



Myndigheten för  
samhällsskydd  
och beredskap

VÄGLEDNING

# Hantering av kolfiberkomposit vid olyckor



## **Hantering av kolfiberkomposit vid olyckor**

© Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB)

Enhet: Enheten för brand och räddning

Foto omslag: Mattias Mattisson

Text: MSB

Kontaktpersoner: Yvonne Näsman, 010-2404030 och Mattias Strömgren, 010-2405678

Produktion: Advant

Publikationsnummer: MSB1747 - december 2021

ISBN: 978-91-7927-136-7

## Förord

Räddningspersonal utsätts för många olika skade- och hälsorisker i samband med räddningsinsatser. Hälsoriskerna med kolfiber är ingen ny företeelse, men användningen av kolfiber i olika materialkombinationer och produkter har ökat under lång tid. Detta innebär att räddningspersonal kan komma att exponeras för skadlig kolfiber i större utsträckning än tidigare. MSB har därför tagit fram denna vägledning för att sprida kunskap om hälsoriskerna och hur räddningspersonal kan skydda sig mot skadlig kolfiber.

Kolfiber förekommer som en delkomponent i olika kompositmaterial och benämns då kolfiberkomposit. Kolfiberkomposit är ett material som under många år företrädesvis använts inom flyg- och fartygssektorn. Att fibrer från kolfiberkomposit som frigörs vid brand, mekanisk bearbetning eller sönderträsning är hälsofarligt har varit känt länge. I takt med att kolfiberkompositen blir allt vanligare i samhället och numera förekommer även i väg- och spårfordon, sportartiklar, byggnadskonstruktioner med mera kommer antalet olyckor där kolfiberkomposit är involverad att öka. Kunskapen om hälsorisker med kolfiberkomposit, förekomst samt hur man skyddar sig och omgivningen mot farlig exponering är därför viktig att sprida även till räddningspersonal utanför flyg- och fartygssektorn.

Vägledningen innehåller fakta om kompositmaterial och hälsorisker samt beskrivning av lämplig skyddsutrustning och begränsningsåtgärder under och efter en räddningsinsats. Vägledningen avslutas med en beskrivning av fyra typexempel som var och ett beskriver tillämpbara risker, åtgärder och skyddsnivåer vid olika typer av händelser där kolfiberkomposit är involverad.

Vägledningen har tagits fram i samarbete med Anna Henningsson och Frida Eiman Johansson vid Räddningstjänsten Östra Blekinge. Dialog har förts med experter från Försvarmakten, Element Materials Technology samt Arbetsmiljöverket.

Avdelningen för räddningstjänst och olycksförebyggande  
Enheten för brand och räddning

# Innehåll

<b>Sammanfattning</b> .....	<b>5</b>
<b>Målgrupp</b> .....	<b>7</b>
<b>Fakta</b> .....	<b>7</b>
Vad är komposit? .....	7
Var finns kolfiber? .....	7
Vad är hälsoriskerna? .....	8
Brand i kolfiberkomposit .....	9
<b>Under räddningsinsats</b> .....	<b>10</b>
Riskbedömning och zonindelning .....	10
Personlig skyddsutrustning .....	11
Begränsningsåtgärder .....	11
<b>Efterarbete och sanering</b> .....	<b>12</b>
Olycksutredning .....	12
Sanering av utrustning och material .....	13
Miljöpåverkan .....	13
<b>Typexempel</b> .....	<b>14</b>
Typexempel 1: Klippning av kolfiberkaross vid trafikolycka .....	14
Typexempel 2: Olycka med stort krockvåld, ej brand .....	16
Typexempel 3: Brand med låga materialtemperaturer .....	18
Typexempel 4: Olycka med stort krockvåld och brand med höga materialtemperaturer .....	19
<b>Referenser</b> .....	<b>22</b>
<b>Bilaga: Polisens och Försvarmaktens skyddsnivåer</b> .....	<b>23</b>

# Sammanfattning

Riskerna med kolfiberkomposit för räddningspersonal handlar om att kolfiberkompositer kan ge vassa brottytor som kan orsaka skärskador samt klåda och irritation. Kolfibrerna kan även brytas ner till tunna fiberfragment som vid inandning kan orsaka irritation och inflammation i luftvägar och lungsystem.

Riskerna utgörs främst av långsiktiga hälsorisker som behöver vägas in i den riskbedömning som alltid görs vid räddningsinsatser. Vid riskbedömningen behöver även andra arbetsmiljörisker hanteras liksom behovet av räddningsåtgärder.

Riskområdena kring en olycka med kolfiberkomposit kan oftast begränsas till ett mindre område, men innan riskbedömningen är gjord kan ett initialt riskavstånd på 50 meter användas. Het zon kan variera från det omedelbara närområdet där kolfiberkompositer finns och till omkring 20 meter från det område som är kontaminerat med kolfiberdamm. Vindriktning och vindstyrka kan dock göra att het zon blir större. Räddningsledaren bör även vara uppmärksam på övriga risker som kan påverka riskområdets storlek, till exempel brand, tryckkärl, ras eller farliga ämnen. Spridning av kolfiberdamm kan begränsas genom fin vattendimma eller genom att plasta in det skadade materialet.

Beslut om personlig skyddsutrustning i het zon bör grundas på hur mycket kolfiberkomposit som bedöms finnas på skadeplatsen och vilka temperaturer materialet utsätts för vid brand. Mycket höga temperaturer kan frigöra tunna kolfiberfragment som kan transporteras ner i lungorna. Vidare bör riskbedömningen ta hänsyn till hur trasigt materialet är, hur mycket kolfiberdamm som kan förväntas virvla runt på platsen och vilken typ av arbete som ska genomföras. Vanligtvis är räddningspersonal väl skyddade med larmställ, skyddsstövlar/-kängor och skyddshandskar samt andningsskydd. Filtermask med P3-filter enligt EN 143:2000 skyddar mot kolfiberfragment av olika storlekar vid efterarbete på olycksplatsen. I det akuta skedet av olyckan, särskilt vid brand, bör tryckluftsapparat användas.

Räddningstjänsten bör informera övriga aktörer på skadeplatsen om hälsoriskerna med kolfiberkompositer. Vid bärgning av skadad kolfiberkomposit bör materialet säkras för att förhindra spridning under transporten.

### Under olyckan

Intialt riskavstånd: 50 meter

Het zon vid mindre mängder kolfiberdamm: det omedelbara närområdet där kolfiberkompositen finns

Het zon vid stor exponering av kolfiberdamm: cirka 20 meter

Informera om hälsorisker med kolfiberkompositen till övriga aktörer på skadeområdet

Begränsa spridning av damm och partiklar

Personalen saneras enligt principerna för självsanering i MSB:s åtgärdskalender för händelser med farliga ämnen<sup>1</sup>. Kläder och utrustning förpackas så att kontaminering undviks i samband med transport från skadeplatsen. Normal hantering och tvätt av larmställ är ofta tillräckligt för att få dem rena från fibrer efter kontaminering av kolfiberfragment. Övrig utrustning tvättas och engångsartiklar skickas för destruktion.

### Efter olyckan

Lämna information till efterföljande aktörer som kan komma i kontakt med skadad kolfiberkomposit

Beakta behovet av riskbedömning och skyddsutrustning vid olycksplatsundersökning i samband med olycksutredning

Miljöpåverkan, beakta behovet av sanering – ta kontakt med miljörestvärdesledare vid behov

Hantera kontaminerat material så att vidare spridning förhindras

1. MSB (2019), Åtgärdskalender: Först på plats vid händelser med farliga ämnen CBRNE, MSB1423.

# Målgrupp

Vägledningen vänder sig främst till räddningspersonal för att öka förståelsen av hälsoriskerna med kolfibermaterial i samband med olyckor och minska de hälsomässiga konsekvenserna vid en olycka där kolfiberkompositerna ingår. Vägledningen berör i viss mån även skedet efter olyckor, till exempel restvärdesräddning, miljösanering och olycksutredning.

## Fakta

Nedan beskrivs översiktligt vad komposit är, vad kolfiberkomposit används till och var räddningstjänsten kan komma i kontakt med det. Fokus ligger på just kolfiberkomposit, men det finns även andra kompositmaterial som räddningstjänstpersonal ställs inför. Erfarenheterna kring olyckor med kolfibermaterial utanför flygsektorn är begränsade. De flesta forskningsrapporter bygger på de flygplanshaverier och helikopterolyckor som inträffat, främst kopplat till Försvarets verksamhet. Mer information finns att hämta i referenslitteraturen.

## Vad är komposit?

Kompositerna kännetecknas av hög styrka och hårdhet, ofta i kombination med låg vikt. Tekniken med kolfiberkomposit har använts under många år, men har ökat kraftigt på senare tid, inte minst inom fordonssektorn, där låg vikt innebär mindre bränsleåtgång.

En komposit består av två eller fler material som var för sig har olika fysikaliska egenskaper som, genom samarbete med bibehållna egenskaper, tillsammans bildar ett nytt material med helt andra fysikaliska egenskaper. Skillnaden mellan en komposit och en blandning av två eller fler material är att det fortfarande går att urskilja vart och ett av materialerna i kompositen, vilket inte nödvändigtvis är fallet med en blandning. Asfalt och armerad betong är exempel på vanliga kompositerna, där de ingående materialens inneboende styrkor används tillsammans för att skapa ett nytt bättre och mer ändamålsenligt material med andra egenskaper och funktioner än de ursprungliga.

Den typ av kompositmaterial som vägledningen fokuserar på är uppbyggd av fibermaterial (exempelvis kol, bor, aramid, kvarts eller glas) som omsluts av en sammanhållande massa (exempelvis epoxi, cyanatester eller vinylester), så kallad plastmatris. Plastmatrisen binder samman fibrerna som ett lim efter att plastmatrisen härdats.

## Var finns kolfiber?

Kolfiberkompositerna används inom många sektorer. I bilar, bussar och lastbilar kan olika kompositmaterial återfinnas, framför allt glasfiber men även kolfiberkompositerna. Kolfibern har företrädesvis använts i sportbilar och dylikt men blir allt vanligare generellt inom transportsektorn, även i båtar och fartyg.

Inom flygplansindustrin används kolfiberkompositer i stort sett i alla nya flygplan och helikoptrar i större eller mindre omfattning. Även inom vindkraftssektorn har användningen av kolfiberkompositer ökat i takt med att vindkraftverken blir större och större, och därmed även kraven på materialet i vingarna. En förhållandevis ny företeelse är att använda kolfiberkompositer inom infrastrukturen, som reparationsmaterial i både broar och vägar. Det finns exempel på cykelbroar som är mer eller mindre helt byggda av kolfiberkompositer. Den kanske vanligaste kontaktytan där vi stöter på kompositmaterial, inte minst kolfiberkompositer, är inom sportindustrin. Materialet återfinns i en mängd sportartiklar, exempelvis cyklar, hjälmar, ishockeyklubbor, tennisracketar, skidstavar och innebandyklubbor.

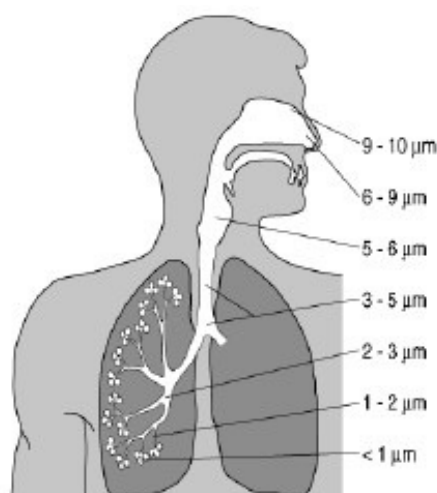
## Vad är hälsoriskerna?

Kolfibrer kan orsaka klåda och irritation vid mekanisk påverkan på huden och i ögonen, i likhet med hantering av glasullisolering. Vid inandning av fibrer kan de orsaka irritation och inflammation i luftvägar och lungsystem, vilket kan leda till ärrbildningar i lungväggarna.<sup>2</sup>

Vid höga temperaturer kan kolfiberkompositer sönderdelas till så tunna fibrer och partiklar att de kan nå ner till alveolerna/lungblåsorna i lungorna. Dessa fibrer och partiklar har ett längd-/breddförhållande av minst 3:1, där fibrerna har en diameter mindre än  $3\ \mu\text{m}$  och en minsta längd på  $5\ \mu\text{m}$ . Vid mekanisk bearbetning kan kolfibrerna sönderdelas, men den ursprungliga fiberdiametern bibehålls. Vid brand kan fibrerna i stället skalas av, likt en purjolök, till tunnare och tunnare fiberfragment. Dessa fibrer kan bli så tunna att de når ända ner till alveolerna i lungorna, där kroppen kan ha svårt att ta hand om dem. Det finns då risk för inflammationer, som kan bli långvariga och till och med kroniska. Det finns även risk för fibros och lungcancer.

Sönderdelade kolfiberkompositer kan även ge upphov till vassa brottytor, varför man bör tänka på att skydda sig mot skär- och stickskador.

**Figur 1.** Bilden visar hur långt ner partiklarna kommer utifrån dess storlek. (Hertzberg, 2003)



2. Reinholdsson (2011)



## Brand i kolfiberkomposit

Sönderdelningen/avskalningen av kolfiber inträffar vid temperaturer kring 800 °C, men det sker förändringar i strukturen redan vid drygt 600 °C. Utöver det kan bindemedlet i kompositen, vanligen någon slags härdplast, avge giftiga gaser. Typen av giftiga gaser beror bland annat på vilken plastmatris som sönderdelas. Exempel på giftiga ämnen som kan bildas är vätecyanid, väteklorid, anilin, toluen och kolmonoxid. Kolfiberkompositen frigör inandningsbara, tunna och hälsofarliga fibrer, och andra giftiga ämnen, i ökad omfattning ju längre tid materialet utsätts för hög värme.<sup>3</sup>

Aluminium smälter vid 660 grader vilket kan vara en indikator på hur varmt det varit vid branden när man ska bedöma risken för att kolfiber frigjorts.

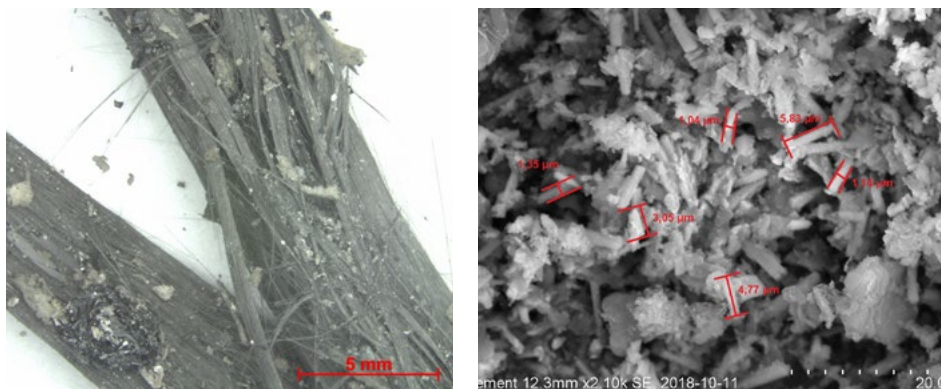


Bild 1 och 2: Kolfiberkomposit uppförstorat i mikroskop efter att ha varit utsatt för brand och stort krockvåld. Källa: Reinholdsson, Analys av haveristen FPL 39 - TEK18-0199, 2018.

3. Reinholdsson (2018)

# Under räddningsinsats

## Riskbedömning och zonindelning

Riskbedömningen kan vara svår att göra, då kolfiberfragmenten kan vara så små så att de inte syns. Följande steg kan därför vara stöd för bedömningen.

**Figur 2.** Flödesschema som stöd för att bedöma hälsoriskerna med kolfiber vid räddningsinsats.



Vid riskbedömningen behöver även mängden kolfiberkomposit beaktas. Vidare måste de långsiktiga hälsorisker som kolfiberkomposit kan utgöra vägas mot behovet av att kunna genomföra akuta räddningsåtgärder.

Riskområdet kring en olycka med kolfiberkomposit kan oftast begränsas till ett mindre område, men innan riskbedömningen är gjord kan ett initialt riskavstånd på 50 meter användas. Det är kolfiberdamm som är dimensionerande för riskområdet. Skadeområdet kan sedan delas in i zoner<sup>4</sup> (het, varm, kall) för att tydliggöra var hälsoriskerna med kolfiberdamm bedöms som störst och för att klargöra var särskild skyddsutrustning behövs. De områden där skadade kolfiberkomposit finns samt de områden där större mängder kolfiberdamm bedöms finnas bör utgöra het zon. Vid situationer där kolfibrerna bedöms vara sönderdelade till väldigt små fragment bör het zon utsträckas till cirka 20 meter

4. Se även MSB (2019), Åtgärdskalender: Först på plats vid händelser med farliga ämnen CBRNE, MSB1423.

utanför kontaminerat område. Vid bedömning av het zon bör även hänsyn tas till vindstyrka och vindriktning. Inom het zon bör personer inte vistas utan skyddsutrustning.

## Personlig skyddsutrustning

För personal som arbetar på en olycksplats där det kan förekomma kolfiberdamm är det viktigt att skydda sig själv och omgivningen mot hälsorisker. Nedan ges förslag på skyddsutrustning som ger ett generellt skydd mot exponering av kolfiber.

- **Huden**  
Tätt larmställ/tät skyddsklädsel (eventuellt med huva), skyddshandskar och skyddsstövlar/-kängor.
- **Händerna**  
Vid blottlagda vassa strukturer från kolfiberkompositer används skyddshandskar som skyddar mot skär- och stickskador.
- **Andningsvägarna**  
Vid större mängder kolfiberdamm används andningsskydd i form av halv- eller helmask med filter P3 enligt EN 143:2000. Vid stor exponering samt om kolfibrerna är mycket sönderdelade bör tryckluftsapparat användas. Tryckluftsapparat bör även användas som skydd mot gaser/ångor i situationer då kolfiberkompositen upphettas. Mer information om olika typer av andningsskydd och typer av filter finns på [www.andningsskydd.nu](http://www.andningsskydd.nu).

Polisen och Försvarsmakten arbetar utifrån en fyrgradig skala för hälsorisker och skyddsutrustning kopplat till kolfiberkompositer, se bilaga.

Utöver hälsoriskerna med kolfiberkompositer måste även övriga olycks- och hälsorisker beaktas och relevanta åtgärder vidtas, till exempel vad gäller skyddsutrustning och arbetsmetoder.

## Begränsningsåtgärder

För att förhindra och begränsa spridning av kolfiberfragment och kompositdamm kan olika begränsningsåtgärder vidtas.

Val av arbetsmetoder och verktyg som begränsar dammbildningen bör göras. Exempelvis ger hydraulverktyg (till exempel sax eller spridare) generellt mindre dammbildning än tigersåg, vinkelslip eller kapmaskin.

Undvik onödiga lufrörelser eller arbetsmetoder som skapar turbulens, vilket kan medföra att damm virvlar upp och sprids. Blötläggning med fin vattendimma som påförs utan onödig luftomrörning kan också användas för att binda dammet. Vattendimma från högtryckssystem är mindre lämpliga att använda då de skapar stor turbulens som kan virvla upp kolfiberdammet. Vid efterarbete på skadeplatsen kan materialet även plastas in för att minska mängden uppvirvlande kolfiberdamm.

# Efterarbete och sanering

Den vidare hanteringen av olycksplatsen efter att det akuta räddningstjänstskedet är avslutat bör göras med fortsatt försiktighet. Övriga aktörer som kan tänkas komma i kontakt med kolfiber materialet och kolfiberdammet behöver informeras om riskerna och eventuellt saneringsbehov av personalen och miljön. Det kan handla om polis, bärgare, restvärdesledare, olycksutredare, saneringsföretag med flera som behöver tillgång till olycksplatsen innan den är röjd och sanerad. Stöd för bedömningen av hälsoriskerna, val av personlig skyddsutrustning och övriga begränsningsåtgärder vid efterarbetet, kan hämtas från typexemplen i nästa kapitel samt från tabellen i bilagan. Sanering av personal sker enligt principerna för självsanering i MSB:s åtgärdskalender för händelser med farliga ämnen<sup>5</sup>.

## Olycksutredning

Damm som härstammar från kolfiberkompositer sedimenterar ganska snabbt, så mängden kolfiberdamm och partikeldamm från plastmatrisen i luften är troligen låg även om olycksplatsundersökningen genomförs relativt snart efter olyckan. Är olycksplatsen utomhus kan en del av kolfiberdammet även ha förts bort av vinden. Damm kan dock virvla upp när man rör sig inom det kontaminerade området och hanterar material inom olycksplatsen. Risker kan även finnas med vassa strukturer från kolfiberkompositer vid brottytor eller liknande.

En bedömning behöver göras av om det finns risker med kolfiber och vilken skyddsutrustning som bör användas. Kontakta exempelvis räddningstjänsten, restvärdesledaren eller ägaren för att få information om eventuell förekomst av kolfiberkomposit på olycksplatsen och hur kolfibern kan ha påverkats av olyckan. Även övriga hälso- och olycksrisker behöver beaktas och hanteras.

Skillnaden mot en pågående räddningsinsats är att nytt kolfiberdamm normalt inte frigörs vid en olycksplatsundersökning, och att kolfiberdamm inte sprids i omgivningen med eventuell brandrök. Dessutom sker vanligen ingen upphettning av kolfiberkompositen och då frigörs inte toxiska gaser från kompositmaterialet. Om bearbetning av kolfiberkomposit behöver ske vid teknisk undersökning av olyckan, behöver hänsyn tas till att nytt kolfiberdamm då kan frigöras.

Om kolfiberkomposit finns på olycksplatsen men är opåverkat av olyckan, behöver inga särskilda skyddsåtgärder vidtas med avseende på kolfibern. I de fall kolfiber utgör en hälsorisk kan de typexempel på olyckor som beskrivs i nästa kapitel utgöra underlag för bedömning av riskerna och behov av skyddsutrustning även för olycksutredningen. I tabellen i bilagan finns förslag på personlig skyddsutrustning som kan användas vid olycksplatsundersökningen.

Olycksplatsen kan zonindelas för att tydliggöra inom vilka områden hälsorisker med kolfiberkompositer föreligger och var det krävs särskild skyddsutrustning eller andra restriktioner. För att begränsa uppvirvling av kolfiberdamm vid olycksplatsundersökningen, bör rörelser och arbetsmetoder som ger turbulens undvikas. Ytorna kan även vätas med fin vattendimma för att binda dammet. Notera dock att effekten av vattendimman minskar när vattnet torkar upp.

---

5. MSB (2019), Åtgärdskalender: Först på plats vid händelser med farliga ämnen CBRNE, MSB1423

## Sanering av utrustning och material

Det har gjorts undersökningar av larmställ som blivit kontaminerade med partiklar och fibrer från brand i kolfiberkomposit före och efter tvätt. Efter normal hantering och tvätt av larmställ har kläderna visat sig bli rena från partiklar och fibrer.<sup>6</sup>

Engångskläder som kontaminerats av fiberfragment vid mekanisk bearbetning har efter avsköljning med vatten inte blivit helt rena, men kontamineringen har reducerats<sup>7</sup>. Vid utpassering från het zon bör därför engångskläderna först sköljas med vatten innan de tas av och slängs. Material som hanterats i het zon bör tvättas och torkas av.



Bild 3: Personal från Försvarmaktens flygbärningsgrupp med skyddsutrustning sanerar mark efter flyghaveri med Jas 39 Gripen utanför Ronneby 2018-08-21. Foto: Anders Marntell, Försvarmaktens Flygbärningsgrupp.

## Miljöpåverkan

Omfattningen av miljöpåverkan efter en olycka med kolfiberkompositer beror på hur mycket kolfiberkomposit som varit inblandad i olyckan, hur finfördelat materialet blivit och om det varit utsatt för höga temperaturer samt vilka övriga material som varit inblandade i olyckan. Kolfiberfragment kan vara bärare av andra farliga ämnen såsom tungmetaller, då kolfiber har en yta som lätt adsorberar andra ämnen. I vissa fall krävs därför marksanering. Hänsyn bör tas till markens känslighet, hur den används och om det föreligger något särskilt skyddsområde för vatten eller dylikt. En miljörestvärdesledare kan bistå med stöd och kunskap i frågan.

---

6. Mahrs (2018)

7. Mahrs (2018)

# Typexempel

Typexemplen är till för att få en bild av hälsorisker, åtgärder och skyddsnivåer vid olika typer av händelser där kolfiberkompositer är inblandade. Det är viktigt att läsa olyckan och vidta skyddsåtgärder utifrån vilka risker som identifieras, precis som vid alla räddningsinsatser. Kolfiberkompositer är annorlunda på det viset att det framför allt är de tunna dammfragmenten från kolfibrer samt partikeldamm från plastmatrisen i kolfiberkompositerna som kan ge långsiktiga konsekvenser för hälsan.

Generellt kan man säga att ju mer skadade kolfiberkompositer blivit och ju högre temperaturer materialet utsatts för, desto farligare är det, då fibrerna blir allt tunnare och kan tränga djupare in i kroppen. Arbetsättet för räddningspersonal bör därför anpassas utifrån den förväntade förekomsten av kolfiberfragment, och i vissa fall blir därför hanteringen ganska lik räddningsinsatser med farliga ämnen. Riskbedömningen bör ske i samverkan med övriga aktörer inom skadeområdet. Särskilt viktigt är det att ha en dialog kring riskerna med ambulanssjukvården som kan komma att befinna sig inom riskområdena.

Höga temperaturer i samband med brand innebär risk för att kolfiberpartiklar frigörs och bryts ner till små inandningsbara partiklar.

Nedan beskrivs fyra typexempel:

- Klippning av kolfiberkaross vid trafikolycka
- Olycka med stort krockvåld, ej brand
- Brand med låga materialtemperaturer
- Olycka med stort krockvåld och brand med höga materialtemperaturer

## Typexempel 1: Klippning av kolfiberkaross vid trafikolycka

Kolfiberkompositen har i detta exempel inte varit utsatt för brand eller större mekanisk energi, utan bearbetas endast med hydraulverktyg för att ta loss fastklämda, innestängda eller skadade personer. Fiber materialet är stabilt och det är endast i själva klippytan som fiber materialet exponeras. Klippningen kan ge upphov till kolfiberdamm i begränsad omfattning. Fiberdamm kan orsaka irritation i de övre luftvägarna men tränger inte ner på djupet i andningsvägarna, då diametern på fiberfragmenten är oförändrad. Notera att klippytorerna kan vara vassa och behöver skyddas på samma sätt som efter klippning av metallkaross.

### Riskzon

- Het zon: klippstället.

### Personlig skyddsutrustning för personal som klipper

- Tätt larmställ med huva, skyddshandskar, skyddsstövlar/-kängor, andningsskydd i form av halv- eller helmask med filter P3.



Foto: Räddningstjänsten Östra Blekinge

### Begränsningsåtgärder

- Vattenbegjutning med lätt vattendimma.
- Undvik andra arbeten som medför luftrörelser inom het zon.
- Skydda klippytorna med skydd mot vassa kanter.

### Omhändertagande av skadade personer

- Omhändertagandet av skadade personer bör utgå från konceptet för akut omhändertagande, **SXABCDE** (Säkerhet, Stoppa livshotande yttre blödning, Skapa fri luftväg, Kontrollera andning, Kontrollera cirkulation, Medvetandekontroll, Helkroppsundersökning med rörlighetskontroll och Skydd mot omgivning).
- Andningsskydd och skyddsglasögon.
- Täck över oskyddade hudytor (tjock plast är bättre än en filt).
- I de fall det är möjligt och den skadade är kontaminerad av kolfiberdamm, sanera på samma sätt som personal som vistats inom riskområdet (rådgör med sjukvårdspersonal).

Kontakta sjukvården för att ta del av regionala riktlinjer för prehospitalt akut omhändertagande av personer som exponerats för kolfiberdamm.

### Sanering av personal

- Ta av yttersta klädlagret, tvätta larmställ eller motsvarande.
- Stövlar/kängor, handskar och andningsskydd spolas och torkas noggrant.
- Huden inspekteras för tecken på irritation, om så är fallet krävs ytterligare sanering.

## Typexempel 2: Olycka med stort krockvåld, ej brand

Kolfiberkompositen har i detta exempel varit utsatt för stor mekanisk energi som vid ett haveri eller en kollision, men där ingen antändning skett. Detta skulle till exempel kunna vara vid en trafikolycka där något fordon som består av kolfiberkompositen blivit totaldemolerat, där delar av karossen slitits sönder och ligger utspridda över vägbanan eller, som bilden nedan visar, en tryckkärlsexplosion med en gastank av kolfiberkomposit. Det stora krockvåldet kan förväntas mekaniskt förstöra fiberstrukturerna i materialet och därmed reducera hållfastheten. Ju högre krockvåld, desto större risk för hög koncentration av fiber- och partikeldamm i luften. Kolfiberfragmenten kan förväntas vara små och nå långt ner i luftvägarna, men partiklarna har inte skalats av som vid en brand.



Bild 4: Tryckkärlsexplosion i biogasdriven sopbil (gastank av kolfiberkomposit).

### Riskzon

- Het zon: cirka 20 meter runt området med skadade kolfiberkompositen. Vid bedömning av het zon bör även hänsyn tas till vindstyrka och vindriktning.

### Begränsningsåtgärder

- Vattenbegjutning med lätt vattendimma.
- Undvik om möjligt alla luftrörelser ovan och omkring olycksplatsen (detta gäller särskilt sopning av vägbanan, användning av drönare samt start och landning med helikopter).
- Plasta in/täck över skadad kolfiberkomposit.



### Personlig skyddsutrustning för personal i het zon

- Tätt larmställ med huva, skyddshandskar, skyddsstövlar/-kängor, andnings-skydd i form av halv- eller helmask med filter P3 eller tryckluftsapparat.



Foto: Räddningstjänsten Östra Blekinge

### Omhändertagande av skadade personer

- Omhändertagandet av skadade personer bör utgå från konceptet för akut omhändertagande, SXABCDE (Säkerhet, Stoppa livshotande yttre blödning, Skapa fri luftväg, Kontrollera andning, Kontrollera cirkulation, Medvetandekontroll, Helkroppsundersökning med rörlighetskontroll och Skydd mot omgivning). Flytta om möjligt skadade snarast från het zon. Endast direkt livräddande åtgärder utförs inom het zon (uppräta fria luftvägar, stoppa omfattande blödningar etcetera).
- Om de skadade inte kan förflyttas ur het zon, använd andningsskydd och skyddsglasögon samt täck över oskyddade hudytor (tjock plast är bättre än en filt).
- I de fall det är möjligt och den skadade är kontaminerad av kolfiberdamm, sanera på samma sätt som personal som vistats inom riskområdet (rådgör med sjukvårdspersonal).
- Öppna sårskador sköljs försiktigt med vatten (rådgör med sjukvårdspersonal).

Kontakta sjukvården för att ta del av regionala riktlinjer för prehospitalt akut omhändertagande av personer som exponerats för kolfiberdamm.

### Sanering av personal

- Ta av yttersta klädlagret, tvätta larmställ eller motsvarande.
- Stövlar/kängor, handskar och andningsskydd spolas och torkas noggrant.
- Huden inspekteras för tecken på irritation. Om så är fallet krävs ytterligare sanering.

## Typexempel 3: Brand med låga materialtemperaturer

Kolfiberkompositen har, i detta exempel, varit utsatt för begränsad brand med temperaturer lägre än 700 °C, men ingen mekanisk påverkan. Materialet är inte utsatt för värme under lång tid, vilket innebär att under dessa förhållanden kan fibermaterialet förbli relativt stabilt medan epoximatrisen genomgår en gradvis degradering. Det innebär att sotpartiklarna kan innehålla många hälsofarliga ämnen, men sönderdelning till tunnare fiberdamm förväntas inte uppstå. En begränsad brand i en sportaffär med exempelvis innebandyklubbor, skidstavar, hjälmar och cyklar skulle kunna vara ett exempel här. I detta scenario är det främst branden som styr behovet av skyddsutrustning för räddningspersonalen och det förväntas inte finnas några större mängder kolfiberdamm.

### Riskzon

- Het zon: det område där kolfiberkomposit är påverkad av branden.

#### Personlig skyddsutrustning för personal i het zon

- Larmställ, skyddshandskar, skyddsstövlar/-kängor, tryckluftsapparat.



Foto: Räddningstjänsten Östra Blekinge



### Omhändertagande av skadade personer

- Omhändertagandet av skadade personer bör utgå från konceptet för akut omhändertagande, SXABCDE (Säkerhet, Stoppa livshotande yttre blödning, Skapa fri luftväg, Kontrollera andning, Kontrollera cirkulation, Medvetandekontroll, Helkroppsundersökning med rörlighetskontroll och Skydd mot omgivning).
- I de fall det är möjligt och den skadade är kontaminerad av kolfiberdamm, sanera på samma sätt som personal som vistats inom riskområdet (rådgör med sjukvårdspersonal).

Kontakta sjukvården för att ta del av regionala riktlinjer för prehospitalt akut omhändertagande av personer som exponerats för kolfiberdamm.

### Sanering av personal

- Sanera vid behov, därefter hanteras utrustning på samma sätt som vid kontaminering av ”vanlig” brandrök.

I allt väsentligt skiljer sig inte situationen och arbetssättet från en vanlig brand. Detta gäller även efter olyckan när den ska utredas och därefter när platsen ska saneras och återställas.

## Typexempel 4: Olycka med stort krockvåld och brand med höga materialtemperaturer

Kolfiberkompositen har i detta exempel varit utsatt för både stor mekanisk påverkan och fullt utvecklad brand med temperaturer över 700 °C, som vid ett flygplanshaveri. Vid brand i flygbränsle kan man få temperaturer upp mot 1 500 °C, vilket kraftigt påverkar materialet som sönderdelas och avger gaser och partiklar som följer den varma luftmassan till omgivningen. I motsats till enbart mekanisk påverkan kommer fiberfragmenten i detta fall bli kortare och ha en mindre diameter, vilket innebär att det kan förväntas finnas inandningsbara fragment av kolfiber i luften som kan tränga djupt ner i lungorna.



Bild 5: Nedslagsplats efter haveri med JAS 39 Gripen utanför Ronneby 2018-08-21. Foto: Statens haverikommission, 2019.

### Riskzon

- Het zon: cirka 20 meter runt området med skadade kolfiberkomposit. Vid bedömning av het zon bör även hänsyn tas till vindstyrka och vindriktning.
- Bedöm utifrån väderförhållanden och geografiska omständigheter var eventuellt material och partiklar som lämnat branden med rökplymen kan tänkas landa. Detta område kan också betraktas som het zon.
- Definiera och märk ut var in- och utpassering till het zon ska ske och upprätta en saneringsplats i anslutning till utpasseringen.

### Personlig skyddsutrustning för personal i het zon

- Larmställ, skyddshandskar, skyddsstövlar/-kängor, tryckluftsapparat.



Foto: Räddningstjänsten Östra Blekinge

### Omhändertagande av skadade personer

- Omhändertagandet av skadade personer bör utgå från konceptet för akut omhändertagande, SXABCDE (Säkerhet, Stoppa livshotande yttre blödning, Skapa fri luftväg, Kontrollera andning, Kontrollera cirkulation, Medvetandekontroll, Helkroppsundersökning med rörlighetskontroll och Skydd mot omgivning). Flytta om möjligt skadade snarast från het zon. Endast direkt livräddande åtgärder utförs inom het zon (upprätta fria luftvägar, stoppa omfattande blödningar etcetera).
- Om de skadade inte kan förflyttas ur het zon, använd andningsskydd och skyddsglasögon samt täck över oskyddade hudytor (tjock plast är bättre än en filt).
- I de fall det är möjligt och den skadade är kontaminerad av kolfiberdamm, sanera på samma sätt som personal som vistats inom riskområdet (rådgör med sjukvårdspersonal).
- Öppna sårskador sköljs försiktigt med vatten (rådgör med sjukvårdspersonal).

Kontakta sjukvården för att ta del av regionala riktlinjer för prehospitalt akut omhändertagande av personer som exponerats för kolfiberdamm.

### **Begränsningsåtgärder**

- Begränsa och släck branden. Undvik om möjligt högt tryck och sluten stråle för att begränsa spridning av luftburna dammfragment.
- Undvik att dra brandslangar och annan utrustning genom olycksområdet, som kan vara kontaminerat. Använd kortaste angreppsvägen utan att vara i vindriktningen.
- För att begränsa spridning av kompositmaterial och damm och därmed till viss del minska riskzonen, kan vattenbegjutning med lätt vattendimma ske. Beakta dock risken för nedträngning i mark.
- Undvik om möjligt alla luftrörelser ovan och omkring olycksplatsen (detta gäller särskilt helikoptrar och drönare).
- Kalla eller ej brandutsatta kompositdelar kan plastas in och täckas över.

### **Sanering av personal**

- Ta av yttersta kläddagret, tvätta larmställ eller motsvarande.
- Stövlar/kängor, handskar och andningsskydd spolas och torkas noggrant.
- Huden inspekteras för tecken på irritation. Om så är fallet krävs ytterligare sanering.
- Fordon och övrig utrustning som hanterats inom het zon ska saneras. Kontaminerat material bör paketeras i plastsäckar för vidare sanering eller destruktion.
- Vid saneringsplatsen ska det finnas tillgång till vatten, gärna tempererat, och uppsamlingsmöjligheter för restvattnet.

I allt väsentligt skiljer sig inte situationen och arbetssättet från en olycka med farliga ämnen i kombination med brand. Detta gäller även efter olyckan när den ska utredas och därefter när platsen ska saneras och återställas.

I vissa situationer kan det även finnas möjlighet att få stöd av miljörestvärdesledare vid bedömning av eventuell miljöpåverkan.

# Referenser

Brand- och räddningsskolan. (2001). Medvetenhet om olycksplatsens faror - inte en fråga enbart för brandmannen! Luftfartsverket.

Edström, B. (2016). Risker och skyddsåtgärder vid arbete med kompositer. *Brandbefälsmötet Helsingborg 2016*. MSB.

Hertzberg, T. (2003). *Risker med kolfiberlaminat vid brand*. Borås: SP Sveriges provnings- och forskningsinstitut.

Kärrdahl, C. (2011). *Bärgningshandbok för luftfartyg*. Försvarets materielverk.

Mahrs, A. (2018). *Kontaminering från kolfiberkompositer på skyddskläder – En studie av kontamineringsgraden på skyddskläder efter brand och mekanisk bearbetning i kolfiberkompositer*. Linköping: Linköpings universitet.

Malmsten, C. L. (2003). *Medicinska aspekter på brand i advanced composite material*. Luftfartsverket.

Marström. (den 03 11 2020). Hämtat från <https://www.marstrom.com/sv/nyheter/industri-fordon/forsta-kompositbron-pa-plats>

MSB. (2019). Åtgärdskalender: Först på plats vid händelser med farliga ämnen CBRNE, MSB1423.

Olsson, C. (u.d.). Riskbedömningar inför brandplatsundersökningar. Polisen.  
Reinholdsson, P. (2006). *Utredning av kolfibrers kristallinitet TEK06-0127*. Linköping: Bodycote Materials Testing AB.

Reinholdsson, P. (2011). Hälsorisker och skyddsåtgärder vid arbete med kompositer. *Brand och andra risker med farkoster innehållande kompositer*. Linköping: Exova AB.

Reinholdsson, P. (2012). *Kunskapsöverföring till FBG - Emission av damm från kolfiberkomposit TEK 12-0270*. Linköping: Exova AB.

Reinholdsson, P. (2018). *Analys av haveristen FPL 39 - TEK18-0199*. Stockholm: Element.

Statens haverikommission. (2019). *Slutrapport RM 2019:02 Olycka i Möljeryd, Blekinge län, den 21 augusti 2018 med ett militärt flygplan av typen JAS 39 C Gripen, opererat av Försvarmakten*. Stockholm: Statens haverikommission.

# Bilaga: Polisens och Försvarsmaktens skyddsnivåer

Polisen och Försvarsmakten arbetar utifrån fyra skyddsnivåer för hälsorisker kopplat till kolfiber<sup>8</sup>, vilka sammanfattas nedan. Dessa nivåer kan även kopplas samman med dammhalt (mg/m<sup>3</sup>)<sup>9</sup>. Notera att även giftiga gaser frigörs när kolfiberkompositen hettas upp. Vid exponering av gaser eller ångor bör därför gasfilter, till exempel ABEK/AXBK, också användas. Försvarsmaktens flygbärningsgrupp har erfarenhet från många haveriplatsundersökningar och har även utrustning för att bland annat mäta dammhalten i luften. Vid behov kan räddningstjänsterna begära stöd från flygbärningsgruppen via Försvarsmakten.

---

8. (Olsson, u.d.) (Kärrdahl, 2011)

9. (Reinholdsson, Hälsorisker och skyddsåtgärder vid arbete med komposit, 2011)











Skyddsnivå kolfiber	Hälsorisk <sup>10</sup>	Dammhalt (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>11</sup>	Skydd <sup>12</sup>		
1 Låg	Minimal eller obetydlig exponering	Medelvärde < 0,5 Maxvärde < 1,0	Larmkläder eller andra skyddskläder, skyddshandskar samt skyddsstövlar/skyddsskor som skyddar mot damm. Eventuellt skyddsglasögon.		
2 Förhöjd	Risk för icke-toxiskt damm eller andra ämnen som kan orsaka irritation på hud och luftvägar	Medelvärde 0,5-1,5 Maxvärde < 3,0	Larmkläder eller andra skyddskläder, skyddshandskar samt skyddsstövlar/skyddsskor som skyddar mot damm. Eventuellt skyddsglasögon. Andningsskydd i form av halvmask med filter P36 <sup>13</sup> vid exponering för luftburet damm <sup>14</sup> .		
3 Medel	Risk för toxiska ämnen i form av rök, gas, partiklar, damm eller fibrer som medför allvarlig hälsorisk	Medelvärde 1,5-3,0 Maxvärde < 5,0	Täta larmkläder eller andra täta skyddskläder, huva, dubbla skyddshandskar <sup>15</sup> samt skyddsstövlar/skyddsskor som skyddar mot damm. Handleder och fotleder tejpas eventuellt. Andningsskydd i form av helmask. Filter P3 <sup>16</sup> vid exponering för luftburet damm <sup>17</sup> .		
4 Hög	Risk för toxiska ämnen i form av rök, gas, partiklar, damm eller fibrer som medför extrem hälsorisk	Medelvärde > 3,0 Maxvärde > 10,0	Som nivå 3 men med andningsskydd i form av tryckluftsapparat.		

Foto vänster: Försvarsmaktens Flygbärningsgrupp

Foto höger: Räddningstjänsten Östra Blekinge

10. (Kärrdahl, 2011)

11. (Reinholdsson, Hälsorisker och skyddsåtgärder vid arbete med komposit, 2011)

12. (Kärrdahl, 2011), bilder från Anders Marntell, Försvarsmaktens Flygbärningsgrupp och Räddningstjänsten Östra Blekinge

13.6 Enligt EN 143:2000.

14. Vid exponering av gaser eller ångor bör även gasfilter, t.ex. ABEK/AXBK, användas.

15. Tunn innerhandske typ engångs-/undersökningshandske samt grövre handske som skyddar mot skär- och stickskador.

16. Enligt EN 143:2000.

17. Vid exponering av gaser eller ångor bör även gasfilter, t.ex. ABEK/AXBK, användas.

Mer information om olika typer av andningsskydd och typer av filter finns på [www.andningsskydd.nu](http://www.andningsskydd.nu).





Myndigheten för  
samhällsskydd  
och beredskap