

Vindstudie

Bostadshus Kv. Isafjord Kista

Patronat AB

Kamal Handa

Dokument upprättat 2017-10-26

Rapport 01 (Preliminärhandling)

Notering:

Denna rapport är en översättning av en tidigare rapport daterad 2017-08-09.

Rapporten har fritt översatts till svenska och illustrationer har lagts till i dokumentet.

Adress:

C/O Handa
Vasagatan 36
411 24 Göteborg

Kontakt:

Telefon: 031 711 60 39
Mail: khanda@comhem.se

DREEM
a r k i t e k t e r

Innehåll:

1. Introduktion	s. 2
2. Planerade byggnader	s. 2
2.1 Karta över Stockholm	s. 3
2.2 Planerat utvecklingsområde	s. 4
2.3 Vy över planerat område	s. 4
2.4 Vy över planerat område	s. 4
3. Vindflöde runt de föreslagna byggnaderna	s. 5
3.1 Planerade byggnader, scenario 1-4	s. 5
3.2 Elevation av höghuset och omgivande strukturer	s. 8
4. Allmänna slutsatser	s. 9
5. Förebyggande åtgärder	s. 10
5.1 Markiser	s. 11
5.2 Skärmar	s. 11
5.3 Vegetation	s. 11
5.4 Föreslagna förebyggande åtgärder	s. 12
Bilaga A	s. 13
A1. Introduktion	s. 13
A2. Modell för beräkning av vindhastighet på platsen	s. 13

1.0 Introduktion

Stockholm City planerar att utveckla delar av Kv. Isafjord och omkringliggande områden med kontor, industri och bostadshus. Syftet med denna rapport är att bedöma effekterna av vindinducerad miljö på befintliga och nya utvecklingsplatser i de omkringliggande områdena. En kort inblick i det allmänna flödesmönstret är viktigt för att förstå och avhjälpa höga vindhastigheter som upplevs i närheten av byggnader. Obehagliga vindförhållanden nära marknivå i direkt närhet av en hög byggnad kan uppstå och dessa kan hänföras till:

- Strukturens form och läge
- Vindhastighet och riktning
- Nivå av turbulens i vindflödet

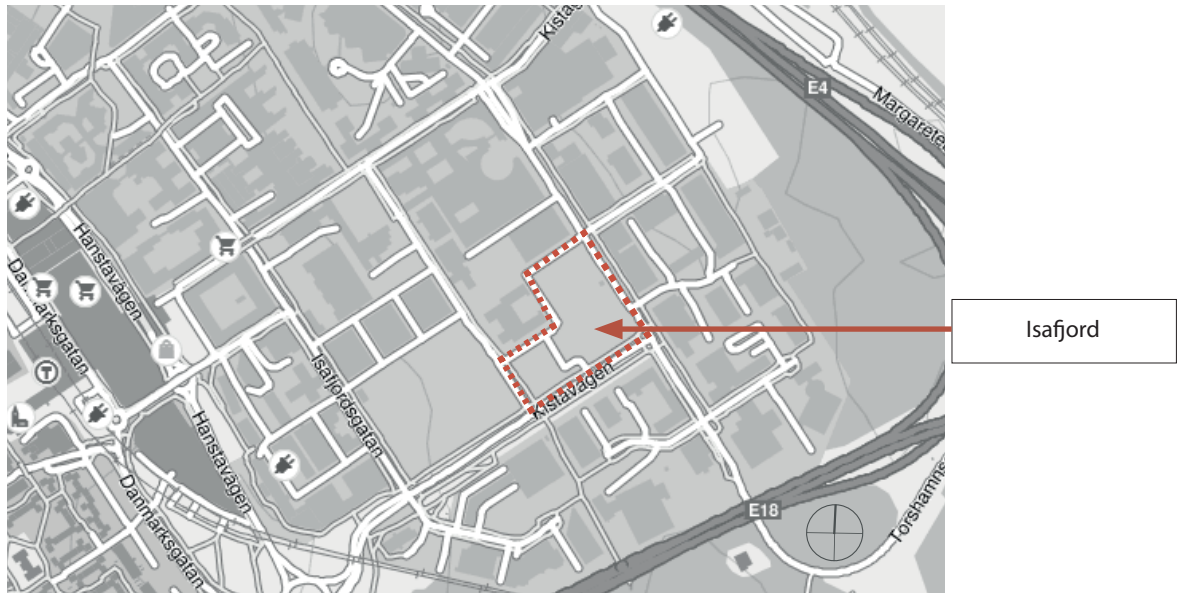
Rapporten presenterar en bakgrund till det fenomen som vindinducerad miljö för en grupp byggnader utgör, och utreder sedan det föreslagna höghuset och dess effekt på omgivningen. Förebyggande åtgärder för att övervinna obehagliga vindförhållanden diskuteras också. Bilaga A ger en bakgrund till den vindinducerade miljön.

2.0 Planerade byggnader i Kv. Isafjord

En allmän karta över Stockholms stad visas i figur 2.1 där den föreslagna utvecklingen i området Isafjord är markerad och figur 2.2 visar en detaljerad karta över platsen för höghusbyggnaden tillsammans med områden för framtida utveckling.



Figur 2.1 Karta över Stockholm



Figur 2.2 Planerat utvecklingsområde



Figur 2.3 Flygvy mot norr över det föreslagna höghuset

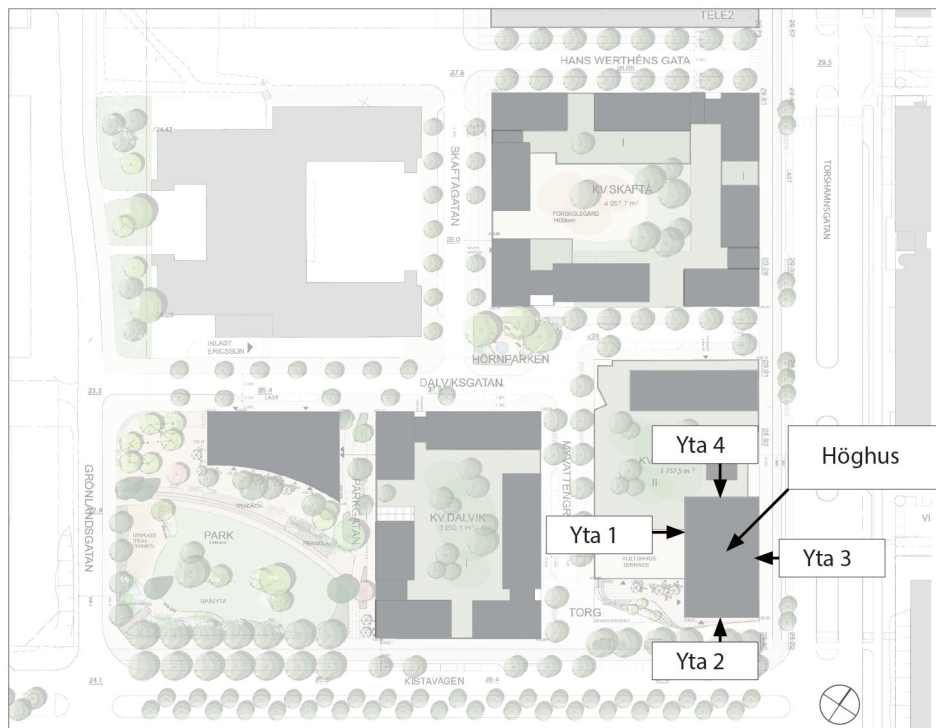


Figur 2.4 Flygvy mot öst över det föreslagna höghuset

3.0 Vindflöde runt de föreslagna byggnaderna

När vinden blåser normalt mot en yta separerar flödet från hörnen och för fram en stor sugkraft vilket kan leda till obehag för fotgängare. På framsidan och baksidan av byggnaden bildas virvlar i närheten av byggnaden som kan leda till obehag. Låga byggnader kring höghuset kommer att utsättas för ett ökat vindflöde.

Figur 3.1 visar de planerade byggnaderna i området Isafjord. Flera möjligheter där vinden verkar från olika håll på den planerade höga byggnaden beaktas.

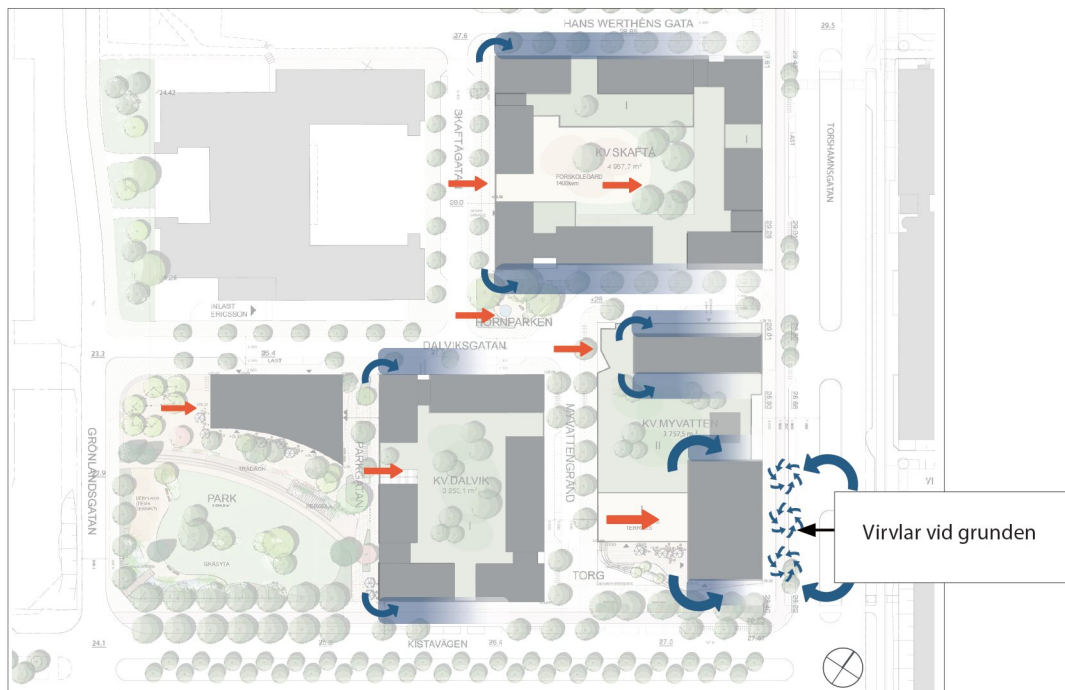
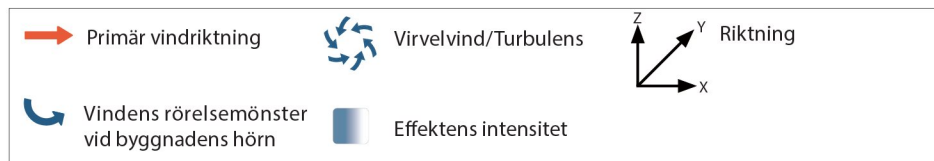


Figur 3.1 Planerade byggnader i området Isafjord

Figurerna 3.2 till 3.5 visar vindflödet från olika håll runt byggnaderna och höghuset. Eftersom byggnaderna placeras nära varandra kan vindhastigheter öka vilket i detta fall kan ge fotgängare obehag. Åtgärdsåtgärder för detta finns i bilaga A.

Scenario 1. Vindflöde i X-led ($\theta = 0^\circ$)

När vinden blåser normalt mot höghusets fasad, separeras flödet från hörnen och skapar en stor sugeffekt vilket kan leda till obehag för fotgängare

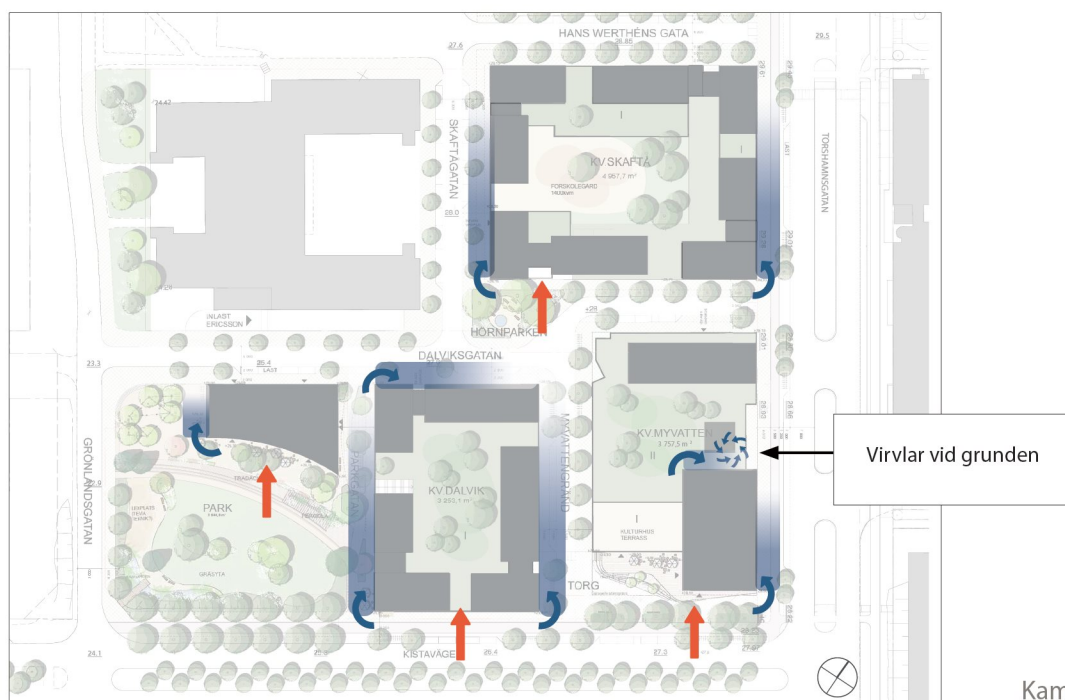


Figur 3.2 Effekt av vindflöde i X-led ($\theta = 0^\circ$)

$\theta = 0^\circ$
Vindens riktning: X

Scenario 2. Vindflöde i Y-led ($\theta = 90^\circ$)

När vinden blåser mot höghusets sida som visas i figur 3.3 nedan bildas virvlar i närheten av byggnaden, vilket kan ge fotgängare obehag.



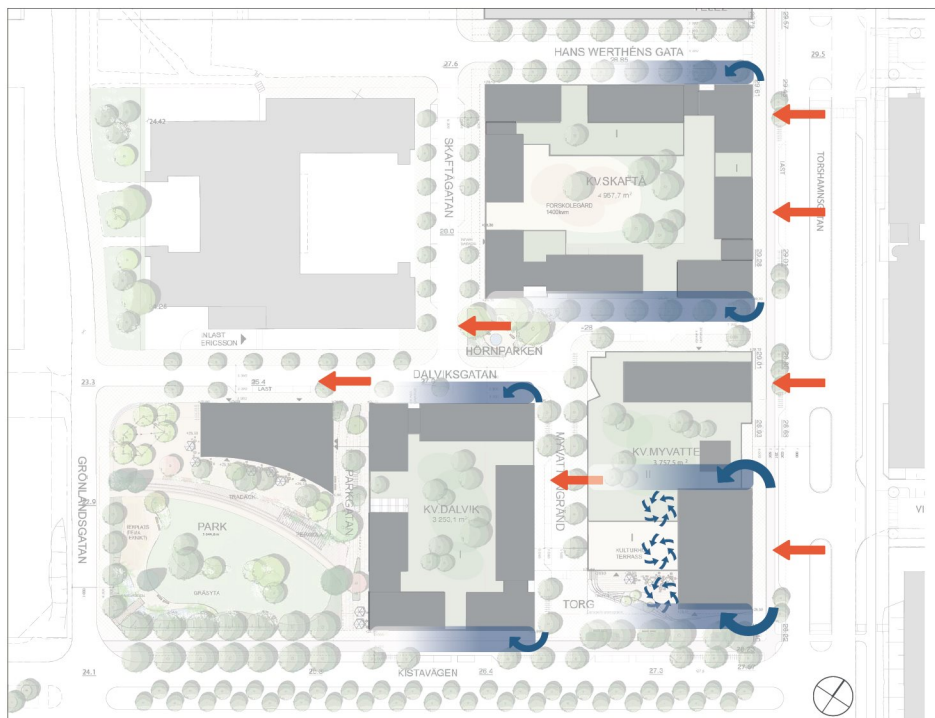
Figur 3.3 Effekt av vindflöde i Y-led ($\theta = 90^\circ$)

$\theta = 90^\circ$
Vindens riktning: Y

Kamal Handa
Patronat AB

Scenario 3. Vindflöde i X-led ($\theta = 180^\circ$)

När vinden blåser normalt mot höghusets fasad, separeras flödet från hörnen och skapar en stor sugeffekt vilket kan leda till obehag för fotgängare

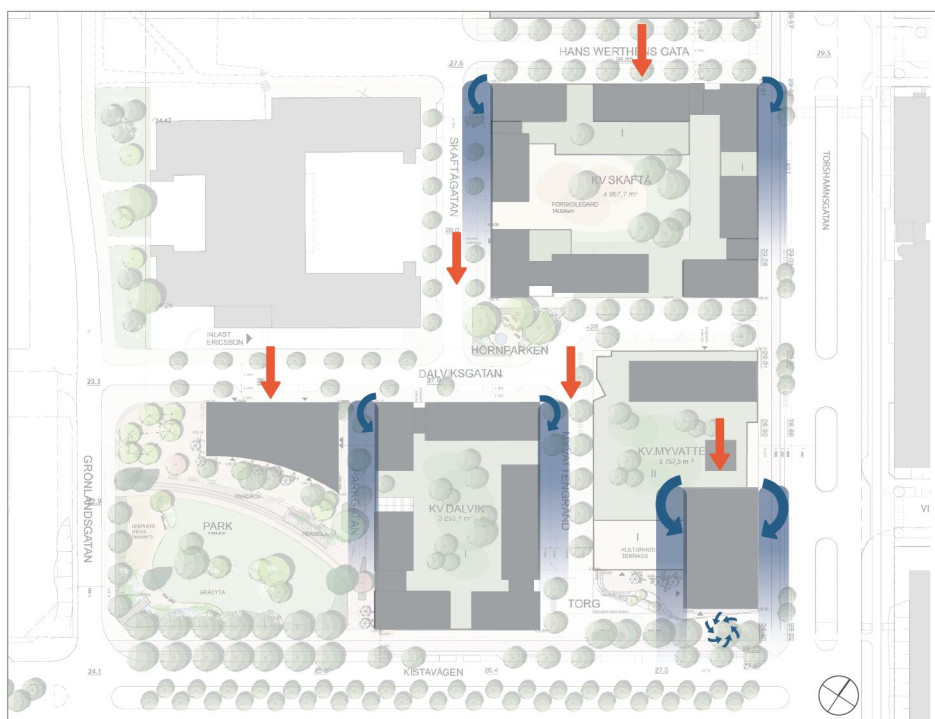


Figur 3.4 Effekt av Vindflöde i X-led ($\theta = 180^\circ$)

$\theta = 180^\circ$

Vindens riktning: X

Scenario 4. Vindflöde i Y-led ($\theta = 270^\circ$)



Figur 3.5 Effekt av vindflöde i Y-led ($\theta = 270^\circ$)

$\theta = 270^\circ$

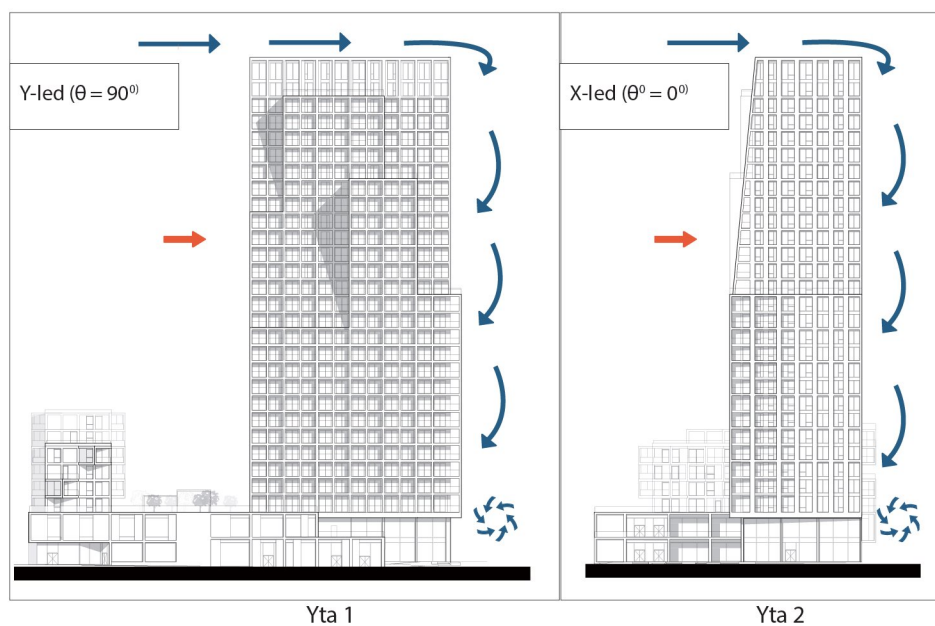
Vindens riktning: Y

3.2 Elevation av höghuset och omgivande strukturer

Figurerna 3.6 och 3.7 visar flödesförhållanden runt höghuset för olika vindriktningar

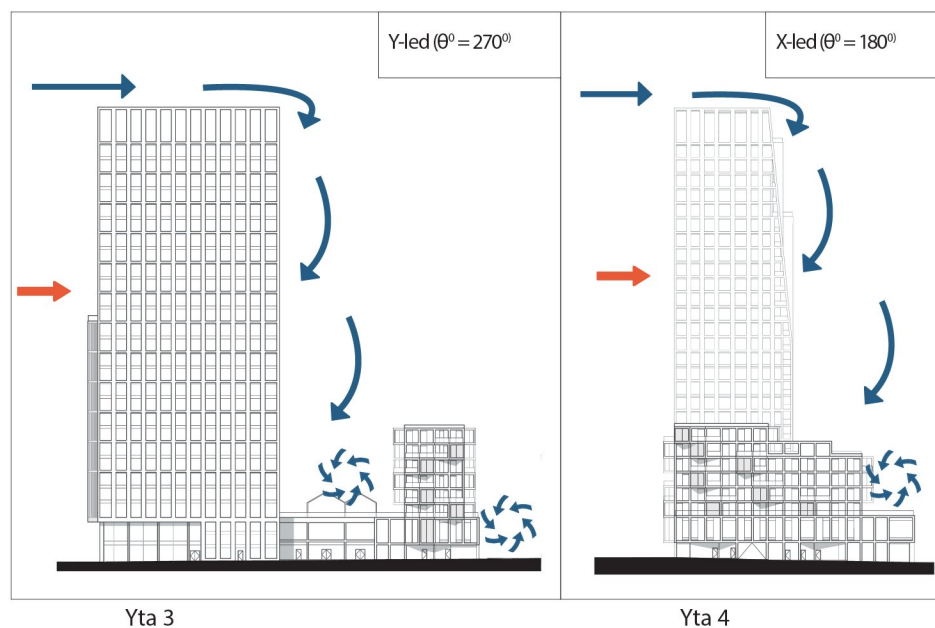


Scenario 1. Vindflöde i X-led ($\theta = 0^\circ$) och Y-led ($\theta = 90^\circ$)



Figur 3.6 Elevation av strukturell yta 1 och 2 i X- och Y-led (ej skalenlig).

Scenario 2. Vindflöde i X-led ($\theta = 180^\circ$) och Y-led ($\theta = 270^\circ$)



Figur 3.7 Elevation av strukturell yta 3 och 4 i X- och Y-led (ej skalenlig).

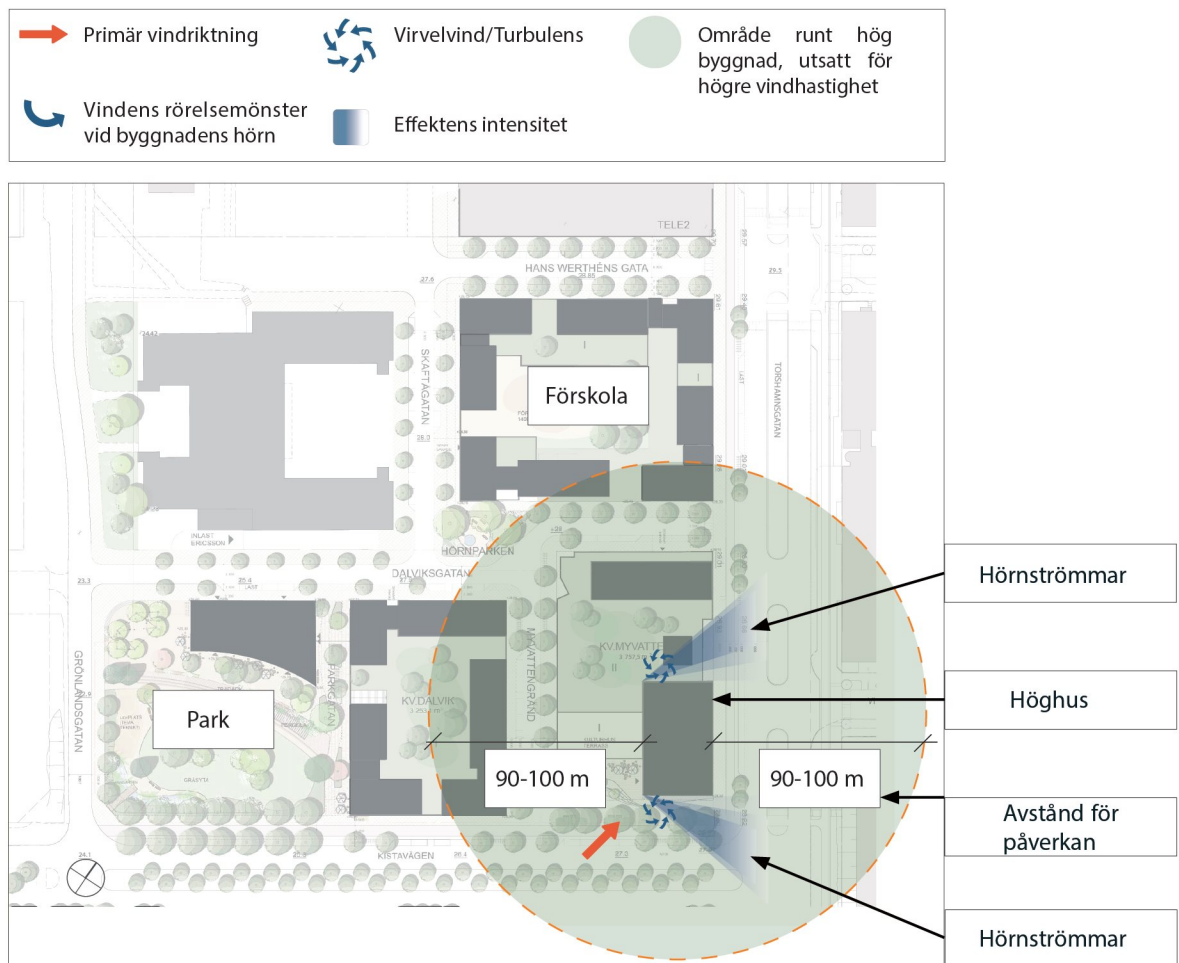
4.0 Allmänna slutsatser

Undersökning av figurerna 3.2 till 3.7 visar att områden runt det föreslagna höghuset är utsatta för höga vindhastigheter som orsakas av konstruktionens höjd och storlek. Ungefärligt obehagsområde är av storleksordningen 90-100 meter inom den radie som visas i figur 4.1.

Kriterium för obehag ϕ definierat av ekvation (A2.4), är ett icke-dimensionellt tal som indikerar påverkan av strukturens storlek på miljön. Maximala värden på ϕ är ungefär 2,5 i hörnströmmarna som visas i figur 4.1 och de förekommer nära den höga byggnaden.

Ett betydande område påverkas också av ökad vindhastighet och sträcker sig till ett avstånd som är ungefär lika med byggnadens höjd.

Smala passager runt byggnaden upplever accelererade vindar och bör omsorgsfullt placeras. Avhjälpande åtgärder är viktiga inom dessa områden för att minska påverkan av vindar och virvelvindar som genereras av själva byggnaden.



Figur 4.1 Område (markerat på ritning) runt höghuset som är utsatt för högre vindhastighet

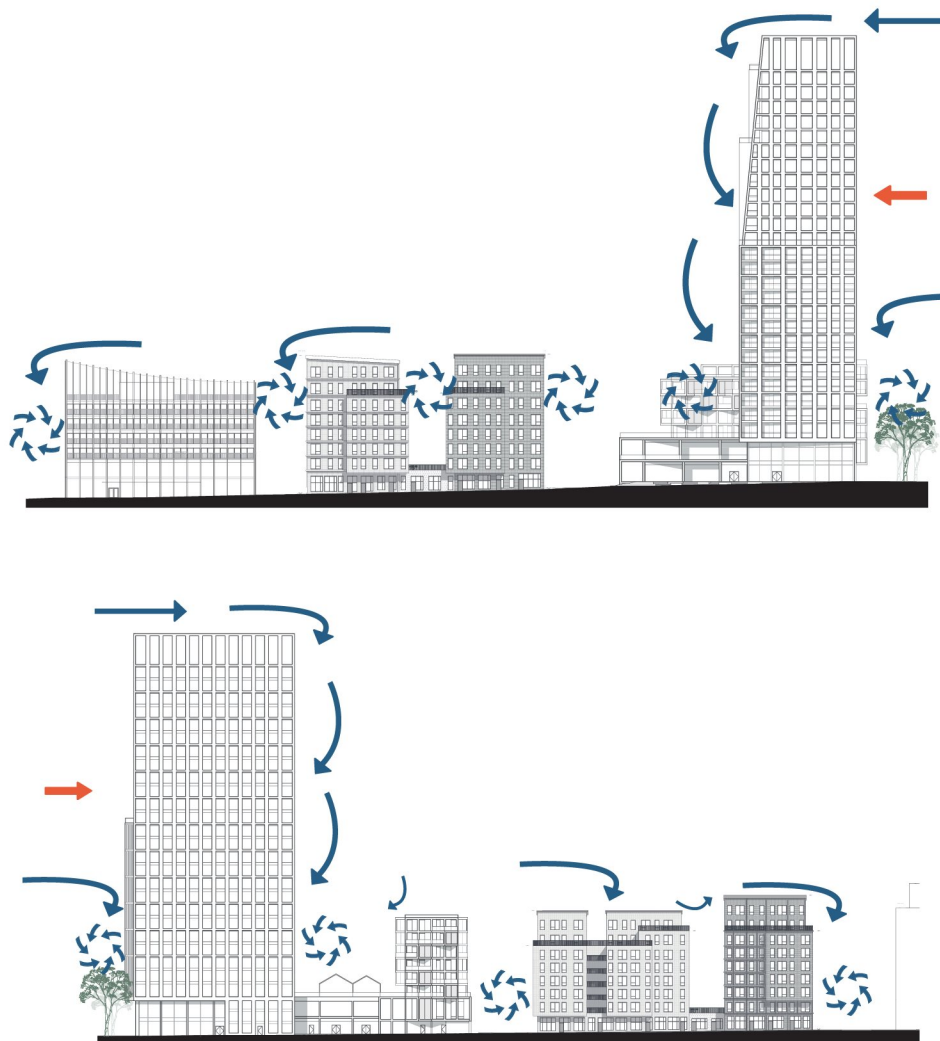
5.0 Förebyggande åtgärder

Möjliga luftflödesmönster runt tornet är fastställda genom att undersöka vindtunnelstudier på liknande konstruktioner. De viktigaste slutsatserna är att förebyggande åtgärder mot obehag för fotgängare i närheten av höghus och omgivningar kan behövas. Vissa förebyggande åtgärder för att förbättra vindmiljön föreslås i denna rapport.

Luftflödet runt det föreslagna tornet visas i figur 4.1 för vinden som verkar på hörnet av höghuset (fasad 1 och 2).

När vinden strömmar över den föreslagna byggnaden kommer det att generera ett högt turbulent flöde över taket på den lägre byggnaden på grund av tunneleffekt i den smala passagen som skapas av de omgivande byggnaderna.

Höga vindhastigheter kommer att genereras på den öppna passagen runt byggnaden och förebyggande åtgärder kommer att behövas. Figur 5.1 visar vindflödesförhållandena längs sidoytorna 2 och 3.



Figur 5.1 Vindflöden runt området kring höghuset

När vinden blåser runt höghuset kommer obehagliga krafter att uppstå på grund av fallande vindar med hög hastighet mot marken. Dessa kommer att bilda virvelvindar som kan orsaka obehag för fotgängare. Detta fenomen kommer att behöva förebyggande åtgärder som diskuteras på nästa sida.

5.1 Stora skärmtak

Ett sätt att minska effekten av vindstyrkan på marknivå är att formera virvlarna högre upp. Detta kan uppnås genom att skapa någon typ av tak som sträcker sig från byggnaden på en lägre nivå.

5.2 Skärmar

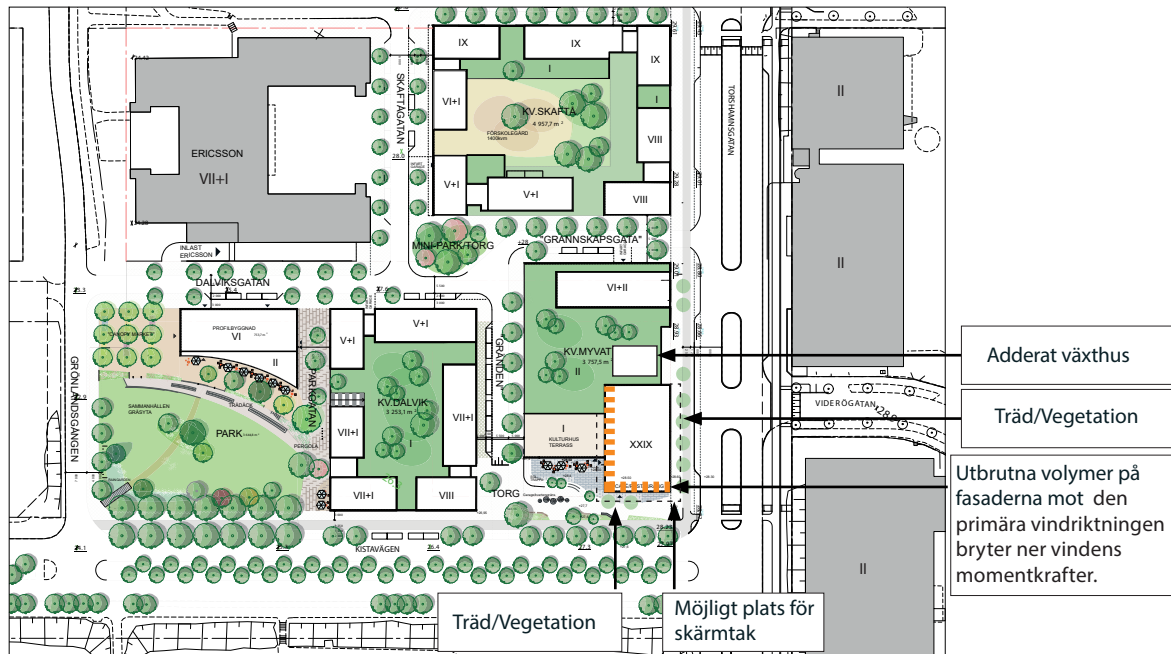
Genomsläppliga skärmar kan monteras ovanpå det utökade taket för att förhindra att virvelvindar passerar. Öppna passager runt byggnaden på marknivå kan försees med genomsläppliga skärmar som resulterar i sänkta vindkrafter.

5.3 Vegetation

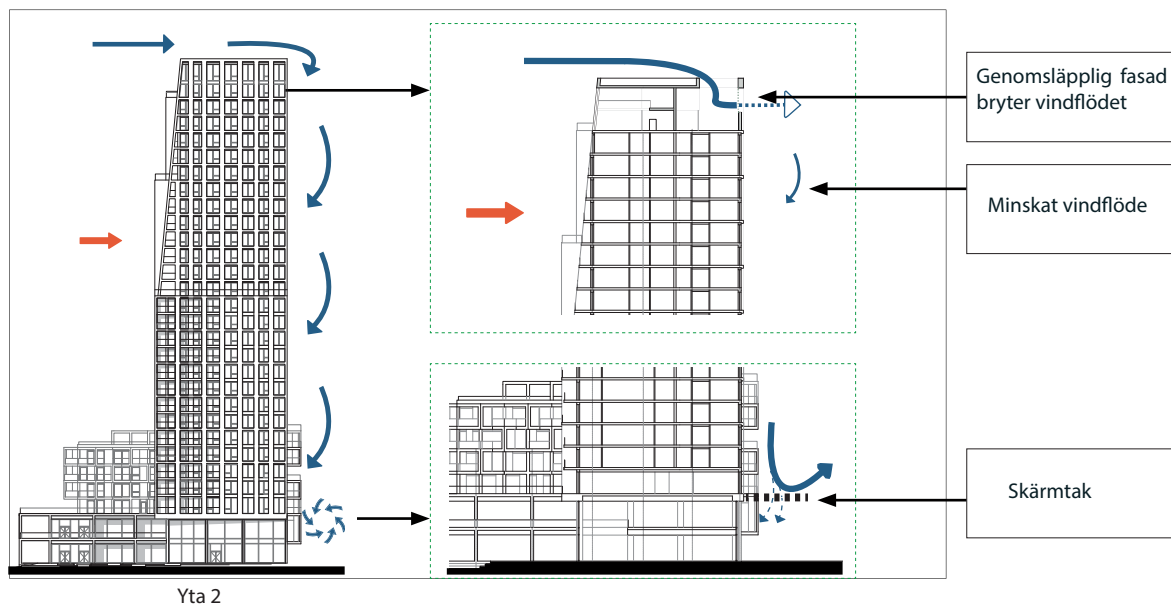
Användning av träd och annan vegetation är en effektiv metod för att minska höga vindhastigheter och samtidigt skapa trevliga omgivningar. Vindhastigheter vid byggnadshörn eller långa passager kan minskas genom vegetation eller semi-genomsläppliga vindskärmar. Det öppna utrymmet framför byggnaderna kan försees med exempelvis sittbänkar och buskar för att mildra vindeffekterna på fotgängare.

5.4 Föreslagna förebyggande åtgärder

Figur 5.2 visar plantering av träd och vegetation i de områden som omger höghuset som föreslagits av arkitekterna. Utveckling av området baserat på rekommendationen minskar risken för obehag för de boende och fotgängare. Dock kan de rekommendationer som ges i avsnitt 5.1 till 5.3 användas om krav på kvalitet för boende och fotgängare inte är uppfyllda.



Figur 5.2 Rekommenderad utveckling av miljömässiga förhållanden vid höghuset.



Figur 5.3 Elevation och inzoomning av fasad, yta 2. Möjlig öppning av fasaden i höghusets övre del släpper igenom vind, bryter vindens flöde och minskar möjlig turbulens vid marknivå.

Bilaga A

A1. Introduktion

En kort inblick i det allmänna flödesmönstret är viktigt för att förstå och avhjälpa höga vindhastigheter som upplevs i närheten av byggkonfigurationer. Obehagliga vindförhållanden nära marknivå i omedelbar närhet av en hög byggnad kan uppstå och dessa kan alltså hänföras till:

- Strukturens form och plats
- Vindhastighet och riktning
- Nivå av turbulens i flödet

A2. Modell för beräkning av vindhastighet på platsen

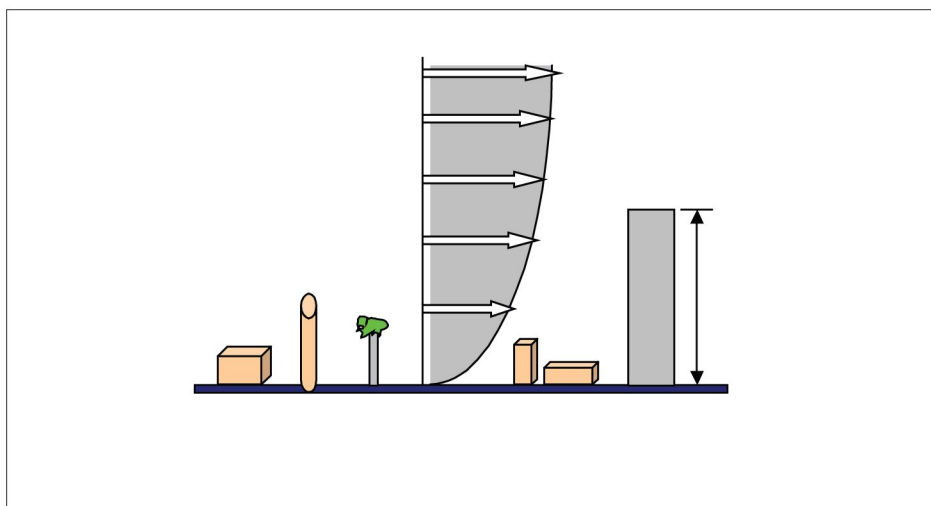
A2.1 Vindens medelhastighet

Vindinducerad miljö styrs av genomsnittliga vindhastigheter och turbulensegenskaper hos vindflödet. Referensmässiga vindhastigheter är baserade på en referensstandardhöjd på 10 meter, i genomsnitt över 10 minuter och vid öppna platser ($z_0 = 0,05$). I de bebyggda områdena minskar den genomsnittliga vindhastigheten på grund av den ytstruktur som består av byggnader och andra naturliga hinder. Ekvation A2.1 visar på sambandet mellan medelhastighet och olika förhållanden av ytstruktur.

$$v_m(z) = \beta v_{ref} \ln(z/z_0)$$

(A2.1)

z_0 är ytjämnhetshöjd, β är en konstant och v_{ref} är referensmedelvärden för vindhastighet som erhållits från uppmätt data i fullskala vid öppna platsförhållanden.



Figur A2.1 Profil för vindhastighet

A2.2 Egenskaper hos turbulens

Vindkraftens turbulens orsakas av friktionseffekter skapade av ytstruktur (mekanisk turbulens) och temperaturskillnader som förekommer i atmosfären (konvektiv turbulens). I det aktuella fallet kan det främst kopplas till den mekaniska turbulensen orsakad av flödet över omgivande låghus.

Egenskaperna hos turbulens kan delas in i två huvudgrupper:

- *Storskalig turbulens* - Alstras av flödet över en stor yta (t. ex. över semi-urbana områden, stadscentrum etc.).
- *Småskalig turbulens* - Genererad lokalt av byggnaden själv.

I praktiken är skillnaden mellan storskalig och lokal turbulens inte tydligt definierad och en enda parameter, kallad intensitet för turbulens I_v används för att beskriva vindeffekten på en plats. Turbulensens intensitet definieras som:

$$I_v = \sigma_v / v_m = I / [\ln(z / z_0)]$$

(A2.2)

Där σ_v är standardavvikelsen för variationer i vinden. Tabell A2.1 ger värden för I_v för olika ytjämnhetsförhållanden vid 10 m höjd.

Kategori	Platsbeskrivning	z_0	β	z_{min}
0	Hav eller kustområde utsatt för öppet hav	0.003	0.156	1
I	Sjöar eller platt område med försumbar vegetation och utan hinder	0.01	0.17	1
II	Referenskategori som representerar öppna ytors struktur med enskilda byggnader	0.05	0.19	2
III	Semi-urbana områden, bostadsområden etc.	0.30	0.215	5
IV	Centrum i stora städer	1.00	0.234	10

A2.1 Definition av olika ytjämnhetsförhållanden

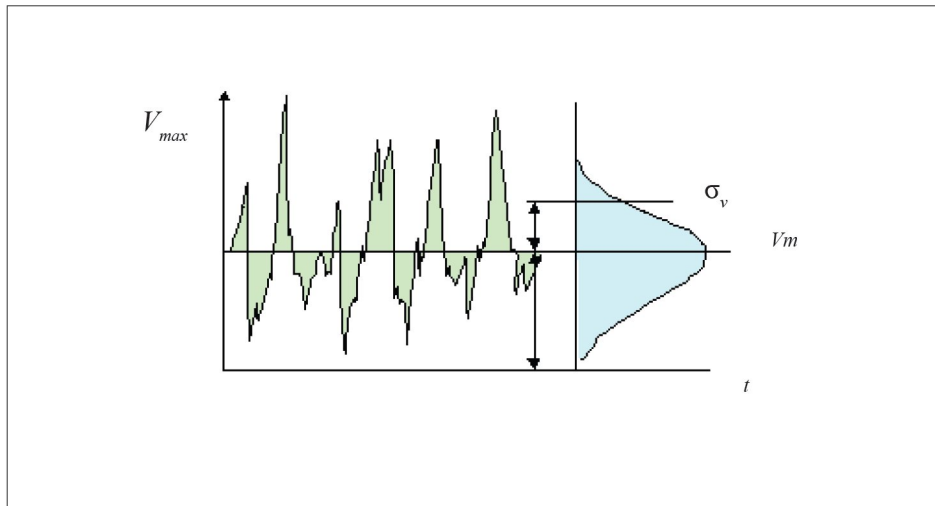
Den genomsnittliga vindhastigheten reduceras nära marken på grund av terrängens grovhet och denna minskning av hastigheten ökar sedan med ökad densitet över de bebyggda områdena. Detta innebär att medelhastigheten på gångnivå i en stor stad är lägre än i ett öppet landskap. Detta ger emellertid ett felaktigt intryck av vindens sanna beteende. Detta beror på det faktum att även om byggnaderna tenderar att sakta ner vinden, leder denna minskning av hastigheten till ett helt annat flödesmönster runt varje enskild byggnad. Luftströmmarnas turbulenta karaktär kan orsaka problem och till och med fara för fotgängare och påverkan kommer att vara övervägande i direkt närhet av byggnaden. Miljön blir alltså olämplig för människor som går i närheten av höga byggnader.

Maxhastigheten på en plats kan beräknas från:

$$V_{max} = v_m (1 + g I_v)$$

(A2.3)

g är toppnivån och varierar mellan 1,5 - 3,5. Figur A2.2 visar variationen av hastighet med tid.



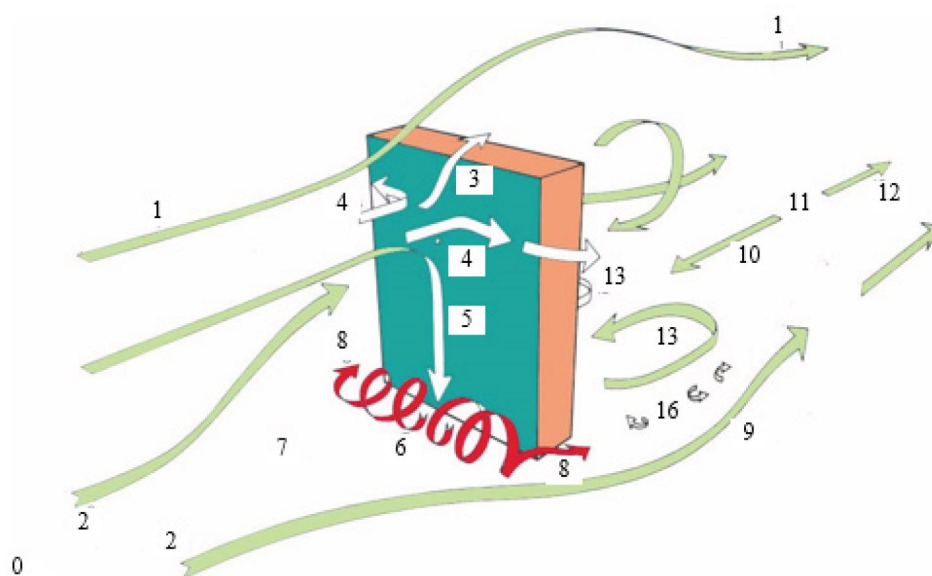
Figur A2.2 Beskrivning av maximal vindhastighet

Det är inte bara den genomsnittliga vindhastigheten v_m som påverkar fotgängarnas komfort, vindhastigheten V_{max} är snarare den parametern som bör beaktas i konstruktionen.

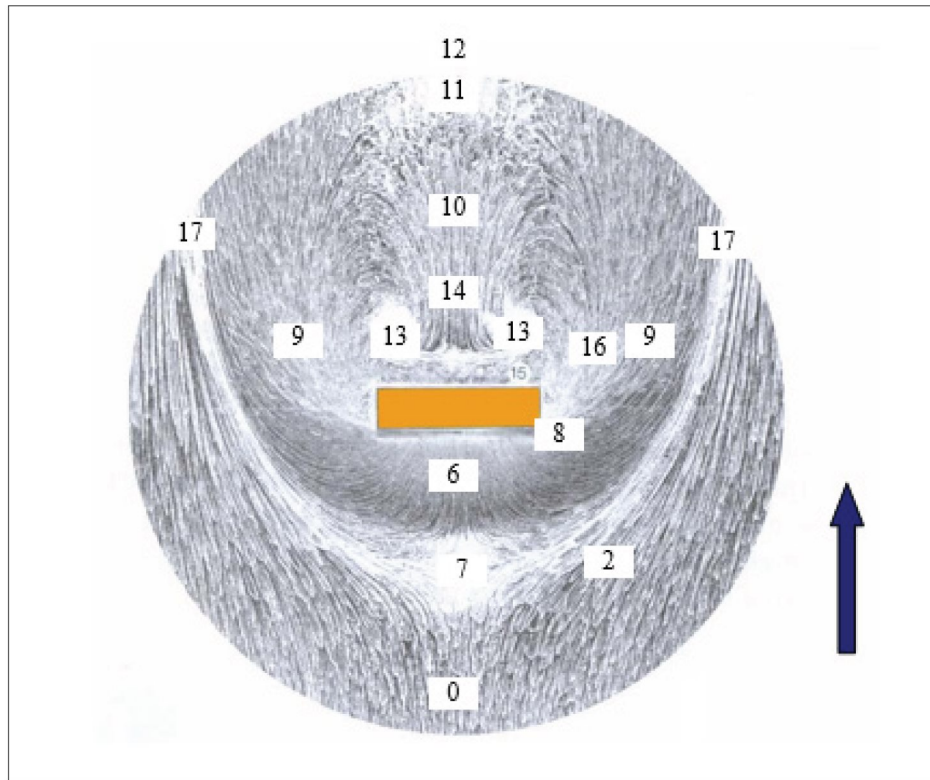
A2.3 Vindens flödesmönster runt en enda byggnad

En allmän beskrivning av flödesmönstret kring en enda byggnad visas i figurerna A2.3, A2.4 och A2.5. Flödesmönstret som visas är för höga byggnader. Vanligtvis delas en luftström som träffar en hög byggnad vid en punkt omkring $0,8h$ som visas i figur A2.3 (plats 3 och 4). h är då strukturens höjd. En del vind slingrar sig över toppen, men det mesta tar sig runt sidorna och faller till marken. En vindstöt samlar kraft när det faller, slår mot marken i en hög hastighet och bildar virvelvindar runt basen. Dessa rör sig runt det nedre hörnet.

På byggnadens läsida uppstår ett stort område med omvänt luftflöde, som visas i figur A2.3. I områdena runt hörnen är flödet turbulent och kan upplevas som obehagligt för fotgängare.



Figur A2.3 Allmän beskrivning av flödet runt ett höghuskomplex



Figur A2.4: Test av vindtunnel vid ett höghuskomplex

Figur A2.5 visar områden med obehaglig vindinducerad miljö på plats 6, 8, 9, 14 och 15. Kriterier för obehag orsakad av vindinducerad miljö kan uttryckas som:

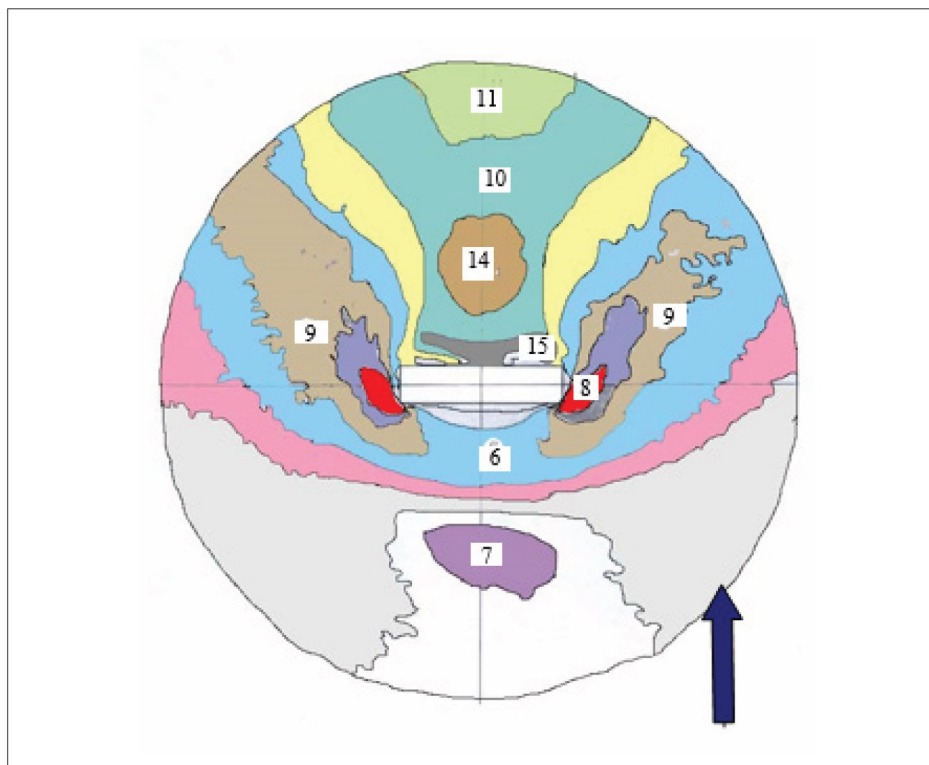
$$\varphi = (u_m + g \sigma) / (v_R + g \sigma_R)$$

(Figur A2.4)

Förklaring:

- u_m - Medelvindhastighet, fotgängarehöjd nära den höga byggnaden
- σ - Standardavvikelse för turbulens nära den höga byggnaden
- v_R - Medelvindhastighet vid fotgängarehöjd utan hög byggnad
- σ_R - Standardavvikelse för turbulens utan hög byggnad
- g - Toppnivå tagen vid 1.5

För det fall när φ är mindre än 1, innebär det att byggnaden fungerar som ett skydd och vindhastigheten minskar. När φ är större än 1, ökar vindhastigheten i närheten av byggnaden och de omgivande områdena och kan orsaka obehag för fotgängare och boende.



Figur A2.5: Områden för obehag baserade på vindtunneltest

Plats nr.	Beskrivning av flöde	Figur nr.	Obehag
0	Ostört vindflöde	A2.3	-
1,2	Luftflöde över och runt byggnaden	A2.3, A2.4	-
3,4	Luftflödet framför byggnaden är delvis avböjt ovanför och på sidorna	A2.3	Ja
5	Stor del av luftflödet framför byggnaden är avböjt nedåt	A2.3	Ja
6	Virvlar vid basen av byggnaden	A2.3, A2.4, AA2.5	Ja
7	Stagneringspunkt framför byggnaden	A2.3, A2.4, AA2.5	-
8	Starkt ökad vindhastighet vid hörn av byggnaden	A2.3, A2.4, AA2.5	Ja
9	Stora vindströmmar med ökad hastighet intill byggnaden	A2.3, A2.4, AA2.5	Ja
10,14	Omvänt luftflöde bakom byggnaden	A2.3, A2.4, AA2.5	Ja
11	Stagneringspunkt bakom byggnaden	A2.3, A2.4, AA2.5	-
12	Luftströmmen i vindriktningen bakom den bakre stagneringspunkten	A2.3	-
13	Stående virvlar bakom byggnaden	A2.3, A2.4	-
14	Ökat obehag i den omvända luftströmmen	A2.4, A2.5	Ja
15	Uppåtriktade luftströmmar bakom byggnaden	A2.4, A2.5	Ja
16	Små, snabbt roterande virvlar	A2.3, A2.4	Ja
17	Kantlinje för påverkan	A2.4	-

Tabell A2.2: Beskrivning av figurerna A2.3, A 2.4 och A2.5

