

Nyutvecklade svetstrådar ger rök som är mindre skadlig för odlade lungceller

– svensk sammanfattning av en studie baserad på samarbete mellan KI, KTH och industripartners

Svetsning innebär att man sammanfogar metallstycken genom sammansmältning och processen utförs inom en stor variation av yrken. Under svetsprocessen bildas en svetsrök som innehåller nanopartiklar bestående av olika typer av metaller och metalloxider och som svetsare eller människor i dess omgivning riskerar att andas in. I världen uppskattas antalet svetsare till ca 11 miljoner människor. Dessutom är det upp mot 110 miljoner människor som utsätts för svetsrök i sin arbetsmiljö, till exempel genom att utföra svetsning i sitt yrke utan att kalla sig svetsare, eller att jobba i anslutning till andra som utför svetsning.

Att svetsare dagligen utsätts för varierande halter av svetsrök innebär en ökad risk för hälsoeffekter. Den internationella cancerforskningsorganisationen IARC (International Agency for Research on Cancer) publicerade 2019 en ny bedömning där de konstaterade att svetsrök är cancerframkallande för människor (klass 1). Slutsatsen att svetsrök ökar risken för lungcancer grundar sig på en sammanställning av över 50 olika studier. Inandning av svetsrök har också sammankopplats med irritation och inflammation i luftvägarna, metallröksfeber och även påverkan på nervsystemet.

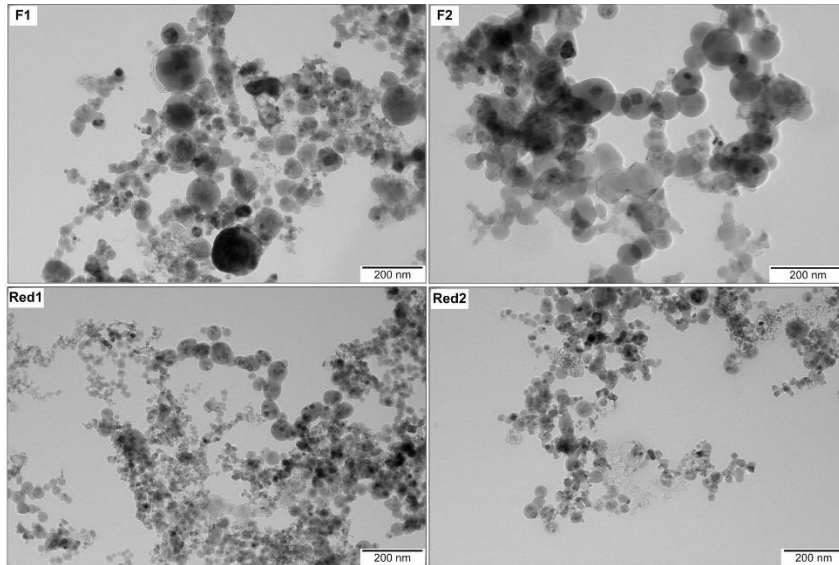
För att minska risken är det viktigt att satsa på förebyggande åtgärder så att exponeringen minskar eller blir mindre farlig. En viktig del i att skydda sig mot skadlig exponering av svetsrök är genom att använda rätt skyddsutrustning så som andningsskydd och ordentlig ventilation. Tidigare studier har visat att de skadliga effekterna av partiklarna i svetsröken skiljer stort beroende på typen av svetselektrod som används, och därmed tillsatsmaterial i svetsfogen. Det innebär att det finns stor potential i att modifiera svetselektroder för att göra svetsröken mindre skadlig och därmed förbättra arbetsmiljön för svetsare.

I studien undersöktes svetsrök genererad med en viss typ av elektrod som kallas fluxfylld rörtråd, där klassiska fluxfyllda rörtrådar jämfördes med nyutvecklade fluxfyllda rörtrådar som designats för att minska mängden lösligt sexvärt krom i svetsröken (krom-reducerade). Krom är i denna form klassad som cancerframkallande och har föreslagits att till stor del ansvarig för de skadliga effekterna av svetsrök.

Vi studerade 4 olika partiklar från svetsning som alla genererats vid så kallad MAG svetsning med rostfritt stål som basmaterial. Tabellen och figuren nedan sammanfattar svetsmetod och visar hur partiklarna som testades ser ut.

ID	Typ av elektrod	Basmaterial
F1	Standard fluxfylld, 2205	2205
F2	Standard fluxfylld, 316L	316L
Red1	Cr(VI)-reducerad fluxfylld, 316L	316L
Red2	Cr(VI)-reducerad fluxfylld, 316L	316L

F- klassisk fluxfylld rörtråd, Red – fluxfylld rörtråd med reducerad mängd sexvärt krom

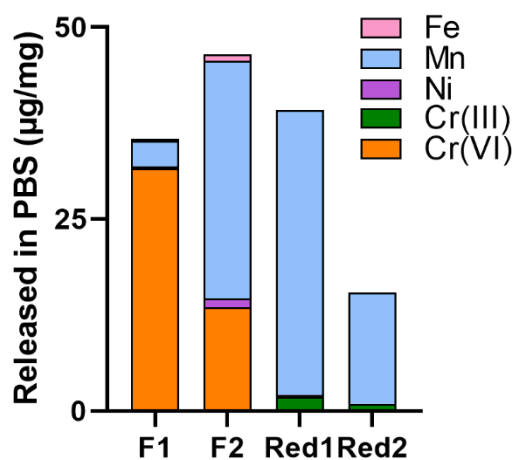


Svetsrök genererad med krom-reducerade fluxfyllda rörtrådar frisätter mindre sexvärt krom

Ingen tydlig skillnad kunde ses i svetsrökens metallinnehåll mellan de klassiska och de nytvecklade fluxfyllda rörtrådarna. Däremot såg vi en stor skillnad i frisättning av metaller i fysiologisk saltlösning, där de klassiska fluxfyllda rörtrådarna hade mycket högre frisättning av sexvärt krom trots jämförbara innehåll av totalt krom. Svetsröken genererad med de nytvecklade fluxfyllda rörtrådarna frisatte väldigt låga nivåer av sexvärt krom. I bilden nedan syns inte sexvärt krom (orange färg) då värdet är så lågt.

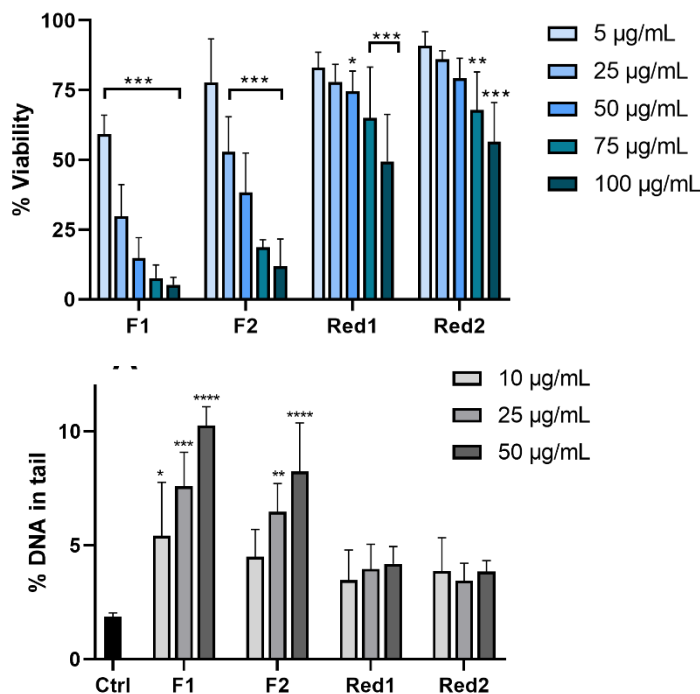
Table 3. Innehåll av metaller i de olika partiklarna (mass procent)

ID	Krom -Cr	Nickel -Ni	Mangan -Mn	Järn - Fe	Cr+Ni+Mn+Fe
F1	2.6 ± 0.3	0.4 ± 0.1	5.4 ± 0.5	6.5 ± 0.6	14.9 ± 1.4
F2	1.3 ± 0.0	0.6 ± 0.0	10.2 ± 0.2	6.2 ± 0.1	19.0 ± 0.4
Red1	1.6 ± 0.4	1.2 ± 0.1	12.9 ± 0.4	13.7 ± 0.6	29.5 ± 1.4
Red2	0.7 ± 0.1	0.4 ± 0.1	6.0 ± 0.5	6.1 ± 0.5	13.2 ± 1.2



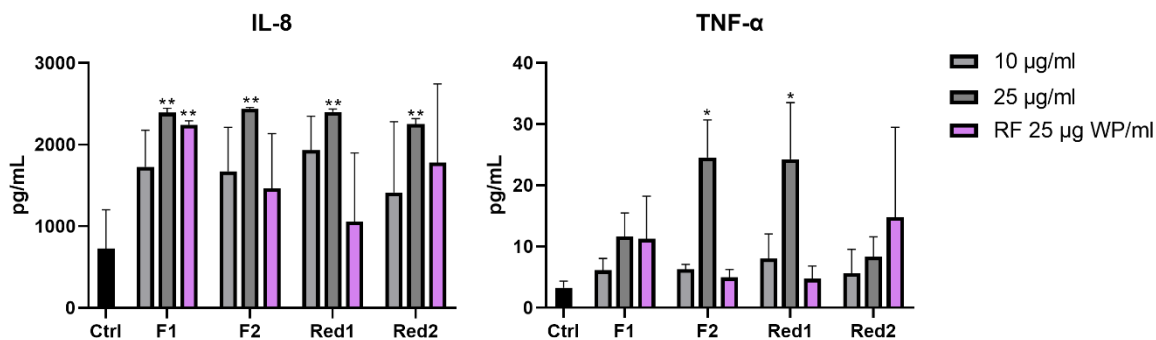
Partiklar i svetsrök genererad med krom-reducerade fluxfyllda rörtrådar är mindre skadliga för odlade celler

Resultaten visade att partiklar från svetsning med de nyutvecklade fluxfyllda rörtrådarna är mindre skadliga för odlade celler. Svetsrök genererad med klassiska fluxfyllda rörtrådar är mer cytotoxiska (odlade celler dör i högre utsträckning) jämfört med de nyutvecklade rörtrådarna. I bilden nedan (" % viability") ses högre staplar för partiklar markerade med "Red" vilket betyder att en stor andel av cellerna överlevde. De krom-reducerade rörtrådarna genererade svetsrök med partiklar som inte var skadliga för de odlade cellernas DNA, vilket svetsröken för klassiska rörtrådar var. I bilden nedan (" % DNA in tail") ses högre staplar för partiklar markerade med "F" vilket betyder att partiklar från de klassiska rörtrådarna är skadliga för cellernas DNA, vilket inte var fallet för partiklar från de nyutvecklade trådarna ("Red"). Ytterligare experiment visade att de frisatta metallerna från svetsrök genererad med de klassiska rörtrådarna var lika skadliga i odlade celler som partiklarna, vilket pekar på att det är framför allt de frisatta metallerna i svetsröken som resulterar i skadliga effekter.



Svetsrök resulterar i inflammation oberoende av klassiska eller krom-reducerade fluxfyllda rörtrådar

Resultaten visade att svetsrök genererad med fluxfylld rörtråd, oberoende av klassisk eller krom-reducerad, ökade mängden inflammatoriska markörer i odlade celler. Resultaten antyder därför att just inflammation inte nödvändigtvis är orsakat av mängden frisatt krom. I bilden nedan kan man exempelvis se ungefär lika höga staplar, som visar mängd av den inflammatoriska markören IL-8, av alla fyra testade partiklar.



Slutsatser

De nytvecklade sexvärt krom-reducerade fluxfyllda rörtrådarna resulterar i svetsrök som frisätter extremt lite sexvärt krom. Svetsrök genererad med dessa rörtrådar visade sig överlag vara mindre skadliga för odlade lungceller jämfört med rök genererad med klassiska fluxfyllda rörtrådar. Resultaten tyder på att den skadliga effekten av svetsrök förklaras av frisättning av skadliga metaller, och primärt frisatt sexvärt krom, snarare än det totala innehållet av metaller. Inflammation kan dock inte förklaras av frisättning av sexvärt krom, utan är troligen orsakat av andra mekanismer. Sammantaget föreslår studien en stor nytta i att ersätta klassiska fluxfyllda rörtrådar med de reducerade rörtrådarna för att generera mindre skadlig svetsrök och därmed minska risken för svetsare. Resultaten är viktiga i utvecklandet av säkrare svetsmetoder och material för att förbättra arbetsmiljön för svetsare i framtiden.