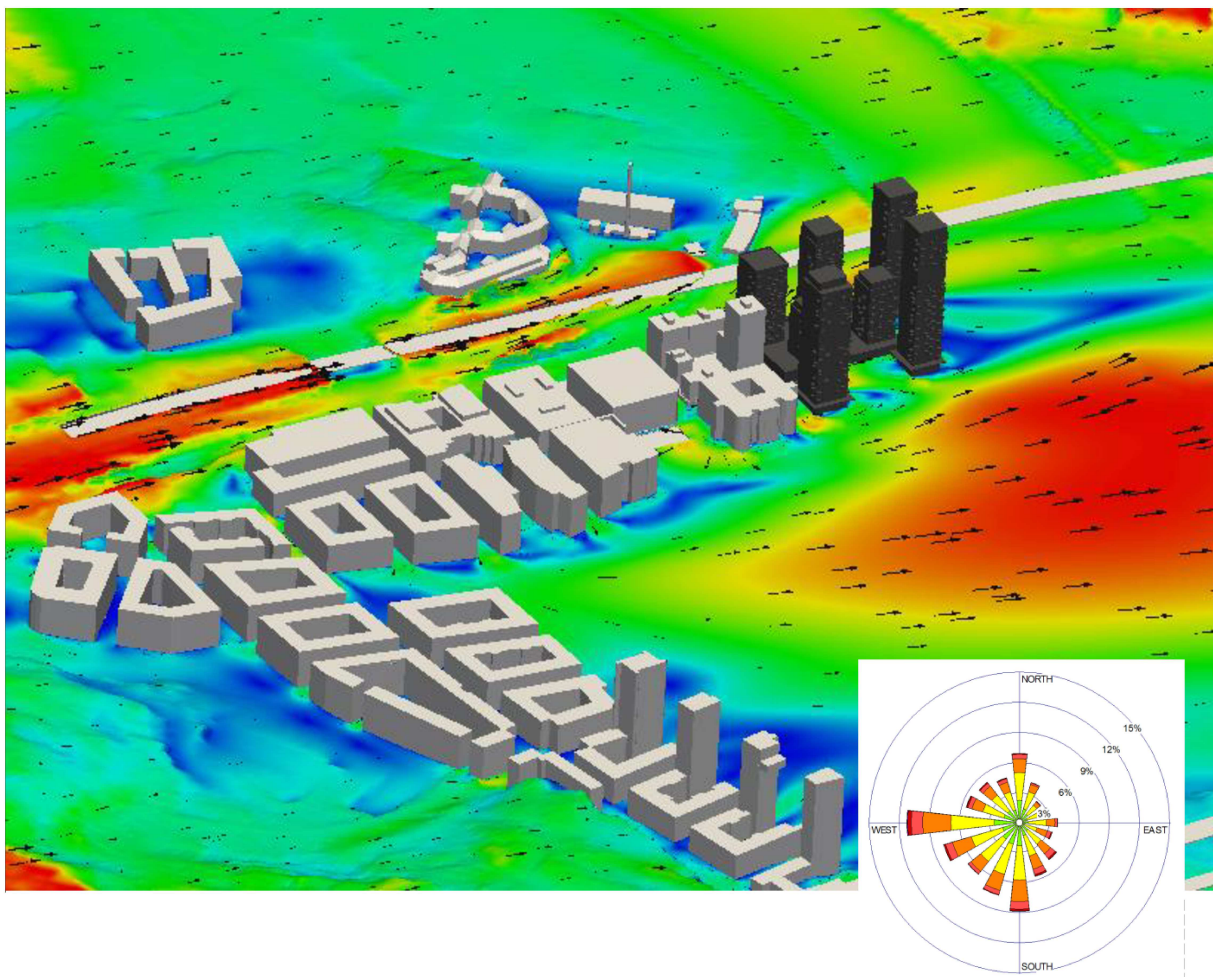


Magnus Asp

RAPPORT NR 2016-44

Fördjupad vindkomfortstudie för Marieviks Udde, Stockholm



Pärmbild.

Bilden visar planerad bebyggelse på fastigheten Marievik 15 med omgivning och vindens beräknade förstärkning och rörelsemönster vid vind från sydväst. En vindros från Bromma flygplats, baserad på data för hela året och perioden 1961-2013 är infälld.

Författare:

Magnus Asp

Granskningsdatum:

2016-09-15

Uppdragsgivare:

JM AB

Granskare:

E. Björck

Dnr:

2015/1840/9.5

Version:

2.0

Fördjupad vindkomfortstudie för Marieviks Udde, Stockholm

Uppdragstagare

SMHI

601 76 Norrköping

Projektansvarig

Magnus Asp

011 – 495 85 15

magnus.asp@smhi.se

Uppdragsgivare

JM AB

Gustav III:s Boulevard 64

169 82 STOCKHOLM

Kontaktperson

Gunnar Landing

08 -782 88 10

gunnar.landing@jm.se

Distribution

Klassificering

Affärssekretess

Nyckelord

Vindstudie, fördjupad, vindkomfort, CFD, Marievik, Stockholm

Övrigt

Innehållsförteckning

1	SAMMANFATTNING	0
2	BAKGRUND OCH SYFTE	1
3	METODIK	2
3.1	Beräkningsteknik	2
3.1.1	Beräkningsområde	2
3.1.2	Meteorologiska förutsättningar	3
3.2	Allmänt om vind och vindkomfort.....	3
3.2.1	Komfortkriterier	4
3.3	Allmänt om vindskydd	5
4	RESULTAT	6
4.1	Vindstatistik.....	6
4.2	Vindberäkningar	7
4.2.1	Komfortkriterier	7
4.2.2	Vindens förstärkning	9
4.2.3	Jämförelse med befintlig bebyggelse	11
5	SLUTSATSER	13
6	REFERENSER	13
7	FIGURER.....	14

1 Sammanfattning

På fastigheten Marievik 15 (M15) i Liljeholmen, Stockholm planerar JM AB sju höga tornhus kallade Marieviks udde. I en tidigare utförd vindstudie för Marievik som SMHI utfört på uppdrag av JM pekade resultaten på att flera platser inom M15 förväntas få ett relativt blåsig vindklimat. Därför har JM gett SMHI i uppdrag att utföra en fördjupad vindkomfortstudie för fastigheten där detaljer som bullerskydd och balkonger inkluderats. För att kunna jämföra resultaten med det nuvarande vindklimatet har vindkomfortberäkningar även gjorts för befintlig bebyggelse istället för den planerade.

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.

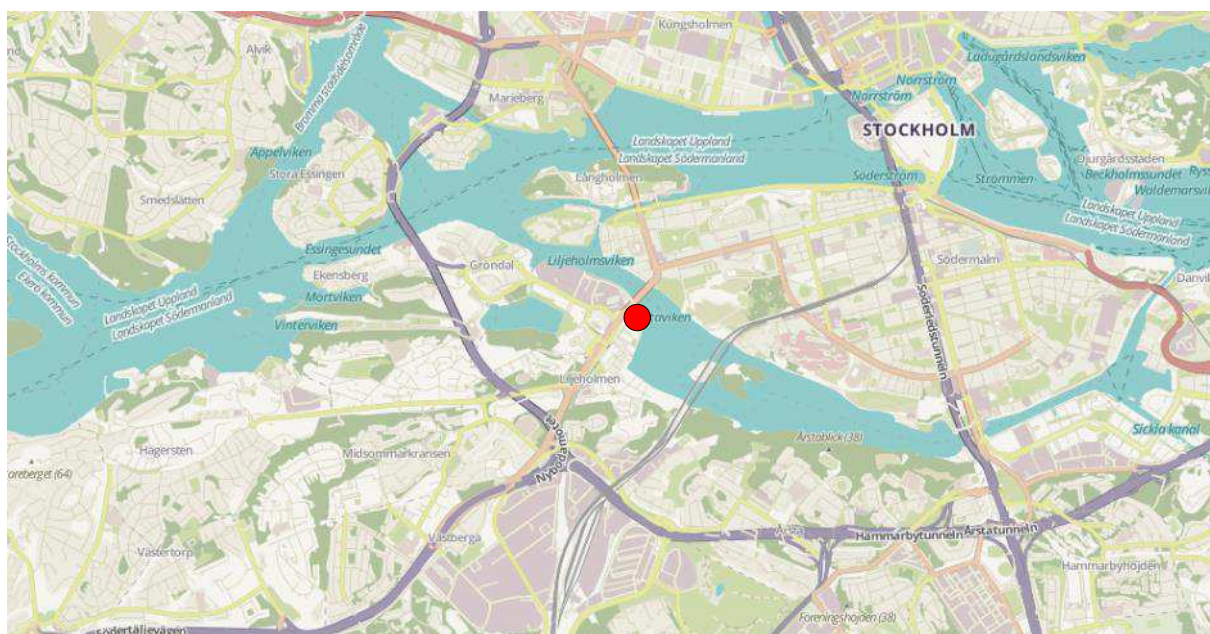
Vindförhållandena vid åtta olika vindriktningar har studerats med hög detaljrikedom. Beräkningsresultaten har vägts samman med hjälp av vindstatistik och presenteras grafiskt som horisontella tvärsnitt på fotgängarnivå i mått som kan jämföras med antagna komfortkriterier. För varje enskild vindriktning 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 är generellt vanligast i området.
- Ingen av de studerade miljöerna beräknas få tillräckligt bra vindmiljö för att, till hela ytan, klara av komfortkriterierna för långvarigt stillastående eller stillasittande med önskvärda förhållanden.
- Den mest utsatta delen av kajstråket är hörnet utanför höghuset T7 där vindklimatet kan upplevas som hårt även vid kortare vistelse.
- I passagerna nordväst om höghuset T6 och T7 samt sydväst om T3 väntas vid många vindriktningar ett sämre vindklimat då vindar trycks ned utmed höghusens fasader och tvingas igenom de relativt trånga utrymmena i marknivå.
- De båda studerade gårdarna i M15 kommer vid de flesta vindriktningarna få vindar som är kraftigt förstärkta på grund av läget vid de höga husen.
- De planerade bullerskärmarna mot Årstaängsvägen ger en positiv effekt på vindklimatet i gårdarnas delar närmast skärmarna.
- Plattformarna runt tornen T6, T7 och T3 har ett mycket vindutsatt läge och det kan vara en god idé att på de platser som är mest utsatta överväga vindskyddande åtgärder som högre glasskivor eller skärmtak.
- Inkluderande av höghusens balkonger i beräkningarna ger ingen märkbar effekt på vindklimatet i mark- och gångbronivå.
- Beräkningar med befintlig bebyggelse visar att redan idag är hörnet på kajstråket och gaturummet mellan M15 och M22 vindutsatta platser.
- Med den planerade bebyggelsen kommer platser med blåsiga förhållanden som beror på närheten till vattnet, exempelvis hörnet på kajen, att fortsätta vara blåsiga. Samtidigt väntas en del blåsiga områden att tillkomma varav flera i närheten av höghusens hörn.

2 Bakgrund och syfte

Området Marievik i Liljeholmen, Stockholm förnyas och i detaljplanen ingår bland annat ett antal höga hus på fastigheterna Marievik 15 och 22 (M15 och M22). Dessa hus förväntas ge påverkan på planområdet avseende vindförhållanden vid entréer, gaturum, parker och längs kajen. Då man är angelägna om att skapa ett så gott vindklimat i området som möjligt har SMHI tidigare under 2016 på uppdrag av JM AB utfört en vindkomfortstudie för hela Marievikområdet. Vindsimuleringar genomfördes med syftet att beskriva hur vindklimatet kommer att bli på ett antal platser inom den föreslagna utformningen.

På fastigheten M15 planerar JM AB sju höga tornhus kallade Marieviks udde. Då resultaten i den utförda vindstudien pekade på att flera platser inom M15 förväntas få ett relativt blåst vindklimat har JM gett SMHI i uppdrag att utföra en fördjupad vindkomfortstudie för fastigheten där detaljer som bullerskydd och balkonger inkluderats. För att kunna jämföra resultaten med det nuvarande vindklimatet har vindkomfortberäkningar även gjorts där den befintliga bebyggelsen på M15 och M22 har tagits med i geometrin istället för den planerade. Resultaten från denna fördjupade studie redovisas i denna rapport.



Figur 1. Geografisk översikt. Marievik är markerat med en röd punkt. Kartunderlaget kommer från openstreetmap.org, © OpenStreetMaps bidragsgivare.

3 Metodik

Strömningsberäkningar har genomförts för åtta vindriktningar. Resultaten från dessa modelleringar har därefter sammanvägts som horisontella fält på 2 meters höjd över marken med hjälp av vindstatistik från Bromma Flygplats, som underlag för en samlad bedömning av vindmiljön.

3.1 Beräkningsteknik

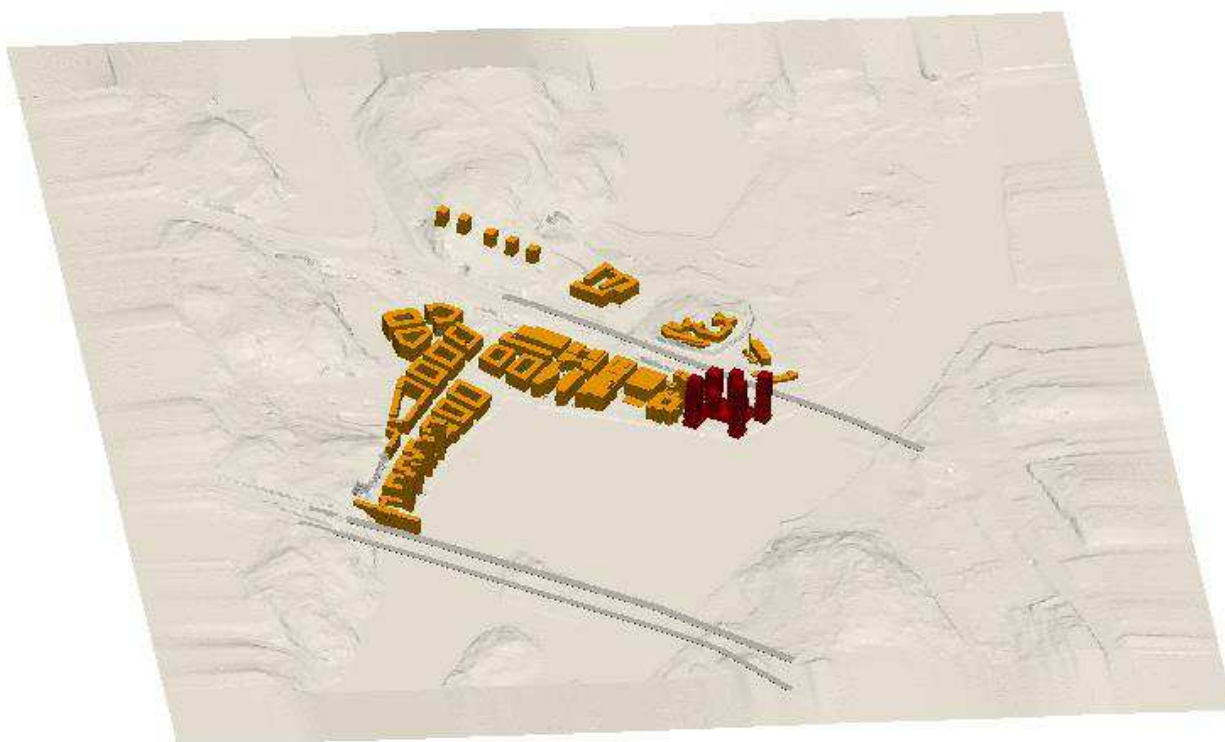
Strömningsberäkningarna genomförs med CFD-teknik (Computational Fluid Dynamics). Ekvationer löses för luftens hastighet, tryck och turbulens i ett stort antal punkter i beräkningsvolymen. I vissa avseenden kan tekniken ses som en numerisk vindtunnel. Den CFD-programvara som använts heter OpenFOAM och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

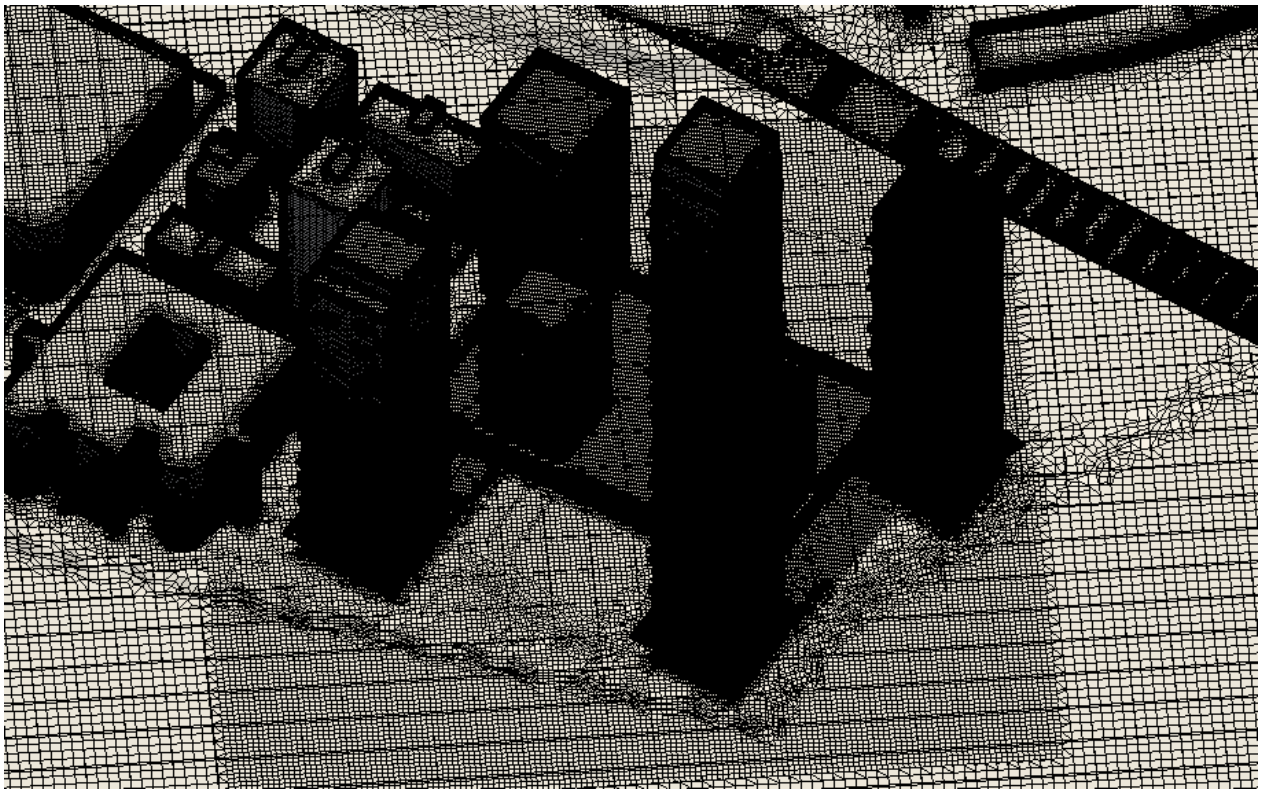
3.1.1 Beräkningsområde

Modellgeometrin och höjddata för topografin tillhandahölls av uppdragsgivaren. Detaljer i geometrin som inte bedömdes påverka vindmiljön har försummats. I Figur 2 visas de byggnader och den mark som inkluderats i beräkningarna.

Ett beräkningsnät skapades för området baserat på ovan nämnda underlag, se Figur 3. Det innebär att luften inom området delades in i ett stort antal celler. Beräkningsnätet anpassades efter byggnadernas form och förtätades i det område som bedömdes som extra intressant 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 2. Beräkningsdomänen med det aktuella området.



Figur 3. Ett utsnitt av beräkningsnätet med den planerade bebyggelsen. Rutnätet som kan ses på mark och fasader utgör den yttre randen av beräkningsnätet som fyller luftmassan inom området. Beräkningsnätet förtätas på de platser som bedöms som mer intressanta.

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. Mätstationen vid Bromma Flygplats är den närmast tillgängliga vindstationen, avståndet från Marievik är bara ca 7 km och data därifrån bör representera vindförhållanden på en tänkt öppen yta vid Liljeholmskajen väl.

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 (exempelvis uteserveringar) 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.

I denna studie refererar vi för de flesta genomgångna miljöerna till Glaumanns kriterier för önskvärda förhållanden vid långvarigt stillastående/stillasittande (Tabell 1 och Tabell 2). I fall där det är uppenbart fråga om kortvarig vistelse refereras även till dessa kriterier.

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.

← Davenport →				Glaumann
Aktivitet	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 *ffjärrskydd*, 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 skydda, 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 6 till B 15 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 6, 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 11-15) där väderdata endast finns tillgängliga 2004-2013.

Figur B 7 till B 10 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 11 visar att det vid nederbörd generellt är vanligast med vindar från nord eller syd, samt nordostliga vindar.

I Figur B 12 och B 13 skiljer man på regn eller duggregn respektive snö eller snöblandat regn. I Figur B 12 ser man att vindar från syd dominerar vid regn eller duggregn, men att nordliga och sydostliga vindar också är förekommande. I Figur B 13 ser man att vindar från nord och nordnordost är vanligast i samband med snö eller snöblandat regn. Sammanfattningsvis visar Figur B 11 -13 att vindar från väst, som är den vanligaste förekommande vindriktningen över året, inte är vanlig vid nederbörd i någon form.

Figur B 14 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 15 visar en vindros för de tillfällen då det blåser kraftigt (8 m/s). Vind från väst och sydost är vanligast förekommande vid dessa vindförhållanden.

4.2 Vindberäkningar

Resultaten från strömningsberäkningarna presenteras i Figur B 16-25 som horisontella fält på 2 m höjd över marken respektive över takterasser och gångbroar. Figurerna har alla tre kartor; a, b och c där a visar ett bildutsnitt för marknivå (park och kaj) och b ett bildutsnitt för plattformsnivå (gångbroar och innergårdar). C-figurerna visar resultat från beräkningar med befintlig bebyggelse vilka diskuteras i avsnitt 4.2.3. I marknivåfigurerna (figurer benämnda a) har gångbroar och plattformar skurits bort så att man ser resultaten för marknivån under dessa.

Y-riktningen i figurerna 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 4 visar de platser som av uppdragsgivaren har bedömts som särskilt intressanta att analysera. En sammanställning av årsmedianen av vindhastigheten (Figur B 16) och hur många procent av tiden som vindhastigheten överskrider 5 m/s (Figur B 17) vid de valda platserna, presenteras i relation till komfortkriterierna i Tabell 3.



Figur 4. Platser som studerats närmre; 1. Kajen, 2. Park, 3. Aktivitetstorg, 4. Gårdar, 5. Plattformar och gångbroar.

1. Kajen

Längs kajstråket ger beräkningarna en medianvindhastighet på mellan 0,5 och 1,7 m/s med de högsta värdena där kajen passerar T7 samt norr om T3. Dessa platser väntas med andra ord få ett vindklimat som bara är acceptabelt för kortare uppehåll. Även partiet mellan T6 och T7 är relativt utsatt.

Den mest kritiska platsen sett till vindmiljön är hörnet på kajen nedanför T7. Där väntas vindar över 5 m/s förekomma upp till 11 % av tiden vilket är över gränsen för vad som enligt Davenport är tolerabelt även för kortvarigt stillastående/stillasittande (6 %). Dock klaras gränsen för tolerabla förhållanden vid promenad (23 %).

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

2. Park

Mellan T6 och T7 planeras en park ut mot kajen. De blåsiga delarna av denna park ser ut att bli i passagerna på de nordvästra sidorna av T6 och T7 där medianvinden beräknas överskrida 1,5 m/s (gränsen för önskvärda förhållanden vid längre vistelse). Även i den yttre delen av parken som är närmast kajen väntas relativt blåsiga förhållanden.

Att dessa delar av parken får den mest utsatta vindmiljön är tydligt även när man tittar på vindhastigheter över 5 m/s. Upp till 10 procent av tiden väntas dessa blåsiga förhållanden förekomma. För sittmiljöer och liknande är området i den inre delen av parken mellan T4 och T5 bäst lämpat.

3. Aktivitetstorg

För området mellan T3 och T7 finns planer på ett aktivitetstorg. Sett till båda komfortkriterierna bör större delen av denna yta få önskvärda förhållanden för längre vistelse. I närheten av T7 kan det dock upplevas som blåsigare liksom nära T3:s södra hörn. På dessa platser väntas vindar över 5 m/s förekomma upp emot 7 % av tiden.

4. Gårdar

Vindklimatet på gårdarna mellan T1 och T2 (4a i figur 4) och mellan T2 och T3 (4b i figur 4) kommer att påverkas mycket av de intilliggande husens höga höjd. Medianvindhastigheten väntas bli 0,5-1,7 m/s vilket innebär att delar av gårdarna överskrider gränsen för önskvärda förhållanden för längre uppehåll.

Vindhastigheter över 5 m/s beräknas förekomma i som mest upp till 6,5 procent av tiden (nära passagen mellan T2 och T5) och på stora delar av båda gårdarna över 3 % vilket kan upplevas som obehagliga förhållanden vid längre stillastående/stillasittande.

Höga bullerskärmar planeras längs innergårdarnas kant mot Årstaängsvägen. Jämförelser med beräkningar utan dessa skärmar visar att de även har en vindskyddande effekt. Vindklimatet i den del av gårdarna som ligger närmast skärmarna förbättras avsevärt.

De blåsiga delarna tycks istället bli de sydöstra halvorna av gårdarna. Skärmtak några meter upp på fasaderna är en vindskyddande åtgärd som kan lugna vindmiljön på dessa platser. Skärmar även mot sydost kan också bidra till ett bättre vindklimat liksom att plantera mycket träd och buskar. Husens höga höjd gör dock att det är svårt att helt undvika att kraftiga vindar trycks ned till marknivå.

5. Plattformar och gångbroar

Runt tornen T6, T7 och T3 planeras det plattformar en bit upp på fasaden, på plan 13. Från T6 och T7 ska det också gå gångbroar som förbindelse mot nivån som T4 och T5 blir placerade på. Modellresultaten visar att det kan bli blåsig på plattformarna i närheten av hörnen på husen samt på de båda förbindelsebroarna. Vid T6:s och T7:s alla hörn, vid T3:s södra och norra hörn samt på förbindelsebroarna väntas medianvindhastigheter över 1,5 m/s, som mest upp till 1,8 m/s. Detta är dock acceptabelt för kortare uppehåll.

Samma platser är också de som är mest utsatta för vindar över 5 m/s. Blåsiga väntas det bli vid T7:s västra och östra hörn där dessa förhållanden väntas upp till 13 % av tiden.

Beräkningarna är gjorda utan några räcken på gångbroar och plattformar. Ett sätt att förbättra vindklimatet kan vara att istället för standardräcken ha exempelvis höga glasskivor längs gångbroar

och plattformar. Om det finns möjlighet att placera skärmtak över plattformarna skulle detta också vara en lämplig åtgärd för att skapa en mer tolerabel vindmiljö.

Plattformarna kan ha en viss positiv effekt på vindklimatet för entréplan under plattformarna. Beräkningarna tyder dock på att denna effekt inte är så stor och den positiva påverkan hade sannolikt varit större om plattformarna varit placerade på en lägre höjd närmare marken och skjutit ut längre från fasaden. Med den nu planerade utformningen kommer antagligen en stor del av de nedåtriktade vindarna längs höghusens fasader smita förbi utanför plattformarna för att återigen ansluta till fasaden längre ned.

Tabell 3. Sammanställning för alla vindriktningar över hela året. Intervallen anger minimum och maximum för platsen/ytan. Önskvärda förhållanden markeras med grönt, gult överskrider denna nivå. Skalan är tagen från Glaumanns gränsvärden för upplevd vindhastighet (längre stillasittande) angivna i Tabell 2 samt Glaumanns 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	Kajen	0,5-1,7	0-11
2	Park	0,7-1,6	0-10
3	Aktivitetstorg	0,5-1,6	0-7,0
4	Gårdar	0,5-1,7	0-6,5
5	Plattformar och gångbroar	0,5-1,8	0-13

4.2.2 Vindens förstärkning

Figur B 18 - 25 visar hur vinden förstärks i bebyggelsen vid olika vindriktningar på 2 m höjd över marken respektive över takterrasserna och gångbroarna. Vindens förstärkning anges i form av en faktor relativt hur vinden upplevs på ett fält eller annan öppen plats på marken. Exempelvis; siffran 1,1 motsvarar 1,1 gångers 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 inom valda ytor.

1. Kajen

Kajen ligger exponerad för många vindriktningar och resultaten från analysen av olika vindriktningar visar att förstärkning av vinden alltid sker vid någon del av kajstråket. Vid vindar omkring väst klarar sig dock större delen av sträckningen utan någon förstärkning.

Förstärkningen beror på närheten till vattnet i kombination med de höga husen T3, T6 och T7 och delar av kajstråket kan få ett ogynnsamt vindklimat, särskilt utsatt är hörnet utanför T7. Vid placering av exempelvis bänkar kan det vara en god idé att välja platser som enligt resultatfigurerna klarar sig bäst vindklimatmässigt.

2. Park

Även parken mellan T6 och T7 påverkas av förstärkta vindar på grund av de omgivande höga byggnaderna och närheten till öppet vatten. Vinden förstärks dels i den östra delen närmast kajen vid vindar från ost och nordost, dvs. vid vindar från vattnet. Vid många vindriktningar förstärks även vinden i passagerna innanför T6 och T7. Vid nordvästvind ligger dock hela parken väl skyddad.

3. Aktivitetstorg

Vid de flesta vindriktningar väntas större delen av aktivitetstorget få ett relativt bra vindklimat. Dock ser områdena närmast T3:s södra hörn och T7 ut att ofta påverkas av förstärkning skapad av nedtryckta vindar som tvingas igenom passager i marknivå. Vid nordvästlig och nordlig vind väntas även mer centrala delar av torget få blåsiga förhållanden.

4. Gårdar

Båda gårdarna kommer vid de flesta vindriktningarna få vindar som är kraftigt förstärkta på grund av läget vid de mycket höga husen. Vid vind mellan nord och sydost väntas en fördubbling eller mer av den ostörda vinden på delar av gårdarna. Vid vindar från väst och sydväst klarar sig dock nästan hela gårdarna från vindförstärkning, en lyckosam omständighet eftersom dessa hör till de vanligaste vindriktningarna.

Beräkningarna visar också att de planerade bullerskärmarna mot Årstaängsvägen ger en positiv effekt på vindklimatet i gårdarnas delar närmast skärmarna. Detta är tydligast vid vindriktningarna med störst förstärkning, dvs. mellan nord och sydost. I gårdarnas sydöstra delar syns dock ingen större skillnad jämfört med utan skärmar.

Beräkningarna som ligger till grund för denna studie är gjorda med höghusens balkonger inkluderade i förenklad form. Balkongerna finns med som klossar placerade på de platser på fasaden där balkonger är planerade. Jämförelser med beräkningar utan balkonger visar dock att balkongerna inte verkar ge någon större effekt på gårdarnas vindklimat.

5. Plattformer och gångbroar

Förbindelsebroarna och plattformarna runt tornen T6, T7 och T3 har ett mycket utsatt läge och husens höjd och läge gör att det oavsett vindriktning alltid finns någon del där vinden kommer få en kraftig förstärkning. Två av de mest utsatta platserna är T7:s östra hörn och T6:s södra hörn där man enligt beräkningarna kan räkna med 2,6 respektive 2,7 gångers förstärkning av vinden vid nordlig respektive östlig riktning.

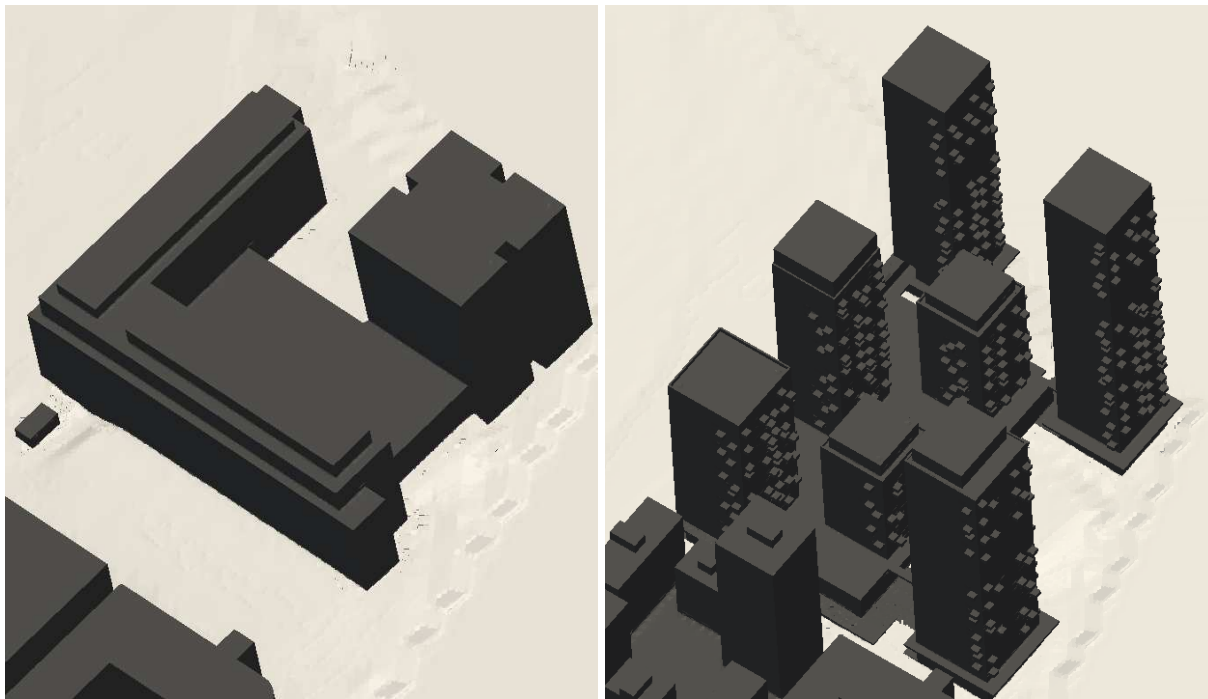
Som nämnts i avsnitt 4.2.1 kan det vara en god idé att på de platser som är mest utsatta överväga vindskyddande åtgärder som högre glasskivor eller skärmtak.

Tabell 4. Vindförstärkningen inom intressanta ytor för samtliga undersökta vindriktningar. Grön färg visar en vindförstärkning som är mindre än eller lika med 1ggr, 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	Kajen	0,2-2,1	0,1-1,7	0,1-2,1	0-2,1	0-1,6	0-1,2	0-1,1	0-2,0
2	Park	0-2,2	0-1,7	0-2,2	0-2,4	0-1,6	0-1,3	0-1,3	0-0,8
3	Aktivitetstorg	0-2,0	0-1,9	0-2,1	0-2,2	0-1,5	0-0,9	0-1,4	0-2,0
4	Gårdar	0-2,0	0-2,0	0-2,3	0,1-2,1	0-1,5	0-0,7	0-1,2	0-1,6
5	Plattformar och gångbroar	0-2,6	0-2,0	0,1-2,7	0-2,6	0-1,9	0-1,6	0-1,7	0-2,3

4.2.3 Jämförelse med befintlig bebyggelse

Beräkningar har även gjorts där den befintliga bebyggelsen på M15 och M22 har tagits med i geometrin istället för den planerade. I övrigt har beräkningarna gjorts med exakt samma förutsättningar. I figur 5 visas modeller över M15 med befintlig bebyggelse respektive planerad bebyggelse. Den högsta av de planerade byggnaderna är ca 70 m högre än den högsta av de befintliga byggnaderna.



Figur 5. Fastigheten M15, befintlig bebyggelse till vänster och planerad bebyggelse till höger.

Som tidigare nämnts visar de av figurerna B16-B25 som är benämnda c resultat för befintlig bebyggelse. Av bilderna som visar resultaten av komfortkriterierna (figurerna B16 och B17) framgår att längs kajstråket väntas inte vindkomforten förändras så mycket av den planerade bebyggelsen. Redan idag har hörnet på kajen, den mest vindutsatta platsen längs kajstråket, enligt beräkningarna en medianvindhastighet upp mot 1,8 m/s och vindar över 5 m/s beräknas förekomma i upp till 8 % av tiden. På samma plats ger beräkningarna med den planerade bebyggelsen 1,7 m/s medianvindhastighet och 11 % av tiden med vindar över 5 m/s. I närheten av T6:s östra hörn väntas det bli blåsigare jämfört med befintlig bebyggelse men å andra sidan ser vindklimatet ut att kunna bli något bättre än nuläget längs kajen söder om T6.

Mellan T3 och T7 där det planeras ett aktivitetstorg är det även i nuläget en öppen yta. Denna yta tycks bli relativt opåverkad av den förändrade bebyggelsen. Sett till medianvinden kan till och med de centrala delarna av ytan få ett förbättrat vindklimat med den nya bebyggelsen.

Med den förändrade bebyggelsen kommer områden med ett blåsigare klimat att förflyttas. För befintlig bebyggelse visar exempelvis beräkningarna att gaturummet mellan M15 och M22 är blåsigt, särskilt i den sydöstra delen. Med planerad bebyggelse kommer de blåsigaste områdena i detta gaturum bli mindre och koncentreras till närheten av de höga byggnaderna T6 och T1.

På vissa platser i nära anslutning till de planerade höga tornbyggnaderna i M15 kommer sannolikt vindklimatet försämrats men det är i många fall svårt att göra jämförelser med nuläget då utbredningen på de befintliga och de planerade byggnaderna är olika. Flera områden som väntas få blåsigare förhållanden med den planerade bebyggelsen är idag täckta av byggnader som exempelvis gårdarna mellan T1 och T2 och mellan T2 och T3.

En analys av vindens förstärkning vid olika vindriktningar (figurerna B18-B25) stödjer slutsatserna ovan. M15 och speciellt kajstråket har redan idag ett exponerat läge och speciellt vindutsatta platser är hörnet på kajstråket och gaturummet mellan M15 och M22. Med den planerade bebyggelsen kommer platser med blåsigare förhållanden som beror på närheten till vattnet, exempelvis hörnet på kajen, att

fortsätta vara blåsiga. Samtidigt väntas en del blåsiga områden att tillkomma varav flera i närheten av höghusens hörn.

5 Slutsatser

Följande slutsatser kan dras angående vindmiljön i området:

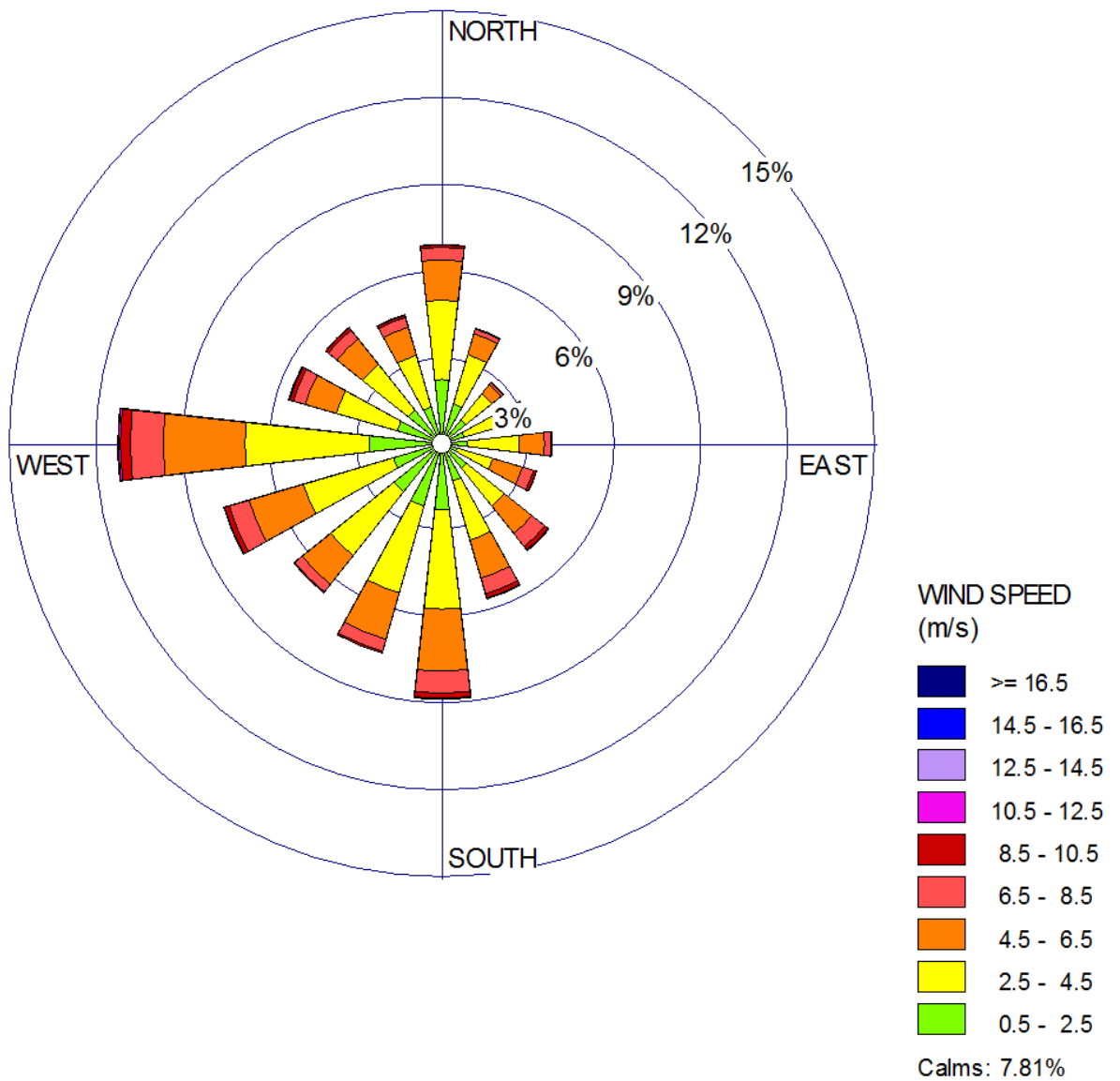
- Vindar från sektorn syd till väst är generellt vanligast i området.
- Ingen av de studerade miljöerna beräknas få tillräckligt bra vindmiljö för att, till hela ytan, klara av komfortkriterierna för långvarigt stillastående eller stillasittande med önskvärda förhållanden.
- Den mest utsatta delen av kajstråket är hörnet utanför höghuset T7 där vindklimatet kan upplevas som hårt även vid kortare vistelse.
- I passagerna nordväst om höghusen T6 och T7 samt sydväst om T3 väntas vid många vindriktningar ett sämre vindklimat då vindar trycks ned utmed höghusens fasader och tvingas igenom de relativt trånga utrymmena i marknivå.
- De båda studerade gårdarna i M15 kommer vid de flesta vindriktningarna få vindar som är kraftigt förstärkta på grund av läget vid de höga husen.
- De planerade bullerskärmarna mot Årstaängsvägen ger en positiv effekt på vindklimatet i gårdarnas delar närmast skärmarna.
- Plattformarna runt tornen T6, T7 och T3 har ett mycket vindutsatt läge och det kan vara en god idé att på de platser som är mest utsatta överväga vindskyddande åtgärder som högre glasskivor eller skärmtak.
- Inkluderande av höghusens balkonger i beräkningarna ger ingen märkbar effekt på vindklimatet i mark- och gångbronivå.
- Beräkningar med befintlig bebyggelse visar att redan idag är hörnet på kajstråket och gaturummet mellan M15 och M22 vindutsatta platser.
- Med den planerade bebyggelsen kommer platser med blåsiga förhållanden som beror på närheten till vattnet, exempelvis hörnet på kajen, att fortsätta vara blåsiga. Samtidigt väntas en del blåsiga områden att tillkomma varav flera i närheten av höghusens hörn.

6 Referenser

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

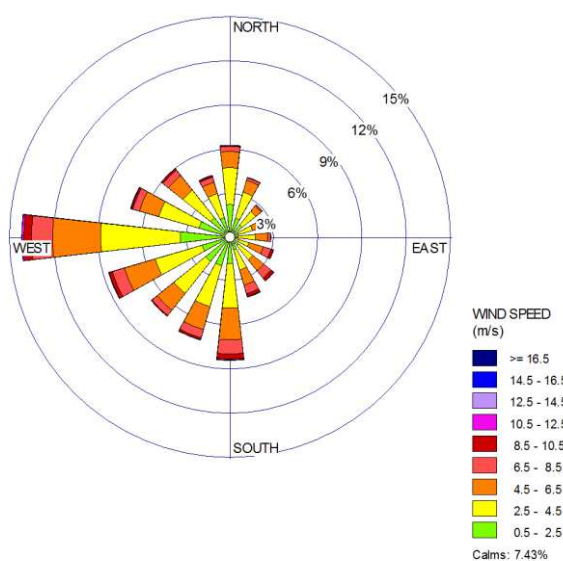
Glaumann, M. och Westerberg, U. (1988): *Klimatplanering VIND*. Statens Institut för Byggnadsforskning. Svensk Byggtjänst, Stockholm.

7 Figurer

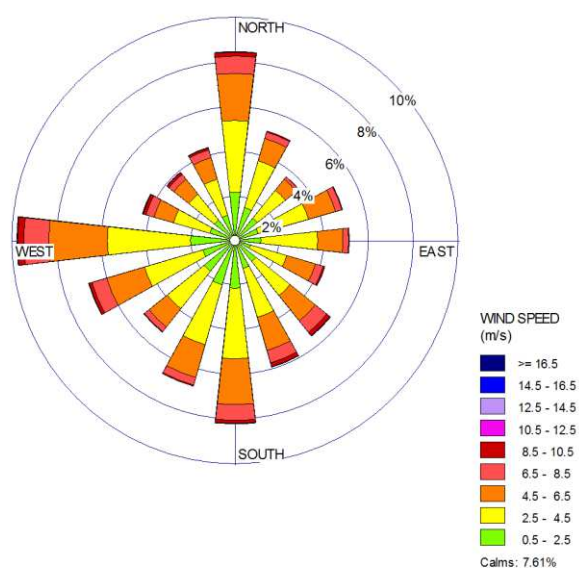


Figur B 6. Vindros Bromma flygplats för hela året, 1961-2013. Medelvind 3.64 m/s.

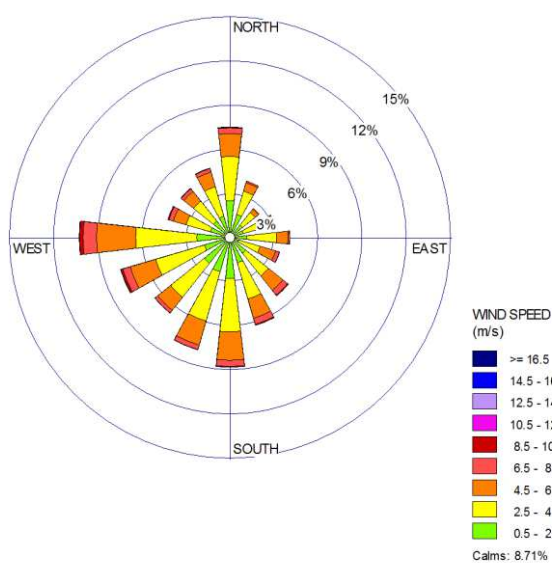
Årstider



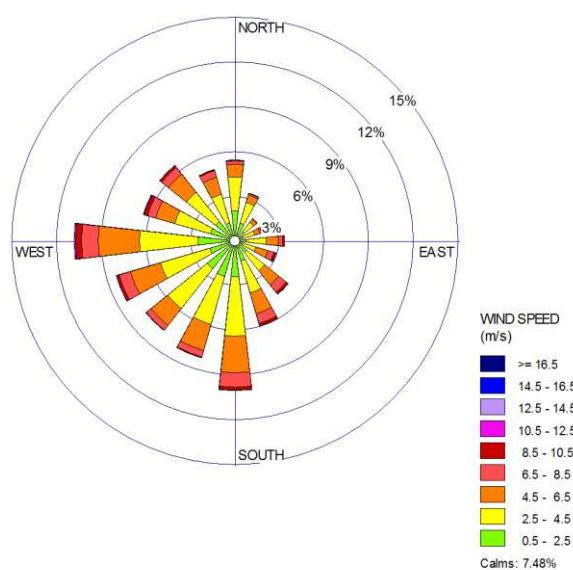
Figur B 7. Vindros Bromma flygplats, dec-feb, 1961-2013. Medelvind 3.77 m/s.



Figur B 8. Vindros Bromma flygplats, mar-maj, 1961-2013. Medelvind 3.72 m/s.

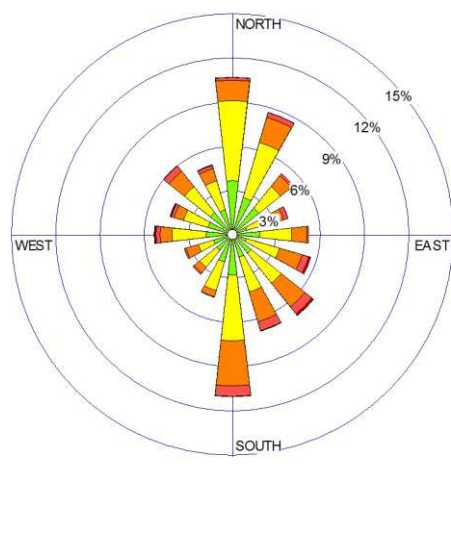


Figur B 9. Vindros Bromma flygplats, juni-aug, 1961-2013. Medelvind 3.38 m/s.

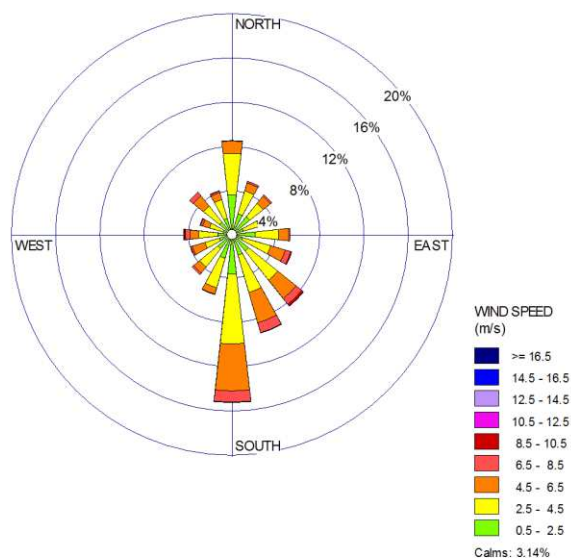


Figur B 10. Vindros Bromma flygplats, sept-nov, 1961-2013. Medelvind 3.71 m/s.

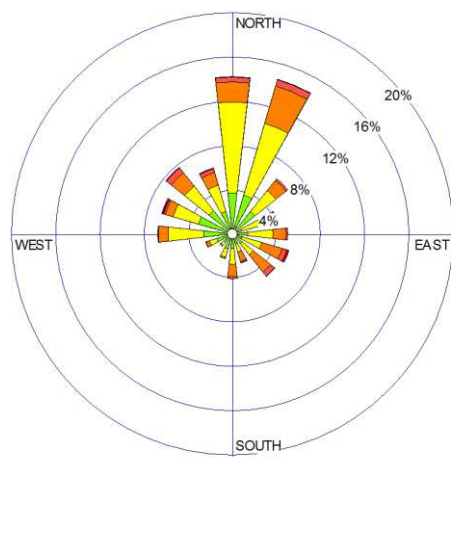
Vädervindrosor



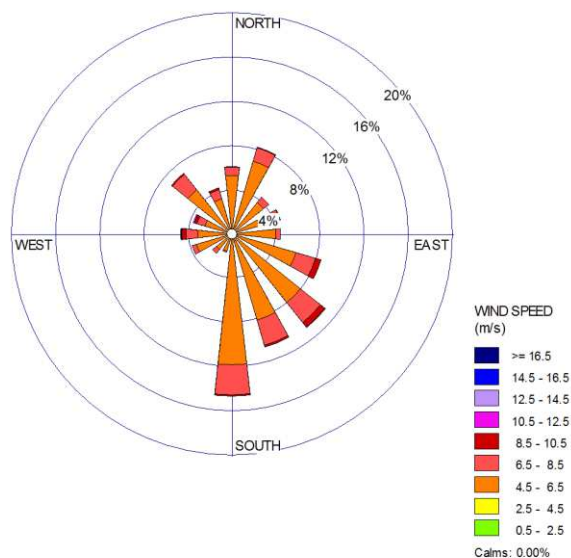
Figur B 11. Vindros Bromma flygplats vid nederbörd, 2004-2010. Medelvind 3.47 m/s.



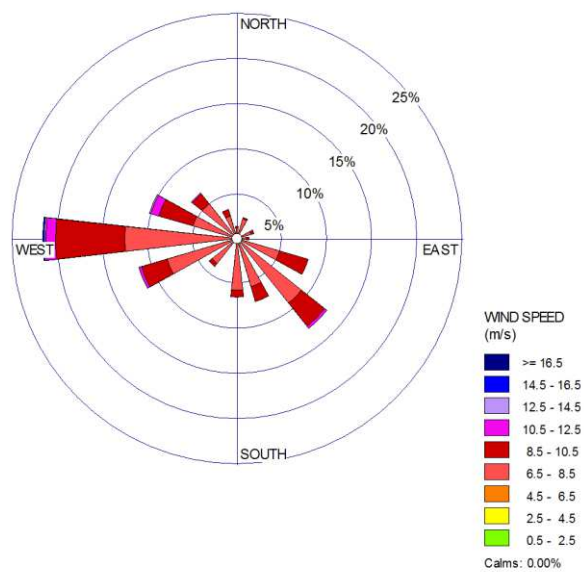
Figur B 12. Vindros Bromma flygplats vid regn och duggregn, 2004-2010. Medelvind 3.53 m/s.



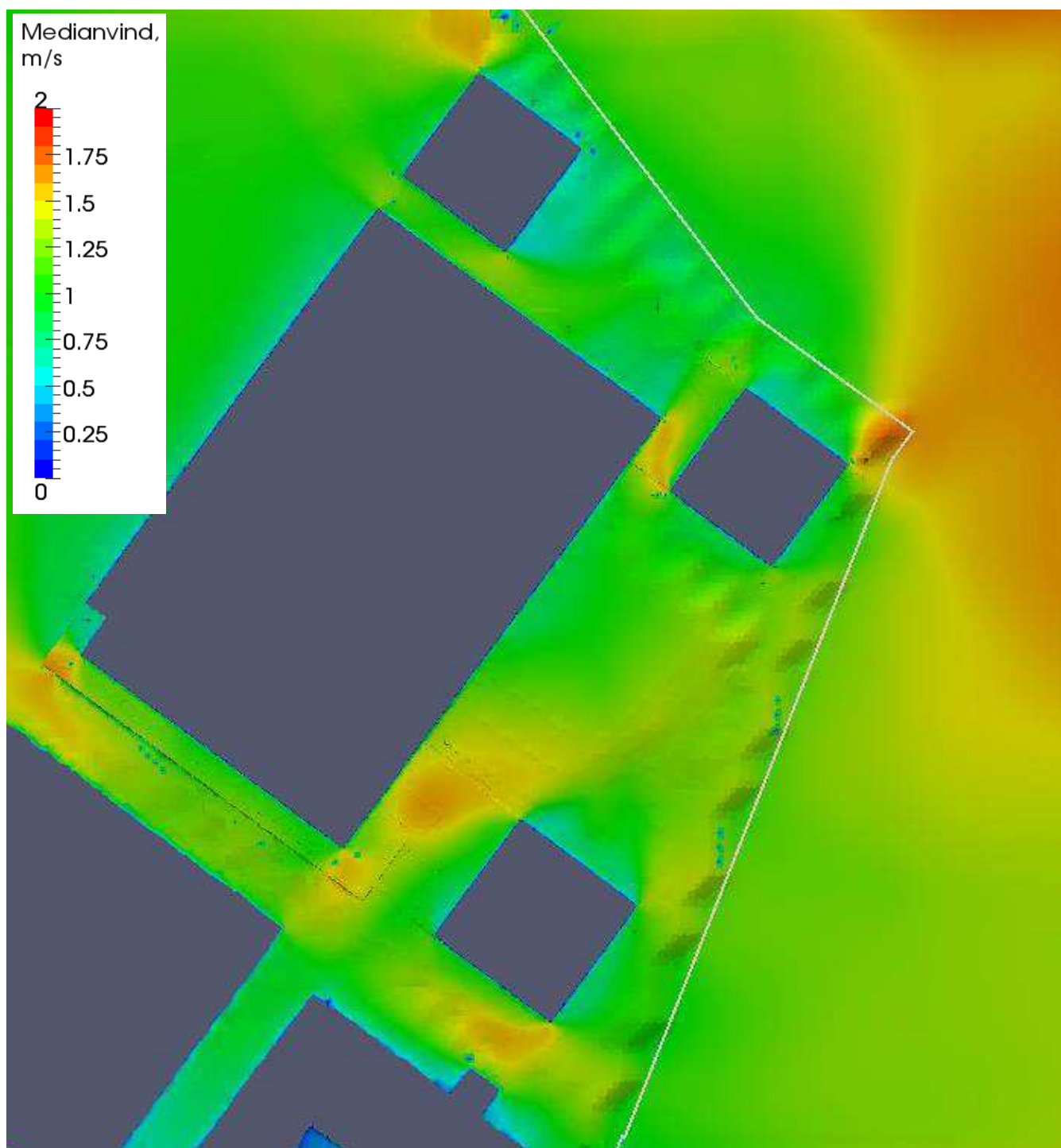
Figur B 13. Vindros Bromma flygplats vid snö och snöblandat regn, 2004-2010. Medelvind 3.37 m/s.



Figur B 14. Vindros Bromma flygplats vid vind > 5 m/s och nederbörd, 2004-2010.



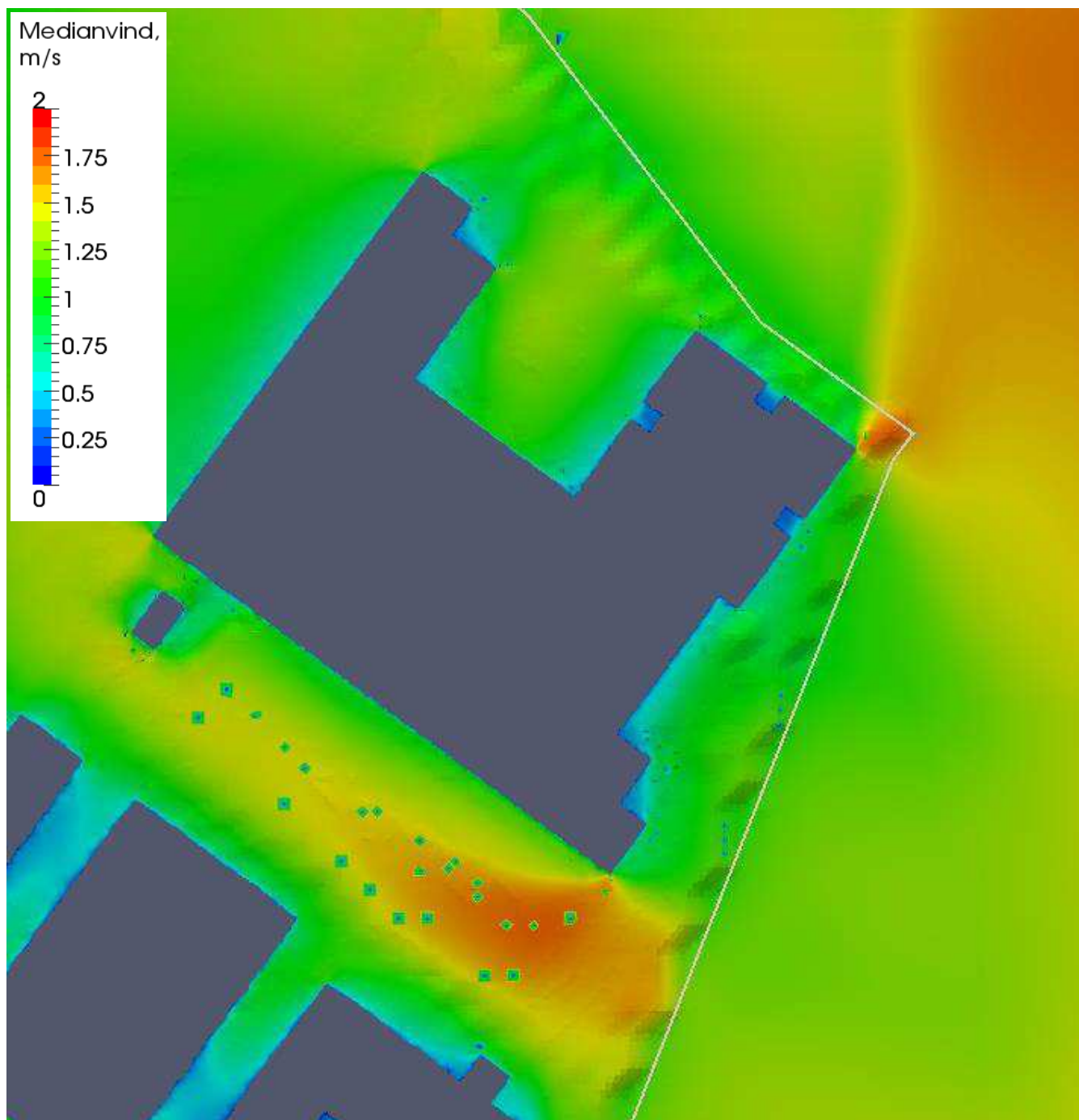
Figur B 15. Vindros Bromma flygplats vid kraftig vind >8 m/s, 2004-2010.



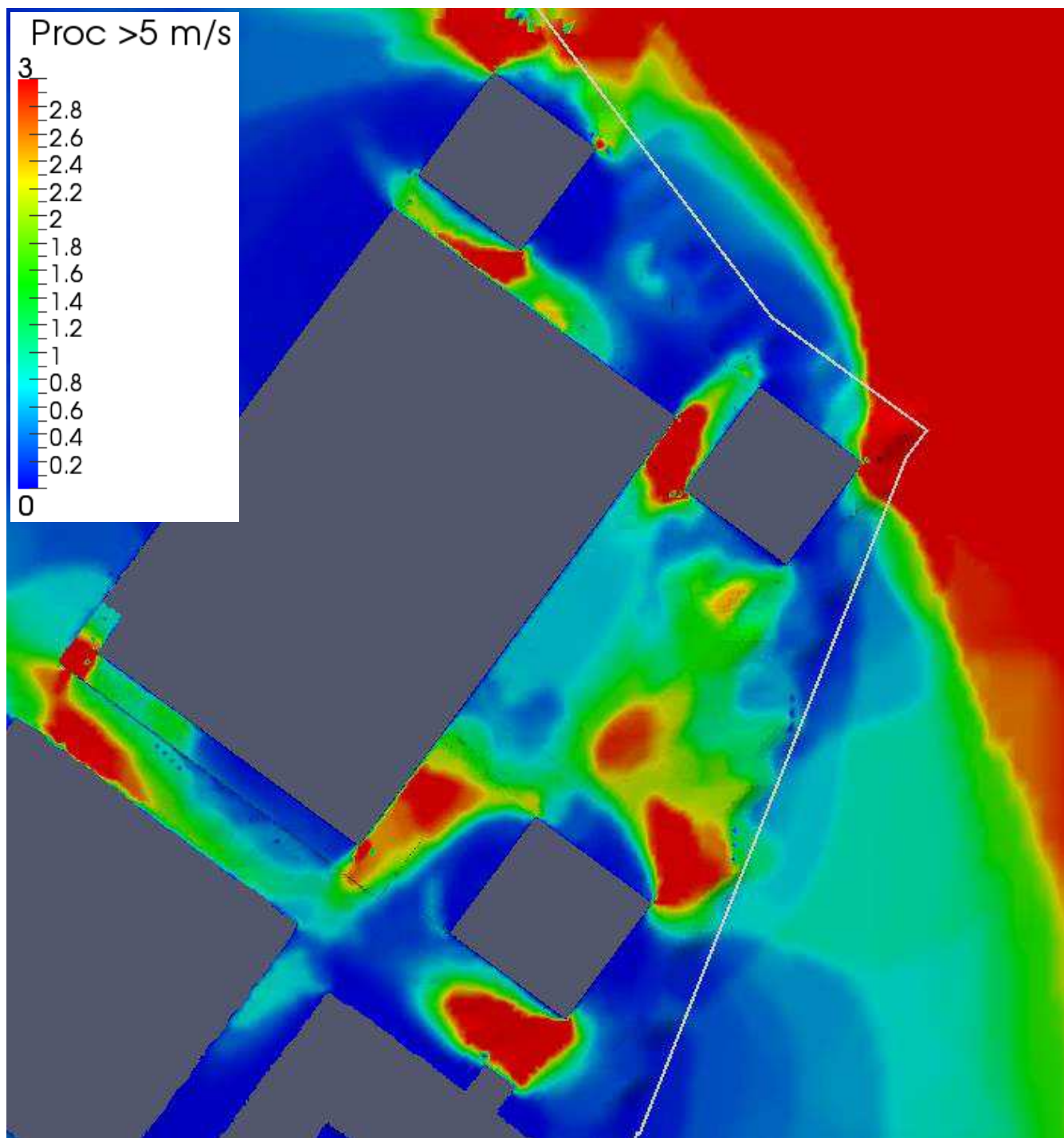
Figur B 16a. Årsmedianen av vindhastigheten i m/s, presenterad på 2 m höjd över marken. Sammanvägning av alla vindriktningar.



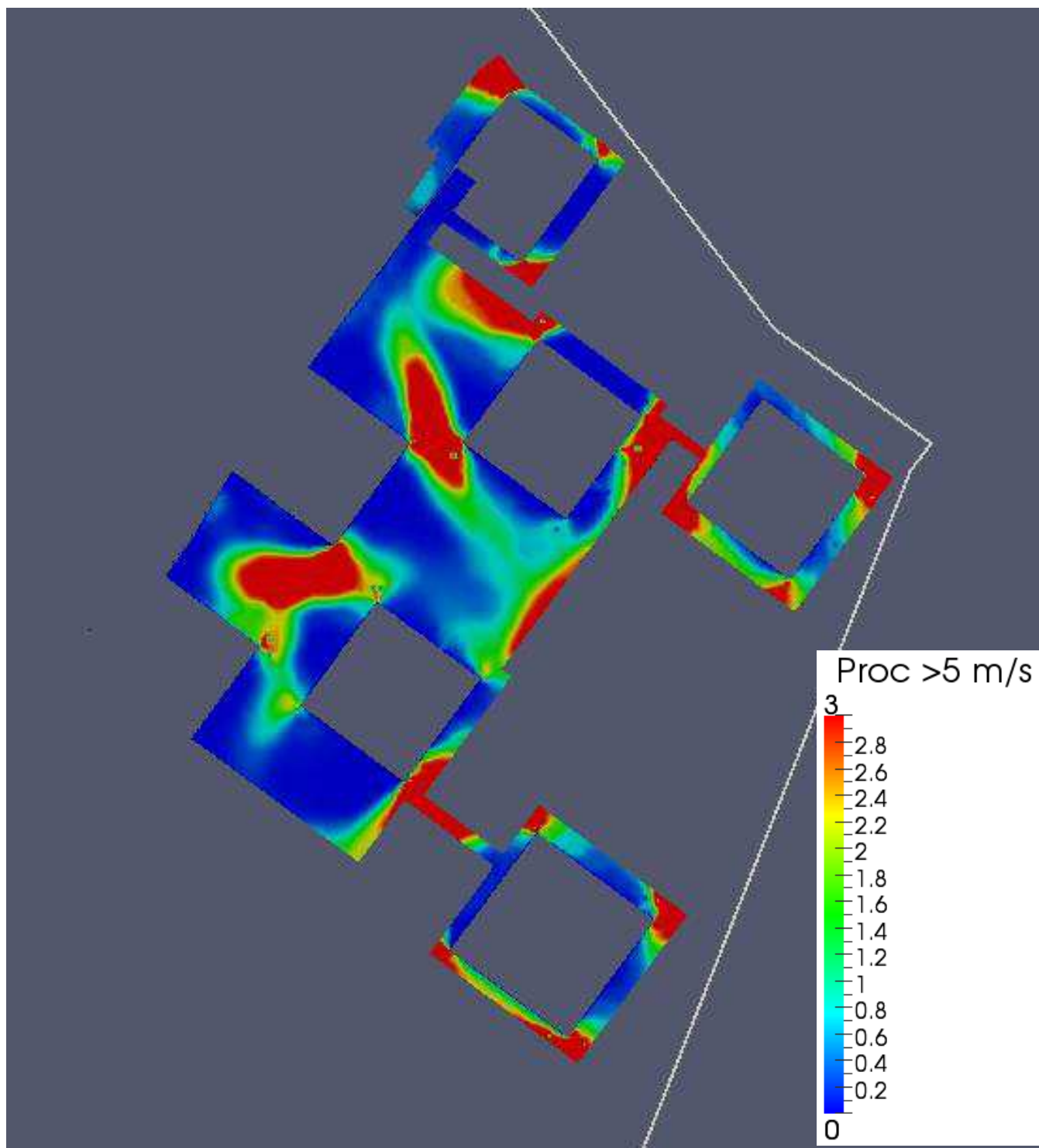
Figur B 16b. Årsmedianen av vindhastigheten i m/s, presenterad på 2 m höjd över gårdar och gångbroar. Sammanvägning av alla vindriktningar.



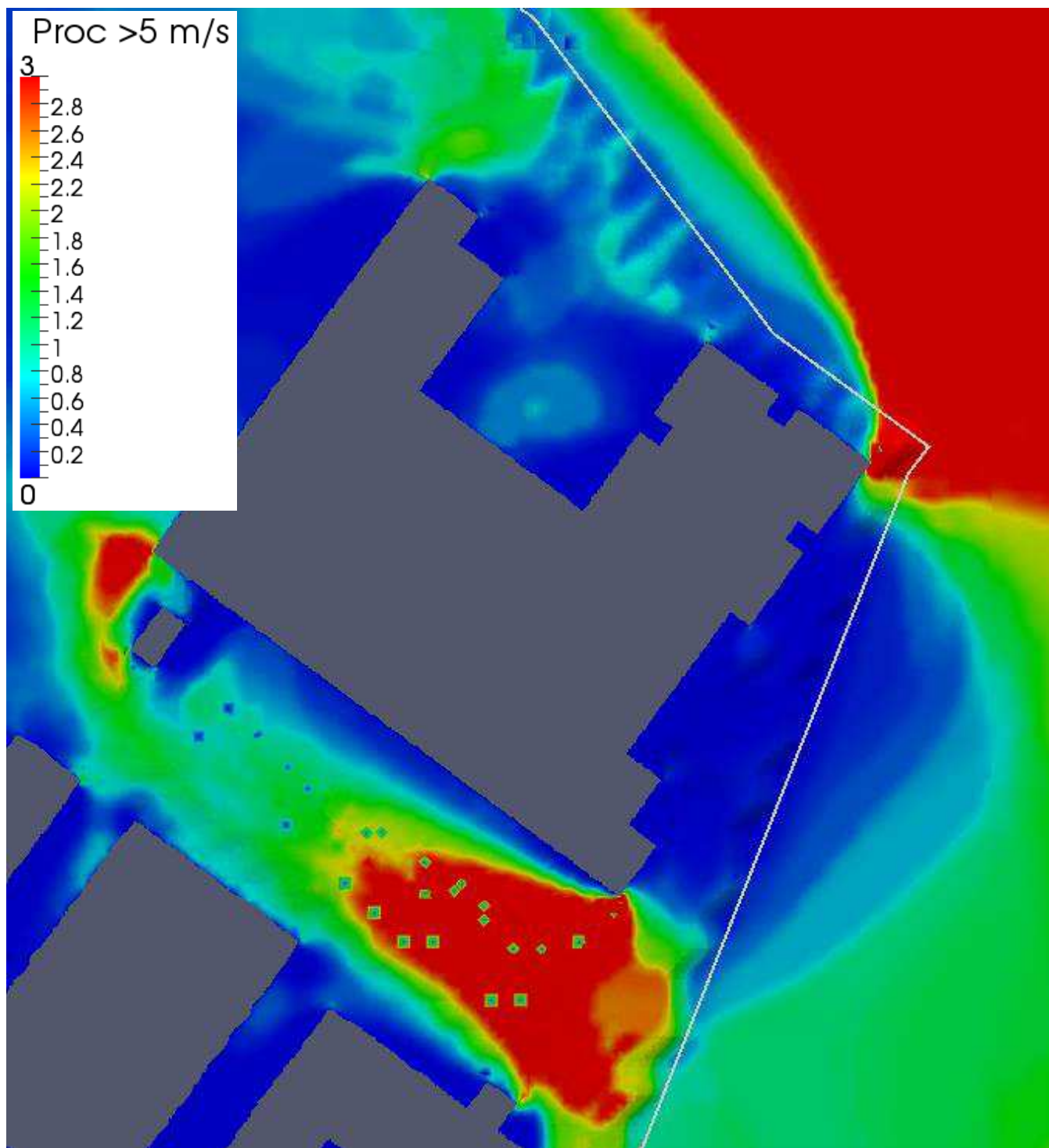
Figur B 16c. Årsmedianen av vindhastigheten i m/s vid befintlig bebyggelse, presenterad på 2 m höjd över marken. Sammanvägning av alla vindriktningar.



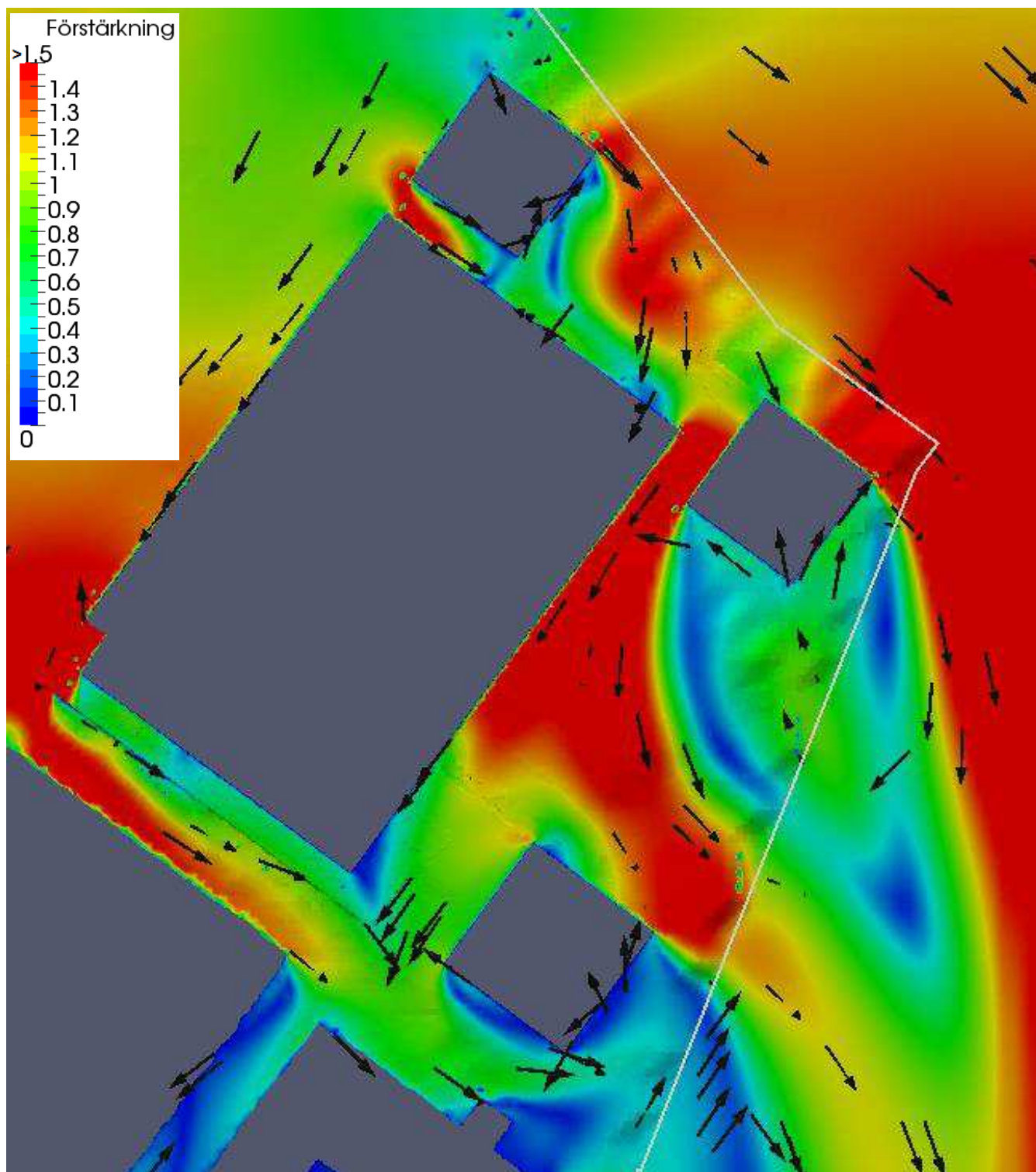
Figur B 17a. Procent av tiden som vindens hastighet överstiger 5 m/s, på 2 m höjd över marken. Sammanvägning av alla vindiktningar.



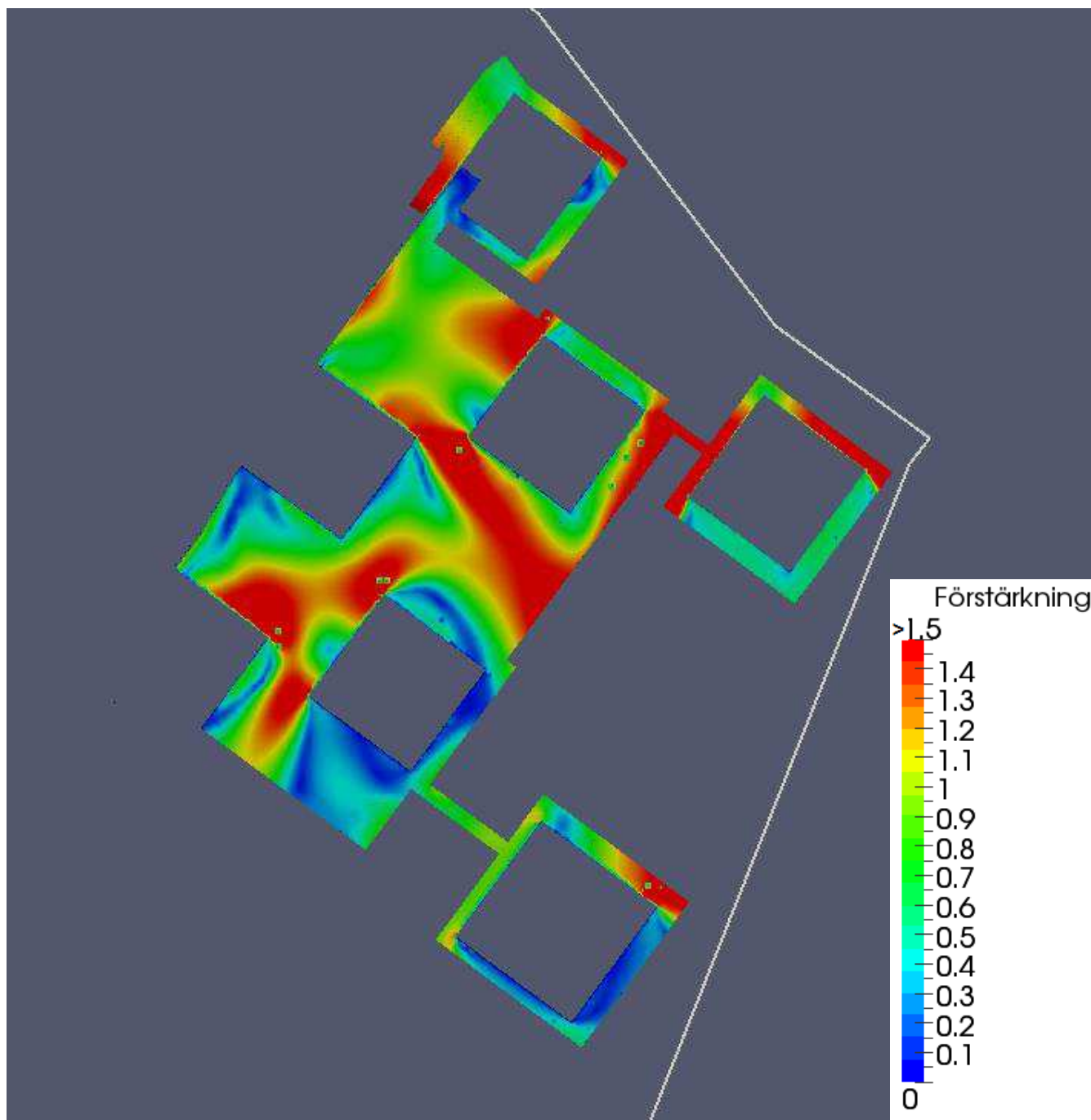
Figur B 17b. Procent av tiden som vindens hastighet överstiger 5 m/s, på 2 m höjd över marken respektive över tak och gångbroar. Sammanvägning av alla vindriktningar.



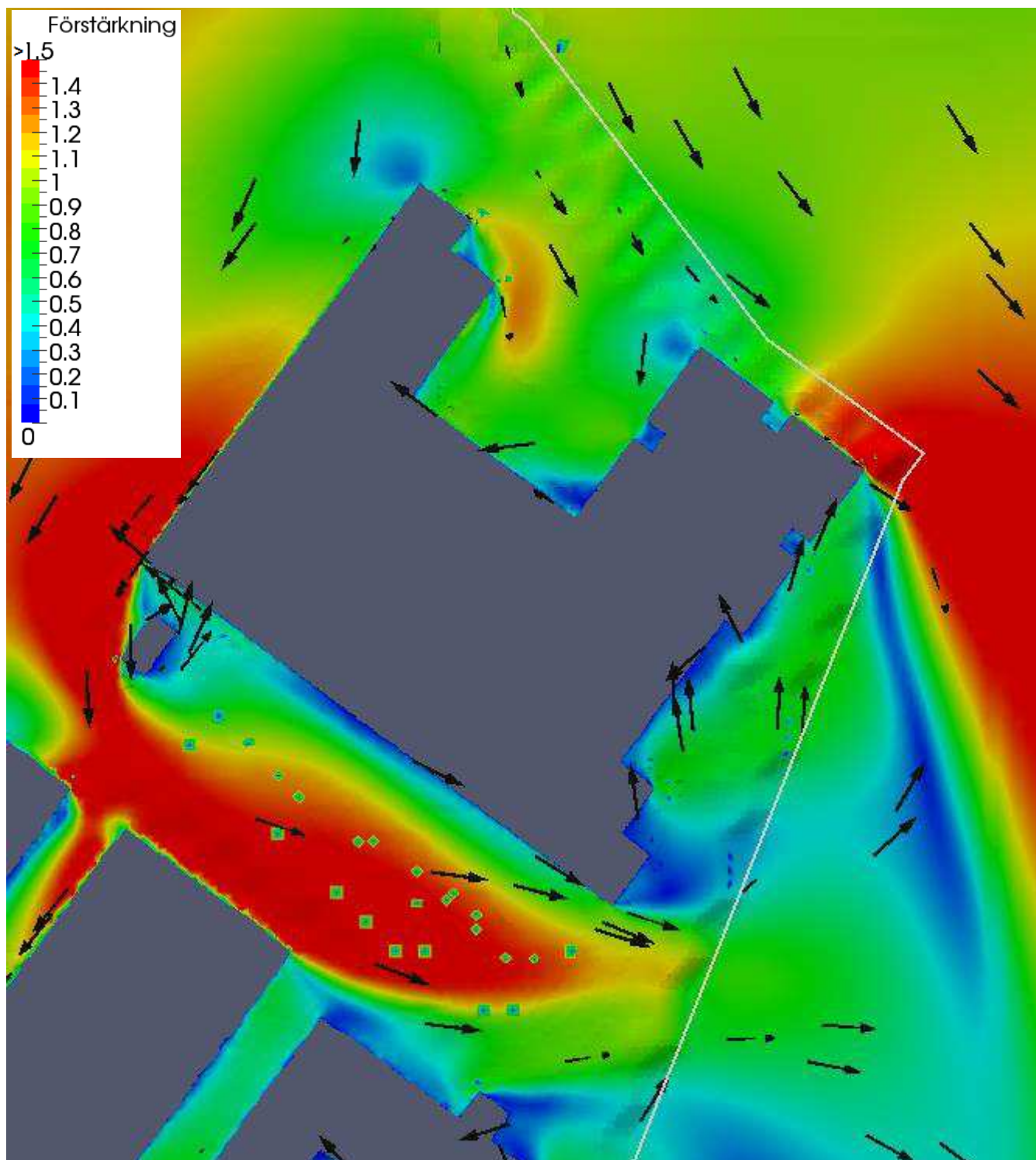
Figur B 17c. Procent av tiden som vindens hastighet överstiger 5 m/s vid befintlig bebyggelse, på 2 m höjd över marken. Sammanvägning av alla vindriktningar.



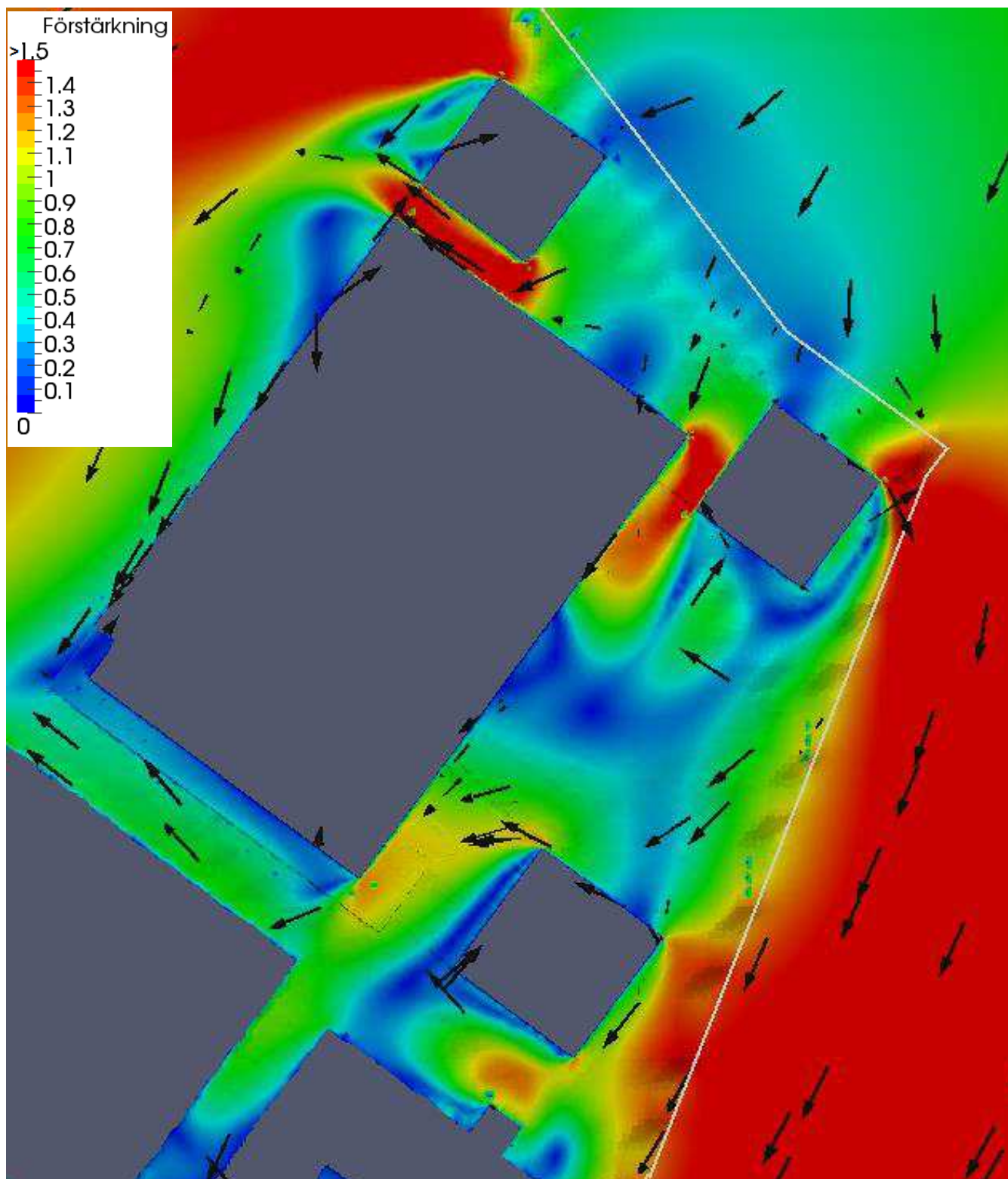
Figur B 18a. Vindens förstärkning vid vind från nord, 0°, på 2 m höjd över marken. Skalan anger förstärkningsfaktorn. Gulgrön färg (faktor 1) innebär att vinden upplevs lika stark som på ett öppet fält. Gul och röd färg innebär att vinden upplevs starkare och blå/grön färg att vinden upplevs svagare.



Figur B 18b. Vindens förstärkning vid vind från nord, 0°, på 2 m höjd över gårdar och gångbroar. 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.



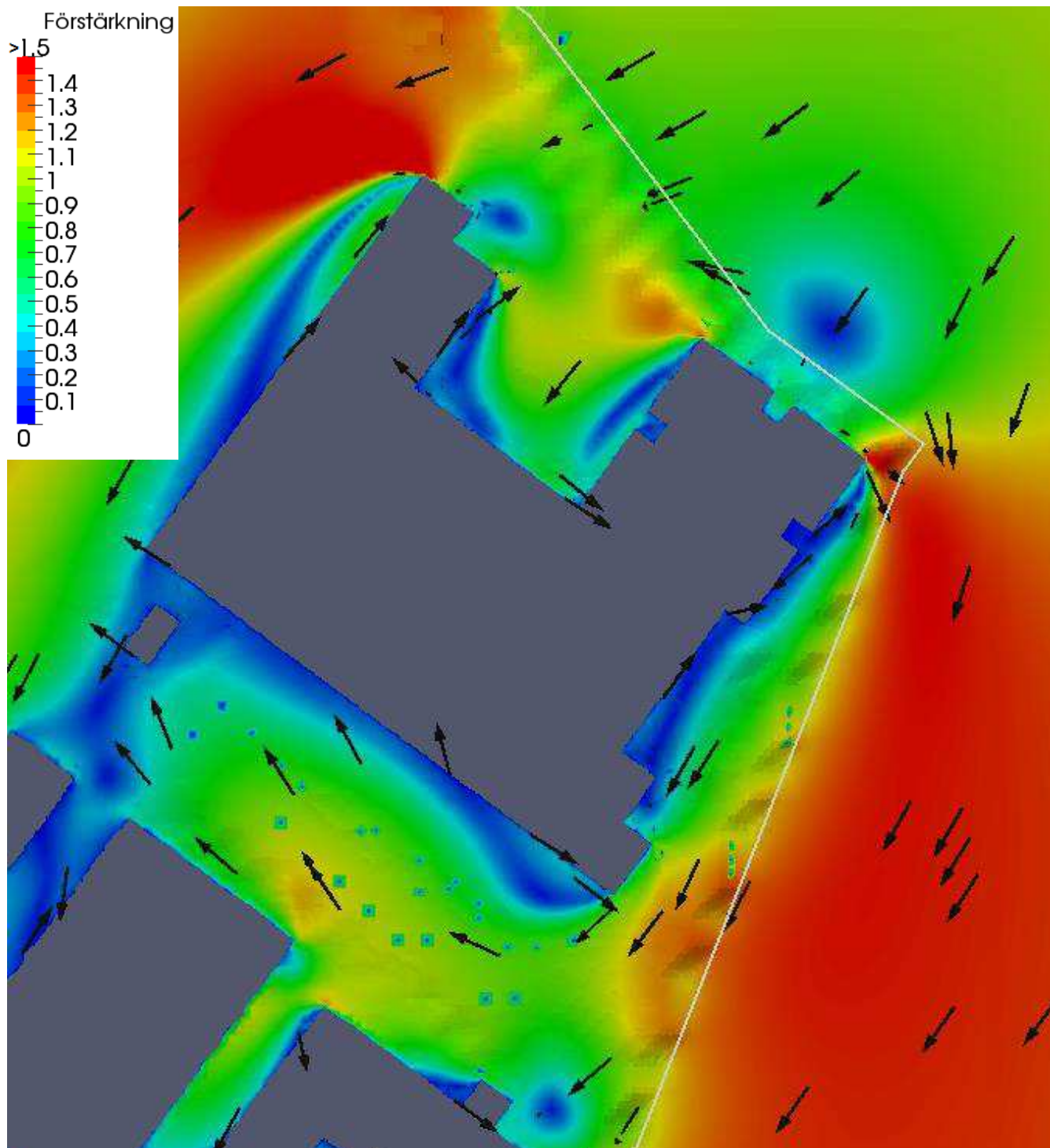
Figur B 18c. Vindens förstärkning vid vind från nord, 0°, vid befintlig bebyggelse på 2 m höjd över marken. Skalan anger förstärkningsfaktorn. Gulgrön färg (faktor 1) innebär att vinden upplevs lika stark som på ett öppet fält. Gul och röd färg innebär att vinden upplevs starkare och blå/grön färg att vinden upplevs svagare.



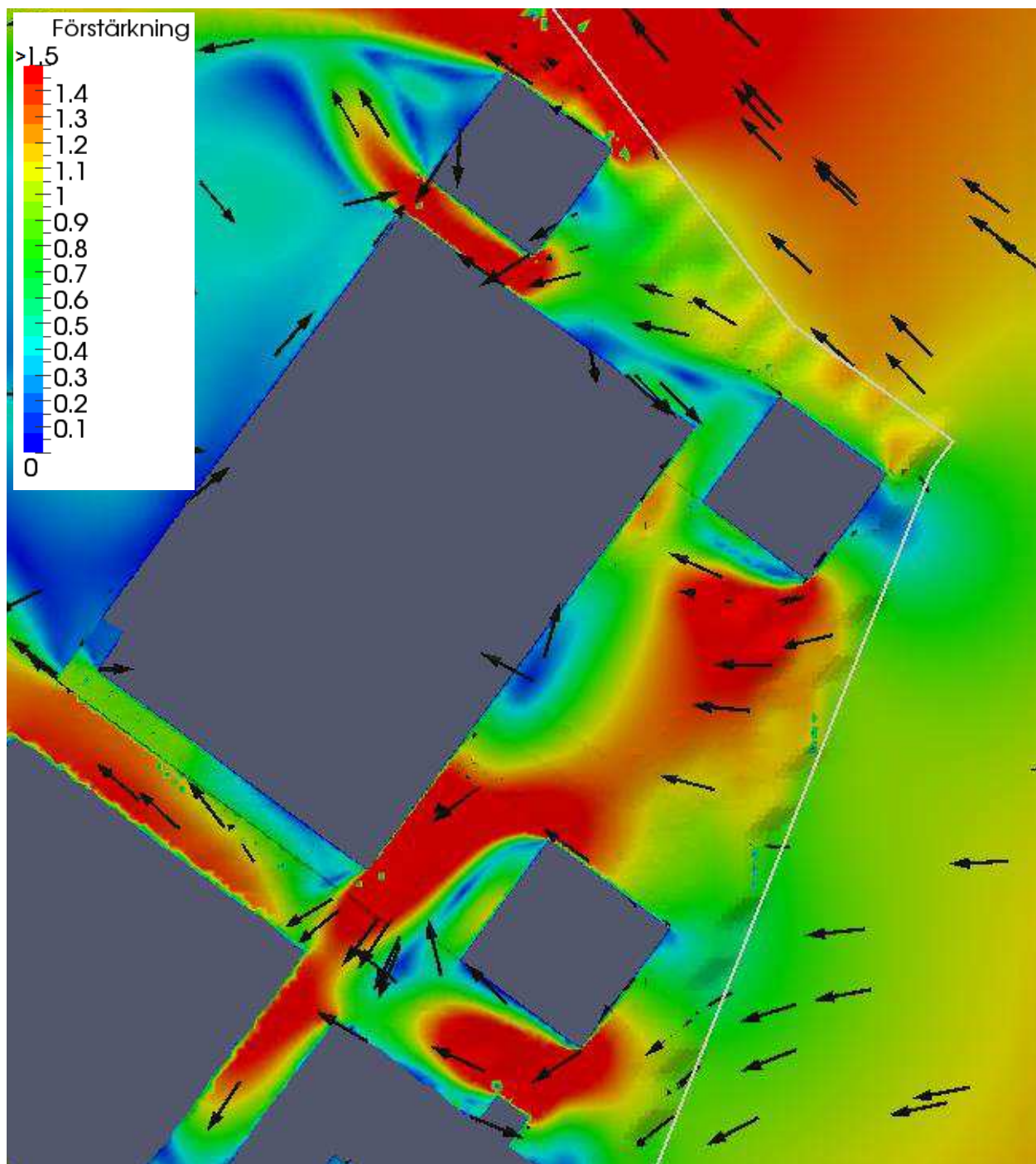
Figur B 19a. Vindens förstärkning vid vind från nordost, 45°, på 2 m höjd över marken. Skalan anger förstärkningsfaktorn. Gulgrön färg (faktor 1) innebär att vinden upplevs lika stark som på ett öppet fält. Gul och röd färg innebär att vinden upplevs starkare och blå/grön färg att vinden upplevs svagare.



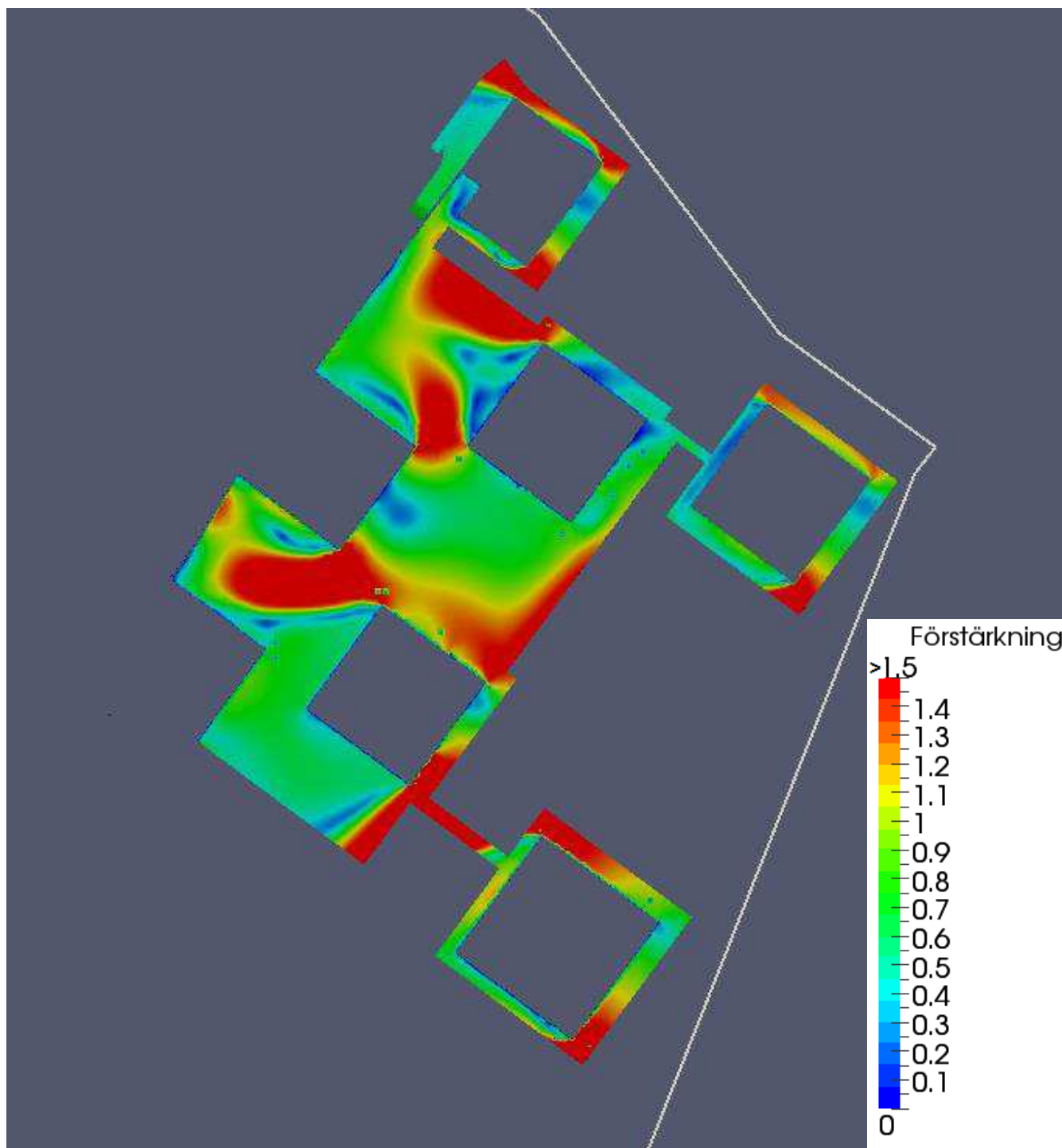
Figur B 19b. Vindens förstärkning vid vind från nordost, 45°, på 2 m höjd över gårdar och gångbroar. Skalan anger förstärkningsfaktorn. Gulgrön färg (faktor 1) innebär att vinden upplevs lika stark som på ett öppet fält. Gul och röd färg innebär att vinden upplevs starkare och blå/grön färg att vinden upplevs svagare.



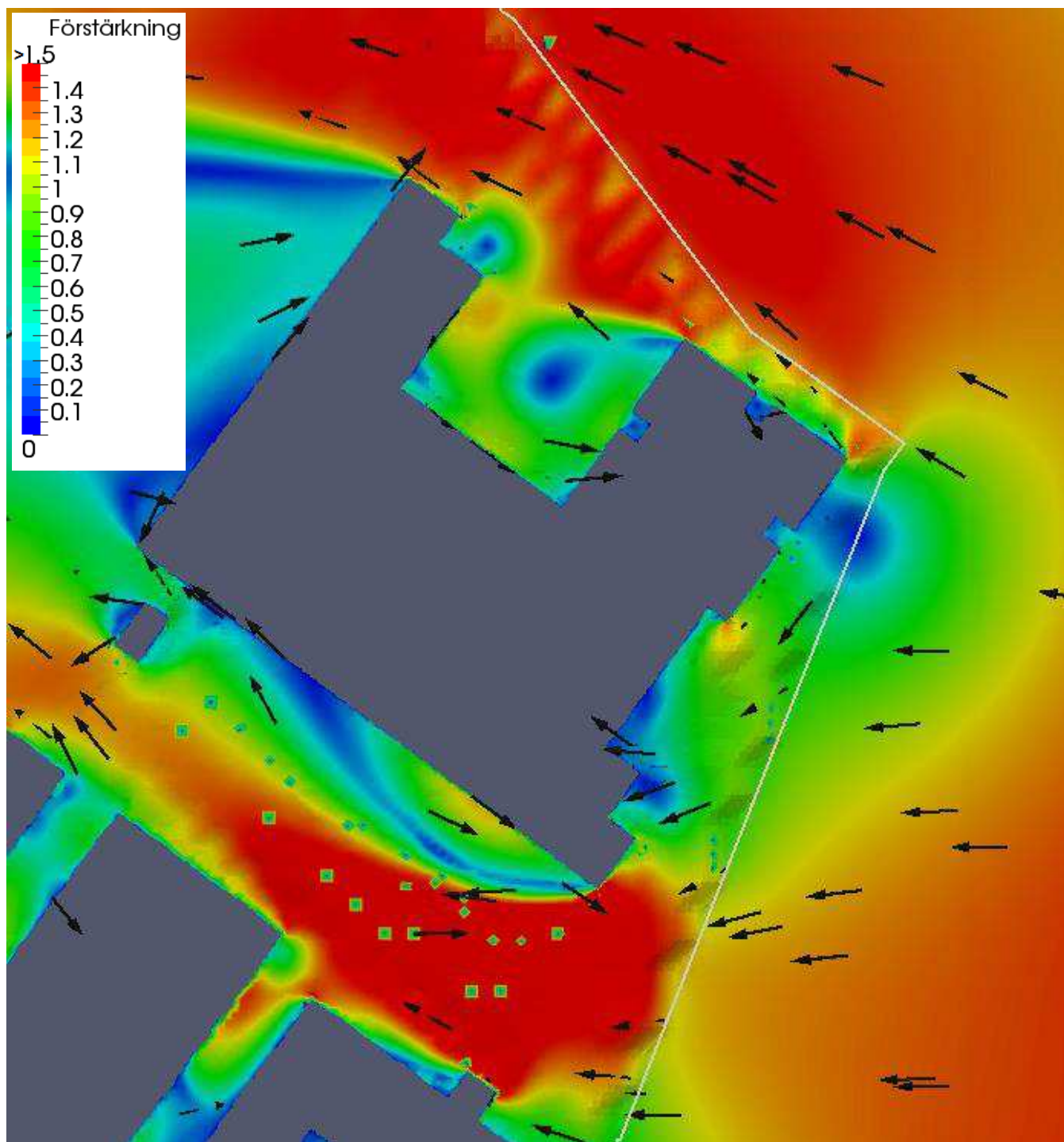
Figur B 19c. Vindens förstärkning vid vind från nordost, 45°, vid befintlig bebyggelse på 2 m höjd över marken. Skalan anger förstärkningsfaktorn. Gulgrön färg (faktor 1) innebär att vinden upplevs lika stark som på ett öppet fält. Gul och röd färg innebär att vinden upplevs starkare och blå/grön färg att vinden upplevs svagare.



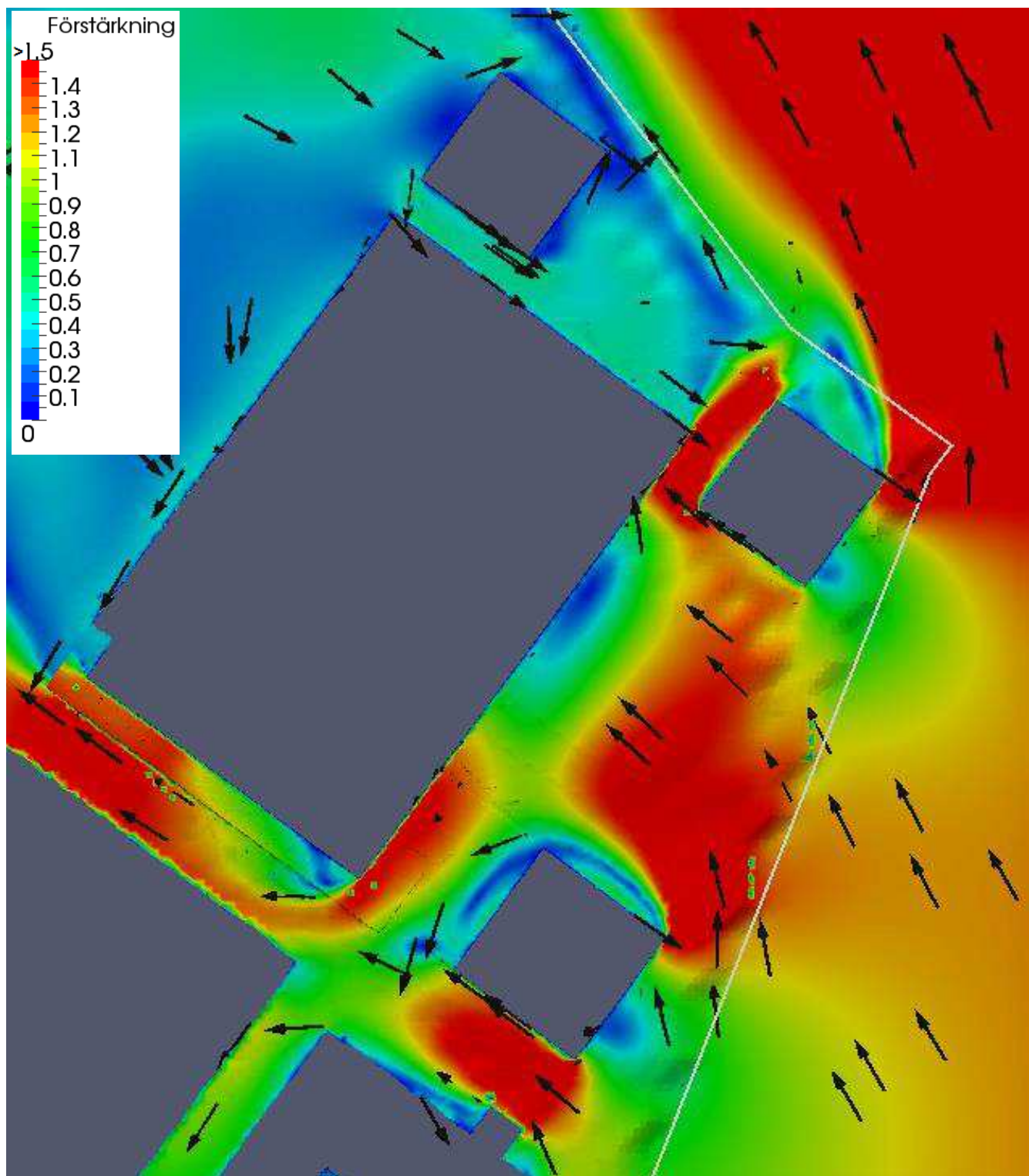
Figur B 20a. Vindens förstärkning vid vind från ost, 90°, på 2 m höjd över marken. Skalan anger förstärkningsfaktorn. Gulgrön färg (faktor 1) innebär att vinden upplevs lika stark som på ett öppet fält. Gul och röd färg innebär att vinden upplevs starkare och blå/grön färg att vinden upplevs svagare.



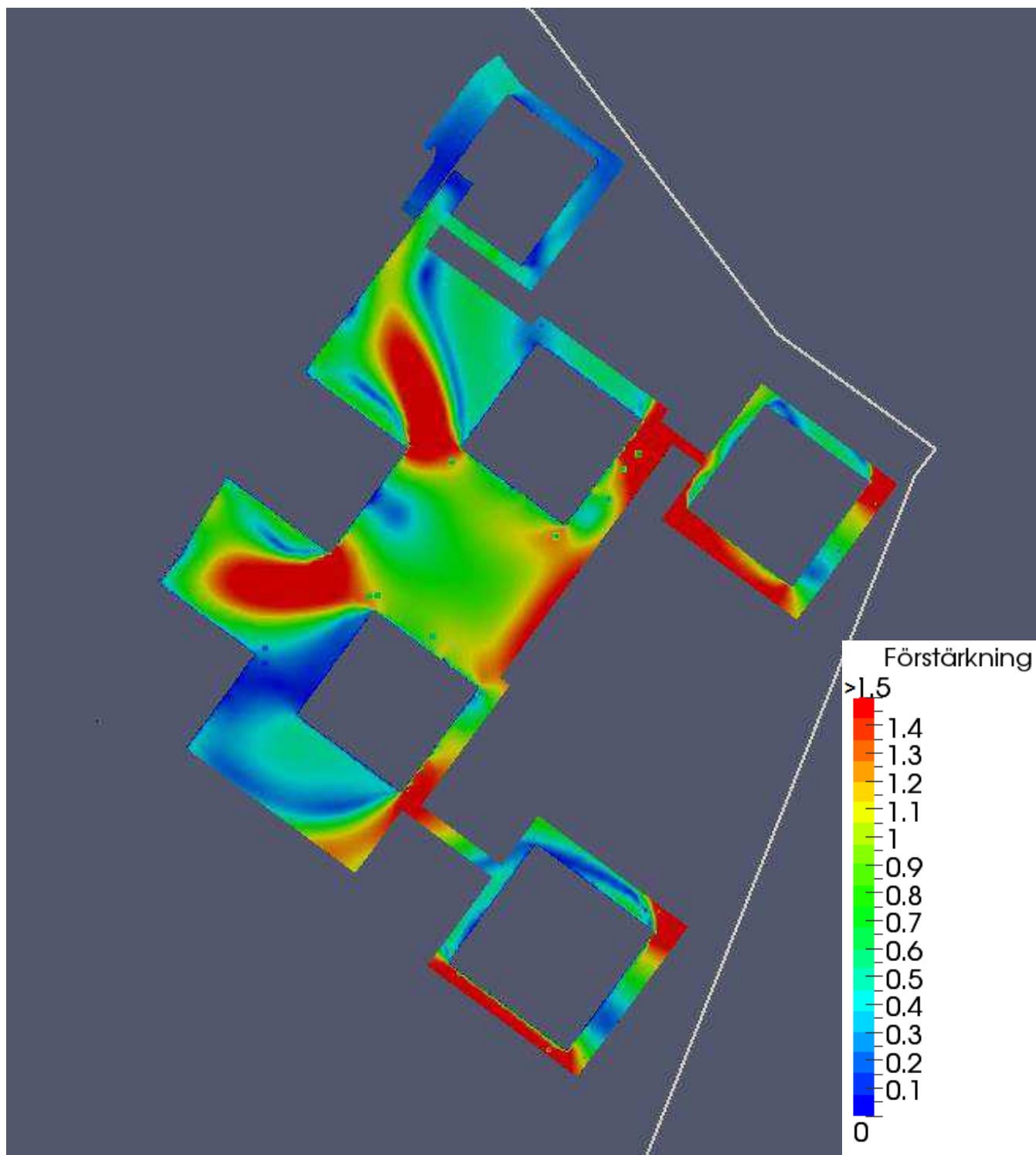
Figur B 20b. Vindens förstärkning vid vind från ost, 90°, på 2 m höjd över gårdar och gångbroar. Skalan anger förstärkningsfaktorn. Gulgrön färg (faktor 1) innebär att vinden upplevs lika stark som på ett öppet fält. Gul och röd färg innebär att vinden upplevs starkare och blå/grön färg att vinden upplevs svagare.



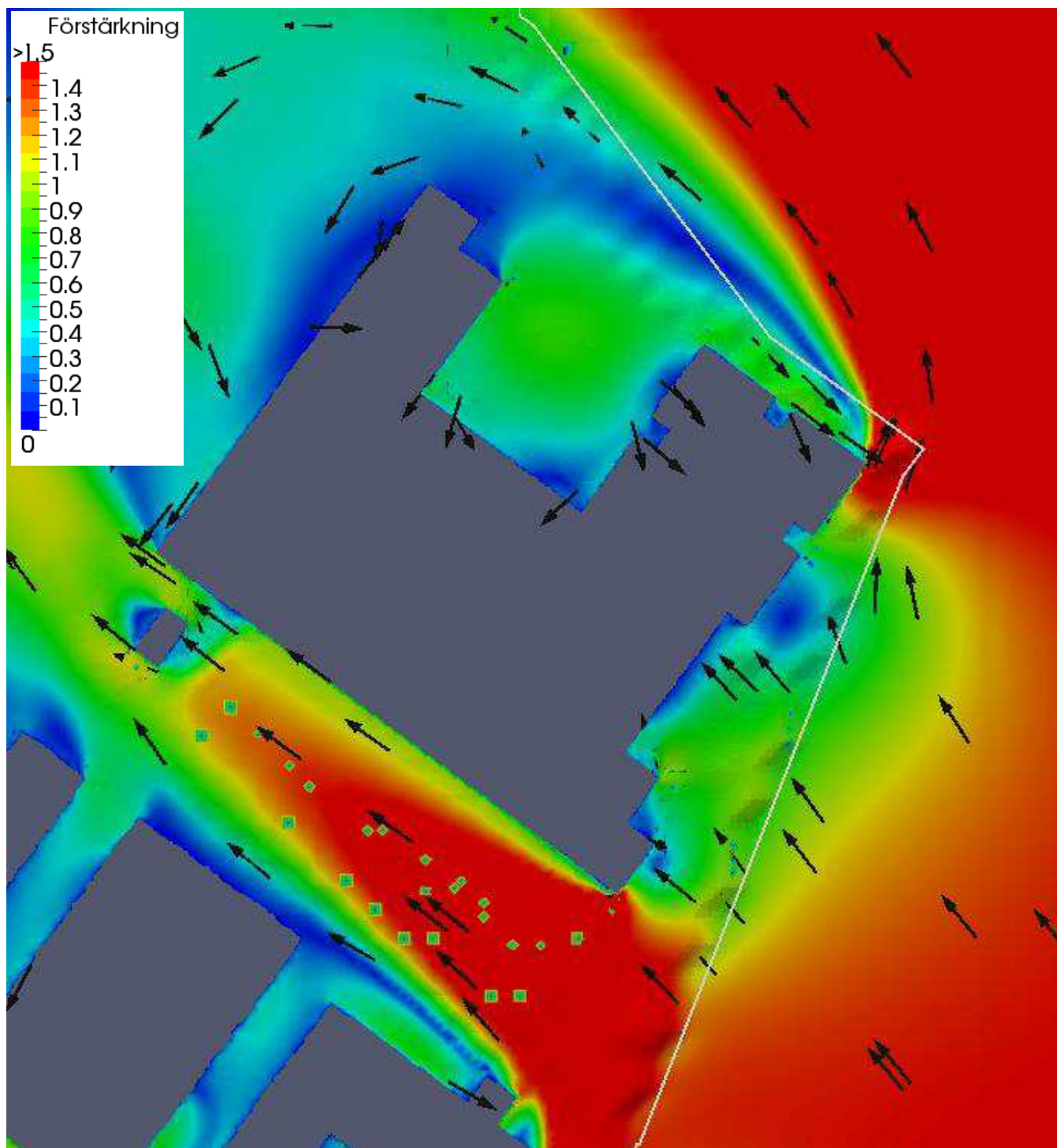
Figur B 20c. Vindens förstärkning vid vind från ost, 90°, vid befintlig bebyggelse på 2 m höjd över marken. Skalan anger förstärkningsfaktorn. Gulgrön färg (faktor 1) innebär att vinden upplevs lika stark som på ett öppet fält. Gul och röd färg innebär att vinden upplevs starkare och blå/grön färg att vinden upplevs svagare.



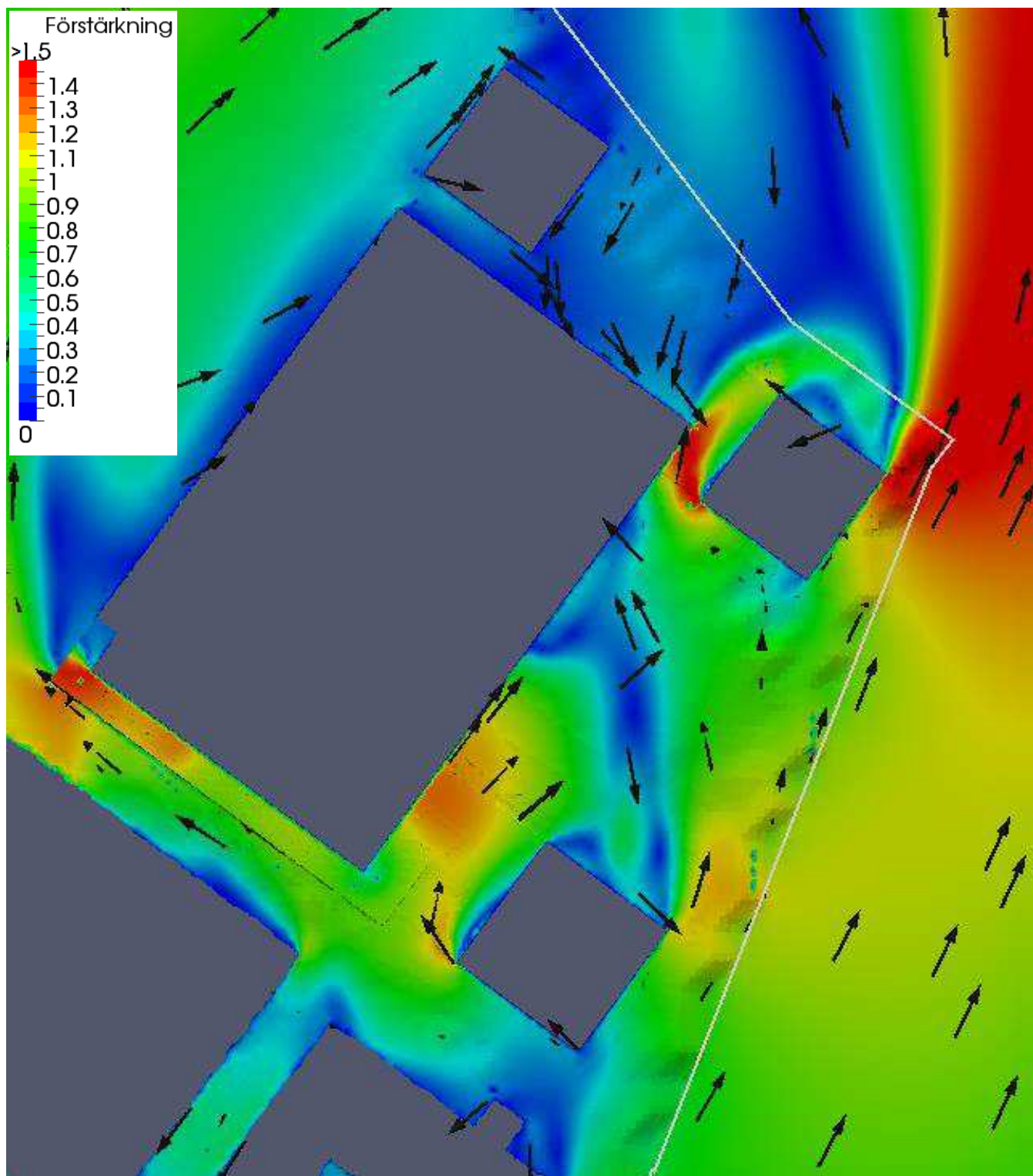
Figur B 21a. Vindens förstärkning vid vind från sydost, 135°, på 2 m höjd över marken. Skalan anger förstärkningsfaktorn. Gulgrön färg (faktor 1) innebär att vinden upplevs lika stark som på ett öppet fält. Gul och röd färg innebär att vinden upplevs starkare och blå/grön färg att vinden upplevs svagare.



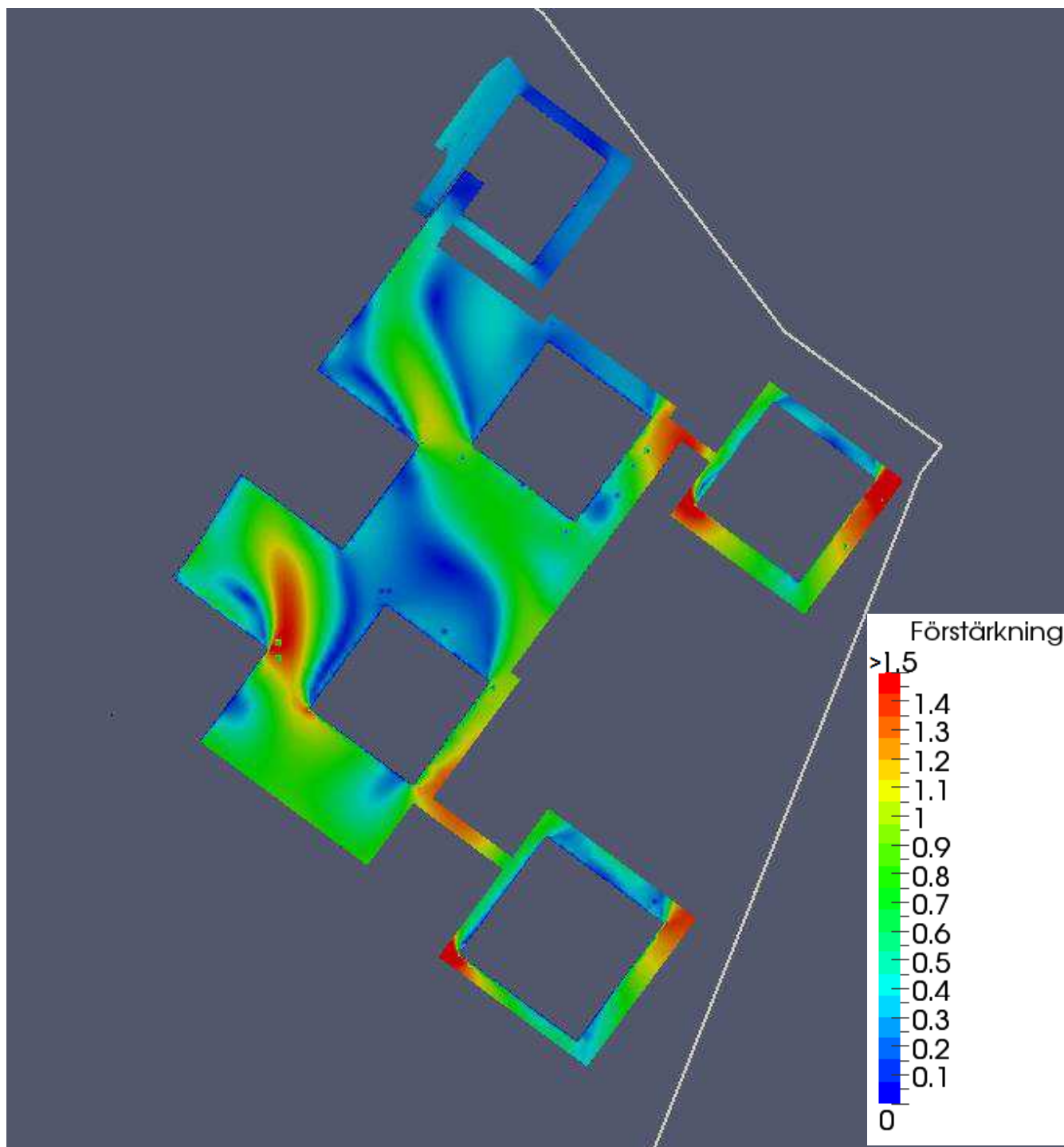
Figur B 21b. Vindens förstärkning vid vind från sydost, 135°, på 2 m höjd över gårdar och gångbroar. Skalan anger förstärkningsfaktorn. Gulgrön färg (faktor 1) innebär att vinden upplevs lika stark som på ett öppet fält. Gul och röd färg innebär att vinden upplevs starkare och blå/grön färg att vinden upplevs svagare.



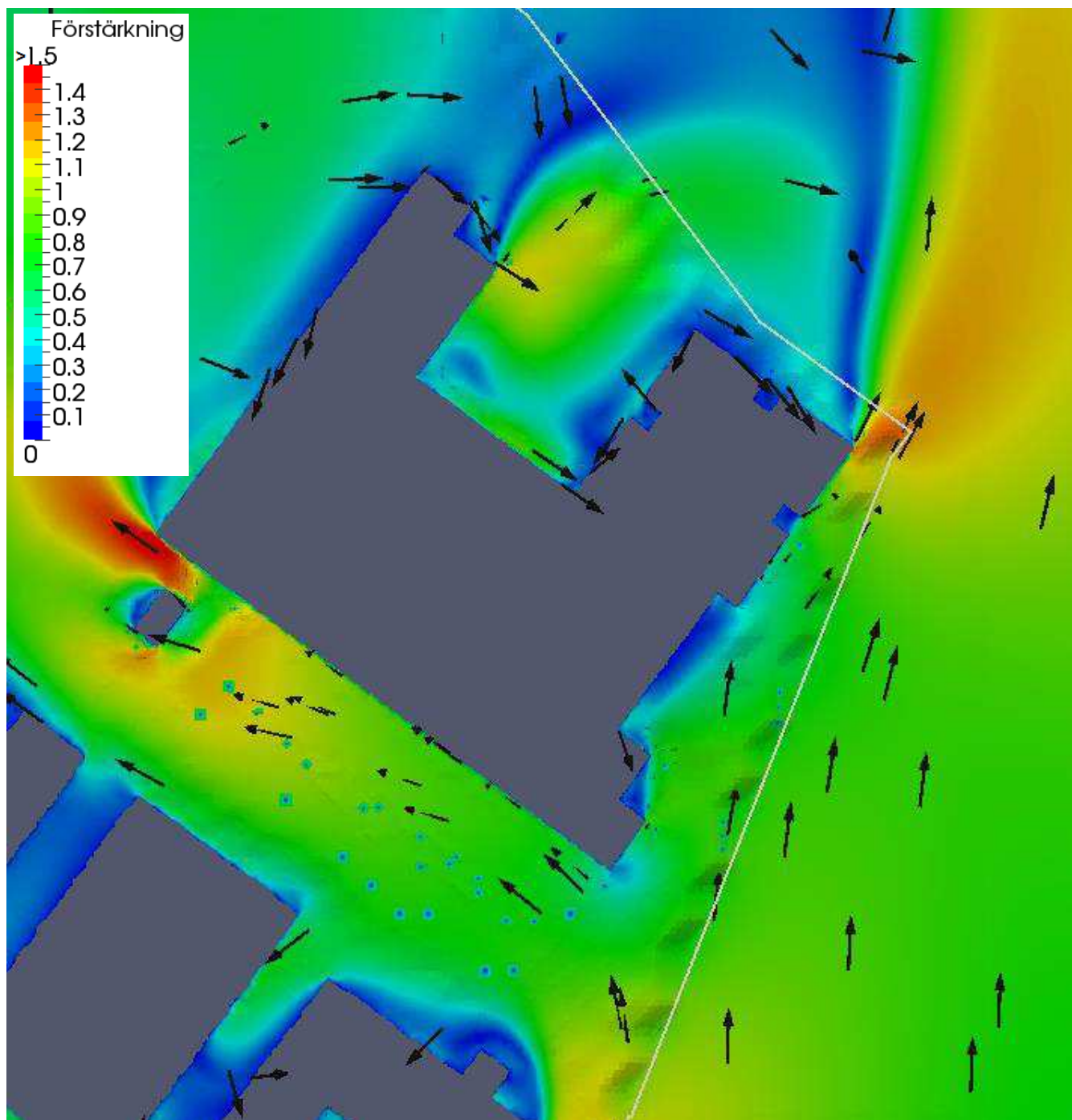
Figur B 21c. Vindens förstärkning vid vind från sydost, 135°, vid befintlig bebyggelse på 2 m höjd över marken. Skalan anger förstärkningsfaktorn. Gulgrön färg (faktor 1) innebär att vinden upplevs lika stark som på ett öppet fält. Gul och röd färg innebär att vinden upplevs starkare och blå/grön färg att vinden upplevs svagare.



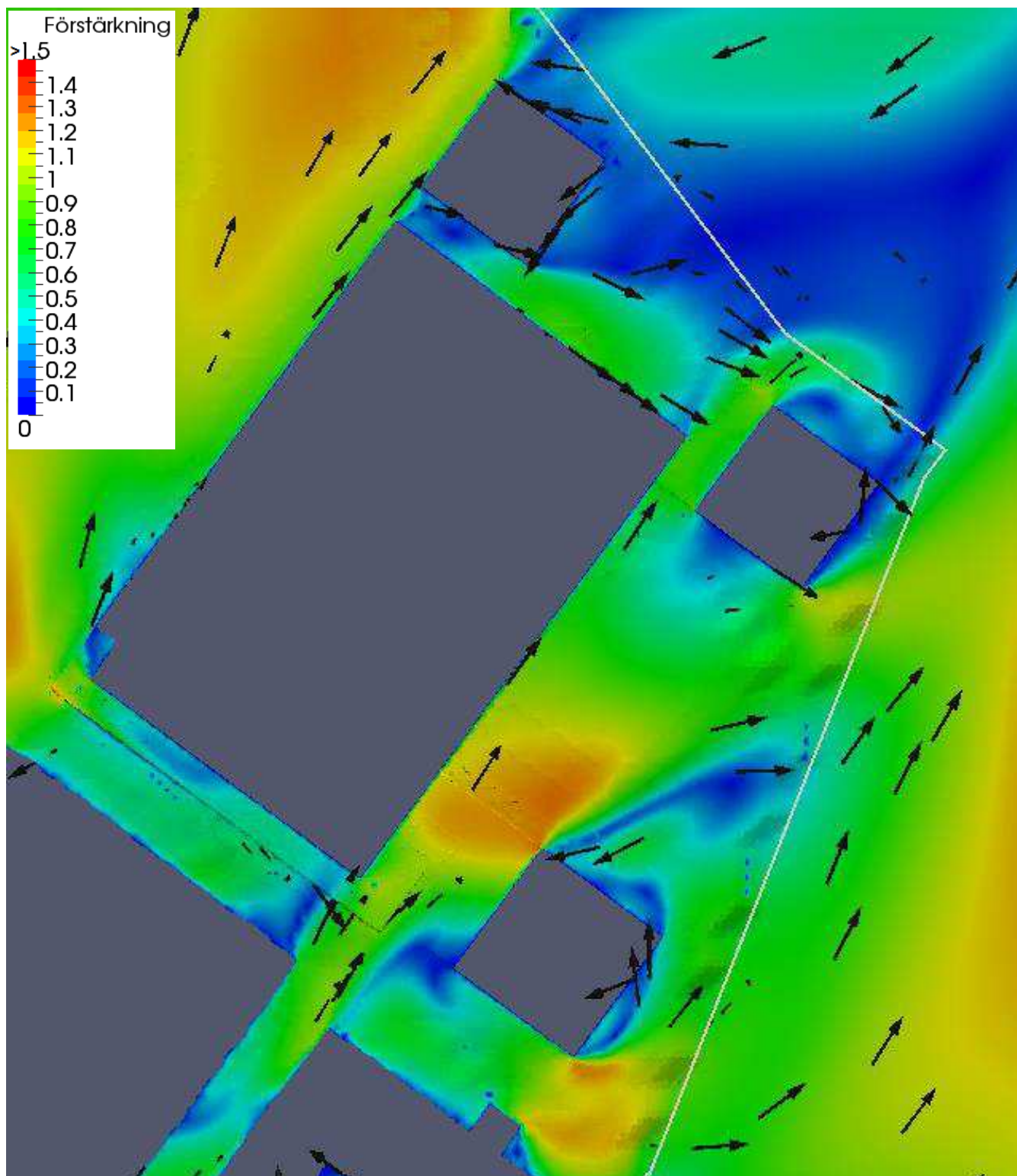
Figur B 22a. Vindens förstärkning vid vind från syd, 180°, på 2 m höjd över marken. Skalan anger förstärkningsfaktorn. Gulgrön färg (faktor 1) innebär att vinden upplevs lika stark som på ett öppet fält. Gul och röd färg innebär att vinden upplevs starkare och blå/grön färg att vinden upplevs svagare.



Figur B 22b. Vindens förstärkning vid vind från syd, 180°, på 2 m höjd över gårdar och gångbroar. 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.



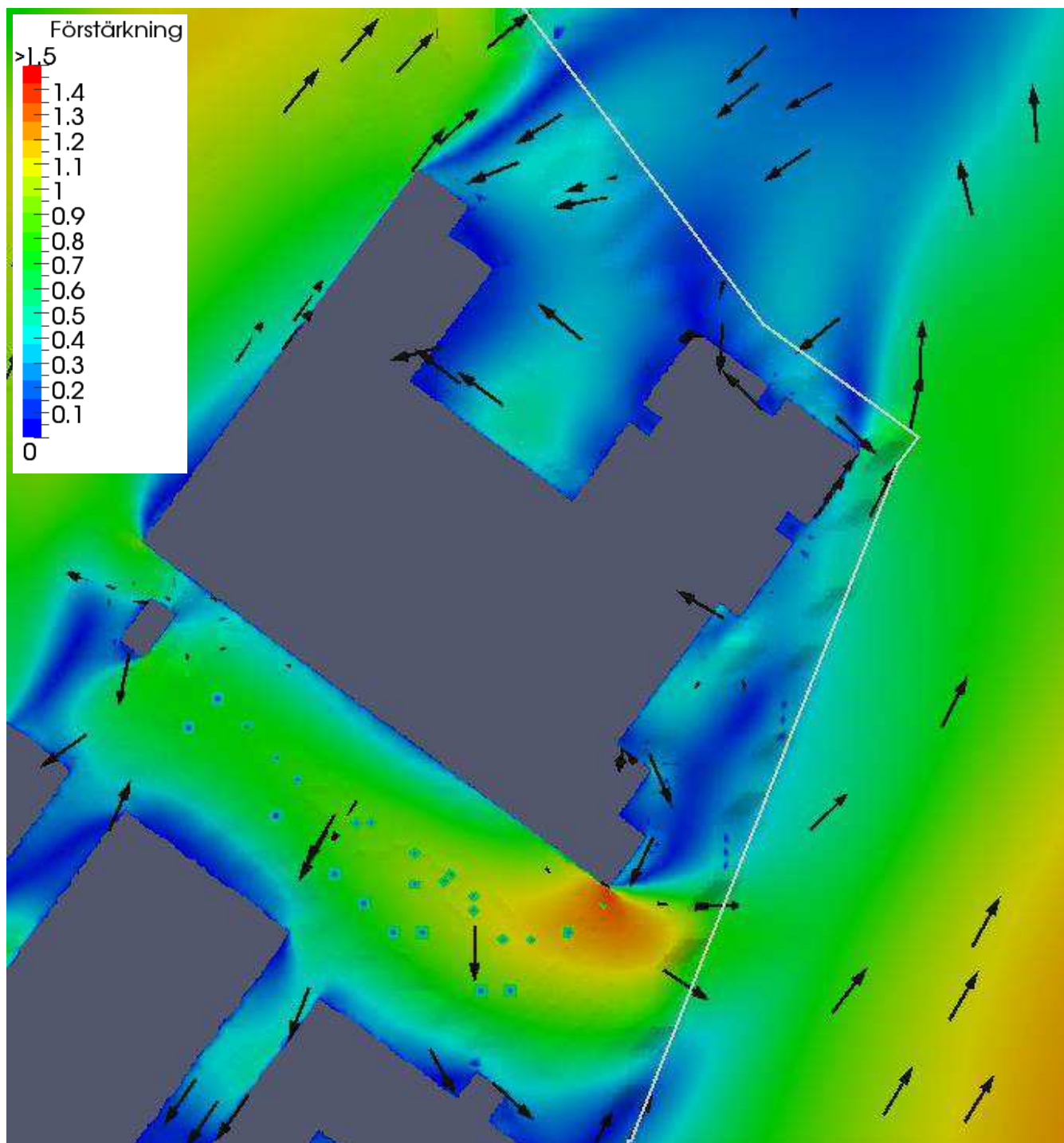
Figur B 22c. Vindens förstärkning vid vind från syd, 180°, vid befintlig bebyggelse på 2 m höjd över marken. Skalan anger förstärkningsfaktorn. Gulgrön färg (faktor 1) innebär att vinden upplevs lika stark som på ett öppet fält. Gul och röd färg innebär att vinden upplevs starkare och blå/grön färg att vinden upplevs svagare.



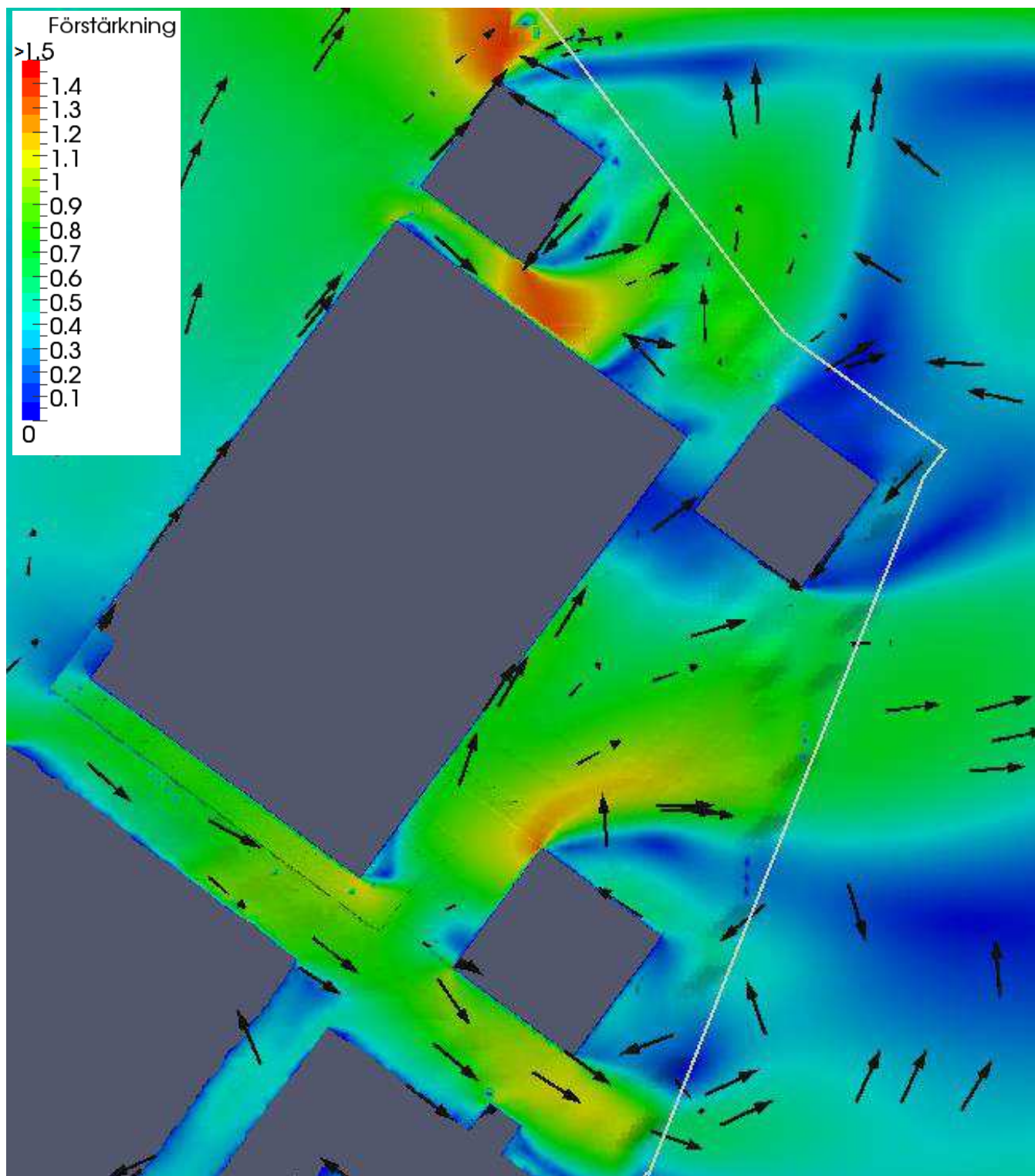
Figur B 23a. Vindens förstärkning vid vind från sydväst, 225°, på 2 m höjd över marken. Skalan anger förstärkningsfaktorn. Gulgrön färg (faktor 1) innebär att vinden upplevs lika stark som på ett öppet fält. Gul och röd färg innebär att vinden upplevs starkare och blå/grön färg att vinden upplevs svagare.



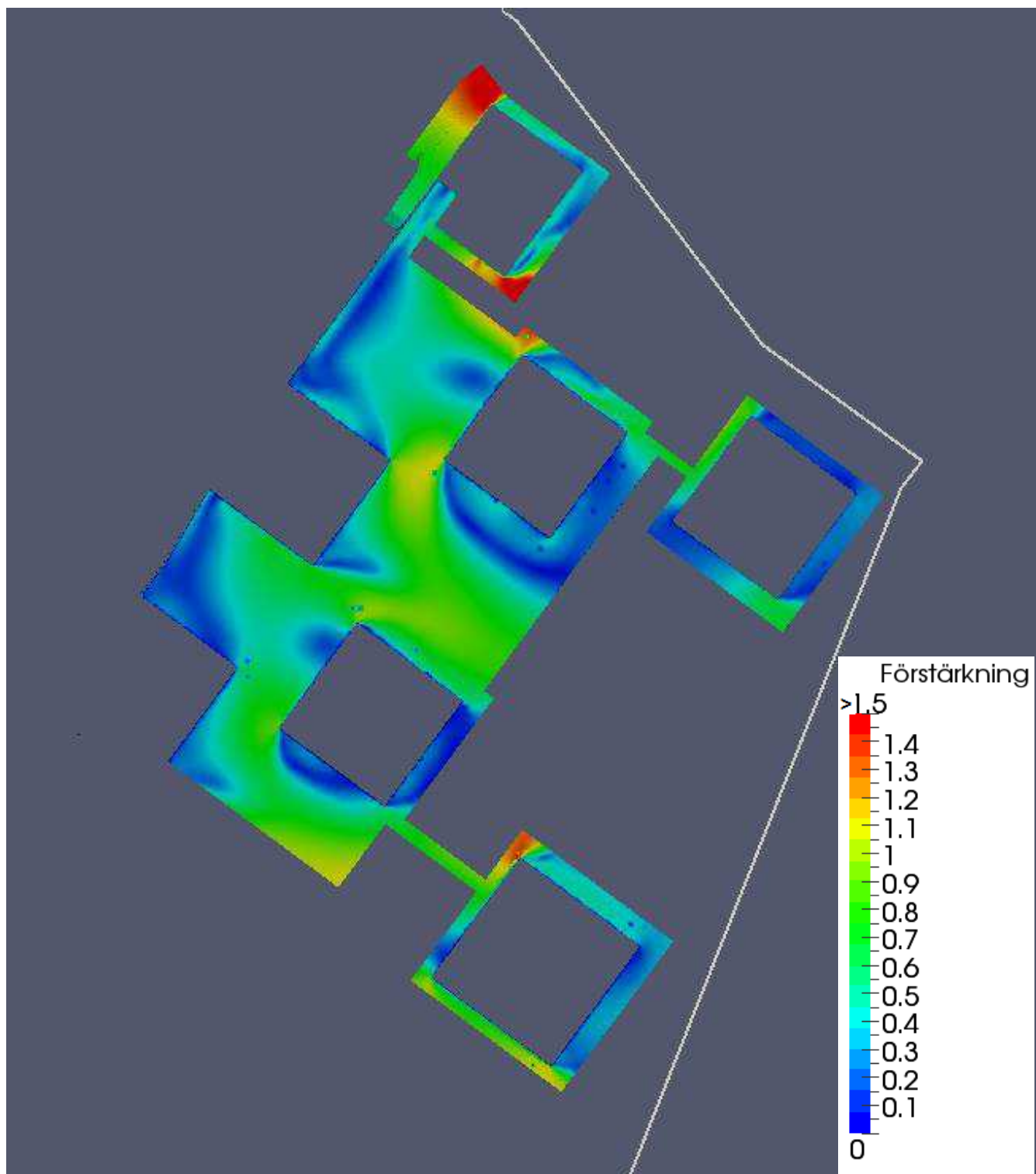
Figur B 23b. Vindens förstärkning vid vind från sydväst, 225°, på 2 m höjd över gårdar och gångbroar. Skalan anger förstärkningsfaktorn. Gulgrön färg (faktor 1) innebär att vinden upplevs lika stark som på ett öppet fält. Gul och röd färg innebär att vinden upplevs starkare och blå/grön färg att vinden upplevs svagare.



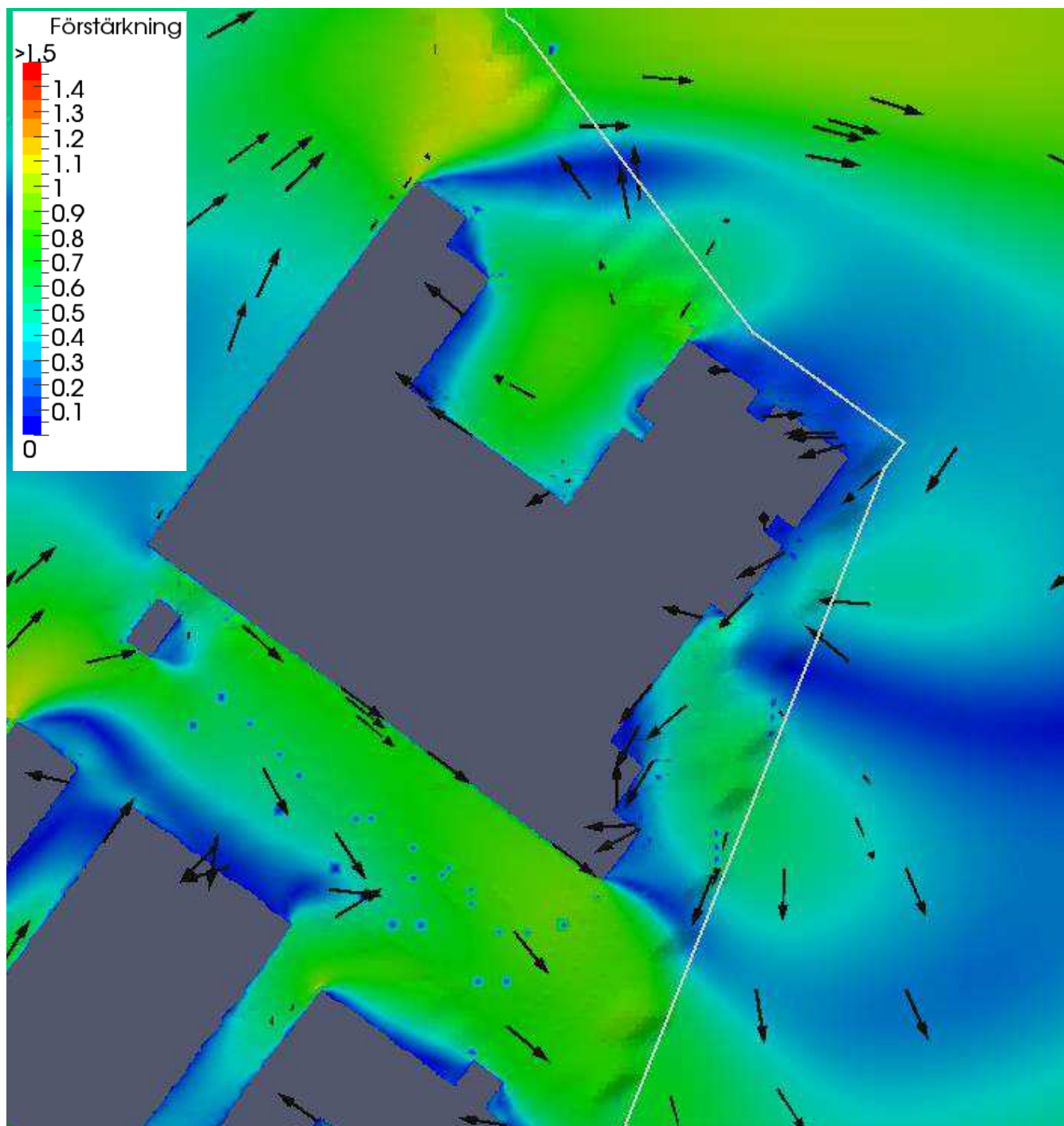
Figur B 23c. Vindens förstärkning vid vind från sydväst, 225°, vid befintlig bebyggelse på 2 m höjd över marken. Skalan anger förstärkningsfaktorn. Gulgrön färg (faktor 1) innebär att vinden upplevs lika stark som på ett öppet fält. Gul och röd färg innebär att vinden upplevs starkare och blå/grön färg att vinden upplevs svagare.



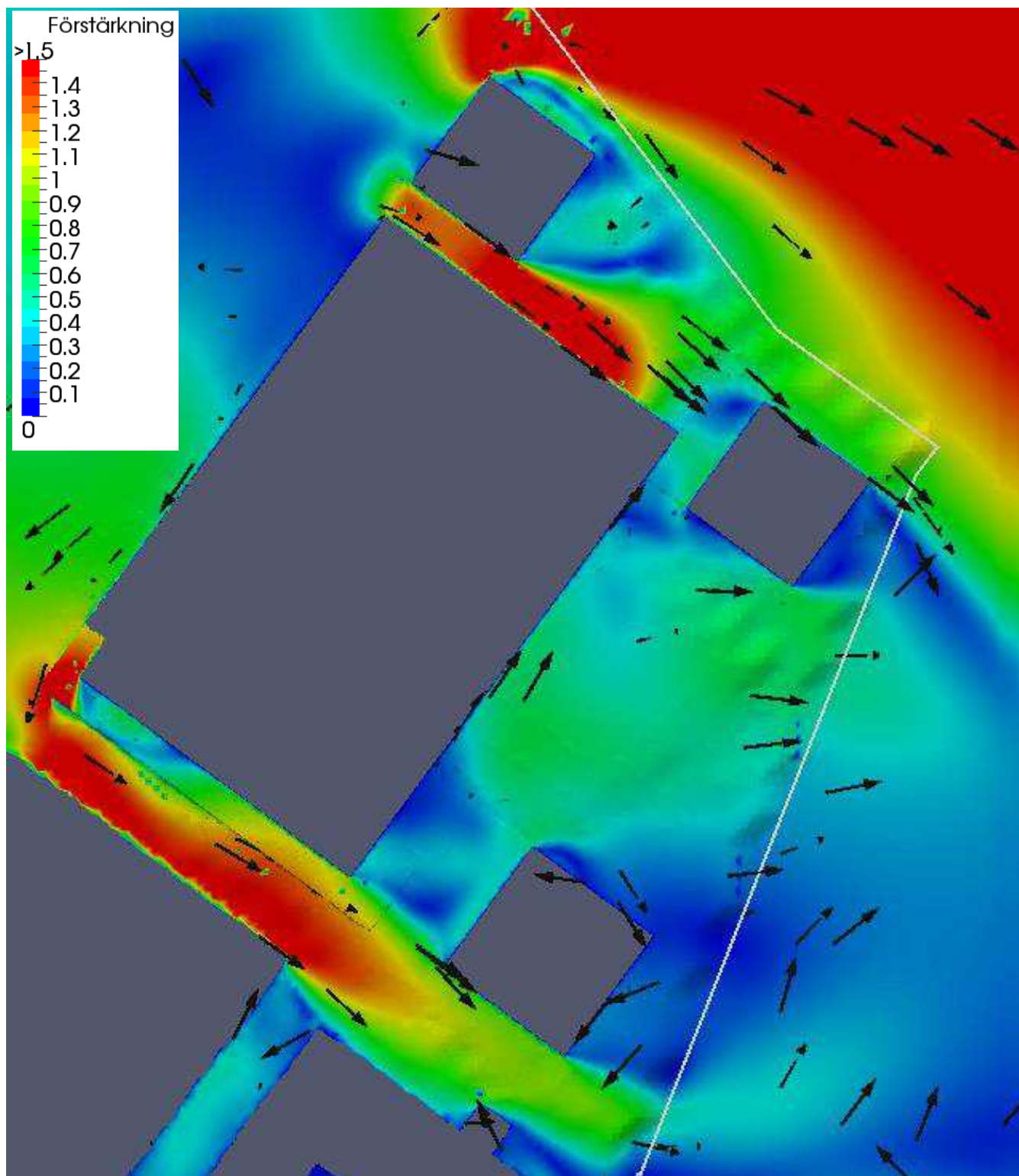
Figur B 24a. Vindens förstärkning vid vind från väst, 270°, på 2 m höjd över marken. Skalan anger förstärkningsfaktorn. Gulgrön färg (faktor 1) innebär att vinden upplevs lika stark som på ett öppet fält. Gul och röd färg innebär att vinden upplevs starkare och blå/grön färg att vinden upplevs svagare.



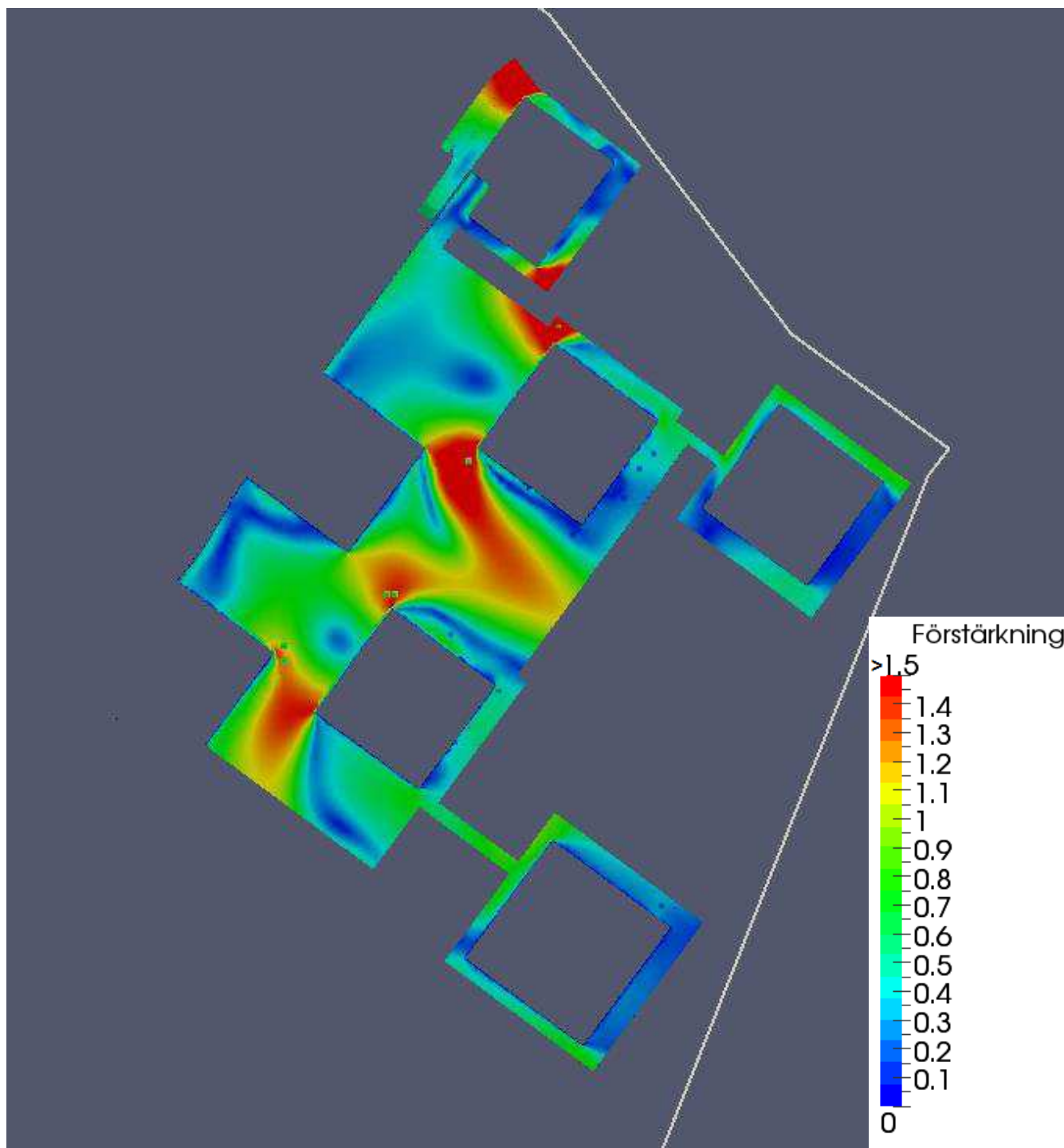
Figur B 24b. Vindens förstärkning vid vind från väst, 270°, på 2 m höjd över gårdar och gångbroar. Skalan anger förstärkningsfaktorn. Gulgrön färg (faktor 1) innebär att vinden upplevs lika stark som på ett öppet fält. Gul och röd färg innebär att vinden upplevs starkare och blå/grön färg att vinden upplevs svagare.



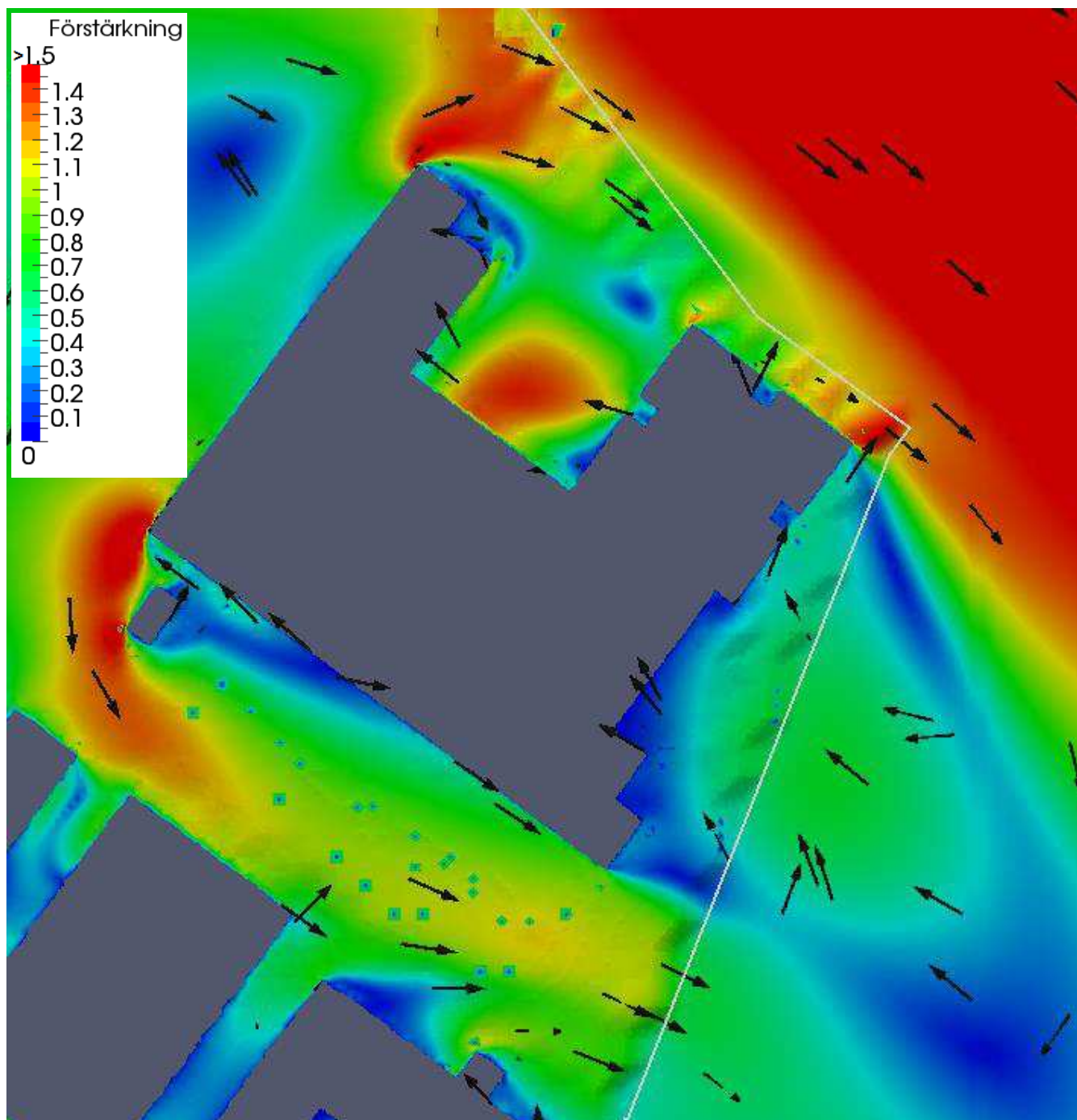
Figur B 24c. Vindens förstärkning vid vind från väst, 270°, vid befintlig bebyggelse på 2 m höjd över marken. Skalan anger förstärkningsfaktorn. Gulgrön färg (faktor 1) innebär att vinden upplevs lika stark som på ett öppet fält. Gul och röd färg innebär att vinden upplevs starkare och blå/grön färg att vinden upplevs svagare.



Figur B 25a. Vindens förstärkning vid vind från nordväst, 315°, på 2 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 25b. Vindens förstärkning vid vind från nordväst, 315°, på 2 m höjd över gårdar och gångbroar. 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 25c. Vindens förstärkning vid vind från nordväst, 315°, vid befintlig bebyggelse på 2 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