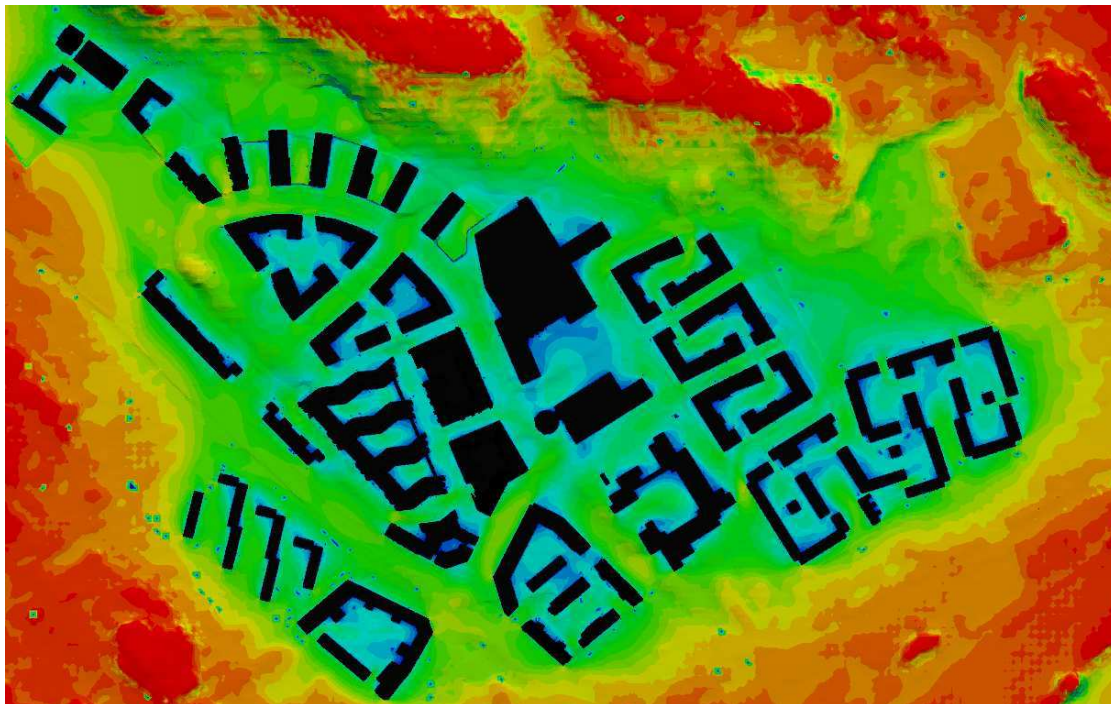


Sofia Malmsten

RAPPORT NR 2014-15

Vindkartering för Kabelverket i Älvsjö, Stockholm



Pärmbild.

Bilden visar ett av vindkomfortkriterierna; den årliga medianvinden på fotgängarnivå i hela området. Färgskalan anger vindhastigheten, där blå färg är låg vindhastighet och röd är 2 m/s eller högre.

Författare:

Sofia Malmsten

Granskningsdatum:

2014-05-15

Uppdragsgivare:

JM AB

Granskare:

Kenneth Häggkvist

Dnr:

2014/381/9.5

Version:

1.0

Vindkartering för Kabelverket i Älvsjö, Stockholm

Uppdragstagare

SMHI

601 76 Norrköping

Projektansvarig

Sofia Malmsten

011 – 495 81 25

sofia.malmsten@smhi.se

Uppdragsgivare

JM AB

Kontaktperson

Anna Haag

08 – 782 88 68

anna.haag@jm.se

Distribution

Klassificering

Affärssekretess

Nyckelord

Vindstudie, vindkomfort, CFD, Kabelverket, Älvsjö, Stockholm

Övrigt

Denna sida är avsiktligt tom

Innehållsförteckning

1	SAMMANFATTNING	0
2	BAKGRUND OCH SYFTE	1
3	METODIK	1
3.1	Beräkningsteknik	1
3.1.1	Beräkningsområde	1
3.1.2	Meteorologiska förutsättningar	2
3.2	Allmänt om vind och vindkomfort	2
3.2.1	Komfortkriterier	2
3.3	Allmänt om vindskydd	4
4	RESULTAT	5
4.1	Vindstatistik	5
4.2	Vindberäkningar	6
4.2.1	Komfortkriterier	6
4.2.2	Vindens förstärkning	8
5	SLUTSATSER	9
6	REFERENSER	9
7	FIGURER	10

1 Sammanfattning

JM AB planerar ett nytt område i Älvsjö i Stockholm och är intresserade av att skapa ett gott vindklimat. SMHI har genomfört vindsimuleringar med syftet att beskriva hur vindklimatet kommer att bli på ett antal platser inom den föreslagna utformningen.

Med hjälp av en datormodell har strömningsberäkningar utförts för det aktuella området. Utgångspunkten för detta arbete är CAD-geometrier från uppdragsgivaren och klimatstatistik från Bromma flygplats mätstation.

Vindförhållandena vid åtta olika vindriktningar har studerats med hög detaljrikedom. Beräkningsresultaten har vägts samman med hjälp av vindstatistik och presenteras grafiskt som tvärsnitt på fotgångarnivå i mått som kan jämföras med antagna komfortkriterier. För varje enskild vindriktning presenteras även vindens förstärkning relativt anblåsande ostörda förhållanden (vindförhållandena över ett öppet fält). Följande slutsatser kan dras angående vindmiljön i området:

- Vindar från sektorn syd till väst över sydväst är vanligast under året.
- Årsmedianen av vindhastigheten ligger inom komfortkriteriet för långvarigt stillasittande vid alla de platser som har studerats närmre.
- De höga byggnaderna i Kabelverket för ner vind mot marken, vilket gör att framförallt gårdarna 1 och 2 kan upplevas som blåsiga. Även gårdarna 3 och 4 överskrider komfortkriteriet för långvarigt stillasittande som gäller andel tid med höga vindhastigheter.
- De inre delarna av området och gårdarna som skyddas av byggnader i flera vindriktningar (5, 7 och 8) har mestadels god vindmiljö med låg andel tid med höga vindhastigheter. Förstärkning av vinden på gårdarna avser små ytor och uppstår främst när vind från sektorn nord till nordost accelererar runt hörn på byggnader som vetter mot norr.
- Berget som ligger direkt norr om bebyggelsen kanaliserar vinden i ost-västlig riktning, vilket utsätter parken norr om gården (2) samt förskolegården (6) för högre vindhastigheter.
- Förskolegården (4) upplever förstärkning av vinden främst vid vindar från norr.
- Uteserveringen (9) har ett fördelaktigt läge oavsett vindriktning.



Platser som studerats närmre; 1) Gård, 2) Förskola och park, 3) Gård, 4) Förskola med gård, 5) Gård, 6) Förskola med gård, 7) Gård, 8) Gård, 9) Uteservering.

2 Bakgrund och syfte

JM AB planerar ett nytt område i Älvsjö i Stockholm och är intresserade av att skapa ett gott vindklimat. SMHI har genomfört vindsimuleringar med syftet att beskriva hur vindklimatet kommer att bli på ett antal platser inom den föreslagna utformningen.

3 Metodik

Strömningsberäkningar har genomförts för åtta vindriktningar. Resultaten från dessa modelleringar har sedan sammanvägts med hjälp av vindstatistik från Bromma Flygplats för de olika vindriktningarna, på 1,5 meters höjd över marken, som underlag för en samlad bedömning av vindmiljön.

3.1 Beräkningsteknik

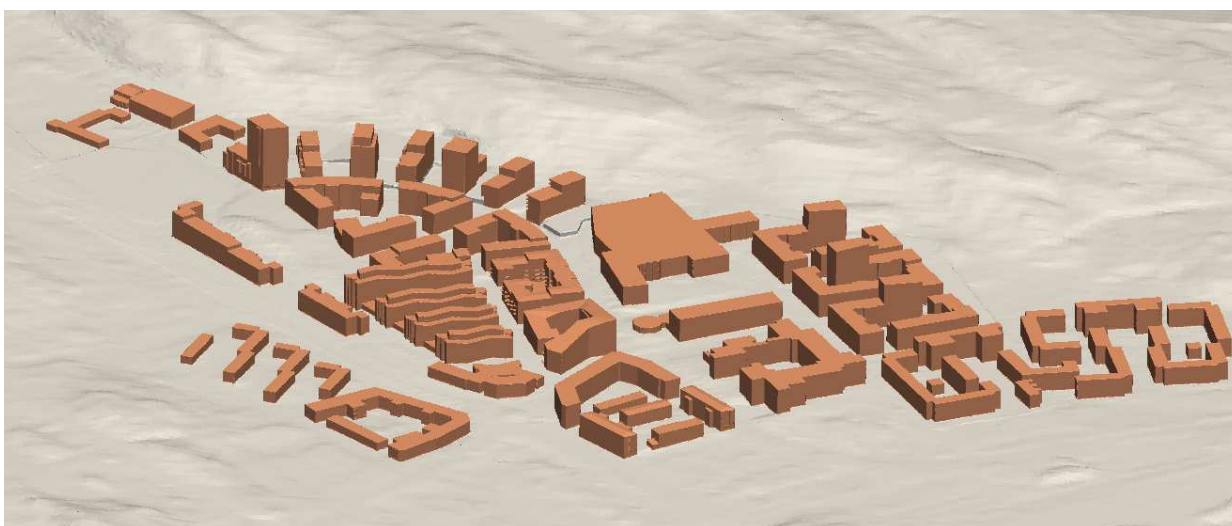
Strömningsberäkningarna genomförs med CFD-teknik (Computational Fluid Dynamics). Ekvationer löses för luftens hastighet, tryck och turbulens i ett stort antal punkter i beräkningsvolymen. I vissa avseenden kan tekniken ses som en numerisk vindtunnel. Den CFD-programvara som använts heter OpenFOAM och utvecklas av OpenCFD Ltd i Storbritannien.

CFD-tekniken har länge använts vid aerodynamisk utformning av bilar och flygplan, samt inom en rad andra industritillämpningar. På SMHI har tekniken använts för vindsimuleringar sedan början av 1980-talet.

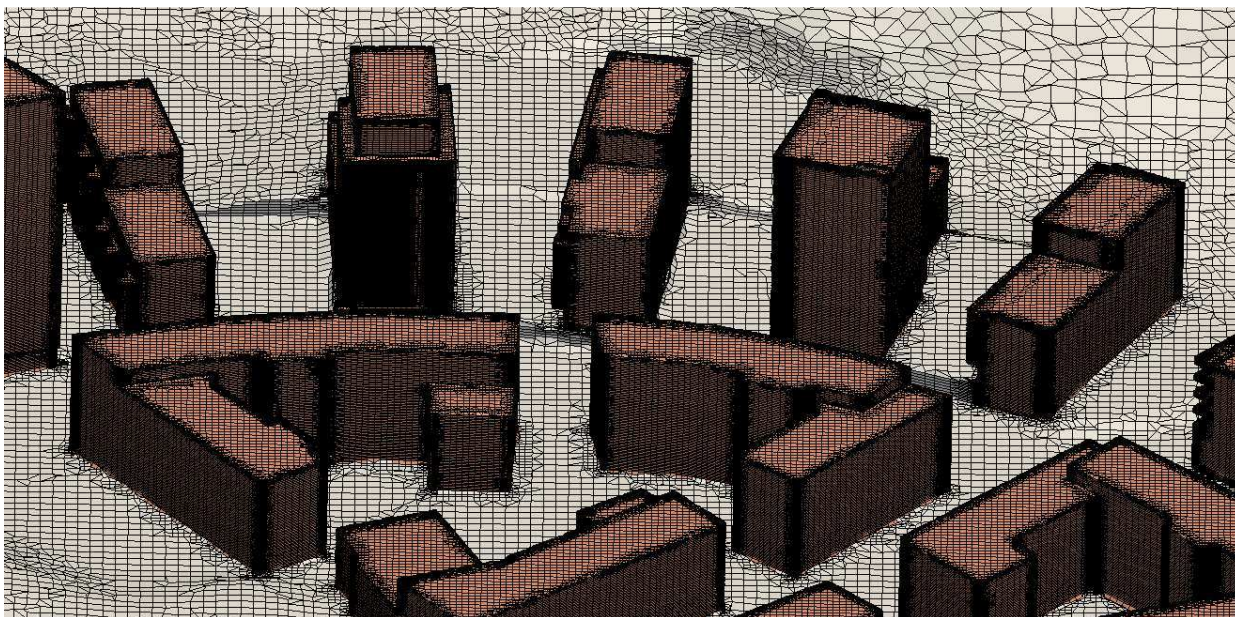
3.1.1 Beräkningsområde

Modellgeometrin och höjddata för topografin tillhandahölls av uppdragsgivaren. Detaljer i geometrin som inte bedömdes påverka vindmiljön har försumrats. I Figur 1 ses de byggnader som inkluderats i beräkningarna. Topografin är kuperad och utmärks av en bergsrygg som går i nordvästlig-sydöstlig riktning direkt norr om byggnaderna.

Ett beräkningsnät skapades för området baserat på ovan nämnda underlag, se Figur 2. Det innebär att luften inom området delades in i ett stort antal celler. Beräkningsnätet anpassades efter byggnadernas form och förtätades i de områden som bedömdes som extra intressanta för att uppnå en högre noggrannhet i beräkningarna. I varje cell i beräkningsnätet beräknas den tredimensionella vindvektorns riktning och storlek (hur mycket det blåser och åt vilket håll), vindtrycket och den energi som skapas av vindens turbulens.



Figur 1. Beräkningsdomänen med det aktuella området.



Figur 2. Ett utsnitt av beräkningsnätet. Rutnätet som kan ses på mark och fasader utgör den yttre randen av beräkningsnätet som fyller luftmassan inom området.

3.1.2 Meteorologiska förutsättningar

I denna studie har antagandet gjorts att vindklimatet vid mätstationen på Bromma Flygplats är representativt för ostörda vindförhållanden (som t.ex. på ett öppet fält) vid den aktuella platsen i Stockholm.

CFD-beräkningarna har utförts för åtta vindriktningar. Den anblåsande vinden har förutsatts ha en logaritmisk vertikalprofil som representerar strömning över plan, öppen mark. Denna inflödesvind modifieras kraftigt när den passerar över byggnaderna i beräkningsområdet.

3.2 Allmänt om vind och vindkomfort

Vind kan upplevas som besvärande ur flera aspekter. Vid hård vind (> 10 m/s) utövar vinden ett tryck mot kroppen som kan skapa balanssvårigheter och innebära olycksrisker för fotgängare, speciellt vintertid i kombination med snö och halka. Vindtrycket är proportionellt mot kvadraten på vindhastigheten vilket betyder att vindtrycket ökar mycket snabbt med ökande vindhastighet.

Hårda vindar är dessutom ofta byiga, dvs. de byter riktning ofta och plötsligt, vilket förstärker obehaget ytterligare. Byigheten blir speciellt stark i passager mellan byggnader och vid hörn, där luftens strömning ändras kraftigt över korta avstånd.

Vinden upplevs som besvärande ”blåsigt” redan vid avsevärt lägre hastigheter än 10 m/s. Toleransgränsen är flytande och beror bl.a. på personens ålder, typ av aktivitet samt klädsel. Vid låga temperaturer ger redan en svag vind en påtaglig köldförnimmelse och begränsar kraftigt den tid man kan uppehålla sig på en viss plats utan att uppleva obehag. De vindriktningar som medför speciellt låga temperaturer kan därför fordra särskild uppmärksamhet vid detaljplanering av den yttre miljön. Vid en lufttemperatur på t.ex. 0°C förlorar kroppen ca dubbelt så mycket värme per tidsenhet vid 5–6 m/s som vid vindstilla. Annorlunda uttryckt motsvarar denna vindökning en upplevd skillnad i temperatur på ca -8°C .

3.2.1 Komfortkriterier

Vid utvärdering av komfortkriterier används begreppet ”upplevd vind”. Upplevd vind innebär att man förutom medelvindhastigheten även tar hänsyn till vindens byighet. Detta eftersom turbulens eller ”byighet” påverkar vindkomforten negativt. Den upplevda vinden, även kallad ekvivalent vind, är den vindhastighet på ett öppet fält som skulle ge upphov till samma komfortupplevelse. Byigheten är ofta

högre i bebyggelse än på ett öppet fält, vilket innebär att den upplevda vindhastigheten ofta är något högre än medelvindhastigheten.

Vindens mekaniska verkan på kroppen börjar bli besvärande då den upplevda vindhastigheten V_e överskrider gränsvärdet 5 m/s.

För att vindmiljön på en viss plats skall kunna betecknas som godtagbar får detta gränsvärde inte överskridas under mer än en viss procentuell andel av tiden under ett genomsnittligt år. Hur stor denna andel får vara beror på typen av aktivitet. För ytor avsedda för kortvarig vistelse, t.ex. gång- och cykelvägar, kan man acceptera att gränsen 5 m/s överskrids relativt ofta medan man för ytor avsedda för långvarigt stillasittande endast kan acceptera överskridande i sällsynta fall.

Komfortkriterierna för vindens mekaniska verkan är differentierade dels enligt Davenport (1972) dels förenklade enligt Glaumann (1988), se Tabell 1. Procenttalen anger den högsta andel av tiden under ett år som gränsvärdet 5 m/s för upplevd vindhastighet får överskridas. Ju längre tid som gränsvärdet överskrids, ju högre sannolikhet för att tillfällen med mycket höga vindhastigheter och hög turbulensintensitet inträffar under överskridandeperioden. Exempelvis ser vi att på platser avsedda för promenad, anser Davenport att det är tolerabelt att vindhastigheten överskrider 5 m/s högst 23 % av tiden, obehagligt om vindhastigheten överskrids 34 % av tiden och farligt om den överskrids 53 % av tiden.

Vindkomforten kan också bedömas utifrån årsmedianen av den upplevda vinden, se Tabell 2.

Erfarenheter från tidigare vindkomfortberäkningar gjorda på SMHI visar att komfortkriterierna generellt är konservativa. Därför har vi valt att använda Davenports kriterier för långvarigt stillasittande/stillastående, Tabell 1, snarare än kriterierna för kortvarigt stillasittande/stillastående. Också kriterierna i Tabell 2 har använts.

Tabell 1. Komfortkriterier, högsta andel av tiden under ett år som gränsvärdet 5 m/s för upplevd vindhastighet bör överskridas enligt Davenport och Glaumann, Glaumann och Westerberg 1988, Davenport 1972.

Aktivitet	← Davenport →			Glaumann
	Tolerabelt	Obehagligt	Farligt	Högst
Cykel, Snabb gång	43 %	50 %	53 %	50 % (risk för skador)
Promenad	23 %	34 %	53 %	50 % (risk för skador)
Kortvarigt stillastående / stillasittande	6 %	15 %	53 %	20 % (acceptabelt)
Långvarigt stillastående / stillasittande	0.1 %	3 %	53 %	0.5 % (önskvärt)

Tabell 2. Komfortkriterier, årsmedian av den upplevda vinden som ej bör överskridas, Glaumann och Westerberg, 1988.

Vistelsemiljö	Årsmedian av den upplevda vinden som ej bör överskridas [m/s]
Gång- och cykelvägar – risk för personskador	5
Ytor för kortare uppehåll, t.ex. torg, busshållplatser – gräns för acceptabla förhållanden	3
Ytor för längre uppehåll stillasittande, t.ex. uteplatser, lekplatser – gräns för önskvärda förhållanden	1.5

3.3 Allmänt om vindskydd

Vindskydd används för att minska vindhastigheten och vindturbulensen. Inne i bebyggelse kan syftet med ett vindskydd vara att skydda bebyggelsen i sin helhet, för att få en lägre vindavkylning eller vindskydd i utemiljön, runt t ex vistelseytor.

Det finns två huvudtyper av anlagda vindskydd. Dels *fjärrskydd*, som är höga och relativt glesa och huvudsakligen består av trädplanteringar och dels *närskydd*, som är lägre och tätare, t ex plank eller skärm, buskage mm. Fjärrskydden har till uppgift att ge ett allmänt vindskydd åt stora ytor medan närskydden är till för att kraftigt reducera vinden över ett litet område.

Mätningar visar att ett mycket tätt vindskydd reducerar vindhastigheten kraftigt men att hastigheten dock kommer att tillta snabbare på läsidan än vid mindre täta vindskydd. Hur stor genomsläpplighet en vindskyddande skärm ska ha beror på storleken av den yta som den ska skyddas, höjden över marken och den vindreduktion som ska uppnås. Täta eller något genomsläppliga vindskydd, närskydd, har till uppgift att kraftigt reducera vinden över en mindre yta, t ex uteplatser, balkonger eller andra platser där människor mer eller mindre kommer att vistas sittande.

En genomsläpplig skärm minskar virvelbildningen eftersom den minskar tryckskillnaderna mellan lovart och lä. Vindreduktionen bakom och framför en genomsläpplig skärm blir mindre än vid en tät skärm, men läområdet kommer att sträcka sig längre bakom skärmen.

En läplantering skiljer sig i effektivitet och planeringsmässigt ifrån t ex en tät skärm. Grenar och löv rör sig mer eller mindre beroende på vindhastigheten, och eftersom en plantering inte blir den andra lik, kan effektivitet och planeringsprinciper bara beskrivas i stora drag. En läplantering tappar dessutom en viss effekt då och om de tappar sina löv. Vid ett helt nytt område bör därför skyddande träd i så stor utsträckning som möjligt sparas. Annars är användandet av snabbväxande arter i kombination med skärmar mer effektivt. En mer ingående diskussion om vindskyddande metoder ges i Glaumann och Westerberg (1988).

4 Resultat

4.1 Vindstatistik

Figur B 4 till B 13 visar vindrosor från Bromma Flygplats mätstation (figurer märkta B återfinns i kapitel 7, Figurer). Vindrosorna visar vindriktningsförhållanden på 10 meters höjd. Vindriktningen anger den riktning varifrån vinden blåser. Ringar för procentsats av tiden finns utritade i figurerna. Exempelvis kan man läsa ut av Figur B 4, som visar vindarna under hela året, att den västliga sektorn från syd till nord är vanligare än den östliga. Allra vanligast är västlig vind med totalt cirka 11 % av tiden. För västlig vind kan man också läsa ut att vindar med styrkan 0,5-2,5 m/s (grön) svarar för ca 2 % av tiden, vindar på 2,5–4,5 m/s (gul) svarar för ca 5 % av tiden osv.

Underlaget till vindrosorna är observationer var tredje timme under perioden 1961-2013, förutom de väderspecifika vindrosorna (Figur B 9-13) där väderdata endast finns tillgängliga 2004-2013.

Figur B 5 till B 8 visar vindrosor för de olika årstiderna. Under vintern dominerar vindar från sektorn syd till nordväst över väst, med vindar rakt från väst under ca 14 % av tiden. Under våren är vindarna mer jämnt fördelade, men fortfarande dominerar västliga vindar tätt följt av nordliga och sydliga. Under sommaren och hösten är vindar från sektorn syd till väst över sydväst vanligast. Om alla årstider kan generellt sägas att vindhastigheterna är högre under dagen än nattetid.

Figur B 9 visar att det vid nederbörd generellt är vanligast med vindar från nord eller syd, samt nordostliga vindar.

I Figur B 10 och B 11 skiljer man på regn eller duggregn respektive snö eller snöblandat regn. I Figur B 10 ser man att vindar från syd dominerar vid regn eller duggregn, men att nordliga och sydostliga vindar också är förekommande. I Figur B 11 ser man att vindar från nord och nordnordost är vanligast i samband med snö eller snöblandat regn. Sammanfattningsvis visar Figur B 9 -11 att vindar från väst, som är den vanligaste förekommande vindriktningen över året, inte är vanlig vid nederbörd i någon form.

Figur B 12 visar en vindros för de tillfällen då det blåser minst 5 m/s samtidigt som det kommer nederbörd i form av snö och/eller regn. Figuren visar att vindar från sektorn östsydost till syd är vanligast vid dessa väderförhållanden.

Figur B 13 visar en vindros för de tillfällen då det blåser kraftigt (8 m/s). Vind från väst och sydost är vanligast förekommande vid dessa väderförhållanden.

4.2 Vindberäkningar

Resultaten från strömningsberäkningarna presenteras på 1,5 m höjd över marken i Figur B 14-23. Y-riktningen i figuren är norrut medan X-riktningen följaktligen är österut, om inget annat anges. I vissa figurer är också vindvektorer inlagda för att visa vindens riktning.

4.2.1 Komfortkriterier

Figur 3 visar de platser som har bedömts som särskilt intressanta att analysera. En sammanställning av årsmedianen av vindhastigheten (Figur B 14) och hur många procent av tiden som vindhastigheten överskrider 5 m/s (Figur B 15) vid de valda platserna, presenteras i relation till komfortkriterierna i Tabell 3.



Figur 3. Platser som studerats närmre; 1) Gård, 2) Förskola och park, 3) Gård, 4) Förskola med gård, 5) Gård, 6) Förskola med gård, 7) Gård, 8) Gård, 9) Uteservering.

En jämförelse av beräkningsresultaten mot komfortkriterierna visar att vindmiljön är god i stora delar av området. Årsmedianen av vindhastigheten ligger inom komfortkriteriet för långvarigt stillasittande vid alla de platser som har studerats närmre.

Andel tid (i procent) som vinden överstiger 5 m/s är låg framförallt i de inre delarna av det studerade området och på gårdar som är skyddade i alla vindriktningar. Det blir ofta blåsigt vid byggnaders hörn, vilket syns till exempel vid norra hörnet på gården (5). Ytan närmast hörnet kan upplevas som blåsig, framförallt vid nordliga och nordostliga vindar, men övriga delar av gården är väl skyddade.

Höga byggnader för ner mer vind mot marken än låga byggnader, vilket också märks på ytorna kring Kabelverket (1-4). Flera av de nya byggnaderna höjer sig över omkringliggande bebyggelse. Framförallt gårdarna 1 och 2 har stor andel av tiden med vindar över 5 m/s, och det är relativt stor del av ytorna som omfattas.

Parken som ligger norr om gården (2) är vindutsatt på grund av topografin. Berget som höjer sig kraftigt i nordvästlig-sydöstlig riktning norr om parken och byggnaderna bildar en förträngning för vind från västlig respektive östlig sektor. Det krävs mer energi för vinden att ta sig över berget än att ta sig fram i dalen, vilket skapar en kanaliseringseffekt med höga vindhastigheter som följd. Vid sydlig och nordlig vind däremot har berget positiv eller neutral effekt. Den sydliga vinden bromsas in av

höjningen, och den nordliga vinden, som accelererar över toppen, saktar ner igen efter att den passerat berget. Detta framgår tydligt av Figur B 16 – 23.

De yttre delarna av förskolegården (6) är utsatta för vind från sektorn nord till ost, vilket ger höga vindar under omkring 5 procent av året. Därmed tangeras gränsen för önskvärda förhållanden (Glaumann, Tabell 1).

I kapitel 4.2.2 finns en genomgång av vilka vindriktningar som är mer och mindre fördelaktiga.

Tabell 3. Sammanställning för alla vindriktningar över hela året. Intervallen anger minimum och maximum för platsen/ytan. Tolerabla förhållanden markeras med grönt, gult överskrider denna nivå. Skalan är tagen från Glaumanns gränsvärden för upplevd vindhastighet (längre stillasittande) angivna i Tabell 2 samt Davenport's kriterier för vindkomfort vid långvarigt stillasittande/stillastående angivna i Tabell 1. Färgkodningen inkluderar det högsta värdet i intervallet oavsett hur stor del av ytan detta motsvarar.

		Medianvindhastighet [m/s]	% av tiden > 5 m/s
1	Gård	0,4 – 1,4	0 – 1,6
2	Förskola och park	1	0 – 1,6
3	Gård	1	0 – 0,6
4	Förskola med gård	1	0 – 0,6
5	Gård	0,3 – 1	0 – 0,8
6	Förskola med gård	0,6 – 1	0 – 0,5
7	Gård	0,3 – 1	0
8	Gård	0,3 – 1	0
9	Uteservering	0,3 – 0,6	0

4.2.2 Vindens förstärkning

Figur B 16 - 23 visar hur vinden förstärks i bebyggelsen vid olika vindriktningar på 1,5 m höjd över marken. Vindens förstärkning anges i form av en faktor relativt hur vinden upplevs på ett fält eller annan öppen plats. Exempelvis; siffran 1,1 motsvarar 1,1 gånger förstärkning. En förstärkning på 1,5 innebär således att vinden upplevs blåsa 50 % mer än över öppna ytor i närheten.

Vi rekommenderar att bilderna med vindens förstärkning framförallt används för att studera strömningsmönstret och få en förståelse för vilka byggnader som orsakar förstärkning av vinden eller ger lä. Tabell 4 sammanfattar vindens förstärkning och hur den varierar vid valda ytor.

Figurenerna med vindens förstärkning motiverar samma slutsatser som komfortkriterierna. I Kabelverket är den första gården (1) vindutsatt vid sydliga och västliga vindar. Vid båda vindriktningarna drabbas den östliga delen av gården. Sektorn syd till väst är vanlig under hela året. Den andra gården (2) är främst vindutsatt vid nordvästliga vindar, men som beskrivs i 4.2.1 är parken norr om gården vindutsatt i hela den västliga och östliga sektorn på grund av topografiska effekter. Den tredje gården (3) upplever förstärkning av vinden främst vid nordliga vindar. Förskolegården (4) vetter mot en stor byggnad i öst, där det bildas en förträngning för vindar som kommer nerför berget från nord. I övriga vindriktningar är gården relativt väl skyddad.

Vindmiljön är mestadels god i de inre delarna av området och på gårdarna som skyddas i flera vindriktningar (5, 7 och 8). Förstärkning av vinden på gårdarna avser små ytor och uppstår främst när vind från sektorn nord till nordost accelererar runt hörn på byggnader som vetter mot norr.

Gården som hör till förskolan (6) har god vindmiljö i den sydliga och sydvästliga sektorn, som är de vanligaste vindriktningarna över året. Vid vindar från nord, öst och nordväst orsakar dock läget i ytterkanten av området i kombination med kanaliseringseffekt förstärkning av vinden främst i ytterkanten av gården.

Uteserveringen (9) har ett fördelaktigt läge oavsett vindriktning.

Tabell 4. Vindförstärkningen i några intressanta punkter för samtliga undersökta vindriktningar. Grön färg visar en vindförstärkning som är mindre än eller lika med 1 ggr, gul färg visar förstärkning upp till 1,5 ggr och orange färg visar förstärkning däröver. Förstärkningen anges relativt ostörda anblåsande vindar (t.ex. vind över ett öppet fält).

	Vindriktning	N 0°	NO 45°	O 90°	SO 135°	S 180°	SV 225°	V 270°	NV 315°
1	Gård	0,1-0,8	0,7-1	0,1-0,5	0,1-0,8	0,1-1,4	0,2-0,8	0,2-1,3	0,2-0,8
2	Förskola och park	0,8-1,1	0,2-1,3	0,2-1,4	0,6-1,2	0,2-0,7	0,1-1	0,2-1,4	0,3-1,5
3	Gård	0,7-1,3	0,2-1	0,8	0,6-1,1	0,3-0,7	0,1-1	0,1-0,4	0,3-1,2
4	Förskola med gård	0,2-1,4	0,7-1,2	0,7	0,1-0,8	0,1-0,6	0,1-0,8	0,1-0,7	0,8-1,1
5	Gård	0,1-1,5	0,1-1,6	0,1-0,8	0,5-0,8	0,1-0,7	0,1-0,7	0,1-0,8	0,1-0,7
6	Förskola med gård	0,8-1,1	0,1-0,8	0,8-1,3	0,8	0,2-0,3	0,2-0,4	0,1-0,8	0,2-1,3
7	Gård	0,1-0,8	0,2-0,8	0,1-0,6	0,3-0,6	0,2-0,7	0,2-0,7	0,1-0,8	0,1-0,7
8	Gård	0,1-1	0,1-1,1	0,1-0,5	0,3-0,7	0,2-0,6	0,1-0,6	0,1-0,6	0,1-0,7
9	Uteservering	0,2-0,6	0,1-0,3	0,2-0,5	0,1	0,2-0,6	0,1-0,5	0,1-0,6	0,2

5 Slutsatser

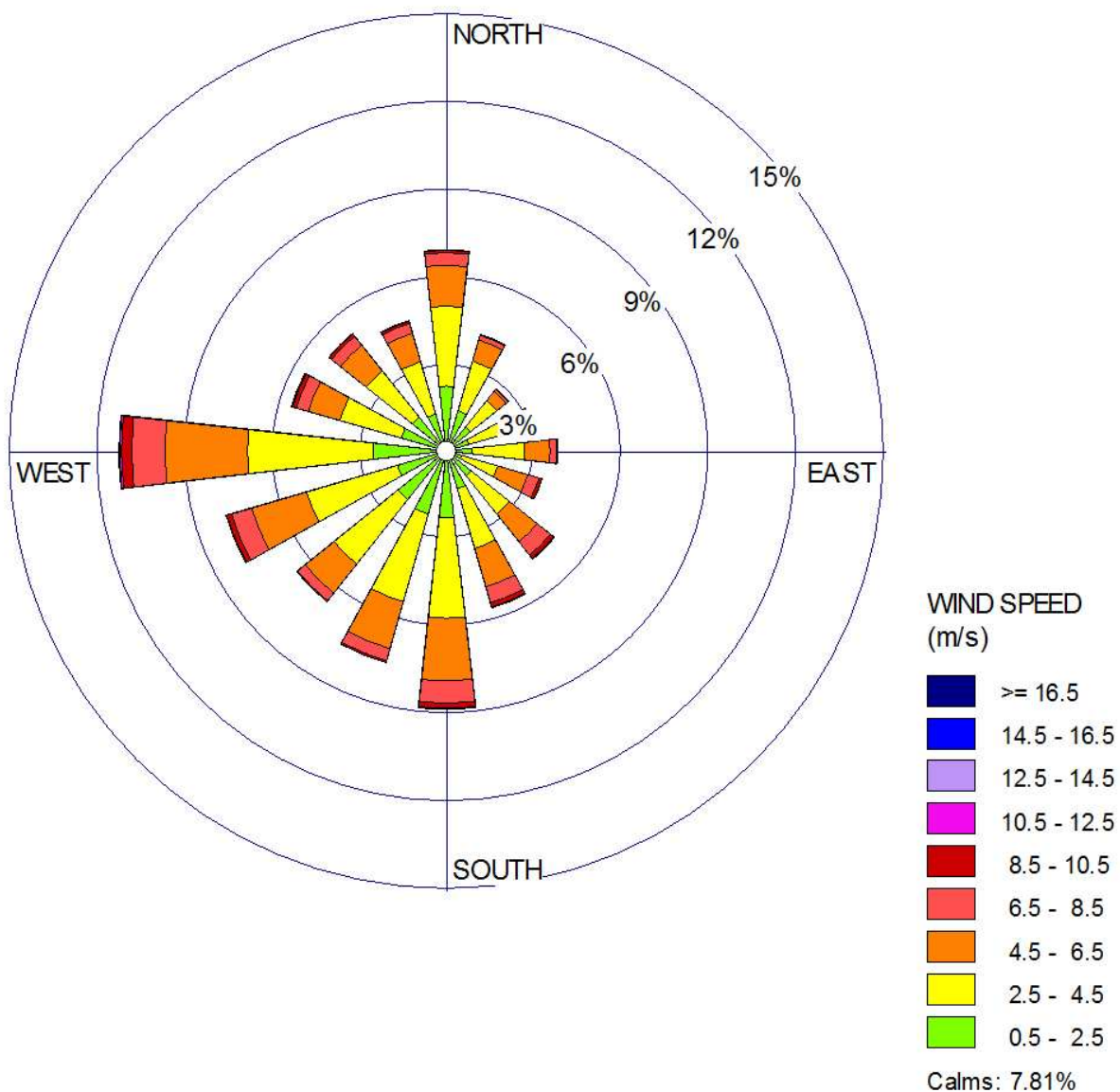
- Vindar från sektorn syd till väst över sydväst är vanligast under året.
- Årsmedianen av vindhastigheten ligger inom komfortkriteriet för långvarigt stillasittande vid alla de platser som har studerats närmre.
- De höga byggnaderna i Kabelverket för ner vind mot marken, vilket gör att framförallt gårdarna 1 och 2 kan upplevas som blåsiga. Även gårdarna 3 och 4 överskrider komfortkriteriet för långvarigt stillasittande som gäller andel tid med höga vindhastigheter.
- De inre delarna av området och gårdarna som skyddas av byggnader i flera vindriktningar (5, 7 och 8) har mestadels god vindmiljö med låg andel tid med höga vindhastigheter. Förstärkning av vinden på gårdarna avser små ytor och uppstår främst när vind från sektorn nord till nordost accelererar runt hörn på byggnader som vetter mot norr.
- Berget som ligger direkt norr om bebyggelsen kanaliserar vinden i ost-västlig riktning, vilket utsätter parken norr om gården (2) samt förskolegården (6) för högre vindhastigheter.
- Förskolegården (4) upplever förstärkning av vinden främst vid vindar från norr.
- Uteserveringen (9) har ett fördelaktigt läge oavsett vindriktning.

6 Referenser

Davenport, A.G. (1972): *An approach to human comfort criteria for environmental wind conditions*. CIB/WMO Colloquim Teaching the Teachers, Swedish National Building Research Institute, Stockholm.

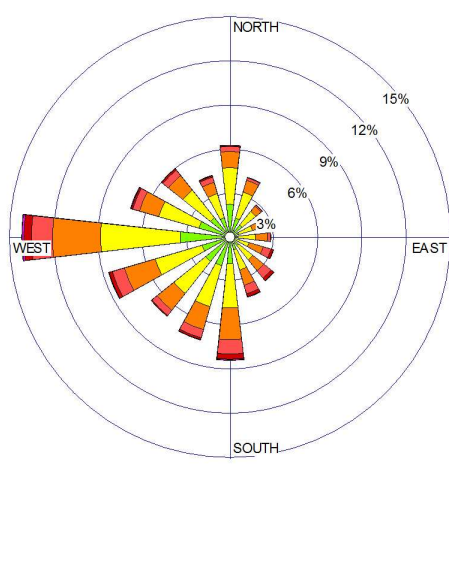
Glaumann, M. och Westerber, U. (1988): *Klimatplanering VIND*. Statens Institut för Byggnadsforskning. Svensk Byggtjänst, Stockholm.

7 Figurer

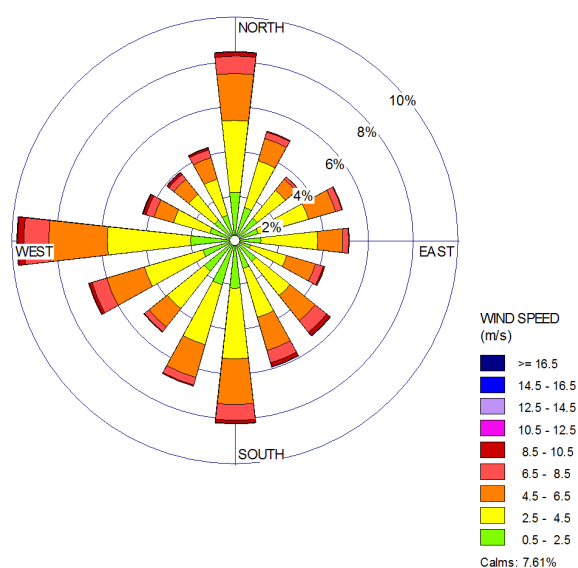


Figur B 4. Vindros Bromma flygplats för hela året, 1961-2013. Medelvind 3.64 m/s.

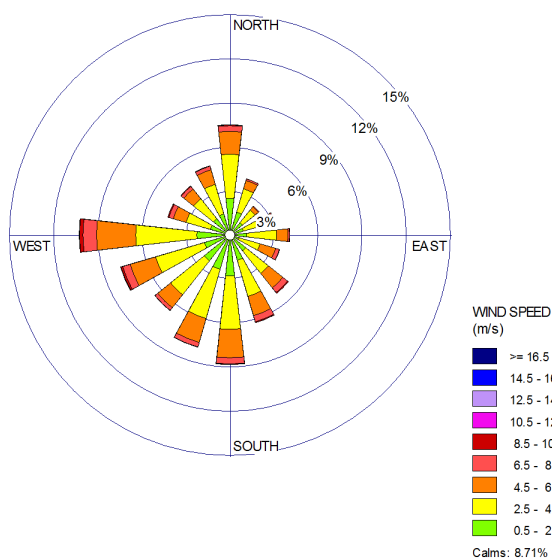
Årstider



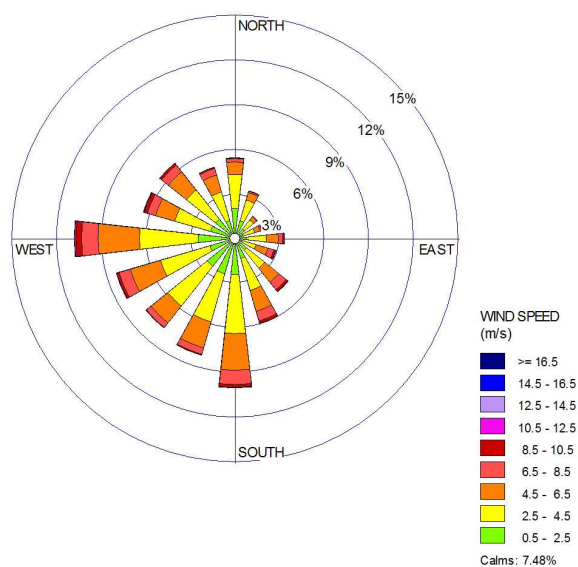
Figur B 5. Vindros Bromma flygplats, dec-feb, 1961-2013. Medelvind 3.77 m/s.



Figur B 6. Vindros Bromma flygplats, mar-maj, 1961-2013. Medelvind 3.72 m/s.

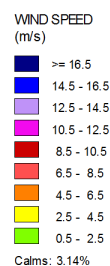
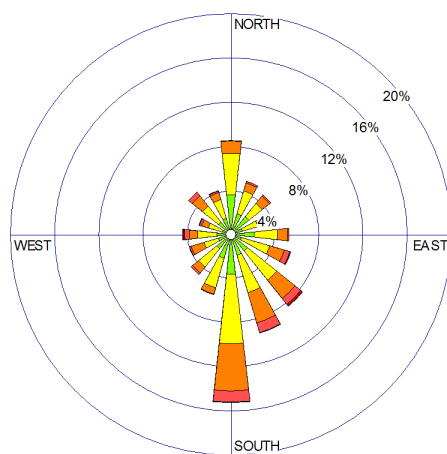
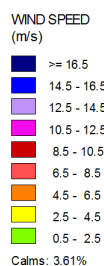
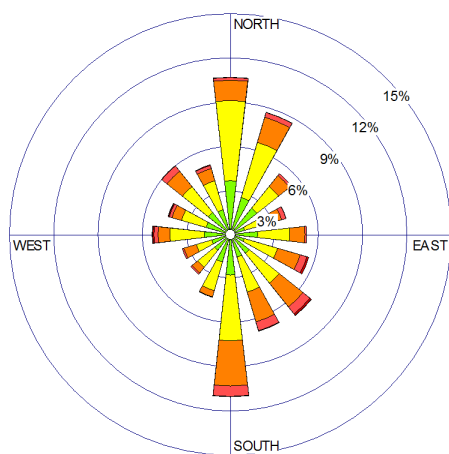


Figur B 7. Vindros Bromma flygplats, juni-aug, 1961-2013. Medelvind 3.38 m/s.



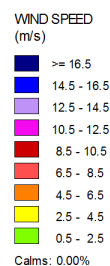
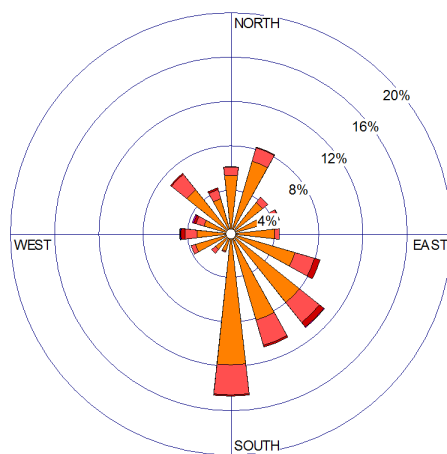
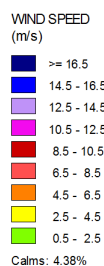
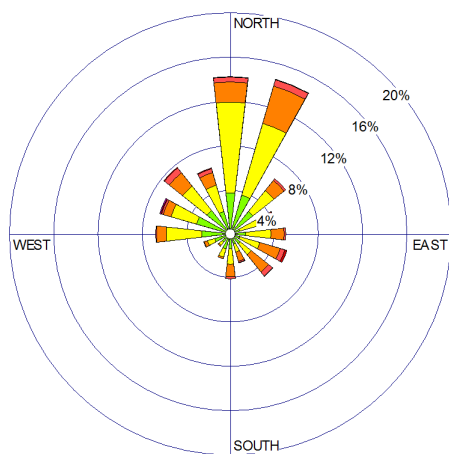
Figur B 8. Vindros Bromma flygplats, sept-nov, 1961-2013. Medelvind 3.71 m/s.

Vädervindrosor



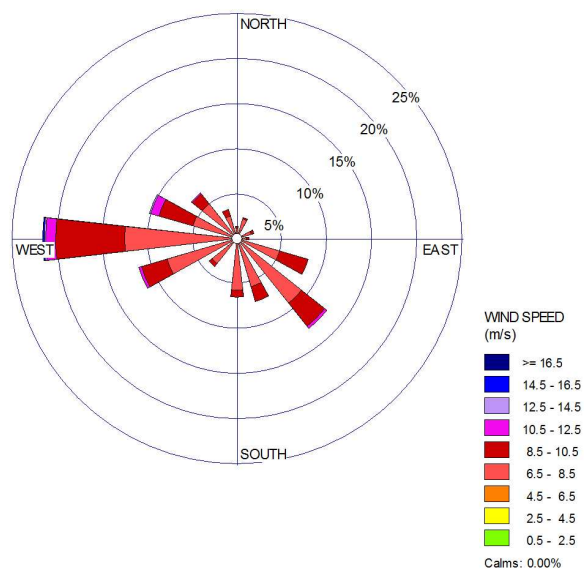
Figur B 9. Vindros Bromma flygplats vid nederbörd, 2004-2010. Medelvind 3.47 m/s.

Figur B 10. Vindros Bromma flygplats vid regn och duggregn, 2004-2010. Medelvind 3.53 m/s.

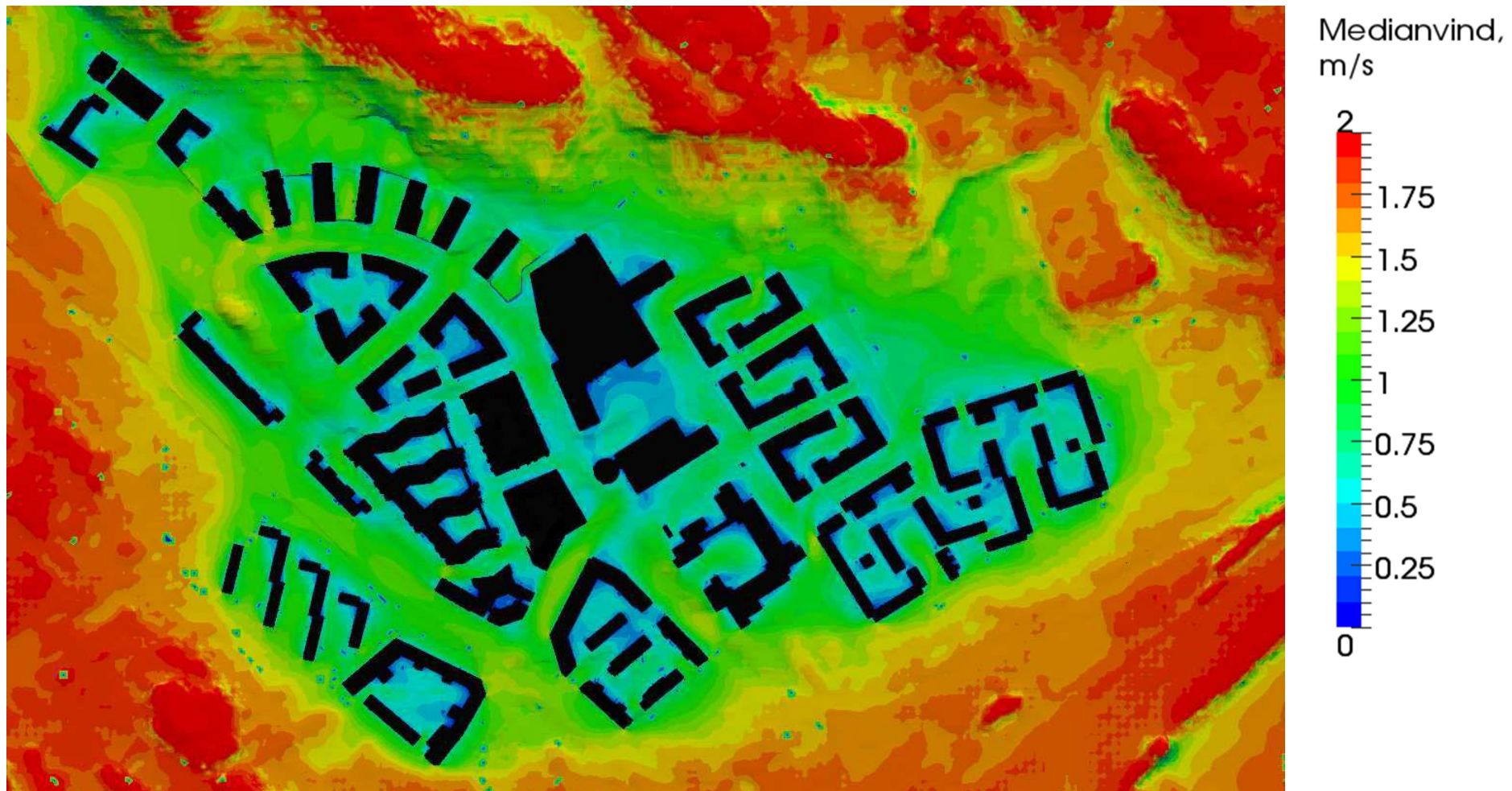


Figur B 11. Vindros Bromma flygplats vid snö och snöblandat regn, 2004-2010. Medelvind 3.37 m/s.

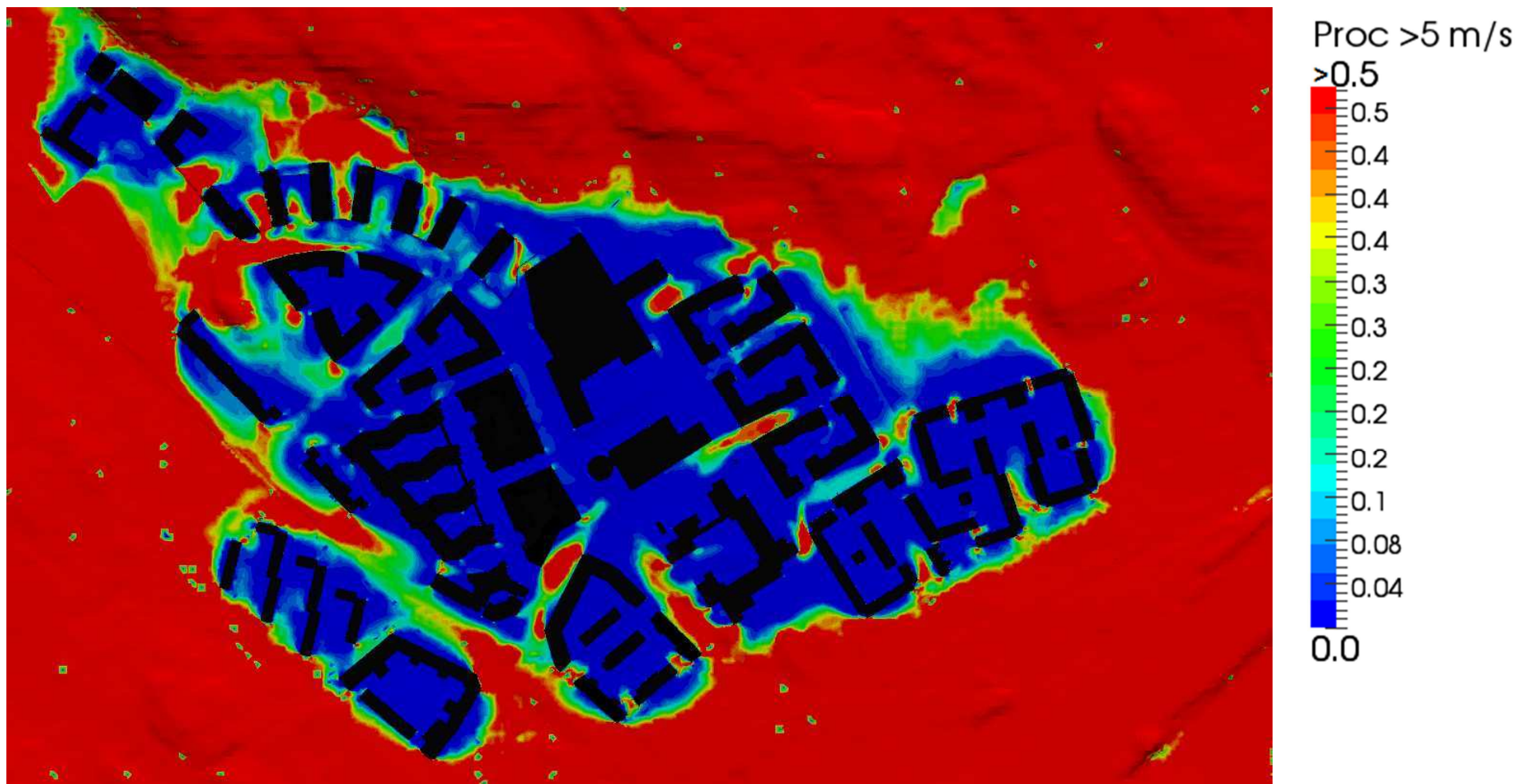
Figur B 12. Vindros Bromma flygplats vid vind > 5 m/s och nederbörd, 2004-2010..



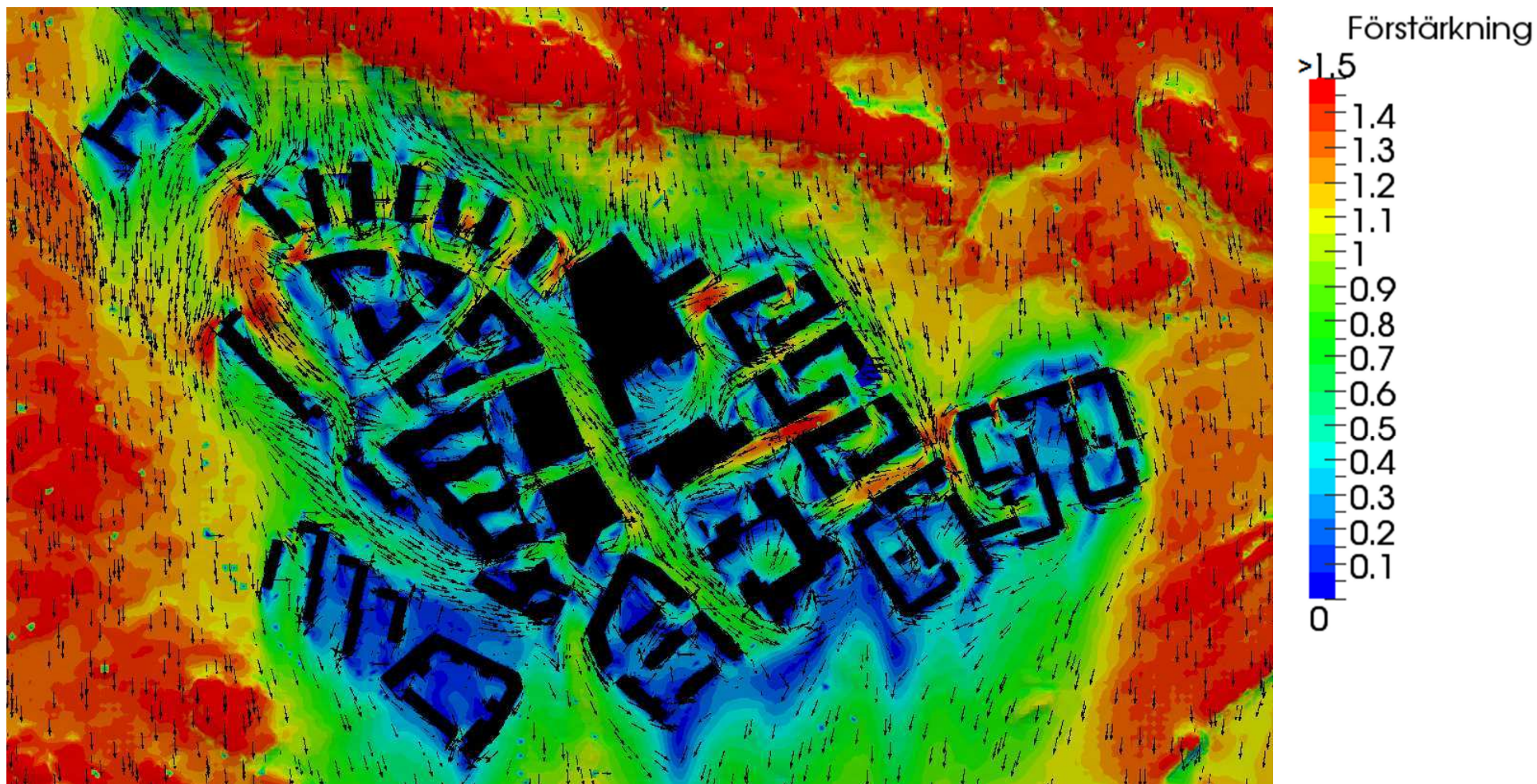
Figur B 13. Vindros Bromma flygplats vid kraftig vind >8 m/s, 2004-2010.



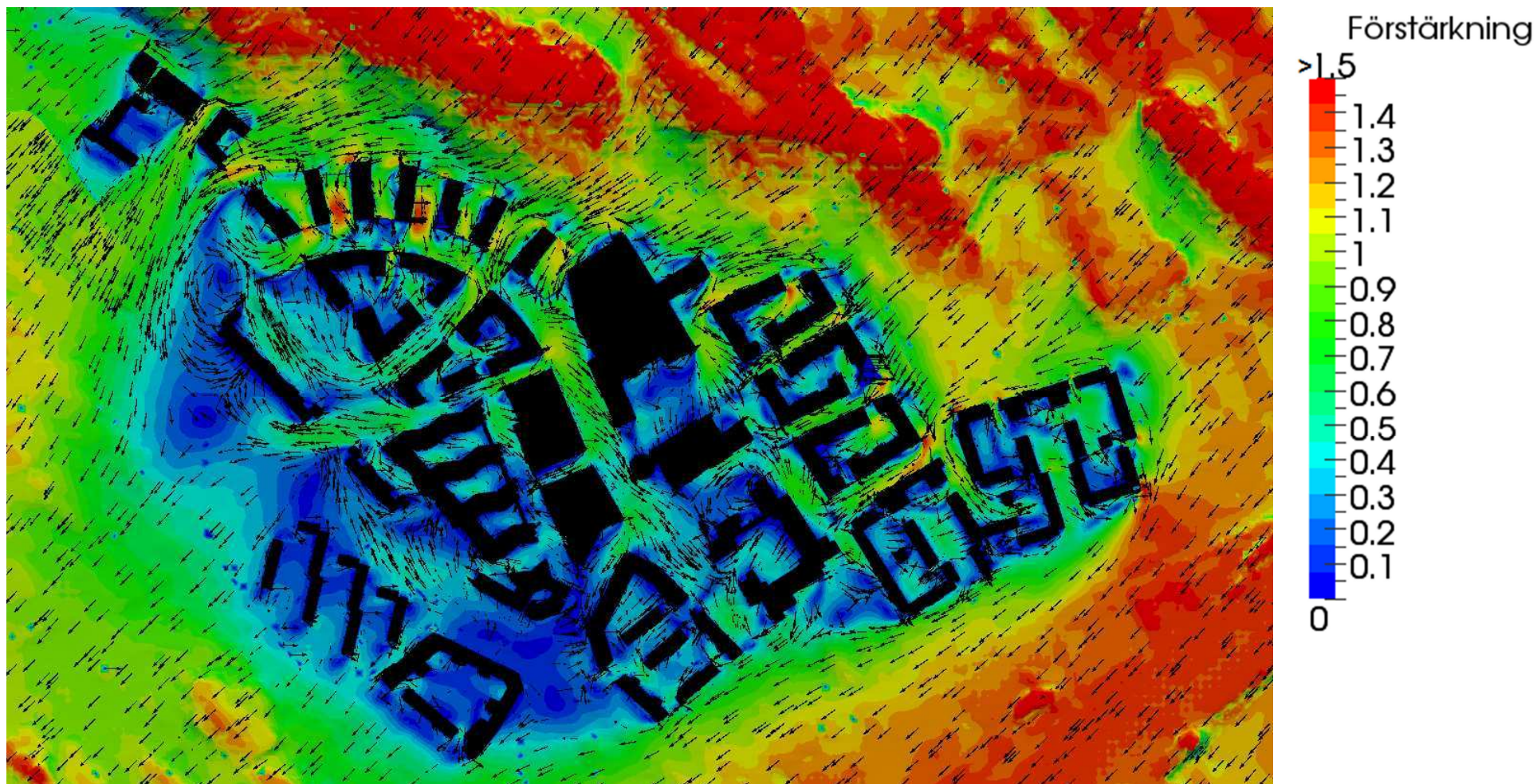
Figur B 14. Årsmedianen av vindhastigheten i m/s, presenterad på 1,5 m höjd över marken. Sammanvägning av alla vindriktningar.



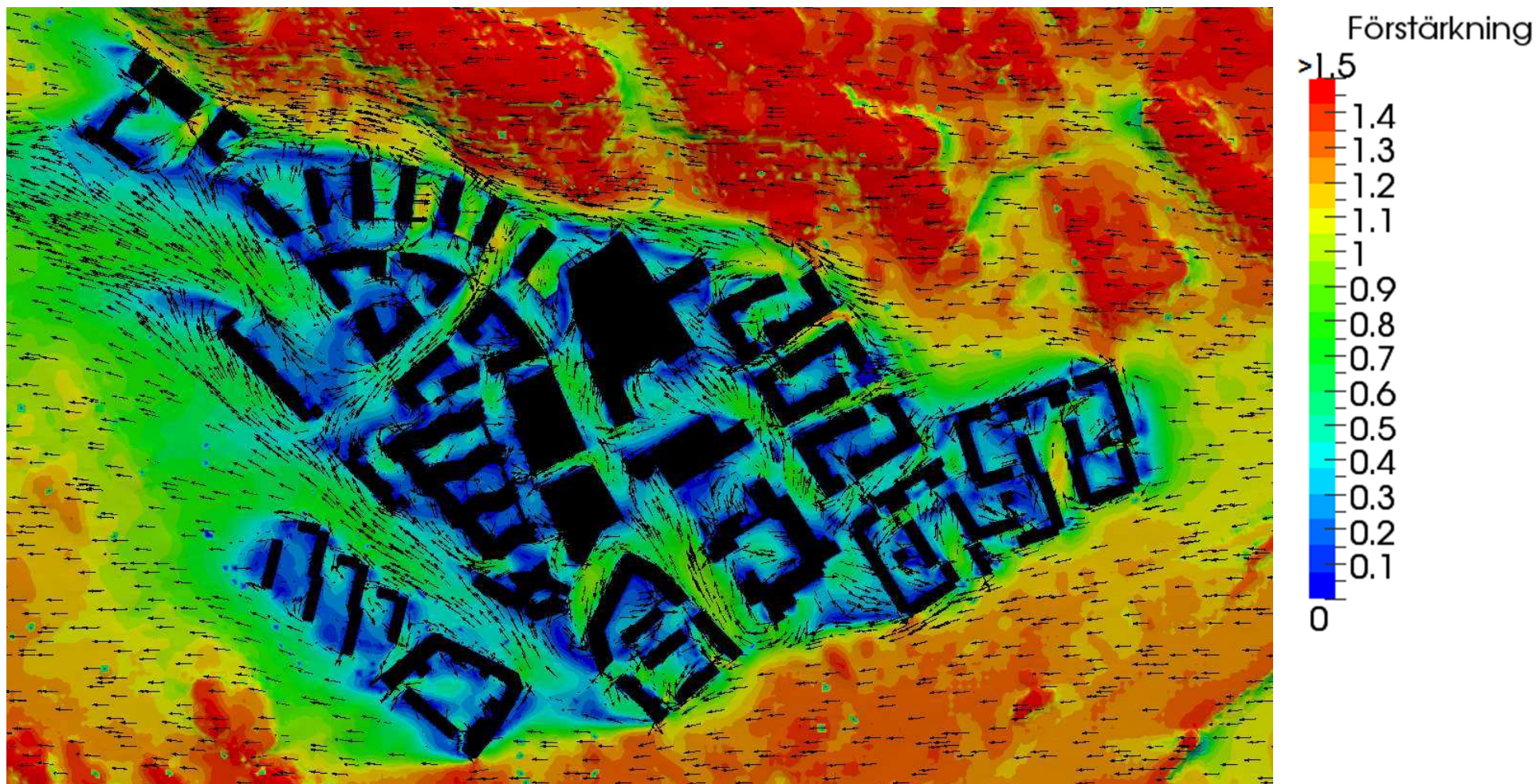
Figur B 15. Procent av tiden som vindens hastighet överstiger 5 m/s, på 1,5 m höjd över marken. Sammanvägning av alla vindriktningar.



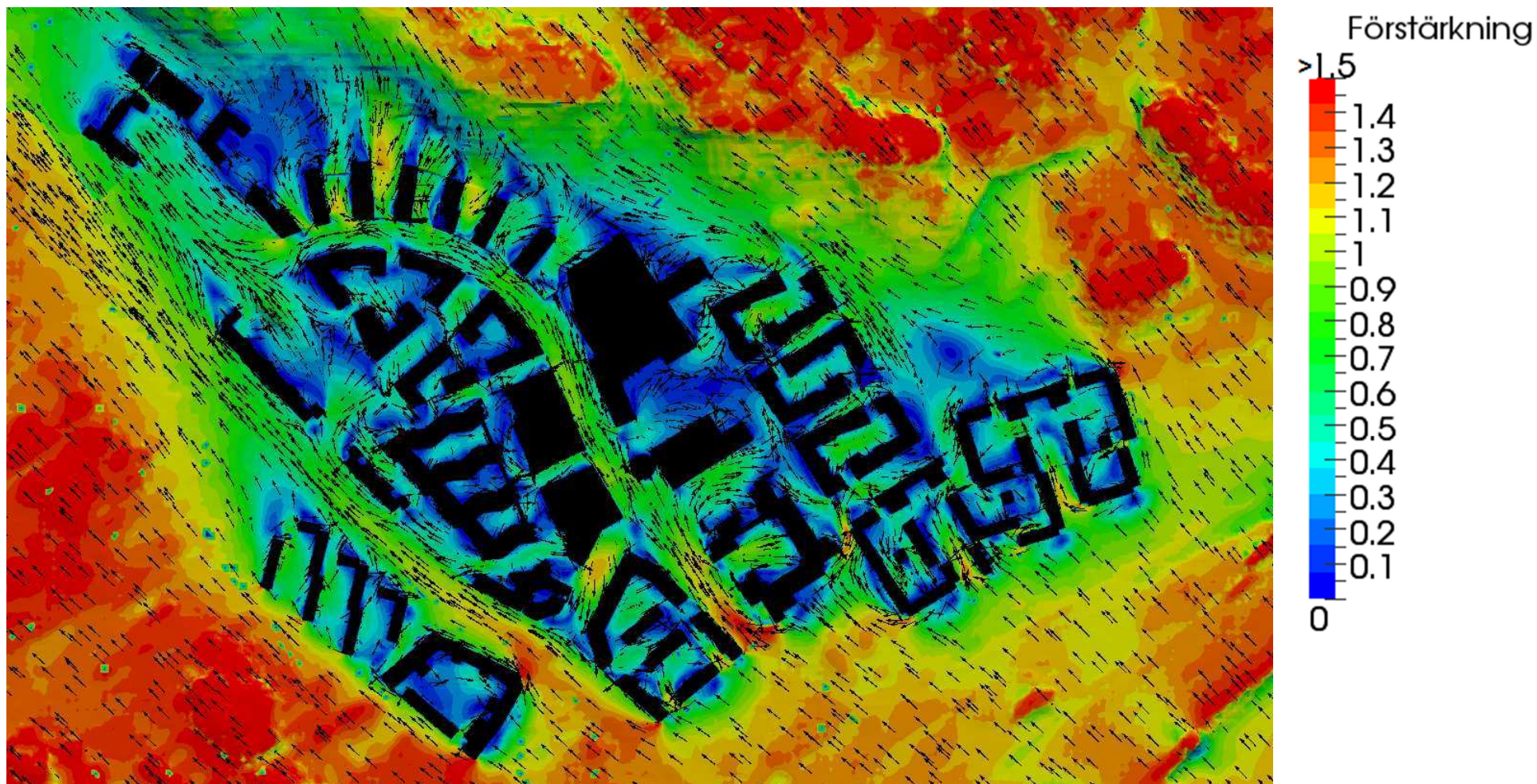
Figur B 16. Vindens förstärkning vid vind från nord, 0°, på 1,5 m höjd över marken. Skalan anger förstärkningsfaktorn. Gulgrön färg (faktor 1) innebär att vinden upplevs lika stark som på ett öppet fält. Gul och röd färg innebär att vinden upplevs starkare och blå/grön färg att vinden upplevs svagare.



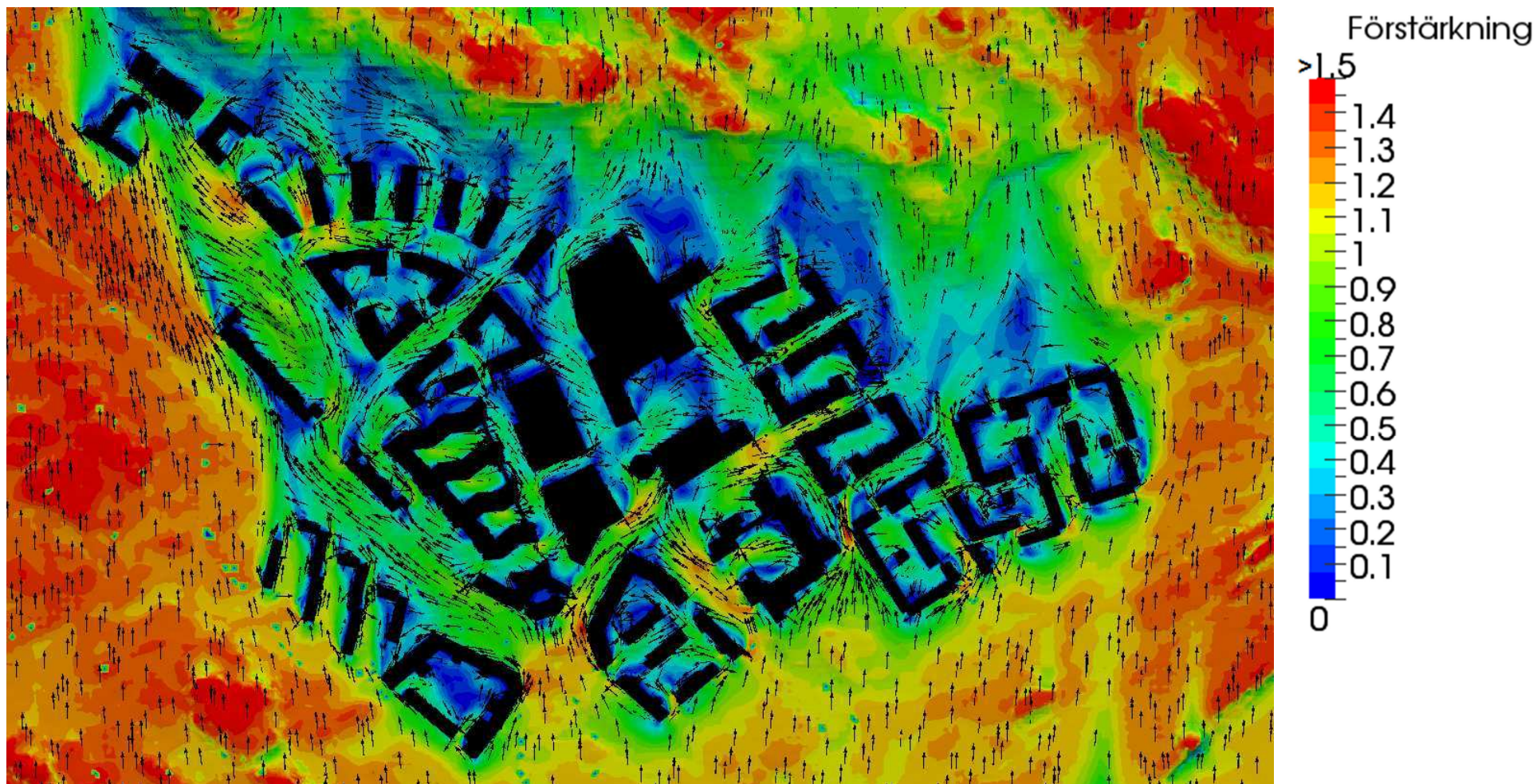
Figur B 17. Vindens förstärkning vid vind från nordost, 45°, på 1,5 m höjd över marken. Skalan anger förstärkningsfaktorn. Gulgrön färg (faktor 1) innebär att vinden upplevs lika stark som på ett öppet fält. Gul och röd färg innebär att vinden upplevs starkare och blå/grön färg att vinden upplevs svagare.



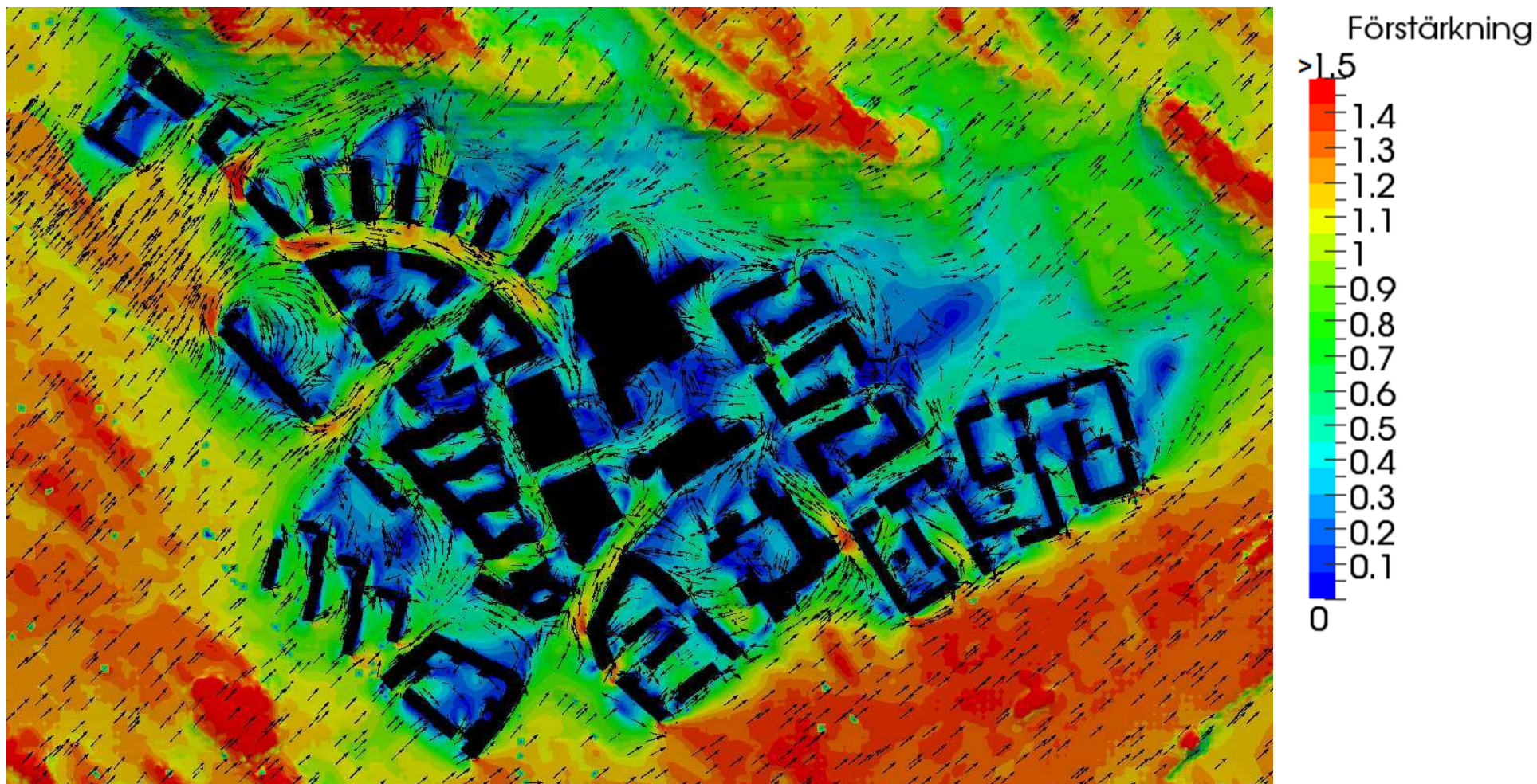
Figur B 18. Vindens förstärkning vid vind från ost, 90°, på 1,5 m höjd över marken. Skalan anger förstärkningsfaktorn. Gulgrön färg (faktor 1) innebär att vinden upplevs lika stark som på ett öppet fält. Gul och röd färg innebär att vinden upplevs starkare och blå/grön färg att vinden upplevs svagare.



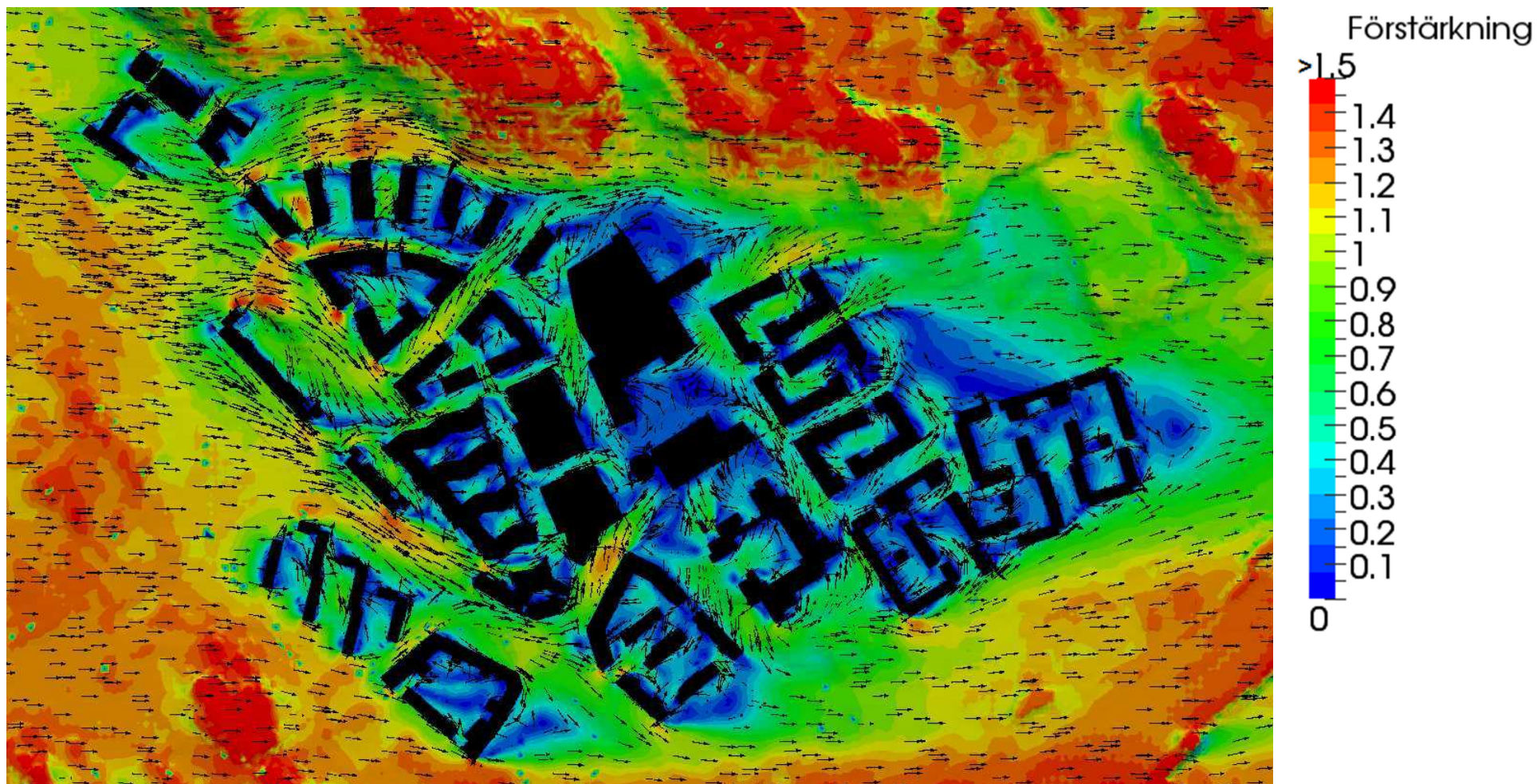
Figur B 19. Vindens förstärkning vid vind från sydost, 135°, på 1,5 m höjd över marken. Skalan anger förstärkningsfaktorn. Gulgrön färg (faktor 1) innebär att vinden upplevs lika stark som på ett öppet fält. Gul och röd färg innebär att vinden upplevs starkare och blå/grön färg att vinden upplevs svagare.



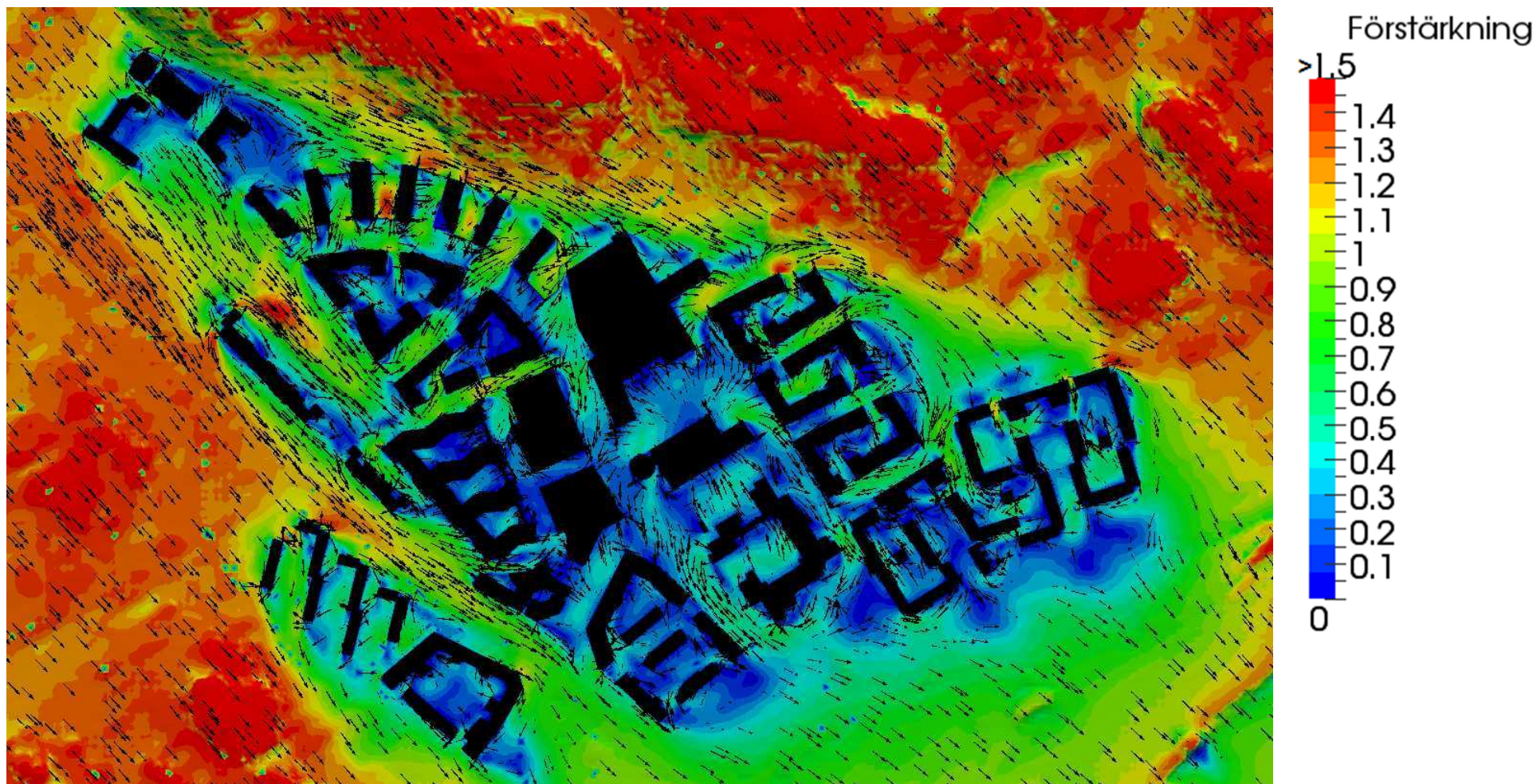
Figur B 20. Vindens förstärkning vid vind från syd, 180°, på 1,5 m höjd över marken. Skalan anger förstärkningsfaktorn. Gulgrön färg (faktor 1) innebär att vinden upplevs lika stark som på ett öppet fält. Gul och röd färg innebär att vinden upplevs starkare och blå/grön färg att vinden upplevs svagare.



Figur B 21. Vindens förstärkning vid vind från sydväst, 225°, på 1,5 m höjd över marken. Skalan anger förstärkningsfaktorn. Gulgrön färg (faktor 1) innebär att vinden upplevs lika stark som på ett öppet fält. Gul och röd färg innebär att vinden upplevs starkare och blå/grön färg att vinden upplevs svagare.



Figur B 22. Vindens förstärkning vid vind från väst, 270°, på 1,5 m höjd över marken. Skalan anger förstärkningsfaktorn. Gulgrön färg (faktor 1) innebär att vinden upplevs lika stark som på ett öppet fält. Gul och röd färg innebär att vinden upplevs starkare och blå/grön färg att vinden upplevs svagare.



Figur B 23. Vindens förstärkning vid vind från nordväst, 315°, på 1,5 m höjd över marken. Skalan anger förstärkningsfaktorn. Gulgrön färg (faktor 1) innebär att vinden upplevs lika stark som på ett öppet fält. Gul och röd färg innebär att vinden upplevs starkare och blå/grön färg att vinden upplevs svagare.

Denna sida är avsiktligt tom



Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut
601 76 NORRKÖPING
Tel 011-495 80 00 Fax 011-495 80 01