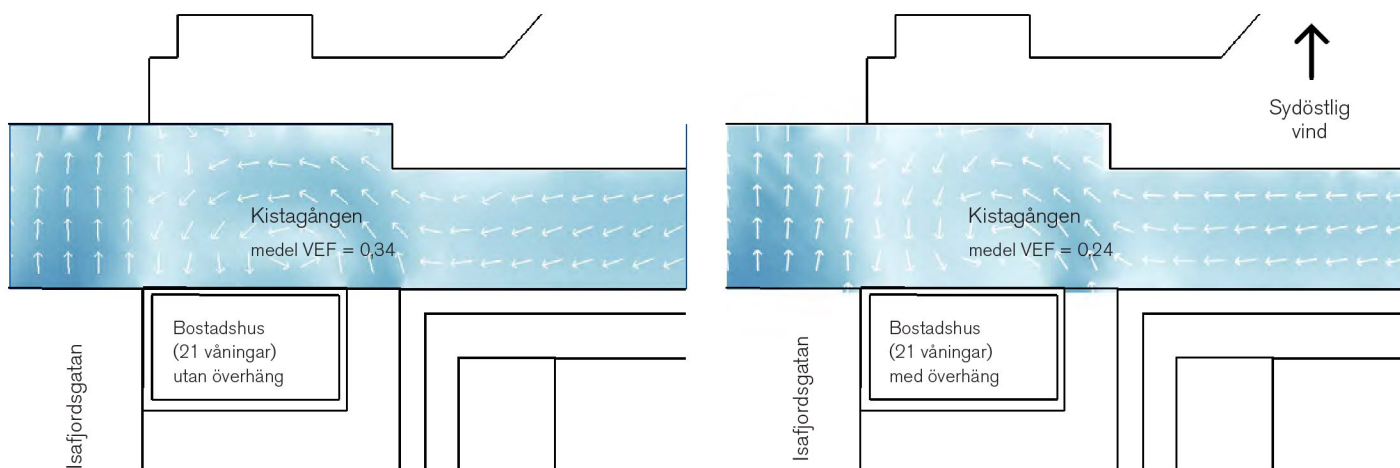


Figur B5: Vindexponeringsfaktor, nordöstlig vind, med överhäng (höger) och utan överhäng (vänster).

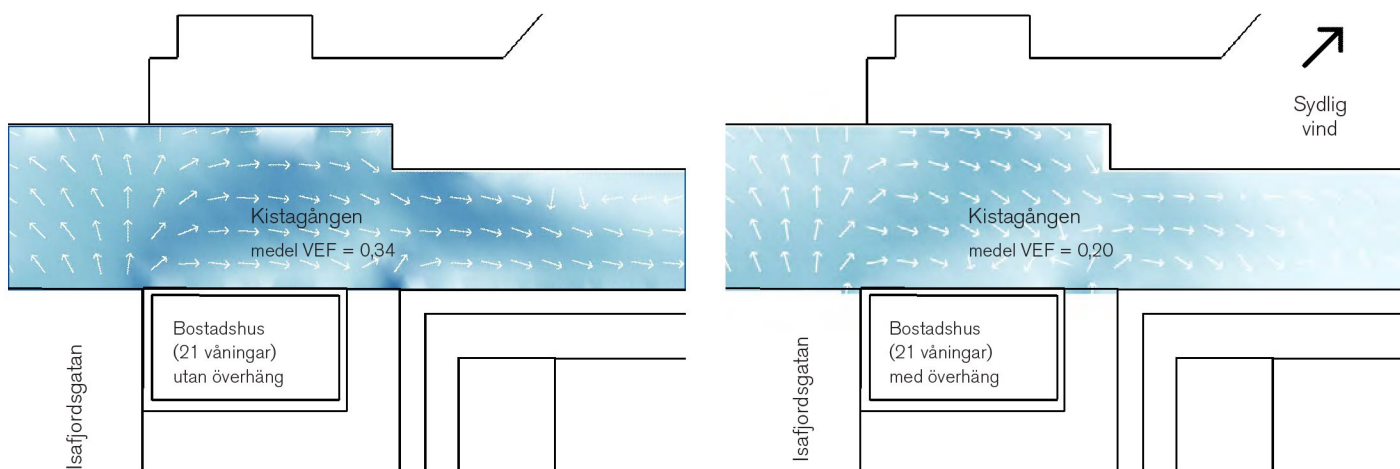


Figur B6: Vindexponeringsfaktor, östlig vind, med överhäng (höger) och utan överhäng (vänster).

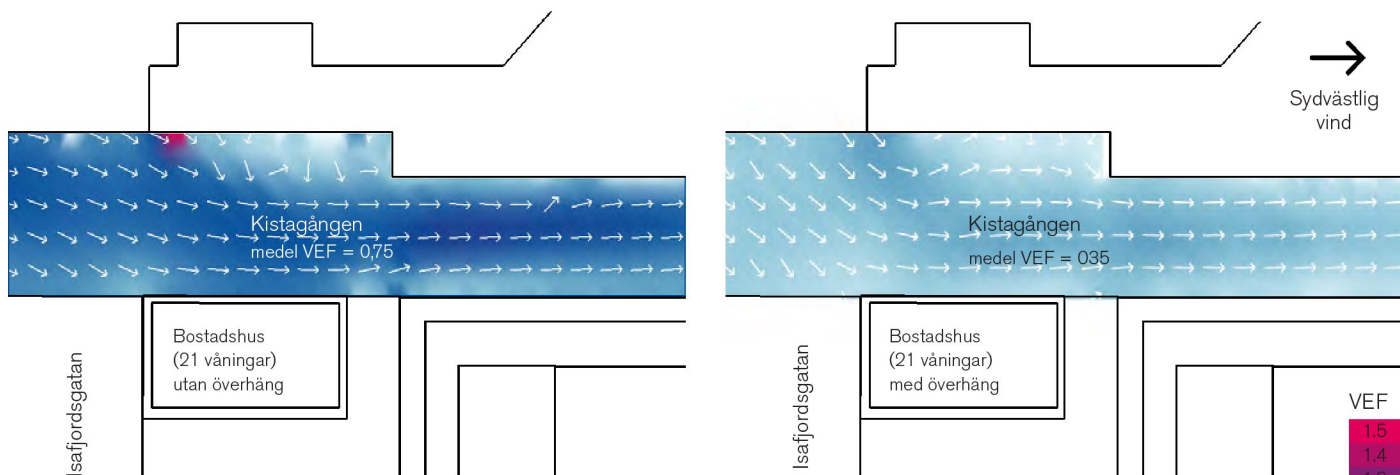




Figur B4: Vindexponeringsfaktor, sydöstlig vind, med överhäng (höger) och utan överhäng (vänster). Pilar indikerar dominerande vindriktning.

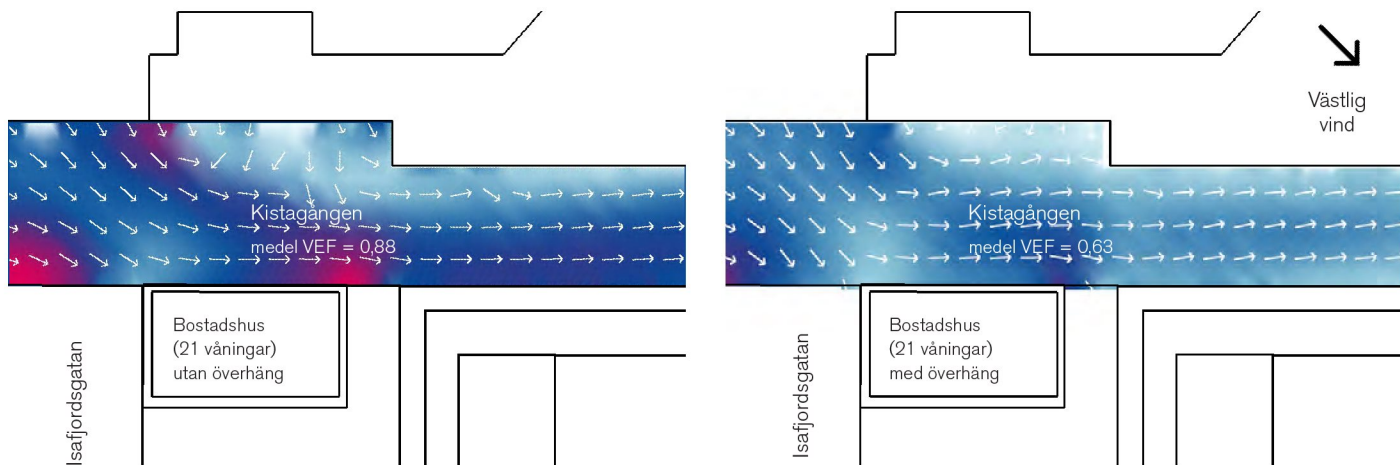


Figur B5: Vindexponeringsfaktor, sydlig vind, med överhäng (höger) och utan överhäng (vänster).

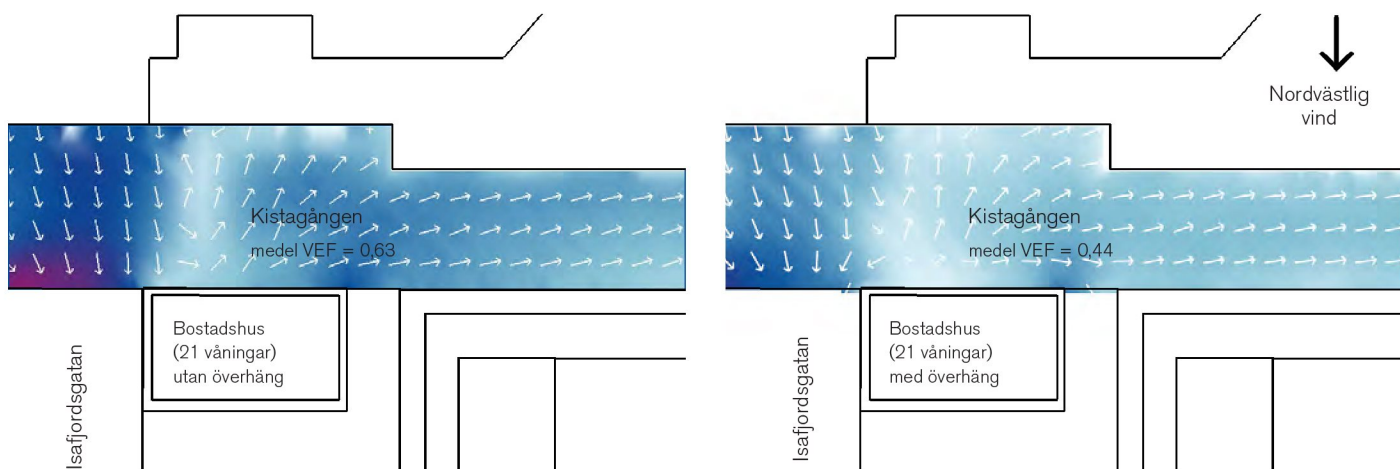


Figur B6: Vindexponeringsfaktor, sydvästlig vind, med överhäng (höger) och utan överhäng (vänster).





Figur B4: Vindexponeringsfaktor, västlig vind, med överhäng (höger) och utan överhäng (vänster). Pilar indikerar dominerande vindriktning.



Figur B5: Vindexponeringsfaktor, nordvästlig vind, med överhäng (höger) och utan överhäng (vänster).

