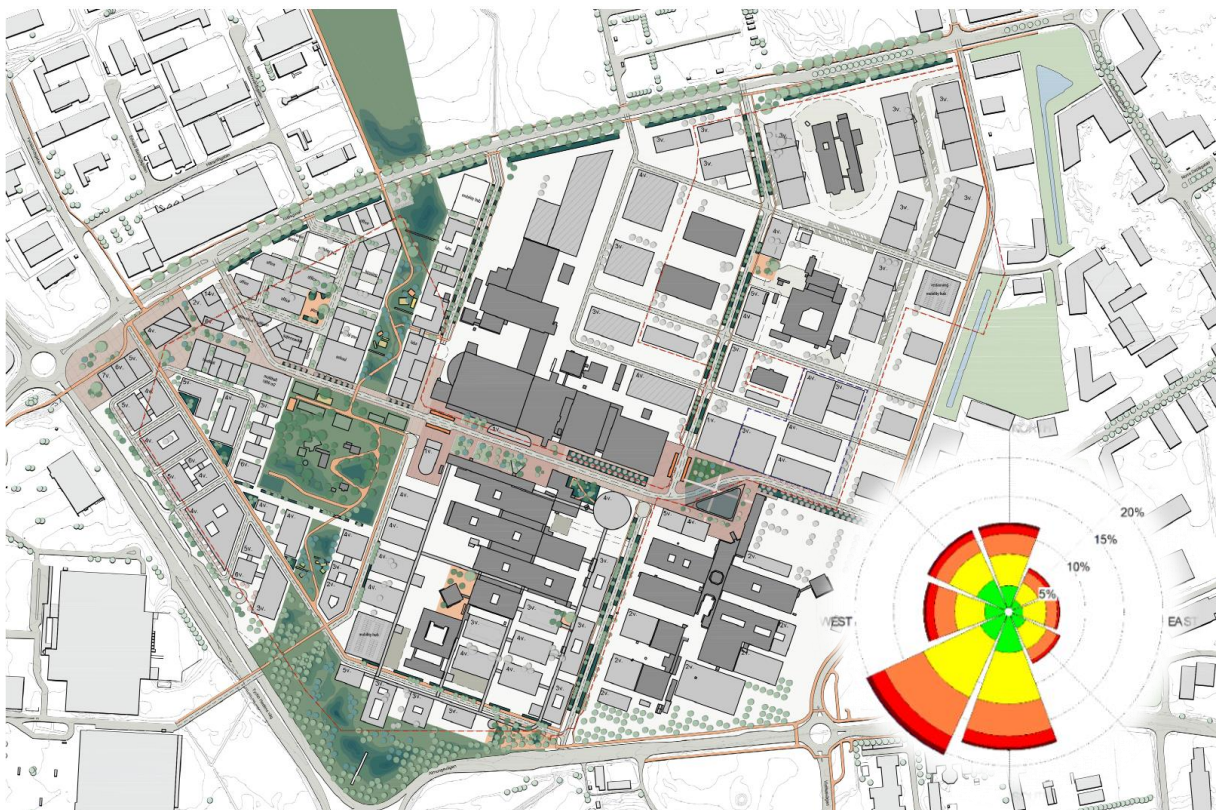


Magnus Asp

RAPPORT NR 2021-31

Översiktlig vindstudie för Uppsala Business Park



Pärmbild

Strukturplan för Uppsala Business Park tillhandahållen av Klöver samt en vindros för Uppsala Flygplats gällande hela året.

Författare:

Magnus Asp

Granskningsdatum:

2021-06-09

Uppdragsgivare:

Klövern AB

Granskare:

J Jones

Dnr:

2021/1309/9.5

Version:

1.0

Översiktlig vindstudie för Uppsala Business Park

Uppdragstagare
SMHI
601 76 Norrköping

Projektansvarig
Magnus Asp
011 – 495 85 15
magnus.asp@smhi.se

Uppdragsgivare
Klövern AB

Kontaktperson
Johanna Bruce
070 721 40 13
Johanna.Bruce@klovern.se

Distribution
Klövern AB

Klassificering

Nyckelord
Vindstudie, vindkomfort, Uppsala Business Park, Fyrislund, Uppsala

Övrigt

Innehåll

1	SAMMANFATTNING	7
2	BAKGRUND OCH SYFTE	9
3	ALLMÄNT OM VIND OCH VINDKOMFORT	9
3.1	Komfortkriterier.....	10
4	VINDFÖRUTSÄTTNINGAR GENERELLT FÖR UPPSALA	12
5	VINDFÖRUTSÄTTNINGAR SPECIFIKT FÖR UPPSALA BUSINESS PARK	17
5.1	Geografiska och topografiska förutsättningar	17
5.2	Utformning av bebyggelsen	18
5.3	Öppningar mellan byggnader.....	18
5.4	Högre punkthus.....	19
6	SLUTSATSER	21
7	REFERENSER	22

1 Sammanfattning

Klövern AB planerar utvecklingen av Uppsala Business Park i Fyrislund i sydöstra utkanten av Uppsala. För att kunna planera området efter bästa möjliga vindmiljö, har Klövern AB gett SMHI i uppdrag att göra en inledande vindstudie. Studien beskriver översiktligt vindförhållandena på platsen och tar upp viktiga utgångspunkter för utformning av tätbebyggelse för att uppnå god vindkomfort i området.

Vindklimatet bedöms översiktligt utifrån vindstatistik, områdets geografi och topografi och erfarenheter från tidigare liknande projekt. Den redovisade diskussionen är tänkt att belysa om och var en ogynnsam vindmiljö kan förväntas, samt ge ett visst underlag till utformning av en detaljplan.

Det bör påpekas att resultaten i rapporten endast är en bedömning av platsens vindklimat. För mer tillförlitliga resultat krävs modellberäkningar. En studie baserad på sådana beräkningar rekommenderas längre fram i processen.

Följande slutsatser dras:

- Vindar från sydväst är vanligast under hela året. Syd är också en vanlig vindriktning.
- Sydvästliga vindar är klart dominerande vid kraftig vind.
- På grund av närheten till öppna fält är de sydvästra och södra delarna av området generellt mest vindutsatta.
- Vid planering av bebyggelse längs den södra och sydvästra kanten av området bör man undvika öppna passager mot fälten för att skapa ett så gott vindklimat som möjligt innanför byggnaderna.
- För att skapa en så god vindkomfort som möjligt är strategiskt placerad vegetation längs södra och sydvästra kanten av området en god idé.
- Ett eventuellt högre punkthus i området blir vindutsatt och i husets närhet kan man förvänta sig blåsig platser. Det går dock att minska dessa effekter avsevärt med olika åtgärder, exempelvis genom att göra den nedersta eller de nedersta våningarna större än övriga.

2 Bakgrund och syfte

Klövern AB planerar utvecklingen av Uppsala Business Park i Fyrislund i sydöstra utkanten av Uppsala. För att, med rådande förutsättningar, kunna planera området efter bästa möjliga vindmiljö, har Klövern AB gett SMHI i uppdrag att göra en inledande vindstudie. Studien beskriver översiktligt vindförhållandena på platsen och tar upp viktiga utgångspunkter för utformning av tätbebyggelse för att uppnå god vindkomfort på vistelseytor.

I studien bedöms vindklimatet översiktligt utifrån vindstatistik, områdets geografi och topografi och erfarenheter från tidigare liknande projekt. Den redovisade diskussionen är tänkt att belysa om och var en ogynnsam vindmiljö kan förväntas, samt ge ett visst underlag till utformning av en detaljplan.

Det bör påpekas att resultaten i rapporten endast är en bedömning av platsens vindklimat. För mer tillförlitliga resultat krävs modellberäkningar. En studie baserad på sådana beräkningar rekommenderas längre fram i processen.

3 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. Anorlunda uttryckt motsvarar denna vindökning en upplevd skillnad i temperatur på ca -8°C .

I Tabell 1 redovisas hur olika vindintervall brukar benämnas och exempel på vad olika vindhastigheter kan ge för konsekvenser.

Tabell 1. Benämning av olika vindhastighetsintervall och exempel på konsekvenser av olika vindhastigheter.

Benämning på land	Vindhastighet (m/s)	Konsekvenser
Lugnt	0-0,2	
Svag vind	0,3-3,3	
Måttlig vind	3,4-7,9	Omkring 5 m/s börjar vinden upplevas som störande.
Frisk vind	8,0-13,8	Vid byvindhastigheter över 10 m/s försvåras framkomlighet för äldre och rörelsehindrade. Vid en medelvindhastighet på 10 m/s börjar det bli svårt att hålla balansen.
Hård vind	13,9-24,4	Byvindhastigheter över 20 m/s kan fälla träd.
Storm	24,5-32,6	Träd bryts av. Över 28 m/s troligt med utbredda skador på vegetation och infrastruktur.
Orkan	32,7-	Allvarliga skador på vegetation och infrastruktur.

3.1 Komfortkriterier

Vid detaljerade vindstudier används ofta vindkomfortkriterier och 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 2. 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.

Tabell 2. 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. 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

4 Vindförutsättningar generellt för Uppsala

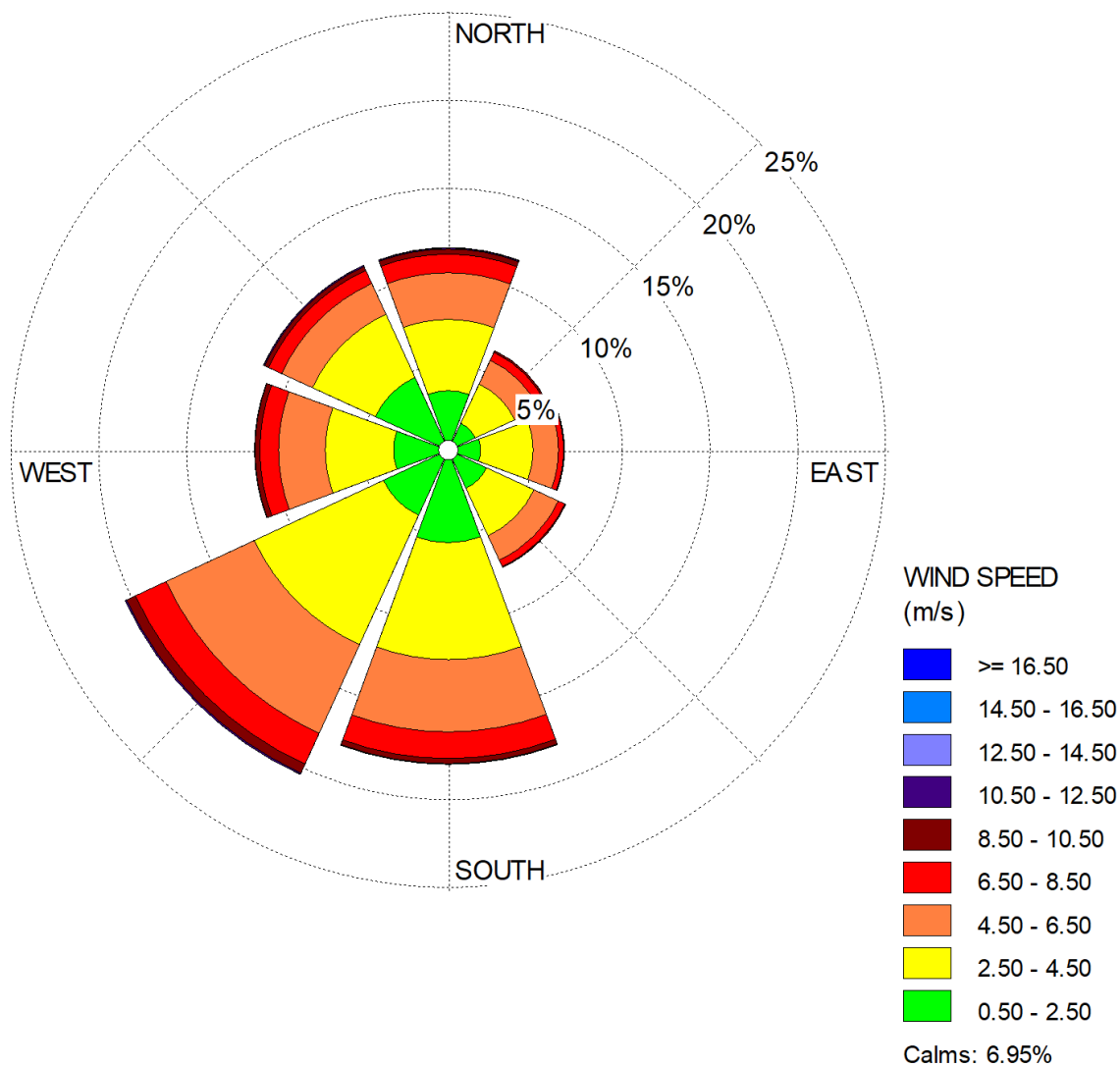
I detta avsnitt analyseras de storskaliga vindförutsättningarna för Uppsala utifrån vindrosor baserade på mätdata från vindstationen vid Uppsala flygplats. Denna vindstation ligger relativt ostört och kan därför anses representera vindförutsättningarna generellt för Uppsala. I avsnitt 5 tas de specifika skillnader upp som man kan förvänta sig vid Uppsala Business Park jämfört med Uppsala i stort. Huvuddragen i vindanalysen i detta avsnitt anses dock gälla även för Uppsala Business Park då avståndet till mätstationen vid Uppsala flygplats endast är ca 8 km.

Figur 1 till Figur 6 visar vindrosor från Uppsala Flygplats. Underlaget till vindrosorna är observationer varje timme under 10-årsperioden 2011-2020. Vindrosorna visar vindriktningsförhållanden på 10 meters höjd. Vindriktningen anger den riktning varifrån vinden blåser. Ringar för procentsats av tiden finns utritade i figurerna.

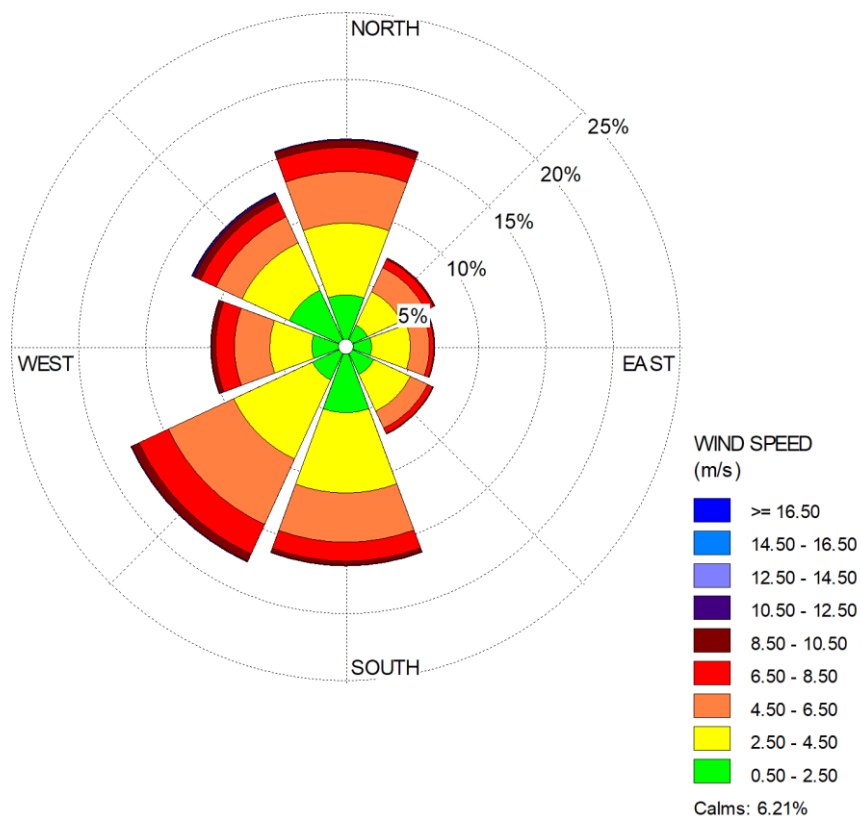
Figur 1 visar vindförhållandena sett över hela året. Av denna figur kan bland annat utläsas att den västliga sektorn från syd till nord är vanligare än den ostliga. Allra vanligast är sydvästlig vind med totalt cirka 21 % av tiden. Näst vanligast är sydlig vind med 18 % av tiden. Av vindrosen framgår även andel av tiden med olika vindhastigheter för en viss vindriktning. För exempelvis sydvästlig vind kan utläsas att vindar med styrkan 0,5-2,5 m/s (grön) svarar för ca 4 % av tiden, vindar på 2,5-4,5 m/s (gul) svarar för ca 8 % av tiden osv.

Figur 2-Figur 5 visar vindrosor för de fyra årstiderna. Ur dessa vindrosor kan bland annat utläsas att sydväst är den vanligaste vindriktningen oavsett årstid och att nordlig vind är vanligare under våren än övriga delar av året.

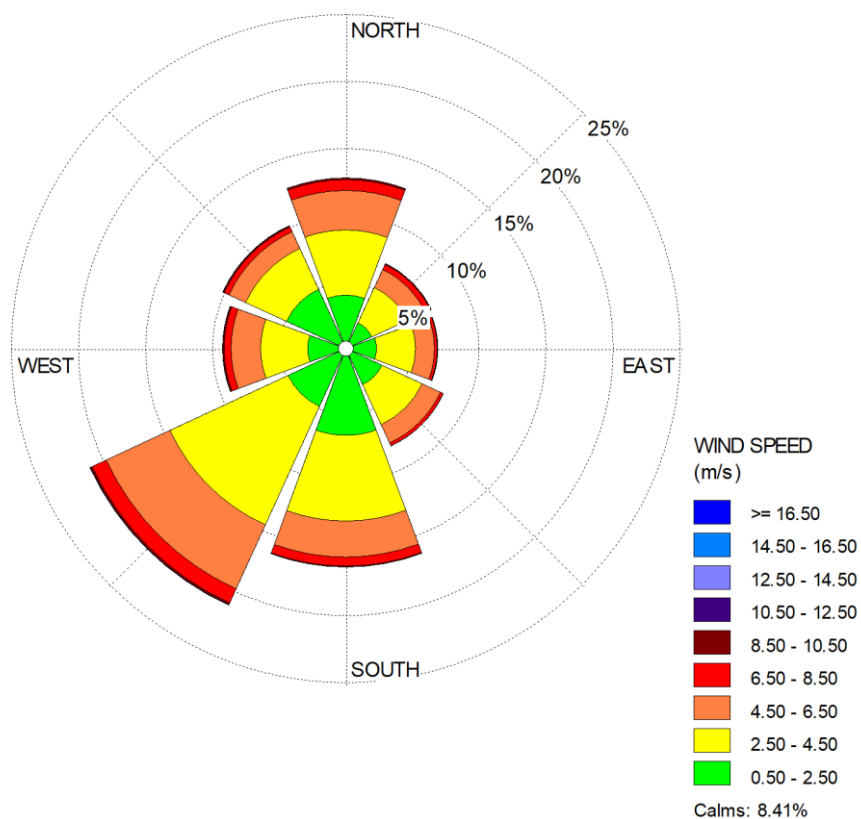
Figur 6 visar en vindros för de tillfällen då det blåser kraftigt (mer än 8 m/s). Vind från sydväst är klart dominerande vid dessa vindförhållanden.



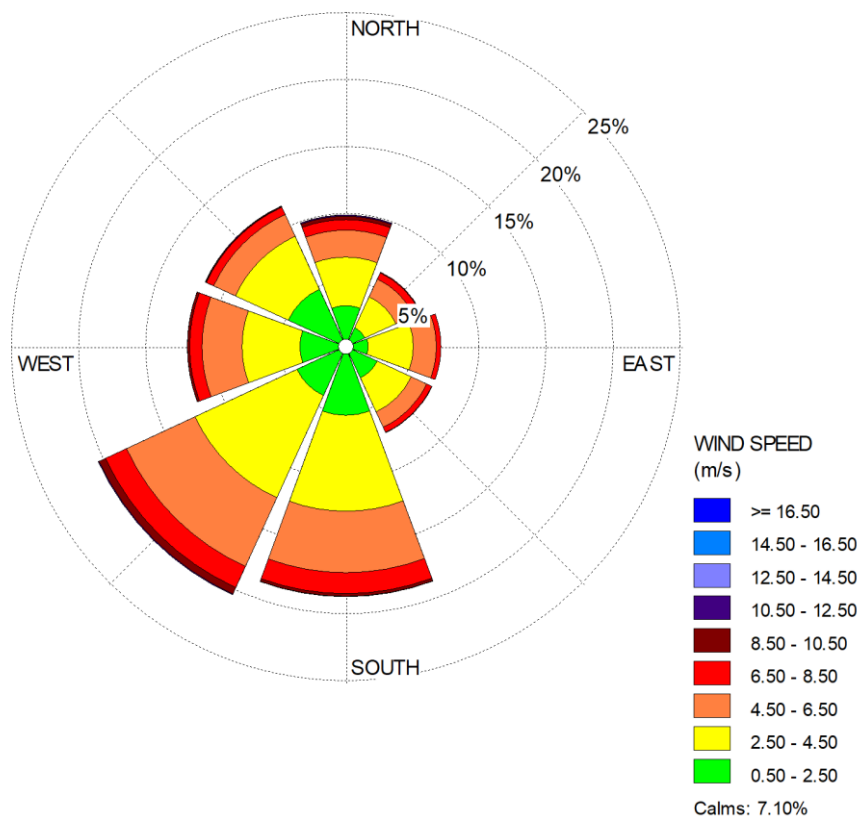
Figur 1. Vindros för **hela året**, Uppsala flygplats 2011-2020. Medelvind 3,7 m/s.



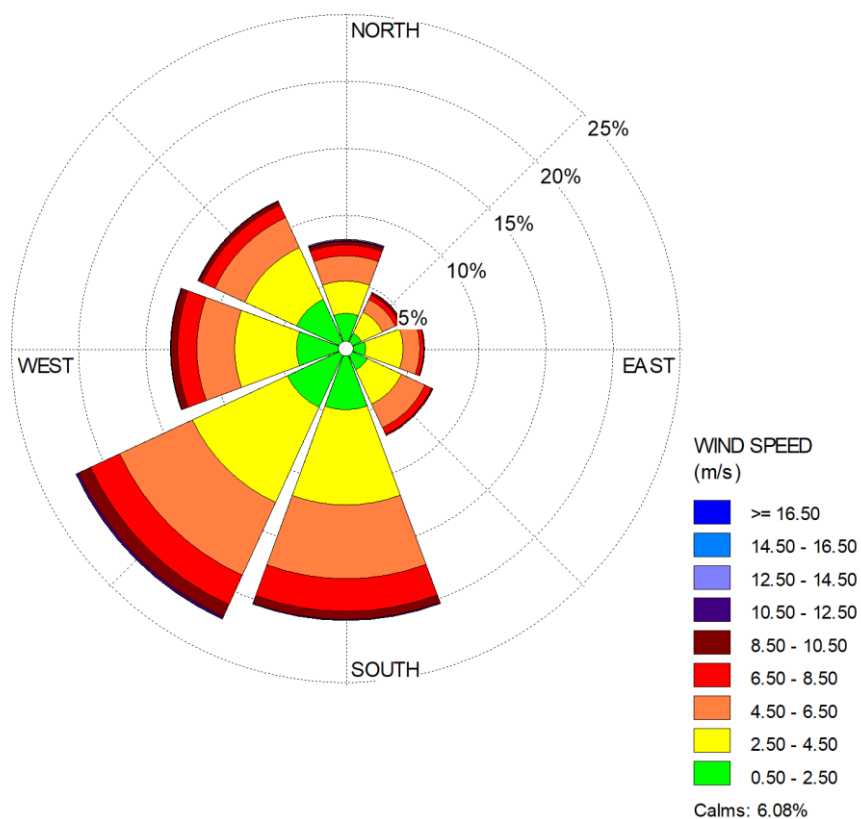
Figur 2. Vindros för våren (mars-maj), Uppsala flygplats 2011-2020. Medelvind 3,9 m/s.



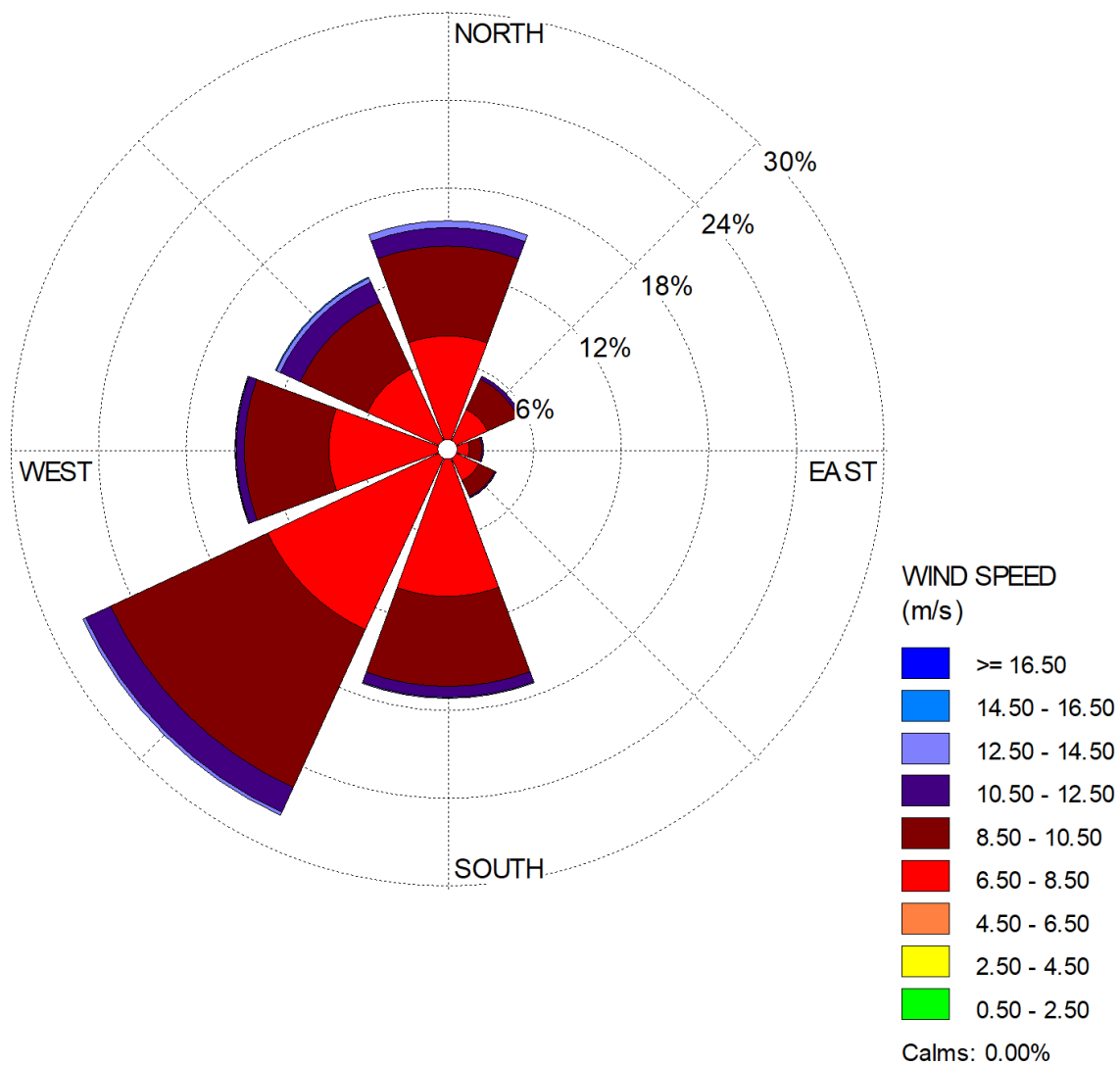
Figur 3. Vindros för sommaren (juni-augusti), Uppsala flygplats 2011-2020. Medelvind 3,3 m/s.



Figur 4. Vindros för hösten (september-november), Uppsala flygplats 2011-2020. Medelvind 3,6 m/s.



Figur 5. Vindros för vintern (december-februari), Uppsala flygplats 2011-2020. Medelvind 3,9 m/s.



Figur 6. Vindros vid kraftig vind >8 m/s, Uppsala flygplats 2011-2020.

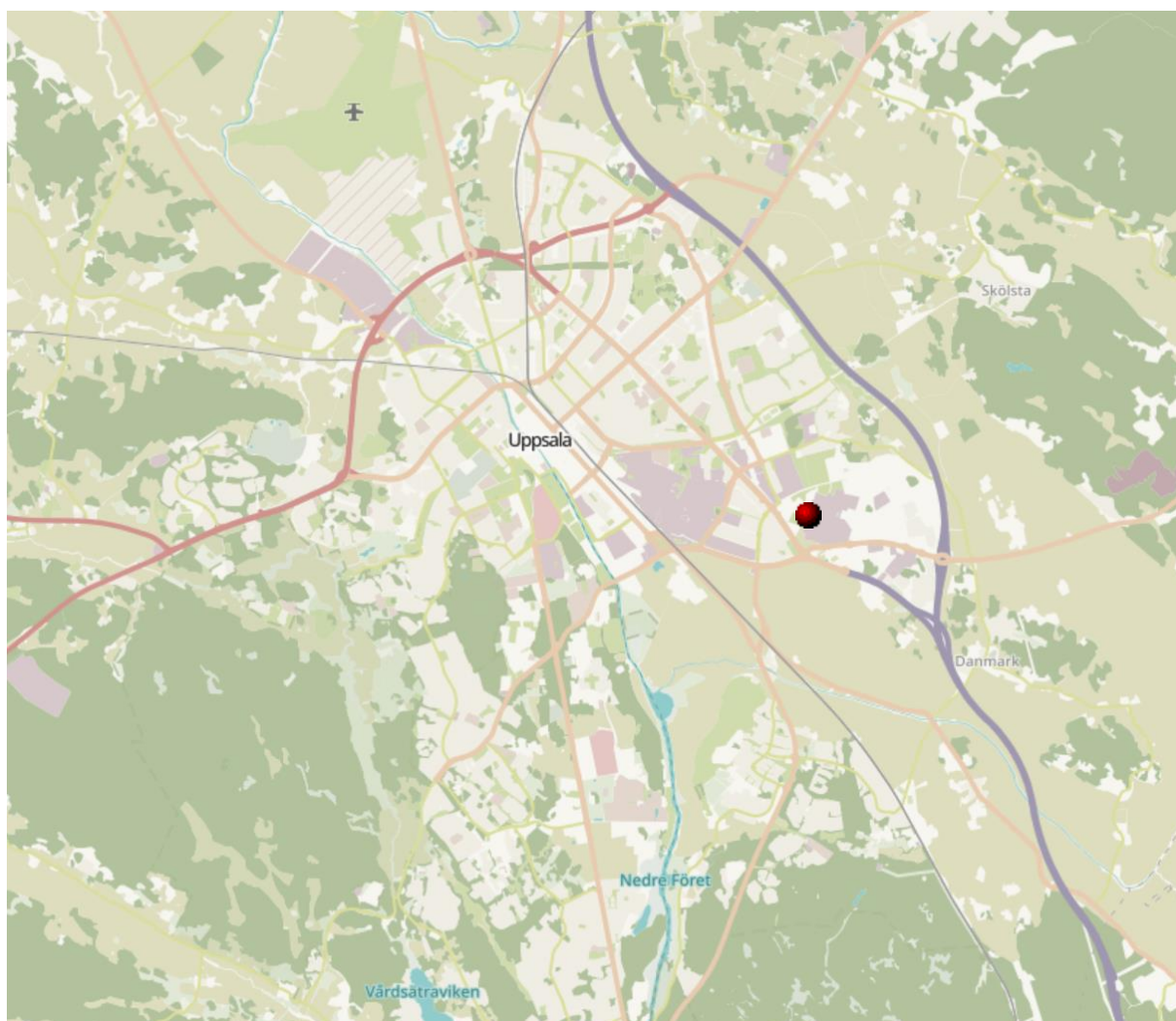
5 Vindförutsättningar specifikt för Uppsala Business Park

De vindförhållanden som redovisats i föregående avsnitt antas gälla för Uppsala i stora drag. Vinden är dock en parameter som är mycket beroende av lokala faktorer. Mindre eller större avvikelser från vindrosorna kommer därför finnas för varje plats i området beroende på omgivande geografi, topografi, växtlighet och bebyggelse.

5.1 Geografiska och topografiska förutsättningar

Uppsala Business Park, markerad med en röd punkt i Figur 7 ligger i Fyrislund i sydöstra utkanten av Uppsala. Omgivningen består av slättland med mycket öppna fält. I nordlig och västlig riktning finns en del bebyggelse. Den är dock inte så tät eller hög att den innebär något större skydd från vinden. Som nämnts i avsnitt 4 är sydväst och syd de vanligaste vindriktningarna. I dessa riktningar är det nästan uteslutande öppen jordbruksmark vilket gör att platsen ofta ligger exponerad för vinden.

Bortsett från viss bebyggelse i den norra sektorn är omgivningen till stor del lik den vid Uppsala Flygplats vilket gör att vindrosorna bör representera vindförhållandena vid Uppsala Business Park väl. Medelvindhastigheten vid Uppsala flygplats ca 3,7 m/s på 10 meters höjd vilket är vad som i Sverige kan förväntas av en öppen plats i inlandet. Möjligen gör den omgivande bebyggelsen i väst och nord att Uppsala Business Park får en något lägre medelvindhastighet. I östlig riktning finns i nuläget bara gles bebyggelse men planer finns på nybyggnation där vilket skulle kunna innebära ett visst skydd.

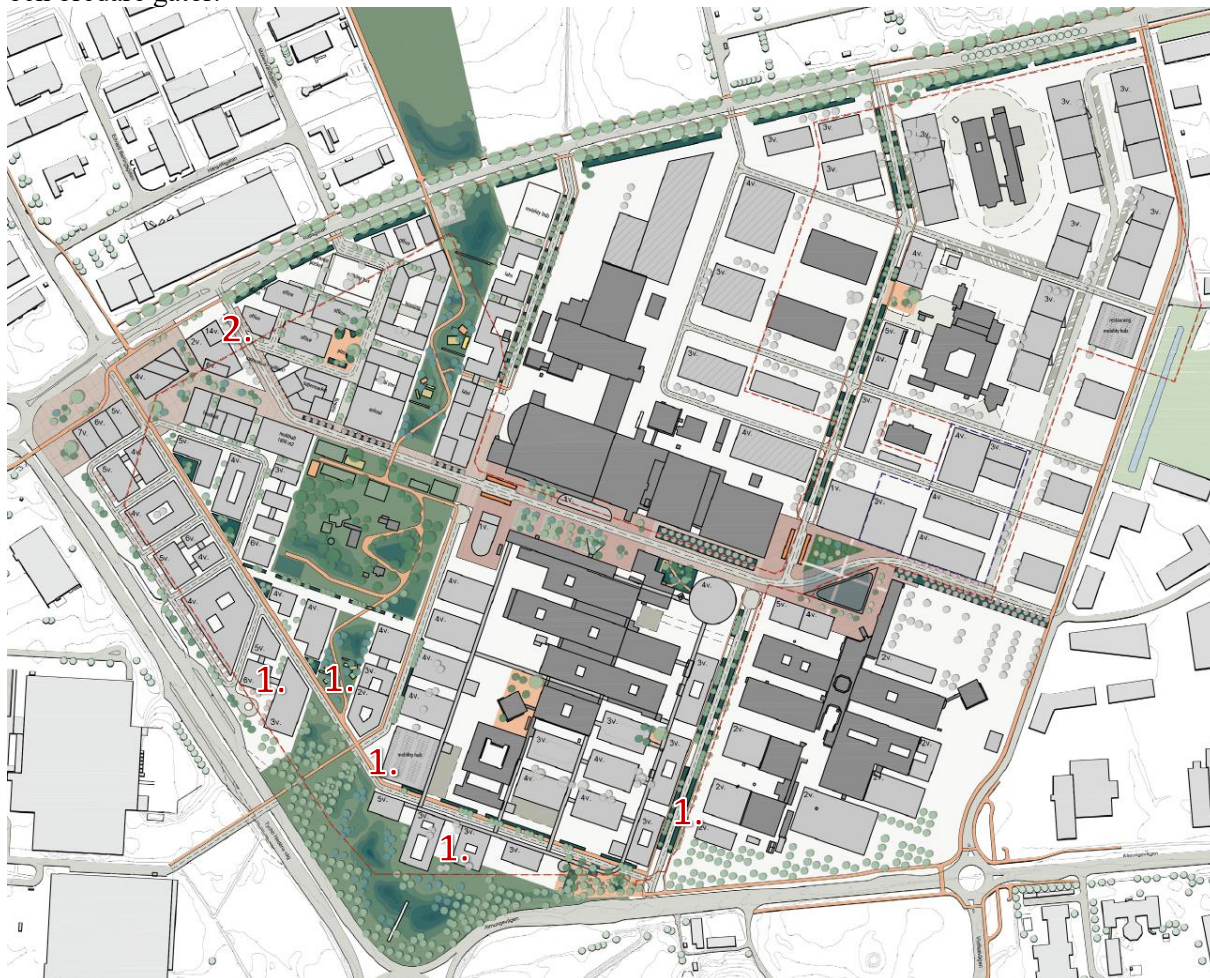


Figur 7. Geografisk översikt. Uppsala Business Parks lokalisering i sydöstra Uppsala är markerad med röd punkt. Kartunderlaget kommer från openstreetmap.org.

5.2 Utformning av bebyggelsen

Figur 8 visar nuvarande strukturplan för Uppsala Business Park. Bebyggelsen är relativt jämnhög med en höjd på 2-5 våningar för de flesta byggnader. En någorlunda jämn höjd på byggnaderna i ett område är ofta positivt för vindklimatet då en uppstickande byggnad kan dra ner kraftigare vindar från högre höjd till marknivå, se vidare avsnitt 5.4.

Bebyggelsen är orienterad i riktning sydsydväst till nordnordost. Då vindar från sydväst och syd är vanligt förekommande finns möjlighet för vinden att blåsa in i passager mellan byggnader, se vidare i nästa avsnitt. Detta hade dock varit ett större problem om det funnits en mer utpräglad kvartersstruktur och bredare gator.



Figur 8. Uppsala Business Park, strukturplan, tillhandahållen av Klöver AB.

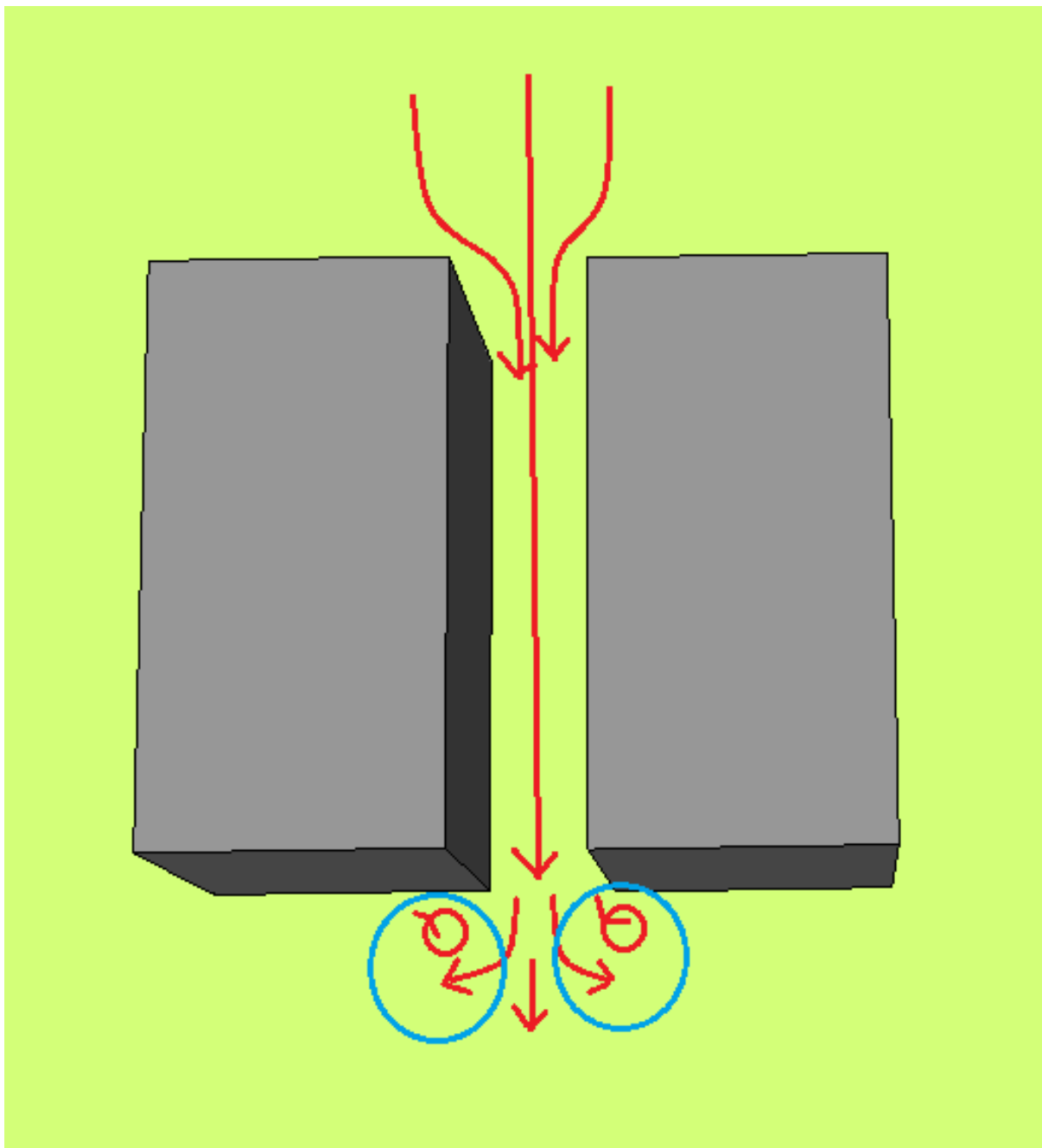
5.3 Öppningar mellan byggnader

Då sydväst och syd är så vanliga vindriktningar kommer de södra och västra delarna av företagsparken oftare vara vindutsatta än de norra och östra. Eftersom terrängen är så öppen i dessa riktningar blir utformningen av bebyggelsen ännu viktigare i områdets kanter mot sydväst och syd. Exempel på platser med öppningar mot sydväst och syd där vinden kan vara viktig att ta hänsyn till är markerade med 1:or i Figur 8.

Strukturplanen indikerar att en del växtlighet planeras utanför bebyggelsen i den södra och sydvästra kanten av området. Det är en mycket god idé då denna bidrar till att bryta ned och dämpa vinden. Vintergröna träd och buskar av det tätare slaget kan förbättra vindklimatet avsevärt men även lövklädda träd gör stor nytta under lövsäsongen.

Att byggnader längs kanten i sig är vindutsatta behöver inte vara något problem mer än att eventuella balkonger kan bli blåsigas vid vindar från syd och sydväst. Däremot bör man tänka på placeringen av dessa byggnader så att vindklimatet i området innanför blir skyddat. Smala öppna passager mellan byggnaderna in mot området kan skapa förstärkning av vinden och turbulens både i passagerna och i områden innanför, se Figur 9. För att undvika detta kan antingen byggnaderna placeras som en vägg

mot vattnet eller på annat sätt (exempelvis omlott) så att vinden inte får fritt spelrum in i området. Om man vill ha byggnader med släpp emellan kan det övervägas att ha höga glasskärmar i mellanrummens ändar eller som redan nämnts lägga extra vikt på vegetationens placering.



Figur 9. Illustration av vindens rörelsemönster då den passerar en smal öppning mellan två byggnader. De blå ringarna visar områden med sämre vindkomfort på grund av turbulens.

5.4 Högre punkthus

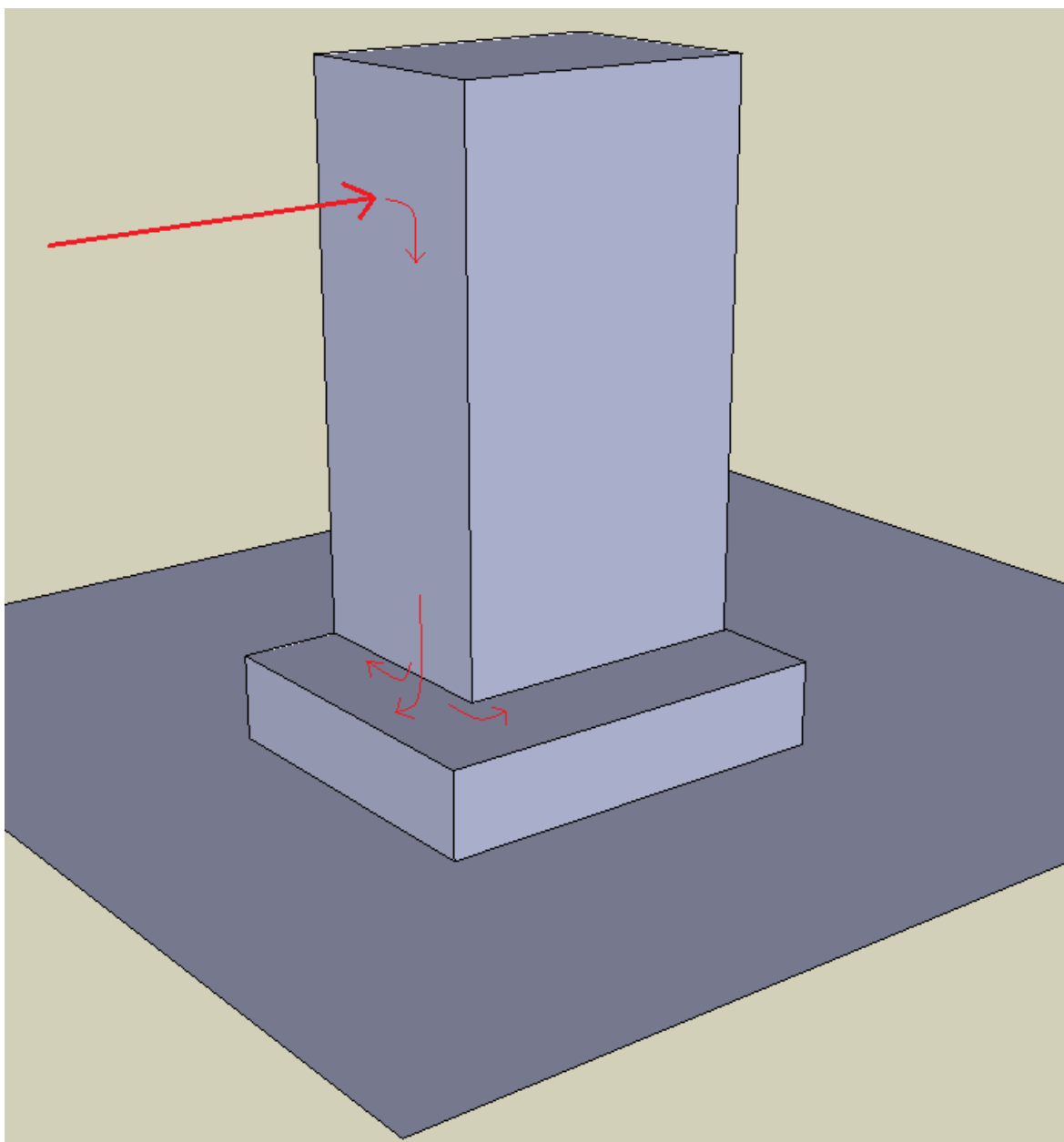
Planer finns på ett högre hus i området men läget är inte bestämt ännu. I Figur 8 finns det medtaget i den norra delen som ett 14-våningshus märkt med 2. Ett sådant hus skulle höja sig märkbart över byggnaderna runtomkring.

Om man prioriterar att skapa ett så bra vindklimat som möjligt ska man sträva efter att ha ungefär samma höjd på byggnaderna i ett område. Vid byggnader som höjer sig avsevärt över omgivande bebyggelse uppkommer ofta turbulenta förhållanden längs fasaden och det skapas en förstärkning av vinden vid byggnadens hörn och längs den sida av huset som ligger i lovart. Denna förstärkning av vinden kommer av att vindhastigheten ökar med höjden. Det innebär att det kommer att vara ett högre vindtryck på byggnadens övre delar jämfört med de lägre. Eftersom vind strömmar från högre till lägre

tryck kommer en vind, som når byggnadens högre uppskjutande delar, att tryckas nedåt längs byggnadens fasad vilket i marknivå kommer kunna upplevas som byiga eller turbulenta förhållanden. Förstärkningen av vinden är störst vid vind vinkelrätt mot byggnaden. Vid vissa vindriktningar kommer särskilt byggnadens hörn kunna ge upphov till en försämring av vindmiljön. Denna förstärkning av vinden kommer av att vinden accelererar när den försöker ta sig runt ett hörn från högre till lägre vindtryck.

Att omgivningarna är så öppna omkring Uppsala Business Park bidrar också till att vindklimatet kring ett eventuellt höghus sannolikt inte skulle bli så bra. De områden som påverkas brukar dock vara just i höghusets direkta närhet. Något kvarter bort behöver inte effekten vara så stor om man planerar bebyggelsen väl.

Det finns sätt att undvika en alltför blåsig miljö i närmiljön till höga byggnader. Ett sätt är att ha lägre byggnader i direkt anslutning till höghuset vilket till stor del förskjuter de blåsigaste förhållandena till taken på dessa byggnader. Detta illustreras i Figur 10. En annan möjlig åtgärd är skärmtak några meter upp på fasaden. För att bryta ner vinden i närheten av hörn kan man använda sig av vindskärmar eller läplanteringar.



Figur 10. Illustration av vindens rörelsemönster då den träffar en hög byggnad. Ett sätt att undvika blåsiga förhållanden i marknivå nära byggnaden är att göra den nedersta eller de nedersta våningarna större än övriga.

6 Slutsatser

- Vindar från sydväst är vanligast under hela året. Syd är också en vanlig vindriktning.
- Sydvästliga vindar är klart dominerande vid kraftig vind.
- På grund av närheten till öppna fält är de sydvästra och södra delarna av området generellt mest vindutsatta.
- Vid planering av bebyggelse längs den södra och sydvästra kanten av området bör man undvika öppna passager mot fälten för att skapa ett så gott vindklimat som möjligt innanför byggnaderna.
- För att skapa en så god vindkomfort som möjligt är strategiskt placerad vegetation längs södra och sydvästra kanten av området en god idé.
- Ett eventuellt högre punkthus i området blir vindutsatt och i husets närhet kan man förvänta sig blåsig platser. Det går dock att minska dessa effekter avsevärt med olika åtgärder, exempelvis genom att göra den nedersta eller de nedersta våningarna större än övriga.

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

SMHI

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