

PM VINDKOMFORT KURTINEN

TITEL Vindstudie av vindkomfort i området Kurtinen,
Varberg

DATUM 14 juni 2022

TILL Katrin Sahlqvist, Varbergs Kommun

KOPIA

FRÅN Christine Achberger COWI AB

PROJEKTNR. A241779

ADRESS COWI AB
Vikingsgatan 3
Box 12076
402 41 Göteborg

TEL 010 850 10 00
WWW cowi.se

SIDA 1/26

1 Inledning

I Varberg finns i nuläget ett 7 km långt järnvägsspår som sträcker sig mellan Engelska parken i norr och Hamra i söder. Tidigare har spåret använts för järnvägsändamål men under år 2020 inledde man ett arbete med att utreda alternativ till hur spåret kan komma att användas i framtiden. Trafikverket äger idag marken längs med järnvägssträckan, men den kommer att tillfalla kommunen när en ny sträckning har tillämpats.

Kommunen vill undersöka hur ett borttagande av den 180 meter banvallen som ligger inom det välbesökta rekreationsområdet Kurtinen, kan komma att påverka vindkomforten i området (Figur 1). Kurtinen är lokaliserad sydväst om Varbergs stadsområde. Dess närhet till havet och öppna yta lockar till sociala aktiviteter som sportaktiviteter och kulturella möten.

Syftet med utredningen är att analysera den befintliga banvallens påverkan på vindkomforten i området Kurtinen, samt vilken vindeffekt ett borttagande av hela eller delar av banvallen kan förväntas generera i närområdet.



Figur 1. Översikt över den delsträcka av banvallen som utreds (vit linje) samt placering längs med området Kurtinen (rött markerat område).

Följande två scenarion avses att beräknas och analyseras vindkomfort för:

- > Alternativ 1 – Banvallen bibehålls
- > Alternativ 2 – Hela banvallen rivs

2 Metod och indata

2.1.1 Meteorologiska förhållanden

Vinden modifieras mer och mer ju närmare marken det är både avseende vindriktning och vindhastighet. Orsaken är naturligtvis att hinder i form av topografi, vegetation och byggnader m.m. bromsar och avlänkar vinden. Vindhastigheten ökar därför generellt inte linjärt med höjden utan ännu mer logaritmiskt (t ex Stull, 1988).

Då väderförhållandena, och i förlängningen spridningsförutsättningarna, varierar från år till år har meteorologin beräknats för ett så kallat typår, som representerar de genomsnittliga meteorologiska förhållandena under ett år för ett område. Ett typår är inte ett specifikt år utan en sammansättning av månader från olika år under den senaste tjuugoårsperioden. Om typårets januari motsvaras av år 2008 så innebär detta att januari år 2008 varit mest representativ för områdets januariväder under de senaste 20 åren.

För att beräkna de meteorologiska förutsättningarna i regional till lokal skala (exempelvis sjö- och landbris sommardag, topografisk påverkan på vinden samt

frekventa inversioner) har den dynamiska prognosmodellen The Air Pollution Model använts (TAPM-modellen, se vidare information i 0).

2.1.2 Detaljerad vindsimulering över området

För att kunna beräkna realistiska vindförhållanden över ett område behöver CFD-modellen meteorologiska indata som representerar de lokala förhållanden med avseende vindhastighet och vindriktning. Då det inte finns någon meteorologisk mätstation i närheten med tillräckligt hög tidsupplösning (vindmätning varje timme), och inte heller på en relevant höjd har den lokala meteorologin beräknats med TAPM, som beskrivs i avsnitt 2.1.1. Som meteorologisk indata till vindfältsberäkningar har det så kallade typåret använts.

För beräkningen av de tredimensionella strömningsförhållandena över området, har en CFD-modell (Computational Fluid Dynamics) använts, Miskam-modellen (Microscale Climate and Dispersion Model), se vidare information i 0. Miskam-modellen beräknar ett relevant s.k. vindfält över området, baserat på den lokala meteorologiska datan från TAPM-beräkningarna. Modellen simulerar både turbulens (virvelbildning) och strömningsförhållanden runt byggnader i mikroskala, exempelvis runt enskilda byggnader, i gaturum eller kvarter, och lämpar sig därmed väl för detaljerade vindstudier i både öppna områden så väl som tätbebyggda områden (Haeger-Eugensson, Andersson, och Kindell 2019).

3 Vind och den mänskliga upplevelsen av vind

I vårt nordliga klimat med övervägande låga temperaturer har vinden en stor inverkan på hur människor upplever vistelsen utomhus. Vid låga vindhastigheter upplevs "olägenheter" till följd av dels vinden s.k. byighet (d.v.s. när vinden byter riktning plötsligt och ofta) dels dess avkylande effekt. Riktigt varma sommardagar kan å andra sidan en fläktande vind ge efterlängtat svalka.

Vindens effekt och därmed dess olägenhet ökar snabbt med vindhastigheten. Vid högre vindhastighet och ökad byig vind blir vindtrycket den effekt som ger försämrad komfort. När det blåser mer än 5 m/s upplever vi människor därmed vinden ofta som störande, men i vilken grad den upplevs som besvärande är individuellt och beror mycket på aktivitet. I en undersökning av fyra olika platser i Göteborg har Eliasson m fl (2006) visat att höga vindstyrkor ansågs som positiva på ett torg som ligger nära vattnet, medan höga vindhastigheter på ett öppet torg utan tillgång till vattnet upplevdes som negativt. Anledning till denna skillnad är att vinden på torget vid vattnet upplevs som naturlig och att den därför tolereras eller till och med uppskattas.

För att beskriva vindförhållandena utomhus och hur dessa upplevs används begreppet vindkomfort som ger ett mått på hur angenäm eller bekväm förhållandena är, med avseende på vind. Bedömningen av vindkomforten är baserad på statistiska mått kopplat till vindhastighet, d v s gränsvärden för vindhastighet och dess varaktighet. Med andra ord kan man konstatera att vindkomforten beskriver hur människor mår i olika vindförhållanden och vid olika aktivitetsnivåer.

Vid bedömning av vindkomforten är den generella principen att godtagbara vindförhållanden för rörliga aktiviteter så som promenad, cykling, idrott eller aktiv lek tillåter både högre gränsvärde för årsmedelvindhastigheten och större andel av tiden som detta gränsvärde får överskridas jämfört med stillasittande/stillastående aktiviteter, t ex uteservering eller lekplatser avsedda för småbarn. Detta innebär att för områden som är främst avsedda för fysisk aktivitet kan högre vindhastigheter under en större andel av tiden accepteras.

Det finns dock inte någon heltäckande standard för vindkomfortskriterier, utan det finns idag olika bedömningssystem, t ex bedömningsgrunder för vindkomfortbedömning enligt Glaumann och Westerberg (1988) eller bedömningssystemen som har tagits fram av Lawson och Davenport. I denna rapport har Glaumann och Westerbergs komfortkriterier används då dessa är framtagna för nordiska förhållanden.

Vid utvärdering av vindkomforten används ofta den "upplevda vinden" istället för den uppmätta vinden. Då bygheten i bebyggda områden ofta är högre än på exempelvis ett öppet fält, är den upplevda vindhastigheten i bebyggda områden för det mesta något högre än den uppmätta eftersom bygheten är högre. Enligt Glaumann och Westerberg (1988) kan den upplevda vindhastigheten relateras till den uppmätta, d.v.s. inklusive bygheten, enligt:

$$u_{upplevd} = 0,85 * (1 + I) * u_{uppmätt} \quad (1)$$

där I är mått på turbulensintensiteten. Ett typiskt värde för I är 0,6, t ex om man befinner sig nedströms om en byggnad. Med hjälp av denna omräkning kommer till exempel värdet 5 m/s, som är gränsvärdet för årsmedel som ej bör överskridas på gång och cykelbanor, överskridas redan när den *uppmätta* vindhastigheten är 3,7 m/s eller högre. I Tabell 1 redovisas årsmedelvärden för upplevda och uppmätta vindhastigheter som ej bör överskridas i olika typer av miljöer.

Vindmiljön bedöms i vilken grad människor upplever en sämre komfort, baserat på några olika kriterier som visas i Tabell 1. För att en plats ska ha godtagbara vindförhållanden krävs det att den upplevda vindhastigheten för respektive aktivitet inte ska överskridas under mer än en viss procentuell andel av tiden under ett genomsnittligt år (Tabell 1).

Tabell 1. Bedömningsgrunder för vindkomfort enligt Glaumann och Westerberg 1988. Blåmarkerad kolumn avser uppmätt vindhastighet vilken används i denna studie.

Vistelsemiljö	Årsmedelvärde för upplevd vindhastighet som ej bör överskridas (m/s)	Årsmedelvärde för uppmätt/beräknad vindhastighet som ej bör överskridas (m/s)	Andel timmar under ett år (%) som vinden ska understiga den upplevda vinden
Gång- och cykelvägar – risk för personsador	5	3,7	50 %
Kortare uppehåll, (torg, hållplatser) – gräns för acceptabla förhållanden	3	2,2	80 %
Längre uppehåll stillasittande (uteplatser, lekplatser) – gräns för önskvärda förhållanden	1,5	1,1	99,5 %

För att lättare kunna tolka hur olika vindhastigheter kan upplevas har Tabell 2 inkluderats för att visa vindhastigheternas olika verkningar. Det framgår av t ex av tabellen att vindhastigheter över 0,3 m/s blir kännbara för människan.

Tabell 2 Vindhastigheter och vindens verkningar på land och sjöss.

Vindhastighet m/s	Till lands	Till sjöss	Vindens verkningar på land	Vindens verkningar till sjöss
0 - 0,2	Lugnt	Stiltje	Rök stiger nästan rakt upp	Spegelblankt
0,3 - 1,5	Svag vind	Nära stiltje	Märkbar för känseln	fiskfjällsliknande krusningar
1,6 - 3,3	Svag vind	Lätt bris	Lyfter en vimpel, blad i rörelse	Korta utpräglade småvågor
3,4 - 5,4	Måttlig vind	God bris	Sträcker en vimpel, blad i rörelse	Vågkammarna börjar brytas, glasaktigt skum
5,5 - 7,9	Måttlig vind	Frisk bris	Sträcker en flagga, kvistar i rörelse	Längre vågor, vita skumkammar, delvis med kortvarigt brus

Vinden har en kylande effekt på bar hud och kan räknas fram genom att kombinera vindhastigheten och lufttemperaturen. I Tabell 3 visas den kylande effekten för 2 m/s och 5 m/s. Vid 5°C och en vindhastighet av 2 m/s upplevs temperaturen som 3°C, vid 5 m/s motsvarar upplevelsen 1°C.

Tabell 3: Vindkyletemperaturen (eng. wind chill) som är beräknad som en kombination av den temperatur som termometern visar och vindhastigheten.

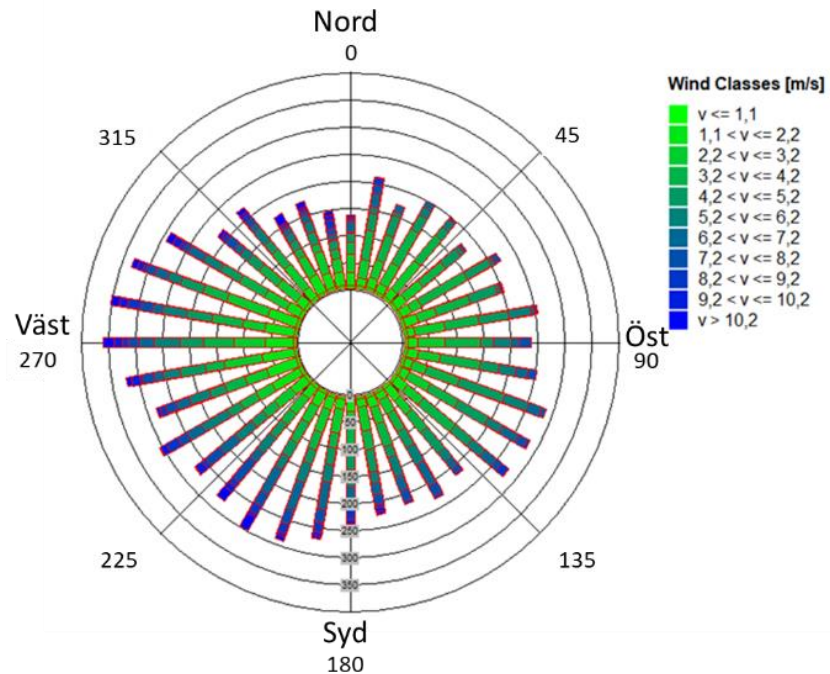
		Termometerns temperatur (°C)										
		10	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40
2	9	3	-2	-8	-14	-20	-26	-32	-37	-43	-49	
	m/s											
5	8	1	-5	-11	-17	-24	-30	-36	-42	-49	-55	
	m/s											

4 Resultat

I detta stycke presenteras resultat från vindutredningen över Kurtinen och angränsande områden. Kartorna som presenteras i Figur 3 till Figur 10 täcker ett område från Hotell Havanna i nord till Väktaregången i söder och från havet i väst till Bandholtzgatan/Krabbes väg. Ringvägen som korsar banvallen ligger i mitten på området.

4.1 Vindriktning och frekvens

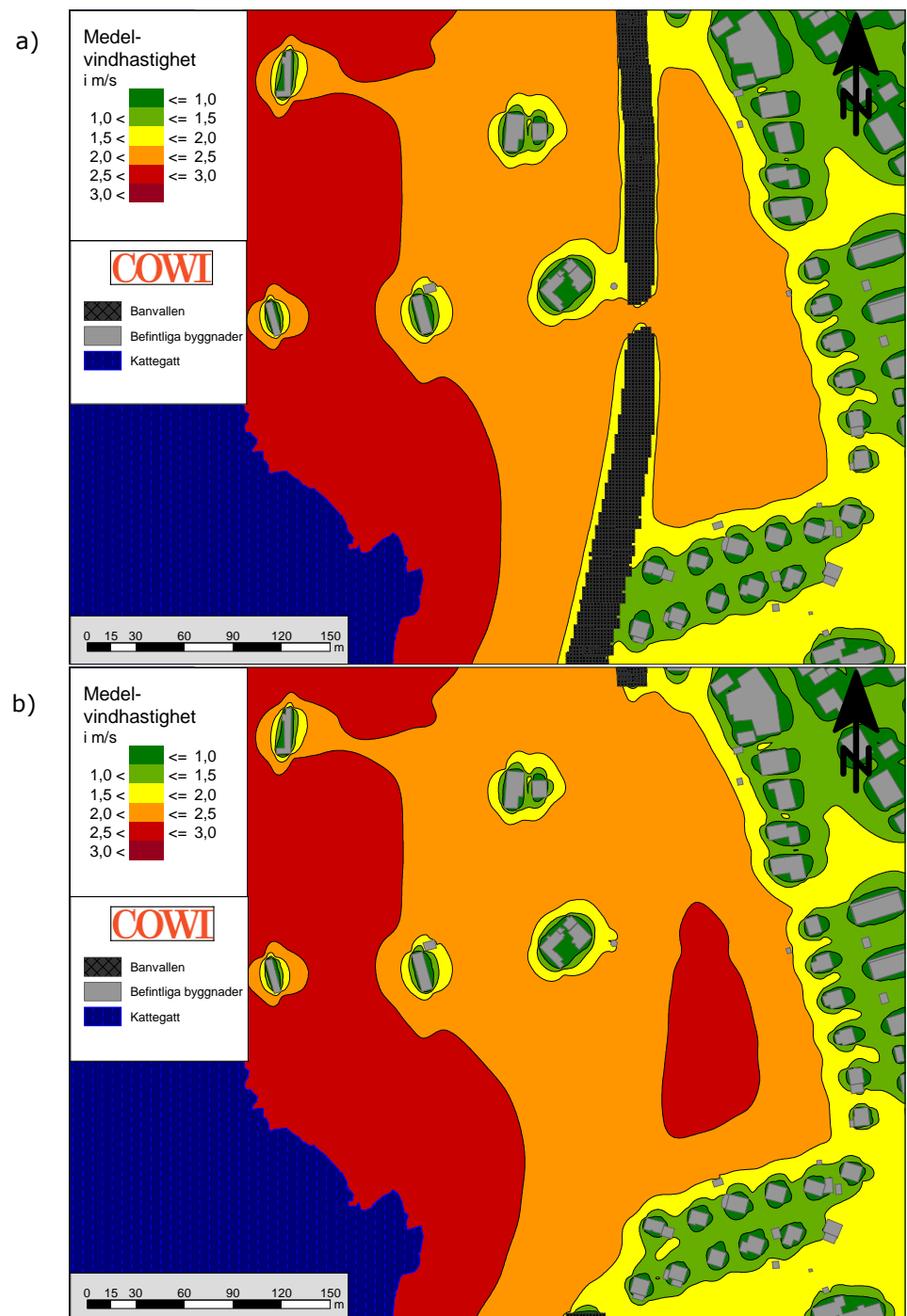
Figuren nedan visar indata för CFD-beräkningarna över området som lokala fördelningen av vindhastighet och vindriktning framtagen med modellen TAPM vid 20 meters höjd för hela typåret (Figur 2). Staplarna i vindrosen indikerar från vilket håll det har blåst och längden är ett mått på hur ofta vindriktningen har förekommit. Vindhastigheten indikeras med olika färger. Vindrosen visar att samtliga vindriktningar kan förekomma. Det finns inte en tydlig vindriktningssektor som dominerar, dock syns också att det är sydvästliga, västliga och nordvästliga vindar (vindriktningar mellan 200° och 320°) som dominerar. Vindrosen visar också tydligt att de högsta vindhastigheterna (> 6m/s) är kopplade till sydliga och västliga vindar, dvs när vinden kommer in från havet.



Figur 2. Vindros som visar vindhastighet (m/s) och vindriktning (°) för Kurtinen under typåret.

4.2 Medelvindhastighet

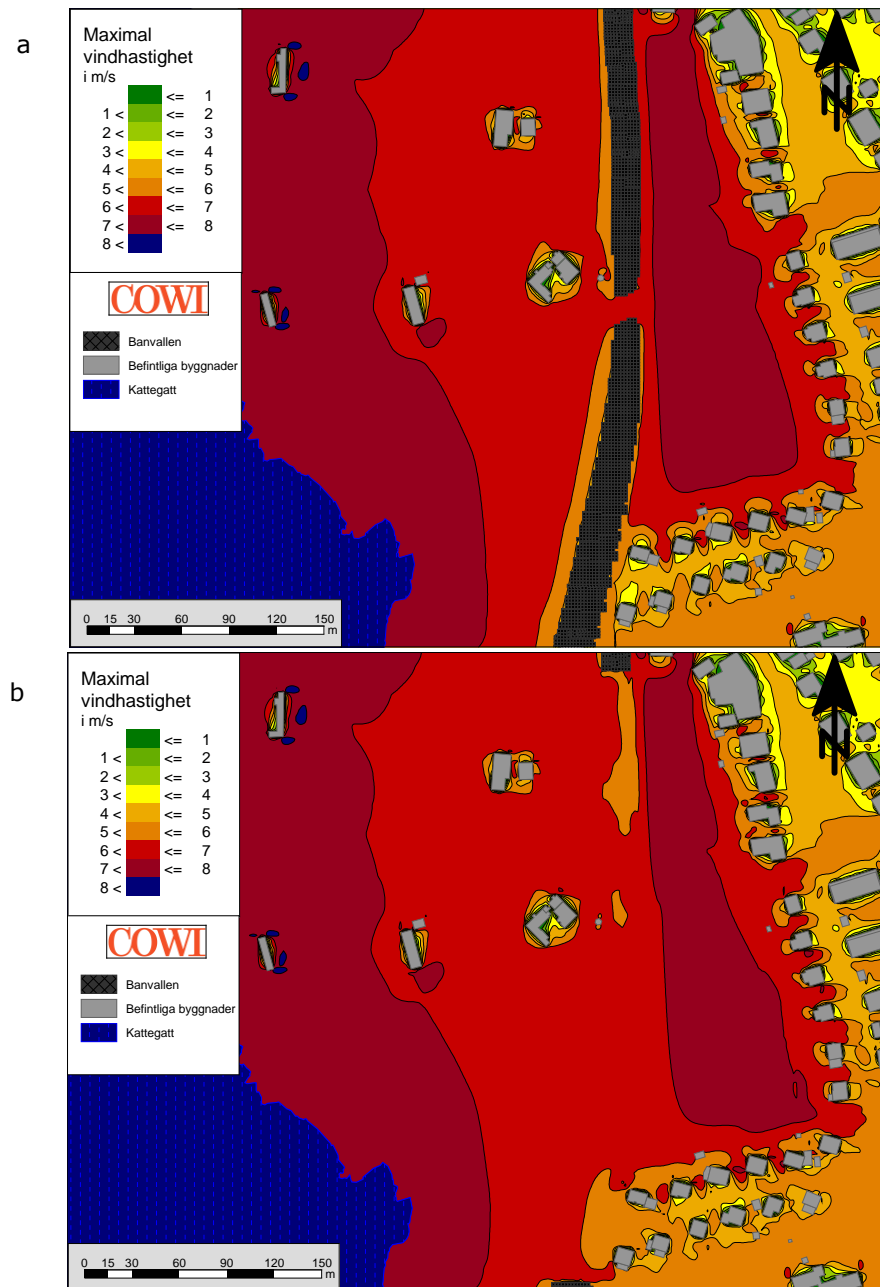
Medelvindhastigheten är ett bra mått att översiktligt beskriva förhållanden avseende vindstyrkan och hur den är fördelad över området Kurtinen (Figur 3). Medelvindhastigheten är högst närmast stranden och avtar med avstånd från havet. I Figur 3a visas vindförhållanden med banvallen där medelvindhastigheten över Kurtinen och området norr om Ringvägen ligger på 2-2,5 m/s som årsmedelvärde. Hastigheten är lite lägre närmast vallen och bebyggelsen. Utan banvall, Figur 3b, blir området söder om Ringvägen mer exponerat och medelvindhastigheten ökar till 2,5-3 m/s på delar av området. Banvallen leder dock inte till lägre vindhastigheter i de angränsande bostadsområden, utan har endast en skyddande effekt i sin närmaste omgivning.



Figur 3. Medelvindhastighet 2 - 3 meter över marknivå a) med befintlig banvall b) utan banvall.

4.3 Maximal vindhastighet

Maximala vindhastigheter ger ett bra mått för hur blåsig det kan bli under stormiga vädersituationer. I Figur 4 a och Figur 4b visas maximal vindhastighet på ca 2 – 3 meters höjd ovanför marken. Dessa vindhastigheter är ett medelvärde för en hel timme vilket betyder att vindhastigheterna i kortvariga byarna kan vara betydligt högre än vad som visas i Figur 4. Som man kan se i Figur 2 är höga vindhastigheter först och främst kopplade till västliga och sydliga vindar som kommer in från havet. Resultatet visar på att ett borttagande av befintlig banvall inte har någon större inverkan på ökad maximal vindhastighet i området Kurtinen eller området beläget norr om Ringvägen. Banvallen bromsar maximala vindhastigheter endast i banvallens närmaste omgivning.



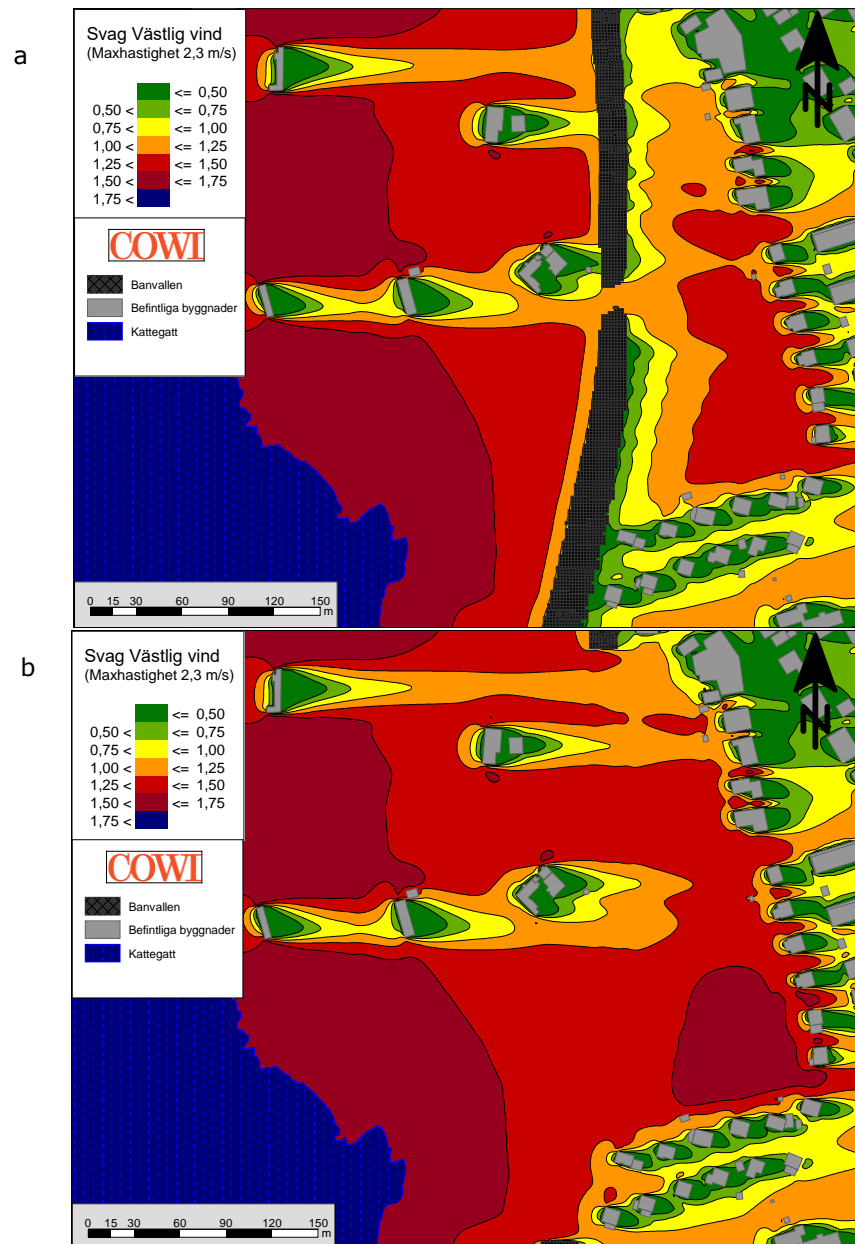
Figur 4. Maximal vindhastighet på 2 - 3 m över marknivå a) med befintlig banvall b) utan banvall.

4.4 Västlig vind

Då banvallen går i nord-sydlig riktning förväntas banvallens effekt på Kurtinen vara störst när det blåser västerifrån. När det blåser österifrån kan man förvänta sig en effekt på området väster om banvallen.

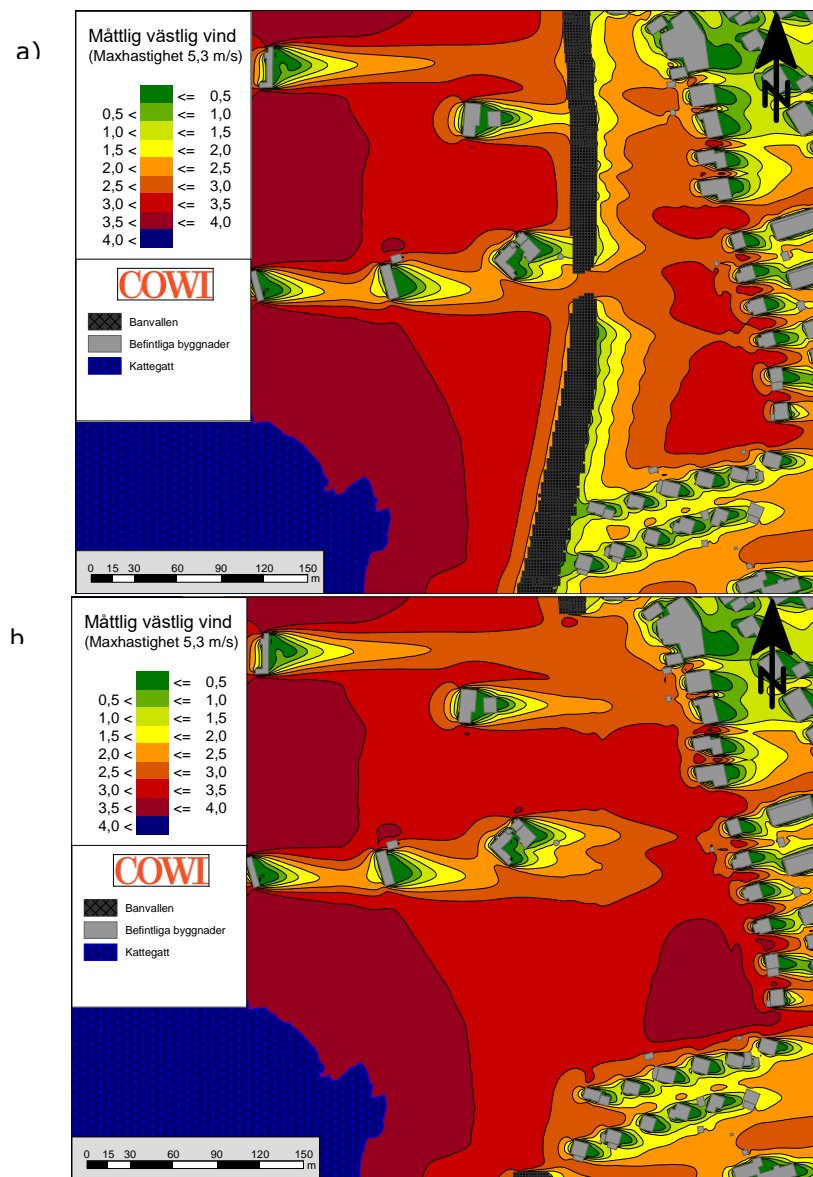
I Figur 5 och Figur 6 visas resultaten för två fall, svag och måttlig vindhastighet, med västlig vind, eftersom västliga vindar tillhör den dominerande vindriktningen. Figur 5 visar ett fall med svag västlig vind (maximal vindhastighet 2,3 m/s), och Figur 6 visar ett med måttlig västlig vind (maximal vindhastighet 5,3 m/s).

För svag västlig vind återfinns hastigheter mellan 0,75 – 1,5 m/s med befintlig banvall, vid Kurtinen och området norr om Ringvägen, se Figur 5a. Vid västliga vindar blir banvallens skyddande effekt tydligt öster om den. Ett borttagande av befintlig banvall skulle resultera i västliga vindar som uppnår vindhastigheter på mellan 1 – 1,75 m/s i området Kurtinen och norr om Ringvägen. Utan banvall återfinns de högsta vindhastigheterna i Kurtinens södra ände, se Figur 5b.



Figur 5. Svag västlig vind 2 – 3 meter över marknivå a) med befintlig banvall b) utan banvall.

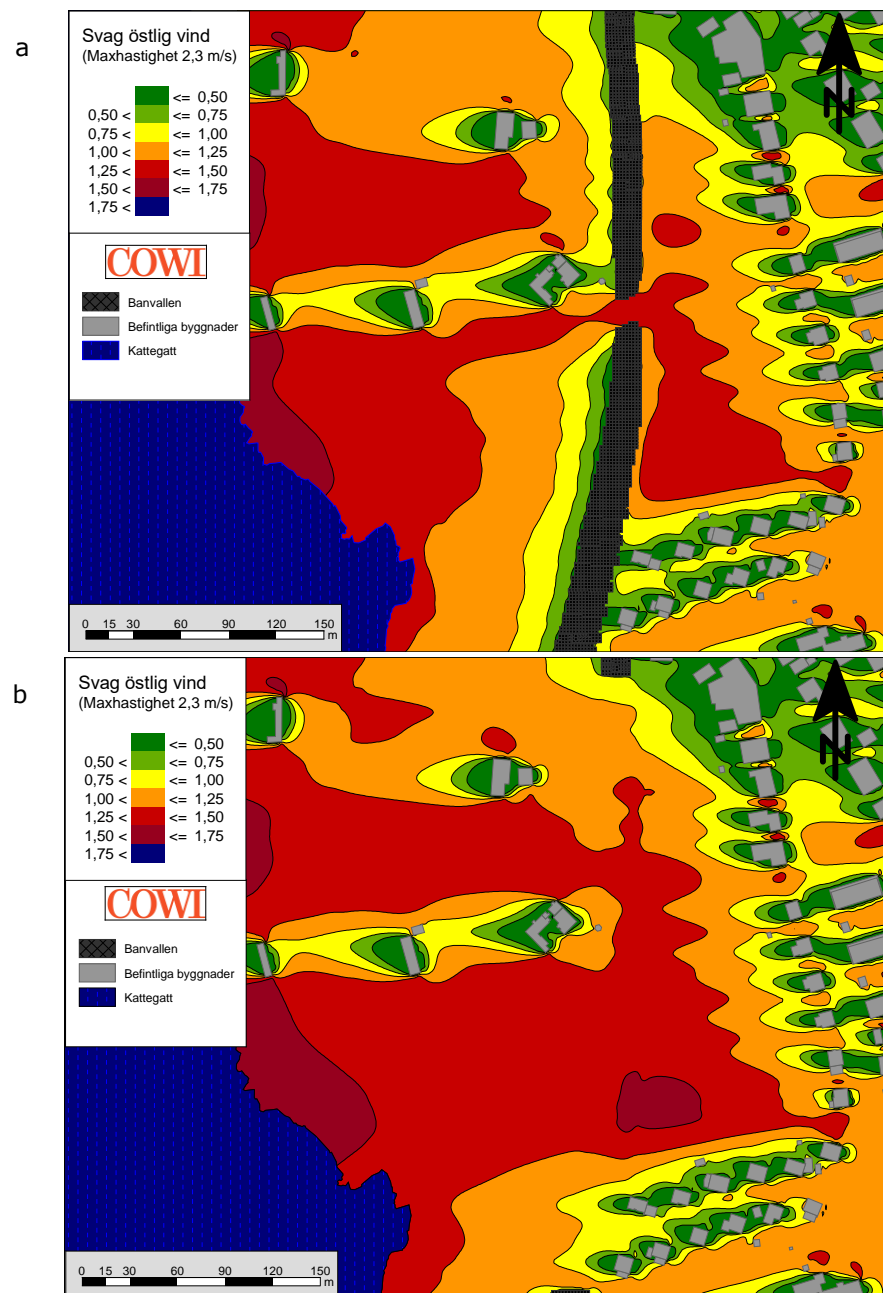
Ett liknande mönster återfinns för kraftigare västliga vindar. Ett borttagande av befintlig banvall skulle innebära att en större andel av Kurtinen och området norr om Ringvägen får vindhastigheter över 3 m/s. Denna effekt ses tydligast i den sydliga delen utav Kurtinen, där vinden förstärks med 0,5 – 1 m/s (Figur 6b). Vid västliga vindar har banvallen även en skyddande effekt för bebyggelsen närmast banvallen, vid Vaktaregångens västra ände. Vid västliga vindar minskar banvallen vindhastigheten upp till ca 50 m öster om vallen.



Figur 6. Måttlig västlig vind 2 – 3 meter över marknivå a) med befintlig banvall b) utan banvall.

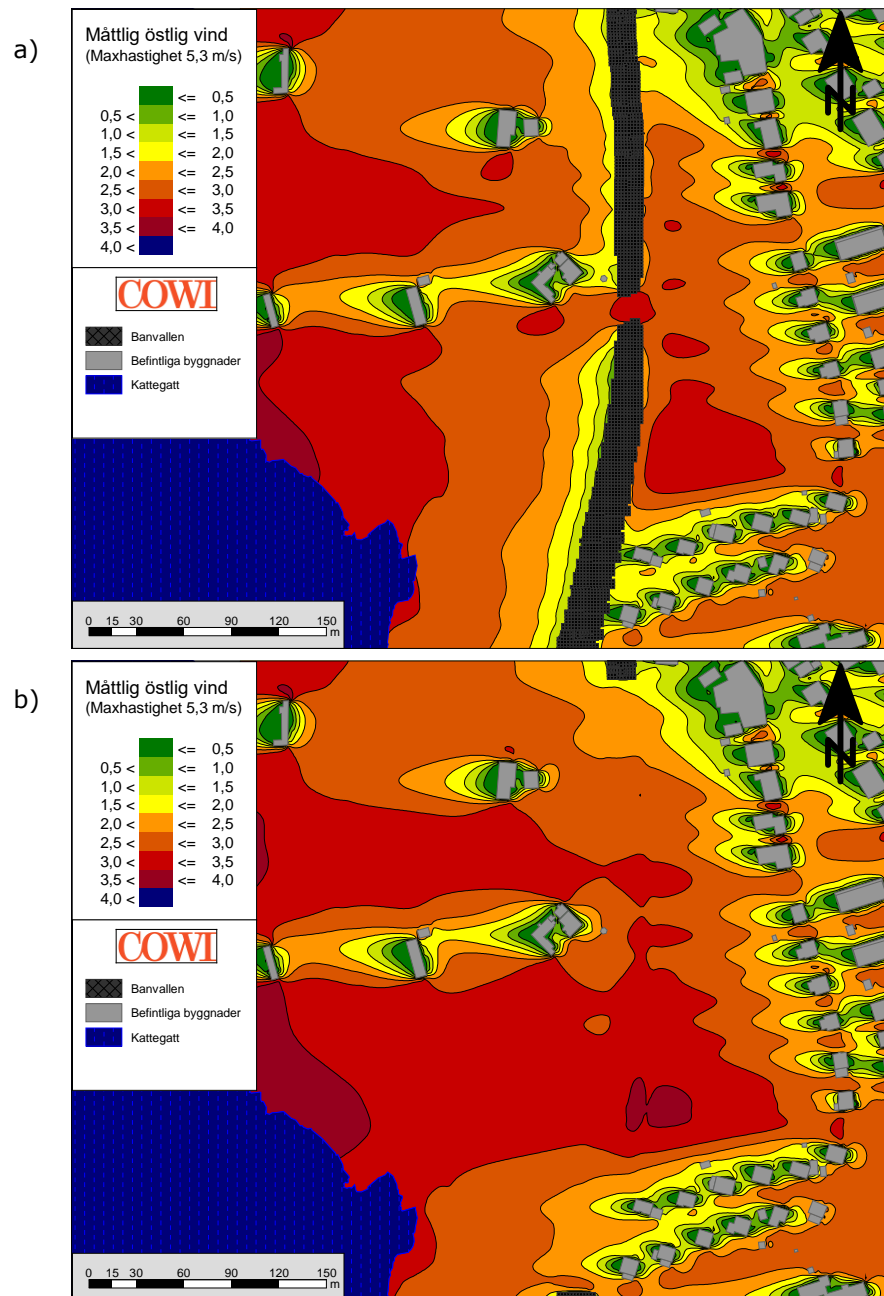
4.5 Östlig vind

För att undersöka hur banvallen påverkar vindförhållanden vid östliga vindar visar Figur 7 resultaten för svag östlig vind (maximal vindhastighet 2,3 m/s) samt måttlig östlig vind i Figur 8 (maximal vindhastighet 5,3 m/s). Figur 7b visar på att som ett resultat av banvallens försvinnande, kommer ett större område som inkluderar Kurtinen och marken norr om Ringvägen få vindhastigheter på mellan 1,25 – 1,5 m/s. I tillägg kommer ett mindre område i södra delen av Kurtinen få vindhastigheter på mellan 1,5 – 1,75 m/s. Vid östliga vindar ger banvallven lä på västra sidan av vallen, ca upp till 50-100 m ifrån den.



Figur 7. Svag östlig vind 2- 3 meter över marknivå a) med befintlig banvall b) utan banvall.

Vid måttlig vind från öst så ser man att banvallen skapar mindre områden i Kurtinen och även norr om Ringvägen där vinden når hastigheter på 3 – 3,5 m/s (Figur 8a). Dessa områden blir större vid ett borttagande av den befintliga banvallen, Figur 8b. I ett mindre område i södra delen av Kurtinen finns hastigheter upp till 3,5 – 4 m/s. Banvallen ger även lä för områden väster om banvallen när det blåser österifrån, vilket syns tydligt i Figur 7a och Figur 8a.



Figur 8. Måttlig östlig vind 2 – 3 meter över marknivå a) med befintlig banvall b) utan banvall.

4.6 Långvarigt och kortvarigt stillasittande

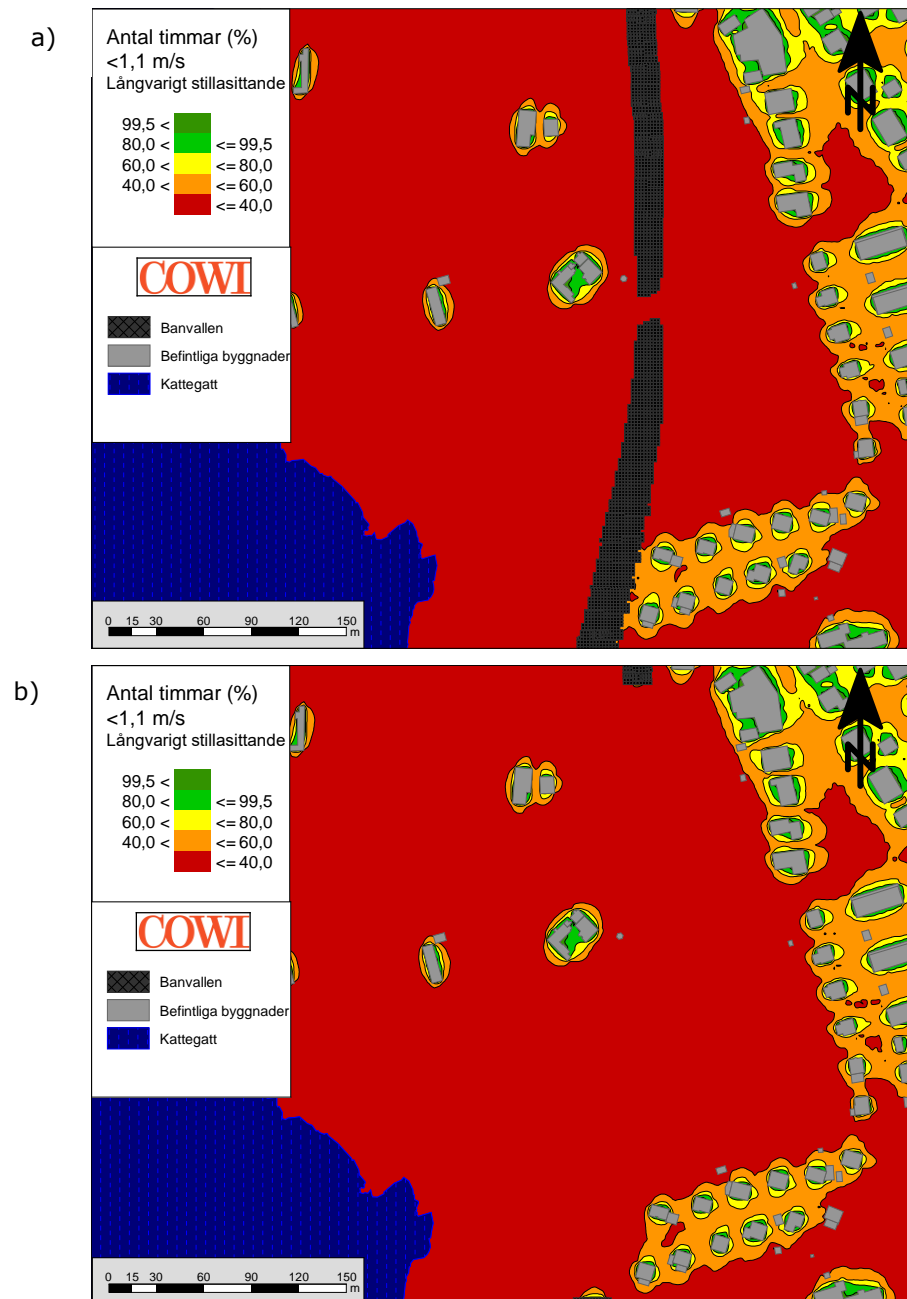
För att bedöma områdets förutsättningar för långvarigt samt kortvarigt stillasittande, med befintlig banvall och borttagen banvall så har kriterier enligt Glaumann och Westerberg (1988) använts. Man ska dock vara medveten om att dessa kriterier används i första hand för bedömning av vindkomfort i bebyggd miljö, där vindhastigheter generellt ofta är ganska låga från början (i bebyggd miljö bromsar byggnader upp vinden och har en läande effekt). Studieområdet däremot ligger på en mycket vindexponerad plats, nära havet med generellt högre

vindhastigheter. Därmed finns redan från början begränsade förutsättningar att uppfylla kriterierna för långvarigt stillasittande som visas i Tabell 4 och för kortvarigt stillasittande som visas i Tabell 5. Kriterierna ger ändå en indikation för den generella vindkomforten i området och kan användas för att kvantifiera hur borttagandet av banvallen påverkar banvallens närområde.

Tabell 4. Områdets lämplighet avseende aktiviteter som innefattar långvarigt stillasittande. Gränserna bygger på kriterier enligt (Glaumann och Westerberg 1988).

Klassificering av området	Vindexponering	Platsens lämplighet för långvarigt stillasittande
Mörkgrönt	Vindhastigheten är lägre än 1,1 m/s under 99,5 % av tiden	Mycket bra förutsättningar för långvarigt stillasittande
Ljusgrönt	Vindhastigheter lägre än 1,1 m/s under 80-99,5 % av tiden	Relativt bra förutsättningar, men vissa åtgärder kan behövas.
Gult	Vindhastigheter lägre än 1,1 m/s under 60-80 % av tiden	Åtgärder krävs för att området ska bli lämpligt för långvarigt stillasittande
Orange	Vindhastigheten lägre än 1,1 m/s under 40-60% av tiden	Ej lämpligt för långvarigt stillasittande
Röd	Vindhastigheten lägre än 1,1 m/s endast under en mindre del av året	Ej lämpligt för långvarigt stillasittande

I Figur 9 ses att medelvindhastigheten är lägre än 1,1 m/s endast under mindre än 40 % av årets alla timmar (d v s mer än 60% av tiden blåser det mer än 1,1 m/s). Banvallen i sin nuvarande utformning är inget effektivt skydd mot vinden för att nå kriteriet för vindkomforten för långvarigt stillasittande (Figur 9a). Ett borttagande av banvallen skulle därför inte ha någon tydlig effekt på vindkomforten avseende områdets förutsättning för långvarigt stillasittande i området. Med andra ord ändras förutsättningar för långvarigt stillasittande inte när banvallen tas bort.



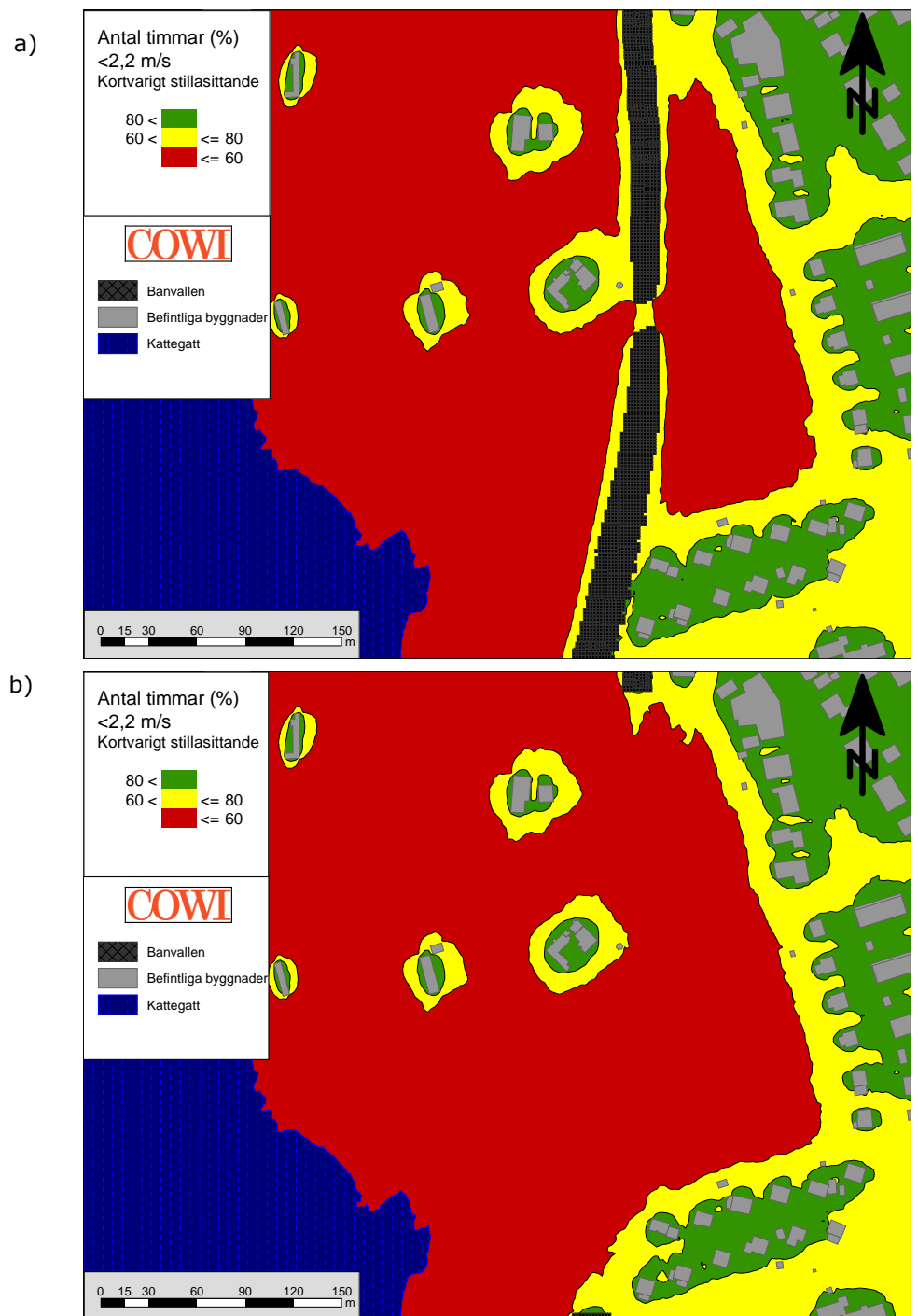
Figur 9. Antal timmar (i %) under ett år där vinden är <math><1,1 \text{ m/s}</math>, a) med befintlig banvall b) utan banvall. Färgerna motsvarar klassifikationen i Tabell 4.

För kortvarigt stillasittande har områden klassificerats enligt Tabell 5, resultatet återfinns i Figur 10.

Tabell 5. Områdets lämplighet avseende aktiviteter som innefattar kortvarigt stillasittande. Gränserna bygger på kriterier enligt Glaumann och Westerberg (1988).

Klassificering av området	Vindexponering	Platsens lämplighet för kortvarigt stillasittande
Grönt	Vindhastigheten är lägre än 2,2 m/s under 80 % av tiden	Mycket bra förutsättningar för kortvarigt stillasittande.
Gult	Vindhastigheter lägre än 2,2 m/s under 60-80% av tiden	Bra förutsättningar för kortvarigt stillasittande, men vissa åtgärder kan behövas.
Rött	Vindhastigheten lägre än 2,2 m/s under 40-60% av tiden	Åtgärder krävs för att området ska bli lämpligt för kortvarigt stillasittande, men lämplig med gång/cykelbana.

I Figur 10 ses att stora delar av området inklusive Kurtinen och området norr om Ringvägen får den "röda klassen" där medelvinden är under 2,2 m/s under ca hälften av tiden (40-60% och därmed bedöms området ha mindre bra förutsättningar för kortvarigt stillasittande). Den befintliga banvallen ger endast skydd i ett smalt längs med vallen, där klassificeringen blir gul. Om banvallen tas bort blir det därmed ingen väsentlig förändring av förhållandena för kortvarigt stillasittande.



Figur 10. Antal timmar (i %) under ett år där vinden är <2,2 m/s, a) med befintlig banvall b) utan banvall.

5 Slutsatser

Följande slutsatser kan dras från vindutredningen:

- > Utredningsområdet med sitt exponerade läge nära havet är vindutsatt, vilket är förväntat. Huruvida denna vindexponering upplevs som störande eller ej är mycket individuellt, beror på aktivitet, men också på platsens geografiska läge. Bedömningen är dock att människor som vistas i områden nära havet har lättare att acceptera blåsiga förhållanden då det tillhör närheten till havet och känns naturligt.
- > Analysen av vindhastigheter och vindriktningar visar att samtliga vindriktningar kan förekomma. Det är sydvästliga, västliga och nordvästliga vindar (vindriktningar mellan 200° och 320°) som dominerar. De högsta vindhastigheterna (> 6m/s) är kopplade till sydliga och västliga vindar, dvs när vinden kommer in från havet.
- > Medelvindhastigheten över hela beräkningsområdet varierar generellt mellan 1-1,5 m/s och 2,5-3 m/s. Medelvindhastigheten är högst närmast stranden och avtar med avstånd från havet. För vindkomforten betyder det att området som helhet är lite blåsigt. Bedömningen är att vindkomforten är bra för vistelse som inkluderar fysiskt aktivitet.
- > Över Kurtinen är medelvindhastigheten 2-2,5 m/s som medelvärdet för hela året, med befintlig banvall. Denna hastighet motsvarar "Svag vind". Bedömningen är att vindkomforten på Kurtinen lämpar sig väl för vistelse som inkluderar fysisk aktivitet och kortvarigt stillasittande.
- > Om banvallen tas bort blir Kurtinen något mer exponerad för vind, främst från västliga och sydliga riktningar. Medelvindhastigheten ökar mellan 0,5 – 1 m/s, men endast i den sydliga delen av Kurtinen. Då området blir något mer vindexponerad ökar vindens kylande effekt, vilket kan upplevas som positivt under varma somardagar, men även mer okomfortabelt vid kyligt väder. Bedömningen är att Kurtinen även utan banvall lämpar sig väl för vistelse som inkluderar fysisk aktivitet och kortvarigt stillasittande, men att området kan uppfattas som något mer vindexponerad, särskild när det blåser från havet.
- > Vid Väktaregången ger banvallen lä vid de två yttersta fastigheter, d v s de som ligger närmast banvallen. För övriga fastigheter har banvallen ingen skyddande effekt. I bostadsområdet är det främst själva bebyggelsen som påverkar vinden och ge lä.
- > Analysen av maximala vindhastigheter visar vindstyrkor för blåsiga och stormiga tillfällen. De beräknade maximala vindhastigheterna avser en medelvindhastighet för en timme, vilket innebär att vindstyrkorna i byarna kan vara

betydligt högre. Vid tillfällen med höga vindhastigheter blåser det oftast från väst, sydväst eller syd, d v s från havet.

- > Vid tillfällen med höga vindhastigheter ger banvallen endast skydd i sitt närmaste område. Om banvallen tas bort är bedömningen därför att den maximala vindhastigheten vid stormiga tillfällen inte kommer att öka över Kurtinen och området norr om Ringvägen. Beräkningar indikerar att den kommer att öka något vid den befintliga bebyggelsen lokaliserad i den syd-östliga delen.
- > Då banvallen går i nord-sydlig riktning förväntas banvallens effekt på Kurtinen vara störst när det blåser västerifrån.
- > Vid västliga vindar kommer vindhastigheten över Kurtinen öka lite (ca 0,5 m/s), vilket blir mest påtaglig i den södra delen av området. Ökningen av vindhastigheten utan banvall gäller både för tillfällen med svaga vindar (2,3 m/s) och måttliga vindar från väst (5,3 m/s). Då vindhastigheten endast ökar lite är bedömningen att borttagande av banvallen inte försämrar förutsättningar för fysiskt aktiv vistelse med idrott och lek.
- > Även vid svaga och måttliga östliga vindar kommer vindhastigheten över Kurtinen öka lite. Ökningen blir mest påtaglig i den södra delen av området. Vid östliga vindar syns banvallens effekt tydligast väster om banvallen.
- > Utredningen visar att banvallen sänker vindhastigheten längs ett smalt band i direkt anslutning till vallen. Hur stor effekten är beror på vindriktningen och vindhastigheten. Då banvallen går i nord-sydlig riktning syns dess effekt tydligast vid västliga och östliga vindar.
- > Banvallens läande effekt i kombination med vallens lutande/branta sidor kan lokalt och nära marken skapa ett mikroklimat som kan avvika från omkringliggande områdets mikroklimatförhållande.

6 Litteratur

Glaumann, Mauritz, och Ulla Westerberg. 1988. *Klimatplanering Vind*. Stockholm: Svensk Byggtjänst.

Haeger-Eugensson, Marie, Stefan Andersson, och Sven Kindell. 2019. *Modellering av luftkvalitet i markplan i tätbebyggda områden - Jämförelse mellan en CFD- och OSM-modell samt två Gaussiska modeller. C124*. ISSN 1400-383X. University of Gothenburg.

Stull, T., 1988: An introduction to Boundary Layer Meteorology. Kluwer Academic Publishers, 670 s

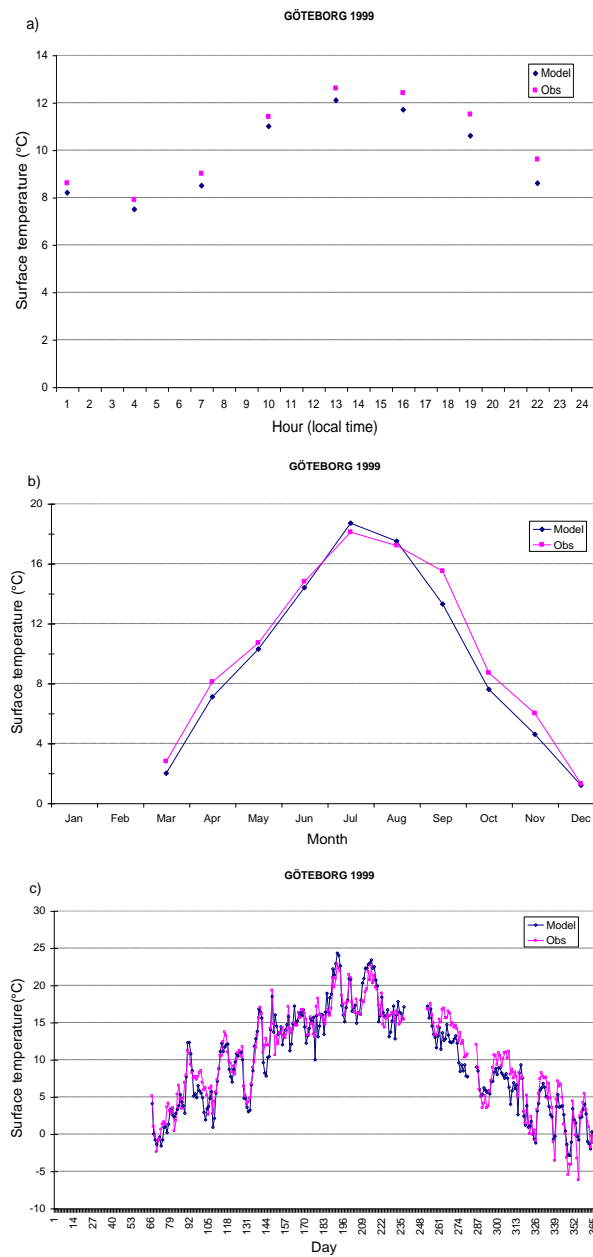
Bilaga A TAPM-modellen

För framtagandet av meteorologi har TAPM (The Air Pollution Model) använts, vilket är en prognostisk modell utvecklad av CSIRO i Australien. TAPM använder indata i form av meteorologi från storskaliga synoptiska väderdata, topografi, markbeskaffenhet indelat i 31 olika klasser (t.ex. is/snö, hav, olika tätortsklasser m.m.), jordart, havstemperatur, markfuktighet m.m. Topografi, jordart och markanvändning finns automatiskt inlagd i modellens databas med en upplösning av ca 1 × 1 km men kan förbättras ytterligare genom utbyte till lokala data. Utifrån den storskaliga synoptiska meteorologin simulerar TAPM den marknära lokalspecifika meteorologin ner till en skala av ca 1 × 1 km utan att behöva använda platspecifika meteorologiska observationer. Modellen kan utifrån detta beräkna ett tredimensionellt vindflöde från marken upp till ca 8 000 m höjd, lokala vindflöden (så som sjö- och landbris), terränginducerade flöden (t.ex. runt berg), om-landsbris samt kallluftflöden mot bakgrund av den storskaliga meteorologin. Även luftens skiktning, temperatur, luftfuktighet, nederbörd m.m. beräknas horisontellt och vertikalt.

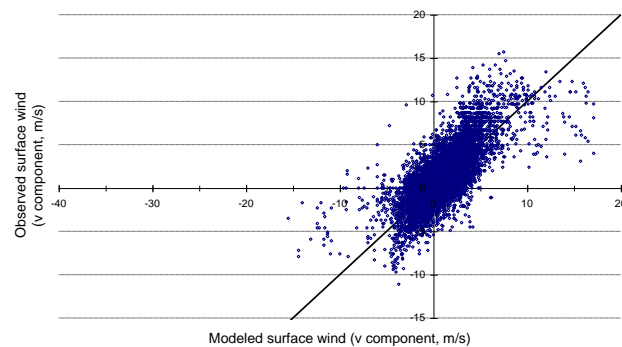
Modellen har validerats i både Australien och USA, och IVL Svenska miljöinstitutet har också genomfört valideringar för svenska förhållanden i södra Sverige (Chen m.fl. 2002). Resultaten visar på mycket god överensstämmelse mellan modellerade och uppmätta värden.

I Chen m.fl. (2002) gjordes även en jämförelse mellan uppmätta (med TAPM) och beräknade parametrar. I Figur A.1 presenteras jämförelsen av temperatur i olika tidsupplösning.

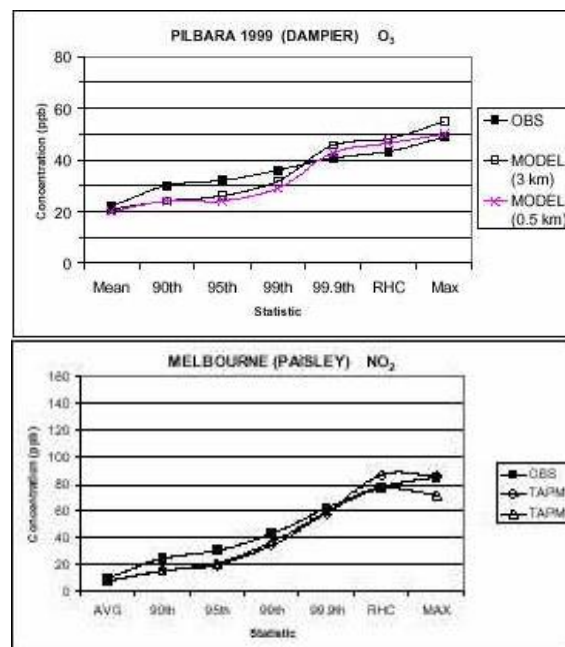
I Figur A.2 presenteras en jämförelse mellan uppmätt och beräknad vindhastighet vid Säve i Göteborg. Jämförelse mellan uppmätta och modellerade ozon- och NO₂-halter har genomförts i Australien (se Figur A.3).



Figur A.1 Uppmätt och modellerad lufttemperatur i Göteborg för 1999: (a) timvariation, (b) säsongsvariation och (c) dygnsvariation.



Figur A.2 Jämförelse mellan beräknad och uppmätt vindhastighet vid Säve 1999.



Figur A.3 Jämförelse mellan uppmätta halter av ozon (O_3) och kvävedioxid (NO_2) i Australien, gridupplösning 3×3 km.

Referenser

Chen m.fl. 2002: *Application of TAPM in Swedish West Coast: validation during 1999–2000*, IVL-rapport L02/51

Pun, B K. Wu S-Y and Seigneur C. 2002: Contribution of Biogenic Emissions to the Formation of Ozone and Particulate Matter in the Eastern United States, *Environ. Sci. Technol.*, 36 (16), 3586–3596, 2002.

Bilaga B Miskam-modellen

Miskam betyder Microscale Climate and Dispersion Model. Miskam-modellen är en av de idag mest sofistikerade modellerna för beräkning av spridning avseende luftföroreningar i mikroskala. Det är en tredimensionell dispersionsmodell som kan beräkna vind- och haltfördelningen med hög upplösning i allt från gaturum och vägvagnsnitt till kvarter eller i delar av städer eller för mindre städer. Det tredimensionella strömningsmönstret runt bl.a. byggnader beräknas genom tredimensionella rörelseekvationer. Modellen tar även hänsyn till horisontell transport (advektion), sedimentation och deposition samt effekten av vegetation och s.k. under-flow dvs. effekten av vindmönster under t.ex. broar/viadukter. Föroreningskällorna kan beskrivas som punkt-, linje- eller ytkällor.

Modellen simulerar ett tredimensionellt vindfält över beräkningsområdet varför t.ex. turbulens runt hus samt s.k. trafikinducerad turbulens och därmed marknära strömningsförhållanden återges på ett realistiskt sätt. Denna typ av modell lämpar sig därmed väl även för beräkningar inom tätbebyggda områden där beräkning av haltnivåer ner i markplan skall utföras.

Miskam är speciellt anpassad för planering i planeringsprocesser av nya vägdragningar eller nybyggnation i urbana områden. Modellen är utvecklad av Institute for Atmospheric Physics vid Johannes Gutenberg-universitetet i Mainz.

Miskam-modellen ingår i ett modellsystem, SoundPLAN där även externbuller kan beräknas. Programmet kan räkna i enlighet med alla större internationella standarder, inklusive nordiska beräkningsmetoder för buller från industri, vägtrafik och tågtrafik. Resultatet kan bestämmas i enskilda punkter eller skrivas ut som färgkartor för större ytor.