

FLÖDESANALYS

Analys av luftflöden genom ventilation- utlopp
(skorsten)

1 Sammanfattning

För att minimera risken för smittspridning via frånluftfläktars skorstenar har möjligheten att installera en regnhatt ovanför skorstenen undersökts, särskilt vid takmonterade installationer. Då det tidigare saknats exakta data kring hur en sådan åtgärd påverkar ventilationskapaciteten i djurstallar, har en studie genomförts av Victorsson Poultry i samarbete med FSX Dynamics under hösten 2024.

Denna rapport presenterar resultaten från de testsimuleringar som utförts inom ramen för studien. Slutsatserna visar att en regnhatt kan monteras ovanför en traditionell frånluftsfläkt med diffusor, med en marginell reduktion av luftflödet om endast 3,5 %. Dessa resultat indikerar att regnhattar kan implementeras utan att väsentligt påverka stallets ventilationsförmåga, vilket möjliggör en förbättrad biosäkerhet utan att kompromissa med luftcirkulationens effektivitet.

Innehåll

1	Sammanfattning	1
2	Inledning	2
3	Uppdragets omfattning	2
4	Metodik	2
4.1	Jämförande analys av skorstenstyper	2
4.2	Optimering av regnhattens form	3
4.3	Ytterligare optimering av både regnhatt och skorsten	3
5	Avgränsningar	3
5.1	Avgränsningar	3
6	Testutföranden	3
6.1	Geometri	3
6.2	Gränsvillkor för simuleringen	4
6.3	Test nr 1	4
6.4	Test nr 2	6
6.5	Test nr 3, Ytterligare optimering av geometrin	8
7	Tester och Resultat	9
8	Slutsatser	10
8.1	Kvantitativa Resultat	10
8.2	Nästa steg	10
9	Metodologisk Begränsning	10

2 Inledning

Den svenska lantbrukssektorn står inför en växande utmaning i form av sjukdomsutbrott, där fåglar fungerar som vektorer för smittspridning, exempelvis av fågelinfluensa. För att reducera risken för smittöverföring genom ventilationssystem krävs utveckling av specifika skyddslösningar.

Vid undertrycksventilation saknar frånluftsfläktar i nuläget regnhatt, till skillnad från runda tilluftsdon i tak, där sådana är standard. Victorsson Poultry AB (VP), ett ingenjörsbolag specialiserat på tekniska lösningar för fjäderfäanläggningar, inklusive ventilationssystem, har undersökt möjligheten att implementera regnhattar på ventilationsutloppen/skorstenarna som evakuerar luft från anläggningarna. En sådan åtgärd kan potentiellt påverka luftflödet negativt, vilket motiverar en noggrann analys av dess effekt.

Under perioden 2023–2024 har VP i samråd med experter och sakkunniga inom ventilation utrett olika tekniska lösningar för att optimera både skydd och luftflöde. För att kvantifiera effekten av olika regnhattars utformning ur ett flödesperspektiv tilldelades FSX Dynamics (FSXD) uppdraget att genomföra en omfattande analys av olika konfigurationer av ventilationsskorstenar och regnhattar.

3 Uppdragets omfattning

På uppdrag av Victorsson Poultry AB (VP) har FSX Dynamics (FXSD) i Göteborg genomfört flödessimuleringar för att analysera utformningen av ventilationsskorstenar och regnhattar med avseende på deras inverkan på luftflödet. Syftet med studien var att identifiera den optimala designen för regnhattar som minimerar luftmotståndet och därmed reducerar förlusten av ventilationskapacitet.

FSX Dynamics har beräknat graden av flödesreduktion vid installation av regnhattar på ventilationsutloppen samt utarbetat rekommendationer för att minimera strypningen genom designförbättringar. Studien omfattade en analys av standardkomponenter från tillverkare inom ventilationsindustrin, där befintliga regnhattar utvärderades tillsammans med alternativa utformningar. Utöver detta har två teoretiska varianter av regnhattar simulerats för att undersöka deras aerodynamiska fördelar.

4 Metodik

Simuleringarna har genomförts med hjälp av Computational Fluid Dynamics (CFD), specifikt med programvaran Simcenter STAR-CCM+. För att säkerställa en systematisk utvärdering har uppdraget delats in i tre huvudsakliga steg:

4.1 Jämförande analys av skorstenstyper

- En skorsten med diffusor på toppen jämfördes med en rak skorsten utrustad med en traditionell regnhatt.

4.2 Optimering av regnhattens form

- Designparametrar analyserades för att minska luftmotståndet och förbättra luftflödeseffektiviteten.

4.3 Ytterligare optimering av både regnhatt och skorsten

- Kombinationen av skorstensutformning och regnhatt optimerades för att uppnå den mest aerodynamiska lösningen.

Resultaten av simuleringarna och de optimerade designförslagen beskrivs i detalj i den följande analysen.

5 Avgränsningar

5.1 Avgränsningar

För att säkerställa relevans gentemot etablerade industristandarder har studien begränsats till två varianter av skorstenar för utsugsfläktarnas utblås. Dessa val grundas på nuvarande praxis inom branschen.

Vidare har en standardiserad "regnhatt", som i dagsläget används på inluftsdon, inkluderats i testningen för att fungera som en jämförelsemodell. Utöver denna har två alternativa regnhattsutformningar, framtagna med målet att förbättra aerodynamiken och reducera luftmotståndet utvärderats.

Denna avgränsning möjliggör en fokuserad analys av hur olika regnhattar påverkar luftflödet i ventilationssystemet och bidrar till praktiskt användbara rekommendationer för branschen.

6 Testutföranden

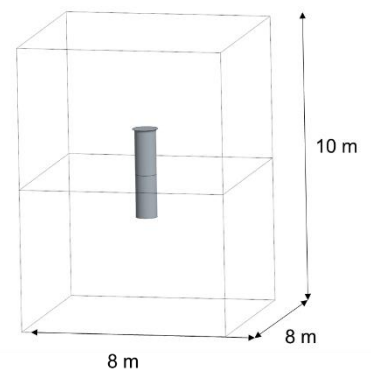
6.1 Geometri

För att säkerställa en realistisk representation av ventilationsförhållandena har skorstenen konstruerats enligt specificerade mått och placerats inom en simuleringsdomän med dimensionerna **8 × 8 × 10 m**. Taket är lokaliserat i mitten av denna domän i vertikal riktning, vilket möjliggör en analys av luftflödets interaktion med både takytan och omgivande luftvolym.

Vid simuleringen har utgångspunkten varit en **frånluftsfläktrumma**, där den befintliga diffusorn har ersatts med en **rak skorsten**, eftersom nuvarande regnhattar är designade för denna skorstenskonfiguration. På denna raka skorsten har en standardregnhatt monterats.

Luftflödena genom denna konfiguration har därefter jämförts med alternativa utformningar av regnhattar för att utvärdera deras påverkan på ventilationskapaciteten.

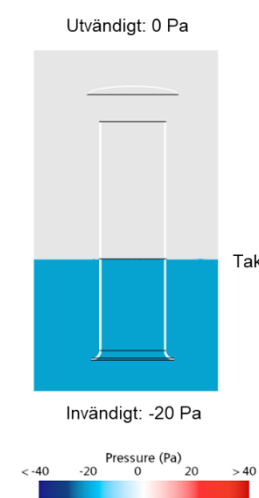
Denna metodik möjliggör en systematisk och kvantitativ analys av hur olika skorstens- och regnhattsdesigner påverkar luftflödet, vilket i sin tur bidrar till optimerade lösningar för branschen.



Figur 1. Skorstenens teoretiska geometriska område

6.2 Gränsvillkor för simuleringen

- Trycket inne i byggnaden ställdes in på -20 Pa, medan trycket utanför initialiserades som 0 Pa.
- Luftens densitet: 1,18415 kg/m³
- Dynamisk viskositet: 1,85508E-5 Pa-s
- Fläktgränssnitt med inmatning av 'fläktkurva' användes.
- Statiskt-till-statiskt tryckfall implementerades längs fläktgränssnittet.
- Skorstenens längd: 3.0 meter
- Regnhattens placering: 35,2 cm ovanför skorstenskanten



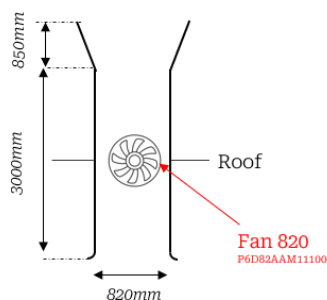
Figur 2. Villkor för tryck

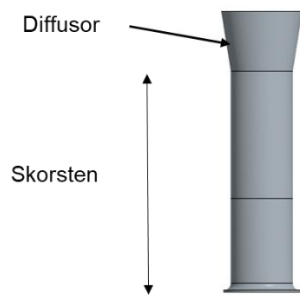
6.3 Test nr 1

De två fallen konstruerades med hjälp av de angivna dimensionerna, där:

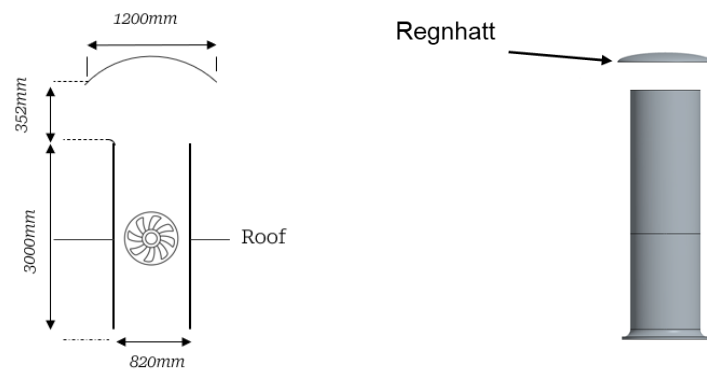
- Fall 1 var en diffusor monterad på skorstenen som innehåller fläkten.
- Fall 2 placerades en regnhatt direkt ovanför skorstenen

Följande fall har undersökts i detta test:



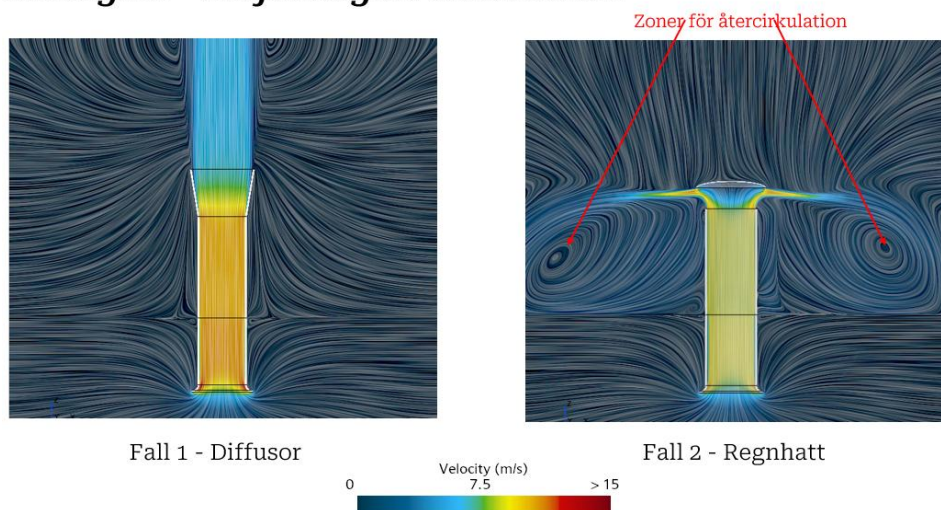


Figur 3. Fall1 Skorsten med Diffusser



Figur 4. Fall2 Rak skorsten med regnhatt

Hastighet - Linjeintegral konvolution

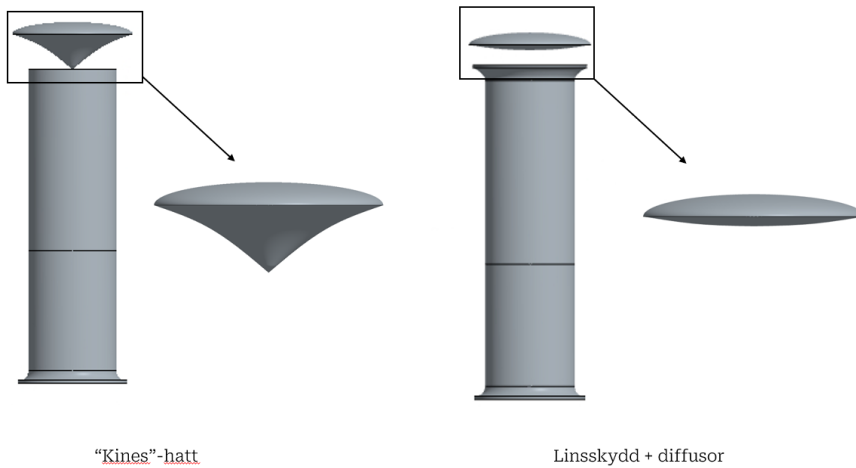


Figur 5. Flödes hastigheter Fall nr 1

6.4 Test nr 2

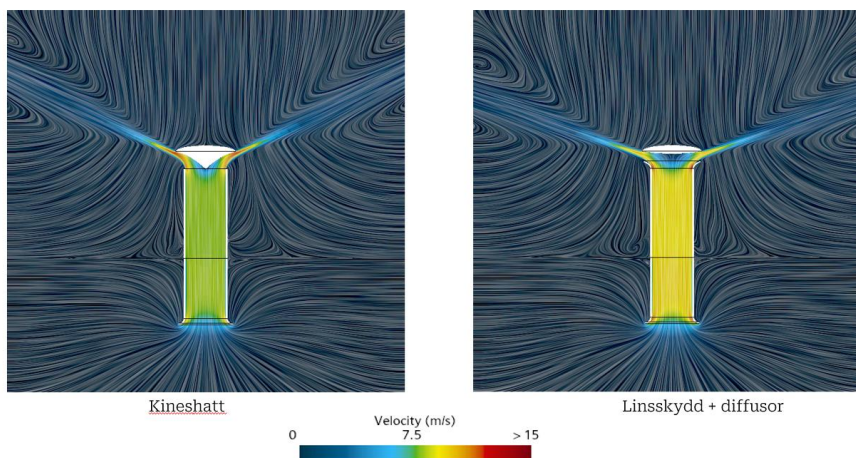
Här ville vi testa teorier om nya effektivare regnhattar ovanför skorstenen.

Dels med en hatt där den under sidan har en "upp-och-nedvänd kines-hatt" (konisk), och dels med en regnhatt som är linsformad.



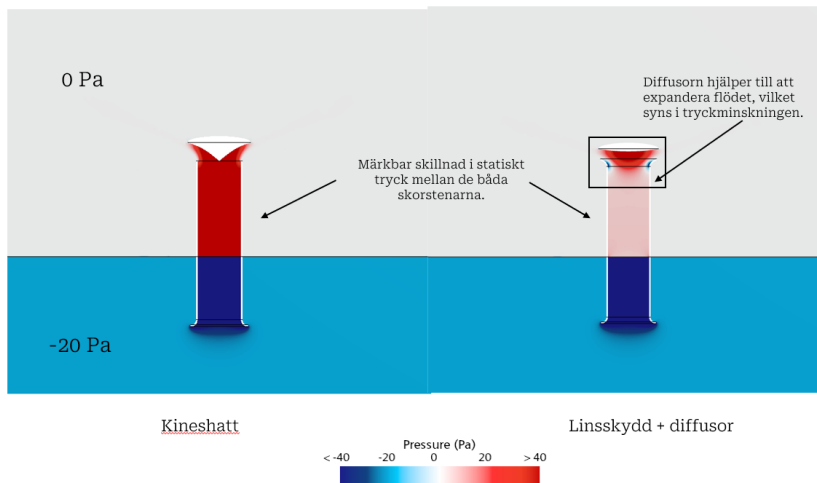
Figur 6. Takhattars utformning i test nr 2

Hastighet - Linjeintegral konvolution



Figur 7. Flödes hastigheter Fall2.

Tryck



Figur 8 Tryck i test 2

Här ser vi hur den koniska regnhatten bromsar upp luftflödet avsevärt varför den regnhatts-typen förkastas för fortsatta tester. Skorstenen med den sk lins-hatten får rejält förbättrade egenskaper med en liten diffusor. Slutsats är att diffusor behövs.

6.5 Test nr 3, Ytterligare optimering av geometrin

Baserat på de tidigare resultaten konstaterar vi att en diffusor måste användas, men hur ska regnhatten se ut? I detta steg av projektet utfördes ytterligare två simuleringar. Diffusor med "standard" form av regnhatt, Diffusor med linsformad regnhatt med diameter (1350 mm)



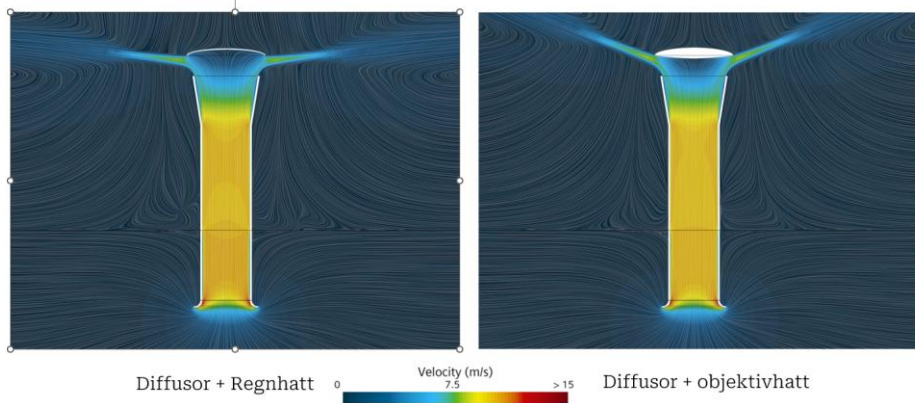
Diffusor + Regnhatt



Diffusor + linshatt

Figur 9. regnhattar test nr 3

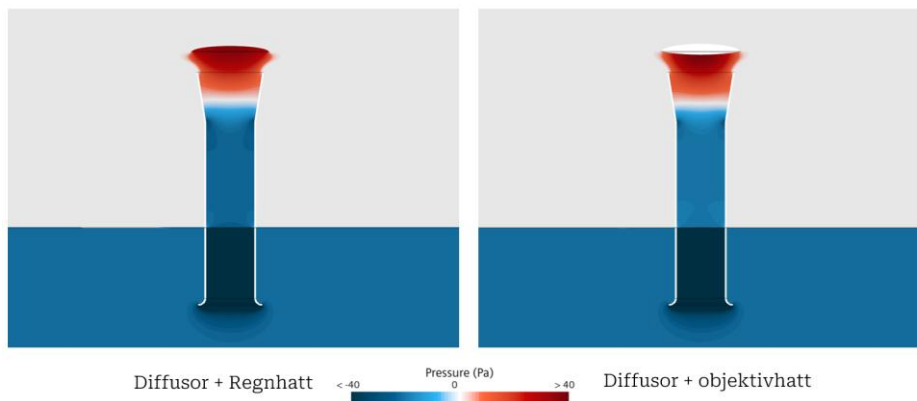
Hastighet - Linjeintegral konvolution



Figur 10. Flödes hastigheter fall 3.

Tryck

Mycket likartade tryckfördelningar i båda fallen

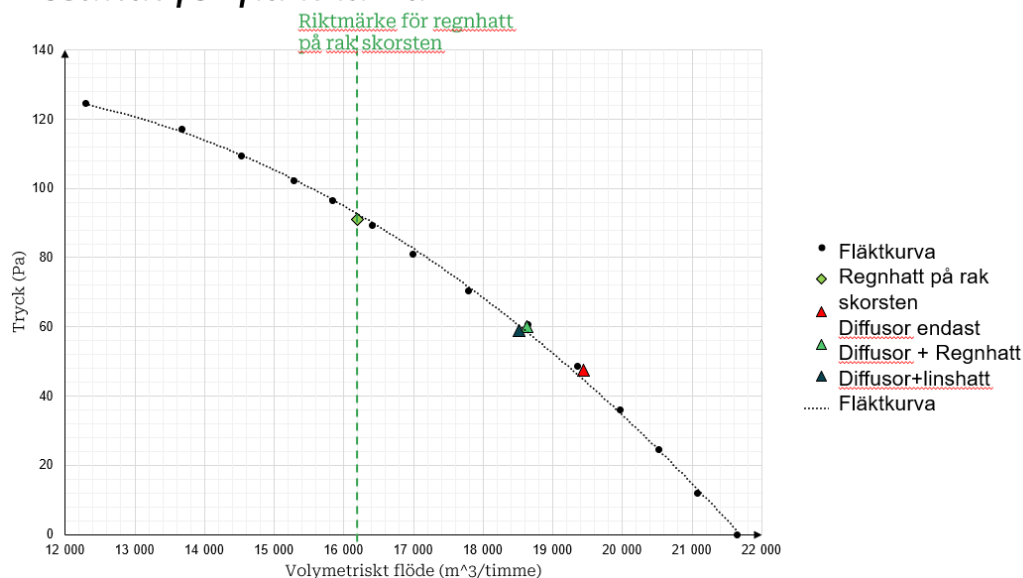


Figur 11. Tryck i skorstenen

7 Tester och Resultat

Det blir ett ganska tydligt resultat när vi sammanfattar samtliga tester i nedan graf:

Resultat för fläktkurva



Figur 12. Graf över de olika testfallen i fläktkurvan

Tabell 1. Jämförelse nyckelvärden av de olika fallen

Parameter	Original regnhatt	Diffusor	Kineshatt	Diffusor + Regnhatt	Diffusor + objektivhatt
Volymflöde (m³/timme)	16 200	19 300	14 940	18 631	18 510
Statiskt tryckfall (Pa)	91	48	105	60	59
Maximal hastighet (m/s)	11.0	12.7	12.1	12.2	12.8
Parameter	Original regnhatt	Diffusor	Kineshatt	Diffusor + Regnhatt	Diffusor + objektivhatt
Volym Flödeshastighet förändring (%)	0%	19%	-8%	15%	14%
Förändring av statiskt tryckfall (%)	0%	-47%	15%	-34%	-35%

8 Slutsatser

I simuleringen utgick vi från en **frånluftsfläkttrumma**, där den befintliga diffusorn ersattes med en **rak skorsten**, på vilken en **regnhatt** monterades. Analysen visade att den befintliga diffusorn, såsom den utformas av dagens fläkttillverkare, är den mest effektiva lösningen. Det framgår tydligt att diffusorns konstruktion avsevärt förbättrar luftflödet genom skorstenen och minskar tryckfallet signifikant.

En av de alternativa designidéerna, en **konkav regnhatt**, visade sig vara ineffektiv och fick därför helt förkastas. Däremot visade en andra alternativ lösning, en **linsformad regnhatt** med en rundad undersida (i kontrast till den traditionella regnhattens konkava undersida), en prestanda som var jämförbar med den konventionella regnhatten. Förvånande nog visade sig dock kombinationen **diffusor + regnhatt** ge de bästa resultaten.

8.1 Kvantitativa Resultat

- En skorsten med enbart en **diffusor** genererade ett volymflöde på **19 300 m³/h**.
- Vid installation av en **regnhatt** på denna skorsten sjönk volymflödet till **18 631 m³/h**, motsvarande en reduktion på **endast 3,5 %**.

Detta resultat indikerar att en regnhatt, i kombination med en diffusor, ger en mycket begränsad negativ påverkan på luftflödet och är således vara en genomförbar lösning för att förbättra biosäkerheten i fjäderfäanläggningar.

8.2 Nästa steg

Victorsson kommer att kontakta ventilationsleverantörer som bolaget arbetar med för att de ska ta fram verifierade stag/fästen och regnhattar som passa för diffusor

9 Metodologisk Begränsning

Det är viktigt att notera att dessa resultat är baserade på simuleringar genomförda i ett avancerat CFD-verktyg (Simcenter STAR-CCM+).



Diffusor + Regnhatt