



SWEDAVIA AB, HÄRRYDA KOMMUN & FLYGPLATSFÄSTIGHETER I LANDVETTER AB

Vindanalys Program Airport City, Härryda kommun

Göteborg 2011-06-12

SWEDAVIA AB,
HÄRRYDA KOMMUN &
FLYGPLATSFÄSTIGHETER I LANDVETTER AB

Datum 2011-06-12
Uppdragsnummer 61401144131
Utgåva/Status V3

Nils T:son Axberg
Uppdragsledare

Joonas Hokkanen
Handläggare

Granskare

Ramböll Sverige AB
Box 5343, Vädursgatan 6
402 27 Göteborg

Telefon 031-335 33 00
Fax 031-40 39 52
www.ramboll.com

Organisationsnummer 556133-0506

Innehållsförteckning

1.	Sammanfattning	1
2.	Uppdrag	1
3.	Generellt	2
3.1	Förkortningar	2
3.2	Kartsystem	2
3.3	Rullbanor	2
4.	Meteorologiska förhållanden	2
4.1	Vind 1985-1995	2
4.2	Vind 1995-2008	3
4.3	Vind 2008-2010	3
4.4	Vindval	3
5.	Airport City	3
6.	Flygplanrörelser	4
6.1	Flygplan under inflygning.....	4
6.2	Flygplan vid start.....	4
6.3	Vindar och turbulens	4
7.	CFD (Computational Fluid Dynamics)	4
8.	Förutsättningar	5
8.1	Grunddata	5
8.1.1	Nivåkarta	5
8.1.2	Aerodynamisk markfriktion/terrängens råhet	5
9.	Beräkningar	6
9.1	Altn 1: Vindriktning 296° & vindstyrka 10m/s	6
9.1.1	Vindstyrka 10m/s, vindriktning 296°, marknivå	6
9.1.2	Vindstyrka 10m/s, vindriktning 296°, 10m över marken	6
9.1.3	Vindstyrka 10m/s, vindriktning 296°, 50m över marken	7
9.1.4	Vindstyrka 10m/s, vindriktning 296°, turbulens 10m över marken	7
9.1.5	Vindstyrka 10m/s, vindriktning 296°, turbulens 50m över marken	8
9.1.6	Analys	8
9.2	Altn 2: Vindriktning 296° & vindstyrka 15m/s.....	9
9.2.1	Vindstyrka 15m/s, vindriktning 296°, marknivå	9
9.2.2	Vindstyrka 15m/s, vindriktning 296°, 10m över marken	9
9.2.3	Vindstyrka 15m/s, vindriktning 296°, 50m över marken	10
9.2.4	Vindstyrka 15m/s, vindriktning 296°, turbulens 10m över marken	10
9.2.5	Vindstyrka 15m/s, vindriktning 296°, turbulens 50m över marken	11

9.2.6	Analys	11
9.3	Altn 3: Vindriktning 116° & vindstyrka 15m/s	11
9.3.1	Vindstyrka 15 m/s, vindriktning 116°, marknivå	11
9.3.2	Vindstyrka 15 m/s, vindriktning 116°, 10m över marken	12
9.3.3	Vindstyrka 15 m/s, vindriktning 116°, 50m över marken	12
9.3.4	Vindstyrka 15m/s, vindriktning 116°, turbulens 10m över marken	13
9.3.5	Vindstyrka 15m/s, vindriktning 116°, turbulens 50m över marken	13
9.3.6	Analys	13
9.4	Förändrade förhållanden i västra delen av Airport City	14
9.5	Hinderytor	15
10.	Sammanfattande analys.....	16
Bilagor		
1	Karta över analysområde	

1. Sammanfattning

Exploateringen av området för Airport City kommer att innebära ett utökande av öppna ytor, då skog avverkas och byggnader uppförs. Dessa öppna ytor medför ökande vindhastigheter från marken och uppåt. Samtidigt med att öppna ytor skapas, försvinner en del turbulenta områden kring bl a stråkkanter och nya skapas på läsidan av byggnader.

Denna analys är baserad på 3 beräkningar, varav två västliga med riktningen 296° och med vindhastigheterna 10 och 15 m/s och en östlig med riktningen 116° och med vindhastigheten 15 m/s.

Det finns idag, i AIP, en varning om turbulens vid västliga vindar under kort inflygning till bana 03/21 (i rapporten 03L/21R). Del av detta område kommer att bebyggas, vilket innebär att turbulensen kan reduceras.

I rapporten har förutsatts att en del skog i området mellan den västra och östra delen av Airport City bibehålls. Beräkningarna visar att turbulens förekommer i detta område och att skogen därför bör avverkas för att istället åstadkomma öppna ytor. För att öppna upp och minska turbulens bör avverkning omfatta området fram till Rv40.

Den turbulens som finns i det undersökta området, avtar med höjden och har försvunnit helt på 50 m höjd frånsett en del som finns vid den befintliga hangarbyggnaden.

Uppförande av en 3 m hög skärm mellan byggnaderna och bansystemet bedöms att inte komma att ha någon inverkan på vindar eller turbulens.

Den förändring av byggnadernas placering i västra delen av området, m h t till störningsrisken för ILS/GP, innebär att de turbulenta ytorna kommer att flyttas i riktning från bansystem och stråk stråkytan under förutsättning att skogen mot stråket avverkas. Bibehålls skogen kommer turbulens att finnas kvar som idag.

Rapporten visar att Airport Citys påverkan på vind- och turbulensförhållandena ur ett flygsäkerhetsperspektiv, bedöms vara mycket liten. Det bedöms också att det i det fortsatta planarbetet finns förutsättningar att utveckla en balans mellan växtlighet, byggnader och avverkade områden, för att åstadkomma lägre vindhastighet och minskad turbulens.

I de fall dispositionen och höjder förändras, samt allt eftersom området i framtiden utvecklas, bör kontinuerliga bedömningar göras alternativt nya kompletterande simuleringar utföras.

2. Uppdrag

Swedavia AB, Härryda kommun och Flygplatsfastigheter i Landvetter AB planerar utvecklingen av ett område i anslutning till Göteborg Landvetter Airport. Ramböll Sverige AB har fått uppdraget att genomföra en vindanalys avseende planerad byggnations påverkan på vindhastigheter och turbulens. Detta har utförts för att säkerställa att områdets utformning inte ger en negativ påverkan på vind- och turbulensförhållandena ur ett flygsäkerhetsperspektiv.

3. Generellt

3.1 Förkortningar

Följande förkortningar förekommer i nedanstående text:

AIP	Aeronautical Information Publication
CFD	Computational Fluid Dynamics
CNS	Communication, Navigation, Surveillance
GP	Glidepath/glidbanesändare (del av ILS)
ILS	Instrument Landing System
MOC	Minimum Obstacle Clearance/MIN hinderfrihet
MSL	Mean Sea Level/höjd över havet
RWY	Rullbana

3.2 Kartsystem

I rapporten används SWEREF99/WGS84 och RH70. På Göteborg Landvetter Airport förekommer även Göteborg kommuns höjdsystem som ligger +10.08 m över RH70.

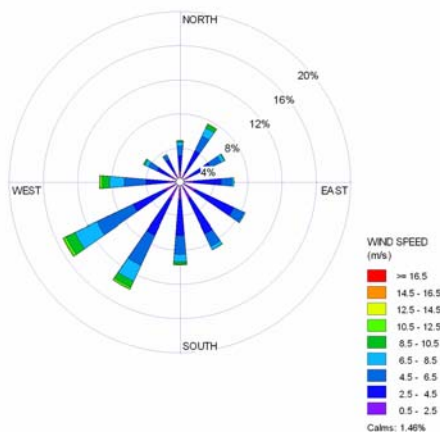
3.3 Rullbanor

I rapporten benämns den befintliga rullbanan som 03L/21R och den planerade framtida rullbanan som 03R/21L.

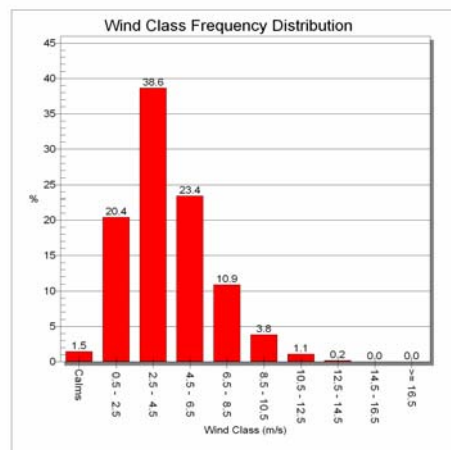
4. Meteorologiska förhållanden

4.1 Vind 1985-1995

Underlaget till vindrosen är observationer var tredje timme vid Göteborg Landvetter Airport under 11 år; 1985-1995. Vinden som anges är 10-minuters medelvind och gäller på 10 meters höjd över mark.



Figur 1. Vindros Göteborg Landvetter Airport 1985 – 1995
Medelvindhastighet 4.37 m/s



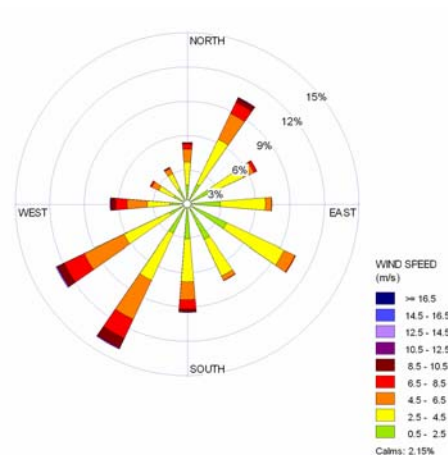
Figur 2. Vindhastighetsfördelning. Göteborg Landvetter Airport 1985 – 1995. Medelvindhastighet 4.37 m/s

4.2 Vind 1995-2008

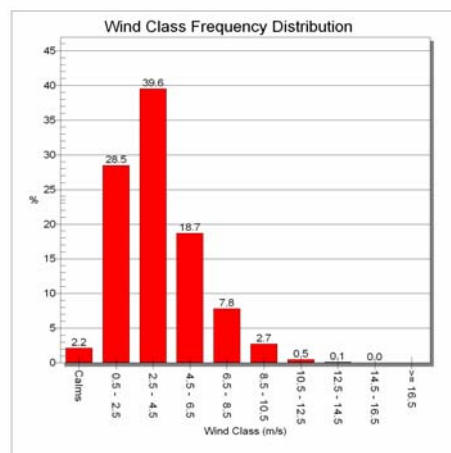
Vindstatistik för Göteborg Landvetter Airport mellan 1995-2008 finns ej registrerad hos SMHI.

4.3 Vind 2008-2010

Underlaget till vindrosen är observationer var tredje timme vid Göteborg Landvetter Airport under 3 år, 2008-2010. Vinden som anges är 10-minuters medelvind och gäller på 10 meters höjd över mark.



Figur 3. Vindros Göteborg Landvetter Airport 2008 – 2010. Medelvindhastighet 3.85 m/s



Figur 4. Vindhastighetsfördelning. Göteborg Landvetter Airport 2008 – 2010. Medelvindhastighet 3.85 m/s

4.4 Vindval

Valet av vindar har skett i samarbete med Swedavia/Göteborg Landvetter Airport. De vindar som valdes för beräkningarna är två västliga med riktningen 296° med vindhastigheterna 10 och 15 m/s och en östlig med riktningen 116° med vindhastigheten 15 m/s. Detta med hänsyn till störst påverkan på bansystemet och registrerade maxvindar i området. Tanken var att skapa ett "worst case scenario" för att finna ett läge för ytterligare beräkningar om det skulle behövas.

5. Airport City

Airport City planeras runt den norra delen av flygplatsen i direkt närhet till Rv 40. Området planeras att bestå av ett antal byggnader placerade i riktning tvärs rullbanan. Se bilaga 1

6. Flygplanrörelser

6.1 Flygplan under inflygning

Ett flygplan under ILS inflygning passerar tröskeln på 15m höjd. Tvärs byggnaderna i Airport City befinner sig flygplanet, beräknat för en 3° glidbana (5,2%), inom höjdsegmentet 0-50m över tröskeln.

6.2 Flygplan vid start

Idag använder många flygoperatörer "reduced climb" vid start. Det innebär att flygplanen, av miljöskäl och kostnadsreducering, inte använder sig av full kraft vid start. Stiggradienten ligger här på ca 5%.

Ett flygplan som efter start råkar ut för ett motorbortfall kan i sämsta teoretiska fall, om inte starten avbryts, befinna sig 10m/35ft över banände med en stiggradient på 2,4%. Det innebär att flygplanet tvärs Airport City kan befinna sig inom höjdsegmentet 0-25m.

6.3 Vindar och turbulens

Vindriktningar och -styrka mäts kontinuerligt vid mätstationer längs rullbanan och kommuniceras till piloter vid start och landning. Piloten är därför förberedd på vad som gäller. Flygplanen är certifierad för en maximal sidvind, vilket varierar mellan 20-40kt beroende på flygplantyp.

Turbulens mäts inte utan rapporteras till flygledningen av piloter som upplever den i samband med start och landning. Denna information kommuniceras sedan vidare till andra piloter av flygledningen. Uppkommer den mer frekvent kan information även ges i AIP. Piloten kan här antingen vara oförberedd på vad som inträffar eller vara förberedd baserat på erfarenhet och rapporter. Vid turbulens rekommenderas piloter att öka hastigheten samt eventuellt minska klaff om rullbanans längd tillåter och därigenom utföra en bättre och säkrare flygning.

Analysen grundar sig enbart på mekanisk turbulens, uppkommen av hinder som byggnader, skog etc, och inte på windshear, termisk uppvärmning eller andra meteorologiska förhållanden.

7. CFD (Computational Fluid Dynamics)

Denna analys är baserad på 3 beräkningar, varav två västliga med riktningen 296° och med vindhastigheterna 10 och 15 m/s och en östlig med riktningen 116° och med vindhastigheten 15 m/s. Vindriktningarna, 116° och 296° d v s tvärs rullbanan och vindhastigheterna 10 och 15 m/s, kan anses som de mest kritiska vindförhållandena för byggnaderna i relation till rullbanan. Vindar påverkas av förändringar i markens råhet och hinder, vilket innebär att vindhastigheten är relativt högre över bansystem och stråk än över skogbevuxen terräng och ökar samtidigt med höjden över marken. Motsvarande för turbulens är att den knappast förekommer över öppna ytor, som över bansystem och stråk, men förekommer vid förändringar som vid passage av skog och byggnader. I vindsiktet 50m över marken påverkas vindhastighet och turbulens betydligt mindre av markens råhet.

8. Förutsättningar

8.1 Grunddata

8.1.1 Nivåkarta

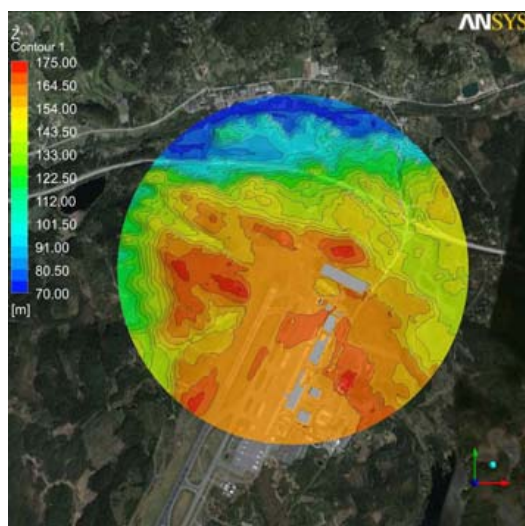


Fig 5. Flygplatsen

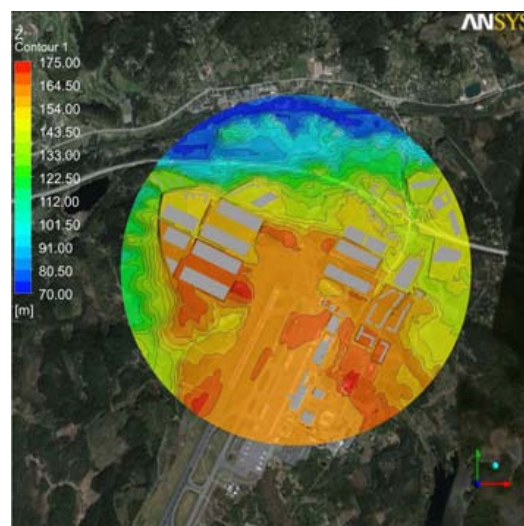


Fig 6. Flygplatsen med Airport City

8.1.2 Aerodynamisk markfriktion/terrängens råhet

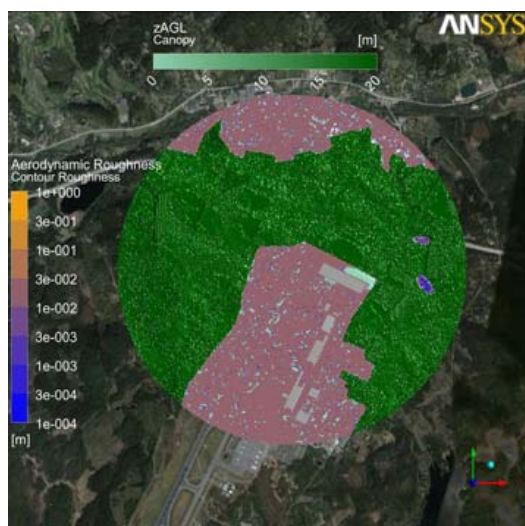


Fig 7. Flygplatsen

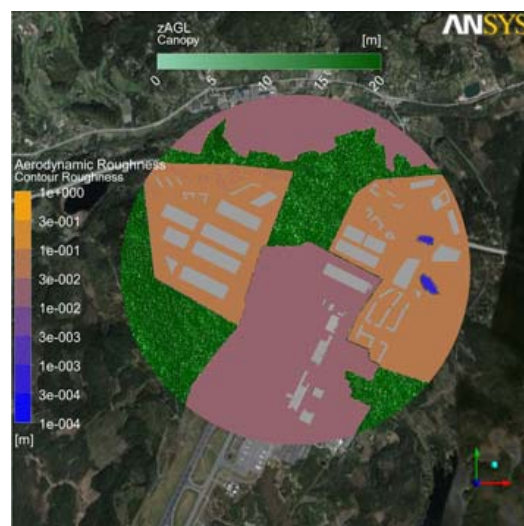


Fig 8. Flygplatsen med Airport City

9. Beräkningar

9.1 Altn 1: Vindriktning 296° & vindstyrka 10m/s

9.1.1 Vindstyrka 10m/s, vindriktning 296°, marknivå

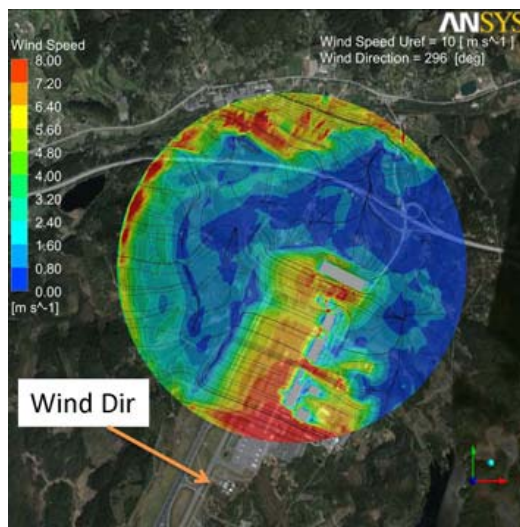


Fig 9. Flygplatsen

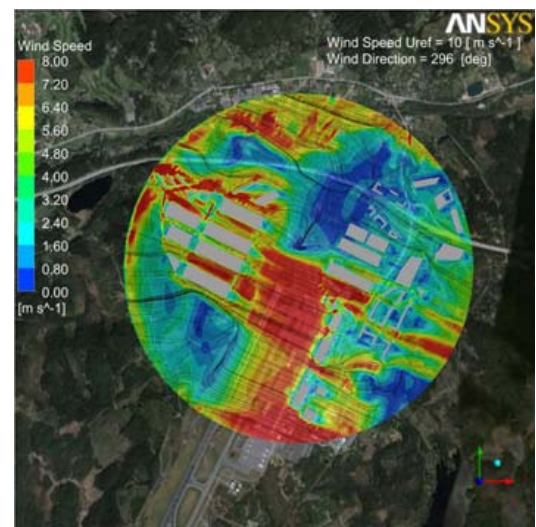


Fig 10. Flygplatsen med Airport City

9.1.2 Vindstyrka 10m/s, vindriktning 296°, 10m över marken

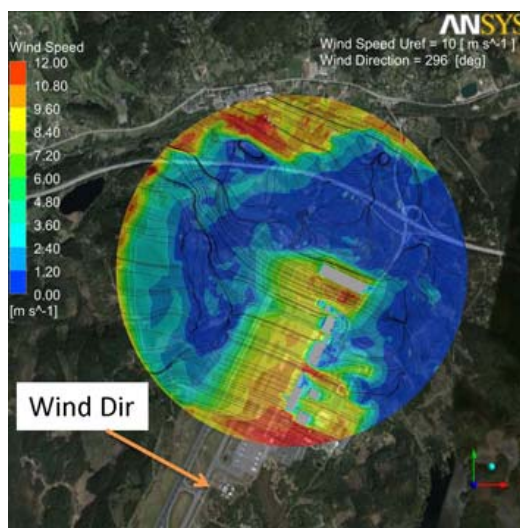


Fig 11. Flygplatsen

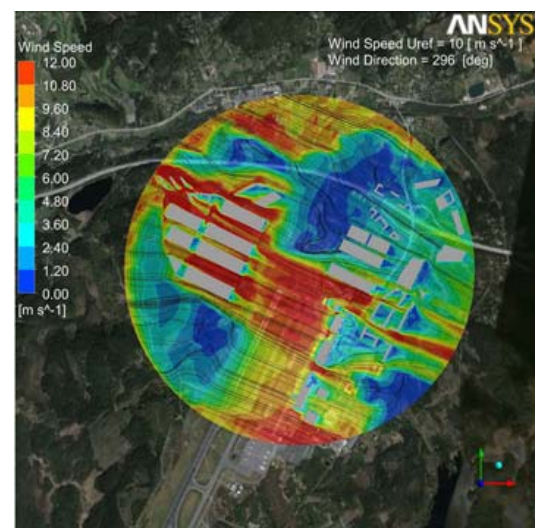


Fig 12. Flygplatsen med Airport City

9.1.3 Vindstyrka 10m/s, vindriktning 296°, 50m över marken

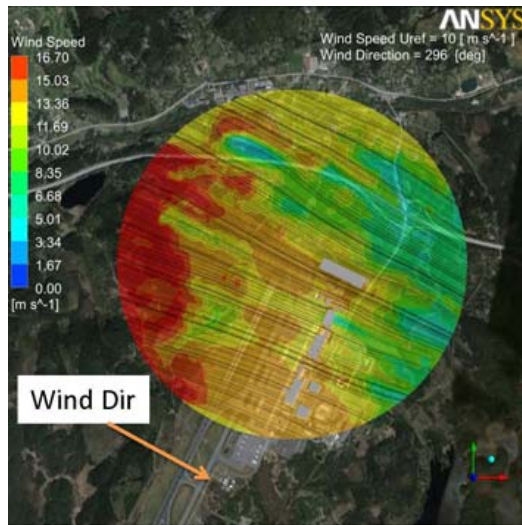


Fig 13. Flygplatsen

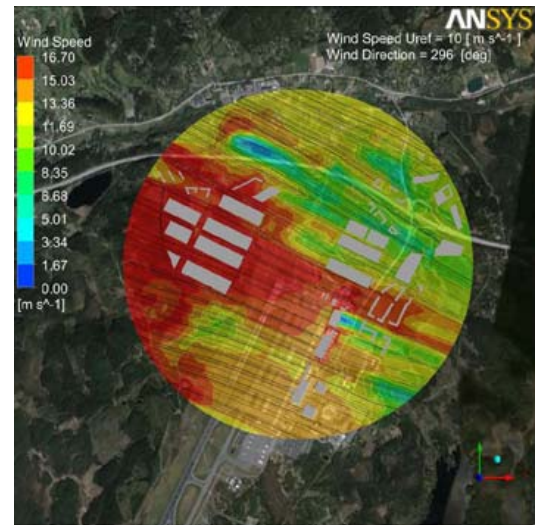


Fig 14. Flygplatsen med Airport City

9.1.4 Vindstyrka 10m/s, vindriktning 296°, turbulens 10m över marken

High Turbulence due to forest

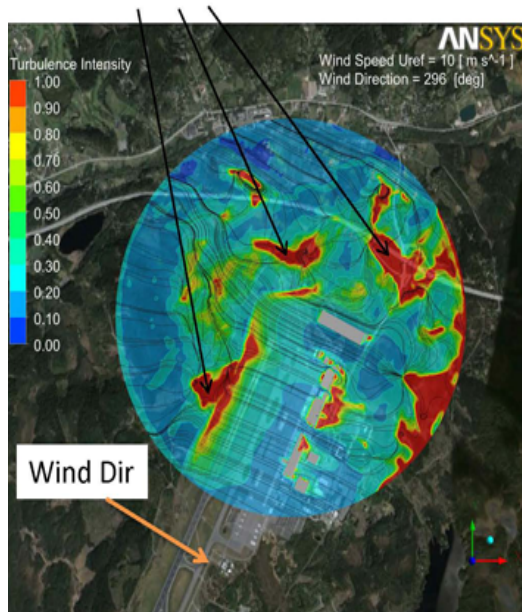


Fig 15. Flygplatsen

High turbulence due to buildings

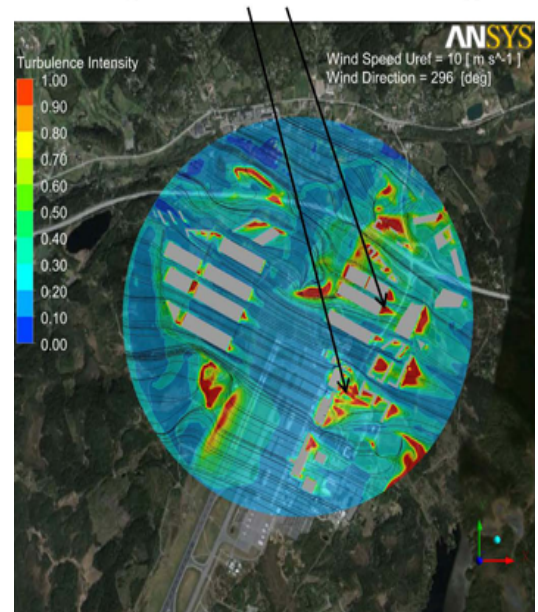


Fig 16. Flygplatsen med Airport City

9.1.5 Vindstyrka 10m/s, vindriktning 296°, turbulens 50m över marken

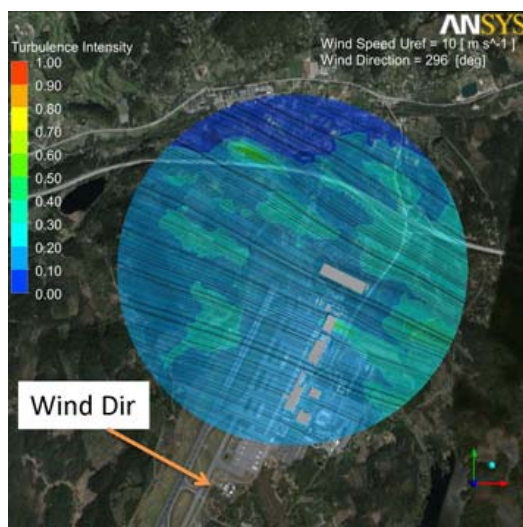


Fig 17. Flygplatsen

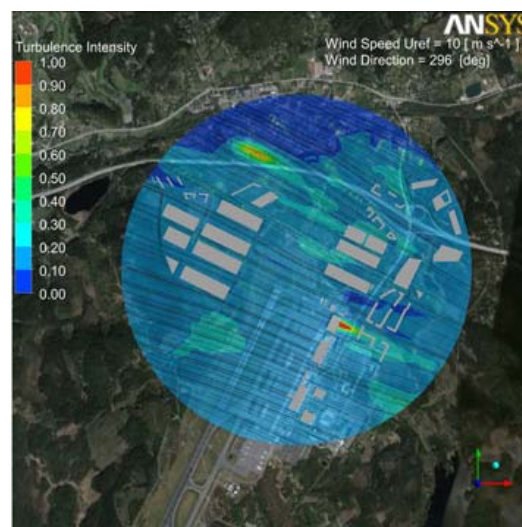


Fig 18. Flygplatsen med Airport City

9.1.6 Analys

Fig 9-10 visar att i samband med exploateringen av området för Airport City, skog avverkas och byggnader uppförs, så kommer de öppna ytorna att öka. Detta medför att vindhastigheten ökar vid marken med 4 m/s till ca 8 m/s. Vinden ökar vidare med höjden och på 50 m höjd över marken nås ca 17 m/s (Fig 11-14). Dessa ökningarna i vindhastigheter kan anses som normala. Fig 10 visar också att vindhastigheten även ökar väster om byggnaderna vilket troligtvis beror på att byggnaderna ligger högre än terrängen åt väster och ger upphov till öppnare ytor.

Turbulensen, enligt fig 15-16, kommer vid exploateringen att försvinna då skogen avverkas längs berörd del av stråkkanten. Nya turbulenta områden uppstår i läområdena i byggnadernas förlängning mot bana 03L/21R och 03R/21L. Dessa turbulenta områden vid byggnaderna bedöms att inte komma att påverka flygtrafiken. Ett område med turbulens kvarstår dock, mellan västra och östra delen av Airport City, över den något högre skogsbeklädda terrängen mot Rv 40. Denna turbulens bedöms komma att försvinna om skogen avverkas, i samband med utvecklingen av Airport City alternativt redan idag, och öppna ytor uppstår. Beräkningen visar att det uppstår en del turbulens över området för bana 03R/21L idag, som nästan helt försvinner efter uppförandet av byggnaderna. Detta försvinnande uppstår då de nya byggnaderna stör vindarna i området och själva genererar turbulens. Över den planerade banan kommer det att råda samma förhållanden som för dagens befintliga bana. Turbulens kommer att uppstå längs stråkkanten vid övergång mellan skog och öppen yta.

Turbulensen avtar med höjden och har försvunnit helt på 50 m höjd fränsett en del som kvarstår vid den befintliga hangarbyggnaden (Fig 17-18).

De planerade 3 m höga och täta staketerna mellan byggnaderna mot bansystemet, bedöms inte att komma att nämnvärt påverka vindar och turbulens.

9.2 Altn 2: Vindriktning 296° & vindstyrka 15m/s

9.2.1 Vindstyrka 15m/s, vindriktning 296°, marknivå

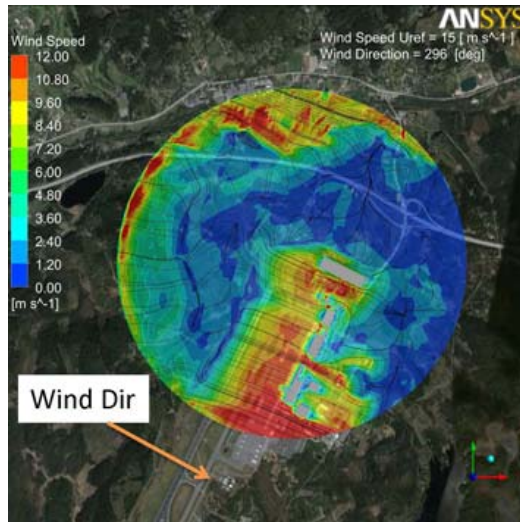


Fig 19. Flygplatsen

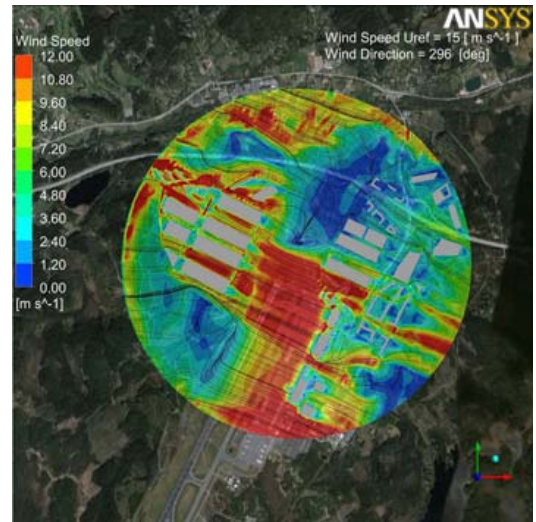


Fig 20. Flygplatsen med Airport City

9.2.2 Vindstyrka 15m/s, vindriktning 296°, 10m över marken

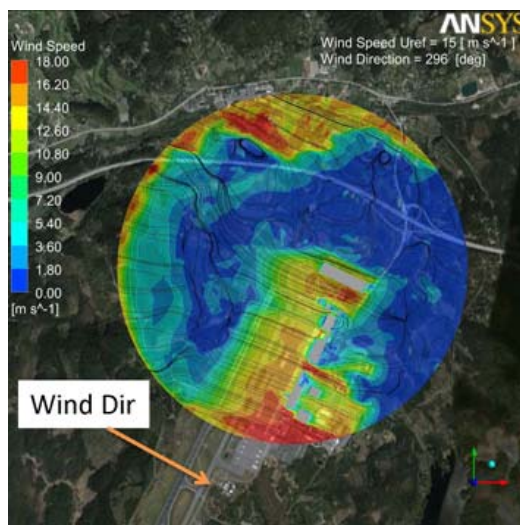


Fig 21. Flygplatsen

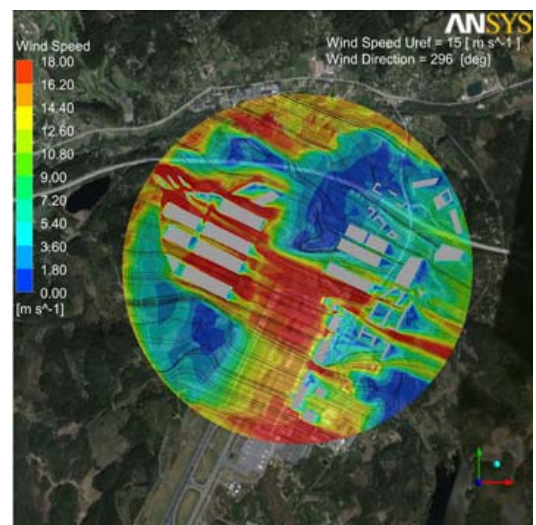


Fig 22. Flygplatsen med Airport City

9.2.3 Vindstyrka 15m/s, vindriktning 296°, 50m över marken

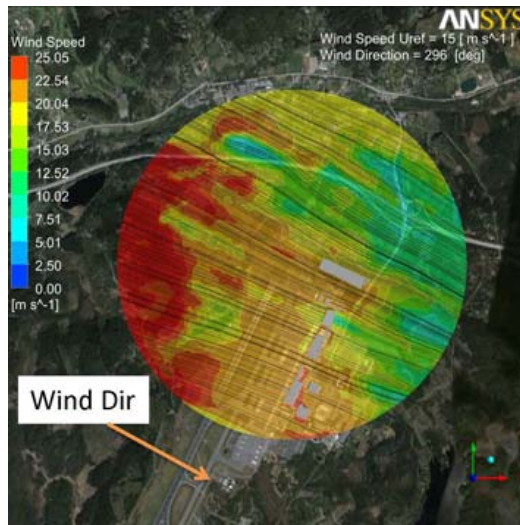


Fig 23. Flygplatsen

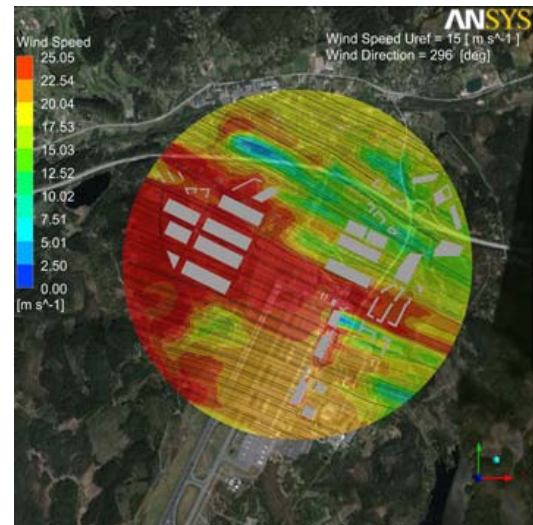


Fig 24. Flygplatsen med Airport City

9.2.4 Vindstyrka 15m/s, vindriktning 296°, turbulens 10m över marken

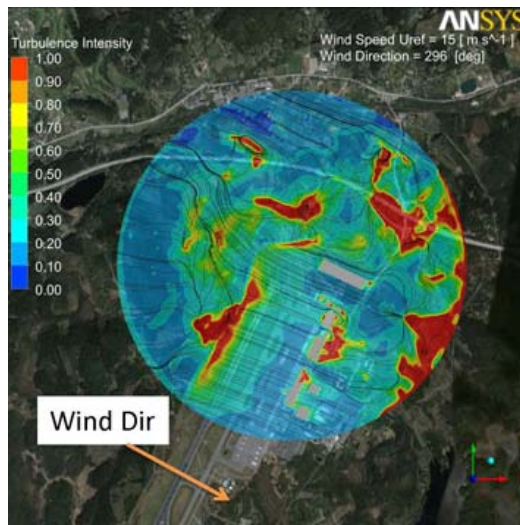


Fig 25. Flygplatsen

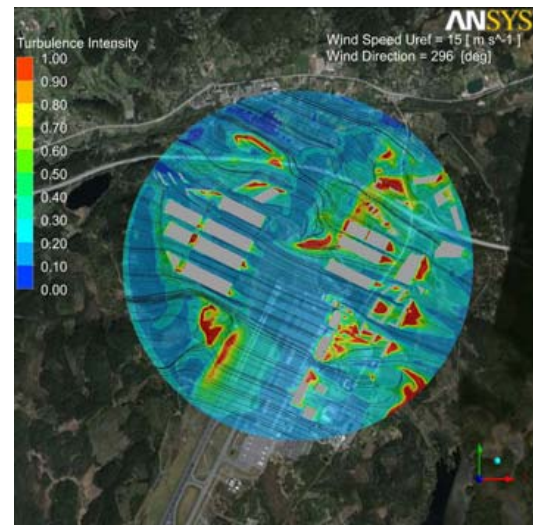


Fig 26. Flygplatsen med Airport City

9.2.5 Vindstyrka 15m/s, vindriktning 296°, turbulens 50m över marken

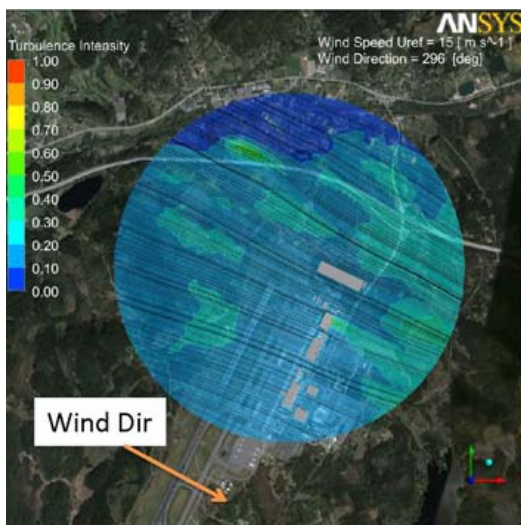


Fig 27. Flygplatsen

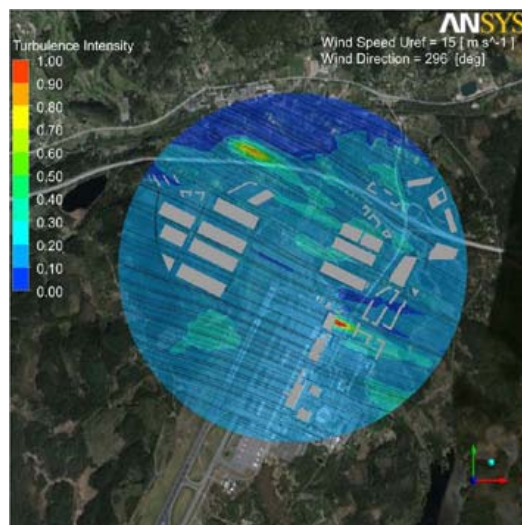


Fig 28. Flygplatsen med Airport City

9.2.6 Analys

Vindarna ökar något i förhållande till det som beskrivs för 10 m/s (fig 19-24) men bedöms inte påverka flygtrafiken negativt.

Även turbulensen ökar något (fig 25-28), men bedöms att inte utgöra någon fara för flygtrafiken.

9.3 Altn 3: Vindriktning 116° & vindstyrka 15m/s

9.3.1 Vindstyrka 15 m/s, vindriktning 116°, marknivå

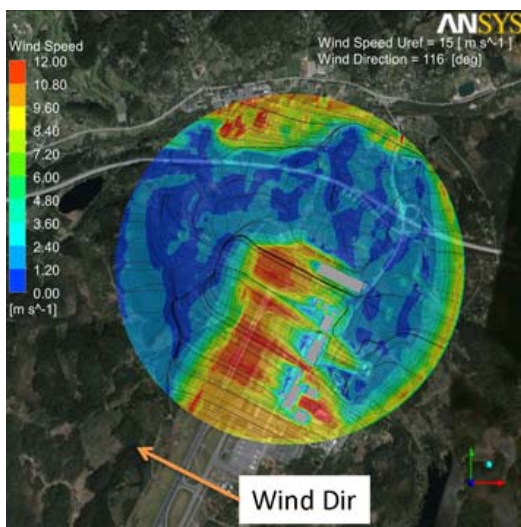


Fig 29. Flygplatsen

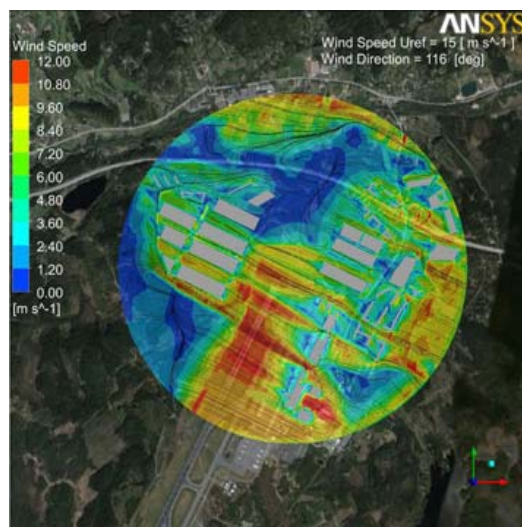


Fig 30. Flygplatsen med Airport City

9.3.2 Vindstyrka 15 m/s, vindriktning 116°, 10m over marken

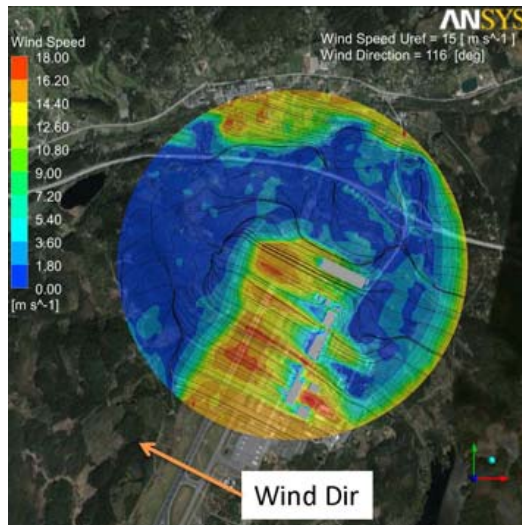


Fig 31. Flygplatsen

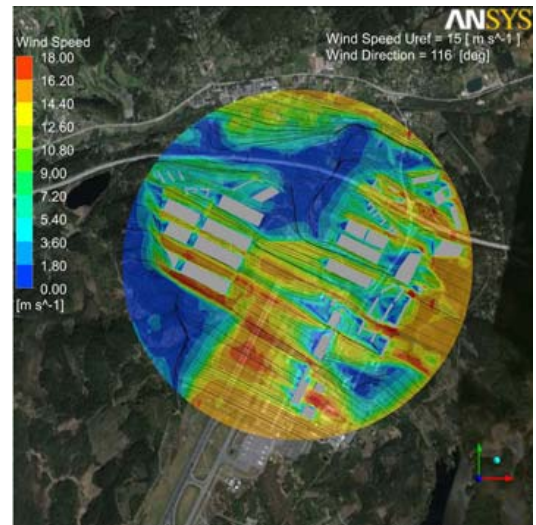


Fig 32. Flygplatsen med Airport City

9.3.3 Vindstyrka 15 m/s, vindriktning 116°, 50m over marken

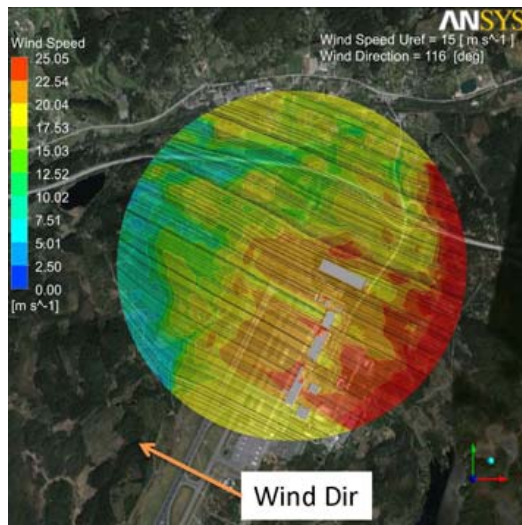


Fig 33. Flygplatsen

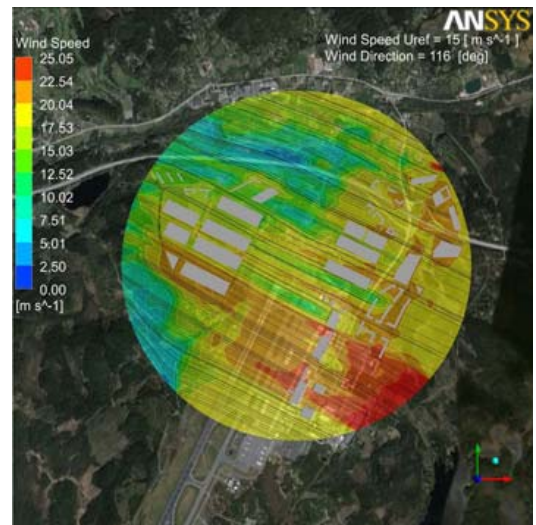


Fig 34. Flygplatsen med Airport City

9.3.4 Vindstyrka 15m/s, vindriktning 116°, turbulens 10m över marken

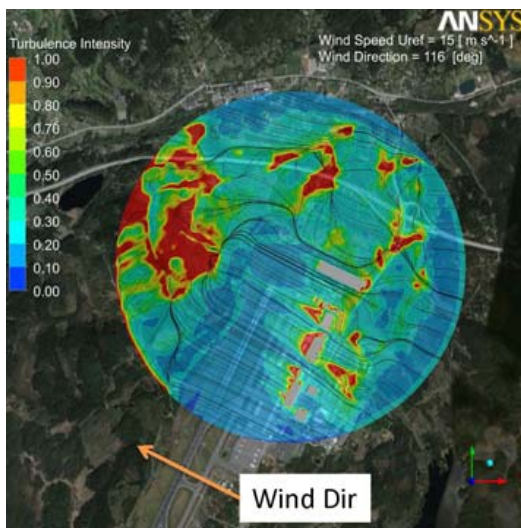


Fig 35. Flygplatsen

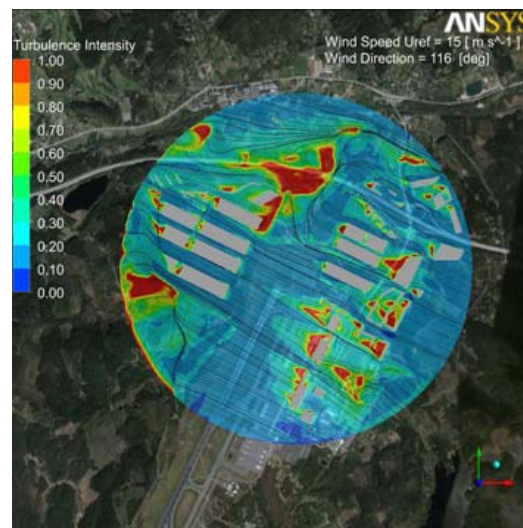


Fig 36. Flygplatsen med Airport City

9.3.5 Vindstyrka 15m/s, vindriktning 116°, turbulens 50m över marken

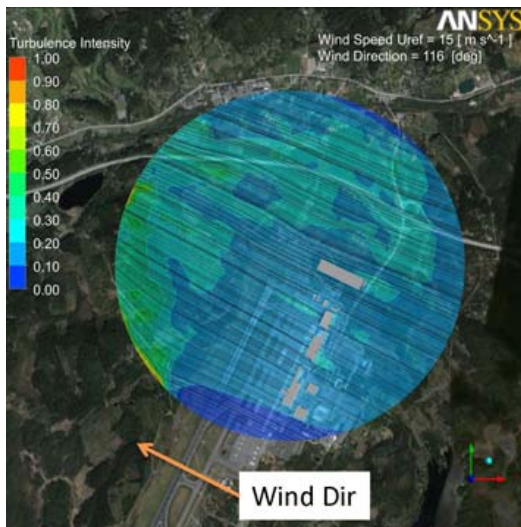


Fig 37. Flygplatsen

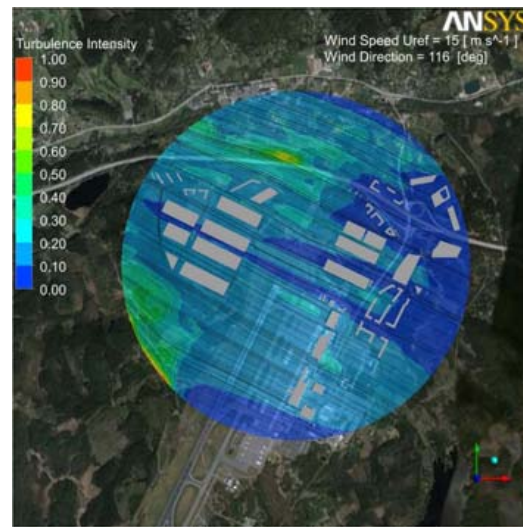


Fig 38. Flygplatsen med Airport City

9.3.6 Analys

Fig 29-30 visar att vinden över den befintliga rullbanan, 03L/21R, är i stort detsamma före som efter utbyggnaden. Fig 30 och 32 visar att vinden ökar öster om de planerade byggnaderna. Detta beror att i förutsättningarna, har detta område kring de planerade byggnaderna och bana 2 avverkats och öppna ytor skapats.

Turbulens orsakad av vindarna är idag störst över skogen i den västra delen av området samt över den högre terrängen mellan 03L/21R och Rv40. Efter utbyggnaden av den västra och östra delen av Airport City bedöms turbulensen (Fig 35-36) över den västra delen att försvinna och turbulensen över den höga terrängen att öka. Om skogen avverkas även på

9.5 Hinderytor

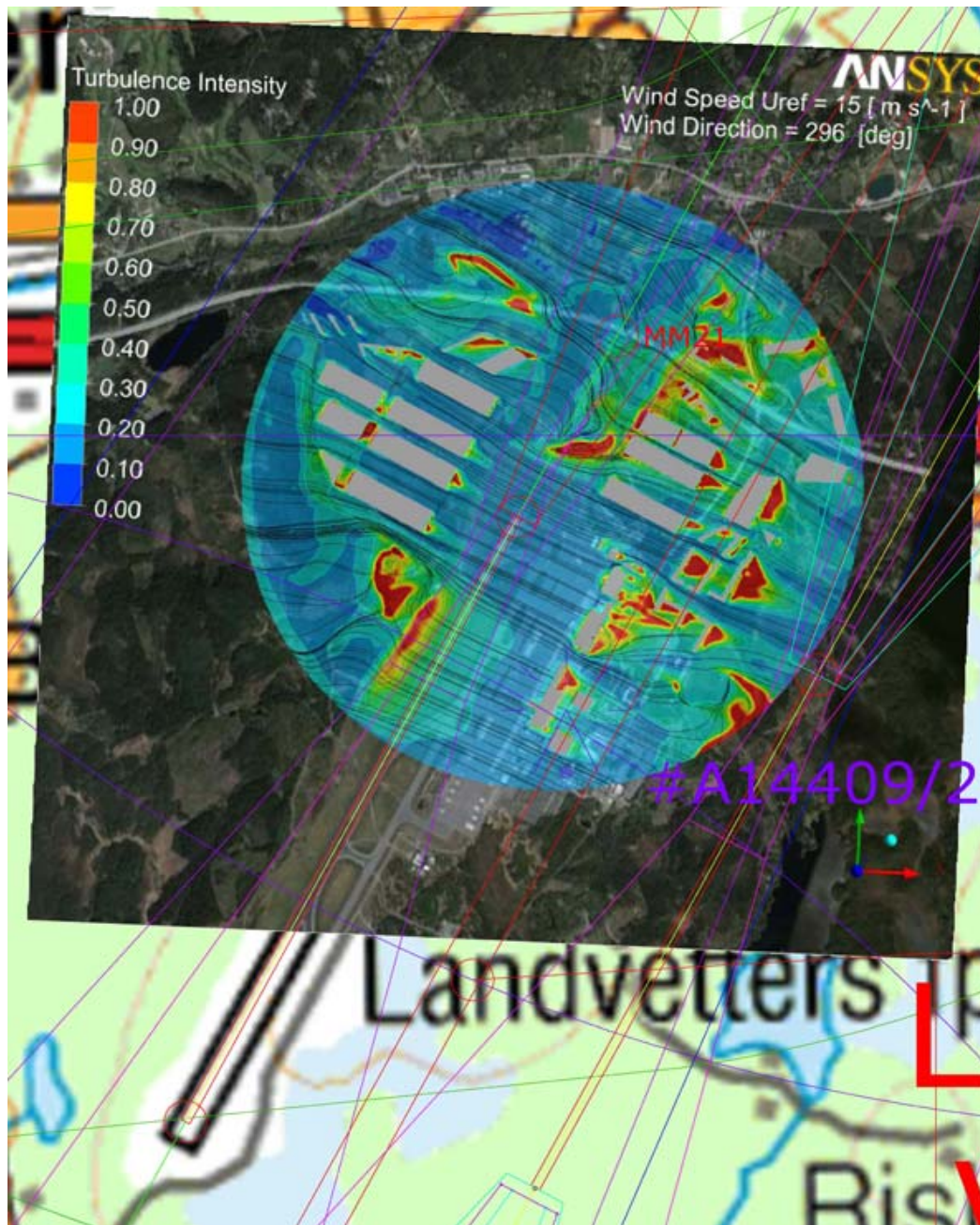


Fig 40. Hinderytor

Bilden ovan ger information om de hinderytor som förekommer i området och som är viktiga att ta hänsyn till ur ett flygsäkerhetsperspektiv.

10. Sammanfattande analys

Varje delberäkning har analyserats ovan

Exploateringen av området för Airport City kommer att innebära ett utökande av öppna ytor, då skog avverkas och byggnader uppförs. Dessa öppna ytor medför ökande vindhastigheter från marken och uppåt. Samtidigt med att öppna ytor skapas, försvinner en del turbulenta områden kring bl a sträckkanter och nya skapas på läsidan av byggnader.

Denna analys är baserad på 3 beräkningar, varav två västliga med riktningen 296° och med vindhastigheterna 10 och 15 m/s och en östlig med riktningen 116° och med vindhastigheten 15 m/s.

Det finns idag, i AIP, en varning om turbulens vid västliga vindar under kort inflygning till bana 03/21 (i rapporten 03L/21R). Del av detta område kommer att bebyggas, vilket innebär att turbulensen kan reduceras.

I rapporten har förutsatts att en del skog i området mellan den västra och östra delen av Airport City bibehålls. Beräkningarna visar att turbulens förekommer i detta område och att skogen därför bör avverkas för att istället åstadkomma öppna ytor. För att öppna upp och minska turbulens bör avverkning omfatta området fram till Rv40.

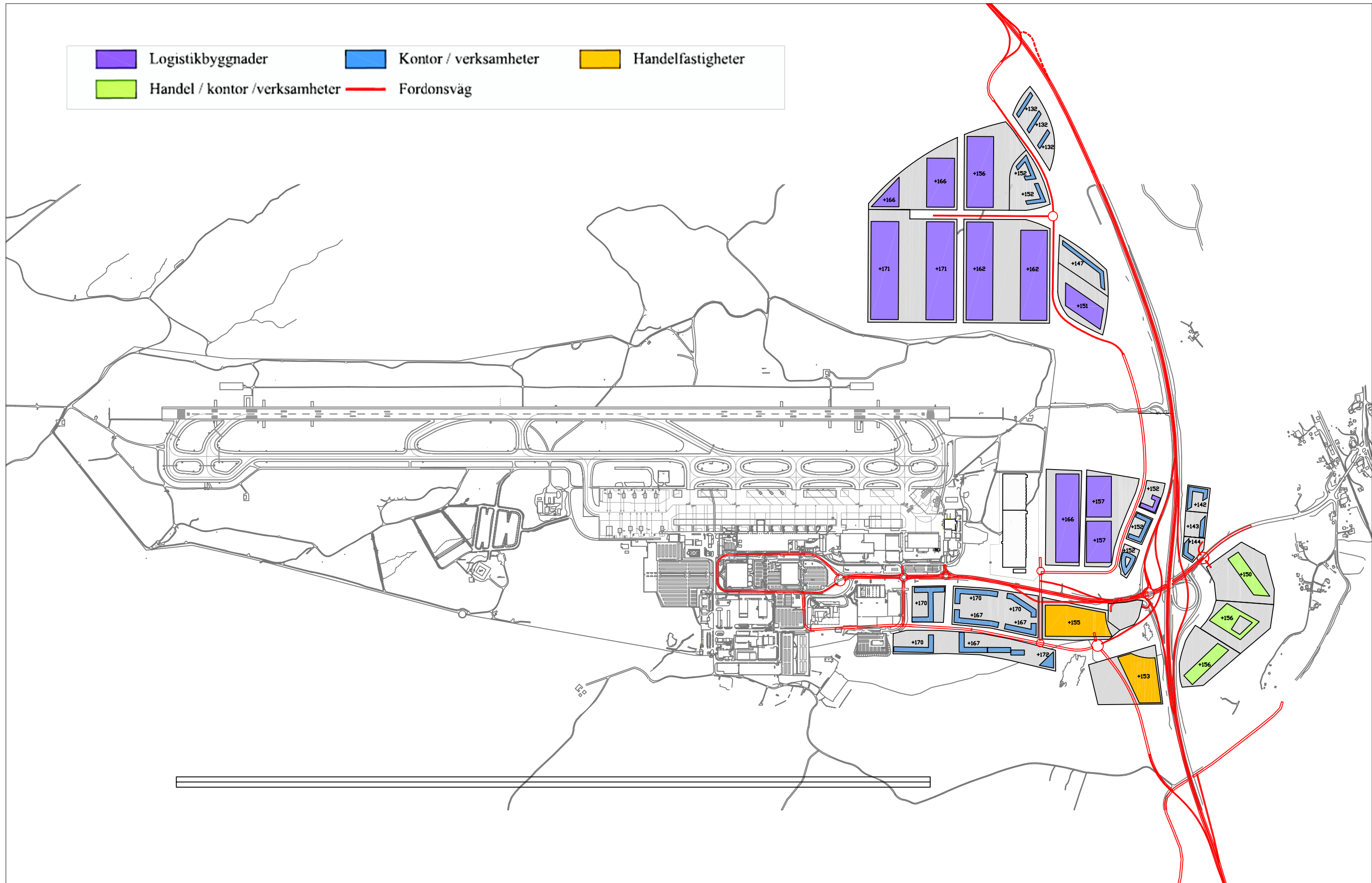
Den turbulens som finns i det undersökta området, avtar med höjden och har försvunnit helt på 50 m höjd frånsett en del som finns vid den befintliga hangarbyggnaden.

Uppförande av en 3 m hög skärm mellan byggnaderna och bansystemet bedöms att inte komma att ha någon inverkan på vindar eller turbulens.

Den förändring av byggnadernas placering i västra delen av området, m h t till störningsrisken för ILS/GP, innebär att de turbulenta ytorna kommer att flyttas i riktning från bansystem och stråk stråkytan under förutsättning att skogen mot stråket avverkas. Bibehålls skogen kommer turbulens att finnas kvar som idag.

Rapporten visar att Airport Citys påverkan på vind- och turbulensförhållandena ur ett flygsäkerhetsperspektiv, bedöms vara mycket liten. Det bedöms också att det i det fortsatta planarbetet finns förutsättningar att utveckla en balans mellan växtlighet, byggnader och avverkade områden, för att åstadkomma lägre vindhastighet och minskad turbulens.

I de fall dispositionen och höjder förändras, samt allt eftersom området i framtiden utvecklas, bör kontinuerliga bedömningar göras alternativt nya kompletterande simuleringar utföras.



Skala: 1:15000 (A3)