

Vad är egentligen sant?

Marcus Gustavsson och Matts Ramstorp
Institutionen för Designvetenskaper, Lunds Tekniska Högskola

Vid ett seminarium den 14 maj i år presenterades en projektplan för den renrumsforskning vi har för avsikt att bedriva vid Institutionen för Designvetenskaper, LTH, i Lund under de kommande tre åren. Våra huvudprojekt är:

- *Utvecklandet av en helt ny typ av testmetod för att studera och kontrollera filtreringsegenskaperna hos renrumsdräkter.*
- *Studier av partikelfrisättningen från människor som arbetar i renrumsmiljöer.*
- *Utvecklandet av en ny och effektivare provtagningsutrustning för mikroorganismer suspenderade i rumsluft.*

Partikelfrisättning från människan

Sedan juni utför Marcus Gustavsson sitt examensarbete tillsammans med mig i ett speciellt projekt som har till uppgift att studera partikelfrisättningen från människor som arbetar i renrumsmiljöer. Under en tämligen stor och vidsträckt litteraturstudie har vi kommit fram till att det råder stor förvirring i litteraturen med avseende på just hur många partiklar som en person egentligen släpper ifrån sig vid olika tillfällen. Dessutom har vi stora svårigheter att finna vägar bakåt i litteraturen, dvs. artiklar, böcker etc. som beskriver hur man mätt, vilken typ av utrustning och teknik som utnyttjats samt hur individen var klädd och rörde sig under det aktuella mättillfället.

Människan som förorening

Personalen räknas stå för upp till 40 procent av den totala mängden föroreningar som bildas i ett renrum men innan dagens mer effektiva renrumskläder ansågs människan vara källan till så mycket som 80 procent av föroreningarna. Exempel på föroreningar från människor är saliv, svett, hudflagor och hår. Även sådant som kosmetika och kläder, som bärs av personalen, är stora källor till föroreningar. Människan bär dessutom på stora mängder mikroorganismer som lätt kan spridas.

Hudflagor

Huden har till uppgift att skydda kroppen från allt det i vår omvärld som vårt inre inte skall komma i kontakt med. Därför har huden begåvats med egenskaper som hög olöslighet i lösningsmedel och hög värmetålighet. Människans hud är uppbyggd av ett antal lager, där de yttersta kallas epidermis och det är den yttersta delen av detta som vi ser som hud. Anledningen till att huden är så tålig beror dels på ett oljigt ämne kallat talg, som utsöndras av talgkörtlarna i huden och dels på förekomst av proteinet keratin. Talg består av ett antal olika fettsyror, glycerider, vatten samt enzymer och verkar skyddande, dels genom att hålla huden mjuk och vattenavstötande och dels genom att uppvisa en antibakteriell effekt på grund av det låga pH som fettsyrorna orsakar.

Keratin är ett mycket beständigt protein som inte är nedbrytbart av enzymerna pepsin eller trypsin. Det är dessutom olösligt i vatten, svaga syror och baser samt organiska lösningsmedel. Hudceller bildas hela tiden i den innersta delen av epidermis för att sedan transporteras utåt. Under denna transport kommer cellerna att förändras. Cellerna genomgår bland annat en så kallad keratinisering varefter de slutligen dör. Detta yttersta lager av döda keratiniserade celler slits bort genom nötning för att ge plats åt de nya celler som hela tiden bildas längre ned i huden. Det yttersta hudlagret byts ut ungefär var fjärde dag. Räknat i vikt innebär detta att människan släpper ifrån sig mellan 6 och 13 gram hudflagor på ett dygn.

När det gäller antalet partiklar som människan släpper ifrån sig går åsikterna isär. Det finns en hel del sifferuppgifter och olika källor visar på olika siffror. Vissa källor visar samma siffror, men de är oense om vad siffrorna egentligen står för. Inga av källorna beskriver något om de bakomliggande undersökningarna. Vem har ursprungligen gjort undersökningarna och framförallt hur har de gått tillväga? En sak är dock säker: antalet partiklar som en människa släpper ifrån sig är beroende av hur mycket personen rör sig. Ju mindre rörelser, desto färre partiklar avges från huden. Detta beror på mindre nötning och mindre luftrörelser kring huden. Partikelfrisättningen beror även på hur stor individen i fråga är: ju större hudarea, desto mer hudpartiklar kan genereras. En normalstor människa har cirka 1.9 m² partikelgenererande hud och denna beräknas innehålla mellan 200 och 600 miljoner potentiella partiklar (> 0.3µm). Antalet hudpartiklar som en individ genererar är dessutom beroende på om det är en man eller kvinna, män släpper ifrån sig mer hudflagor än kvinnor.

Vilken hudtyp individen ifråga har är också viktigt, en naturligt fetare hud flagar mindre. Samma sak gäller för en naturligt mörkare hud, då denna innehåller mer pigment som fungerar som smörjmedel. Dock kommer en solbränd hud att flaga mer, då solen torkar ut huden. Men det är inte bara skillnaden mellan olika individer som kan vara stor, samma individ kan avge olika mängd partiklar beroende på var de har varit och vad de har gjort tidigare.

Om en tillförlitlig undersökning skall kunna göras, krävs det att den görs under mycket kontrollerade former. Alla försöksobjekt måste ha genomgått samma procedur innan, ha samma kläder på sig, ska helst inte ha utsatts för någon miljö som är ovanligt partikelrik och bör inte ha utsatts för något som ökar avstötningen av hudflagor.

Några av de siffror som har publicerats och anses som allmänt mest vedertagna finns redovisade i tabell 1 och 2 nedan. I tabell 1 framgår mängden partiklar som avges vid olika grad av aktivitet då en skyddsrock och hårskydd används över vanliga fritidskläder och i tabell 2 ses mängden partiklar då en typ av renrumskläder används.

Tabell 1. Antal partiklar genererade av människan vid olika grad av aktivitet vid användning av skyddsrock ($> 0.3 \mu\text{m}$)

Aktivitet	Antal partiklar/min
Ingen rörelse, sittande, stående	100 000
Lätt rörelse, huvud, ben, arm	500 000
Stor rörelse, huvud, ben, arm, fot	1 000 000
Ändring av ställning, sitt ned, stå upp	2 500 000
Gång 0.9 m/s	5 000 000
Gång 1.6 m/s	7 500 000
Gång 2.2 m/s	10 000 000

Tabell 2. Antal partiklar genererade av människan vid olika grad av aktivitet vid samtidig användning av renrumskläder ($> 0.3\mu\text{m}$)

Aktivitet	Antal partiklar/min
Ingen rörelse, sittande, stående	10
Lätt rörelse, huvud, ben, arm	50
Stor rörelse, huvud, ben, arm, fot	100
Ändring av ställning, sitt ned, stå upp	250
Gång 0.9 m/s	500
Gång 1.6 m/s	750
Gång 2.2 m/s	1000

Ett annat exempel på antalet partiklar som människan avger, bärandes vanliga fritidskläder, finns att se i tabell 3. Inte heller i denna källa finns några uppgifter om hur undersökningen har gått till, eller under vilka förhållanden undersökningen har utförts. Dessutom anges inte heller över vilket partikelstorleksområde mätningen har utförts. Dessa siffror skiljer sig avsevärt från de tidigare angivna siffrorna och visar på hur viktigt det är att mätningar sker under mycket kontrollerade former och att skillnader säkerställs statistiskt.

Tabell 3. Antal partiklar genererade av människan vid olika grad av aktivitet vid samtidig användning av fritidskläder.

Aktivitet	Antal partiklar/min
Ingen rörelse, sittande	448 000
Lätt rörelse, armar	4 450 000
Stor rörelse, rotation av kropp	2 240 000
Snabb gång	5 380 000

Det verkar, efter en djupdykning i litteraturen om renrumsteknik, som att det inte finns några uppgifter på hur många partiklar en människa, exklusive kläder och andra yttre föroreningar, släpper ifrån sig.

De hudfragment som människan släpper ifrån sig har oftast ett oregelbundet utseende, men kan anses vara runda eller ovala till formen. Diametern varierar mellan 20 och 40 μm och tjockleken mellan 2 och 4 μm . Ute i den omgivande luften kan hudflagorna både gå sönder och agglomera för att på detta sätt bilda partiklar som ligger i ett storleksområde mellan 0.1 och 100 μm .

Hår

Hår finns i princip över hela kroppen på människan, på vissa ställen är de dock så små att de knappt syns. Hårstrån varierar i tjocklek mellan 70-100 μm . Förutom att hår i sig självt ger upphov till partiklar genom att det lossnar från kroppen, bidrar hår också till spridningen av partiklar genom att externa partiklar lätt kan fastna för att senare frisättas.

Svett

Människans transpiration tillhör de yttre kroppsutsöndringarna. Svett innehåller föreningar av natrium, kalium, klor, aluminium, kol och kväve. Kvävet kommer troligen från nedbrytning av aminosyror som frigörs genom huden.

Saliv

Munnen och dess saliv är en stor källa till partikulära föroreningar. Partiklarna bildas och frigörs då människan pratar, gäspar, hostar och nyser. Konsonanter är pulsljud och uttalas i den främre delen av munnen och kommer därför att ge upphov till större partikelbildning än vokaler, som uttalas i den bakre regionen av munnen. Speciellt f, p och t ger upphov till mycket partiklar. Vid normalt tal är längden som partiklarna slungas cirka 0.6 till 0.9 meter. Ett skrik kan ge upphov till 20 000 partiklar med en medelstorlek på mellan 2 och 5 μm . Vid en normal hostning kommer luften som slungas ut ur munnen att komma upp i en hastighet av cirka 200 km/h och det bildar ungefär 600 000 partiklar ($> 0.5 \mu\text{m}$) som har en spridningslängd på mellan 1.2 och 1.8 meter. En nysning kan komma upp i 320 km/h och bilda mer än 1 200 000 partiklar som når 3 till 4.6 meter bort från ansiktet. De partiklar som bildas vid vanligt tal skiljer sig kemiskt något från de partiklar som bildas vid nysningar. De mest utmärkande kännetecknen för partiklar som bildas från saliven vid tal är den höga kaliumkoncentrationen och de kaliumkloridkristaller som bildas vid uttorkning. Förutom detta innehåller saliv svavel, fosfor, magnesium, natrium, kalcium, kol och kväve. I partiklarna från en nysning är kaliumhalten lägre medan natriumhalten är mycket högre, men det som verkligen skiljer dem åt är den höga halten klor i partiklar bildade vid nysning.

Slutord

Detta utgör bakgrund till ett forskningsprojekt vid LTH som syftar till att reda ut begreppen, framför allt att fastslå siffervärden som går att reproducera.