

Eksposering for støv og gasser ved bruk av fluorholdige produkter for skipreparering. Et helseproblem for ivrige skientusiaster?



Sammendrag

På bakgrunn av rapporter om helseplager blant profesjonelle skismørere som bruker fluorholdig skismøring har man tidligere undersøkt eksponeringsforholdene for denne yrkesgruppen. Man fant da at mengden støv og flyktige organiske forbindelser (VOC) i smørebodene varierte med arbeidsintensitet og forbruk av fluorholdige produkter. Støvkonsentrasjonene i lufta var tidvis meget høye. Mange ivrige skigåere bruker også slike fluorholdige produkter i forbindelse med trening og konkurranser. Ofte brukes disse produktene i kjellere, garasjer eller smøretelt med dårlig ventilasjon. Dette kan føre til høye konsentrasjoner av støv (partikler) og VOC. Selv om man utsettes for dette i kortere tid enn det profesjonelle skismørere gjør, kan man ikke utelukke uønskede helseplager hos ikke-profesjonelle brukere ved utstrakt bruk. Dersom man benytter slike produkter ofte, er det derfor viktig at man tar forholdsregler.

Fluorholdig skismøring

De fleste skismøringsprodukter som benyttes av «vanlige» skigåere inneholder ikke fluorforbindelser. For mer ivrige skigåere er produkter som inneholder fluorforbindelser (perfluorkarboner, PFK) blitt vanlig å bruke. Slike produkter har vært brukt siden slutten av 1980-tallet. De produktene som brukes og som kan inneholde PFK er glidvoks (glider), fluorpulver, flytende fluorglider, festevoks og klister.

Fluorholdige glidere brukes på grunn av sine gode egenskaper for å få bedre glid, mindre ising og bedre smussavstøtende evne. Det finnes et stort spekter av glidere tilpasset ulike temperatur- og snøforhold. Gliderne inneholder en blanding av såkalte alifatiske hydrokarboner (mettede eller umettede rette eller forgrenede hydrokarbonkjeder) med 15 – 32 karbonatomer og tilsatt varierende mengder PFK.

Fluorpulver produktene består av ett eller en blanding av forskjellige PFK med varierende kjedelengde (12 – 24 karbonatomer).

Flytende fluorglidere finnes i form av løsninger, suspensjoner eller spray. Produktene består som oftest av faste PFK løst eller suspendert (dvs. uoppløselig fast stoff i væske) i flytende PFK med kortere kjedelengde.

Fluorholdig festevoks inneholder petroleumsvoks og syntetisk parafinvoks tilsatt syntetisk gummi og olje sammen med PFK.

Av de ulike klistertyper er det bare baseklister og klister for kaldt/isete føre som påføres ved hjelp av varme. Klister kan f. eks. bestå av en blanding av kolofoniumharpiks, hvit olje og syntetisk gummi. Innholdet av olje er høyere jo mykere klistret er. Noen klistertyper inneholder PFK.

Videre benyttes det forskjellige rensemidler. Disse inneholder typisk en blanding av alifatiske hydrokarboner, ofte med tilsetning av mindre mengder limonen. De inneholder ikke fluorerte hydrokarboner,

men nevnes her kort i og med at deres bruk medfører eksponering for flyktige organiske forbindelser (VOC)/løsemidler.

Hva puster man inn?

Eksponering for partikler/støv i forbindelse med skipreparering skjer særlig i forbindelse med ulike prosesser for pålegging av glidere. Hovedprosessen som genererer støv vil være børsting av glidvoks, der rotorbørsting vil være det som virvler opp mest støv til omgivelsene. Harde vokser og vokser med økende innhold av PFK kan potensielt gi finere partikler enn mykere vokser og vokser uten eller med lavt innhold av PFK. Bruk av rotorbørste montert på en vanlig drill vil virvle voksstøvet rett opp i luften, og på den måten generere store mengder støv.

Mengden voks som virvles opp er avhengig av strukturen på skienes såle, og hvor mye voks som ligger igjen på skisålen etter siklingen (skraping før børstingen). Støvet vil inneholde forskjellige perfluorkarbonforbindelser (PFK) inkludert perfluorkarboksylder som perfluoroktanoat (PFOA) bundet til partiklene. Perfluorkarboksylder er forbindelser det har vært knyttet særlig bekymring til på grunn av at de så å si ikke brytes ned i miljøet og skilles svært langsomt ut av kroppen.

I lokaler der profesjonelle skismørere arbeider har det også blitt målt til dels høye konsentrasjoner av en gruppe flyktige fluorholdige alkoholer kalt fluortelomer alkoholer (FTOH) i luften. Det er vist at slike stoffer kan brytes ned til perfluorkarboksylder, blant annet PFOA.

Skiprepareringen vil også medføre eksponering for flyktige organiske forbindelser. Slik eksponering forekommer ved arbeidsprosesser som innebærer innsmelting av voks på skisålen samt bruk av flytende fluorglider. Slike organiske forbindelser kan være både ikke-fluorerte forbindelser og PFK med varierende grad av flyktighet. Graden av synlig røyk fra smelteprosessene synes å øke med andelen PFK i voksene.

Videre kan man ved rensing av ski eksponeres for flyktige forbindelser i form av løsemidler. Disse inneholder ikke fluorholdige stoffer. Løsemidlene inneholder hovedsakelig en blanding av forskjellige hydrokarboner, toluen, limonen, etanol, etylbenzen og xylen.

Eksponeringsnivåer

Tidligere resultater fra eksponeringsmålinger for profesjonelle skismørere

Tidligere støvmålinger i smøreboder for profesjonelle har viste store variasjoner over måleperiodene. I perioder målte man svært høye støvkonsentrasjoner i luften (inhalerbar fraksjon (PM100): median 4,40 mg/m³, middelerdi 5,99 mg/m³; respirabel fraksjon (PM10): median 1,89 mg/m³, middelerdi 2,70 mg/m³).

Siden det ikke finnes noen administrativ norm for den type støv som dannes ved bruk av glidvoks- og fluorpulverprodukter, foreslo Statens arbeidsmiljøinstitutt det som mest relevant å sammenligne med Arbeidstilsynet administrative norm for parafinvoks. De målte gjennomsnittskonsentrasjonene i smørebodene lå høyere enn denne administrative normen (totalstøv parafinvoks 2 mg/m³). Til sammenligning foreligger det for uteluft en grenseverdi for svevestøv (PM10) på 50 µg/m³ døgnmiddel. Denne kan bare overskrides 30 ganger per år.

Det kan også nevnes at det i en eksperimentell studie ble vist at oppvarming av fluorpulver kunne føre til partikkelkonsentrasjoner i luften på rundt 20 mg/m³ og 30 mg/m³ i henholdsvis den respirable og inhalerbare aerosolfraksjonen (Freberg et al., 2013). Liknende konsentrasjoner ble også påvist i den inhalerbare aerosolfraksjonen under arbeid (Freberg et al., 2014). Videre har man påvist høye konsentrasjoner av ultrafine partikler (PM_{0,1}), særlig ved påføring av pulver med smørejern (Freberg et al., 2014). Samlet sett viser dataene at partikkelkonsentrasjonene i forbindelse med skipreparering kan bli svært høye.

Når det gjelder organiske forbindelser er det tidligere påvist forekomst av tre ulike hovedgrupper; en

gruppe relativt lettflyktige fluorerte karboner, en gruppe noe mindre flyktige forgrenede alkaner, og en gruppe tungtflyktige n-alkaner. Nivået av de ulike gruppene varierte over tid, avhengig av hvilke vokser som legges på. I tillegg vil ventilasjon og utskiftning av lufta i lokalet være avgjørende for nivåene av flyktige organiske forbindelser. Korttidsprøver tatt direkte i røyken ved legging av rene PFK-blandinger viste høye nivåer av innhold av PFK i røyken.

Det ble også funnet høye konsentrasjoner av enkelte perfluorkarboksylyater som for eksempel PFOA, i gliderne og støvet i smørebodene, samt i blodet hos smørerne. Dette er stoffer som skilles sakte ut av kroppen og for flere av smørerne ble det funnet en sammenheng mellom konsentrasjonen i blod og antall år man hadde jobbet som profesjonell skismører.

Vet vi noe om konsentrasjoner av støv og flyktige organiske forbindelser ved ikke-profesjonell skipreparering?

På amatørnivå vil mye av skiprepareringen foregå i kjellere, garasjer og smøretelt. Dette er steder hvor ventilasjonsforholdene sannsynligvis er mangelfulle. Smøretelt brukes ofte på større idrettsarrangementer. Her står man tørt og skjermet for vind og snø når skiene skal smøres. Det kan ikke utelukkes at man her kan utsettes for høye konsentrasjoner tilsvarende det profesjonelle skismørere utsettes for.

Mulige helseskadelige effekter

1. Perfluorerte karbonforbindelser (PFK/PFOA/FTOH):

I dyreforsøk er det vist at en gruppe PFK kalt perfluorkarboksylyater, og blant disse spesielt PFOA og PFNA (perfluorononanoat), kan ha uheldige effekter på lever, immunforsvar, reproduksjon og utvikling. PFOA og PFNA er klassifisert i EU som blant annet reproduksjonsskadelig, skadelig ved gjentatt eksponering og mistenkes for å være kreftfremkallende. Resultater fra befolkningsstudier, der man har undersøkt sammenhenger mellom mengden av PFOA i blodet og uønskede helseutfall hos barn og voksne, tyder på at det er en sammenheng mellom økte PFOA-nivåer i blod og økt kolesterol, ulcerøs kolitt og stoffskiftesykdommer.

Hos barn foreligger det forskningsresultater som antyder en sammenheng mellom blodkonsentrasjoner av noen perfluorkarboksylyater hos mor under svangerskapet og redusert respons på enkelte vaksiner. I tillegg har noen befolkningsstudier vist en svak sammenheng mellom økte PFOA-nivåer og forekomst av enkelte kreftformer, men dette er det fortsatt stor usikkerhet rundt. Mer kortkjedete former av perfluorkarboksylyater skilles noe raskere ut av kroppen men man vet mindre om de helseskadelige effektene.

I motsetning til PFOA, skilles fluortelomeralkoholer (FTOH) raskere ut av kroppen. En av bekymringene ved bruk av «langkjedete» FTOH er muligheten for at de omdannes til perfluorkarboksylyater i kroppen. Dermed vil FTOH-eksponering kunne bidra til totalmengden PFOA man utsettes for. Toksisiteten av de mer kortkjedete formene av FTOH, i pattedyr og mennesker, er i mindre grad kjent.

2. Svevestøv

Børsting av skiene ved påføring av glider generer partikler/svevestøv. Svevestøv i seg selv kan skade celler i alle deler av luftveiene, enten direkte ved toksisk påvirkning av cellene, eller indirekte ved å aktivere betennelsesreaksjoner som igjen kan føre til skade på celler og vev. Partikler kan også være bærere for forskjellige kjemiske stoffer som kan bidra til de helseskadelige effektene. Resultater fra flere studier tyder på at akutt eksponering for svevestøv generelt har sammenheng med redusert lungefunksjon hos følsomme individer i befolkningen, økt hoste, bronkitt, bihulebetennelse, falsk krupp, astmaanfall samt økt innleggelse på sykehus/legebesøk og økt forekomst av dødsfall på grunn av respiratoriske problemer og hjerte- og karsykdom. Personer med eksisterende lunge- eller hjertekarsykdom synes å være spesielt utsatte. Barn under skolealder, eldre og syke mennesker regnes også blant de mest sårbare gruppene i befolkningen.

3. Ikke- fluorholdige hydrokarboner og løsemidler

Innånding av hydrokarbonforbindelser kan føre til hodepine, irritasjon av slimhinner og betennelse i luftveiene. Innånding av løsemidler vil gi forskjellige effekter avhengig av mengde og varighet. Kortvarig eksponering kan gi lette forbigående forgiftninger, mens langvarig yrkeseksponering kan gi varige skader i det sentrale og det perifere nervesystemet samt i lever og nyrer.

Samlet vurdering av helserisiko for ikke-profesjonelle skientusiaster

Kunnskap fra tidligere eksponeringsmålinger og helseutfall for profesjonelle skismørere har påvist høye konsentrasjoner av særlig partikler og varierende konsentrasjoner av flyktige organiske forbindelser inkludert fluorholdige forbindelser. Videre fant man små reduksjoner i lungefunksjonstester. Det ble også vist at profesjonelle skismørerne kan ha forhøyede konsentrasjoner av perfluorkarboksylyater i blodet. Nylig publiserte resultater indikerer at partikler generert under skipreparering kan indusere betennelsesreaksjoner i lungene hos profesjonelle skismørere. Hos de samme eksponerte individene fant man også indikasjoner på generelle betennelsesreaksjoner i kroppen (forhøyede verdier av C-reaktivt protein).

Vi vet lite om hvor ofte og hvor mye partikler og flyktige organiske forbindelser ikke-profesjonelle skismørere utsettes for. Det er ikke usannsynlig at nivåene vil være i samme størrelsesorden som de man finner for de profesjonelle, men eksponeringen vil være mindre hyppig og over kortere tid. Potensielt høye partikkelkonsentrasjoner kan imidlertid kunne føre til luftveisplager. Når det gjelder de fluorholdige stoffene, spesielt perfluorkarboksylyater, så er dette en stoffgruppe hvor mange av enkeltstoffene brytes langsomt ned i kroppen.

Vi har ikke kunnskapsgrunnlag for å gjøre en mer presis helse-risikovurdering for ikke-profesjonelle skigåere/smørere knyttet til eksponering for denne stoffgruppen. Vi mener imidlertid at eksponering for disse stoffene bør reduseres så langt det er praktisk mulig. Det bør også fremheves at det i Norge er innført et forbud mot PFOA i en lang rekke forbrukerprodukter. En slik regulering av PFOA (inkludert stoffer som kan brytes ned til PFOA i kroppen) vil også komme i EU i løpet av 2020. Dette vil på sikt få konsekvenser for bruken av PFOA i skismøring.

Tiltak

For skiløpere som bruker fluorholdige skismøringer anbefaler vi at man står utendørs eller i et godt ventilert rom (gjennomtrekk) og bruker en beskyttelsesmaske/støvmaske med beskyttelsesklasse 2. Dette vil også begrense unødvendig eksponering for tungt nedbrytbare forbindelser. En støvmaske vil ikke beskytte mot gasser, det er derfor viktig med god ventilasjon selv om man bruker slik maske. Støvmaske kan man få kjøpt f.eks. i jernvareforretninger, byggevarehus og en del sportsforretninger.

Det er også viktig at temperaturen på smørejernet ikke overstiger de anbefalte verdiene. Ideelt bør man velge produkter med kortere fluorkjeder da disse vil skiller ut raskere fra kroppen. Imidlertid er informasjon om kjedelengde ikke nødvendigvis oppgitt på innholdsdeklarasjon. Vi anbefaler også at man unngår hudkontakt med de fluorholdige produktene så langt det lar seg gjøre (ikke gni ut med finger/hånd og vask hendene godt i tilfelle hudkontakt).

Januar 2017

Forfattere:

Rune Becher (leder av skrivegruppen), Avdeling for luft og støy
Line Småstuen Haug, Avdeling for miljøeksponering og –epidemiologi
Kristine Gutzkow, Avdeling for molekylærbiologi
Birgitte Lindeman og Ragna Bogen Hetland, Avdeling for toksikologi og risiko

Kilder

Barry V, Winquist A, Steenland K. Perfluorooctanoic acid (PFOA) exposures and incident cancers among adults living near a chemical plant. *Environ Health Perspect*. 2013 Nov-Dec;121(11-12):1313-8. doi: 10.1289/ehp.1306615. Epub 2013 Sep 5.

Chang ET, Adami HO, Boffetta P, Cole P, Starr TB, Mandel JS. A critical review of perfluorooctanoate and perfluorooctanesulfonate exposure and cancer risk in humans. *Crit Rev Toxicol*. 2014 May;44 Suppl 1:1-81.

Daae HL, Olsen R, Hersson M, Thorud S, Freberg BI, Ellingsen DG og Molander P. Kjemisk eksponering og effekter på luftveiene blant profesjonelle skismørere. STAMI rapport. 16.12.2009. Nr.8 Årgang 10. ISSN nr. 1502-0932

Freberg BI, Olsen R, Thorud S, Ellingsen DG, Daae HL, Hersson M and Molander P. Chemical Exposure among Professional Ski Waxers— Characterization of Individual Work Operations. *Ann. Occup. Hyg.*, Vol. 57, No. 3, pp. 286–295, 2013. doi:10.1093/annhyg/mes077

Freberg BI, Olsen R, Daae HL, Hersson M, Thorud S, Ellingsen DG and Molander P. Occupational Exposure Assessment of Airborne Chemical Contaminants Among Professional Ski Waxers. *Ann. Occup. Hyg.*, 2014, Vol. 58, No. 5, 601–611. doi:10.1093/annhyg/meu015

Freberg BI, Olsen R, Thorud S, Daae HL, Hersson M, Molander P, Barregard L and Ellingsen DG. Pulmonary function and serum pneumoproteins in professional ski waxers. *Inhal Toxicol*, 2016; 28(1): 7–13. DOI: 10.3109/08958378.2015.1123333

Gomis MI, Vestergren R, Nilsson H and Cousins IT. Contribution of Direct and Indirect Exposure to Human Serum Concentrations of Perfluorooctanoic Acid in an Occupationally Exposed Group of Ski Waxers. *Environ. Sci. Technol*. 2016, 50, 7037–7046. DOI: 10.1021/acs.est.6b01477

https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2004-06-01-922/KAPITTEL_2#§2-32

<https://www.atsdr.cdc.gov/phs/phs.asp?id=1115&tid=237>, Public health statement Perfluoroalkyls. August 2015.

Kotthoff M, Müller J, Jüriling H, Schlummer M and Fiedler D. Perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances in consumer products. *Environ Sci Pollut Res* (2015) 22:14546–14559

Lopez-Espinosa M-J, Mondal D, Armstrong B, Bloom MS and Fletcher T. Thyroid Function and Perfluoroalkyl Acids in Children Living Near a Chemical Plant. *Environmental Health Perspectives* volume 120, number 7, July 2012.

Nilsson H, Kärrman A, Rotander A, Van Bavel B, Lindstrøm G and Westberg H. Inhalation Exposure to Fluorotelomer Alcohols Yield Perfluorocarboxylates in Human Blood? *Environ. Sci. Technol*. 2010, 44, 7717–7722.