

Spridning av hästallergen vid Björnö Gård, Norrtälje



Rapportnummer: U6761

Författare: Malva Laurelin, Emelie Johansson och Sofie Petersson

På uppdrag av: Ikano Bostad AB

Granskare: Karin Söderlund

Godkännare: Karin Sjöberg

Sammanfattning

IVL Svenska Miljöinstitutet har på uppdrag av Ikano Bostad AB utfört en utredning avseende spridning av hästallergener från Björnö Gård i Norrtälje kommun. Syftet med utredningen är att undersöka spridningen av hästallergen från hästverksamheten Björnö Gård kopplat till exploateringsmöjligheterna på fastigheten Östhamra 1:15, eftersom området ligger i nära anslutning till hästgården.

Tidigare har avståndet mellan bostäder och stall varit avgörande vid planering av nya områden. De skyddsavstånd som tidigare funnits har varit rekommendationer, varvid dagens bedömningsgrund är att utreda varje enskilt fall i förhållande till lokala förhållanden så som vind, topografi, skyddande barriärer samt vegetation. Det finns idag inte några gränsvärden för mängden pälsdjursallergen i luften, men tidigare studier har visat på att halter under 2 U/m^3 betraktas som en låg nivå, vid vilken man inte borde uppleva några besvär. Denna haltnivå har använts som utgångspunkt i utredningen.

I beräkningen för hur hästallergener sprids till närområdet har emissionsfaktorer baserade på timvis varierande aktiviteter, tillsammans med platsspecifik meteorologi, använts i en avancerad spridningsmodell. Beräkningarna innefattar två scenarion, varav ett baseras på det antal hästar som inhyses i nutid och det andra på maximalt antal hästar som hästverksamheten kan inrymma.

Beräkningsresultaten indikerar låga årsmedelhalter av allergen i det föreslagna exploateringsområdet ($< 2 \text{ U/m}^3$). Inte heller i beräkningspunkterna närmaste byggnation samt skolgård överskrider halterna 2 U/m^3 . Emissionsfaktorer från hästverksamheter är dock generellt osäkra, och kan variera stort mellan olika hästverksamheter. Resultaten får därför ses som en indikation över vilket spann av allergenhalter som kan förväntas. I detta projekt har beräkningarna därför utgått ifrån ett "värsta fall", där de högsta av tillgängliga emissionsfaktorer har använts (se Tabell 2), och de beräknade halterna ligger långt under det rekommenderade värdet. För att kunna verifiera att de beräknade halterna är ett "värsta fall" kan, om så önskas, platsspecifika emissionsfaktorer tas fram med hjälp av mätningar och nya halter beräknas.

Innehåll

Sammanfattning	3
1 Inledning och syfte	5
1.1 Förutsättningar och avgränsningar	5
2 Bakgrund	5
2.1 Hästallergen	5
2.2 Bedömningsgrunder	6
3 Beräkningar	7
3.1 Underlag Björnö Gård	7
3.2 Emissionsfaktorer	8
3.3 Meteorologi	10
3.4 Spridningsberäkning	11
4 Resultat	12
4.1 Nutidsscenario	13
4.2 Framtidsscenario	15
5 Diskussion och slutsats	18
6 Referensförteckning	19
Bilaga 1: TAPM	21
Bilaga 2: ADMS	23

1 Inledning och syfte

KB Björnö Mark avser att bygga bostäder, skola och mindre centrumverksamhet i Björnö, Norrtälje. De planerade fastigheterna kommer ligga i nära anslutning till gården Björnö Gård. IVL Svenska Miljöinstitutet har fått i uppdrag att utreda spridningen av hästallergen från Björnö Gård.

1.1 Förutsättningar och avgränsningar

För att undersöka exploateringsmöjligheterna med avseende på hästallergen utförs spridningsberäkningar med emissionsfaktorer, baserade på timvis varierande aktiviteter vid hästverksamheten, tillsammans med beräknad platsspecifik meteorologi i en avancerad spridningsmodell. Följande förutsättningar och avgränsningar har ansatts för utredningen:

- Emissionsfaktorer (EF) ansattes utifrån IVL:s tidigare mätningar vid andra hästgårdar och erfarenheter vid IVL Svenska Miljöinstitutet. Emissionsfaktorerna är därför ej platsspecifika vilket innebär en ökad osäkerhet i beräkningarna. Dock har valet av emissionsfaktorer varit utifrån ett "värsta fall" scenario.
- Hästgårdens aktiviteter har kartlagts avseende dygns-, vecko- och årsvariationer för antalet hästar som vistas i hage och stall.
- Lokal meteorologi för ett typår (se beskrivning under 3.3 nedan) beräknades för att få en representativ meteorologi för platsen.
- En annan olägenhet än hästallergen som kan förekomma från djurhållning är lukt. I denna utredning har beräkningar och mätningar för lukt exkluderats.

2 Bakgrund

2.1 Hästallergen

Allergen, vanligtvis små proteiner eller glykoproteiner, är inom immunologin benämningen på ett ämne som kroppen kan reagera allergiskt på. De vanligaste symtomen vid allergi mot pälsdjur är kliande och röda ögon, nysningar, nästäppa och rinnande näsa. Allergen från häst är ett mycket potent allergen, som visats sig kunna leda till mycket kraftiga allergiska reaktioner hos individer som är sensibiliserade mot häst. 5–

10 procent av den vuxna befolkningen i Sverige har, i varierande grad, allergibesvär kopplat till hästar och andelen är väsentligt högre bland personer med astma, speciellt bland barn (Folkhälsomyndigheten, 2022).

Hästverksamheter alstrar s.k. hästallergen, som sitter partikulärt bundet på mjäll, hud- och hårflagor från hästar. Hästallergen består av proteiner som finns på hästens kropp och lossnar vid rykning och avföring. Proteinerna är tunga och faller snabbt till marken och transporteras därmed generellt inte långa sträckor i luft. Eftersom allergen oftast utgörs av en enkel polypeptidkedja och är lösliga i vatten (Karolinska Institutet, 2018), försvinner de när det regnar.

2.2 Bedömningsgrunder

Tidigare har avståndet mellan bostäder och stall fått vara avgörande vid planering av nya områden. Men de skyddsavstånd som tidigare funnits har endast varit rekommendationer. Enligt Boverket (2011) är det viktigt att sträva efter att tillgodose både djurhållningens och grannarnas behov. Framför allt är det viktigt att se helheten vid platsen genom att ta hänsyn till var byggnader där hästar vistas, så som stall, paddockar och hagar, är placerade samt i vilken typ av område. På landsbygden och i rena bostadsområden kan stall ofta ligga närmare bostäder än vad som tidigare antagits av Boverket. Det är även viktigt att ta i beaktning att lokala förhållanden såsom vind, topografi, skyddande kullar och vegetation påverkar spridning av hästallergen i stor omfattning. Känsligare miljöer, som förskolor och skolor, kräver också särskild hänsyn.

De tidigare rekommenderade skyddsavstånden mellan djurgård och byggnad, för att ge en större marginal för att skydda människors hälsa, var följande:

- 2004 angav Socialstyrelsen att ett skyddsavstånd på 200 meter kan vara rimligt med hänsyn till olägenheter såsom lukt, flugor, buller, skydd för vattentäkter och allergenspridning.
- År 2016 tog Miljö- och hälsoskyddsnämnden i Region Gotland fram riktlinjer för djurhållning och bebyggelse med ett rekommenderat skyddsavstånd på 75–200 m mellan stall och bebyggelse samt 50–100 m mellan rasthagar och bebyggelse vid medelstor djurhållning med 10–50 djurenheter.
- I rättspraxis har relativt korta avstånd ofta godkänts, under 50 m och ned mot 20 m. Domarna från Mark- och miljööverdomstolen klargör att i lantlig-/jordbruksmiljö får lukt från hästar och gödsel anses som ett naturligt inslag. I motiveringen tar dock dessa domar inte upp risken för hästallergi eller sensibilisering för hästallergen.

Det finns idag inte några gränsvärden för mängden pälsdjursallergen i luften. Hästallergen mäts i U/m³ (units (enheter), hästallergen per kubikmeter) där 1 U är lika med 1 ng protein från häst (Zahradnik och Raulf, 2014). Halter på 2 U/m³ betraktas som en låg nivå, vid vilken man inte borde uppleva några besvär i form av hästallergi (Elfman et al., 2008) och det är den halten som används som bedömningsgrund i denna studie. Vid vilken hästallergenhalt som allergi kan uppkomma är dock väldigt individuellt och det finns allergiker som reagerar med allergisk reaktion vid lägre halter än 2 U/m³.

3 Beräkningar

3.1 Underlag Björnö Gård

För att kunna ansätta emissionsfaktorer behövs underlag för placering av hästverksamhetens byggnader samt dess aktiviteter, i såväl hagar som stall. Figur 1 visar placering av gårdens hagar och stall.



Figur 1. Flygfoto av Björnö Gård med fastighetsgräns markerat i gult, stall i orange och hagmark i rött.

Enligt information från Björnö Gårds ägare huserar idag 4 hästar på gården, men boxutrymme finns för totalt 24 hästar. Stallet används främst under kvällar och nätter medan hagar brukas under dagtid. Däremot varierar verksamheten beroende på säsong och efter samtal med gårdens ägare (Thomas Sköld, personlig kommunikation, 27 juli 2023) erhöles följande information kring variationen av aktiviteter på gården, se Tabell 1.

Tabell 1. Översikt av hästverksamhetens aktiviteter på Björnö Gård som visar vilken period av året, samt tid på dygnet, hästarna vistas i stall respektive hage. Informationen är baserad på samtal med hästgårdens ägare (Thomas Sköld, personlig kommunikation, 27 juli 2023).

Period	Stall	Hage
Sommar (mars-oktober)	21:00-08:00	08:00-21:00
Vinter (november-februari)	18:00-08:00	08:00-18:00

3.2 Emissionsfaktorer

Emissioner av hästallergener representeras av s.k. emissionsfaktorer (EF; mängd allergen/häst), dels för hästar i stall samt dels för hästar i hage, och används för att erhålla en uppskattning av utsläppet från respektive häst (Haeger-Eugensson et al., 2014a). IVL Svenska Miljöinstitutet har i flera tidigare uppdrag utfört mätningar av partiklar och analys av hästallergen och utifrån dessa tagit fram emissionsfaktorer för allergen (U) i form av U per sekund per häst. För att utgå från den säkra sidan har utredningen utgått från ett "värsta fall" scenario, där grundemissionsfaktorer valts ut från de studier där högre halter har uppmätts och beräknats. Grundemissionsfaktorer för hagar (I) och stall (II) har därför tagits från rapporterna:

- I. Elfman, L., Haeger Eugensson, M., & Ferm, M. (2011). Användning av spridningsmodeller för beräkning av luftspridning av hästallergen och lukt från hästanläggningar.
- II. Haeger Eugensson, M. & Elfman, L. (2006). Beräkning av hästallergenhalter runt Åbytravet, Göteborg.

Rapporterna beskriver metodik för mätningen och beräkningen av emissionsfaktorer för hästallergen.

För att beskriva hur utredningens antagna grundemissionsfaktorer står sig mot föregående studier, redovisas dessa i Tabell 2, nedan.

Tabell 2. Grundemissionsfaktorer (EF_0) samt årsmedelvärden i nära anslutning till källan från tidigare allergenutredningar utförda utav IVL Svenska Miljöinstitutet. Grundemissionsfaktorer använda i denna utredning är markerade med rött.

Antal hästar	EF_0 , stall [U/s · häst]	EF_0 , hage [U/m ² · s · häst]	Årsmedelvärde [U/m ³] (m från källa)
200	2,44 · 10 ⁻⁵	8,80 · 10 ⁻⁹	35 (100 m)
22	-	2,23 · 10 ⁻³	1 (50 m)
200	1,32 · 10 ⁻⁶	4,20 · 10 ⁻⁷	1-2 (50 m)
45	4,64 · 10 ⁻⁷	1,29 · 10 ⁻⁷	2.5 (100 m)
2	3,59 · 10 ⁻⁷	3,17 · 10 ⁻⁵	0.02 (60 m)
2	1,25 · 10 ⁻⁷	4,64 · 10 ⁻⁷	0.03 (50 m)

Emission av hästallergen påverkas inte bara av antal hästar, utan även av meteorologiska förhållanden (Haeger-Eugensson et al., 2014b). Därför har de timvisa emissionsfaktorerna ($EF_{tim/häst}$), vilka baseras på grundemissionsfaktorerna (EF_0^{Stall} , EF_0^{Hage}) för hästallergen, anpassats för förekomst av nederbörd ($R_{Nederbörd}$; Ekv. 1).

$$EF_{tim/häst} = EF_0^{Stall/Hage} \times R_{Nederbörd} \quad (\text{Ekvation 1})$$

Tidigare mätningar har visat att hästallergenhalten är mycket lägre vid nederbörd, vilket beror på att det då sker en urvättning, en s.k. deposition, eftersom hästallergen bunden på partiklar är vattenlösliga (Elfman et al., 2008). En annan studie visade att under en period med regn uppmättes halterna till 18 procent av halterna från en vanlig, torr dag (Haeger-Eugensson et al., 2014b). Därav har de timvisa emissionsfaktorerna för hästallergen justerats med $R_{Nederbörd}$ till ett värde av 0.18 för de timmar då regn förekom under det beräknade typåret.

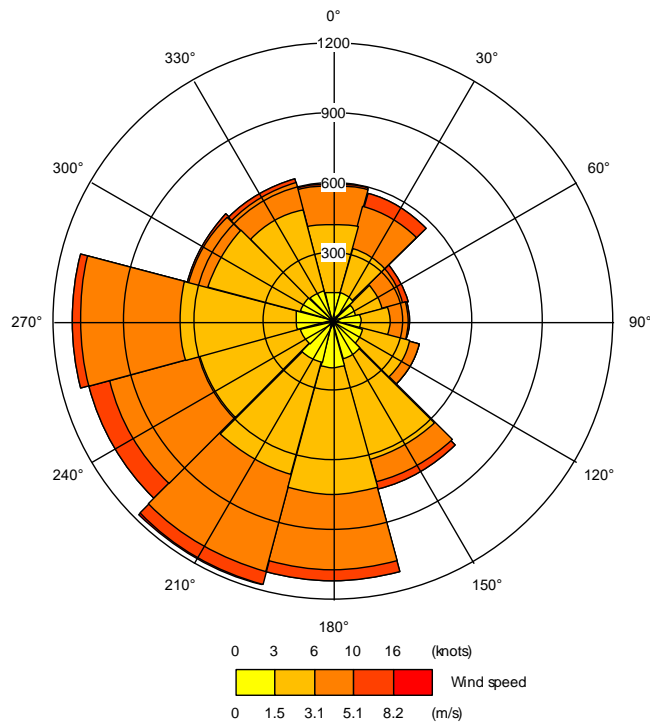
Andra faktorer som kan påverka emissioner av hästallergen, men som inte har inkluderats in denna studie, är:

- Årstidsvariation av emissioner
- Allergen från tomma hagar
- Transporter från stall till hage
- Naturliga gångarter, t.ex. galopp i hage
- Olika slags lektioner i hage, paddock eller ridbana
- Cykliska variationer så som hästens kön, ålder, brunstperiod m.m.
- Om hästarna är täckta vintertid
- Olika hästraser

3.3 Meteorologi

För att kunna genomföra en bedömning av den generella belastningen av allergen för närområdet, beräknades hästallergen för ett så kallat typår (ett representativt meteorologiskt medelår för området). Meteorologiskt typår baseras på en objektiv väderklassificering (Lambs väderklasser) dygn för dygn, beräknat för åren 1948–2014, enligt metodik utvecklad av Chen (2000). Ett typår är därmed en sammansättning av månader från olika år som tillsammans bildar ett representativt år avseende typiska spridningsförutsättningar för en specifik plats.

Den meteorologiska modellen TAPM (mer information i Bilaga 1) användes för att beräkna den lokala meteorologin såsom vindfält, nederbörd m.m. med hänsyn till topografi, markanvändning, havstemperatur samt luftens stabilitet mot bakgrund av den storskaliga meteorologin (Hurley, 2008). En av de största meteorologiska faktorerna som påverkar spridning är vindriktning och vindhastighet. I Figur 2 ses en vindros för området under ett typår, där den dominerande vindriktningen under året är mellan väst och syd.



Figur 2. Vindros för Björnö Gård, Norrtälje. Den dominerade vindriktningen under ett typår är mellan väst och syd.

3.4 Spridningsberäkning

För beräkning av hur hästallergen sprider sig till närområdet har emissionsfaktorer och meteorologi använts i spridningsmodellen ADMS (se Bilaga 2). ADMS är en avancerad modell som kan simulera ett tredimensionellt vindflöde och används för simulering av emissioner från både punktkällor och s.k. areakällor (i detta fall hagen) samt spridning med korta tidsförlopp.

Beräkningarna har utförts i grid över det planerade området på en höjd av 1,5 m. Utsläppspunkter har placerats vid stallet, som en linjekälla, samt vid hagarna som areakällor. Specifika beräkningspunkter, även de på en höjd av 1,5 m, har placerats vid den närmast gården belägna byggnaden samt på skolgården i den planerade byggnationen, se placering i Figur 3. Dessa punkter ligger på ett avstånd av 180 m och 375 m, respektive, från närmaste hagmark.



Figur 3. Karta över spridningsberäkningens domän, med Björnö Gård i brunt (till vänster i bild), samt del av Östhamra 1:15 i orange (till höger i bild). Två specifika beräkningpunkter, en vid den närmast gården belägna byggnaden samt en på skolgården, syns markerade med blåa prickar.

4 Resultat

Utifrån emissioner, meteorologi och aktiviteter på hästgården beräknades halter av hästallergen för ett generellt kalenderår. Som tidigare nämnts betraktas halter på 2 U/m^3 som en nivå vid vilken man inte borde uppleva några besvär med hästallergi.

För att bedöma halten vid ett "värsta fall" har 99,9-percentilen för ett år beräknats. 99,9-percentilen motsvarar 0,1 % av årets timmar d.v.s. cirka 9 timmar/år då halterna är som högst. Dessa beräkningar antas representera Extremsituationer, d.v.s. tillfällen med mycket dålig omblandning av luft i kombination med höga emissioner av allergen.

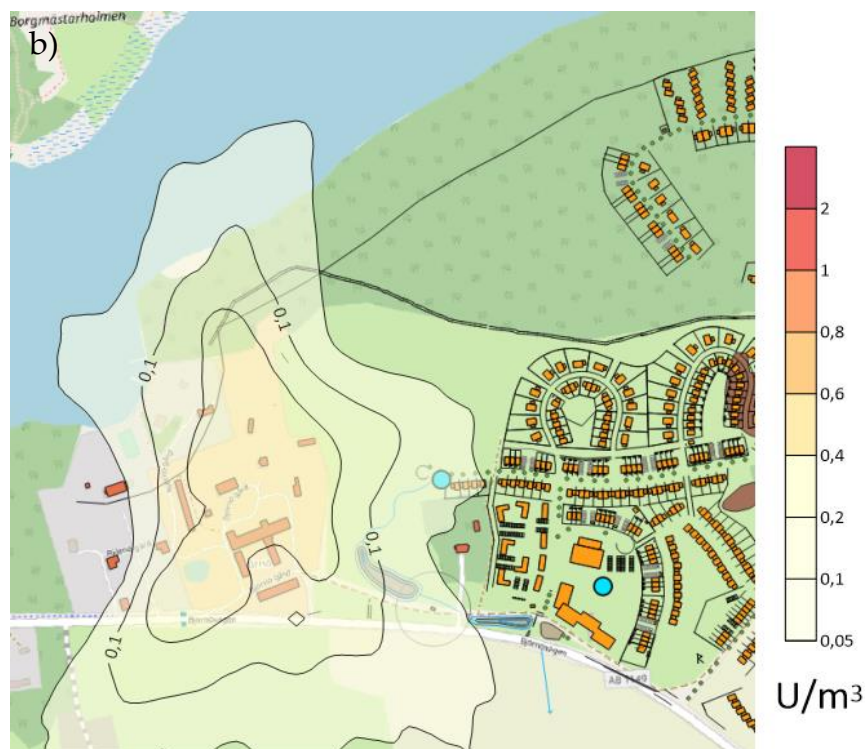
Resultatet från spridningsberäkningarna visar att årsmedelhalterna av allergen ligger under 2 U/m^3 . Även analysen av timmedelvärdena indikerar att värdet inte överskrids vid de specifika beräkningpunkterna. De högsta allergenhalterna som förekom uppmättes under eftermiddagar och kvällar på torra dagar, främst under

höst och vår vid direkt västlig vindriktning. Resultaten beskrivs och diskuteras närmare i följande stycken.

4.1 Nutidsscenario

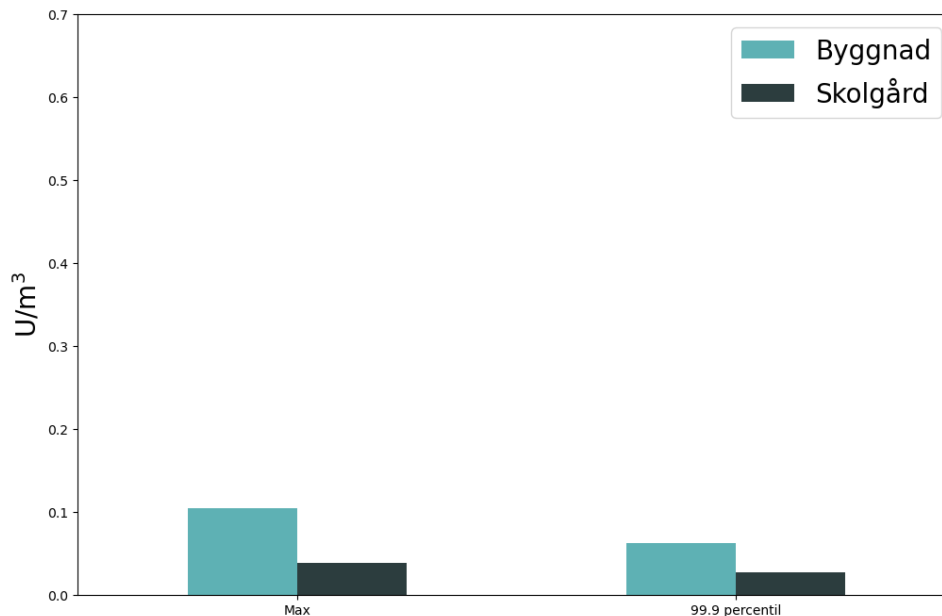
Det första scenariot beskriver nuläget på gården, där 4 hästar inackorderas. I Figur 4a ses att årsmedelvärdet av hästallergener aldrig passerar $0,01 \text{ U/m}^3$ på gårdens område, alltså i nära anslutning till hästarna. Allergenhalterna sjunker ytterligare när avståndet från gården ökar och närområdets halter förblir därmed långt under det rekommenderade värdet på 2 U/m^3 . Inte heller 99,9 percentilen, som visas i Figur 4b, visar på halter som överskrider 2 U/m^3 .





Figur 4. a) Årsmedelhalt, samt b) 99,9 percentil av hästallergener i U/m³ för nutidsscenarioet, med specifika beräkningspunkter markerade med blåa prickar.

Resultaten för de specifika beräkningspunkterna visar att inga överskridanden av 2 U/m³ förekommer, varken vid den närmast belägna byggnaden eller skolgården under årets gång. Beräkningspunkternas högsta halt, samt 99,9 percentil visas i Figur 5. De högsta halterna återfinns främst kvällstid under vår och höst, på torra dagar med en västlig vindriktning.

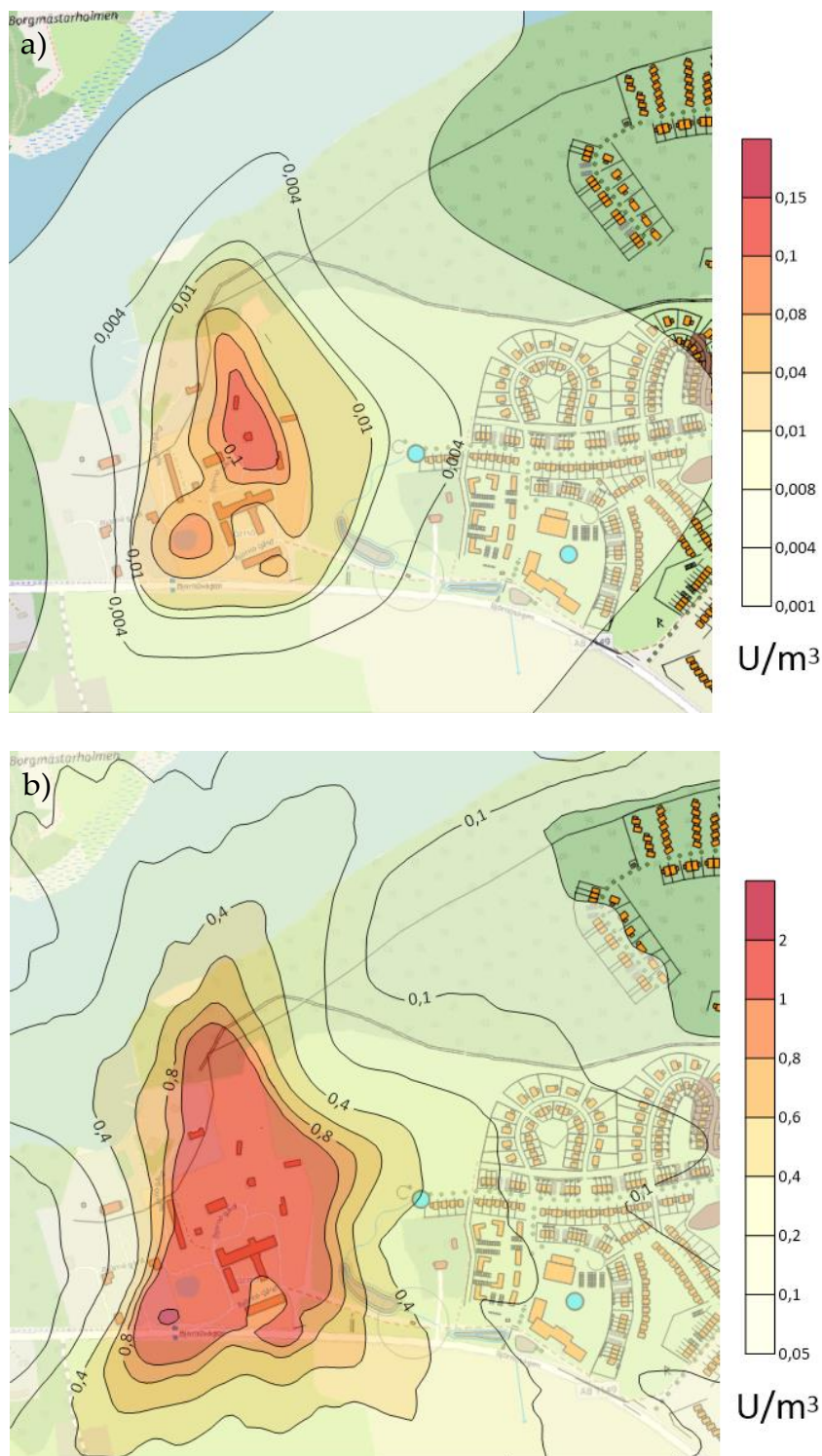


Figur 5. Nutidsscenariots maxhalt och 99,9 percentilen av timmedelvärdet för hästallergener i U/m³ vid de specifika beräkningspunkterna: den närmaste byggnaden samt skolgården.

4.2 Framtidsscenario

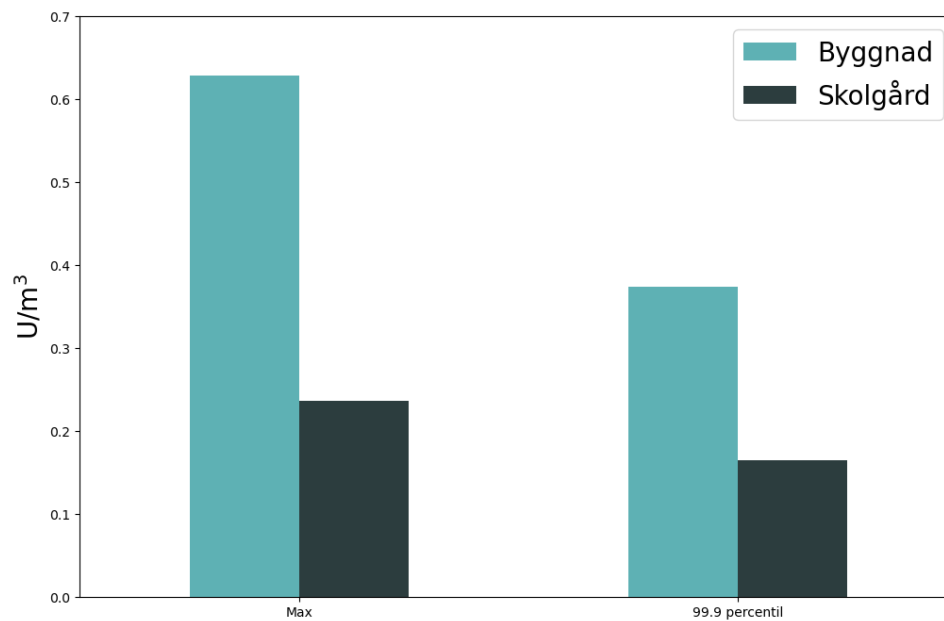
Årsmedelvärdet och 99,9 percentilen för det andra beräkningsscenarioet, där hästgårdens fulla kapacitet utnyttjas (med totalt 24 hästar), visas i Figur 6a respektive 6b. Trots det utökade antalet hästar passerar gårdens årsmedelhalt av allergen inte 0.15 U/m³ och återigen förblir halterna i området låga i förhållande till 2 U/m³. Utökningen från 4 till 24 hästar på gården resulterade i en femton gånger högre årsmedelhalt, vilken alltså trots ökningen förblir under det rekommenderade värdet.

När 99,9 percentilen studeras för detta scenario (Figur 6b), uppnås en generell allergenhalt på 1-2 U/m³ runt utsläppskällorna på gårdens område. Halten avtar dock snabbt med avstånd från källan och har sjunkit till mindre än hälften (0,4 U/m³) vid närmaste byggnation.



Figur 6. a) Årsmedelhalt, samt b) 99,9 percentil av hästallergen i U/m^3 för framtidsscenarioet, med specifika beräkningspunkter markerade med blå prickar.

Likt resultaten från det första scenariot, överskreds 2 U/m³ inte vid beräkningspunkterna i detta scenario heller, vilket syns i Figur 7. Även här återfanns de högsta halterna under torra dagar, vid vind omkring väst.



Figur 7. Framtidsscenariots maxhalt och 99,9 percentilen av timmedelvärdet för hästallergener i U/m³ vid de specifika beräkningspunkterna: den närmaste byggnaden samt skolgården.

5 Diskussion och slutsats

Beräkningsresultaten visar att hästverksamheten generellt bidrar till låga allergennivåer, som högst 0,01 och 0,15 U/m³ för nutid- och framtidsscenario, avseende årsmedelvärde. Halterna förekommer på gårdens område, där emissionerna är som högst, och avtar snabbt med avståndet. Dessa årsmedelvärden ligger alltså långt under 2 U/m³ i det föreslagna exploateringsområdet och överskrider inte den nivå där känsliga personer sannolikt upplever besvär. Vid tillfällen med högre halt (99,9 percentilen, d.v.s halter under motsvarande 0,1 % timmar) kan halten av hästallergen uppgå till 1-2 U/m³ på hästgården, men även dessa halter klingar snabbt av till låga nivåer. Analys av de specifika beräkningspunkterna (vid närmaste planerad byggnad samt på skolgården) uppvisar även de att timmedelvärdena, liksom årsmedelvärdet, aldrig överskrider 2 U/m³.

Beräkningsresultaten indikerar låga årsmedelhalter av allergen i det föreslagna exploateringsområdet (< 2 U/m³). Inte heller i beräkningspunkterna närmaste byggnation samt skolgård överskrider halterna 2 U/m³. Emissionsfaktorer från hästverksamheter är dock generellt osäkra, och kan variera stort mellan olika hästverksamheter. Resultaten får därför ses som en indikation över vilket spann av allergenhalter som kan förväntas. I detta projekt har beräkningarna därför utgått ifrån ett "värsta fall", där de högsta av tillgängliga emissionsfaktorer har använts (se Tabell 2), och de beräknade halterna ligger långt under det rekommenderade värdet. För att kunna verifiera att de beräknade halterna är ett "värsta fall" kan, om så önskas, platspecifika emissionsfaktorer tas fram med hjälp av mätningar och nya halter beräknas.

6 Referensförteckning

- Folkhälsomyndigheten. (18 mars 2022). *Tillsynsvägledning hästhållning*.
<https://www.folkhalsomyndigheten.se/livsvillkor-levnadsvanor/miljohalsa-och-halsoskydd/tillsynsvagledning-halsoskydd/verksamheter/tillsynsvagledning-hasthallning/> [Hämtad 2023-08-01]
- Karolinska Institutet. (4 maj 2018). *Allergi typ 1. Interaktion mellan allergen och kroppens immunsystem*. <https://www.neuro.ki.se/neuro/KK2/skrivut.html> [Hämtad 2018-06-12].
- Boverket. (Maj 2011). *Vägledning för planering för och invid djurhållning (No. Rapport 2011:6)*. Boverket.
<https://www.boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2011/vagledning-for-planering-for-och-invid-djurhallning.pdf> [Hämtad 2023-08-01]
- Zahradnik, E., Raulf, M., 2014. Animal Allergens and Their Presence in the Environment. *Front. Immunol.* 5. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2014.00076>
- Lena Elfman, Johan Brännström, Greta Smedje; Detection of Horse Allergen around a Stable. *Int Arch Allergy Immunol* 1 March 2008; 145 (4): 269–276.
<https://doi.org/10.1159/000110885>
- Haeger-Eugensson, M., Elfman, L., Tang, L., Petersson, K. (2014a). *Uppskattning av spridning av hästallergen i luft, exempel från Solvalla (B2181)*. IVL Svenska Miljöinstitutet.
- Elfman, L., Haeger Eugensson, M., & Ferm, M. (2011). *Användning av spridningsmodeller för beräkning av luftspridning av hästallergen och lukt från hästanläggningar*.
- Haeger Eugensson, M. & Elfman, L. (2006). *Beräkning av hästallergenhalter runt Åbytravet, Göteborg (B1696)*. IVL Svenska Miljöinstitutet.
- Haeger-Eugensson, M., Ferm, M., & Elfman, L. (2014b). Use of a 3-D Dispersion Model for Calculation of Distribution of Horse Allergen and Odor around Horse Facilities. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 11(4), 3599–3617. <https://doi.org/10.3390/ijerph110403599>

Chen, D. (2000). A monthly circulation climatology for Sweden and its application to a winter temperature case study. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, 20(10), 1067-1076. [https://doi.org/10.1002/1097-0088\(200008\)20:10%3C1067::AID-JOC528%3E3.0.CO;2-Q](https://doi.org/10.1002/1097-0088(200008)20:10%3C1067::AID-JOC528%3E3.0.CO;2-Q)

Hurley, P., 2008. TAPM V4. Part 1: Technical Description. (CSIRO Marine and Atmospheric Research Paper No. 25). CSIRO.

Bilaga 1: TAPM

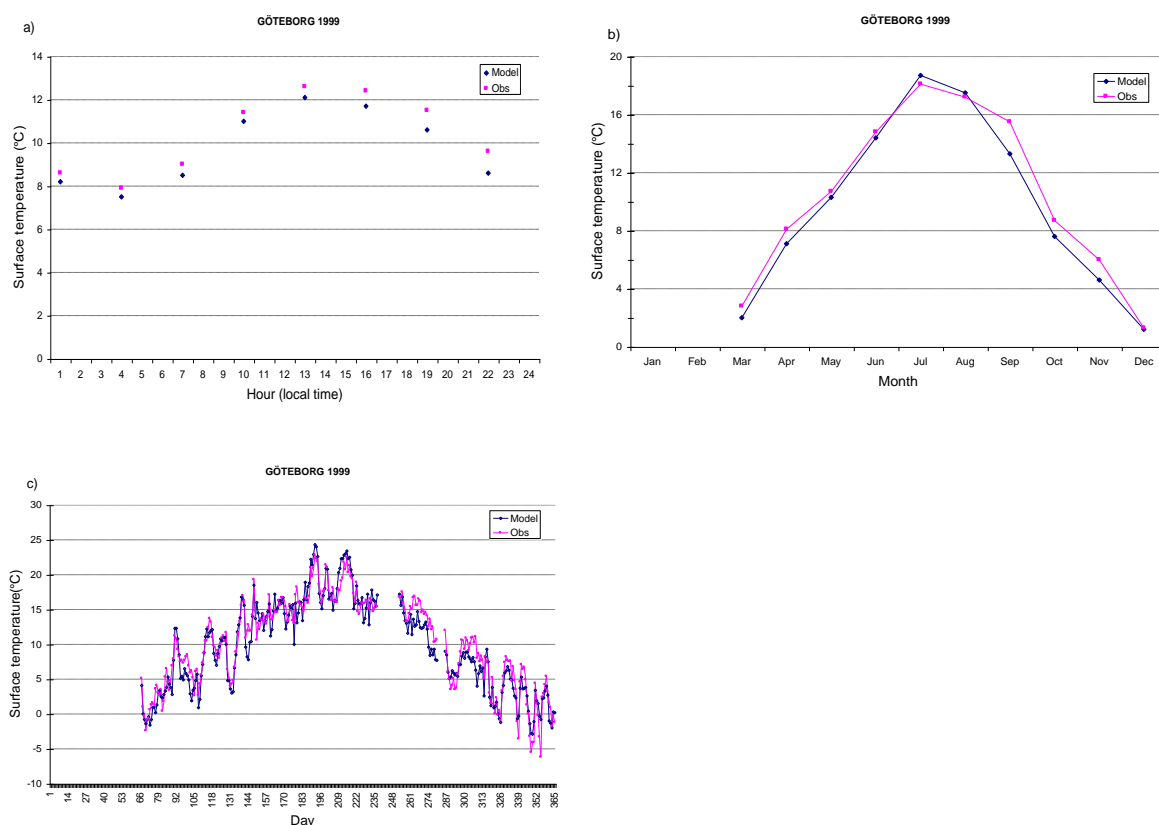
För spridningsberäkningarna har TAPM (The Air Pollution Model) används, vilket är en prognostisk modell utvecklad av CSIRO i Australien. För beräkningarna i TAPM behövs indata i form av meteorologi från storskaliga synoptiska väderdata, topografi, markbeskaffenhet indelat i 31 olika klasser (t.ex. is/snö, hav olika tätortsklasser m.m.), jordart, havstemperatur, markfuktighet mm. Topografi, jordart och markanvändning finns inlagd i modellens databas med en upplösning av ca 1x1 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 1x1 km utan att behöva använda platspecifika meteorologiska observationer. Modellen kan utifrån detta beräkna ett tredimensionellt vindflöde från marken upp till ca 8000 m höjd, lokala vindflöden så som sjö- och landbris, terränginducerade flöden (t.ex. runt berg), omlandsbris samt kallluftsflöden mot bakgrund av den storskaliga meteorologin. Även luftens skiktning, temperatur, luftfuktighet, nederbörd mm beräknas horisontellt och vertikalt.

Med utgångspunkt från den beräknade meteorologin beräknas halter för olika föroreningsparametrar timme för timme till ca 100x100 gridupplösning. Beräkningarna inkluderar, förutom dispersion, även kemisk omvandling av SO₂ och partikelbildning, fotokemiska reaktioner (bl.a. NO_x, O₃ och kolväte) i gasfas samt våt- och torrdeposition. Förutom de fördefinierade kemiska processerna kan även andra ämnens kemiska nedbrytnings- samt depositionshastigheter definieras i modellen och på så sätt inkludera kemisk nedbrytning även för dessa ämnen.

Långdistanstransporterade luftföroreningar kan definieras genom att koppla timupplösta halter till modellkörningarna. Biogeniska ytemissioner (VOC) kan också inkluderas. Detta har visat sig vara viktigt för både ozon- och partikelbildningen (Pun et al., 2002).

I spridningsberäkningarna kan både punkt-, linje- och areakällor behandlas. Resultatet av spridning av föroreningar såväl som meteorologin presenteras dels i form av kartor, dels i form av diagram och tabeller både som årsmedelvärden och olika percentiler (dygns- respektive timmedelvärden). Modellen har validerats i både Australien och USA, och IVL har också genomfört valideringar för svenska förhållanden (Chen et al., 2002). Resultaten visar på mycket god överensstämmelse mellan modellerade och uppmätta värden. Mer detaljer om modellen kan erhållas via www.dar.csiro.au/TAPM.

I Chen et al., (2002) gjordes även en jämförelse mellan uppmätta (med TAPM) och beräknade parametrar. I Figur 1:1 presenteras jämförelsen av temperatur i olika tidsupplösning.



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

Referenser

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.

Chen D., Wang T., Haeger-Eugensson M., Aschberger C., and Borne K. (2002). Application of TAPM in Swedish West Coast: Modelling results and their validation during 1999–2000. IVL report: L 2.

Bilaga 2: ADMS

ADMS (version 6.0) är en diagnostisk dispersionsmodell som är utvecklad av Cambridge Environmental Research Consultants (CERC) i Storbritannien. Den används för att simulera emissioner från punkt- eller ytkällor (d.v.s. med varma gaser eller som passiva utsläpp) till atmosfären. Modellen används både för beräkning av industriutsläpp och i luftkvalitets-övervakningssyften i t.ex. urbana miljöer. Modellen inkluderar effekter av byggnader, topografi och kust/inlandseffekter samt viss kemi vid dispersions-beräkningarna. ADMS kan, förutom vanlig dispersion, även beräkna torr- och våtdeposition, plymvisibilitet, lukt och s.k. "puff"-beräkningar avseende korttidsfluktuationer av emissioner. Beskrivningen av modellens vertikala dispersionsprocesser görs genom beskrivning av det atmosfäriska gränsskiktets tjocklek (den s.k. blandningshöjden) och genom beräkning av den s.k. Monin-Obukhov längden. Vid beräkning av dispersionen under konvektiva meteorologiska förhållanden (effektiv vertikal spridning) används en s.k. sned Gaussisk koncentrationsfördelning. ADMS kan dessutom beräkna korta tidsskalor (minuter), vilket är viktigt vid bl.a. modellering av lukt.

Referenser

Cambridge Environmental Research Consultants Ltd. (2023): ADMS 6 - Atmospheric Dispersion Modelling System – User Guide, Version 6.0

STOCKHOLM

Box 21060, 100 31 Stockholm

GÖTEBORG

Box 53021, 400 14 Göteborg

MALMÖ

Nordenskiöldsgatan 24
211 19 Malmö

KRISTINEBERG

**(Center för marin forskning
och innovation)**

Kristineberg 566
451 78 Fiskebäckskil

SKELLEFTEÅ

Kanalgatan 59
931 32 Skellefteå

BEIJING, CHINA

Room 612A
InterChina Commercial Building No.33
Dengshikou Dajie
Dongcheng District
Beijing 100006
China

© IVL SVENSKA MILJÖINSTITUTET AB | Tel: 010-788 65 00 | www.ivl.se