



Nr U 6035
Oktober 2018

Fortsatt utredning av hästallergen från hästverksamheter till del av Bastuban 1, Europahuset, Mölndals stad

På uppdrag av Mölndals stad

Lin Tang, Henrik Fallgren, Kjell Peterson



Författare: Lin Tang, Henrik Fallgren, Kjell Peterson

På uppdrag av: Mölndals stad

Fotograf: Lin Tang

Rapportnummer U 6035

© IVL Svenska Miljöinstitutet 2018

IVL Svenska Miljöinstitutet AB, Box 210 60, 100 31 Stockholm

Tel 010-788 65 00 // www.ivl.se

Rapporten har granskats och godkänts i enlighet med IVL:s ledningssystem

Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	4
1. Syfte	5
2. Bakgrund.....	5
3. Metoder.....	6
3.1 Mätkampanj.....	6
3.1.1 Provtagare.....	6
3.1.2 Mätprogrammet	7
3.1.3 Meteorologiska förhållanden under mätperioden	9
3.2 Beräkning av hästallergenemissioner.....	9
3.2.1 Timvisa emissionsfaktorer	9
3.2.2 Aktiviteter på anläggningen	9
3.3 Spridningsmodellering.....	11
3.3.1 Modellvalidering	11
3.3.2 Typår	12
4. Resultat	12
4.1 Uppmätta halter av hästallergen.....	12
4.1.1 Passiva provtagare	12
4.1.2 Dygnsmedelhalter från aktiva provtagare	13
4.1.3 Relation mellan passiva och aktiva provtagare.....	15
4.2 Inverterad modellering.....	16
4.3 Beräknade haltbidrag på årsbas	17
4.4 Beräknade haltbidrag på olika nivåer.....	19
4.5 Beräknade haltbidrag i specifika punkter.....	21
5. Diskussion och slutsatser.....	21
5.1 Sammanfattning.....	21
5.2 Osäkerheter.....	22
5.3 Åtgärd.....	24
Referenslista	25
Bilaga 1 Provtagning av partiklar i utomhusluft på filter.....	26
Bilaga 2 ADMS-modellen	28

Sammanfattning

På uppdrag av Mölndals stad har IVL Svenska Miljöinstitutet genomfört en fortsatt utredning avseende området vid Europahuset inom fastigheten Bastuban 1 med syftet att undersöka hur den planerade ombyggnaden från kontor till bostäder kan komma att påverkas av hästallergen från de hästverksamheter som ligger 50 – 200 m nordväst om de befintliga byggnaderna. Utredningen omfattade mätningar och beräkningar av hästallergenemissioner från källområdet (två hästverksamheter), spridning av hästallergen och halter i luft vid Europahuset.

Mätningarna som ingick i denna utredning av hästallergenemissioner från hästverksamheter genomfördes under knappt tre veckor (2018-09-03 till 2018-09-21). Analyserna av hästallergen som utförts på partikelfilter visade att både hästverksamheterna och meteorologin (nederbörd och vindriktning) påverkar variationer av halter av hästallergen i stor omfattning. Under dagar då luften passerat källområdet innan den nådde provtagarna var uppmätta halter av hästallergen 5-12 gånger högre än dagar då luften inte passerat källområdet. Halter av hästallergen under torra dagar (ingen eller enbart lite nederbörd förekom) var 2-4 gånger högre än dagar då det förekom nederbörd i sådan omfattning att marken var fuktig större delen av dagen. Under torra dagar kunde halten av hästallergen uppgå till 2 U/m³ vid hästverksamheterna under mätperioden.

Med hjälp av resultat från mätkampanjen och inverterad spridningsmodellering beräknades emissionerna av hästallergen från stall och hagar. Jämförelsen mellan uppmätta och beräknade halter av hästallergen visade en god överensstämmelse, med en skillnad på 4 % för medelhalten av hästallergen vid de tre mätstationer. De framtagna emissionsfaktorerna användes för att beräkna spridning och lufthalter under ett helt år. Resultaten jämfördes med 2 U/m³, vilket anses vara en låg nivå vid vilken man inte borde uppleva några besvär av hästallergen. Både mätningarna och beräkningarna av lufthalter avseende hästallergen visade på att det inte föreligger någon hög risk att 2 U/m³ överskrids omkring Europahuset, inte ens på den sida av byggnaden som ligger direkt mot källområdet. Det finns bara en del av friytorna, mellan Europahuset och fastighetsgränsen mot hästverksamheterna, som uppvisar relativt höga halter (> 2 U/m³) för 99-percentilen av timmedelvärden under ett år.

Den uppmätta halten av hästallergen var noll vid den mätstation som låg på Europahusets tak. Beräknade haltbidrag av hästallergen på olika höjder visar att vid 15 m höjd var årsmedelvärdet och 99-percentilen för timmedelvärden av hästallergen mycket låga. Detta indikerar att haltnivån av hästallergen på den planerade uteplatsen på Europahusets tak för boende och besökande, sannolikt inte bör orsaka besvär ens för de känsligaste personerna.

1. Syfte

Syftet med utredningen har varit att undersöka hur fastigheten Bastuban 1, Europahuset, i Mölndals, som planeras att byggas om från kontor till bostäder, kan komma att påverkas av hästallergen från de hästverksamheter, som ligger 50 – 200 m nordväst om de befintliga byggnaderna, genom att:

- (1) med mätningar validera den tidigare gjorda spridningsberäkningen;
- (2) förtydliga risker och osäkerheter i planen, d.v.s. hur höger halterna av hästallergen är på bygganden;
- (3) göra en jämförelse mellan hästallergenhalter vid byggnaden jämfört med de som uppstår 200 meter från verksamheterna;
- (4) belysa de åtgärder som är rimliga att vidta för att säkerställa att boende och besökande kan vistas i området ur allergisynpunkt.

2. Bakgrund

Mölndals stad har planer på att ta fram en detaljplan för Europahuset inom fastigheten Bastuban 1. I anslutning till aktuell detaljplan finns två hästverksamheter med ungefär 49 hästar under större delen av året, ca 50-200 m nordväst om de befintliga byggnaderna (Figur 1). Olägenheter som kan uppstå är framför allt allergier.

I två tidigare uppdrag har spridningen av hästallergen undersökts inför möjligheten att omvandla byggnaden från kontor till bostäder. Senaste versionen gjordes främst med syfte att studera om en förskola bör etableras med friytor mellan Europahuset och fastighetsgränsen mot hästverksamheterna. Utredningen kom fram till att detta inte är lämpligt, men utesluter inte bostäder på platsen.

Länsstyrelsen var tveksam till bostäder med tanke på det korta avståndet mellan Europahuset och hästverksamheterna. Det blir också en mellankommunal fråga eftersom hästverksamheterna är belägna i Göteborgs Stad, och därmed försvåras tillsynen eftersom de ligger i en annan kommun. För Göteborgs Stad är ridanläggningen en prioriterad anläggning och därför är man angelägna om att den kan fortsätta bedrivas på platsen. Hästverksamheterna anser att eventuella bostäder inte kan få inkräkta på deras verksamheter.

Enligt bedömning från ett samråd mellan Tyréns, Mölndals Stad, Miljöförvaltningen, Balder och IVL önskades att man göra en fortsatt utredning för att förtydliga risker och osäkerheter avseende ombyggnaden från kontor till bostäder.



Figur 1 Foto av nordostsidan av Europahuset mot källområdet av hästallergen (stall och hagar) vid de två hästverksamheterna.

3. Metoder

För att beräkna påverkan av hästallergen från hästverksamheterna på Europahuset har mätningar av partiklar, hästallergen och meteorologiska parametrar genomförts under en mätkampanj på knappt 3 veckor (2018-09-03 till 2018-09-21), se avsnitt 3.1. Mätningarna användes därefter för att genom inverterad spridningsmodellering beräkna hästallergenemissionerna från källområdet, avsnitt 3.2. I ett sista steg användes emissionsfaktorerna, framtagna genom den inverterade modelleringen, som indata för att beräkna halter av hästallergen under ett så kallat typår (meteorologiskt medelår, se avsnitt 3.3).

3.1 Mätkampanj

3.1.1 Provtagare

Eftersom allergen är partikelbundet genomfördes mätningar genom pumpad luftprovtagning av partiklar. Dessa analyserades både av IVL, för att erhålla partikelhalter, och av Arbets- och miljömedicin i Uppsala för att bestämma halten hästallergen i den totala partikelhalten.

Mätningarna utförs enligt IVL:s ackrediterade metod med diffusionsprovtagare, även kallad passiva provtagare. Provtagaren hängs upp i ett fritt läge, t ex på en lyktstolpe. Efter en lämplig exponeringstid försluts provtagaren och skickas till IVL:s laboratorium för analys. Passiva provtagare är kostnadseffektiva vilket möjliggör fler provtagningspunkter vilket i sin tur kan medföra större geografisk fördelning för att mäta hästallergener. Passiv provtagare är utvecklade att mäta deponering av luftföroreningar vilket sker i form av torr- eller våtdeposition (Ferm et al., 2006). Vid torrdeposition transporteras gaser och partiklar i frånvaro av nederbörd från atmosfären till en

yta. Torrdeposition kan ske genom sedimentation, då stora partiklar faller ner på grund av gravitation, samt att små luftföroreningar når markytan via atmosfärens turbulens.

Aktiva provtagare används för bestämning av dygnsmedelvärde av partikelhalt (TSP (total suspended particles i detta fall) i luft (se Bilaga 1). Provtagarna på IVL har genomgått tester i enlighet med de krav som ställs inom EU:s standardiseringskommitté.

Partikelfilter från både passiva och aktiva provtagare skickades till Uppsala och analyserades med ELISA-analysen (Zahradnik et al., 2014). Det finns idag inte några gränsvärden för mängden pälsdjursallergen i luften. Men halter under 2 U/m³ betyder en låg nivå vid vilken man inte borde uppleva några besvär med hästallergi (Elfman et al., 2008), vilket används i denna studie för att jämföra med de uppmätta och beräknade halterna av hästallergen.

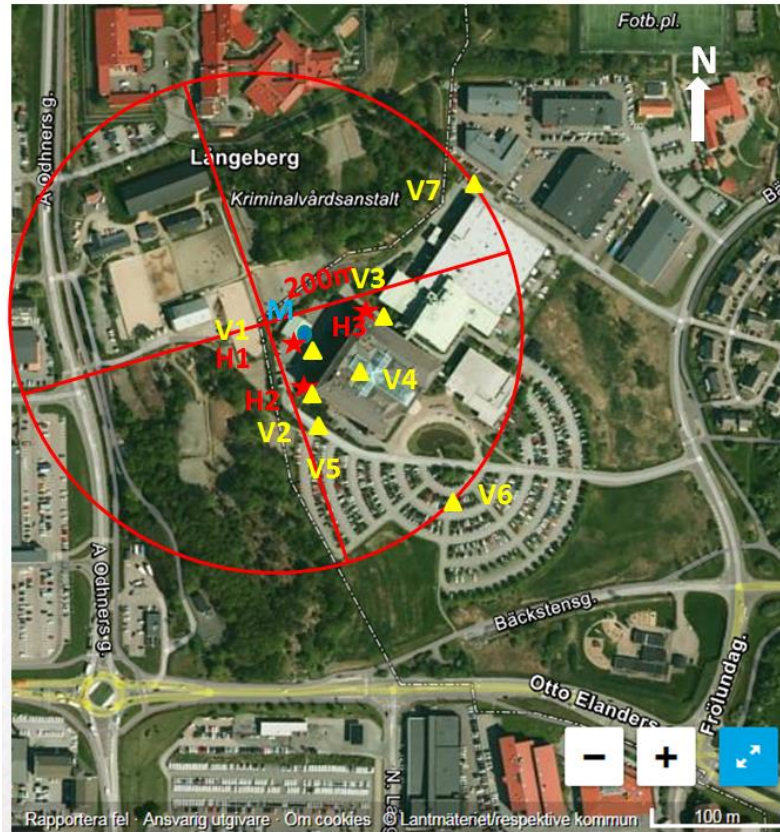
3.1.2 Mätprogrammet

Mätningarna vid Europahuset genomförs som dels dygnsmedelvärden (aktiv provtagning), dels medelvärden under hela mätperioden (passiv provtagning). Mätstationerna placerades på exploateringsfastigheten vid olika avstånd till hästverksamheterna. Mätprogrammet är specificerat i Tabell 1

Tabell 1 Mätprogram

Parameter	Provplats	Tidsupplösning	Mätperiod
TSP	H1, H2 och H3	Dygnsmedelvärde	2018-09-04 kl. 00:00 till 2018-09-20 kl. 00:00
TSP	V1 – V7	Medelvärde under mätperiod	2018-09-03 kl. 15:00 till 2018-09-21 kl. 15:00
Vindhastighet Vindriktning	H1	timmedelvärde	2018-09-03kl. 15:00 till 2018-09-21 kl. 15:00

Mätkampanjen inbegrep 3 mätstationer med aktiva protagare (H1, H2 och H3) och 7 passiva provtagare avseende partikelbelastning under mätperioden (Figur 2). Placering av mätutrustningen valdes på ca 4 m för att undvika sabotage, vilket är extra viktigt under en kort mätperiod, samt för att spegla haltnivåerna på första våningen av Bastuban 1. H1 (ca 5 meter ovan mark) låg i friytorna mellan Europahuset och fastighetsgränsen mot hästverksamheterna, som närmaste station till hästverksamheterna (ca 30 m). H2 (ca 3.5 meter ovan mark) låg på det västra hörnet av Europahuset med ca 55 m avstånd från hästverksamheterna; H3 (ca 4.5 meter ovan mark) låg vid det norra hörnet av Europahuset på ca 60 m avstånd från hästverksamheterna. V1, V2 och V3 låg på samma ställen som H1, H2 och H3 för parallella mätningar med olika mätmetoder. V4 låg på taket av Europahuset; V5 låg vid det södra hörnet på Europahuset på ca 80 m avstånd från hästverksamheterna; V6 och V7 placerades i olika väderstreck på ca 200 m avstånd från hästverksamheterna. Den meteorologiska stationen (M) för att mäta vindriktning och vindhastighet under tiden, låg på samma plats som H1 med ca 5.8 meter ovan mark. I Figur 3 är foton av provtagarna vid mätstationerna H3, V4 och V5.



Figur 2

Mätstationer i mätkampanjen. H1 var dygnsvis provtagning, fastighetsgränsen mot hästverksamheterna; H2 var dygnsvis provtagning vid det västra hörnet på Europahuset; H3= dygnsvis provtagning vid norra hörnet av Europahuset. V1 – V7 var medelvärden av partikeldeposition under mätperioden. M är en meteorologisk station som mätte vindriktning och vindhastighet under mätperioden.



Figur 3

Foton av provtagare på mätstationerna H3, V4 och V5.

3.1.3 Meteorologiska förhållanden under mätperioden

Mätningarna som ingick i denna utredning av hästallergenemissioner från hästverksamheter genomfördes från 2018-09-03 till 2018-09-21. Medeltemperaturen under mätperioden var 16.1°C och medelvärdet för relativ fuktighet 78%. Mellan 3 och 6 september var det torrt och solig väder med lokal vind omkring nordost. Under den 7-8 rörde sig en front med regnskurar in över Göteborg och föll det över 20 mm regn. Den 9-12 blev blåsig med väst och sydvästliga vindar. Under den 13:e växte en svag högtrycksrygg som höll borta regnområden. Lokalt blev det torrt eller enbart lite nederbörd. Under den 18:e och 19:e var det varm luft som rörde sig in över landet och lokalt blev det över 20°C.

3.2 Beräkning av hästallergenemissioner

3.2.1 Timvisa emissionsfaktorer

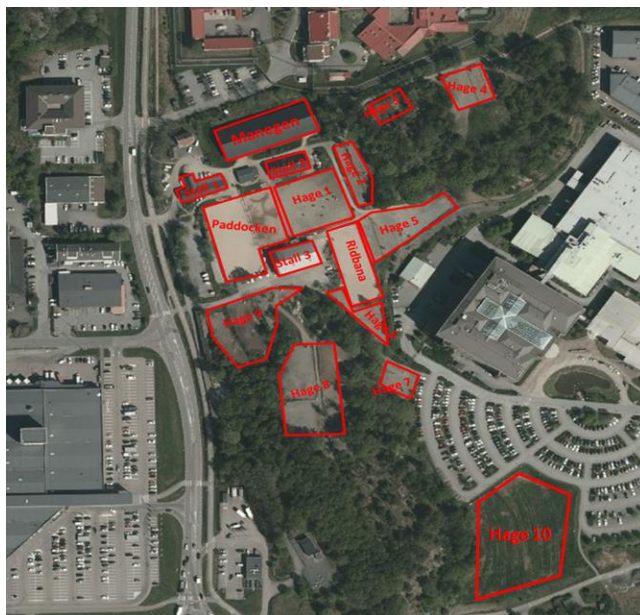
Emissioner av hästallergen representeras av s.k. emissionsfaktorer (EF) (mängd allergen/häst), dels för hästar i stall, dels för hästar i hage, för att erhålla en uppskattning av utsläppet från respektive häst. Emissioner av partiklar kan variera mycket från timme till timme, eftersom meteorologiska faktorer såsom vind och nederbörd samt aktiviteter på området kan öka eller minska spridning av hästallergen. Därför uppskattades här timvisa emissionsfaktorer (EF_{tim}) för hästallergen från de identifierade källorna, baserat på tidigare framtagna grundemissionsfaktor (EF_0), aktuella vindriktningar och förekomst av nederbörd, samt aktiviteter på källområdet (Ekv. 1).

$$EF_{tim} = f(EF_0, R_{aktivitet}, R_{nb}, R_{vind}) \quad (\text{Ekv. 1})$$

EF_{tim}	är hästallergens EF på timbas
EF_0	baseras på EF från en tidigare studie
$R_{aktivitet}$	timmar med aktivitet på häststall och hästhage
R_{nb}	förekomst av nederbörd
R_{vind}	vind som passera/inte källområde.

3.2.2 Aktiviteter på anläggningen

Det normala antalet hästar på olika platser visas i Figur 4 och Tabell 2, som erhållits från ridskolans ordförande. Haga 7 och Haga 10 är sommarhagar, som ligger på exploatörens mark (Bastuban 1). Det rör sig om 49 hästar och 6 av dem befann sig i hagarna på Balders mark, övriga 43 hästar stod i hagar och stall på Göteborgs Stads mark.



Figur 4 Illustration över anläggningarna för hästverksamheter vid Bastuban 1.

Tabell 2 Antal hästar på olika anläggningar i hästverksamheten vid Bastuban 1.

Långeberga Ridklubb	Stall 1	Stall 2	Manegen	Paddocken	Hage 1	Hage 2	Hage 3	Hage 4
Antal hästar	16	14	40	10 - 15	12	4	4	7*
Privat	Stall 3	Ridbana	Hage 5	Hage 6	Hage 7	Hage 8	Hage 9	Hage 10
Antal hästar	30	3 - 12	10	2	5	10	5	6-8*

- * bara på sommartid (maj till sep.)

Antal hästar samt verksamheter (såsom utfodring, ryktning och sadling) i stall och hage påverkar emissionen av hästallergen (Haeger-Eugensson et al., 2014). I Tabell 3 och Tabell 4 visas uppdaterad dygnsvariationen av verksamheter och fyllnadsgraden av hästar i stall och hage vid hästverksamheten i området vid Bastuban 1.

Tabell 3 Dygnsvariation av emissionsindex i stall beroende av antal hästar och verksamheter under ett typiskt dygn.

	I	II	III	IV	V
Tidsperiod	22:00-08:00	08:00-09:00	09:00-14:00	14:00-16:00	16:00-22:00
Verksamhet	Ingen	Transport från stall till hage	Ingen	Transport från hage till stall	Utfodring, ryktning, sadling, rensning av dynga
Fyllnadsgrad av hästar	100 %	50 %	10 %	50 %	75 %
Emissions-index	1,0	0,5	0,2	0,5	2,1

Tabell 4 Dygnsvariation av emissionsindex i hage beroende av antal hästar och verksamheter under ett typiskt dygn utan nederbörd.

	I	II	III	IV	V
Tidsperiod	22:00-08:00	08:00-09:00	09:00-14:00	14:00-16:00	16:00-22:00
Verksamhet	Ingen	Transport från stall till hage	Naturliga gångarter, galopp	Transport från hage till stall	Lektion, naturliga gångarter
Fyllnadsgrad av hästar	0 %	50 %	100 %	50 %	75 %
Emissionsindex utan nederbörd	0,1	0,7	1,5	0,7	1,0

De EF_0 som använts är säsongvariabla och antas bero på att det under hösten normalt regnar mer än på sommaren, vilket gör att allergenerna spolats bort, samt att halterna av allergener i luften minskar på vintern då marken är frusen. Dessutom är det vanligt att hästarna har täcken på sig vintertid, vilket torde minska spridningen av allergener. Cykliska variationer (hästens kön, ålder, brunstperioder m.m.) kan sannolikt också förklara skillnader över tiden (Emenius, et al., 2001; Elfman, et al., 2008; Emenius, et al., 2009). Enligt tidigare mätningar var medianhalterna under vintersäsongen ca 25 %, och under hösten ca 45 %, av vår/sommarhalter (Elfman et al., 2008), där vår räknas som mars – april, sommar som maj - augusti och höst som september - oktober. För vintern (november - februari) har EF 25 % av sommar-EF använts. Säsongvariation har tagits hänsyn till i modellerberäkningar både under mätperioden och för hela året.

Skillnad från de tidigare utredningarna är att för juli och augusti har emissionen ansatts till noll då verksamheter på både ridskolan och privatstallarna går ner på sommaren och många hästar är iväg på bete på annan plats. Dessutom är EF inte konstant utan varierar under olika veckodagar, t.ex., ridskoleaktiviteten vilar på söndag och verksamheten halveras jämfört med under vardagar enligt ordförande i ridskolan.

Det förekommer tävlingar vid 2 tillfällen, under vår respektive höst, då det är ca 100 - 200 hästar på plats. Dock har utsläppen från tävlingar inte tagits hänsyn till i denna studie eftersom fullständig information saknades.

3.3 Spridningsmodellering

Spridningsmodelleringen genomfördes i två steg. Först användes inverterad modellering för att justera emissionsfaktorer av hästallergen från källområdet (avsnitt 3.3.1). När emissionsfaktorerna fastställts användes dessa för att beräkna haltbidraget från hästverksamheterna under ett typår (avsnitt 3.3.2).

3.3.1 Modellvalidering

För att justera och validera de timvisa emissionsfaktorer (EF_{tim}), beräknade enligt metoden beskriven i avsnitt 3.2.1, användes ADMS-modellen (Atmospheric Dispersion Modelling System) för den inverterade spridningsmodelleringen. Inverterad spridningsmodellering innebär att troliga emissioners spridning beräknas och resultaten jämförs med uppmätta halter. Om den modellerade

och uppmätta halten inte stämmer överens justeras emissionsfaktorerna och processen görs om. Valideringen av beräkningsresultaten har skett vid den höjden mätningarna utfördes. Beräkningsmodellen som används, ADMS (version 5), är en diagnostisk dispersionsmodell som är utvecklad av Cambridge Environmental Research Consultants (CERC) i Storbritannien, se Bilaga 2.

3.3.2 Typår

För att kunna genomföra en bedömning av den generella allergenbelastningen för närområdet, beräknades hästallergen för ett så kallat typår (ett representativt meteorologiskt medelår för området). Typårsberäkningarna utfördes utifrån de förhållanden som togs fram mellan emissioner, aktiviteter och meteorologiska parametrar under mätperioderna. Dessa förhållanden applicerades därefter för hela typåret och spridning av hästallergen beräknades. Resultaten presenteras i form av haltkartor med årsmedelvärden samt percentiler (avsnitt 4.3).

Samma meteorologiskt typår, spridningsförutsättningar som topografi, vegetation, markanvändning m.m. användes som vid den tidigare utredningen.

4. Resultat

Resultaten av de passiva aktiva partikelmätningarna och analyserna av hästallergen redovisas i avsnitt 4.1.1 respektive 4.1.2. Modellvalidering redovisas i avsnitt 4.2. I avsnitt 4.3 redovisas resultaten från spridningsberäkningarna i isolinjer på kartor med geografisk fördelning av hästallergen över området kring Europahuset. Beräknade haltbidrag redovisas för en nivå på 2 m ovan mark som representerar andningshöjden och påverkas av hästallergen mer än de högre nivåer. I avsnitt 4.4 redovisas även beräknade årsmedelvärden och 99-percentilen av timmedelvärden på olika nivåer ovan mark.

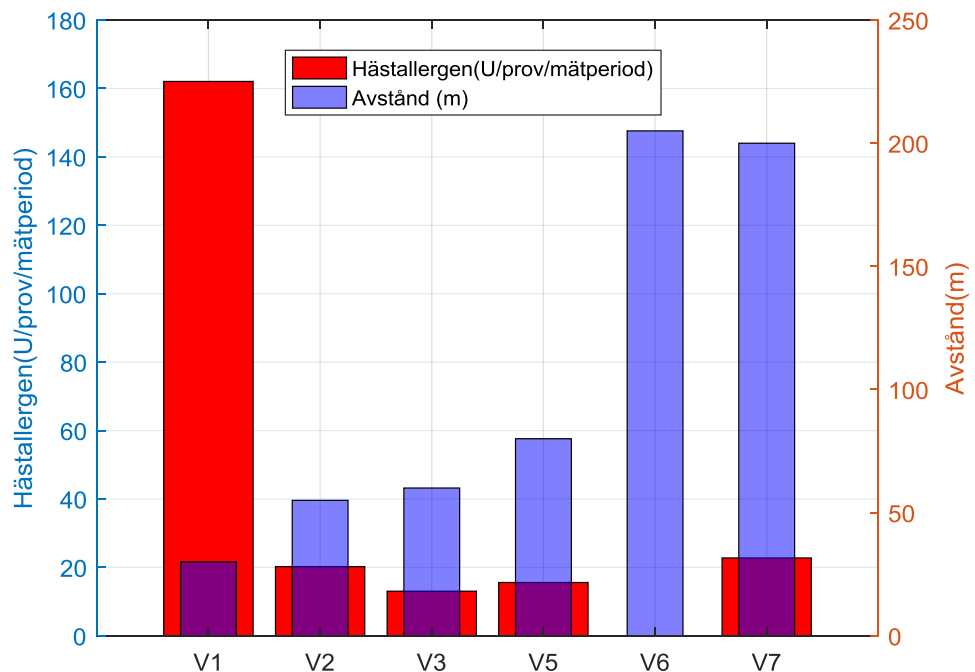
4.1 Uppmätta halter av hästallergen

4.1.1 Passiva provtagare

I Figur 5 redovisas de uppmätta halterna av hästallergen från de sex mätningarna med passiva provtagare, samtliga ca 5-6 meter ovan mark. Den högst uppmätta halten var 162 U/m³/prov under mätperioden vid V1, d.v.s. den närmaste punkten till hästhagen. Halten av hästallergen avtog kraftigt till 20 U/m³/prov under mätperioden vid V2 och 13 U/m³/prov vid V3, cirka 55 m respektive 60 m från området där hästarna vistas. Halten av hästallergen var noll vid V6 som låg på 200 m avstånd från hagen.

Vid V7, på samma avstånd som V6, men nordost om Europahuset uppvisades dock en halt på 23 U/m³/prov under mätperioden. En anledning kan vara att en ridstig leder ut vid kanten av skogen nordost om ridskolan. Den troliga orsaken till haltskillnaden mellan V6 och V7 är därmed bland annat avstånd mellan mätpunkt och hästar, lokala vindförhållanden på grund av befintliga byggnader m.m..

Halten av hästallergen vid V4, på 25 m höjd på Europahusets tak var noll.



Figur 5 Deposition av hästallergen under mätperioden från passiva provtagare för mätplatserna V1, V2, V3, V5, V6, V7.

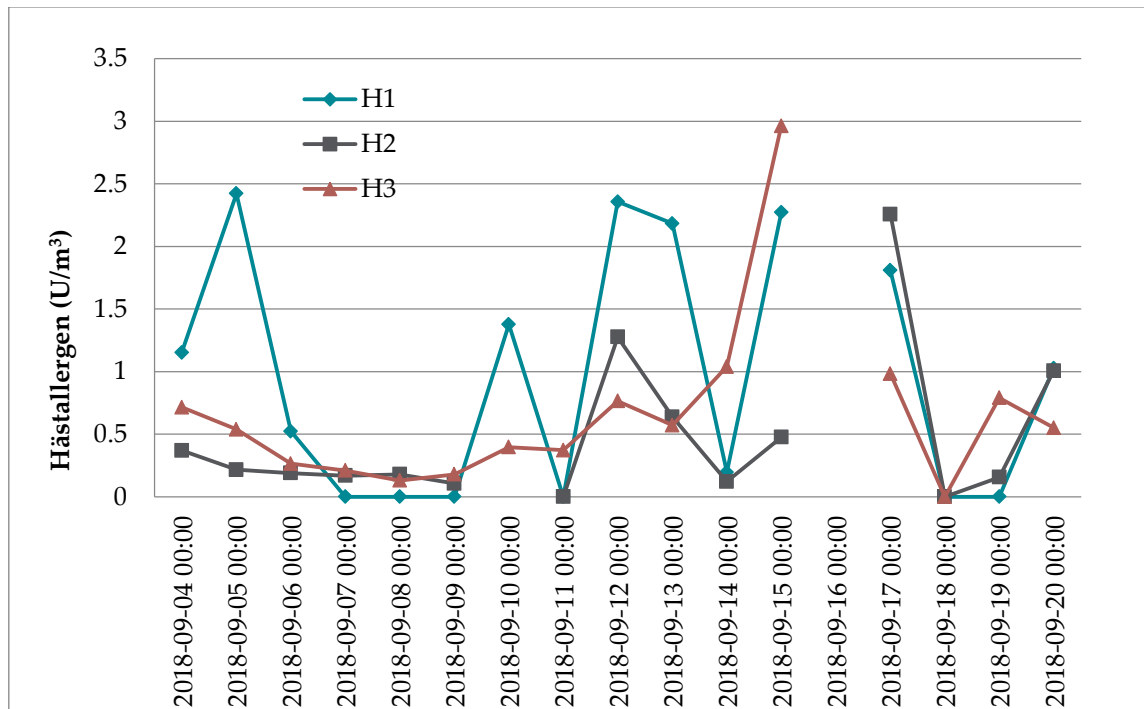
4.1.2 Dygnsmedelhalter från aktiva provtagare

För att analysera påverkan av verksamheten vid ridskolan av hästallergen i Europahuset, och hur vindriktning, nederbörd påverkan halter har de uppmätta halterna grupperats i tre grupper:

- (1) dagar då vinden kom från källområdet mot Europahuset (Vindriktningar 0° - 80° och 220° - 360°) samt att ingen eller enbart lite nederbörd förekom;
- (2) dagar då vinden låg på bort från källområdet (vindriktningar 80° - 220°) samt att ingen eller enbart lite nederbörd förekom;
- (3) dagar då det förekom nederbörd så att marken var fuktig större delen av dagen.

I Figur 6 redovisas de uppmätta dygnsmedelhalterna av hästallergen från aktiva provtagare vid H1, H2 och H3. Mätningen vid H2 under 2018-09-10 trillade ner vid nedmontering och provtagare blev blöt. Halterna vid H1-H3 under 2018-09-16 har inte tagit med på hästallergen utvärdering.

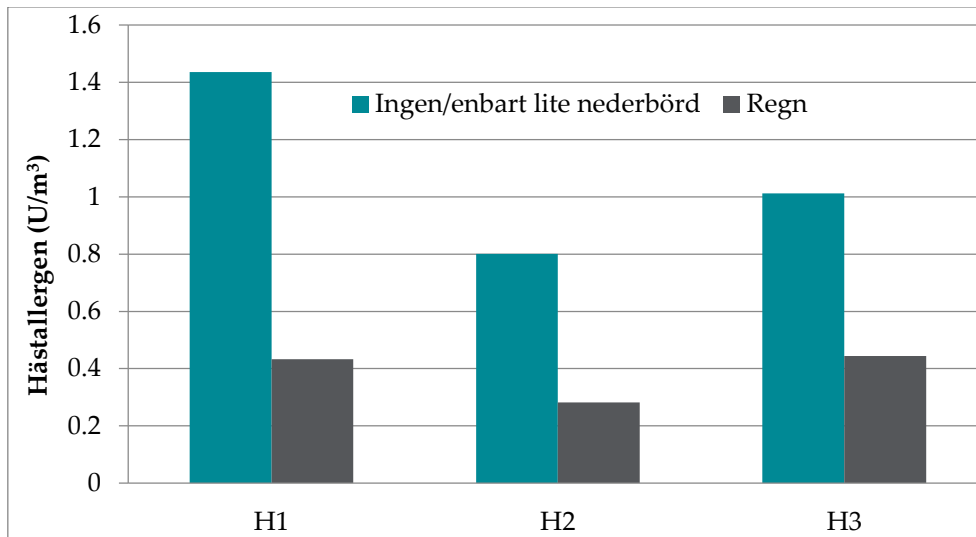
Det förekom fyra halter som var högre än 2 U/m^3 vid H1, en vid H2 och en vid H3, vilket motsvarar 25 %, 6 % respektive 6 % av mätdygnet. Under dagar då ingen eller enbart lite nederbörd förekom, motsvarades halter som var högre än 2 U/m^3 44 %, 11 % och 11 % vid H1, H2 respektive H3. Vid dagar då det förekom nederbörd fanns inte uppmätta halter som var högre än 2 U/m^3 på någon av de tre stationer.



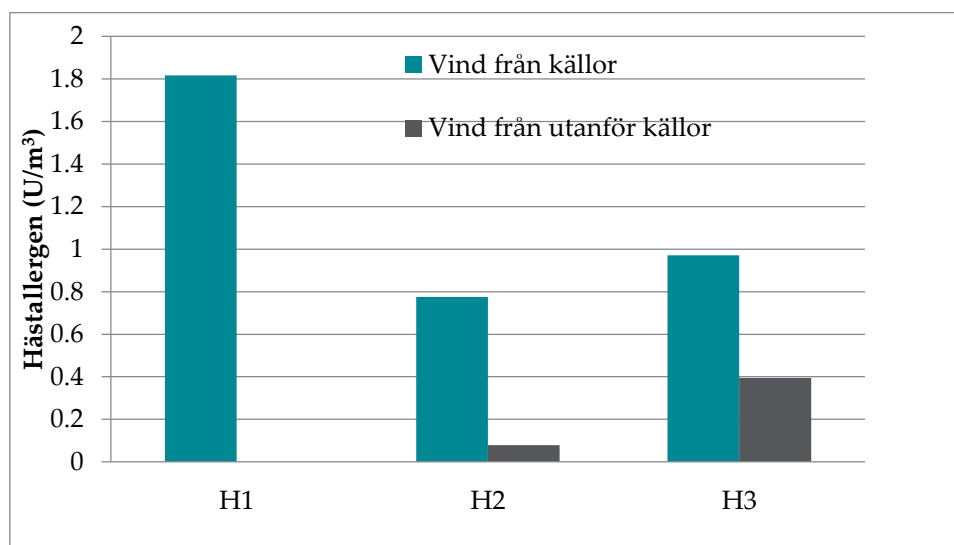
Figur 6 Dygnsmedelvärden av hästallergen under mätperioden från aktiva provtagare för H1, H2 och H3.

Nederbörd påverkar emissionen av hästallergen genom att minska hästverksamhet (t.ex. hästarna inne i stall eller ingen ridning förekommer) och spridning av hästallergen eftersom depositionen av partiklarna blir hög, speciellt vad gäller större partiklar. Även timmarna efter nederbörd påverkas partikelemissionen eftersom marken ännu inte torkat upp utan partiklarna binds fortfarande till marken. De uppmätta medelhalterna av hästallergen under regndagar var 25 %, 40 % och 48 % av hästallergenhalterna de dagarna då ingen eller enbart lite nederbörd förekom vid H1, H2 respektive H3 (Figur 7).

Halterna av hästallergen under de dagar då vinden passerade källområdet innan den nådde mätstationerna var högre jämfört med medehalten för dagar då vinden inte passerade källområde vid H1, H2 och H3. Till exempel var halten vid H1 1.8 U/m³ när vinden passerade från källorna, medan ingen hästallergen påvisades när vinden kom från syd eller sydväst (Figur 8). Detta indikerar att hästverksamhet påverkar mycket om variation av halten av hästallergen.



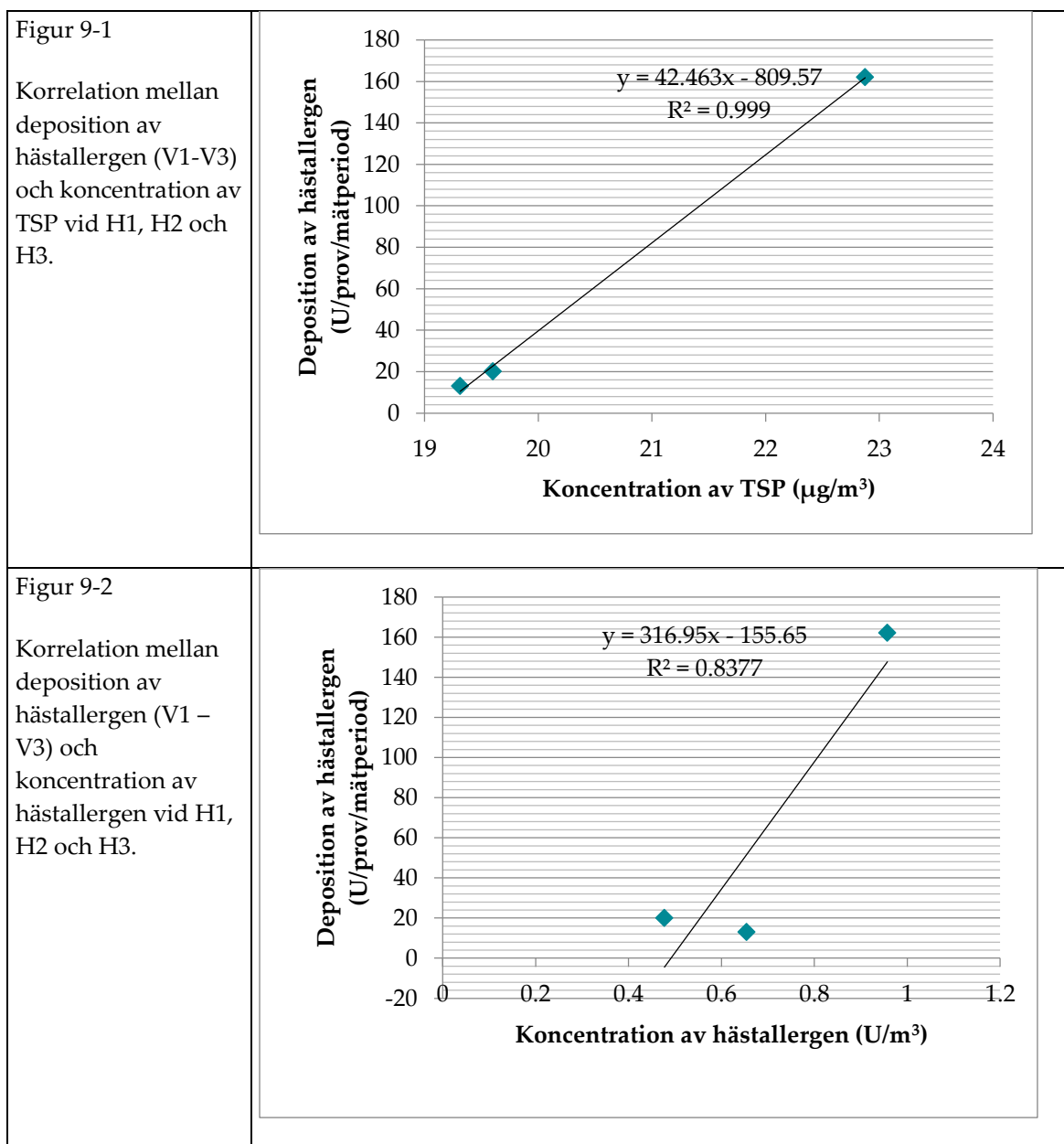
Figur 7 Uppmätta dygnsmedelvärde av hästallergen på H1, H2 och H3 för dagar då ingen eller enbart lite nederbörd förekom (blå staplar) och dagar då det förekom nederbörd så att marken var fuktig större delen av dagen (svarta staplar).



Figur 8 Uppmätta dygnsmedelvärden av hästallergen vid H1, H2 och H3 för dagar då vinden passerat källområdet innan den nådde provtagaren (Vindriktningar 0-80° och 220-360°) samt att ingen eller enbart lite nederbörd förekom (blå staplar) jämfört med dagar då vinden inte passerat källområdet innan den nådde provtagaren (Vindriktningar 80-220°) samt att ingen eller enbart lite nederbörd förekom (svarta staplar).

4.1.3 Relation mellan passiva och aktiva provtagare

Som angavs ovan, har vi använt såväl passiva som aktiva provtagare för att mäta hästallergen, dels som deposition under hela mätperioden (U/prov/mätperiod) dels som dygnsmedelvärde av TSP och hästallergen (U/m³) i denna studie. I Figur 9 visar att deposition av hästallergen har en bra korrelation med genomsnittlig halter av TSP och hästallergen vid H1/V1, H2/V2 och H3/V3.

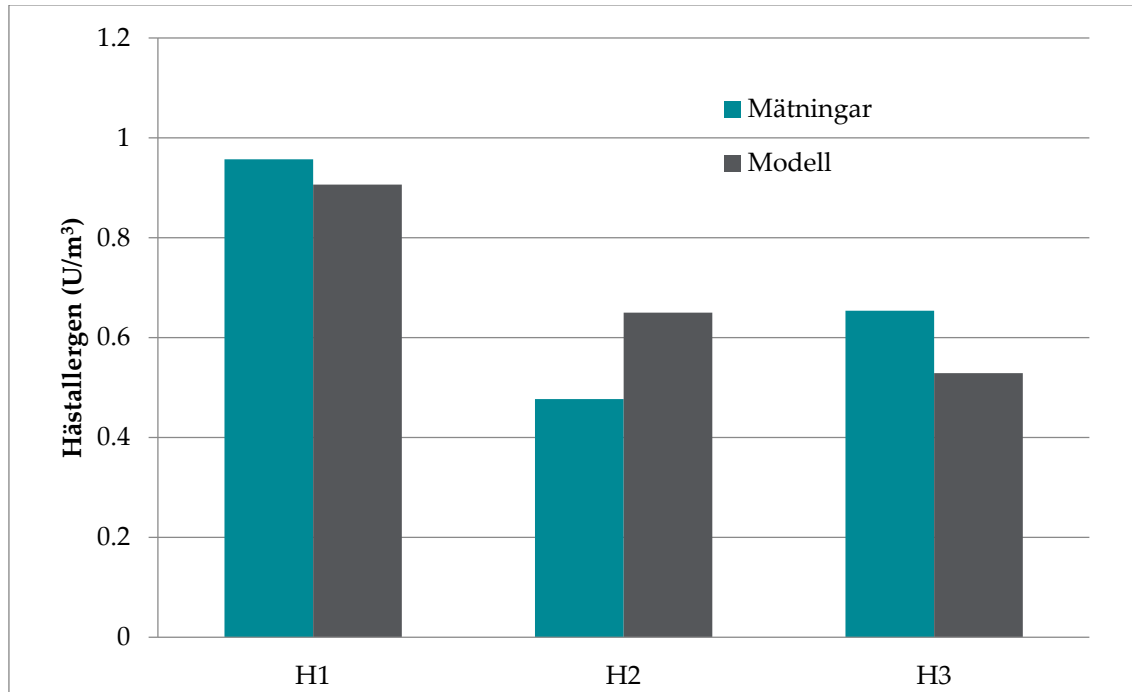


Figur 9 Jämförelse mellan deposition av hästallergen från passiva provtagare och koncentration av TSP respektive hästallergen från aktiva provtagare.

4.2 Inverterad modellering

Baserat på de beräknade emissionsfaktorerna kunde emissionen för respektive timme och yta inom Europahusområdet beräknas, vilken i sin tur spridningsberäknades för mätkampanjen med ADMS-modellen. De beräknade halterna vid mätstationerna jämfördes därefter med mätdata från dygnsprovtagarna. I Figur 10 visas resultatet från valideringen, där jämförelsen mellan uppmätta och beräknade halter av hästallergen visar en god överensstämmelse.

Den uppmätta medelhalten av hästallergen för hela mätperioden var 0.96 U/m³, 0.48 U/m³ och 0.65 U/m³ vid H1, H2 respektive H3, medan den modellerade medelhalten vid H1, H2 och H3 var 0.91 U/m³, 0.65 U/m³ och 0.53 U/m³. Den uppmätta genomsnittliga halten av hästallergen på de tre stationerna var 0.696 U/m³ och den modellerade halten var 0.695 U/m³, vilket innebär en procentuell skillnad på ca. 4% (Figur 10).



Figur 10 Jämförelse mellan uppmätta och modellerade medelhalter av hästallergen baserad på dagsmedelvärden av hästallergen vid H1, H2 och H3.

4.3 Beräknade haltbidrag på årsbas

Utifrån sambanden mellan emissionerna, meteorologi och aktiviteter under mätperioderna beräknades emissioner av hästallergen för ett helt år. I Figur 11-1 visas årsmedelhalten av hästallergen som isolinjer på en karta över området kring Europahuset. Beräkningarna av årsmedelvärdet av hästallergen var 0.1 U/m³, 2 m ovan mark på baksidan av Europahuset direkt mot källorna. Inne på källområdena var halten av hästallergen högst, över 2 U/m³.

För att bedöma halten vid ett "värsta fall" har även 99-percentilen för timmedelvärde under ett år beräknats vid hästverksamheterna. 99-percentil för timmedelvärde motsvarar 1 % av årets timmar d.v.s. 88:e högsta timmedelhalt/år. Figur 11-2 visar att 99-percentil vid nordostsidan av Europahuset var 1 U/m³. Del av friytor (ca 50 %) mellan Europahuset och fastighetsgränsen mot hästverksamheterna var högre än 2 U/m³ som 99-percentilen av timmedelvärden.

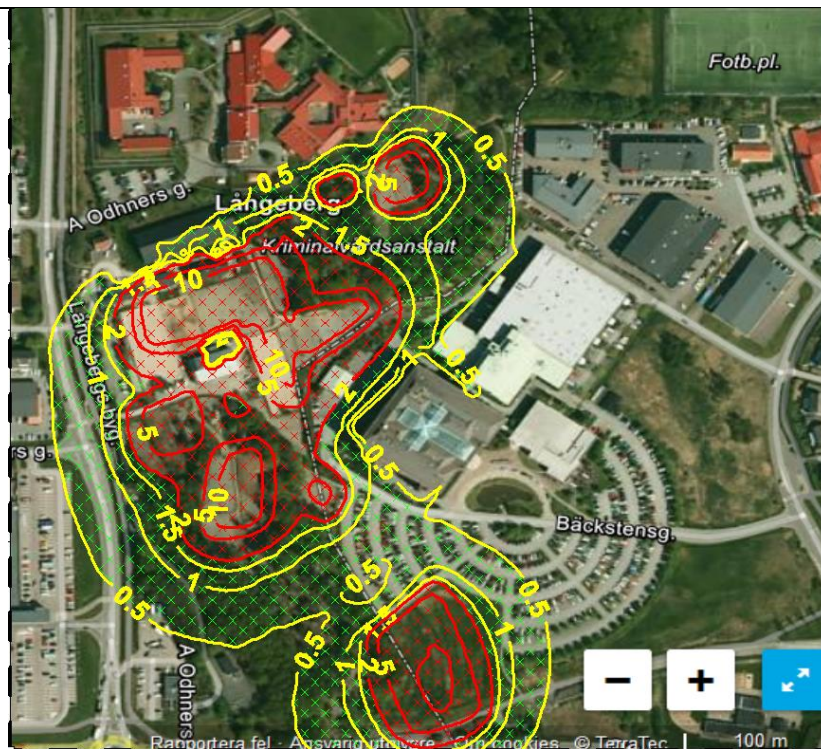
Figur 11-1

Årsmedelvärden av hästallergen på 2 m höjd



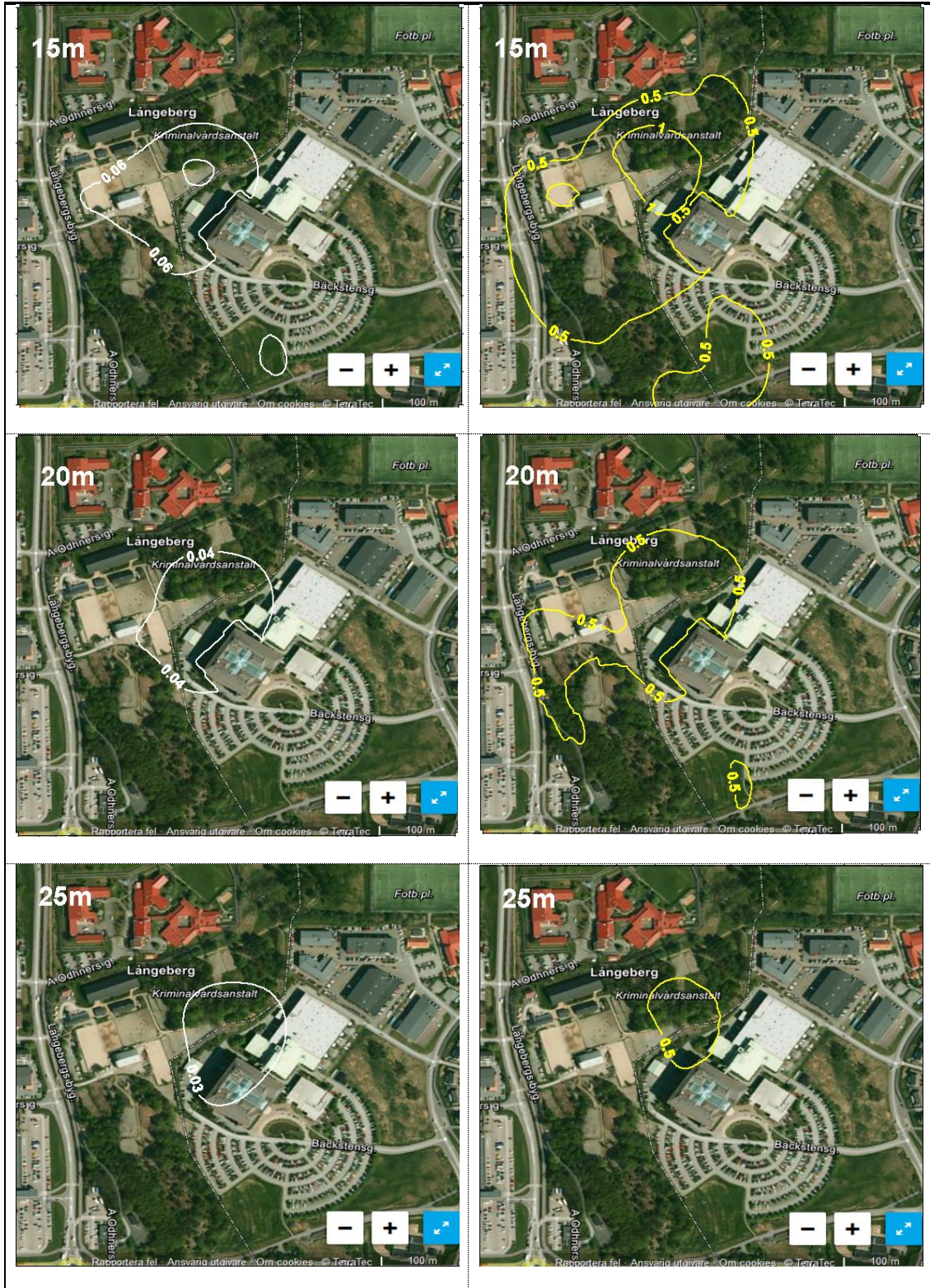
Figur 11-2

99-percentilen av timmedelvärden på 2m höjd



Figur 11

Årsmedelvärden och 99-percentiler av timmedelvärden av hästallergen på 2m höjd över mark under ett typår (U/m^3).



Figur 12 Årsmedelvärden och 99-percentiler av timmedelvärden under ett typår av hästallergen (U/m^3) på en höjd över mark av 6m, 10m, 15m, 20m och 25m

4.5 Beräknade haltbidrag i specifika punkter

För att förtydliga halterbidragen, särskilt på friytorna mellan Europahuset och fastighetsgränsen mot hästverksamheterna, redovisas i tabellform (Tabell 5) beräknade halter av hästallergen som årsmedelvärde och 99-percentil för timmedelvärde vid H1, H2 och H3 på olika höjder.

Tabell 5. Beräknade haltbidrag (U/m³) som årsmedelhalter och 99-percentil för timmedelvärde vid H1, H2 och H3 på olika höjder.

Höjd ovan mark (meter)	Årsmedelhalt (U/m ³)			99-percentiler för timmedelvärde (U/m ³)		
	H1	H2	H3	H1	H2	H3
2	0.19	0.13	0.12	2.24	1.53	1.42
6	0.19	0.14	0.12	2.20	1.58	1.49
10	0.14	0.11	0.11	1.63	1.27	1.29
15	0.09	0.08	0.08	1.03	0.93	1.01
20	0.05	0.05	0.06	0.67	0.61	0.74
25	0.03	0.03	0.04	0.43	0.43	0.52

5. Diskussion och slutsatser

Mölndals stad gav IVL i uppdrag att göra en fortsatt utredning omkring Europahuset inom fastigheten Bastuban 1 med syftet att undersöka hur byggnaden, som planeras att byggas om från kontor till bostäder, kan komma att påverkas av hästallergen från de hästverksamheter som ligger 50 – 200 m nordväst om de befintliga byggnaderna. Utredningen omfattade mätningar och beräkningar av hästallergenemissioner från källområdet (två hästverksamheter) samt spridning av hästallergen i luft omkring Europahuset.

5.1 Sammanfattning

Mätningarna som ingick i denna utredning av hästallergenemissioner från hästverksamheter genomfördes under knappt tre veckor (2018-09-03 till 2018-09-21). Analyserna som utförts på uppmätta hästallergen visade att både hästverksamheten och meteorologin (nederbörd och vindriktning) påverkar variationen av halter av hästallergen i stor omfattning. Under dagar då luften passerat källområdet innan den nådde provtagaren var halterna av hästallergen 5-12 gånger högre än dagar då luften inte passerade källområdet. Halter av hästallergen under torra dagar (ingen eller enbart lite nederbörd förekom) var 2-4 gånger högre än dagar då det förekom nederbörd i den omfattningen så att marken var fuktig större delen av dagen. Under torra dagar fanns stora möjligheter att få halter av hästallergen högre än 2 U/m³ under mätperioden.

Med hjälp av resultat från mätkampanjen och inverterad spridningsmodellering beräknades emissionerna av hästallergen från stall och hagar. Jämförelsen mellan uppmätta och beräknade halter av hästallergen visade en god överensstämmelse med en skillnad på 4 % för medelhalten vid de tre mätstationerna. De framtagna emissionsfaktorerna användes därefter för att beräkna spridning och lufthalter under ett helt år. Resultaten jämfördes med 2 U/m^3 , som betyder en låg nivå, vid vilken man inte borde uppleva några besvär med hästallergen. Både mätningarna och beräkningarna av lufthalter avseende hästallergen visade på att det inte förelåg någon stor risk att 2 U/m^3 överskrids vid Europahuset, så även på baksidan av byggnaden som ligger direkt mot källområdet. Det fanns bara en del av friytorna, mellan Europahuset och fastighetsgränsen mot hästverksamheterna som uppvisade högre halter ($> 2 \text{ U/m}^3$) för 99-percentilen av timmedelvärden under ett år. Utifrån att 2 U/m^3 kan gälla som ett gränsvärde för när man känner obehag av hästallergen görs bedömningen att det inte borde föreligga några hinder för bostäder på Bastuban 1 under de förutsättningar som presenteras i rapporten.

5.2 Osäkerheter

Några osäkerheter föreligger förknippade med resultaten, t.ex. (1) variation av antal hästar i området; (2) att det visat sig finnas några hästar på plats även under sommarmånaderna, och därmed föreligger viss risk för underskattade haltnivåer av hästallergen under juli och augusti; (3) tävlingstillfällen och då gästande tävlingshästar har inte heller inkluderades i denna undersökning.

Placeringen av hästar, tidpunkter, mm. motsvarar ett genomsnitt utifrån erhållen information under en "typvecka". Emissionsfaktorer (mängd hästallergen/häst) under mätperioden kan vara underskattade på grund av att antalet hästar var 49 istället för 60. Å andra sidan är i så fall årsmedelvärdes- och 99-percentilberäkningarna överskattade, då de baserades på den totala halten av hästallergen (emissionsfaktorer \times antal hästar (60)) på stall/hagar. Därför torde vilket antal hästar som använts i detta fall inte ha någon nämnvärd påverkan på resultatet.

För att uppskatta hur stor eventuell avvikelse kan vara på grund av utsläpp under sommarmånaderna och tävlingar, en extra beräkning har genomfört. I den beräkningen ansatts att hälften av hästarna (30) var på plats under sommarmånaderna och 99.2-percentilen av timmedelvärden under ett år (72:e högsta timmedelhalt/år istället 88:e högsta timmedelhalt/år) utgående från ca 4 timmar per tävling och 4 gånger per år. Resultatet i Tabell 6 visar att den beräknade genomsnittliga skillnaden på de tre stationerna mellan årsmedelhalter utan och med utsläpp under sommarmånaderna är 0.03 U/m^3 (18%). Den beräknade genomsnittliga 99-percentilen på de tre stationerna ökade till 0.21 U/m^3 (12%) när hänsyn tagits till tävlingarna. Så utifrån att 2 U/m^3 utgör gränsvärde görs samma bedömning som tidigare att det inte föreligger någon stor risk att 2 U/m^3 överskrids vid Europahuset, men att större del ($> 50\%$) av friytorna mellan Europahuset och fastighetsgränsen mot hästverksamheterna uppvisade högre halter ($> 2 \text{ U/m}^3$) för 99.2-percentilen av timmedelvärden under ett år (Figur 13).

Tabell 6. Beräknade haltbidrag (U/m^3) som årsmedelhalter utan/med utsläpp under sommarmånaderna och 99-, 99.2-percentil för timmedelvärde vid H1, H2 och H3 vid 2 meter ovan mark.

Hästallergen (U/m^3)	H1	H2	H3
Årsmedelhalt utan utsläpp under sommarmånaderna	0.19	0.13	0.12
Årsmedelhalt med utsläpp under sommarmånaderna	0.22	0.16	0.14
<i>Skillnad</i>	0.03	0.03	0.02
99-percentiler för timmedelvärde	2.24	1.53	1.42
99.2-percentiler för timmedelvärde	2.43	1.76	1.63
<i>Skillnad</i>	0.19	0.23	0.21

Figur 13-1

Årsmedelvärden av hästallergen med utsläpp under sommarmånaderna på 2 m höjd



Figur 13-2

99.2-percentilen av timmedelvärden på 2m höjd



Figur 13 Årsmedelvärden med utsläpp under sommarmånaderna och 99.2-percentiler av timmedelvärden av hästallergen vid 2m höjd över mark under ett typår (U/m^3).

5.3 Åtgärd

Den uppmätta hästallergenhalten var noll vid V4, på Europahusets tak. Beräknade haltbidrag av hästallergen på olika nivåer visade att vid ungefär 15 m höjd var årsmedelvärdet och 99 percentilen för timmedelvärden mycket låga. Detta indikerar en möjlighet att bygga den planerade uteplatsen på Europahusets tak för boende och besökande, där även de känsligaste personerna sannolikt inte borde uppleva besvär.

Det finns några studier (exempelvis Freer-Smith et al., 2004), som visar att spridningen av partiklar kan minskas genom olika former av barriärer av vegetation där barrträd är mest effektiva, medan glesa lövträd har en lägre effektivitet. Resultaten varierar mellan ca 3 och 17 % sänkning av halten med lövträd beroende på täthet och vindhastighet. För barrträd minskar halten av partiklar med mellan 15 och 25 %. Beräkningar med finskaliga modeller där effekten av plank eller byggnader tas hänsyn till har använts vid utredningen vid Åby travbana (Haeger-Eugensson et al., 2006). Där framgår att effekten av byggnader/plank (4 m högt) avtar med avståndet från byggnaden/planket. För att ytterligare minska eventuella störningar mellan hästverksamheter och planerade angränsande bostäder och även vice-versa (d.v.s. störningar från aktiviteter i bostadsområdet till hästverksamheten), så bör man komplettera med en växtbarriär/plank dem emellan. Detta har dock inte testas för att specifikt minska hästallergener, men då hästallergenerna transporteras som partiklar bör effekten bli på motsvarande sätt.



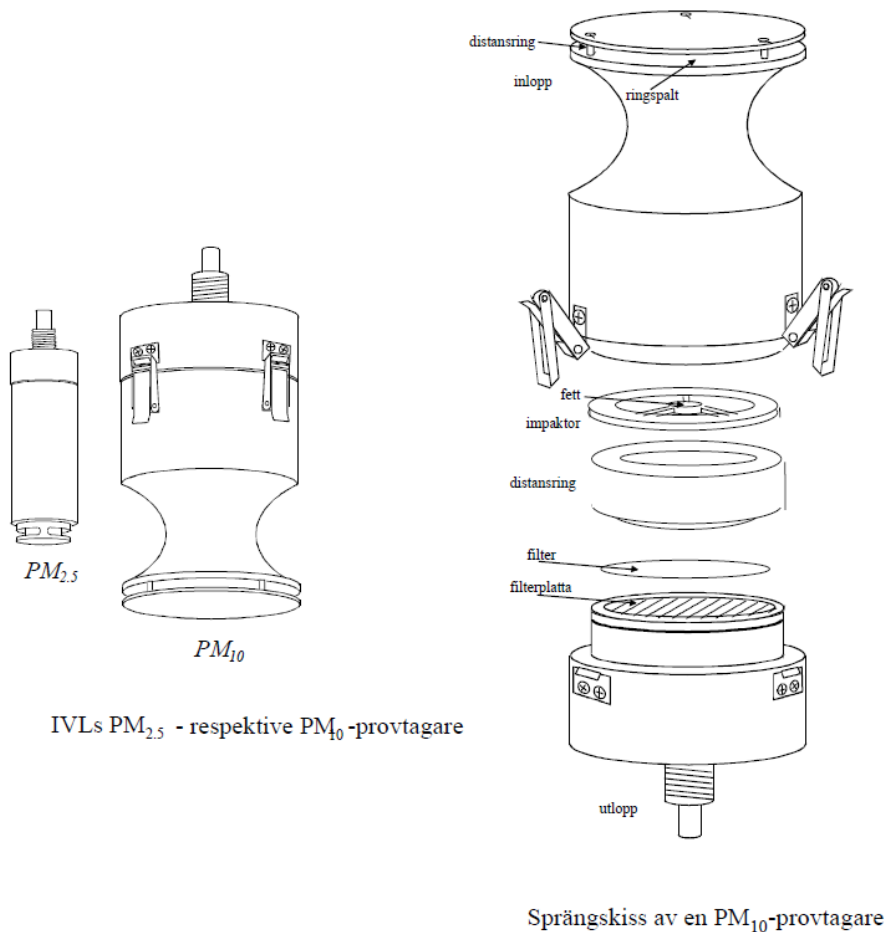
Referenslista

- Elfman, L, Brännström, J. och Smedje, G., 2008. Detection of horse allergen around a stable. *Int. Arch Allergy Immunol* 145, 269-276.
- Emenius G., PH. Larsson, M. Wickman och B. Härfast., 2001. Dispersion of horse allergen in the ambient air, detected with sandwich ELISA. *Allergy* 56:771-774.
- Emenius G., Merritt A-S., Härfast B., 2009. Dispersion of horse allergen from stables and areas with horses into homes. *Int Arch Allergy Immunol* 150(4):335-342.
- Ferm M., Watt J., O'Hanlon S., De Santis F. and Varotsos C., 2006. Deposition measurement of particulate matter in connection with corrosion studies. *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 384, 1320-1330 DOI: 10.1007/s00216-005-0293-1
- Freer-Smith, P.H., El-Khatib, A.A., and Taylor, G., 2004: "Capture of particulate pollution by trees: A comparison of species typical of semi-arid areas with European and Northern American species". *Water, Air and Soil Pollution*, 155, 173-187.
- Haeger-Eugensson, M. och L. Elfman, 2006. Beräkning av hästallergenhalter runt Åbytravet., Göteborg. 10:2006.
- Haeger-Eugensson, M, Ferm, M. och Elfman, L., 2014. Use of a 3-D dispersion model for calculation of dispersion of horse allergen and odour around horse facilities. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 11, 3599-3617.
- Zahradnik, E. and Raulf, M., 2014. Animal allergens and their presence in the environment. *Frontiers in Immunology*, 5, 1-21.

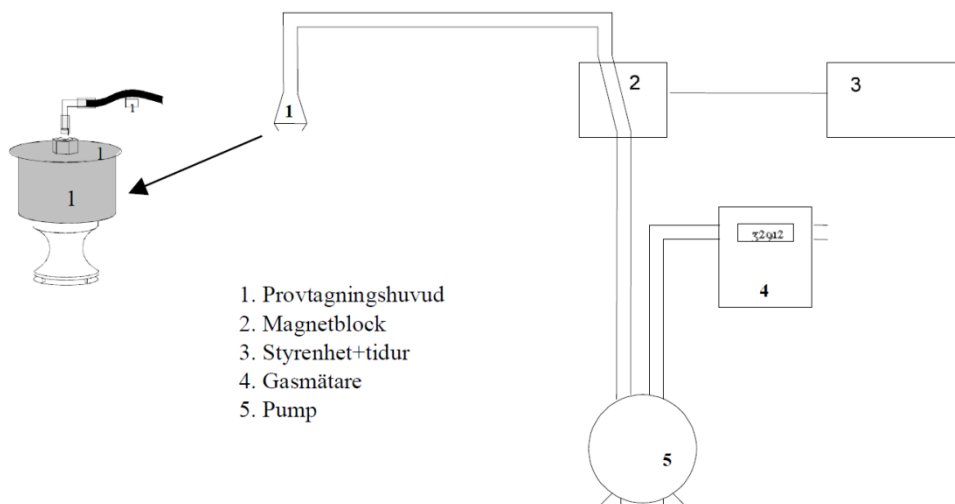
Bilaga 1 Provtagning av partiklar i utomhusluft på filter

Princip

Luft sugs med konstant flöde igenom ett provtagningshuvud, där ett filter är monterat, se Figur 1.1-1.2. Filtret (Zeflour för TSP och PM_{10} , Teflon för $PM_{2.5}$) samlar upp partiklarna. Huvudets inlopp, luftflödet samt en impaktor, monterad före filtret, ger den bestämda partikelfractionen, PM_{10} eller $PM_{2.5}$.



Figur 1.1 Provtagare för $PM_{2.5}$ och PM_{10}



Figur 1.2 Principskiss för provtagning av partiklar

Provtagning sker dygnsvis genom att en styrenhet styr ett externt provblock (Figur 1.2 -2) bestående av åtta kanaler. Kanal skiftas en gång per dygn (kl. 00:00 svensk vintertid). Provtagningshuvuderna är monterade utomhus i en aluminiumställning, där åtta huvuden via varsin provtagnings slang är kopplad till det externa ventilblocket.

Placering av Provtagningsutrustning

Provtagningen sker utomhus. Provtagningshuvuderna är placerade först i provtagningskedjan i direkt anslutning till provluftsintaget. Slangar leder provluften till magnetblocket med styrenhet (Figur 1.2 -2 och 3), gasmätare (Figur 1.2 -4) och pump (Figur 1.2 -5) placerade inomhus.

Vägning och utskick av provtagningsfilter

Vägning av provtagningsfilter sker vid IVL's laboratorium, före och efter provtagning. Vägningen utförs i ett konditionerat vägrum (fukt och temperature) och på en våg med en upplösning på 1 µg.



Bilaga 2 ADMS-modellen

ADMS (version 4) 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 luftkvalitetsövervakningssyften 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. 2007: ADMS - 4 Atmospheric Dispersion Modelling System – User Guide, Version 4.

