



Norrlandstingens
REGIONFÖRBUND



Landstinget
Västernorrland



REGION
JÄMTLAND
HÄRJEDALEN



VÄSTERBOTTENS
LÄNS LANDSTING



Region Örebro län
Arbets- och miljömedicin



LANDSTINGET
VÄSTMANLAND



LANDSTINGET
SÖRMLAND



Landstinget
i Värmland

Partiklar och hälsoeffekter vid deltagande i färglopp



Ingrid Liljelind¹, Yrkes- och miljöhygieniker
Katja Hagström², Yrkes- och miljöhygieniker
Carin Pettersson², Kemiingenjör
Göte Mölleby², Miljösjuksköterska
Helén Bertilsson¹, Miljösjuksköterska
Ann-Christin Mannerling², Yrkes- och miljöhygieniker
Karl Forsell¹, Överläkare

¹Klinisk miljömedicin norr, Arbets- och miljömedicin, Norrlands universitetssjukhus

²Arbets- och miljömedicin, Universitetssjukhuset Örebro

Klinisk miljömedicin norr

Klinisk miljömedicin norr vid Norrlands universitetssjukhus är ett samarbete inom Norrlandstingens regionförbund för Region Jämtland Härjedalen och landstingen i Västernorrland, Norrbotten, och Västerbotten.

Webbplats

<http://www.norrlandstingen.se/halso-och-sjukvard/klinisk-miljomedicin-norr/>

Arbets- och miljömedicin Örebro

Arbets- och miljömedicin är ett samarbete mellan Region Örebro län och landstingen i Sörmland, Värmland och Västmanland och finns vid Universitetssjukhuset Örebro.

Webbplats

www.regionorebrolan.se/amm

Citera oss gärna, men vänligen ange källan.

Innehåll

| | | |
|-----|--|----|
| 1 | Sammanfattning..... | 4 |
| 2 | Bakgrund | 5 |
| 2.1 | Syfte | 5 |
| 2.2 | Innehåll i färgpulvret | 6 |
| 2.3 | Tidigare mätningar..... | 7 |
| 2.4 | Partiklar i utomhusluft och hälsoeffekter..... | 7 |
| 3 | Material och metoder | 8 |
| 3.1 | Exponeringsmätningar | 9 |
| 3.2 | Undersökning av hälsoeffekter..... | 10 |
| 3.3 | Analys av partiklar och metaller | 11 |
| 3.4 | Hygieniska gränsvärden | 11 |
| 3.5 | Statistiska beräkningar..... | 11 |
| 4 | Resultat..... | 12 |
| 4.1 | Halter av partiklar | 12 |
| 4.2 | Halter av metall..... | 13 |
| 4.3 | Symtom och besvärsförekomst..... | 14 |
| 4.4 | Lungfunktion | 15 |
| 5 | Diskussion..... | 15 |
| 5.1 | Höga partikelhalter uppmättes..... | 15 |
| 5.2 | Metaller kunde identifieras | 16 |
| 5.3 | Färglopp kanske förvärrar existerande hudproblem | 17 |
| 5.4 | Ingen påverkan på lungfunktionen kunde påvisas..... | 17 |
| 5.5 | Exponeringen bör även undersökas för andra grupper | 18 |
| 5.6 | Slutsats..... | 19 |
| 6 | Referenser | 20 |

1 Sammanfattning

På senare år har det dykt upp löparrangemang där färg kastas på deltagarna, vanligen i form av ett färgpulver med olika nyanser. Pulvret består av majsstärkelse med olika tillsatssämnen för färgnyansen. Det saknas dock riskbedömningar avseende eventuell hälsopåverkan för de som utsätts för färgpulvret vid ett lopp, det vill säga deltagare, funktionärer som kastar ut färgerna, åskådare och eventuella förbipasserande. Även barn deltar i dessa motionslopp.

I en pilotstudie undersöktes exponeringen för partiklar och metallinnehållet i färgpulvret samt dess akuta effekter på luftvägar, ögon och hud hos elva friska deltagare under sensommaren 2015. En deltagare hade hudsjukdomen rosacea i ett behandlingskontrollerat tillstånd och utan utslag. Deltagarna sprang ett färglopp i Örebro eller Umeå samt ett referenslopp utan färger på respektive ort. Inhalerbara partiklar mättes med personburen provtagare i andningszonen. Luftburna partiklar och själva färgpulvret analyserades för eventuellt metallinnehåll. Lungfunktionen undersöktes med spirometri och inflammationsmarkören kväveoxid i utandningsluft. Deltagarna fick fylla i ett formulär med frågor om besvär från ögon, näsa, luftvägar och hud före och efter respektive motionslopp.

En statistiskt signifikant högre halt av inhalerbara partiklar uppmättes i färgloppen, 10-280 mg/m³, jämfört med referensloppet, där alla halter var under kvantifieringsgränsen, <0,06 mg/m³. Om övrig exponering upp till 8 timmar antas vara noll så överskred sex av proven nivågränsvärdet, NGV, för mjöldamm på 3 mg/m³. NGV är den högsta tillåtna halten under en arbetsdag på 8 timmar. Metaller som uppmättes var bland annat magnesium, aluminium och nickel, där halterna var signifikant högre under färgloppen än under referensloppet. Under färgloppen besvärades två löparare av lättare skavkänsla i ögonen. Inga påtagliga luftvägsbesvär framkom. Personen med rosacea försämrades i sin hudsjukdom under färgloppet med en tilltagande kliande rodnad i pannan. Under och efter referensloppen framkom inga besvär hos någon av deltagarna. Inga statistiskt signifikanta skillnader i spirometrivärden eller kväveoxidhalt i utandningsluft sågs mellan färg- och referensloppen.

Vid jämförelse med undersökningar av effekten av partiklar i allmänmiljön kan man se att halterna är mycket höga. Halterna är över nivåer där hälsoeffekter skulle kunna ses. Det är dock viktigt att veta att vi har mätt en större fraktion av partiklar än vad som normalt mäts i utomhusluft. Dessutom är partiklar från färgloppet en annan sammansättning av kemiska ämnen än vad vi allmänt ser i partiklar från våra städer där till exempel slitagepartiklar från vägtrafik är en stor andel

Sammanfattningsvis förekom exponering för höga halter av partiklar vid deltagande i färglopp. I färgpulvren kunde metaller som magnesium, aluminium samt nickel identifieras. Ingen påverkan på luftvägarna kunde observeras. Partikelexponering och eventuell fysisk påverkan hos funktionärer och deltagare med en astmasjukdom, KOL eller hudsjukdom vore viktiga att undersöka.

2 Bakgrund

På senare år har så kallade färglopp organiserats i flera städer i Sverige. Loppen sträcker sig vanligen över cirka 5 km och sker utan tidtagning eller att någon vinnare utses. Löpare i alla åldrar klädda i vitt får vid jämna mellanrum färgpulver kastat emot sig. Färgerna kastas ut manuellt av funktionärer eller från halvautomatiska färgsprutor. Även deltagarna själva kan ha färgpåsar från organisatören med sig som de kastar på sig själv eller andra. En av dessa organisatörer är Color Me Rad som anordnade ett färglopp i Umeå och ett i Örebro under sensommaren och hösten 2015. Det finns andra färglopp av liknande art, exempelvis *Run or Dye™* och *The Color Run™*, och om det sistnämnda har Klinisk miljömedicin norr tidigare skrivit en rapport [1].

Färgloppens spridning de senaste åren har ännu inte resulterat i någon typ av rapportering av eventuella hälsoeffekter och underlaget för en riskbedömning är sålunda mycket begränsat. Vi har inte funnit någon vetenskaplig litteratur angående partikelnivåer eller eventuell fysisk och hälsomässig påverkan för deltagare, funktionärer eller åskådare. Detta trots att eventuella hälsoeffekter har uppmärksammats i enskilda reportage och har diskuteras i olika fora. I en blogg hållen av en australiensisk yrkeshygieniker rapporterades utifrån ett eget privat initiativ till partikelmätning en förekomst av höga nivåer av partiklar i andningszon, såväl för vuxna som för barn [1]. Det är inte heller enkelt att få information om ingående substanser som kan förekomma i färgpulver. Detta kan bero på att krav på information och riskbedömning saknas inom området [1].

2.1 Syfte

Syftet med projektet var att få mer kunskap om förekommande exponeringsnivåer för färgpartiklar som ett led i att underlätta riskbedömningen av eventuella hälsoeffekter för såväl vuxna som barn. Detta skulle sedan kunna utgöra ett underlag för riskbedömning för funktionärer och åskådare och i slutändan en mer specifik rådgivning till kommuner vid förfrågan från organisatörer om att få arrangera färglopp.

Frageställningarna inför projektet var:

- Vilka nivåer av inandningsbara partiklar kan man utsättas för som deltagare i ett färglopp?
- Kan partiklarna orsaka obehag och/eller påverkan på lungfunktionen eller huden?

Projektet godkändes av Regionala etikprövningsnämnden i Umeå (Dnr 2015-231-31M).

2.2 Innehåll i färgpulvret

Färgpulver från olika tillverkare har det gemensamt att de består av en bas av majsstärkelse med tillsats av olika färgämnen, ofta livsmedels- eller läkemedelsfärg. Det finns inga vedertagna gränsvärden vid luftvägsexponering av dessa färgämnen att jämföra med. Färgämnena kan istället vara värderade utifrån det tolererbara eller acceptabelt dagliga intaget (TDI/ADI).

I säkerhetsdatabladet till färg som användes vid färgloppet Color Me Rad kan man exempelvis läsa följande:

“Food Grade Corn Starch combined with Food, Drug & Cosmetic Colors (FD&C) and/or Drug & Cosmetic Colors, NOT hazardous”, med tillägg att “Finished product NOT intended for human ingestion. “

I de aktuella färgloppen inom projektet tillhandahölls färgpulvren av Chameleon Colors, vilka skriver på sin hemsida:

”Our vibrant colors are made up of Corn starch and FD&C and/or D&C colors. Color safety information: Approved for use in foods, cosmetics and/or drugs. These products are not considered hazardous, 29 CFR 1910-1200.”

Avseende inandning av färgpulvren kan man läsa:

”It’s a lot like breathing in dust and dirt, extensive exposure is not recommended.”

I informationen från arrangören av Color Me Rad står följande information:

“...gällande färgen så är det inga konstigheter. Den är fri från farliga ämnen, är snäll mot huden och är tillverkad av helt vanlig majsstärkelse. Den är producerad i USA av en välkänd livsmedelskedja som heter Kroger. Färgen kommer visserligen att få dig att skifta färg likt en kameleont, få dig att släppa alla dina hämningar, men vi garanterar att den inte kommer att påverka din hälsa negativt på något sätt!”. Färgen uppges vara glutenfri [2].

Färgämnen kan innehålla metaller för att få fram olika nyanser, som pigmentbärare eller som konserveringsmedel. Någon information om eventuell metallförekomst i färgen kunde inte erhållas vid kontakt med Color Me Rad. Detta eftersom de hänvisar till att innehållet i färgerna är en affärshemlighet. I säkerhetsdatabladet för färgerna nämns endast en färgsubstans ”Red #40”. Det framgår inte vad som ingår i denna färg, men ett vanligt färgämne är Allurarött, vilket det skulle kunna vara [3].

2.3 Tidigare mätningar

Det finns endast enstaka mätningar av partiklar vid färglopp genomförda av en yrkeshygieniker i Australien. Där användes pumpad provtagning för inhalerbar fraktion med IOM-provtagare. Mätningar genomfördes under två olika färglopp arrangerade av The Color Run™. Vi bedömer att dessa mätningar är väl genomförda. Resultaten visade att exponeringen varierade kraftigt beroende på vilket sätt man tog sig igenom färgstationerna; stannade man i färgmolnet fick man betydligt högre doser än om man försökte passera snabbt. Resultaten visade på ett medelvärde av partiklar på 19 mg/m^3 , min $0,8 \text{ mg/m}^3$ och max 84 mg/m^3 . De flesta värden var över det australiensiska hygieniska gränsvärdet för mjöldamm på 4 mg/m^3 under 8 timmar [1]. Det svenska arbetshygieniska gränsvärdet för mjöldamm är lägre, 3 mg/m^3 under 8 timmar.

2.4 Partiklar i utomhusluft och hälsoeffekter

Partiklar anses idag vara de luftföroreningar som påverkar människors hälsa mest i svenska tätorter och barn bedöms vara en särskilt känslig grupp [4]. WHO beräknar att 92 % av världens befolkning bor på platser med partikelhalter över WHO:s riktlinje för partikelhalter i vår miljö [5]. Partiklarna kommer från flera olika källor men framförallt från vägtrafik, uppvärmning och industrier [4]. Det är osäkert vad som gör partiklarna skadliga och man vet inte om det är antal, storlek, massa, yta eller partiklarnas innehåll som är av störst betydelse ur hälsosynpunkt [6].

Vid mätningar av partiklar utomhus delas partiklarna oftast upp i två kategorier. Den ena är PM_{10} med partiklar mindre än 10 mikrometer. Den andra är $\text{PM}_{2,5}$ med partiklar mindre än 2,5 mikrometer. Miljökvalitetsnormerna i Sverige är $0,050 \text{ mg/m}^3$ per dygn med maximalt 35 gånger över värdet per år för PM_{10} . För $\text{PM}_{2,5}$ anger miljökvalitetsnormen ett värde på $0,025 \text{ mg/m}^3$ under ett år [7]. Riktvärdena inom WHO för PM_{10} är $0,020 \text{ mg/m}^3$ som årsmedelvärde och $0,050 \text{ mg/m}^3$ som medelvärde för 24 timmar. Motsvarande värden för $\text{PM}_{2,5}$ är $0,01 \text{ mg/m}^3$ respektive $0,025 \text{ mg/m}^3$ [5]. Inom arbetsmiljö är uppdelningen av partiklar annorlunda där man delar upp partiklarna i framförallt inhalerbara och respirabla partiklar. Inhalerbara partiklar är mindre än 100 mikrometer och respirabla partiklar är mindre än 4 mikrometer [8].

Att andas in partiklar kan ge olika hälsoeffekter beroende på vilka kemiska och fysikaliska egenskaper de har. Partiklarna hamnar på olika ställen i luftvägarna beroende på hur stora de är, vilket också påverkar vilken hälsoeffekt de får. De allra minsta partiklarna som är mindre än 10 mikrometer, PM_{10} , kan nå längst ner i lungorna. Vid långvarig exponering av små partiklar ökar risken för att utveckla luftvägssjukdomar, hjärt-kärlsjukdom och lungsjukdom men även ökade symtom från luftvägarna, i synnerhet hos personer med känsliga luftrör. Större partiklar kan leda till irritation i ögon och övre luftvägar som hosta. Mindre partiklar riskerar dock att komma längre ner i lungorna. Individer med ökad känslighet för luftrörspåverkan kan vara personer med astma. Det är viktigt att poängtera att i befolkningsstudier har man inte kunnat

påvisa någon säker nivå under vilken luftföroreningar inte kan bidra till negativa hälsoeffekter [5].

Bakgrundshalter av partiklar i Sverige har ett årsmedelvärde för PM₁₀ på 0,003-0,012 mg/m³. I städer varierar halten mellan 0,01 och 0,04 mg/m³ och halten verkar vara relativt oberoende av stadens storlek. De huvudsakliga källorna för partiklar i våra städer är lokala. På landsbygden är dock den största källan partiklar som har transporterats långt [6].

Flera studier har kunnat påvisa samband mellan höjningar av partikelnivåer i omgivningsluften och effekter i form av ökat antal akutbesök och sjukhusintagningar för luftvägssjukdom och astma samt ökad medicinering med luftvägsvidgande medel. Denna påverkan anses bland annat ske genom att partiklarna skapar eller förvärrar en inflammation i luftvägarna [6, 9].

Flera studier har försökt kvantifiera vilken effekt en ökning av partikelhalt kan ha. I studier har man noterat att en ökning med 0,01 mg/m³ under en kortare tid, ett till två dygn, kan ge en ökad allmän dödlighet med nivåer runt 1 % för PM_{2,5} [10] och 1,7 % för PM_{2,5-10} [9]. Andra effekter än dödlighet har också setts som intagningar på sjukhus på grund av kardiovaskulär och luftvägspåverkan [10] och hjärtsvikt [11]. Detta pekar på att mycket låga ökning av partikelhalten under korta perioder påverkar vår hälsa negativt. I en studie beräknades att en minskning av halterna PM_{2,5} i USA med ungefär 0,004 mg/m³ skulle förhindra cirka 8 000 sjukhusintagningar på grund av hjärtsvikt och spara runt 300 miljoner dollar per år [11].

3 Material och metoder

Elva frivilliga friska löpare, 6 män och 5 kvinnor, deltog i ett färglopp samt i ett referenslopp utan färg. Varje lopp omfattade 5-6 km och varje deltagare kom på så sätt att utgöra sin egen kontroll. Fem personer deltog i Color Me Rad i Örebro och sex personer i Color Me Rad i Umeå.

Färgloppet i Örebro på 5 km utfördes 2015-08-11, halva loppet på asfalt och halva på grusunderlag. Loppet utfördes i Örebro centrum med totalt cirka 10 000 deltagare. Det hade regnat precis innan start och vindhastighet var 5 m/s och temperaturen runt 20 °C.

Referensloppet i Örebro utfördes 2015-08-20 och bestod av 5 km löpsträcka på asfalterade gång- och cykelbanor runt Örebros västra delar. Antalet deltagare var cirka 2 000 personer.

Vindhastigheten var 3 m/s och temperaturen 23 °C. Av personliga skäl kunde dock endast två av löparna delta i referensloppet. Övriga tre sprang samma sträcka som färgloppet vid olika tillfällen och under olika väderbetingelser senare under hösten.

Färgloppet i Umeå på 5 km ägde rum 2015-09-12 med totalt cirka 2 000 deltagare och gick på grusväg genom skog med avslutande cirka 400 m på travbana. Vindhastigheten var 0-1 m/s och vädret dimmigt med en temperatur runt 12 °C. Referensloppet utgjordes av Umemilen 2015-09-06 med totalt 322 deltagare, där projektdeltagarna fick stanna till efter knappt 6 km för undersökningar inom projektet. Den avverkade sträckan utgjordes till lika delar av asfalt och grus. Det hade regnat dagen innan, vindhastighet var 5 m/s och temperaturen runt 14 °C.

3.1 Exponeringsmätningar

Partikelmätning utfördes via personburen pumpad provtagning av inhalerbara partiklar (<100 mikrometer, inandningsbara partiklar) i andningszonen med GSP-provtagare. I en tidigare rapport redovisade vi en storleksfördelning av partiklarna med 85 % mindre än 125 mikrometer, det vill säga tillhörande den inhalerbara fraktionen (1). Någon sådan beskrivning fanns inte för det aktuella färgpulvret men huvudsubstanten majs mjöl var densamma.

Två deltagare i Umeå bar en extra provtagare placerad något lägre ned (Bild 1), vilket skulle motsvara andningszonen för ett barn. Pumparna startades strax före start, dock något tidigare vid färgloppet i Umeå eftersom det var en gemensam uppvärmning med färgpulverkastning. Alla pumpar stoppades strax efter målgång.

Vid referensloppet i Umeå utfördes mätningar av partikelhalten för sex deltagare och även två mätningar i barnhöjd.



Bild 1. Deltagare vid färgloppet i Umeå med mätutrustning. Provtagningsfilter som motsvarar barns andningszon är markerad med en röd ring.

3.2 Undersökning av hälsoeffekter

Lungfunktionen mättes med spirometri samt utandad kväveoxid FeNO (fractional exhaled nitric oxide) före och direkt efter respektive lopp. Deltagarna fick också fylla i ett kortare formulär bestående av fyra olika frågor om eventuella besvär ifrån ögon, näsa, luftvägar och hud. Besvärsförekomst angavs enligt en så kallad VAS-skala 0-10 (0=inga besvär, 10=kraftiga besvär) och följdes av mer specifika frågor om typ av besvär. Formuläret fylldes i före och efter varje lopp.

3.3 Analys av partiklar och metaller

Partiklar analyserades gravimetriskt och innehållet i partiklarna och färgpulvret analyserades med ICP/MS för 19 olika metaller. Analyserna genomfördes vid analyslaboratoriet på Arbets- och miljömedicin i Örebro. De metaller som ingick i analyspaketet var: beryllium (Be), magnesium (Mg), aluminium (Al), kalcium (Ca), vanadin (V), krom (Cr), mangan (Mn), järn (Fe), kobolt (Co), nickel (Ni), koppar (Cu), zink (Zn), arsenik (As), molybden (Mo), kadmium (Cd), antimon (Sb), barium (Ba), tallium (Tl) och bly (Pb).

3.4 Hygieniska gränsvärden

Hygieniska gränsvärdet kan definieras för många ämnen som nivågränsvärde (NGV), vilket är högsta tillåtna genomsnittliga exponering under en 8 timmars arbetsdag och definieras av Arbetsmiljöverket. Det hygieniska gränsvärdet är menat att skydda arbetstagares hälsa under en hel arbetsdag på 8 timmar. Eftersom inget gränsvärde finns för majsstärkelse valde vi att jämföra med gränsvärdet för mjöldamm som är 3 mg/m³[8].

3.5 Statistiska beräkningar

Resultaten redovisas som min, max, medelvärde och median. För att titta på skillnader i halter och besvär mellan färgloppen och referensloppen användes Man Whitney U-Test som analys. Ett p-värde <0,05 klassades som statistiskt signifikant. Analyserna genomfördes med SPSS Statistics version 22.

Eftersom mätningarna i projektet endast skulle genomföras under loppet kommer tiden att vara mycket kortare än åtta timmar för mätningarna. För att ändå kunna jämföra med NGV beräknades ett tidsvägt medelvärde (TVM) enligt formeln:

$$\text{TVM} = \frac{\text{Dammhalt} * \text{Löptid}}{8 \text{ timmar}}$$

På den resterande tiden upp till åtta timmar beräknades exponeringen för partiklar och metaller till noll. För TVM för 24 timmar gjordes samma beräkning men halten dividerades med 24 timmar.

4 Resultat

4.1 Halter av partiklar

Statistiskt signifikant högre halter av partiklar uppmättes under färgloppen jämfört med referensloppet. Variationen vid färgloppen var dock stora där värdena varierade från 10 till 280 mg/m³ (se Tabell 1), medan alla mätningar vid referensloppet visade på halter under kvantifieringsgränsen (<0,06 mg/m³).

Om övrig exponering upp till 8 timmar antas vara noll vid färgloppen så överskred sex av proven NGV för mjöldamm på 3 mg/m³. För de tidsvägda halterna överskred medelvärde och medianen tangerade gällande NGV. Lösa partiklar på filtren medförde dock en osäkerhet i uppmätta halter. De filter som placerades i andningszonen för ett barn visade något högre partikelhalter än mätarna som var placerade i andningszonen för en vuxen. Totalt sett var dessa halter dock i det nedre intervallet i jämförelse med övriga mätningar av partiklar. Halterna beräknade som TVM 24 timmar varierar mellan 0,25 och 8,2 mg/m³.

Tabell 1. Löptid samt halter av partiklar under färgloppen redovisat som halten under färgloppen och som tidsvägt medelvärde (TVM) för 8 timmar samt 24 timmar med resterande delen av tiden beräknad som nollexponerad. Löpare 1-5 sprang i Örebro och löpare 6-11 i Umeå.

| Löpare (nummer) | Löptid (min) | Inhalerbara partikelhalter (mg/m ³) | | |
|-----------------------|-----------------|---|---------------|---------------|
| | | Under loppet | TVM 8 timmar | TVM 24 timmar |
| 1 | 50 | 57 | 6,0 | 2,0 |
| 2 | 53 | 23 | 2,5 | 0,85 |
| 3 | 50 | 28 | 2,9 | 0,97 |
| 4 | 55 | 78 | 8,8 | 3,0 |
| 5 | 55 | 40 | 4,6 | 1,5 |
| 6 | 33 | 37 | 3,2 | 0,85 |
| 7 | 36 | 10 | 0,75 | 0,25 |
| 7 (barnhöjd) | 33 | 19 | 1,3 | 0,44 |
| 8 | 42 | 68 | 6,0 | 2,0 |
| 9 | 42 | 15 | 1,2 | 0,44 |
| 10 | 42 | 280 | 24 | 8,2 |
| 11 | 37 | 11 | 0,77 | 0,28 |
| 11 (barnhöjd) | 36 | 19 | 1,3 | 0,48 |
| Medel | 43 | 59 | 4,9 | 1,6 |
| Min | 33 | 10 | 0,75 | 0,25 |
| Max | 55 | 280 | 24 | 8,2 |
| Median | 42 | 37 | 2,9 | 0,85 |
| Nivågränsvärde | --- | --- | 3,0 | --- |
| P-värde | - | 0,0002 | 0,0002 | |

4.2 Halter av metall

Metaller som uppmättes var bland annat magnesium, aluminium och kalcium där halterna var signifikant högre under färgloppen (Tabell 2 och 3). Mangan, nickel, zink och bly identifierades också men utan skillnad mot nivåerna vid referensloppet. För resterande undersökta metaller låg alla värden under kvantifieringsgränsen. Generellt var de tidsvägda halterna av metaller under gällande nivågränsvärden utom för kalcium som låg på ett värde på max 1,7 mg/m³ jämfört med NGV för kalciumoxid på 1,0 mg/m³.

Metallanalyser på färgprov var generellt sett låga för alla metaller. För magnesium (3,3-7,8 %), aluminium (0,046-0,12 %), kalcium (5,5-14 %), järn (0,30-0,54 %), mangan (0,015-0,036 %) och koppar (0,00018-0,018 %) uppmättes något högre halter.

Tabell 2. Signifikant högre halter av magnesium, aluminium och kalcium vid färgloppen i jämförelse med referensloppet, se medelvärdet i tabellen.

| Löpare | Inhalebara partiklar (mg/m ³) | | | | | |
|-------------------|---|---------------|---------------|----------------|-----------------|------------------|
| | Magnesium | | Aluminium | | Kalcium | |
| | Loppet | TVM 8h | Loppet | TVM 8h | Loppet | TVM 8h |
| 1 | 0,97 | 0,10 | 0,39 | 0,041 | 1,9 | 0,20 |
| 2 | 3,2 | 0,33 | 0,39 | 0,041 | 5,7 | 0,59 |
| 3 | 0,46 | 0,051 | 0,39 | 0,043 | 0,90 | 0,10 |
| 4 | 1,3 | 0,15 | 0,39 | 0,045 | 2,4 | 0,28 |
| 5 | 1,4 | 0,16 | 0,50 | 0,057 | 2,4 | 0,28 |
| 6 | 0,25 | 0,017 | 0,26 | 0,018 | 0,78 | 0,054 |
| 7 | 0,31 | 0,023 | 0,22 | 0,017 | 5,1 | 0,39 |
| 7 (barnhöjd) | 0,26 | 0,018 | 0,38 | 0,026 | 0,49 | 0,034 |
| 8 | 12 | 1,1 | 0,61 | 0,053 | 20 | 1,7 |
| 9 | 1,5 | 0,13 | 0,23 | 0,020 | 2,5 | 0,22 |
| 10 | 2,7 | 0,23 | 0,21 | 0,018 | 5,4 | 0,48 |
| 11 | 0,18 | 0,014 | 0,23 | 0,018 | <0,39 | <0,030 |
| 11 (barnhöjd) | 0,12 | 0,0090 | 0,26 | 0,020 | <0,40 | <0,030 |
| Medel | 1,9 | 0,18 | 0,34 | 0,032 | 3,7 | 0,34 |
| Min | 0,12 | 0,0090 | 0,21 | 0,017 | <0,39 | <0,030 |
| Max | 12 | 1,1 | 0,61 | 0,057 | 20 | 1,7 |
| Median | 0,97 | 0,10 | 0,38 | 0,026 | 2,4 | 0,22 |
| Medel ref. | 0,02 | | 0,11 | | 0,41 | |
| NGV | - | - | - | 5 ^A | - | 1 ^B |
| P-värde | 0,0001 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0002 | 0,001 | 0,002 |

^A Som totaldamm

^B Som kalciumoxid, inhalebart damm

Tabell 3. Halterna av mangan, nickel, zink och bly vid färgloppen och medelvärdet från referensloppet.

| Löpare | Inhalerbara partiklar ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | | | | | | | |
|-------------------|--|------------------------|---------------|------------------------|----------------|-------------------------|-------------|------------------------|
| | Mangan | | Nickel | | Zink | | Bly | |
| | Loppet | TVM 8h | Loppet | TVM 8h | Loppet | TVM 8h | Loppet | TVM 8h |
| 1 | 4,1 | 0,4 | <12 | <1,3 | <12 | <1,3 | <1,7 | <0,18 |
| 2 | 14 | 1,5 | <12 | <1,3 | <12 | <1,3 | <1,7 | <0,18 |
| 3 | 2,0 | 0,22 | <11 | <1,2 | 11 | 1,2 | <1,6 | <0,18 |
| 4 | 5,0 | 0,57 | <10 | <1,1 | <10 | <1,1 | 1,4 | 0,16 |
| 5 | 5,0 | 0,57 | <10 | <1,1 | 13 | 1,5 | 10 | 1,2 |
| 6 | 2,0 | 0,14 | 18 | 1,2 | 26 | 1,8 | <2,6 | <0,18 |
| 7 | 2,0 | 0,15 | <16 | <1,2 | 40 | 3,0 | <2,4 | <0,18 |
| 7 (barnhöjd) | 3,0 | 0,21 | 49 | 3,4 | 53 | 3,6 | 14 | 0,96 |
| 8 | 49 | 4,3 | 23 | 2,0 | 28 | 2,5 | 6,6 | 0,58 |
| 9 | 7,0 | 0,61 | 18 | 1,6 | 20 | 1,8 | 2,4 | 0,21 |
| 10 | 1,2 | 0,11 | <16 | <1,4 | 21 | 1,8 | <2,1 | <0,18 |
| 11 | 1,0 | 0,077 | 20 | 1,5 | 26 | 2,0 | 4,2 | 0,32 |
| 11 (barnhöjd) | 1,0 | 0,075 | 27 | 2,0 | 32 | 2,4 | 8,0 | 0,60 |
| Medel | 7,4 | 0,68 | 19 | 1,6 | 23 | 1,9 | 4,5 | 0,39 |
| Min | 1,0 | 0,075 | <10 | <1,1 | < 10 | < 1,1 | 1,4 | 0,16 |
| Max | 49 | 4,3 | 49 | 3,4 | 53 | 3,6 | 14 | 1,3 |
| Median | 3,0 | 0,22 | 16 | 1,3 | 21 | 1,8 | 2,4 | 0,18 |
| Medel ref. | 10 | | 20 | | 20 | | 10 | |
| NGV | - | 200^A | - | 500^A | - | 5000^B | - | 100^C |
| P-värde | 0,51 | 0,25 | 0,77 | 0,42 | 0,74 | 0,25 | 0,66 | 0,56 |

^A Som totaldamm

^B Som zinkoxid, totaldamm

^C Som inhalerbart damm

4.3 Symtom och besvärsförekomst

Under färgloppen besvärades två linsbärare av lättare skavkänsla i ögonen, vilket tolkades bero på partiklar från färgmolnen. Ett par deltagare och en observatör inom projektet fick lättare rethosta vid exponering för partiklar från färgen. Inga påtagliga luftvägsbesvär framkom under färgloppen. En deltagare med rosacea fick efter cirka 20 minuters löpning i färgloppet ett förvärrat utslag med klåda. Deltagaren märkte att blod kom på handen då vederbörande torkade svetten ur pannan. Utslaget bestod av nyttillkomna pustler med små punktblödningar och omkringliggande rodnad (Bild 2). Utslaget försvann till nästa dag efter lokalbehandling med fet kräm.

Under och efter referensloppen framkom inga påtagliga besvär bland de elva löparna.



Bild 2. Förvärrat utslag av rosacea i pannan uppstod hos en deltagare efter cirka 20 minuters deltagande i färgloppet.

4.4 Lungfunktion

Inga signifikanta skillnader i lungfunktion uppmätt med FeNO och spirometri mellan färglopp och referenslopp påvisades. Under färgloppen erhöles spirometrivärden för samtliga deltagare medan det under referensloppet i Umeå erhöles endast 3 av 6 spirometrier på grund av datorhaveri. FVC och FEV1 minskade båda något under färgloppen medan de ökade något under referensloppen. Under båda loppen konstaterades en viss sänkning av FEV%. Skillnaderna var dock små (< 4 %). Både under färgloppen och under referensloppen sjönk NO-värdena (17 % respektive 25 % sänkning).

5 Diskussion

5.1 Höga partikelhalter uppmättes

Statistiskt signifikant höga halter av partiklar uppmättes under färgloppen (10-280 mg/m³) jämfört med referensloppet. För de tidsvägda halterna överskred medelvärden och medianen tangerade gällande NGV. Om övrig exponering upp till 8 timmar antas vara noll vid färgloppen så överskred sex av tretton prov NGV för mjöldamm på 3 mg/m³ [8]. Det finns inga tidigare vetenskapligt publicerade exponeringsmätningar från färglopp. Det som finns är mätningar utförda av en yrkeshygieniker i Australien, vilka sedan är publicerade på en blogg. Mätningarna visade en medelhalt av 19 (0,80-84) mg/m³ såsom 8-timmarsvärde, vilket är högre än vårt uppmätta medelvärde på 4,9 mg/m³ under 8 timmar. I den australiensiska undersökningen var det framför allt ett värde som var mycket högt [1]. Sammanfattningsvis visar dessa undersökningar att löpare i färglopp kan exponeras för höga partikelhalter.

Lösa partiklar kunde noteras på filtren vilket medför en osäkerhet i de uppmätta halterna eftersom det finns en risk att partiklar ramlar av innan vägning. Detta gör att det finns en risk att halterna underskattades i mätningen. Det kan också vara en överskattning då färgat majsmjöl som kastats mot personen skulle kunna träffa provtagaren och filtret.

Mätningarna av partiklar som genomfördes i barnnivå påvisade något högre halter än mätningarna på samma person fast i vuxen höjd. De var dock bland de lägsta halterna som uppmättes i studien. Representativiteten av dessa mätningar är svårbedömd, men ur etisk synpunkt avstod vi från att inkludera barn i vår studie. Det finns inga gräns- eller hälsoeffektvärden för barn att relatera resultaten till. Resultaten visade dock att barn kan exponeras för partiklar från färgen i nivå med en tredjedel av gällande gränsvärde för arbetsmiljön för vuxna.

Vid jämförelse med undersökningar av effekten av partiklar i allmänmiljön kan man se att halterna är mycket höga. Halterna är över nivåer där hälsoeffekter skulle kunna ses. I studier har man noterat påverkan på hälsan även när halten av partiklar har ökat under 1 till 2 dygn. Det är dock viktigt att veta att vi har mätt en större fraktion av partiklar än vad som normalt mäts i utomhusluft. Dessutom är partiklar från färgloppet en annan sammansättning av kemiska ämnen än vad vi allmänt ser i partiklar från våra städer där till exempel slitagepartiklar från vägtrafik är en stor andel. Det gör att det är osäkert om samma hälsoeffekter kan ses vid samma nivåer. Det är också viktigt att notera att de studier som tittar på hälsoeffekterna tittar på hela befolkningen, inte bara friska löpare, vilket gör att man inte bör se lika stora effekter hos deltagare i motionslopp eftersom de troligen är friskare än allmänbefolkningen. Studier har visat att en ökning av besvär vid ökade halter av luftföroreningar i städer är vanligare i känsliga grupper som till exempel äldre och barn [10].

5.2 Metaller kunde identifieras

Inga metaller var angivna i innehållsförteckningen i säkerhetsdatabladerna men magnesium, aluminium och kalcium kunde hittas i signifikant högre nivåer under färgloppen än vid referensloppet. Av mer potentiellt farliga metaller, såsom bly, var halterna låga och utan nämnvärd skillnad mellan färg- och referenslopp. De tidsvägda halterna var även de generellt låga och under gällande nivågränsvärden. Metaller kunde också identifieras i färgprov. Halterna var dock generellt sett låga för alla metaller.

Som nämnts så anges i säkerhetsdatabladet för färgpulvret det röda pigmentet ”Artificial Color Allergy (i.e. Red #40): Consult a physician about exposure types and limitations. (i.e. inhalation, skin contact)”, vilket antyder en hälsorisk för de som har en allergi mot detta specifika färgämne. Detta skulle kunna vara Allurarött, E129, som är ett så kallat azofärgämne. Enligt Livsmedelverket kan Allurarött ge upphov till överkänslighetsreaktioner hos en del personer och vanligast hos de som redan har någon form av allergi. Vanliga symptom är nässelutslag och det

är främst barn som drabbas [12]. Det är svårt att beräkna den faktiska exponeringen för färgämnen på grund av bristande information från leverantören av färgpulver.

5.3 Färglopp kanske förvärrar existerande hudproblem

Vi kunde inte påvisa någon hälsopåverkan eller risk med att springa ett färglopp för friska deltagare. En deltagare fick dock en akut försämring av sin sedan tidigare kända rosacea under färgloppet. Försämringen tolkar vi främst som en uttorkande effekt av majsdammet. Detta eftersom deltagaren är van vid fysisk aktivitet och inte tidigare har haft dessa besvär vid fysisk ansträngning. Enstaka publicerade fallrapporter beskriver kontakteksem efter upprepad hudexponering för majsstärkelse [13, 14]. För en nickelallergiker kan det vara intressant att veta att nickel kan förekomma i färgen. En allergisk reaktion i huden kan utlösas vid mycket små mängder nickel på huden hos en nickelallergiker, men vanligen krävs en längre tids (dagar) exponering [15]. Att tvätta av all färg från kroppen efter genomfört lopp kan rekommenderas. Det är idag inom litteraturen osäkert om luftvägsexponering för nickel i exempelvis damm kan utlösa hudutslag hos nickelallergiker.

5.4 Ingen påverkan på lungfunktionen kunde påvisas

I projektet kunde inte någon objektiv påverkan på lungfunktionen påvisas. Detta skulle kunna bero på den lilla studiegruppen som gör att det är svårt att få statistiskt signifikanta resultat.

Några av deltagarna upplevde dock en viss halsirritation med lättare hosta. NO är en markör för inflammation i luftrören och ett stigande värde ses vanligen exempelvis vid astmasjukdom. Vi observerade generellt sett minskade NO-nivåer efter både färg- och referensloppen och vanligen beskrivs också sänkta NO-halter efter fysisk ansträngning [16]. Att NO sjönk mindre under färgloppen än under referensloppen skulle kunna tyda på en ökad NO-produktion, det vill säga inflammation i luftrören, vid färgloppen. En större population skulle behöva undersökas, helst även personer med känd luftrörssjukdom, för att skönja en eventuell försämring.

I litteraturen finns enstaka fall beskrivna där allvarlig lungsjukdom såsom kemisk lunginflammation och annan allvarlig lungsjukdom utlösts av höggradig inhalationsexponering för majsstärkelse [17-19]. Enstaka inhalationsexponering för majsstärkelse om $5,9 \text{ mg/m}^3$ har i en kammarstudie visats ge en övergående ökning av inflammatoriska markörer i lungvävnaden [20].

5.5 Exponeringen bör även undersökas för andra grupper

Med tanke på att uppskattningsvis 10 % av den yngre befolkningen har astma är det viktigt att undersöka om lungfunktionen påverkas hos astmatiker som deltar i färglopp. Dessutom är unga personer ofta den primära målgruppen för arrangörer av dessa lopp. Det är även viktigt med tanke på att färglopp ibland hålls centralt i tätorter, såsom fallet var i Örebro, där icke lungfriska personer med till exempel astma eller KOL kan finnas bland åskådare eller förbipasserande. Ur yrkessynpunkt kan det vara av intresse att se om lungfunktionen påverkas hos de funktionärer som involveras i färglopp och som riskerar en hög och långvarig partikelexponering, i synnerhet om vederbörande har astma (Bild 3). Deltagande funktionärer kunde även vara barn och ungdomar och man bör bedöma om det verkligen är lämpligt med tanke på barns extra känslighet.



Bild 3. Funktionärens exponering för partiklar under färgloppet i Örebro. Funktionären är markerad med en cirkel.

5.6 Slutsats

I ett gemensamt projekt mellan de miljömedicinska enheterna i Örebro och Umeå undersöktes partikelhalter och lungfunktion hos elva friska deltagare som deltog i ett så kallat färglopp. Höga halter identifierades och 6 av 13 mätningar översteg det yrkeshygieniska gränsvärdet för mjöldamm. Färganalys visade förekomst av metaller, vilket inte framgick av produktdatabladet. Inga säkra effekter på lungfunktionen kunde påvisas. Hälsoeffekter som rapporterades var irritation i halsen med lättare hosta hos enstaka personer samt förvärrat hudutslag hos en av deltagarna. Kompletterande undersökningar är önskvärdaför att undersöka både fler deltagare, funktionärer, åskådare och grupper med eventuell ökad känslighet för färgpulvret, såsom de med astma, KOL eller hudsjukdom.

6 Referenser

1. Stjernbrandt, A., I. Liljelind, and K. Forsell, *Miljömedicinsk utredning: Planerat genomförande av The Color Run*. 2014: <http://www.norrlandstingen.se/wp-content/uploads/2014/09/Miljömed-utredning-av-planerat-The-Color-Run.pdf>.
2. *Color me Rad* <http://colormerad.se/>. [cited 2014].
3. Livsmedelsverket. *E 129 - Allurarött AC*: . 2016 [cited 2016 10-20].
4. IMM, *Miljöhälsorapport 2013*. 2013, Mölnlycke.
5. WHO. *Ambient (outdoor) air quality and health, Fact sheet N°313* 2016 [cited 2016 10-20].
6. IMM. *Partiklar*. 2014 [cited 2016 10-20].
7. IMM, *Miljöhälsorapport 2009* 2009.
8. Arbetsmiljöverket, *Hygieniska gränsvärden*, Arbetsmiljöverket, Editor. 2011: Stockholm.
9. Meister, K., C. Johansson, and B. Forsberg, *Estimated short-term effects of coarse particles on daily mortality in Stockholm, Sweden*. Environmental Health Perspectives, 2012. **120**(3): p. 431-36.
10. Atkinson, R.W., et al., *Epidemiological time series studies of PM2.5 and daily mortality and hospital admissions: a systematic review and meta-analysis*. Thorax, 2014. **69**(7): p. 660-5.
11. Shah, A.S.V., et al., *Global association of air pollution and heart failure: a systematic review and meta-analysis* Lancet, 2013. **382**: p. 1039-48.
12. Livsmedelsverket. *Azofärgämnen*. 2015 [cited 2016 10-20].
13. Guin, J.D. and A. Styles, *Protein-contact eczematous reaction to cornstarch in clothing*. Journal of American Academy of Dermatology 199(40): p. 991-4.
14. Guin, J.D., et al., *Occupational protein contact dermatitis to cornstarch in a paper adhesive*. Am J Contact Dermat, 1999. **10**(2): p. 83-8.
15. Fischer, L.A., T. Menné, and J. Duus Johansen, *Dose per unit area – a study of elicitation of nickel allergy*. Contact Dermatitis, 2007. **56**: p. 255-261.
16. Nosarev, A.V., et al., *Exercise and NO production: relevance and implications in the cardiopulmonary system*. Front Cell Dev Biol., 2015. **7**(2): p. 73.
17. Silver, P., M. Sagy, and L. Rubin, *Respiratory failure from corn starch aspiration: a hazard of diaper changing*. Pediatr Emerg Care, 1996. **12**(2): p. 108-10.
18. Stromps, J.P., E. Demir, and N. Pallua, *High-pressure cornstarch inhalation--a rare but life-threatening occupational injury*. Inhal Toxicol., 2010. **22**(9): p. 767-9.
19. Reyes de la Rocha, S. and M.A. Brown, *Normal pulmonary function after baby powder inhalation causing adult respiratory distress syndrome*. Pediatr Emerg Care, 1989. **5**(1): p. 43-8.
20. Grunewald, J., et al., *Lung accumulations of eosinophil granulocytes after exposure to cornstarch glove powder*. Eur Respir J, 2003. **21**(4): p. 646-51.

Arbets- och miljömedicin

Arbets- och miljömedicin arbetar med sambandet mellan hälsa och ohälsa i relation till olika typer av exponeringar i arbetsmiljön, boendemiljön och den yttre miljön. Vi arbetar för en god hälsa i en bra miljö.

Arbets- och miljömedicin i Umeå är ett samarbete mellan Norrlandstingens regionförbund, Region Jämtland Härjedalen och landstingen i Västernorrland, Norrbotten, och Västerbotten och finns vid Norrlands universitetssjukhus.

Arbets- och miljömedicin i Örebro är ett samarbete mellan Region Örebro län och landstingen i Sörmland, Värmland och Västmanland och finns vid Universitetssjukhuset Örebro.

