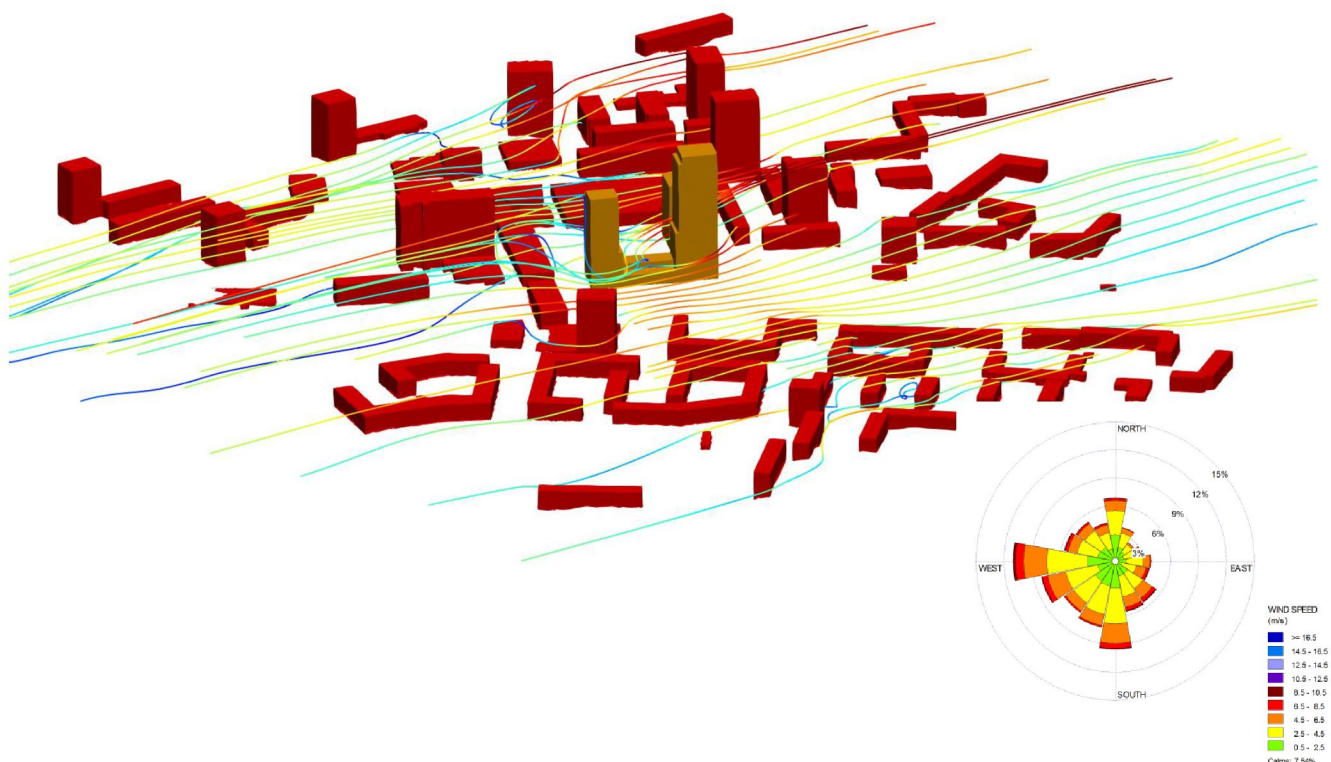


Emil Björck, Magnus Asp

RAPPORT NR 2018-2

Vindkomfortstudie för Rangstaplan i Högdalen, Stockholm



Pärmbild:

Bilden visar området kring Rangstaplan och vindens förstärkning och rörelsemönster vid västlig vind. En vindros från Bromma flygplats, baserad på data för hela året och perioden 1986-2015 är infälld.

Författare:

Emil Björck, Magnus Asp

Granskningsdatum:

2018-01-30

Uppdragsgivare:

Åke Sundvall AB

Granskare:

W Gyllenram

Dnr:

2017/2327/9.5

Version:

1.0

Vindkomfortstudie för Rangstaplan i Högdalen, Stockholm

Uppdragstagare

SMHI**601 76 Norrköping**

Projektansvarig

Magnus Asp**011 – 495 8515**magnus.asp@smhi.se

Uppdragsgivare

Åke Sundvall AB**Box 20066****161 02 Bromma**

Kontaktperson

Emelie Eriksson**08 – 505 580 19**emelie.eriksson@akesundvall.se

Distribution

Klassificering

Affärssekretess

Nyckelord

Vindstudie, vindkomfort, CFD, Rangstaplan, Högdalen, Stockholm

Övrigt

Innehållsförteckning

1	SAMMANFATTNING	3
2	BAKGRUND OCH SYFTE	4
3	ALLMÄNT OM VIND OCH VINDKOMFORT	5
3.1	Vind och upplevd vind	5
3.2	Komfortkriterier	5
3.3	Allmänt om vindskydd	6
4	METODIK	7
4.1	Beräkningsteknik	7
4.2	Försöksuppsättning	7
4.2.1	Beräkningsdomän	7
4.2.2	Meteorologiska förutsättningar	8
4.2.3	Studiens egenskaper	9
5	RESULTAT	10
5.1	Vindstatistik	10
5.2	Vindberäkningar	11
5.2.1	Komfortkriterier	11
5.2.2	Vindens förstärkning	14
6	SLUTSATSER	16
7	REFERENSER	17
8	FIGURER - VINDSTATISTIK	18
9	FIGURER – RESULTAT	21

1 Sammanfattning

Åke Sundvall AB planerar nybyggnation av bostadshus på Rangstaplan i Högdalen centrum. Byggnaderna planeras bli 23, 15 respektive 10 våningar höga. Detta befaras ge påverkan på planområdet avseende vindförhållanden i vistelsemiljöer. Då man är angelägna om att skapa ett så gott vindklimat i området som möjligt har Åke Sundvall AB gett SMHI i uppdrag att utföra en vindkomfortstudie.

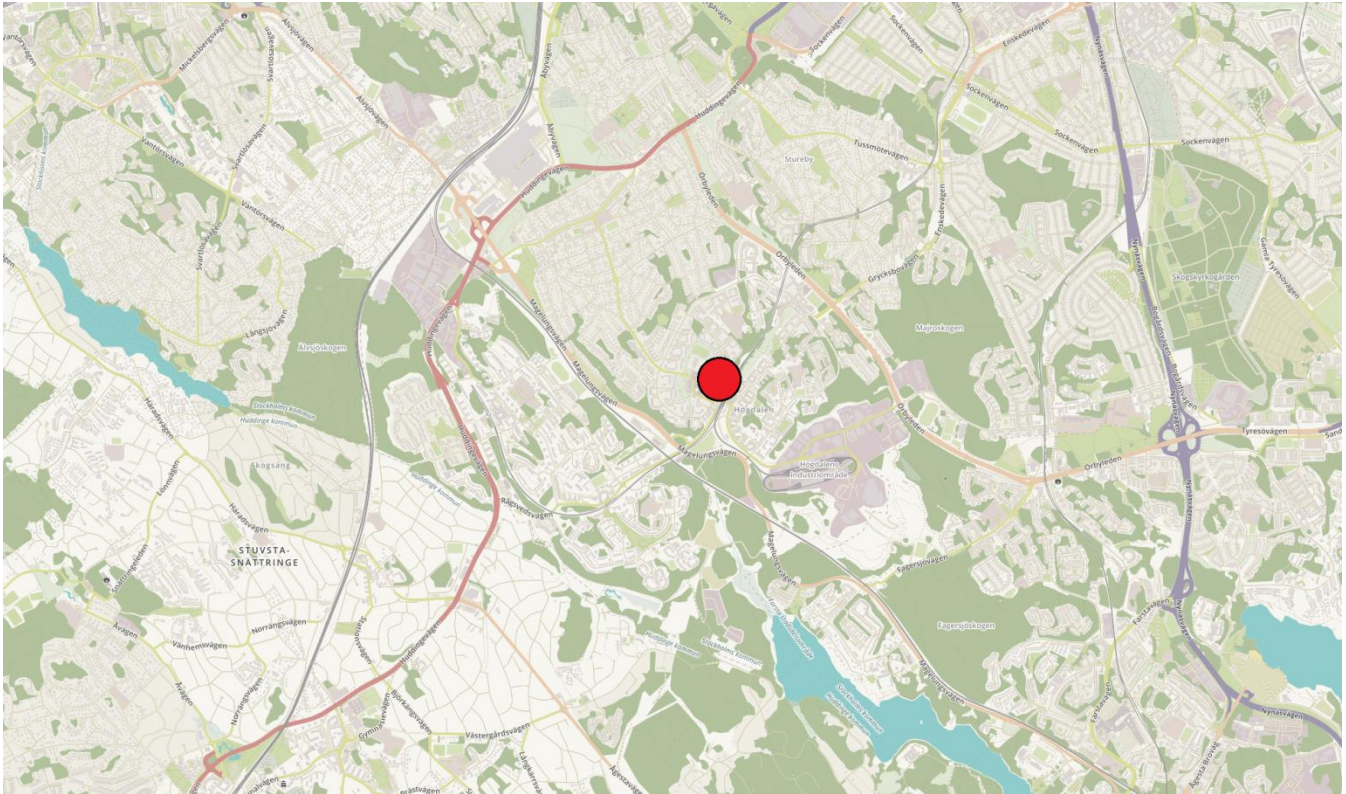
SMHI har genomfört vindsimuleringar med syftet att beskriva hur vindklimatet kommer att bli på ett antal platser inom den föreslagna utformningen. Med hjälp av en datormodell har strömningsberäkningar utförts för det aktuella området. Utgångspunkten för detta arbete är CAD-geometrier från uppdragsgivaren 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 vanligast i området.
- Mellantorget (intressepunkt 1) blir blåsig vid vissa vindriktningar men klarar till stor del komfortkriterierna för långvarigt stillasittande. Vindutsatta delar av platsen är nära hörnet av byggnad XXIII ut mot Rangstagatan samt vid hörnet av byggnad I-II mot Rangstaplan där vindskyddande åtgärder såsom utskjutande tak eller växtlighet kan begränsa vindpåverkan.
- Studenttorget klarar kriterierna för kortvariga uppehåll och närmast byggnad XVI klaras även kriterierna för långvariga uppehåll.
- Terrassen är ett generellt vindutsatt område. Den övre delen är mest utsatt och klarar inte komfortkriterierna för långvarigt stillasittande. Den övre delen skyddar den nedre vid vindar från den vanligare västra sektorn vilket gör att den nedre delen i större utsträckning klarar komfortkriterierna för långvarigt stillasittande.
- Om detaljplanen ändras så att terrassen istället får endast en nivå, är det sannolikt att vindkomforten på denna nivå kommer anta förhållandena som gäller för den övre delen av terrassen i den studerade geometrin och därmed inte lämpa sig för långvariga uppehåll.
- Sjösavägen blir inte särskilt vindutsatt. Det är främst nära hörnen i norr samt vid Studenttorget som kriterierna för långvarigt stillasittande kan överskridas.
- Hörnet (intressepunkt 5) är generellt ett vindutsatt område och klarar inte kriterierna för långvarigt stillasittande. Däremot lämpar sig ytan för kortvariga uppehåll.
- Badhusplatsen blir vindutsatt vid vissa vindriktningar och utsätts för förstärkningar vid framförallt nordostlig och ostlig vind. Men vid de vanligaste vindriktningarna ligger platsen skyddad och sett över ett år klarar den kriterierna för långvarigt stillasittande.

2 Bakgrund och syfte

Åke Sundvall AB planerar nybyggnation av bostadshus på Rangstaplan i Högdalen centrum. Byggnaderna planeras bli 23, 15 respektive 10 våningar höga. Detta befaras ge påverkan på planområdet avseende vindförhållanden i vistelsemiljöer. Då man är angelägna om att skapa ett så gott vindklimat i området som möjligt har Åke Sundvall AB gett SMHI i uppdrag att utföra en vindkomfortstudie. SMHI har genomfört vindsimuleringar med syftet att beskriva hur vindklimatet kommer att bli på ett antal platser inom den föreslagna utformningen. I Figur 2-1 finns platsen för de planerade nybyggnationerna markerad.



Figur 2-1. Geografisk översikt. Fokusområdet för vindkomfortstudien är markerat med en röd punkt. Kartunderlaget kommer från openstreetmap.org, © OpenStreetMaps bidragsgivare.

3 Allmänt om vind och vindkomfort

3.1 Vind och upplevd vind

Vind som blåser över alla typer av terräng utsätts för friktion mot markytan, mer eller mindre beroende på vilken typ av terräng det rör sig om - vatten bidrar med mindre friktion än de flesta landtyper, tät vegetation mer än öppna fält, et cetera. Friktionen mot markytan gör att vindhastigheten ökar med höjden och att turbulensen generellt sett minskar med höjden. Vind som blåser mot ett höghus kommer på grund av detta att ha en högre hastighet då den når byggnadens övre delar jämfört med nere i marknivå. Det uppstår på detta sätt en skillnad i dynamiskt tryck (vindtryck) mellan en vindutsatt fasads topp och botten och resultatet av denna tryckskillnad blir att luften tvingas neråt längs byggnadsfasaden. Vind med en högre rörelsemängd/hastighet transporteras därmed ner till lägre höjd och kan vid avsaknad av hinder på vägen nå ner till gatunivå och en tryckskillnad mellan byggnadens lä- och lovartsida uppstår. Ofta kan det då bli blåsig runt byggnadens hörn då denna tryckskillnad ska utjämnas och luften rusar runt byggnaden.

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 cirka 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 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 3-1. 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 tillfällena 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 3-2.

I denna studie refererar vi för de flesta genomgångna miljöerna till Glaumanns kriterier för önskvärda förhållanden vid långvarigt stillastående/stillasittande (Tabell 3-1 och Tabell 3-2). I fall där det är uppenbart fråga om kortvarig vistelse refereras även till dessa kriterier.

Tabell 3-1. 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 3-2. 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 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 Metodik

4.1 Beräkningsteknik

Strömningsberäkningarna genomförs med CFD-teknik (Computational Fluid Dynamics). Ekvationer för luftens hastighet, tryck och turbulens bearbetas i ett stort antal beräkningsceller 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.

4.2 Försöksuppsättning

4.2.1 Beräkningsdomän

Modellgeometrin tillhandahålls av uppdragsgivaren och som topografi har Lantmäteriets höjddata utnyttjats. Detaljer i geometrin som inte bedömdes påverka vindmiljön har försummats. Figur 4-1 visar de byggnader och den mark som inkluderats i beräkningarna.

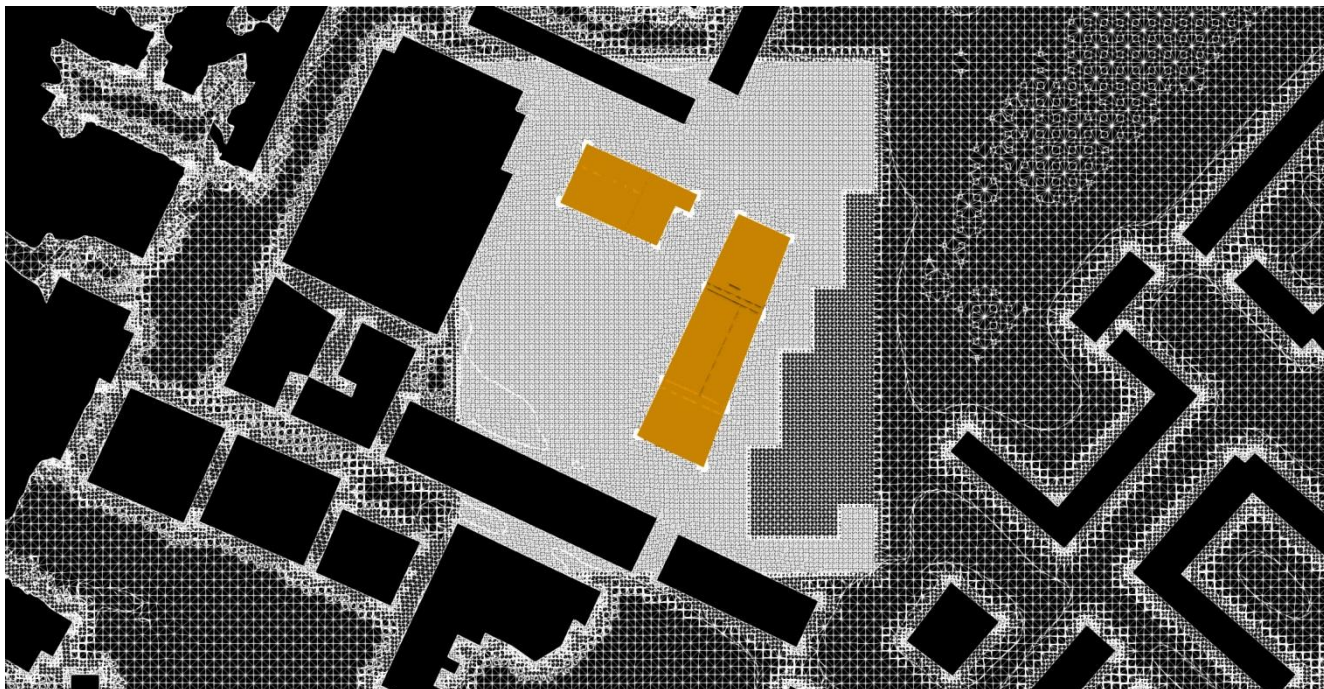
De aktuella kvarteren och byggnaderna omges av små, öppna fält, flervåningshus, villakvarter och sparsamt med tät vegetation. Omgivningens effekt på den lokala vindstyrkan har i beräkningarna beskrivits med hjälp av parametrar för hur friktion och således turbulens påverkas av hur tätbebyggt eller tätbevuxet det är.



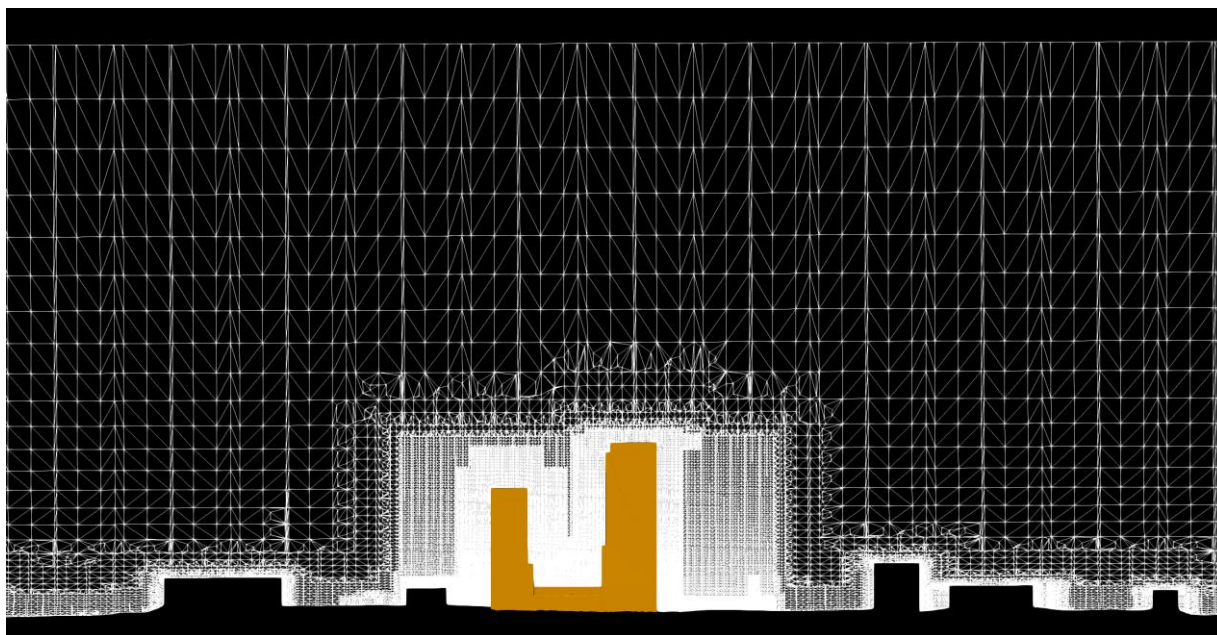
Figur 4-1: Det aktuella beräkningsområdet med inkluderade byggnadsgeometrier. I höjdläng sträcker sig beräkningsvolymen ca 200 meter över den högsta byggnadens tak.

I utkanten av domänen finns en tillagd buffertzona med friktionsegenskaper liknande de som den verkliga omgivningen har i respektive riktning. I denna zon anpassas den simulerade vinden till friktionen mot markytan och får således en naturlig vertikalprofil då den når in över det för beräkningarna intressanta området. Buffertzonen bör inte innehålla några byggnader varvid en del byggnader i Figur 4-1 saknas jämfört med verkligheten. De byggnader som är inkluderade i beräkningen bedöms vara tillräckliga för att representera realistisk påverkan på vinden innan den når fram till byggnaderna av intresse. De byggnader som varit av intresse i denna studie är de byggnader som är brandgula i Figur 4-1.

Ett beräkningsnät skapas för området baserat på ovan nämnda underlag. Det innebär att luften inom området delas in i ett stort antal celler i vilka beräkningarna utförs. I varje cell i beräkningsnätet beräknas den tredimensionella vindvektorns riktning och storlek (hur mycket det blåser och åt vilket håll), vindtrycket och turbulensens kinetiska energi och dissipation. Beräkningsnätet anpassas efter byggnadernas form och förtätas i områden som bedöms som extra intressanta för att uppnå en högre noggrannhet i beräkningarna, se Figur 4-2 och Figur 4-3. Det är framförallt omkring de intressanta byggnaderna som beräkningsnätet är som tätast. Men även nära marken och omkringliggande byggnader finns behov av förtätning för att realistiskt återge turbulens.



Figur 4-2: En del av beräkningsnätet i ett snitt vid marken. Beräkningsnätet har förtätats på de platser som bedöms som mest intressanta.



Figur 4-3: Ett vertikalt snitt av beräkningsnätet.

4.2.2 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. Mätstationen vid Bromma Flygplats är belägen endast ca 11 km från Rangstaplan och data därifrån bedöms för denna studie representera vindförhållanden på en tänkt öppen yta i närheten av Rangstaplan.

CFD-beräkningarna har utförts för åtta vindriktningar. Den anblåsande vinden vid beräkningsområdets kanter har förutsatts ha en logaritmisk vertikalprofil som representerar strömning över plan, öppen mark. Denna inflödesvind kommer sedan att utvecklas på olika sätt i olika vindriktningar, beroende på topografin och, naturligtvis, byggnaderna i området.

4.2.3 Studiens egenskaper

Strömningsberäkningar har genomförts för åtta vindriktningar och resultaten från dessa modelleringar har därefter sammanvägts som horisontella fält på 2 meters höjd över marken. Meteorologiska data från Bromma Flygplats har använts för att normalisera de beräknade vindhastigheterna för varje vindriktning och därmed skapa en detaljerad bild av förväntad vind i hela det beräknade området.

5 Resultat

5.1 Vindstatistik

Vindrosor från mätstationen vid Bromma Flygplats visas i Figur 8-1 till Figur 8-9. (alla figurer numrerade 8-X återfinns i kapitel 8, Figurer - vindstatistik). Underlaget till vindrosorna är observationer var tredje timme under 30-årsperioden 1986-2015, förutom de väderspecifika vindrosorna (Figur 8-6 till Figur 8-8) där väderdata endast finns tillgängliga 2004-2015.

Data gäller vid 10 meters höjd över marken och vindriktningen anger den riktning varifrån vinden blåser. Ringar för procentsats av tiden finns utritade i figurerna. Exempelvis visar Figur 8-1 att det är vanligast med västliga vindar (11 % av tiden), följt av sydliga (9 % av tiden), sett över hela året. Den oftast förekommande kombinationen av vindstyrka och vindriktning är 2,5–4,5 m/s västlig vind (4 % av tiden).

Vindförhållandena varierar med årstid, vilket visas i Figur 8-2 till Figur 8-5. Under vintern dominerar vindar från sektorn syd till väst över sydväst vanligast, med vindar rakt från väst under ca 14 % av tiden. Under våren är vindarna mer jämnt fördelade. Västliga vindar är dock vanligast, tätt följt av nordliga och sydliga. Under sommaren och hösten är vindar från sektorn syd till väst över sydväst vanligast, liksom på vintern. Om alla årstider kan generellt sägas att vindhastigheterna är högre under dagtid än nattetid.

Figur 8-6 och Figur 8-7 visar vindförhållandena vid regn eller duggregn respektive snö eller snöblandat regn. I Figur 8-6 ser man att vindar från syd dominerar vid regn eller duggregn, men att nordliga och sydostliga vindar också är förekommande. I Figur 8-7 ser man att vindar från nord och nordnordost är vanligast i samband med snö eller snöblandat regn. Sammanfattningsvis visar Figur 8-6 och Figur 8-7 att vindar från väst, som är den vanligaste förekommande vindriktningen över året, inte är vanlig vid nederbörd i någon form.

Figur 8-8 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 ostsydost till syd är vanligast vid dessa väderförhållanden.

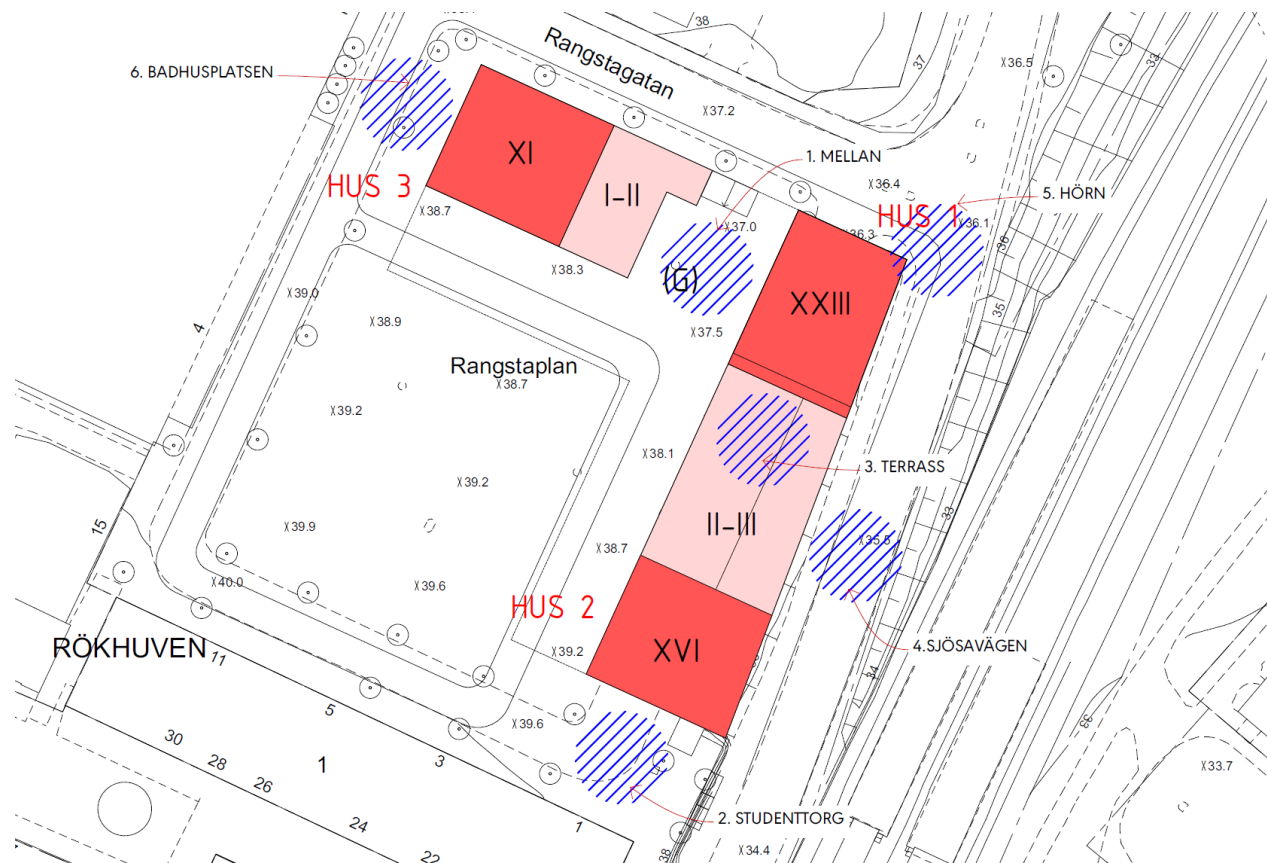
Slutligen, Figur 8-9 visar en vindros för de tillfällen då det blåser kraftigt (8 m/s). Vind från väst och sydost är vanligast förekommande vid kraftiga vindar.

5.2 Vindberäkningar

De platser som av uppdragsgivaren har bedömts som särskilt intressanta att analysera finns utplacerade och namngivna i Figur 5-1. Angivelserna med romerska siffror i figuren som avser hushöjden i antalet våningar kommer härnäst att användas som benämning av själva byggnaden. Uppdragsgivaren har upplyst SMHI om att det finns en alternativ detaljplan för terrassen, intressepunkt 3, där terrassen endast består av en nivå.

Resultaten från strömningsberäkningarna presenteras i Figur 9-1 till Figur 9-10 som horisontella fält på 2 m höjd över marken. Figurernas över- och underkant motsvarar norr- och söderkant. Följaktligen motsvarar vänster- och högerkant väster- respektive österkant av figurerna. I vissa figurer är också vindvektorer inlagda för att visa vindens riktning.

Kapitel 5.2.1 beskriver vindkomforten i området. I kapitel 5.2.2 finns en genomgång av vilka vindriktningar som är mer och mindre fördelaktiga.



Figur 5-1: Platser som studerats närmre; 1. Mellan, 2. Studenttorg, 3. Terrass, 4. Sjösavägen, 5. Hörn, 6. Badhusplatsen. Kartan tillhandahållen av uppdragsgivaren.

5.2.1 Komfortkriterier

I Tabell 5-1 finns för de sex platserna en sammanställning av årsmedianen av vindhastigheten (Figur 9-1) och hur många procent av tiden som vindhastigheten överskrider 5 m/s (Figur 9-2). I tabellen är resultaten för platserna grönmarkerade då önskvärda förhållanden väntas och gulmarkerade då gränsen för önskvärda förhållanden överskrids.

Tabell 5-1. 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 kriterier för vindkomfort vid långvarigt stillasittande/stillastående angivna i i Tabell 3-1 och Tabell 3-2. Färgkodningen inkluderar det högsta värdet i intervallet oavsett hur stor del av ytan detta motsvarar.

		Medianvindhastighet [m/s]	% av tiden > 5 m/s
1	Mellan	1.0-1.5	0-2.2
2	Studenttorg	0.8-1.7	0-2.4
3	Terrass	1.3-2.0	2.0-6.0
4	Sjösavägen	0.8-1.2	0-0.3
5	Hörn	1.1-1.6	1.0-4.0
6	Badhusplatsen	0.8-1.3	0-0.5

1. Mellan

Ur Tabell 5-1 samt Figur 9-1 kan uttydas att medianvinden för utrymmet mellan husen I-II och XXIII väntas få en medianvindhastighet på mellan 1 och 1.5 m/s och klarar därmed kriterierna för långvarigt stillasittande. Högst värden finns i det sydöstra hörnet av I-II samt i det nordvästra hörnet av XXIII.

Vad gäller andel tid med vindar över 5 m/s är det endast närmast XXIII som utrymmet till fullo klarar Glaumanns kriterier för långvarigt stillasittande - här väntas vindar på över 5 m/s under mindre än 0.5 % av tiden. Närmre I-II närmar sig andelen 3 %.

2. Studenttorg

Närmast byggnad XVI lämpar sig torget för långvarigt stillasittande och här når medianvinden inte upp till 1.5 m/s. I torgets södra halva överskrider dock delvis detta kriterium.

Det är nästintill samma utbredning av andelen tid med vindar över 5 m/s – närmast XVI ligger andelen tid under 0.5 %. Längre söderut överskrider 2 % och ut mot det sydvästra hörnet av XVI uppnås 2.4 %.

Torget klarar dock gott och väl kriterierna för kortvariga uppehåll.

3. Terrass

Terrassen i sin nuvarande utformning är ett vindutsatt område. Det är endast precis intill höghusen på terrassens övre del som medianvinden inte överstiger 1.5 m/s samt på terrassens nedre del. På den övre delen närmar sig värdena även 2.0 m/s.

På den övre delen av terrassen väntas vindar över 5 m/s under upp emot 6 % av tiden. Ingen del av det övre terrassplanet klarar gränsen på 0.5 % för långvariga uppehåll. Inte heller den nedre delen klarar till fullo gränsen 0.5 % utan överskrider detta på flera platser.

Om utformningen av terrassen istället ändras till att endast bestå av en nivå, såsom nämnt i Kapitel 5.2, är det troligt att denna enplansterrass antar vindförhållanden som liknar det nuvarande, övre terrassplanet. Detta eftersom de lugnare förhållandena på det nedre terrassplanet med nuvarande utformning orsakas av att det nedre planet är delvis skyddat av det övre. Det är därmed troligt att en enplansterrass inte heller skulle klara kriterierna för kortvariga uppehåll.

4. Sjösavägen

På Sjösavägen överskrider varken medianvindsgränsen på 1.5 m/s eller en andel med vindar över 5 m/s på 0.5 %. Vägavsnittet utanför de planerade byggnaderna lämpar sig därför väl för långvariga uppehåll.

5. Hörn

Hörnet är ett generellt ganska vindutsatt område i den planerade geometrin. Sett till medianvindhastigheten är det dock endast en marginell överskridning av kriterierna för långvarigt stillasittande. Medianvindhastigheten når 1.6 m/s.

Andelen tid med vindar över 5 m/s är dock ganska hög kring hörnet och når 4 % i närheten av hörnet och en bit norrut ut på Rangstagatan. Hela området kring hörnet lämpar sig dock väl för kortvariga uppehåll.

6. Badhusplatsen

Badhusplatsen väntas klara kriterierna för långvarigt stillasittande både sett till medianvindhastighet och andel tid med vindar över 5 m/s. Medianvindhastigheten är störst nära hörnen av byggnad XI samt i de sydvästra delarna av platsen. Här når medianvinden 1.3 m/s. Andelen tid med vindar över 5 m/s överstiger 0.5 % i ett område längs med trottoaren Rangstagatan och in mot det nordliga hörnet av XI. Enligt Figur 5-1 tycks dock växtlighet vara planerad, vilket i så fall kan förbättra vindklimatet. I det nordliga hörnet av XI och ut på Rangstagatan finns dock en skarp gradient till högre andel tid med vindar över 5 m/s. Ute på gatan strax norr om hörnet kan andelen nå upp till 1.5 %.

5.2.2 Vindens förstärkning

Figur 9-3 - Figur 9-10 visar hur vinden förstärks i bebyggelsen vid olika vindriktningar på 2 m höjd över marken. 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 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 5-2 sammanfattar vindens förstärkning och hur den varierar inom valda ytor.

Tabell 5-2. Vindförstärkningen inom intressanta ytor för samtliga undersökta vindriktningar. Grön färg visar en vindförstärkning som är mindre än eller lika med 1ggr, gul färg visar en förstärkning mellan 1 och 1,5 ggr och orange 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	Mellan	0-0.8	1.0-1.8	0.5-1.8	0-0.5	0.2-0.7	0.6-1.2	0.5-1.3	0.3-0.9
2	Studenttorg	0-1.0	0.5-1.5	0-1.5	0.6-1.2	0.4-1.2	0.4-1.1	0.5-1.1	0.5-1.2
3	Terrass	0-1.2	0.5-1.8	0.7-1.5	0.8-1.2	0.4-1.3	0.5-1.0	1.0-1.7	0.6-1.0
4	Sjösavägen	0-1.0	0.7-1.1	0.5-1.0	0-0.7	0.2-0.8	0-0.8	0-0.5	0-0.2
5	Hörn	1.0-1.5	0.2-0.8	0.5-1.1	1-1.8	0.8-1.1	0.4-0.8	0.4-0.8	0.4-0.7
6	Badhusplatsen	0-0.3	0.5-1.8	0.5-1.4	0-0.7	0.4-1.1	0.5-0.9	0.5-1.1	0.2-0.7

1. Mellan

Resultaten från analysen av olika vindriktningar visar att utrymmet får förstärkningar av vinden vid nordostlig, östlig, sydvästlig och västlig vind. De kraftigaste förstärkningarna sker vid nordostlig och östlig vind med upp till 1.8 gånger vinden över ett öppet fält.

Det är dock inte hela utrymmet som väntas få förstärkningar. Vid nordostlig och östlig vind ligger den förväntade förstärkningen nära hus I-II. Området nära XXIII ser då inte ut att få någon förstärkning. Vid sydvästlig och västlig vind är förhållandet det omvända och det är då främst hörnet av XXIII ut mot Rangstagatan som får en förstärkning av vinden.

2. Studenttorg

För Studenttorget väntas förstärkningar vid nästan alla vindriktningar förutom vid nordlig vind. Förstärkningarna fördelas dock inte jämnt över hela torget och oftast klarar sig området allra närmast byggnad XVI helt från förstärkningar. Undantaget är vid sydöstlig vind då det även uppstår förstärkningar intill husväggen. Kraftigast förstärkningar väntas vid nordostlig och östlig vind då de syd- och sydöstliga delarna av torget kan få vindar på 1.5 gånger de på ett öppet fält.

3. Terrass

Terrassen är som tidigare nämnts en vindutsatt del av den planerade geometrin och väntas få förstärkningar av vinden vid all vindriktningar utom sydväst och nordväst. Vid sydlig vind är det dock endast närmast byggnad XXIII som det övre terrassplanet får en förstärkning av vinden.

Det nedre terrassplanet är dock mindre vindutsatt än det övre och väntas endast få förstärkningar av vinden vid nordlig, nordostlig och östlig vind. Vid vindar från den västra sektorn skyddar det övre terrassplanet.

4. Sjösavägen

Vägen utmed den planerade nybyggnationen väntas inte få förstärkningar av förutom vid nordostlig vind då förstärkningen når upp till 1.1 gånger vinden på ett öppet fält. Vid östlig och sydöstlig vind kan dock

förstärkningar uppstå vid de södra och norra hörnen av byggnadskomplexet, men detta behandlas i respektive avsnitt om studenttorget (2) och hörnet (5).

5. Hörn

Vinden förstärks vid hörnet vid fyra av de åtta testade vindriktningarna. Störst förstärkningar väntas vid sydostlig vind då hörnet kan få vindar på upp till 1.8 gånger de som väntas över ett öppet fält. Vid nordostlig vind sker förstärkningarna längre söderut på Sjösavägen och vid vindat från sektorn sydväst till nordväst, är hörnet vindskyddat av övriga strukturer.

6. Badhusplatsen

Badhusplatsen väntas få förstärkningar av vinden vid fyra av de åtta vindriktningarna. Kraftigast förstärkning väntas vid nordostlig vind då en förstärkning på mellan 1.5 och 1.8 m/s väntas kröka från hörnet av byggnaden ut mot Rangstagatan och in på Badhusplatsens nordostliga del. Även vid östlig vind syns ett liknande mönster men då med en lägre förstärkning. Stora delar av platsen väntas vid östlig vind dock inte få någon förstärkning. Vid sydlig och västlig vind uppstår en viss förstärkning på Badhusplatsen. Vid västlig vind är det endast i hörnet ut mot Rangstagatan som förstärkningen uppstår.

6 Slutsatser

Följande slutsatser kan dras angående vindmiljön i området:

- Vindar från sektorn syd till väst är vanligast i området.
- Mellantorget (intressepunkt 1) blir blåsig vid vissa vindriktningar men klarar till stor del komfortkriterierna för långvarigt stillasittande. Vindutsatta delar av platsen är hörnet ut mot Rangstagatan samt när byggnad I-II där vindskyddande åtgärder såsom utskjutande tack eller växtlighet kan begränsa vindpåverkan.
- Studenttorget klarar kriterierna för kortvariga uppehåll och närmast byggnad XVI klaras även kriterierna för kortvariga uppehåll.
- Terrassen är ett generellt vindutsatt område. Den övre delen är mest utsatt och klarar inte komfortkriterierna för långvarigt stillasittande. Den övre delen skyddar den nedre vid vindar från den vanligare västra sektorn vilket gör att den nedre delen i större utsträckning klarar komfortkriterierna för långvarigt stillasittande.
- Om detaljplanen ändras så att terrassen istället får endast en nivå, är det sannolikt att vindkomforten på denna nivå kommer anta förhållandena som gäller för den övre delen av terrassen i den studerade geometrin och därmed inte lämpa sig för långvariga uppehåll.
- Sjösavägen blir inte särskilt vindutsatt. Det är främst nära hörnen i norr samt vid Studenttorget som kriterierna för långvarigt stillasittande kan överskridas.
- Hörnet (intressepunkt 5) är generellt ett vindutsatt område och klarar inte kriterierna för långvarigt stillasittande. Däremot lämpar sig ytan för kortvariga uppehåll.
- Badhusplatsen blir vindutsatt vid vissa vindriktningar och utsätts för förstärkningar vid framförallt nordostlig och ostlig vind. Men vid de vanligaste vindriktningarna ligger platsen skyddad och sett över ett år klarar den kriterierna för långvarigt stillasittande.

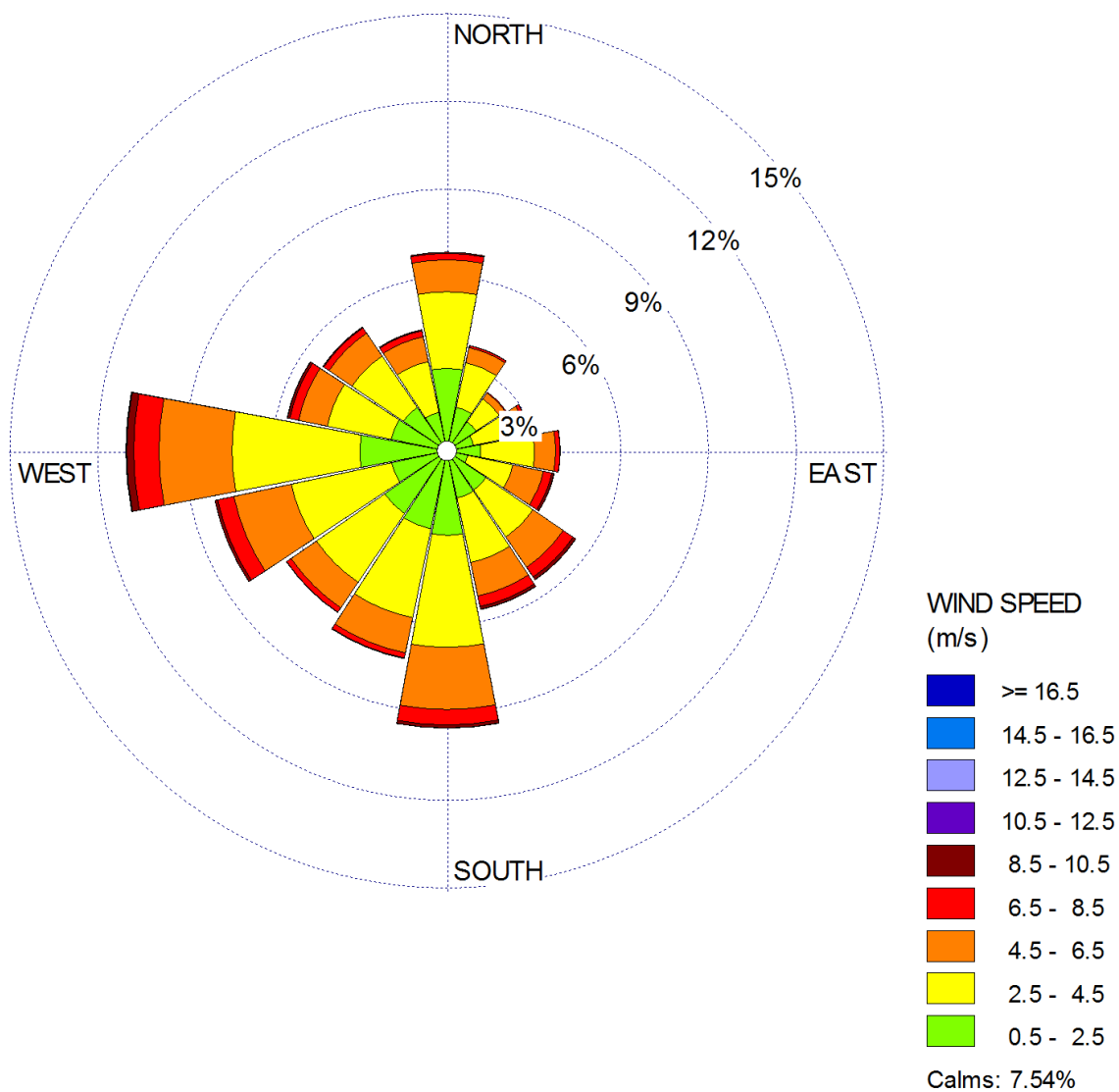
7 Referenser

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

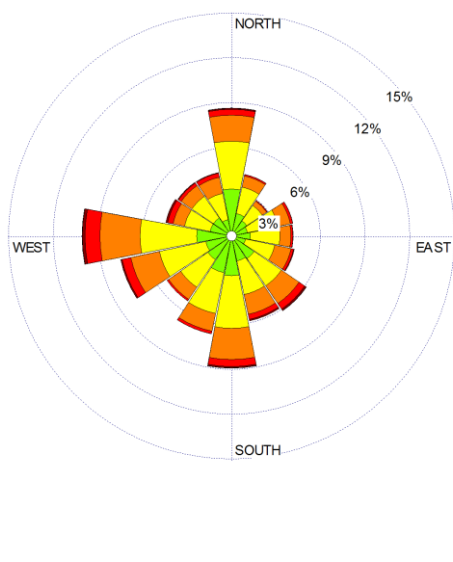
8 Figurer - vindstatistik

Vindros för hela året

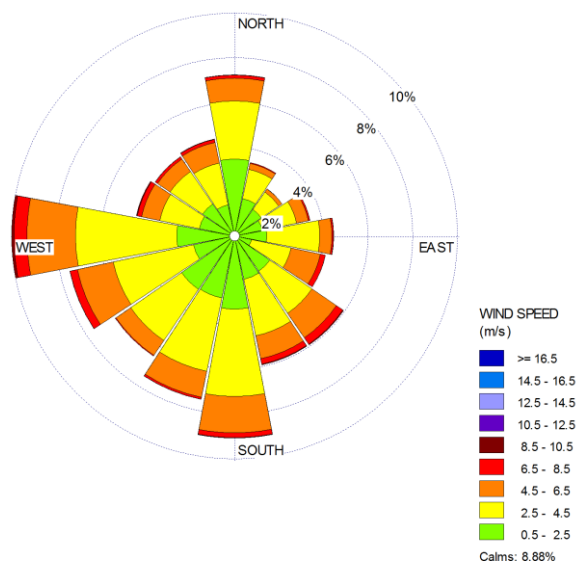


Figur 8-1: Vindros för **hela året**, Bromma flygplats 1986-2015. Medelvind 3.32 m/s.

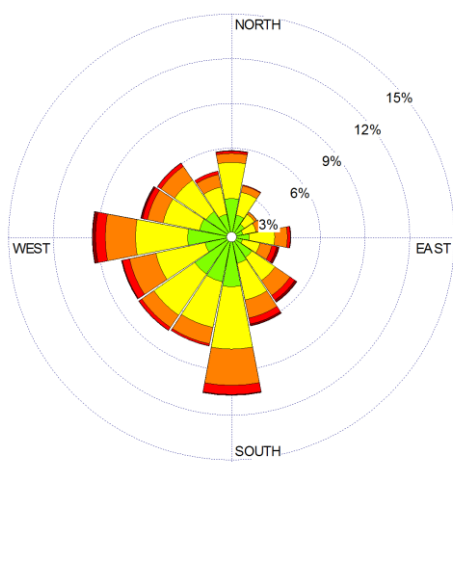
Vindrosor för olika årstider



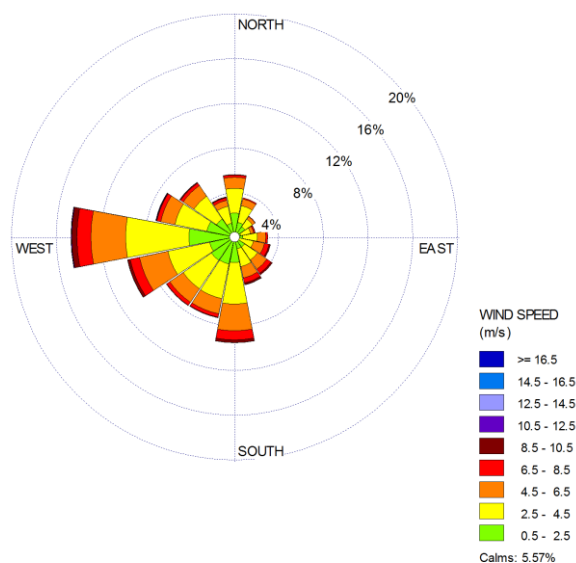
Figur 8-2: Vindros för **våren** (mars-maj), Bromma flygplats 1986-2015. Medelvind 3.41 m/s.



Figur 8-3: Vindros för **sommaren** (juni-augusti), Bromma flygplats 1986-2015. Medelvind 3.06 m/s.

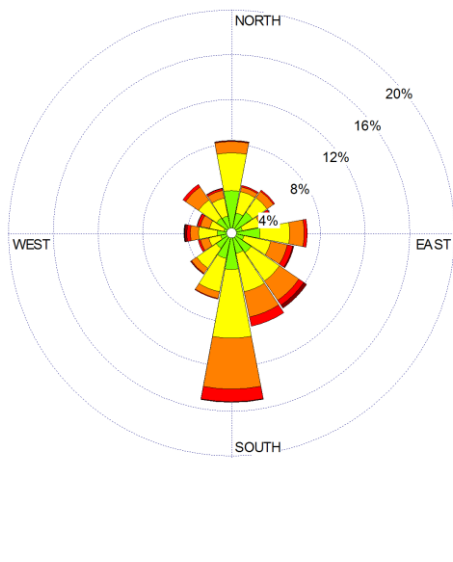


Figur 8-4: Vindros för **hösten** (september-november), Bromma flygplats 1986-2015. Medelvind 3.25 m/s.

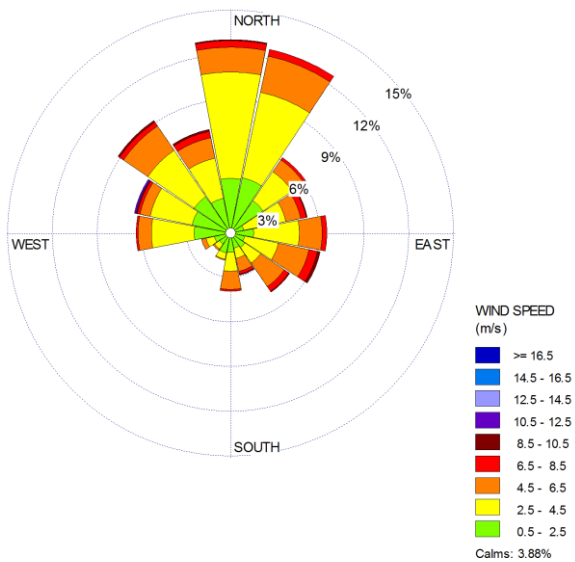


Figur 8-5: Vindros för **vintern** (december-februari), Bromma flygplats 1986-2015. Medelvind 3.58 m/s.

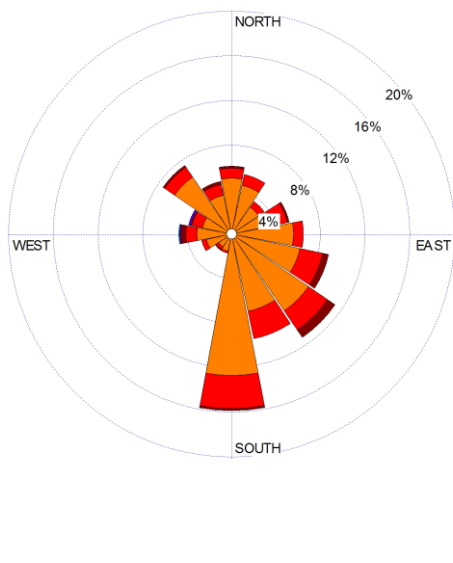
Vindrosor vid nederbörd och/eller kraftig vind



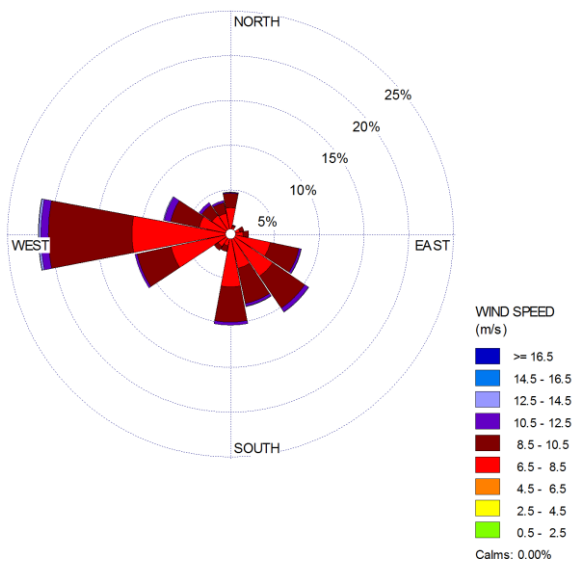
Figur 8-6: Vindros vid **regn och duggregn**, Bromma flygplats 2004-2015. Medelvind 3.51 m/s.



Figur 8-7: Vindros vid **snö och snöblandat regn**, Bromma flygplats 2004-2015. Medelvind 3.41 m/s.

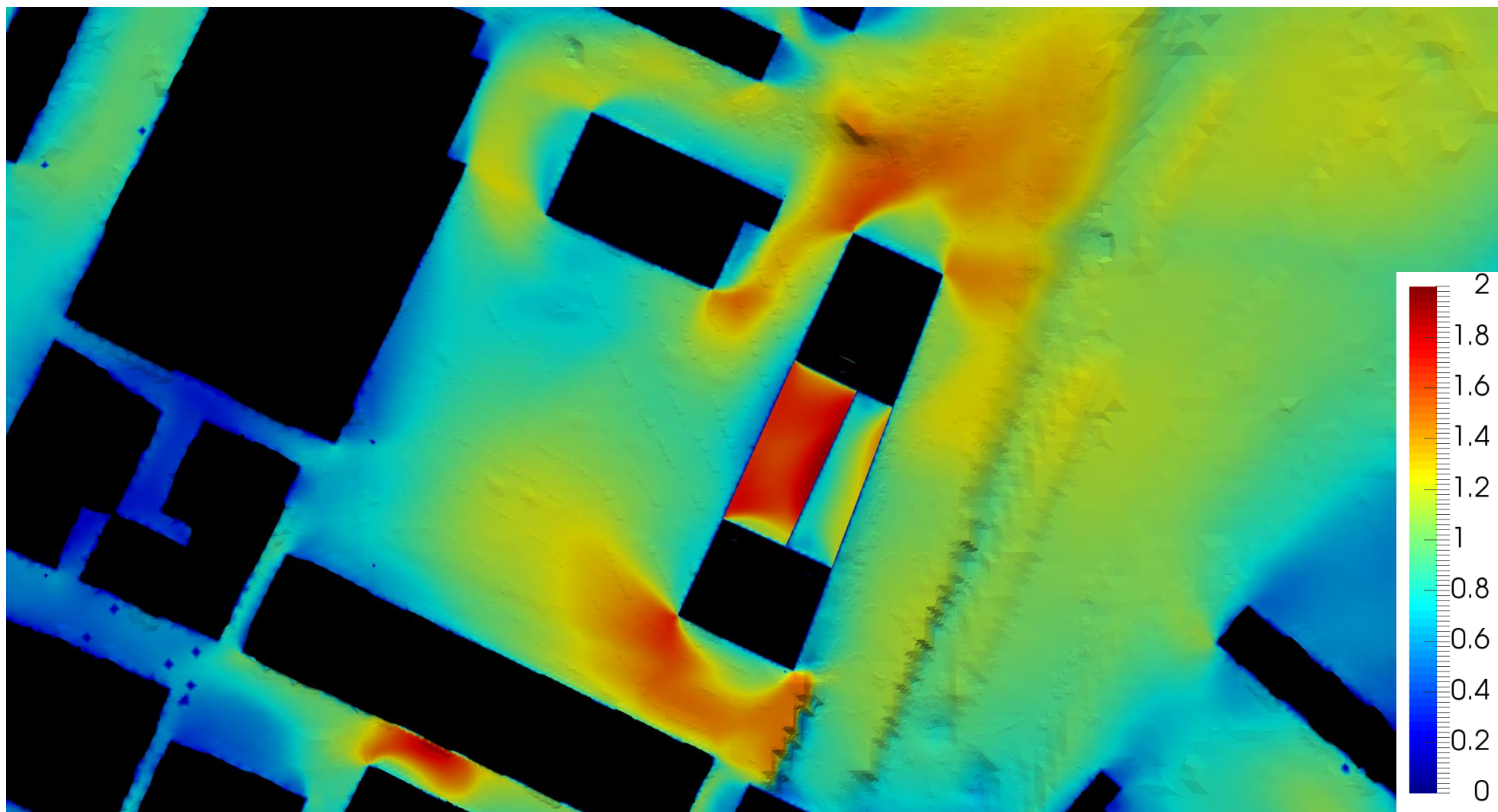


Figur 8-8: Vindros vid **vind > 5 m/s och nederbörd**, Bromma flygplats 2004-2015.

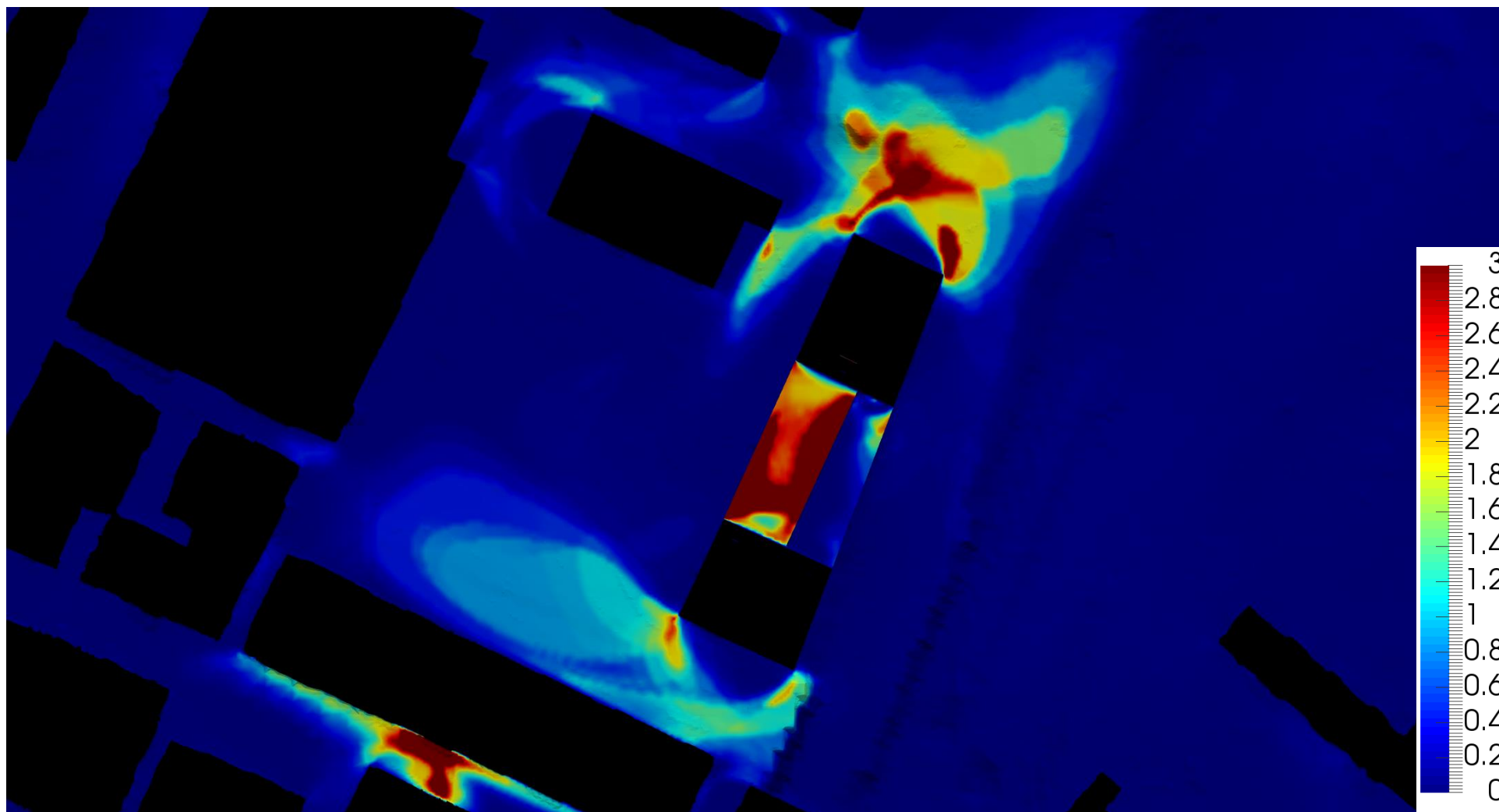


Figur 8-9: Vindros vid **kraftig vind > 8 m/s**, Bromma flygplats 1986-2015.

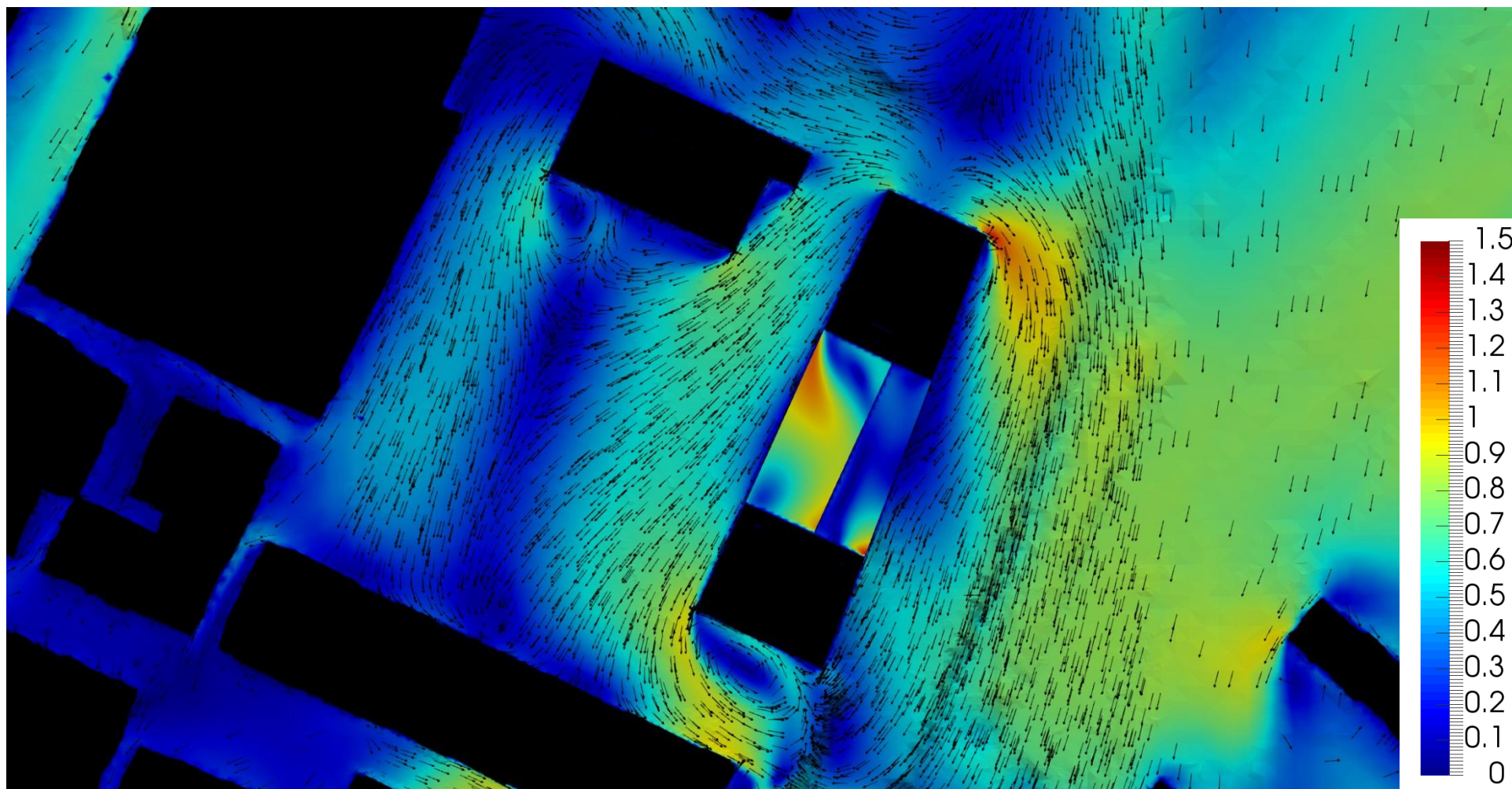
9 Figurer – resultat



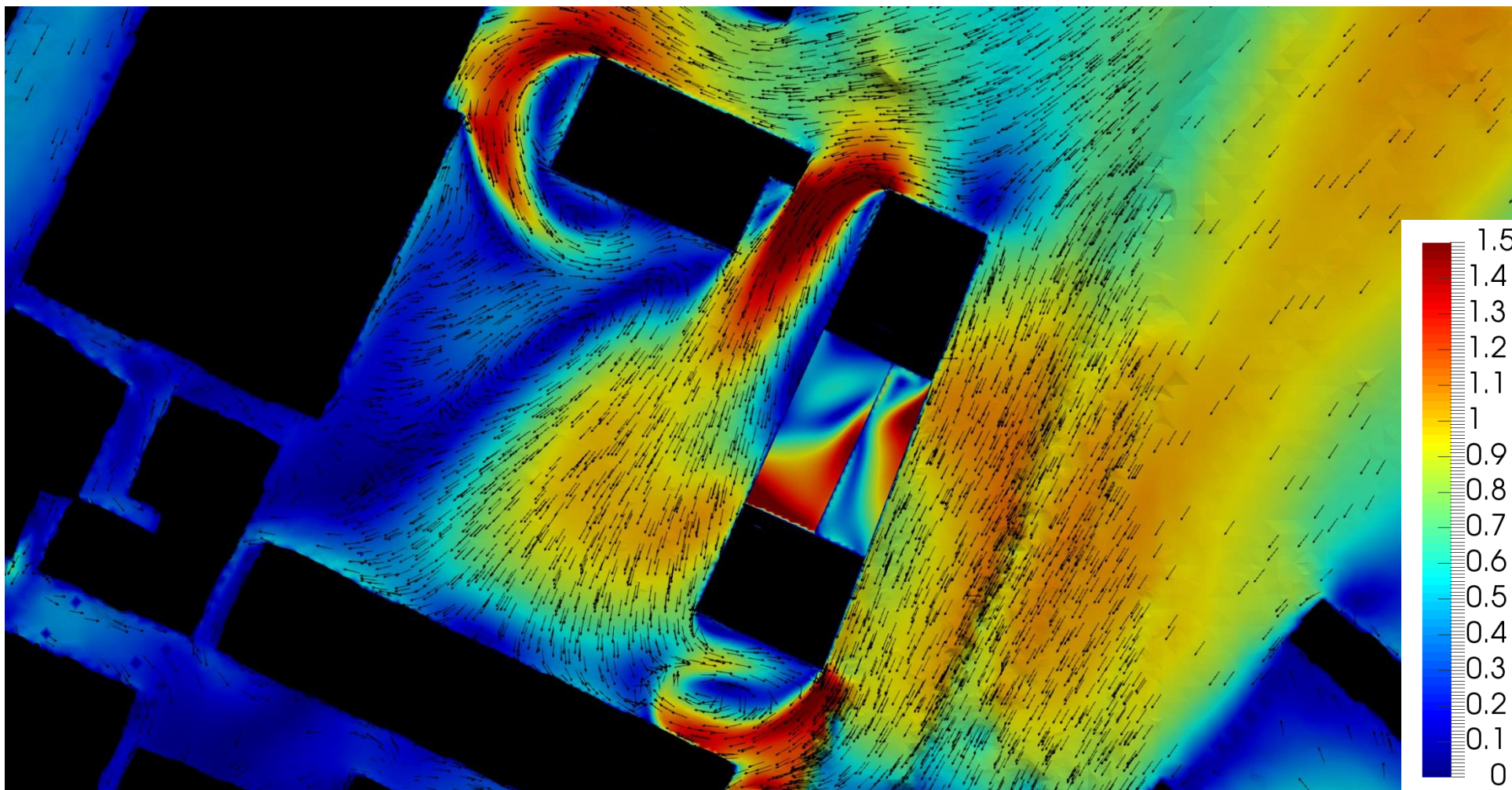
Figur 9-1. Årsmedianen av vindhastigheten i m/s, presenterad på 2 m höjd över marken. Sammanvägning av alla vindriktningar.



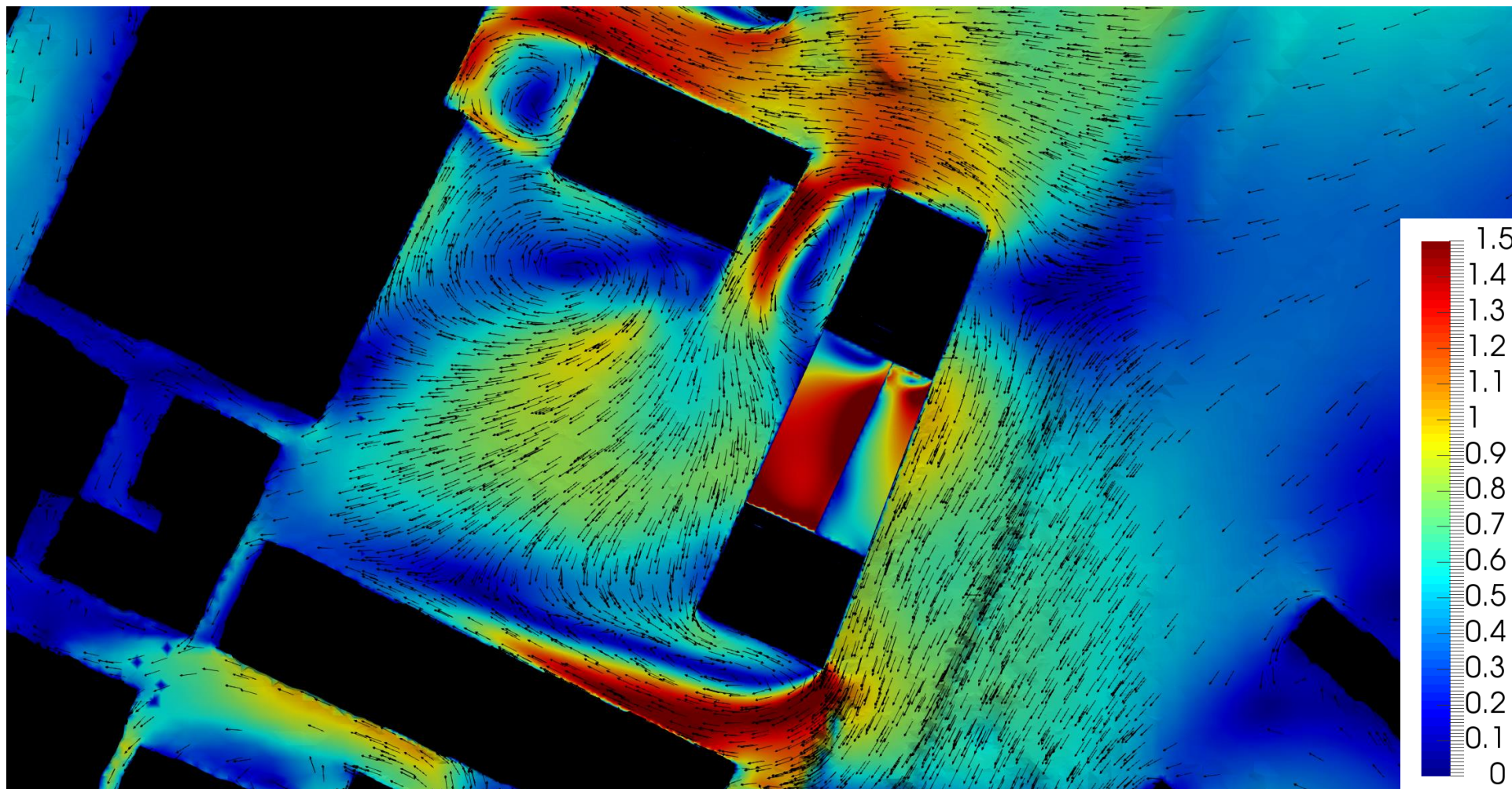
Figur 9-2. Procent av tiden som vindens hastighet överstiger 5 m/s, på 2 m höjd över marken. Sammanvägning av alla vindiktningar.



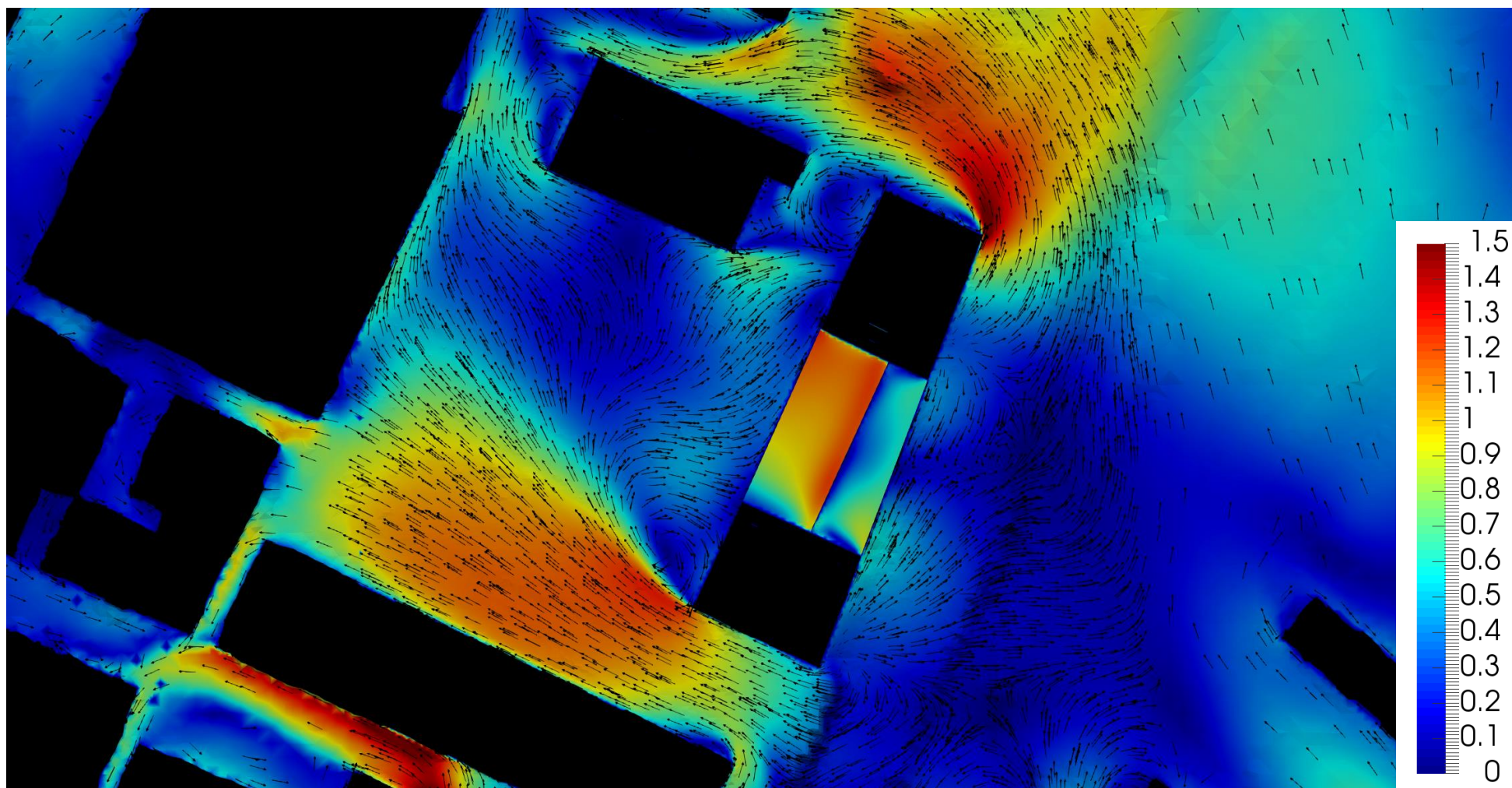
Figur 9-3. Vindens förstärkning vid vind från nord, 0°, på 2 m höjd över marken. Skalan anger förstärkningsfaktorn. Gulgrön färg (faktor 1) innebär att vinden upplevs lika stark som på ett öppet fält. Gul och röd färg innebär att vinden upplevs starkare och blå/grön färg att vinden upplevs svagare.



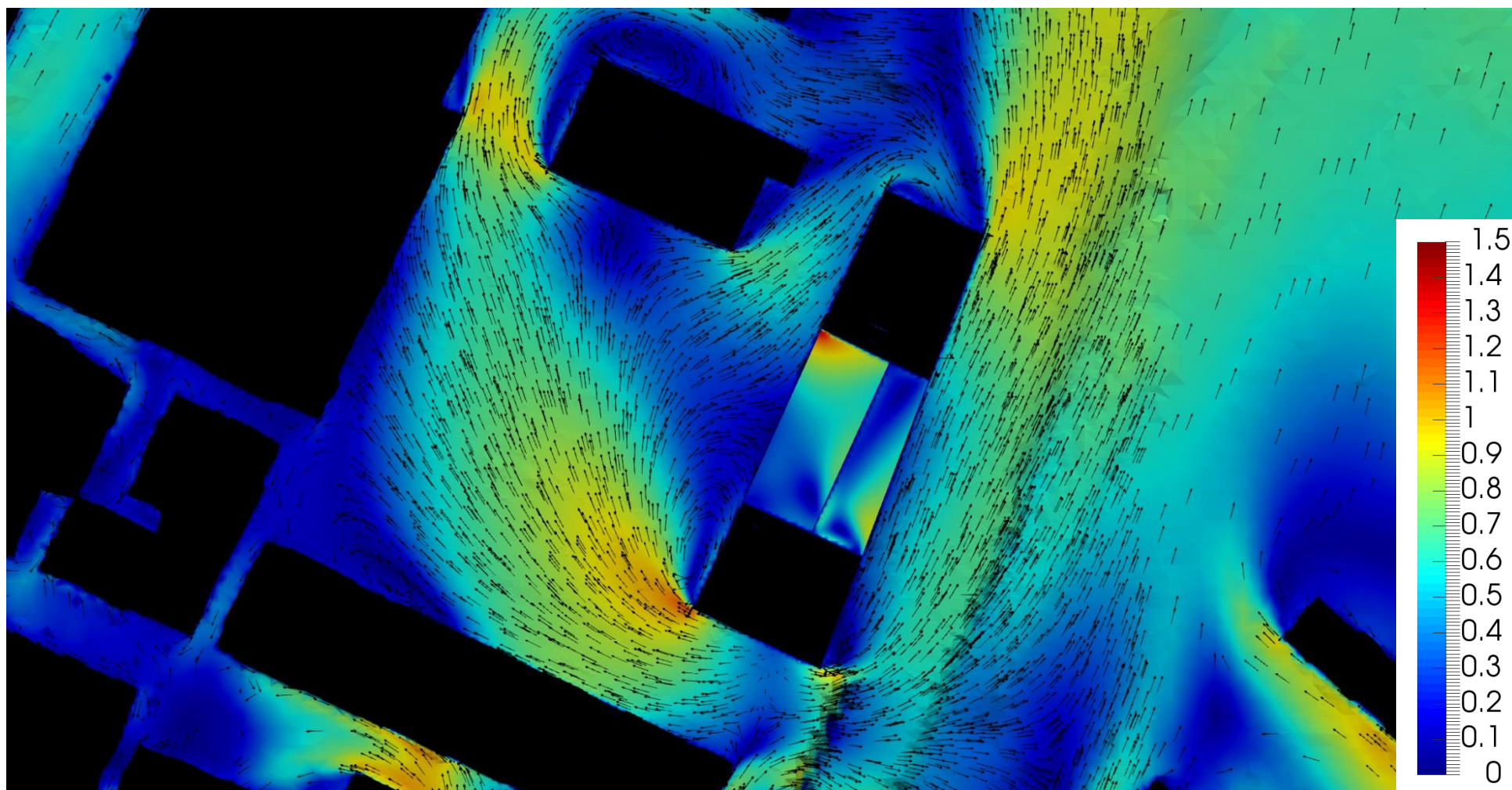
Figur 9-4. Vindens förstärkning vid vind från nordost, 45°, på 2 m höjd över marken. Skalan anger förstärkningsfaktorn. Gulgrön färg (faktor 1) innebär att vinden upplevs lika stark som på ett öppet fält. Gul och röd färg innebär att vinden upplevs starkare och blå/grön färg att vinden upplevs svagare.



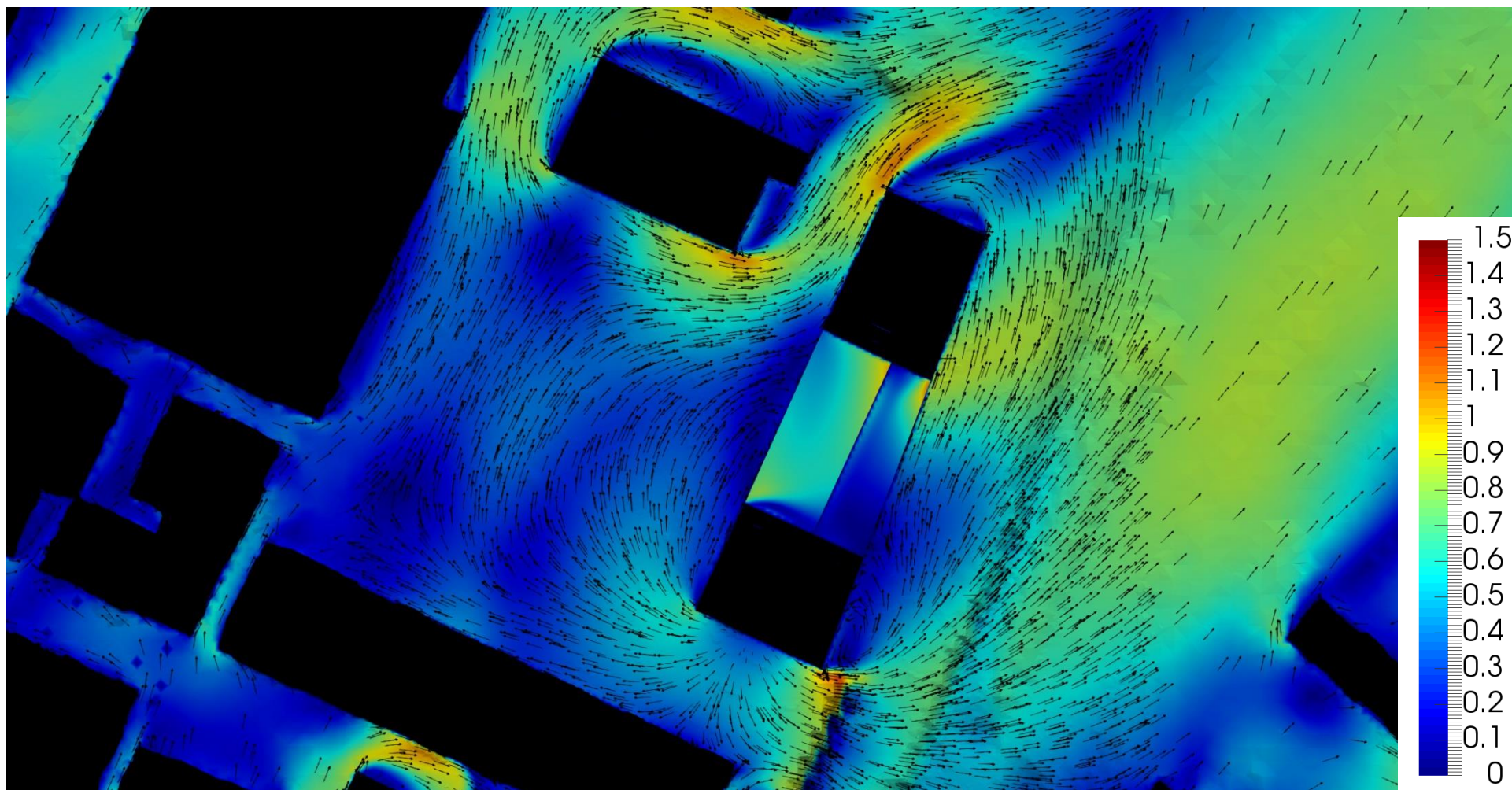
Figur 9-5. Vindens förstärkning vid vind från ost, 90°, på 2 m höjd över marken. Skalan anger förstärkningsfaktorn. Gulgrön färg (faktor 1) innebär att vinden upplevs lika stark som på ett öppet fält. Gul och röd färg innebär att vinden upplevs starkare och blå/grön färg att vinden upplevs svagare.



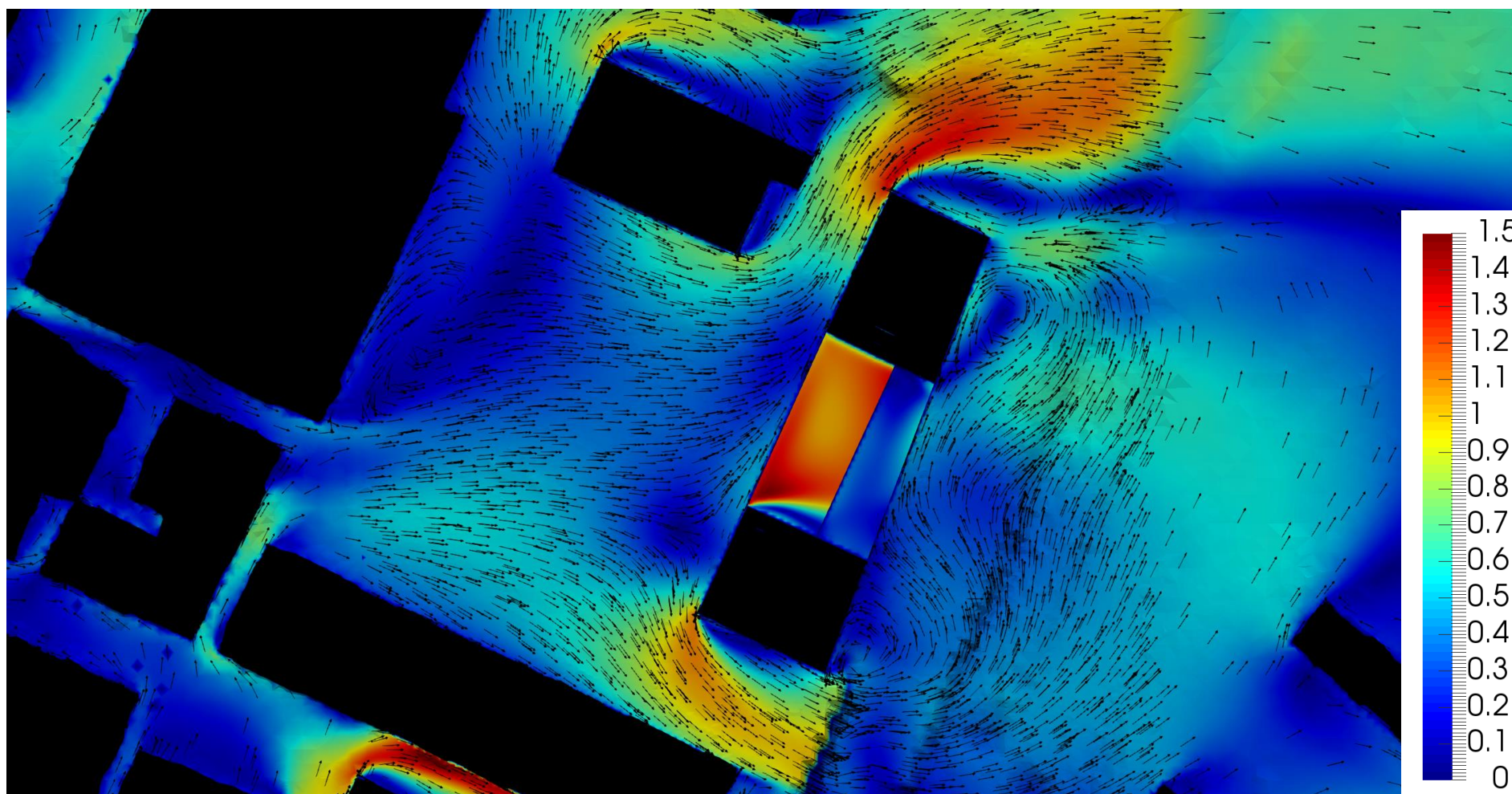
Figur 9-6. Vindens förstärkning vid vind från sydost, 135°, på 2 m höjd över marken. Skalan anger förstärkningsfaktorn. Gulgrön färg (faktor 1) innebär att vinden upplevs lika stark som på ett öppet fält. Gul och röd färg innebär att vinden upplevs starkare och blå/grön färg att vinden upplevs svagare.



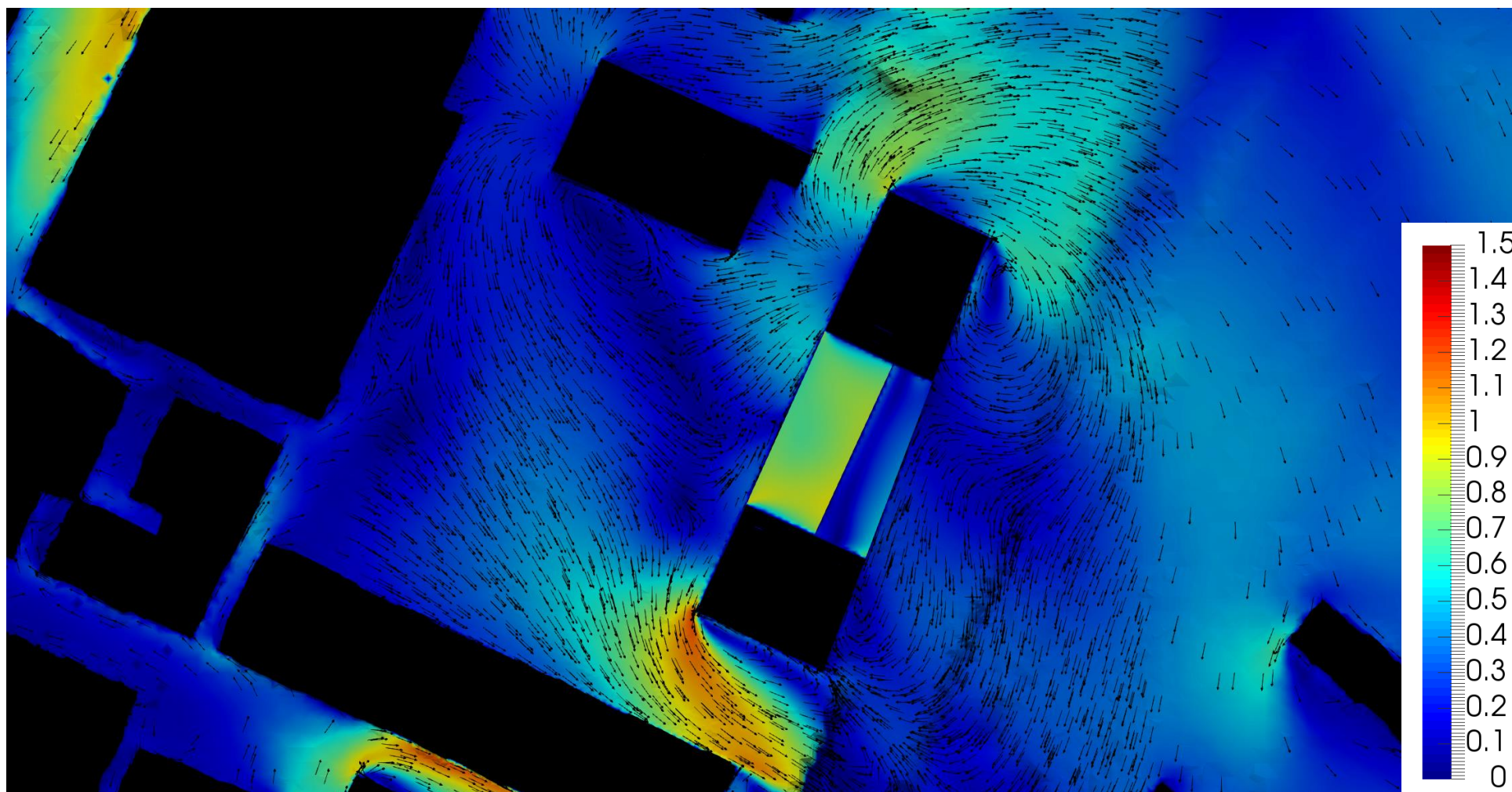
Figur 9-7. Vindens förstärkning vid vind från syd, 180°, på 2 m höjd över marken. Skalan anger förstärkningsfaktorn. Gulgrön färg (faktor 1) innebär att vinden upplevs lika stark som på ett öppet fält. Gul och röd färg innebär att vinden upplevs starkare och blå/grön färg att vinden upplevs svagare.



Figur 9-8. 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 9-9. 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 9-10. 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.

Denna sida är avsiktligt tom



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