

# VINDSTUDIE

## Jarlaberg, Nacka

Uppdragsnr: 9148950100

Upprättad: 2016-08-02  
Viktor Sjöberg  
Alejandro Pacheco Diéguez

Senaste revidering: 2016-08-01  
Granskad: 2016-08-02



## SAMMANFATTNING

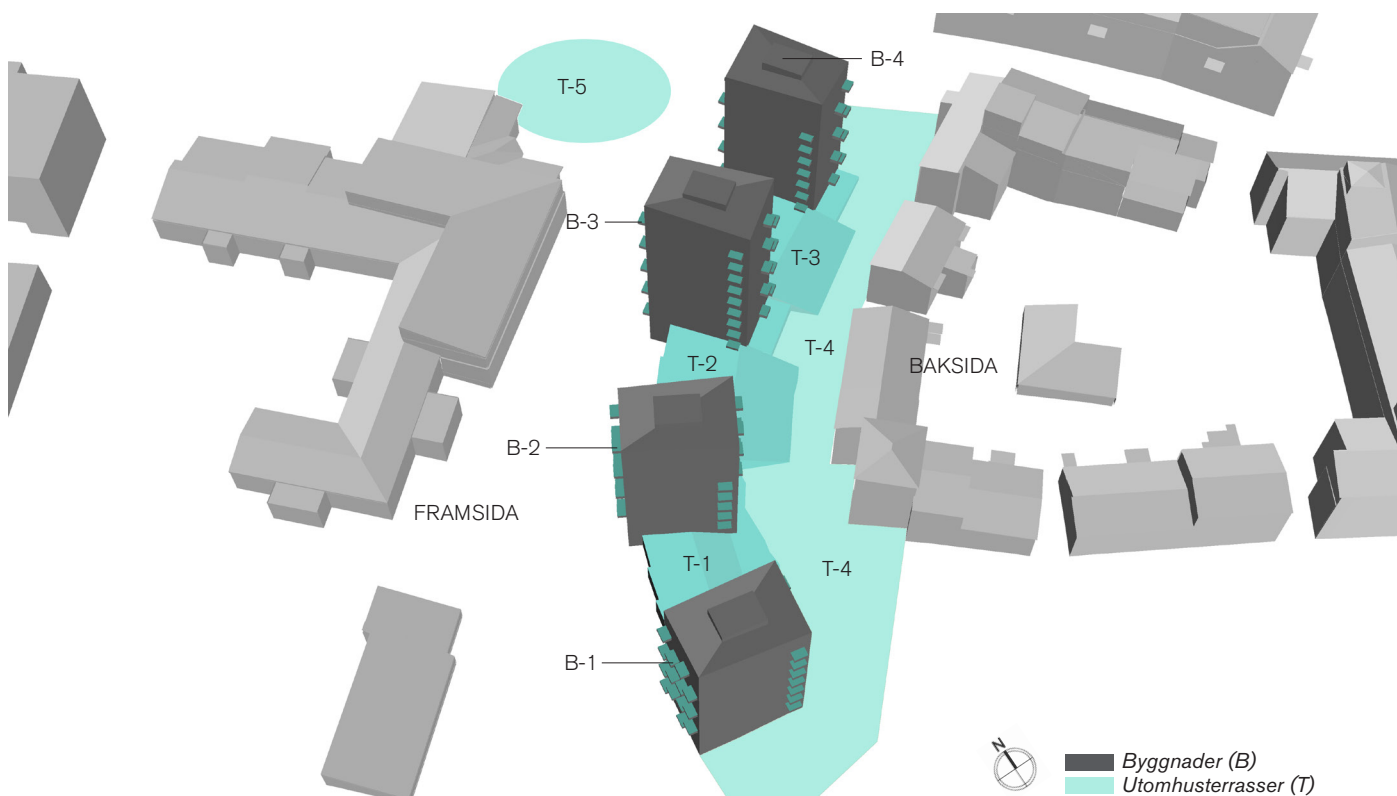
Denna vindstudie undersöker hur vindsituationen påverkar komfort och säkerhet runt byggnadskropparna på fyra nya bostadshus i Jarlaberg (Nacka, Stockholm) och dess omgivande ytor.

Stockholm i sig har inte ett speciellt blåsig klimat. Höga vindhastigheter ( $> 10$  m/s) förekommer knappt alls ( $< 1$  % av tiden). När det är kallt ute ( $< 5^{\circ}\text{C}$ ) är det dessutom sällan blåsigt (10 % av tiden då vindhastigheterna är  $> 5$  m/s). Vinterklimatet är dock intressant att studera då det finns genomfartsvägar för fotgängare och cyklister som inte är skyddade av vinden. När det är varmt ute ( $> 12^{\circ}\text{C}$ ) är det också blåsigt 75 % av tiden. Detta betyder att det blir viktigt att erbjuda skyddade utomhusmiljöer att vistas i när vädret är bra.

De förhärskande vindriktningarna som analyserats i den här studien är väst och syd.

Resultatet av studien visar att vindsituationen mellan husen är bra vid västlig vind men något mer utsatt för sydlig vind.

När det gäller fasaderna finns det lägen som är starkt utsatta för vind, framför allt på byggnad 3 och 4. I slutet av rapporten finns en grafisk redovisning plan för plan hur väl skyddade/oskyddade fasaderna är vid de förhärskande vindriktningarna väst och syd.



Figur 1: Intresseområden omkring den nya byggnaderna.

## BAKGRUND

Genom uppförandet av de nya bostadshusen modifieras den lokala vindsituationen. Den nya byggnaderna ligger i Nacka utanför Stockholm. Många områden runt de nya byggnaderna och dess balkonger kan bli potentiella sitt- och viloplatser samt ge möjlighet till rekreationsytor på sommaren. För att uppnå det måste de vara tillräckligt skyddade för att människor ska vilja vistas här.

## SYFTE

Syftet med studien är att identifiera utomhusytor som är tänkta att användas och undersöka dess lokala vindklimat. Tre olika scenarier har därför studerats:

- Hård vind
- Termisk komfort vinter (kallt och blåsigt)
- Termisk komfort sommar (varmt och blåsigt)

Det tredje scenariot utvärderar hur vinden påverkar balkonger och de omkringliggande ytorna under sommartid då det är mest troligt att de kommer att användas.

## METOD

### I. Klimatanalys:

En analys av vindhastighet och vindriktningarna på den aktuella platsen har genomförts för att bestämma de förhärskande vindriktningarna som är av intresse för vindsimuleringen. Denna analys har genomförts för alla scenarier: hård vind (vindhastigheter över 10 m/s), termisk komfort vinter (temperaturer under  $5^{\circ}\text{C}$  och vindhastigheter över 5 m/s) och termisk komfort sommar (temperaturer över  $12^{\circ}\text{C}$  och vindhastigheter över 3 m/s).

Väderdaten som används kommer från ett fiktivt år genererat av vindstatistik från de senaste 20 åren från närmast beläga meteorologiska station som är Bromma flygplats. Denna statistik är tagen i ett fritt läge 10 m över marken. De relevanta data för varje scenario är framtaget genom mjukvaran Grasshopper och dess plugin Ladybug. Grasshopper är det mest använda grafiska programmeringsverktyget på marknaden och Ladybug vida använt för klimatanalys.

## II. Vindsimulering:

Beräkningar har utförts med CFD-teknik (Computational Fluid Dynamics) där numeriska metoder används för att analysera strömningssproblem. Programvaran som används är i detta fall Autodesk CFD. Programmet tar hänsyn till och beräknar luftens hastighet, tryck och turbulens i en mängd punkter. Dessa punkter är genererade i en plugin kallad Surface wrap som maskar modellen innan den importerar i Autodesk Simulation CFD.

Volymerna för byggnaderna och marken är uppbyggda i SketchUp. Därifrån har modellen exporterats till Surface wrap och slutligen till Autodesk CFD. Modellen som är klar för vindsimulering från Surface wrap kan ses i figur 2. Vindhastigheten är beräknad 1,5 m över marken/golven vilket motsvarar fotgängarnivå. Träd och vegetation har inte tagits med i beräkningen p.g.a. att dess komplexitet kan göra modellen för krävande och ohanterlig i simuleringsgången. Då denna förenkling är gjord skall detta tas i åtanke när resultatet tolkas. Eftersom träden gör vindsituationen bättre ses detta inte som något problem.

Vindkomforten kan beskrivas utifrån årsmedianvärde. I tabell 1 visas det högsta godtagbara årsmedianvärdet för upplevd vindhastighet som tillåts för respektive vistelsemiljö. En vindhastighet av 5 m/s används ofta i vindsimuleringar då det är en relativt frekvent förekommande hastighet och som också påverkar den personliga komfortsituationen vid olika aktiviteter. I Stockholm förekommer vindhastigheter på minst 5 m/s 22 % av tiden under ett genomsnittså.

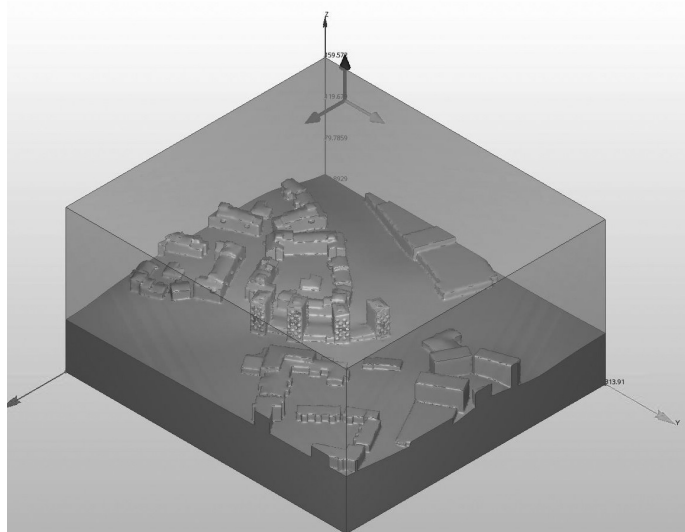
Höga vindhastigheter (> 10 m/s) har inte tagits med i beräkningarna i denna studie då de sker så sällan i Stockholm (< 1 % av tiden).

Tabell 1: Komfortkriterier. Källa: Glaumann och Westerberg (1988)

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

## III. Tolkning av resultat:

Resultatet av vindsimuleringen är en färgad gradient som visar den lokala vindhastigheten genom det studerade området för den givna friströmshastigheten. Det resultatet baseras sedan på hur vinden påverkar den termiska komforten på och omkring byggnaderna. Enligt tabell 1 är vindhastigheter upp till 1,5 m/s lämpliga som områden



Figur 2: modellen som används vid simuleringen.

för stillasittande aktiviteter, upp till 3 m/s går det att göra kortare uppehåll på samt upp till 5 m/s är det lämpligt att gå och cykla.

Vid vindstudier förekommer ofta begreppet upplevd vindhastighet. När den upplevda vindhastigheten överstiger 5 m/s kan det uppfattas som obehagligt. Den upplevda vindhastigheten är något högre än medelvindhastigheten p.g.a. turbulens och lokala förutsättningar. Gränsvärdet 5 m/s får inte överskridas mer än ett visst antal procent utifrån ett normalår. I tabellen nedan visas hur många procent detta är och att det är aktivitetsberoende. Vid rörelse är kroppen mer tolerant mot vind än vid stillasittande.

I CFD-simuleringarna är det medelhastigheten som beräknas och inte den upplevda hastigheten. Det betyder att vindhastigheten upplevs som sämre än vad det ser ut i tabellerna nedan. Procentsatserna för när det är "Tolerabelt" sänks något medan procentsatserna för när det är "Obehagligt" och "Farligt" höjs något. Det Tabell 2 visar tydligt är att när en person är mer eller mindre stillastående är det väldigt kort tid som vindar på 5 m/s tolereras.

Tabell 2: Komfortkriterier. Högsta andel av tiden under ett år som gränsvärdet 5 m/s för upplevd vindhastighet får överskridas. Källa: Davenport (1972) och Glaumann (1988)

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

För en lekman kan det vara svårt att förstå vad en viss hastighet i m/s egentligen betyder. Tabell 3 ger mer inblick i detta.

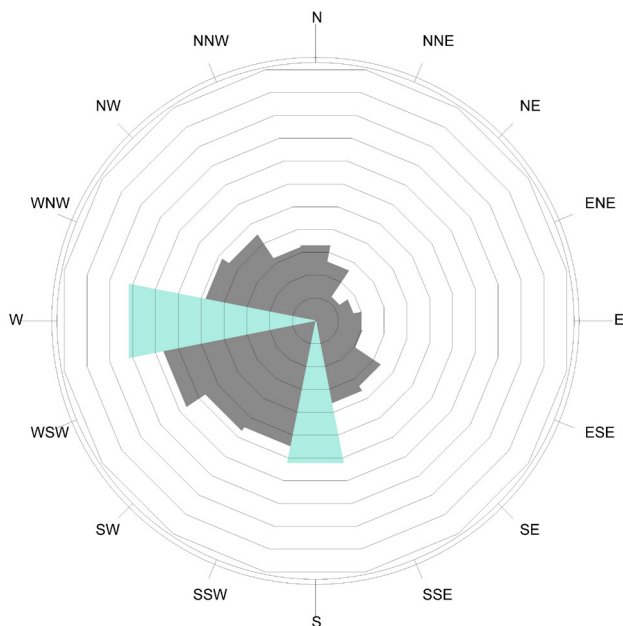
Tabell 3: Tabell som visar karakteristik av olika vindhastigheter (Terry S. Boutet, 1987)

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

## RESULTAT: Klimatanalys

### I. Vindriktningar:

Figur 3 visar distributionen av vindriktningar i Stockholm under ett år. Västliga och sydliga vindar (drygt 800 timmar/år för varje riktning) har valts ut som förhärskande vindriktningar och har därför simulerats.

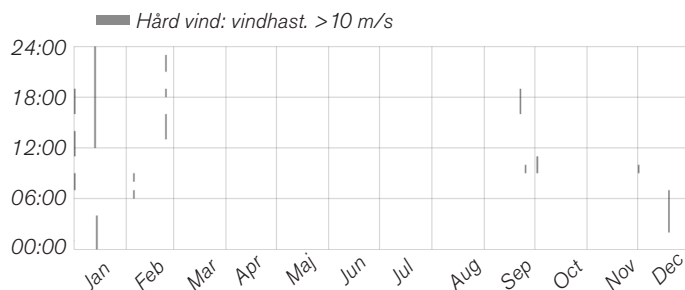


Figur 3: Årlig distribution av vindriktningar vid Bromma flygplats. De simulerade vindriktningarna är färgade med ljusblått. Varje cirkel i diagrammet motsvarar här 131 timmar.

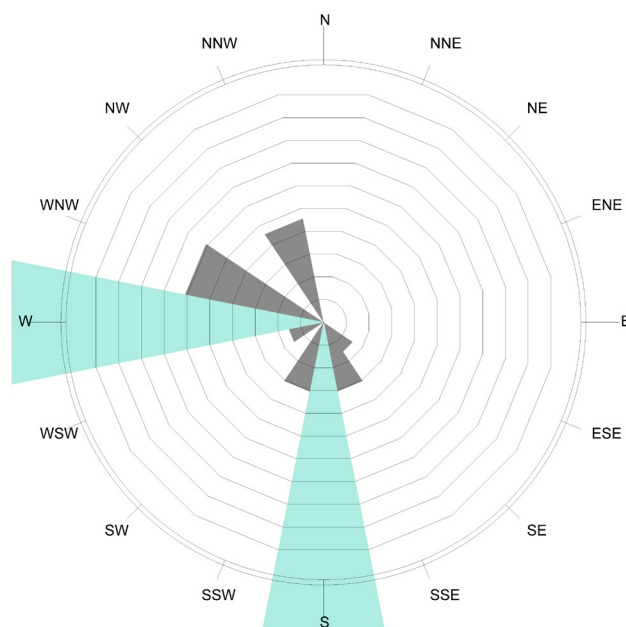
### II. Hård vind:

Figur 4 visar den årliga distributionen av tidpunkter då det är väldigt blåsigt (vindhastigheten över 10 m/s). Enligt väderstatistiken sker detta mycket sällan (mindre än 1 % av tiden). Eftersom det är så sällan anses detta scenario meningslöst att fortsätta med. Figuren visar att perioder av hård vind är utspritt över hela året men lite mer förekommande under vår och höst.

Figur 5 visar vilka vindriktningar som den hårda vinden har. Förhärskande vindriktningar i det här fallet är också västliga och sydliga vindar.



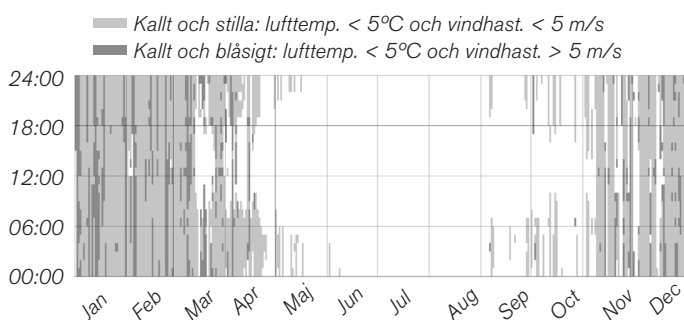
Figur 4: Scenario 1 (hård vind) vid Bromma flygplats.



Figur 5: Årlig distribution av vindriktningar vid Bromma flygplats. De simulerade vindriktningarna är färgade med ljusblått. Varje cirkel i diagrammet motsvarar här 1 timme.

### III. Termisk komfort vinter:

Figur 6 fokuserar på kritiska moment för termiskt komfort under vintertid. Scenariot inkluderar alla timmar på året när den är kallt och blåsigt (vindhastighet >5 m/s och samtidigt temperatur <5°C). Dessa kriterier uppfylls ca 8% av tiden på ett typiskt år i Stockholm. Figur 6 visar dessa kriterier i mörkt grått och dessutom visas i ljusgrått när det är kallt (< 5°C) men inte så blåsigt (<5 m/s). Ungefär 10 % av tiden när det är kallt är det också blåsigt vilket betyder att vind spelar en så stor roll när det gäller termisk komfort vintertid. Majoriteten av tiden då dessa kriterier inträffar är mellan november och mars. Figur 7 visar de simulerade vindriktningarna. De förhärskande vindriktningarna är fortfarande från väst och syd.



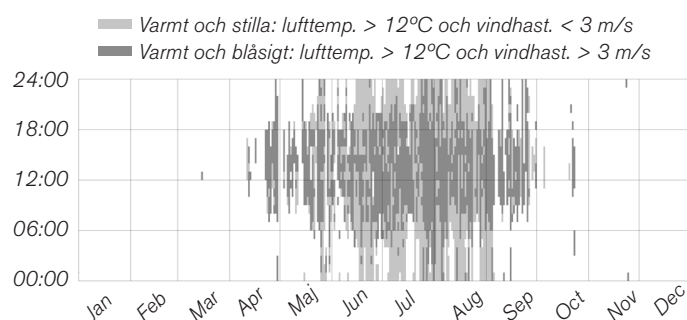
Figur 6: Scenario 2 (kallt och blåsigt) vid Bromma flygplats.

### IV. Termisk komfort sommar:

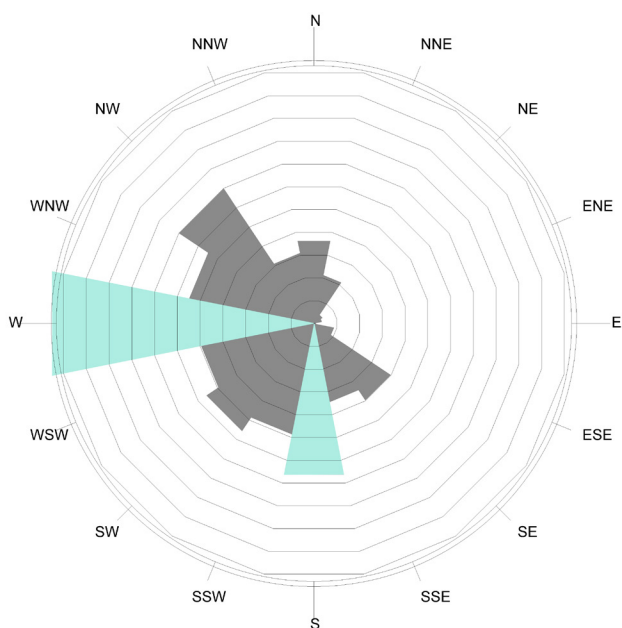
Scenario 3 (Varmt och blåsigt) utvärderar hur välskyddade utomhusmiljöerna är runt de nya byggnaderna och uppe på balkongerna under sommarperioden. Scenariot simulerar tiden då temperaturen är tillräckligt varm för att man ska vilja sitta utomhus (>12°C) men då det också är tillräckligt blåsigt för att människor ska undvika det (vindhastigheter > 3 m/s).

Enligt väderstatistiken sker detta ungefär 16 % av tiden av ett typiskt år i Stockholm. Figur 12 visar dessa kriterier i mörkt grått och dessutom visas i ljusgrått när det är varmt (> 12°C) men inte så blåsigt (<3 m/s).

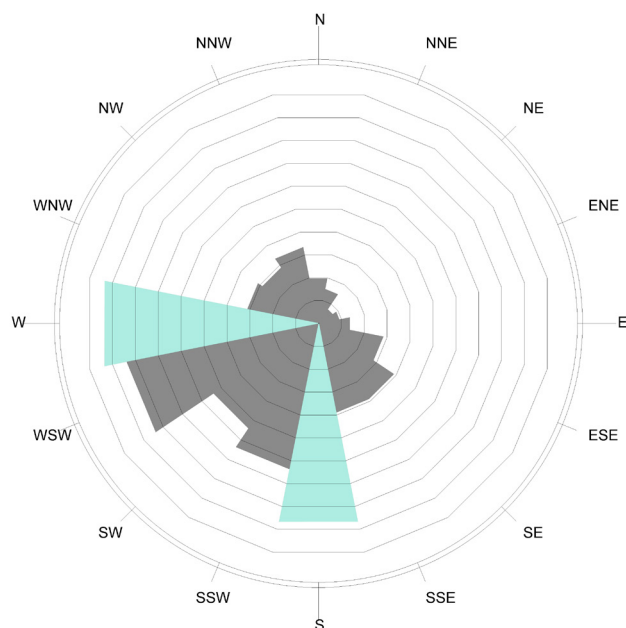
Utifrån bilden i figur 8 kan slutsatsen dras att när det är varmt är det också nästan jämt blåsigt. Det blir därför viktigt att hitta skydd för vinden på platser som terrasser, parker och rekreationsytor där utomhusvistelse kommer ske. Figur 9 visar de simulerade vindriktningarna. De förhärskande vindriktningarna är fortfarande från väst och syd.



Figur 8: Scenario 3 (varmt och blåsigt) vid Bromma flygplats.



Figur 7: Årlig distribution av vindriktningar vid Bromma flygplats. De simulerade vindriktningarna är färgade med ljusblått. Varje cirkel i diagrammet motsvarar här 11 timmar.



Figur 9: Årlig distribution av vindriktningar vid Bromma flygplats. De simulerade vindriktningarna är färgade med ljusblått. Varje cirkel i diagrammet motsvarar här 21 timmar.

## RESULTAT: Vindberäkning

### I. Omkringliggande ytor:

Figur 10 visar de lokala vindhastigheterna 1,5 m över marken vid en simulering med 5 m/s västlig vind. Figur 11 nedanför visar motsvarande resultat för sydlig vind med 5 m/s hastighet. Skalan nere till höger talar om hur vindhastigheten påverkar den termiska komforten på platsen.

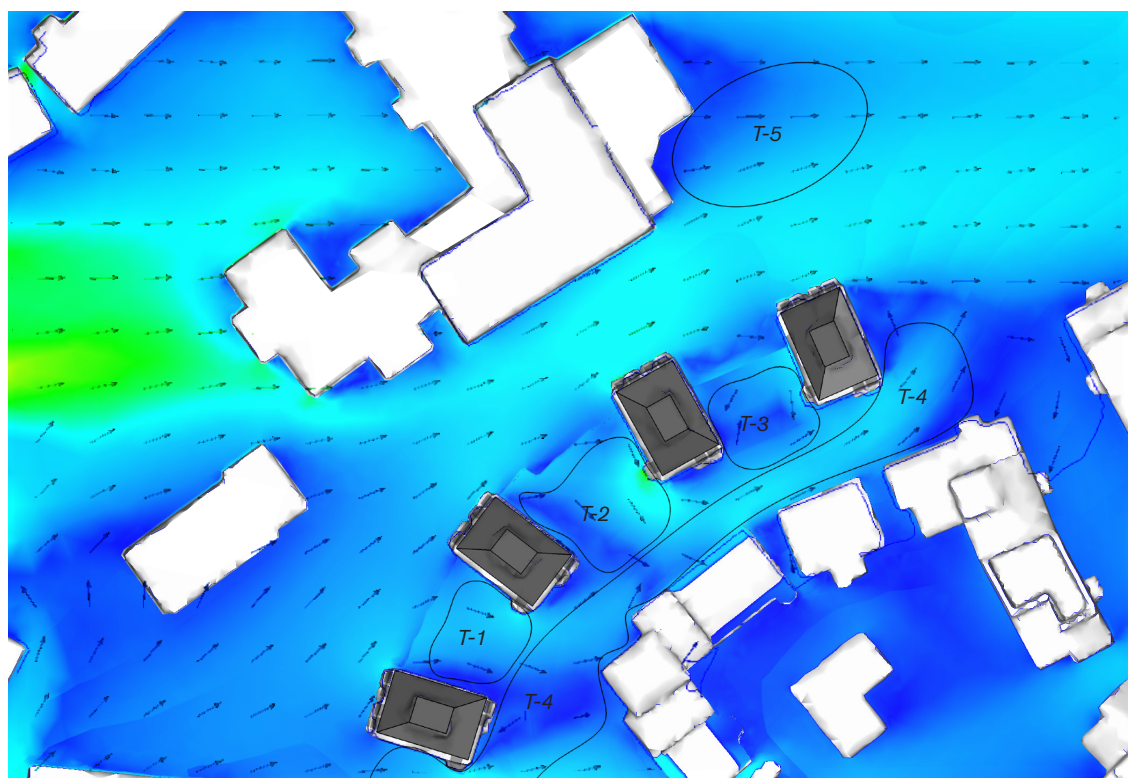
Majoriteten av det terrasserade området mellan byggnaderna (T-1, T-2 och T-3) visar på låga vindhastigheter kring 0-3 m/s vilket indikerar ett relativt gott skydd mot de förhärskande vindriktningarna i dessa områden.

Område T-1 visar sig dock känsligare mot sydliga vindar vilket kan skapa obekväma vindsituationer vid stillasittande och kortare uppehållen. Detsamma gäller ett litet område på östra sidan av T-2 vid västliga vindar. Finns möjligheten att undvika att placera sittplatser/trädgårdsgrupper i dessa zoner bör det beaktas. Alternativt skulle träd

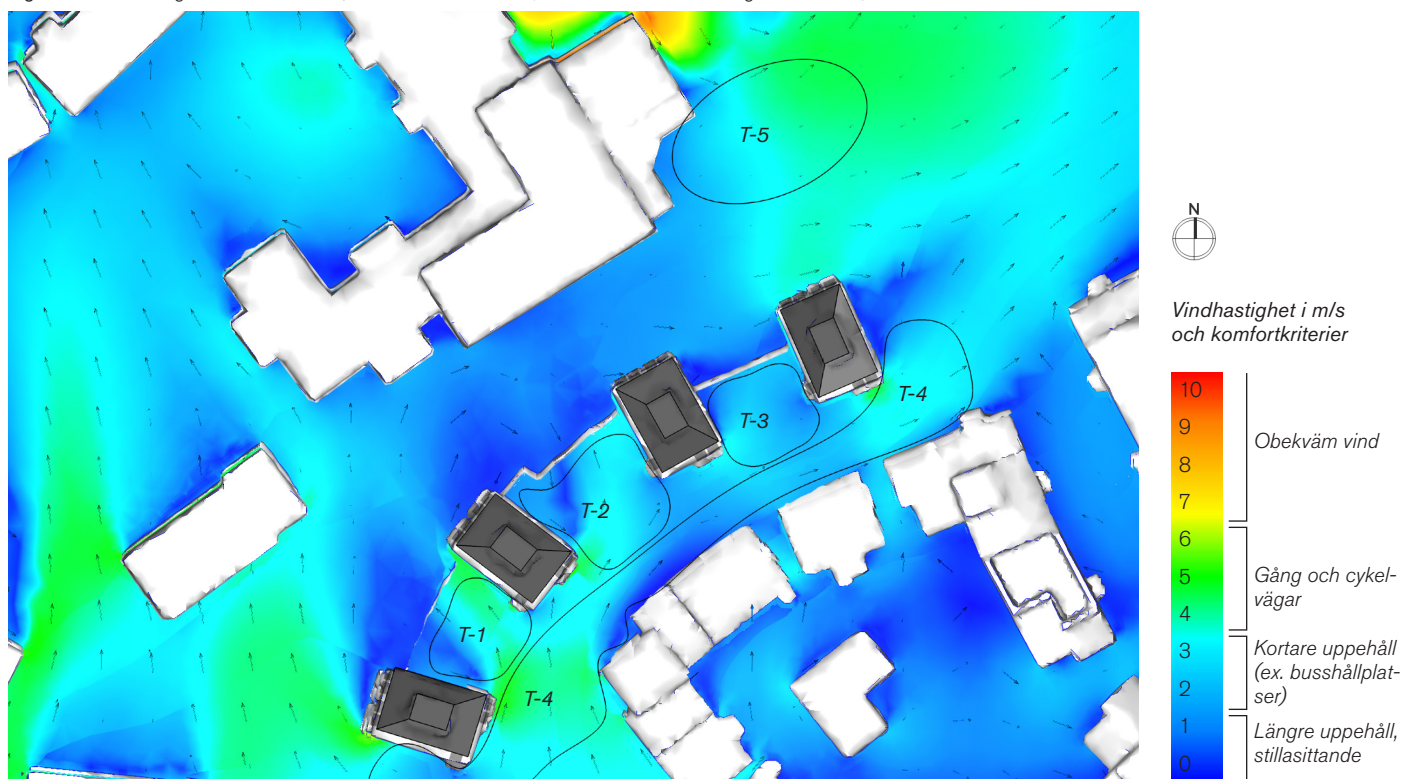
kunna placeras strategiskt för att skydda dessa ytor från den västliga respektive sydliga vinden. Gångstigen som går längs den sydöstra sidan av byggnaderna (område T-4) är ganska bra skyddad av de nya byggnaderna. Det är i södra delen av området som stigen exponeras av sydliga vindar.

T-5 visar låga vindhastigheter för västliga vind (0-2 m/s). Resultat för sydliga vindar på östra sidan av torget är något högre (4-5 m/s) än vad som rekommenderas för kortare vistelser. Emellertid, effekten

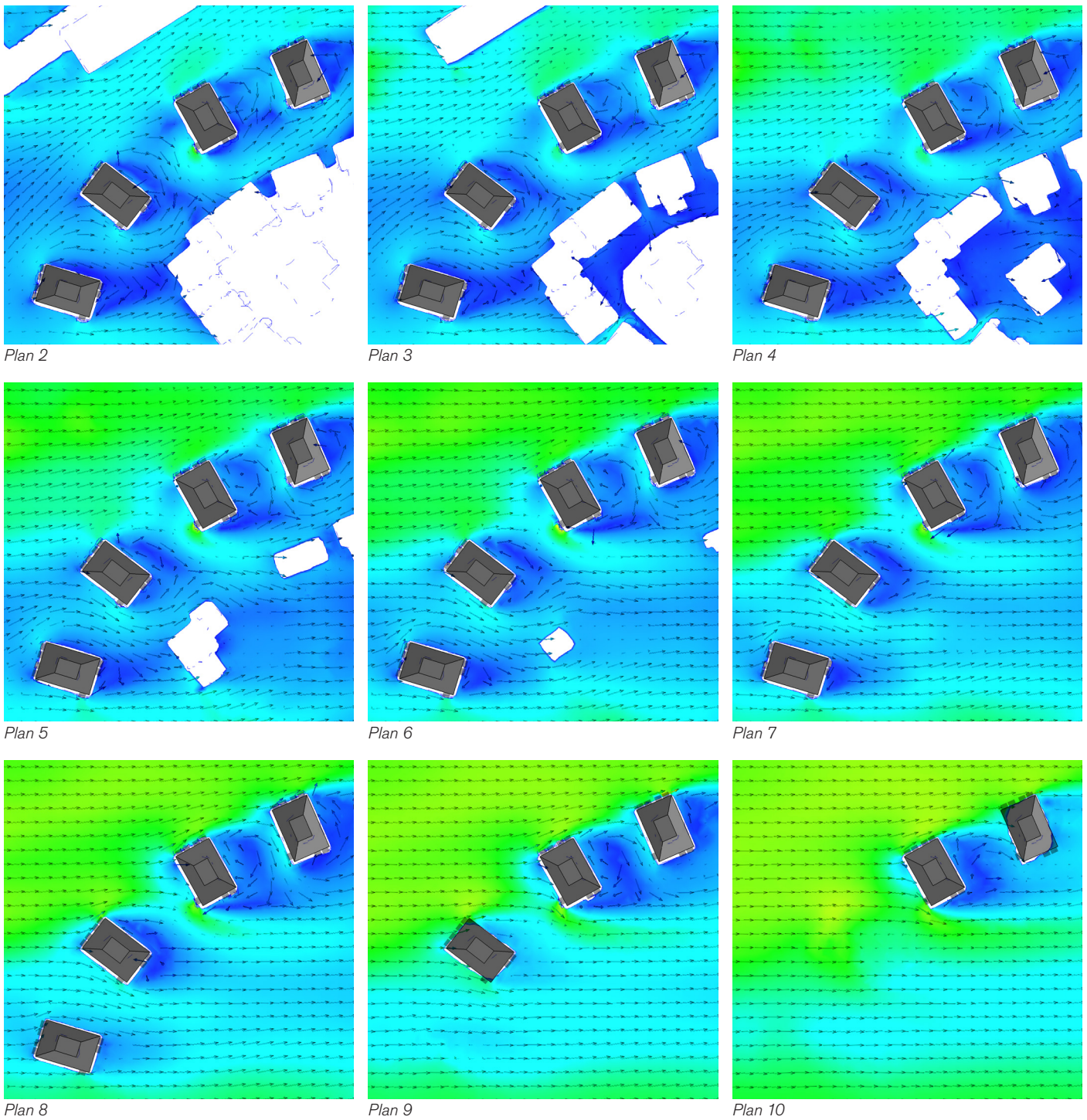
av träden, som inte ingick i simuleringen, förmodligen skulle skydda mot sydliga vindar och minska vindhastigheten till bekväma nivåer på detta område.



Figur 10: Vindhastigheten simulerad 1,5 meter från marken (Vind från väst med hastigheten 5 m/s)



Figur 11: Vindhastigheten simulerad 1,5 meter från marken (Vind från syd med hastigheten 5 m/s)



Plan 2

Plan 3

Plan 4

Plan 5

Plan 6

Plan 7

Plan 8

Plan 9

Plan 10

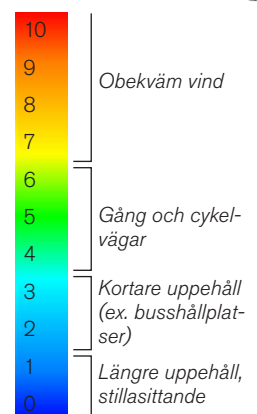
Figur 12: Vindhastigheten simulerad 1,5 meter över våningsplanen (Vind från väst med hastigheten 5 m/s).

## II. Fasader:

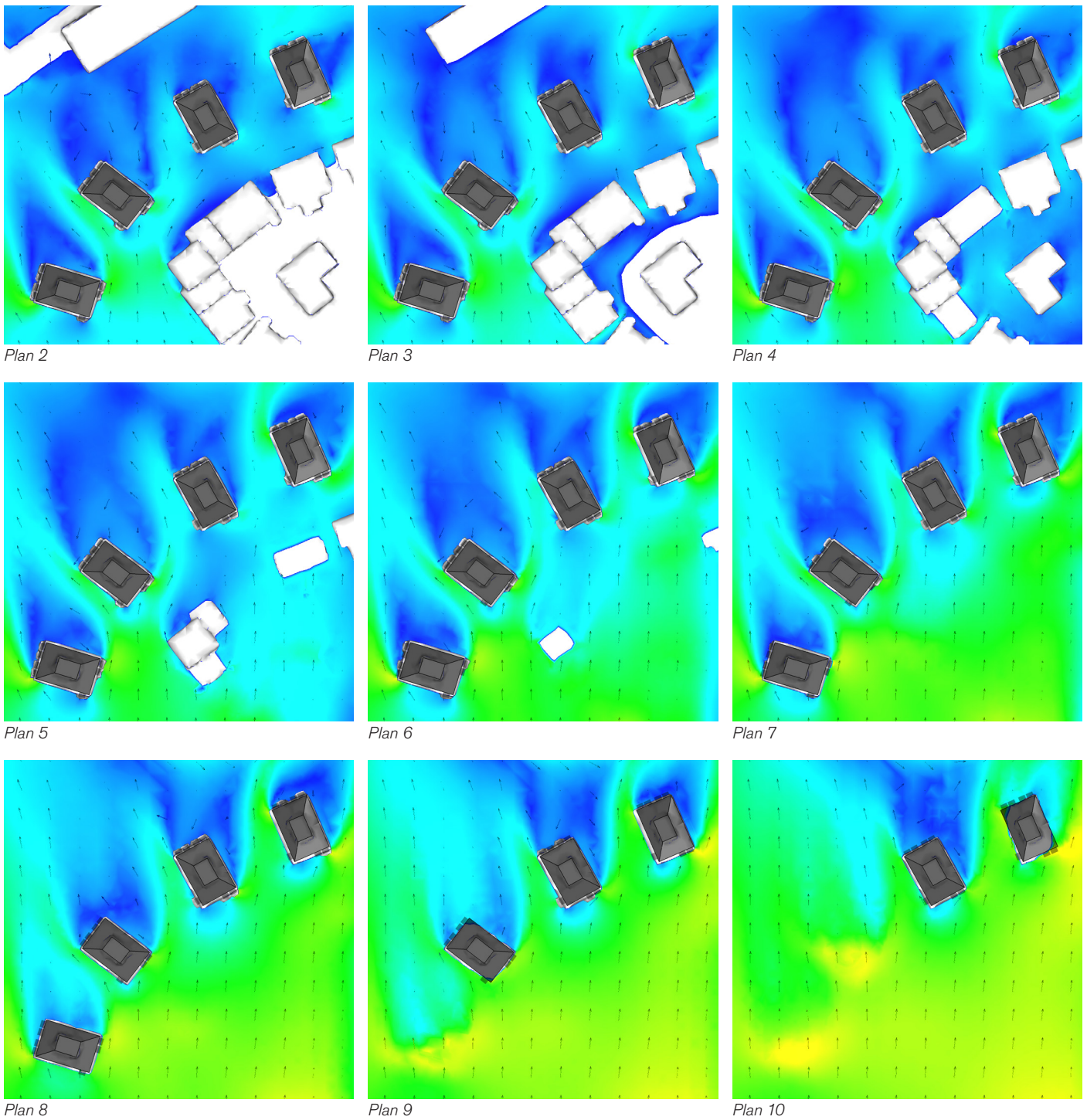
Figur 12 visar de lokala vindhastigheterna 1,5 över varje våningsplan för västlig vind (5 m/s). Skalan nere till höger talar om hur vindhastigheten påverkar den termiska komforten på platsen.

Övergripande kan slutsatsen att ju högre upp i husen man kommer desto mindre läytor finns kring byggnadskropparna.

Vindhastighet i m/s och komfortkriterier







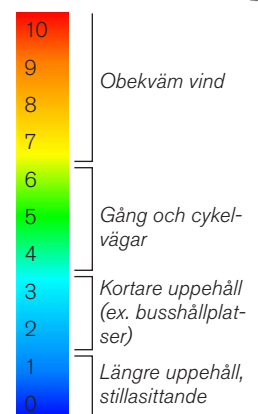
Figur 13: Vindhastigheten simulerad 1,5 meter över våningsplanen (Vind från syd med hastigheten 5 m/s).

## II. Fasader (forts):

Figur 13 visar de lokala vindhastigheterna 1,5 över balkonggolvet för varje våning för sydlig vind (5 m/s). Skalan nere till höger talar om hur vindhastigheten påverkar den termiska komforten på platsen.

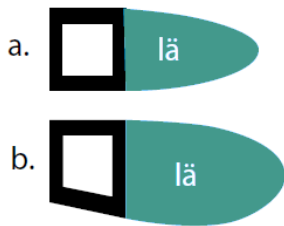
Övergripande kan slutsatsen att ju högre upp i husen man kommer desto mindre läytor finns kring byggnadskropparna.

Vindhastighet i m/s  
och komfortkriterier

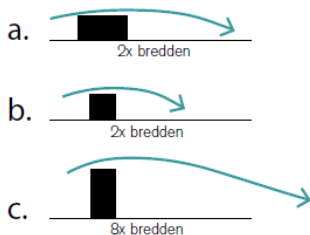


## BILAGA: Allmänna rekommendationer

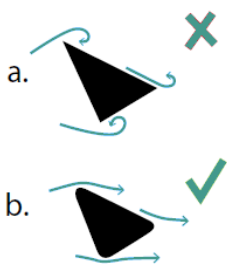
Rekommendationer för att förbättra termisk komfort i och omkring byggnader, infrastruktur och topografi.



Små ändringar kan ge stort resultat på läsidan



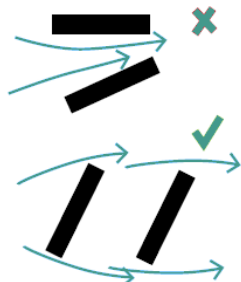
Höjd och bredd-relationen av en byggnad kan göra lä-sidan mindre/större



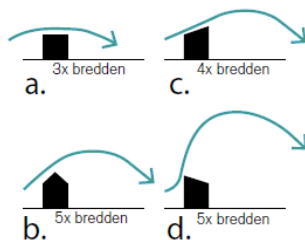
Rundade hörn hjälper till att få bort turbulens



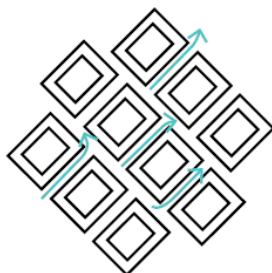
Strategisk placering av träd. Fungerar dock ej med tung trafik



Byggnaders placering kan minimera oönskade vindflöden



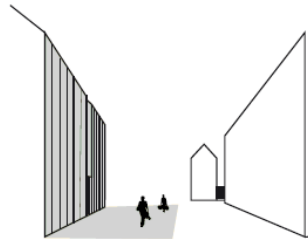
Takdesign B och C ger mest skydd. Situation D kommer få vinden att dyka snabbt och turbulens kan uppkomma



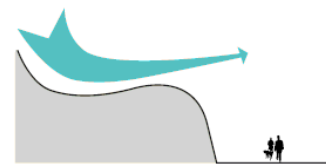
Kvarterstruktur som blockerar vindgator



Vid trafikerade och snäva gator kan gröna fasader användas för att fånga vinden



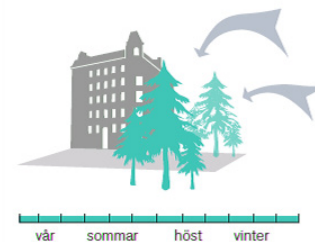
Materialval: Ljusa material reflekterar mer ljus och får därför stadsrummet att kylas ner under natten



Små ändringar i topografin kan skapa skyddade platser utan byggnader



Minska vertikala vindar med stora trädkronor



Träd med grönska året om ger skydd även på vintern



Plantera träd på strategiska platser för att skydda mot vind



Lägre planteringar och buskar kan skapa lokalt vindskydd



Varierad plantering – Människor kan hitta en plats som passar behovet