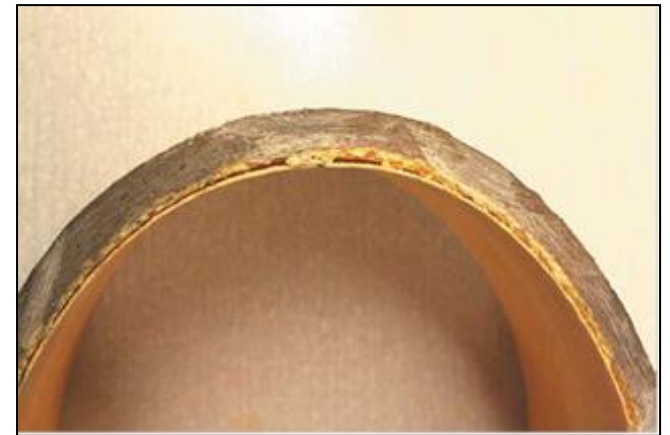
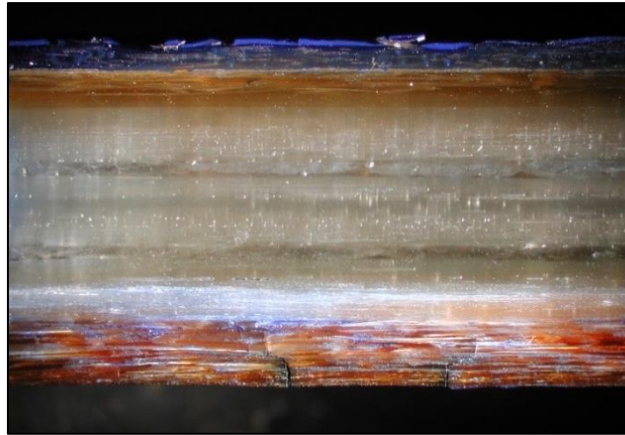
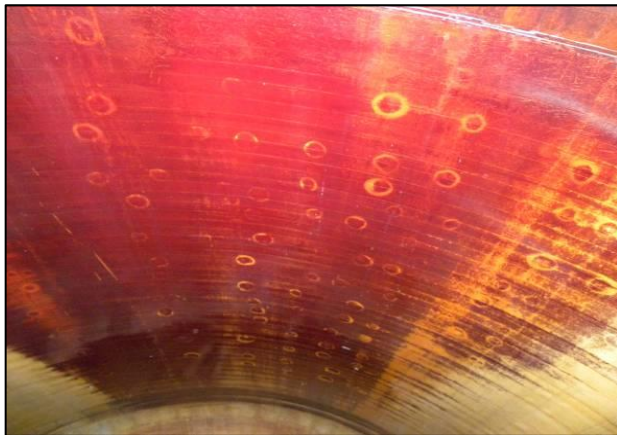


# Skadeatlas GAP

Utgiven December 2015

swerea | KIMAB  
Inspecta



## Förord

Denna atlas riktar sig till inspektörer av plast och kompositer i industrin eller hos inspektions- och besiktningsföretag. Grundläggande kunskap om olika plastmaterial, hartser och armeringsmaterial är en förutsättning för bedömning av skador enligt atlasen. Vidare är kännedom om gällande föreskrifter och ansvar hos anläggningsägaren nödvändiga.

Atlasen syftar till att vara en hjälp på plats vid inspektion av olika typer av processutrustning av glasfiberarmerad plast (GAP). Här ges en benämning på skadan, en eller flera typiska bilder visas och en kort förklaring till skadans orsak och uppkomst ges. I tillhörande tabell ges vägledning för bedömning av hur allvarlig skadan är och rekommendationer för när en skada bör åtgärdas. Denna atlas har tagits fram tillsammans med en tillhörande handbok. I handboken beskrivs GAP, skador och OFP-metoder något mer ingående. Handboken finns att tillgå som Energiforsk rapport 2015:180.

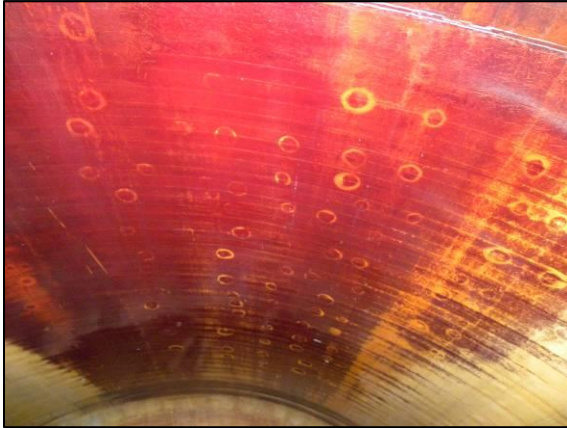
Observera att denna skadeatlas kan vara ett hjälpmedel och verktyg men att den aldrig kan ersätta bedömningen från en erfaren inspektör. Vid minsta tveksamhet om en skadas betydelse för en utrustnings hållfasthet bör en expert konsulteras.

*Projektet, som är finansierat av Energiforsk (tidigare Värmeforsk) och Energimyndigheten, har utförts av Swerea KIMAB och Inspecta i samarbete med Termap och Bodens Energi*

ISBN 978-91-7673-181-9 | © 2015 ENERGIFORSK

Energiforsk AB | Telefon: 08-677 25 30 | E-post: kontakt@energiforsk.se | www.energiforsk.se

# Blåsor



Blåsor uppkomma då vatten (fukt) tränger in i laminatet för att där späda eventuella lågmolekylära ämnen i en s.k. osmotisk process. Den indiffererande fukten kondenserar till vatten, ansamlas och bildar fickor eller håligheter i laminatet. Förekomsten av kondensat i håligheter i laminatet kan i sin tur leda till att ytterligare vattenlösliga ämnen i eller kring glasfibern löses upp och en blåsa av saltlösning bildas. Ytterligare vatten diffunderar in i laminatet för att späda ut saltlösningen (en s.k. osmotisk cell har bildats). Blåsan växer då det ökade trycket inne i blåsan blir högre än hållfastheten i det omgivande laminatet. Vanligtvis växer blåsorna till en viss diameter då det uppstår jämvikt mellan hållfastheten i laminatet och storleken på blåsan. Blåsorna är i regel ytnära och återfinns strax under spärrskiktet, men syns och känns tydligt på ytan.

Blåsornas tillväxt är i regel snabb i början, men avtar med tiden. Blåsorna är till en början vätskefyllda, men kan med tiden torka ut. Hos torra blåsor väntas ingen fortsatt tillväxt. Faktorer som tros vara viktiga för uppkomst och tillväxt av blåsor är hög temperatur, temperaturväxlingar samt temperaturgradient i laminatets tjockleksriktning.

Så länge ytskiktet är intakt och styrkelaminatet är skyddat anses blåsor i regel inte orsaka några andra problem än rent estetiska. Blåsor i spärrskiktet saknar oftast teknisk betydelse. Vid kraftig, oväntad tillväxt hos objekt som varit i bruk i mer än ett par år, rekommenderas en utredning av orsaken som sannolikt hör samman med processförändringar.

## Blåsor

| Benämning                         | Beskrivning av defekten                                                  | Förväntad utveckling                                         | Lämplig OFP-metod                                                                                                                                                                                       | Acceptanskriterier                                                                                                                              | Betydelse för hållfasthet | Åtgärd/förslag på reparation                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Blåsor, bölder<br><i>Blisters</i> | Ytnära blåsor av varierande storlek, från några cm i diameter och uppåt. | Tillväxten är oftast snabb de första åren, men avtar senare. | <p>Visuell kontroll</p> <p>Blåsor ses oftast bäst i släpljus från ficklampa</p> <p>Ultraljud kan användas för djupbestämning</p> <p>Fuktmätare kan ge indikation på vätskefyllda blåsor i laminatet</p> | Blåsor under ett i övrigt intakt spärrskikt accepteras utan åtgärd                                                                              | Liten                     | <p>Blåsor lämnas normalt utan åtgärd, men registreras och följs upp när tillfälle ges.</p> <p>Vid kraftig oväntad tillväxt av antal eller storlek, rekommenderas en utredning av orsaken.</p> |
|                                   |                                                                          |                                                              |                                                                                                                                                                                                         | <p>Blåsor som orsakat genomgående skador i spärrskikt bedöms enligt kriterierna för korrosion, se nedan</p> <p>En öppen blåsa accepteras ej</p> | Osäker                    | <p>Särskild bedömning/reparation</p> <p>Reparation, slipa ned till friskt laminat och bygg upp nytt</p>                                                                                       |

# Delaminering



Delamineringar uppstår när olika skikt inne i laminatet släpper från varandra. Orsaken kan vara svår att bestämma, men skadorna kan i vissa fall vara en effekt av skillnader i värmeutvidgning i laminatets olika delar. Delamineringarna ligger ofta djupare än blåsor och har mer oregelbunden form. De kan ses som en utbuktning på ytan, men oftast bara genom att ytan blivit ljusare. De kan också hittas genom knackning, då de ger ifrån sig ett ihåligt ljud, eller ses med släpljus med ficklampa.

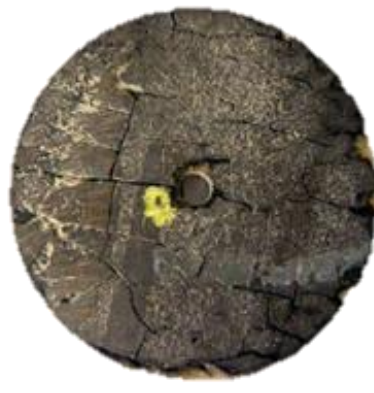
Ett sätt att på plats få en uppfattning om omfattningen av materialpåverkan är att slipa ur en defekt och undersöka den underliggande ytan visuellt, men provuttag för materialanalys ger säkrare svar om den väntade kvarvarande livslängden. Stora delamineringar bör slipas bort och nytt laminat byggas upp.

## Delaminering

| Benämning                           | Beskrivning av defekten                                                                                            | Förväntad utveckling                                                                                                             | Lämplig OFP-metod                             | Acceptanskriterier                                                                     | Betydelse för hållfasthet | Åtgärd/förslag på reparation                                                                                                         |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Delaminering<br><i>Delamination</i> | Invändig släppning mellan laminatets olika skikt, ofta över stora ytor. Svag utbuktning av ytan och/eller ljusning | Mellan spärrskikt och styrkelaminat: Kan tillväxa snabbt, speciellt vid vissa laster, korrosion inne i delamineringen kan uppstå | Visuell kontroll (knackning)<br><br>Ultraljud | Delaminering ej djupare än mellan korrosionsskiktet och styrkelaminatet kan accepteras | Liten                     | Lämnas normalt utan åtgärd, men registreras och följs upp när tillfälle ges.<br><br>Stora delamineringar kan vara svåra att reparera |
|                                     |                                                                                                                    | I strukturlaminat: Risk för att konstruktionen knäcks                                                                            |                                               | Delamineringar som misstänks ligga i styrkelaminatet accepteras ej                     | Stor                      | Särskild bedömning/reparation                                                                                                        |



# Missfärgning och överhettning



Ett laminat kan missfärgas av många olika orsaker. Vissa svavelrika gaser, exempelvis  $\text{SO}_2$  och  $\text{SO}_3$ , ger mörka missfärgningar. Exponering för högkoncentrerad svavelsyra tenderar att svartfärga ett laminat mycket snabbt.

I GAP som utsätts för kraftigt förhöjda temperaturer kan nedbrytning av materialet ske. Tecken på värmepåverkan är missfärgning, ytförsprödning och uttorkningssprickor, samt i extrema fall frilagda fibrer p.g.a. bortbränt harts.

Bilden i mitten visar en extremt mörkfärgad yta med uttorkningssprickor. Det är viktigt att påtala att överhettning inte alltid ger så här tydliga tecken. Det är heller inte säkert att en förmörkad yta betyder att materialet har utsatts för överhettning. Uttorkningssprickor kan dessutom orsakas av kemiska angrepp. Det är med andra ord svårt att på plats, visuellt eller med annan OFP-metod, fastställa skadeorsaken hos en komponent med det här utseendet. Skadeorsaken får utredas genom kontroll av temperaturhistoriken och/eller provuttag för materialanalys.

Man kan få en uppfattning av skadans djup och omfattning genom att försiktigt skrapa bort det skadade materialet. Med kännedom om materialets ursprungliga tjocklek och uppbyggnad kan man få en grov uppfattning om skadans djup och om även styrkelaminatet är påverkat.

## Missfärgning och överhettning

| Benämning                                                  | Beskrivning av defekten                       | Förväntad utveckling                                                                                                                                                                 | Lämplig OFP-metod                        | Acceptanskriterier                                                                              | Betydelse för hållfasthet | Åtgärd/förslag på reparation                                                                                          |
|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Missfärgning<br><br>Termisk nedbrytning<br><br><i>Burn</i> | Färgförändring och/eller uttorknings-sprickor | Skadan uppkommer och tillväxer endast vid förhöjd temperatur eller då strukturen utsatts för korrosiva gaser/vätskor (t.ex. SO <sub>2</sub> , eller H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) | Visuell kontroll<br><br>Fukthaltsmätning | Om skadorna är ytliga och begränsade till spärnskiktet kan de accepteras                        | Liten                     | Orsaken till skadorna bör utredas med hjälp av kännedom om process-betingelserna och reparation bör övervägas         |
|                                                            |                                               |                                                                                                                                                                                      |                                          | Om styrkelaminat och fibrer är synliga bedöms skadan enligt kriterierna för korrosion, se nedan | Stor                      | Särskild bedömning/reparation<br><br>Orsaken till skadorna bör utredas med hjälp av kännedom om process-betingelserna |



# Slagskador



Slagskador, utbrutna flisor eller som de också kallas "chips" är mekaniska skador som till exempel kan ha uppstått på grund av ett hårt och plötsligt slag, såsom t.ex. från ett fallande föremål. Ofta är slagskadorna relativt grunda, men djupare skador kan försvaga en konstruktion.

Den här skadan syns i regel ganska tydligt som ett ljusare runt eller ovalsformat märke format av sprickor. Ibland har tunna skärivor av hartslager slagits bort, därav det engelska benämningen "chip" (flisa, skärva). Det man ska komma ihåg är att undersöka hur materialet ser ut på den motstående sidan. En slagskada på konvex sida, exempelvis utsidan av en rörledning eller en cistern, ger ofta större skada på insidan. Skadan på den motstående sidan får ett annat utseende, typiskt i form av en stjärna. Skadan på insidan kan lokalt mycket väl bestå av djupare sprickor än "chipet" på utsidan. En skada från en konkav insida ger vanligen ingen skada på utsidan. Generellt gäller att rör med slagskador bör bytas ut, medan tankar kan repareras.

Skadan medför i regel en del synliga fibrer och kan verka som en startpunkt för en annan skademekanism, exempelvis korrosionsskador eller sprickbildning, speciellt vid invändiga skador.

## Slagskador

| Benämning                                                         | Beskrivning av defekten                                                                                                               | Förväntad utveckling                                                                                                                                                    | Lämplig OFP-metod                                                           | Acceptanskriterier                                                                                                         | Betydelse för hållfasthet | Åtgärd/förslag på reparation                                                          |
|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Slagskada, utbrutna flisor<br><i>Impact damage</i><br><i>Chip</i> | På slagsidan: Ljusare runt eller ovalt slagmärke. Ofta med bortslagna flisor<br><br>På motstående sida, ett stjärnmönster av sprickor | Slagskador kan verka som startpunkter för andra skademekanismer, exempelvis korrosionsskador och sprickbildning. Detta gäller på såväl skadans primär- som sekundärsida | Visuell kontroll<br><br>Röntgen<br><br>Genomlysning av väggen med ficklampa | Slagskador accepteras så länge skadan begränsas till ytskikt resp. spärrskikt, d.v.s. att styrkelaminatet inte är påverkat | Liten                     | Ingen åtgärd, men uppföljning rekommenderas<br><br>Motstående sida måste kontrolleras |
|                                                                   |                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                         |                                                                             | Slagskador som når ner till styrkelaminatet accepteras ej                                                                  | Stor                      | Särskild bedömning/reparation                                                         |

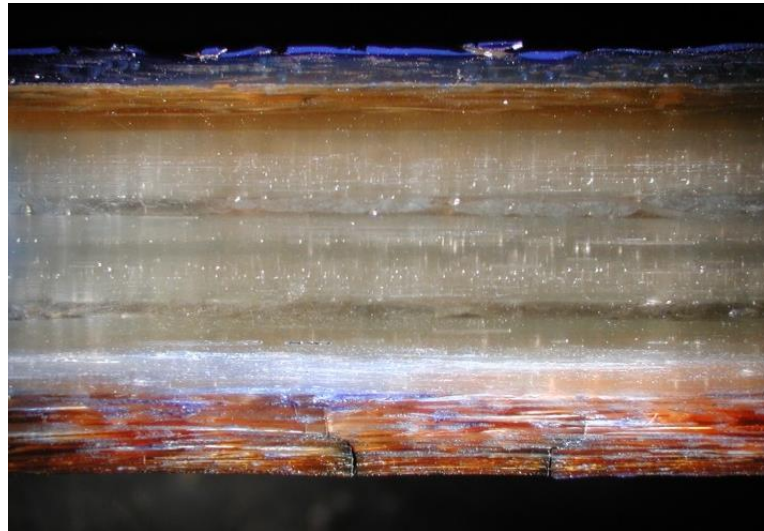
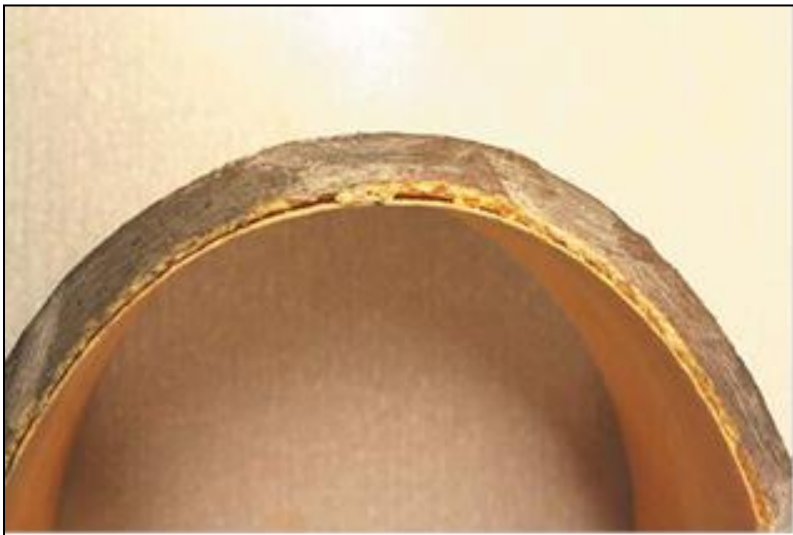
# Korrosion

## Allmätkorrosion

Under inverkan av den omgivande miljön kan plast brytas ner. Korrosionen ger godsförtunning och ibland beläggningar, "korrosionsprodukter", dvs. kemiska föreningar som uppstår när plasten reagerar med omgivningen. Även om korrosionsprodukterna ibland är hårda och har god vidhäftning vid materialet så har de inte grundmaterialets egenskaper. Korrosionshastigheten uttrycks ofta i mm/år.

Korrosionshastigheten är normalt sett proportionell mot roten ur tiden, d.v.s. angreppet avtar med tiden, förutsatt att den påverkande miljön är konstant. Korrosionsangrepp i spärnskiktet accepteras generellt, dock får angreppet aldrig nå styrkelaminatet.

I många fall av allmätkorrosion är provuttag (d.v.s. förstörande provning) enda möjligheten att få ett mått på hur djupt in i laminatet korrosionen gått.



## Lokal korrosion

Korrosionsangrepp kan också uppkomma lokalt, till exempel med en lokal defekt eller skada som startpunkt för korrosionen. Ställen att vara extra observant på är där det kan finnas frilagda fibrer och oskyddade ytor, t.ex. kapade ytor vid en skarv eller påstick, som kan verka som startpunkt för korrosion. Sådana ytor finns speciellt i rörledningar där den inre skarven inte tätats. Lokala korrosionsangrepp kan också uppkomma p.g.a. lokala variationer i processmiljön, rörkrökar etc.

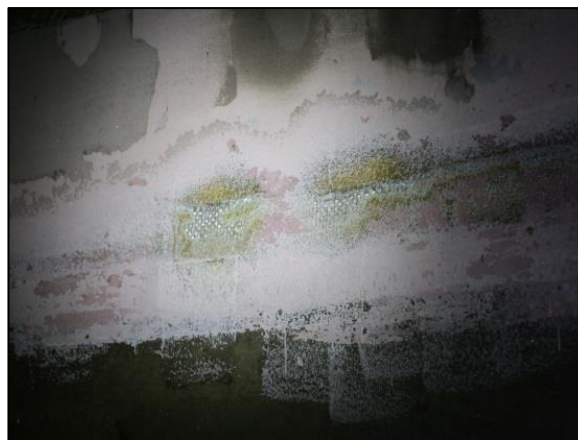
Korrosion i skarvar ses som speciellt allvarliga och måste bedömas från fall till fall, beroende på skarvens utförande.



## Erosion/Erosionskorrosion

Erosion och erosionskorrosion är två mekanismer som är mycket svåra att särskilja. Erosion är en ren nötning medan erosionskorrosion är när erosionen accelereras av korrosion. Båda skadeformerna uppkommer i miljöer med hög, eller störd, strömningshastighet, till exempel i rörböjar eller, som bilden visar, vid dysor. Den skadade ytan ger intrycket av att vara ren och kan vara mycket jämn, nästan som om den vore slipad. Erosion- och erosionskorrosionsskador bedöms i stort sett som korrosionsskador.

Erosion- och erosionskorrosionsskador uppkommer ofta år efter år på samma ställe. Vid exempelvis nötning från dysor är det lämpligt att rikta om dysorna eller justera vattentrycket för att minska påfrestningen på laminatet. Det finns ett antal metoder på marknaden för att skydda ytan lokalt. Exempelvis kan ytan beläggas med harts innehållande kiselkarbid eller aluminiumoxid, eller epoxisystemet Chesterton. Ytan kan även skyddas genom att kläs in med en lining av termoplast, t ex polypropen. Erosion bedöms generellt som korrosion.





## Korrosion

| Benämning                                         | Beskrivning av defekten                                                                | Förväntad utveckling                                     | Lämplig OFP-metod                                      | Acceptanskriterier                                                                                        | Betydelse för hållfasthet | Åtgärd/förslag på reparation                           |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------------|
| Allmänkorrosion,<br>korrosion<br><i>Corrosion</i> | Angreppet syns som en jämn ytförändring med godsavverkning eventuellt med beläggningar | Hastigheten för allmän korrosion avtar i regel med tiden | Visuell kontroll<br><br>Profilröntgen<br><br>Ultraljud | Angrepp som är begränsade till korrosionsskiktet accepteras                                               | Ingen eller liten         | Ingen åtgärd, men uppföljning rekommenderas            |
| Lokal korrosion<br><i>Local corrosion</i>         | Angreppet kan vara utbredd eller mer lokalt. Fria fibrer kan synas                     | Lokal korrosion kan ha ett mycket snabbare förlopp       |                                                        | Skadan accepteras ej om mediet trängt in till styrkelaminatet, eller om fibrer i styrkelaminat är synliga | Stor                      | Särskild bedömning/reparation                          |
| Erosion,<br>Erosionskorrosion<br><i>Erosion</i>   | Angreppet syns som en jämn och ren nötning/slipning av ytan                            | Relativt konstant hastighet                              |                                                        | Korrosion i skarvar måste bedömas från fall till fall, beroende på skarvens utförande                     | Ofta allvarlig            | Skarvutförandet kontrolleras mot ritning och repareras |

# Sprickor

Sprickor till följd av deformation av eller rörelse i laminatet kan uppstå av en rad anledningar. Sprickbildning kan uppstå till följd av överlast, krympningar eller korrosion. Orsaken till att sprickan uppstått är intressant för att kunna förhindra att den ökar eller uppkommer igen. Bedömningen av sprickorna är dock generell: sprickor i styrkelaminatet accepteras ej. Sprickornas utseende och mönster kan ge viss vägledning om sannolikheten för att sprickorna vandrat in i styrkelaminatet.

## **Spänningskorrosion (stress corrosion cracking, SCC)**

Spänningskorrosion sker under samtidig inverkan av dragspänningar och ett spänningskorrosivt media, t ex saltsyra. I laminatet är det glasfibern som drabbas, och olika typer av glasfiber är olika känsliga för spänningskorrosion. Processutrustning som är byggd med E-glas löper större risk att drabbas av spänningskorrosion än om E-CR-glas (Advantex®) använts vid tillverkningen. Spänningskorrosionshaverier kan vara mycket allvarliga eftersom de oftast uppträder plötsligt och till synes utan förvarning. Begynnande spänningskorrosion i GAP är mycket svår att upptäcka. Säkrast är att utgå ifrån att den här typen av sprickbildning kan uppstå i samband med korrosion eller annan skademekanism under samtidig inverkan av dragspänningar. I regel är det tankar och ledningar för koncentrerade syror, som saltsyra eller svavelsyra, som drabbas men spänningskorrosion har också förekommit i miljöer innehållande klordioxid.



## Struktursprickor

Sprickor till följd av överlast uppstår ofta i lastens tvärriktning och vid spänningskoncentrationer vid exempelvis en infästning, ett stöd eller dimensionsövergång. Karaktäristiskt för struktursprickor, eller överlastsprickor, är en enstaka djup spricka. Även om fler mindre sprickor kan synas på ytan är det i regel i en av sprickorna som den huvudsakliga tillväxten sker.



## Struktursprickor

| Benämning                                                            | Beskrivning av defekten                   | Förväntad utveckling | Lämplig OFP-metod                                                           | Acceptanskriterier                                           | Betydelse för hållfasthet | Åtgärd/förslag på reparation                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Struktursprickor, överlastsprickor<br><br><i>Structural cracking</i> | En kraftig spricka i lastens tvärriktning | Snabb                | Visuell kontroll<br><br>Nål/skjutmått<br><br>Profilröntgen<br><br>Ultraljud | Sprickor som är begränsade till korrosionsskiktet accepteras | Ringa                     | Ingen åtgärd, men uppföljning rekommenderas<br>Noggrann dokumentation för jämförelser vid nästa inspektionstillfälle<br><br>Vid försämring, överväg reparation och lokal förstärkning |
|                                                                      |                                           |                      |                                                                             | Sprickor i styrkelaminatet accepteras ej                     | Allvarlig                 | Reparation och förstärkning av konstruktionen rekommenderas                                                                                                                           |

## Ytsprickor

Olika typer av laster kan ge upphov till en mindre allvarlig sprickform som kallas ytsprickor. Mönstret är många små sprickor geometriskt formerade så att ett spindelnätsliknande mönster bildas. Sprickorna är täta och ofta svåra att djupmäta med en nål eller liknande. Sprickor i det yttersta hartsskiktet kan också uppkomma om materialet utsätts för temperaturförändringar, som en effekt av småspänningar som byggs in under härdningsprocessen.



## Ytsprickor

| Benämning                           | Beskrivning av defekten                                                                                        | Förväntad utveckling                                            | Lämplig OFP-metod                     | Acceptanskriterier                                           | Betydelse för hållfasthet | Åtgärd/förslag på reparation                |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------|
| Ytsprickor<br><i>Surface cracks</i> | Ytliga sprickor i geometriskt, ibland spindel-nätsliknande mönster<br><br>Grunda och begränsade till ytskiktet | Olika, beroende på orsak, troligen mycket låg tillväxthastighet | Visuell kontroll<br><br>Nål/skjutmått | Sprickor som är begränsade till korrosionsskiktet accepteras | Ingen eller liten         | Ingen åtgärd, men uppföljning rekommenderas |

## Repor

Repor och repliknande defekter kan uppstå på många sätt. Oförsiktighet vid hantering, under drift och vid inspektion kan ge repor som med tiden synliggörs genom missfärgning och av smuts. Repornas djup mäts lämpligen med nål eller skjutmått och med kännedom om yt- och spärrskiktets tjocklek kan en snabb och säker bedömning göras direkt på plats.

Även märken från släppfilmen vid tillverkningen kan ge repliknande defekter men saknar helt betydelse för laminatets funktion.

| Benämning                 | Beskrivning av defekten                                           | Förväntad utveckling     | Lämplig OFP-metod                     | Acceptanskriterier                                        | Betydelse för hållfasthet | Åtgärd/förslag på reparation |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| Repor<br><i>Scratches</i> | Tunna repor ofta i symmetri. Grunda och begränsade till ytskiktet | Ingen förväntad tillväxt | Visuell kontroll<br><br>Nål/skjutmått | Repor som är begränsade till korrosionsskiktet accepteras | Ingen eller liten         | Ingen åtgärd                 |

## Termiska sprickor

### Utmattningssprickor

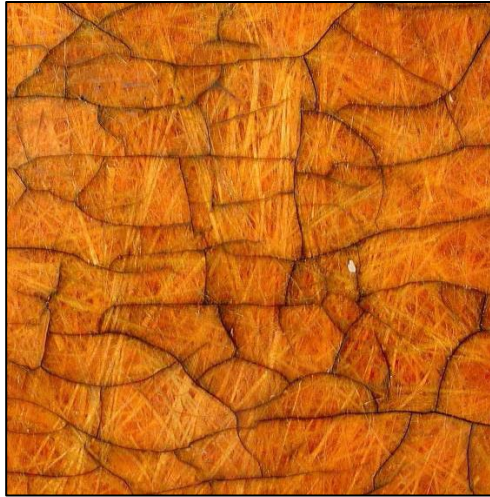
Mekaniska rörelser eller termiska variationer i processen kan orsaka en cyklisk utvidgning och krympning hos materialet, vilket i längden kan leda till sprickbildning. Sprickorna är ofta raka och parallella. De uppstår i regel i närheten av värmekällan. Även om sprickorna, precis som de krympsprickor som beskrivs ovan, är relativt grunda, finns en väsentlig skillnad: de termiska utmattningssprickorna kommer att fortsätta sin tillväxt så länge den cykliska rörelsen pågår.

### Krympsprickor

GAP-material krymper normalt något vid härdning, vilket orsakar spänningar och ibland sprickbildning. GAP har dessutom en betydligt lägre värmeutvidgningskoefficient än stål, vilket också gör att GAP-komponenter som sammanfogats med stål utsätts för spänningar vid temperaturvariationer. Sprickorna syns som flera parallella, raka sprickor som följer tjockleksförändringar. Sprickorna är ofta grunda och uppkommer i regel redan vid tillverkningen eller under den första tiden i drift.

| Benämning                                                                     | Beskrivning av defekten                                                | Förväntad utveckling                                                                 | Lämplig OFP-metod                     | Acceptanskriterier                                           | Betydelse för hållfasthet | Åtgärd/förslag på reparation                |
|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------|
| Termiska utmattningssprickor<br><br>Krympsprickor<br><br><i>Fatigue crack</i> | Flera raka, parallella sprickor som ofta följer dimensionsförändringar | Utmattningssprickorna kommer att fortsätta växa så länge den cykliska rörelsen pågår | Visuell kontroll<br><br>Nål/skjutmått | Sprickor som är begränsade till korrosionsskiktet accepteras | Ingen eller liten         | Ingen åtgärd, men uppföljning rekommenderas |
|                                                                               |                                                                        |                                                                                      |                                       | Sprickor i styrkelaminatet accepteras ej                     | Allvarlig                 | Särskild bedömning/reparation               |

## Uttorkningssprickor



Uttorkningssprickor förekommer på många håll i naturen och även hos plast. På engelska kallas fenomenet "mud cracking". Fenomenet uppstår till följd av svällning i samband med vätskeabsorption och krympning vid efterföljande uttorkning. Karaktäristiskt är sammanhängande, helt slumpvis orienterade sprickor som är något öppnade mot ytan. Möjligen går djupet att mäta med en nål eller liknande. Sprickorna är normalt begränsade till spärnskiktet och stoppas i regel redan upp i korrosionsskiktet. Själva sprickorna går sällan vidare in i styrkelaminatet, men man måste komma ihåg att sprickorna kan medföra att mediet får tillträde till djupare liggande delar av laminatet, vilket ökar risken för korrosion och påverkan på materialet.



## Uttorkningssprickor

| Benämning                                 | Beskrivning av defekten                                                   | Förväntad utveckling                                                                                                                                            | Lämplig OFP-metod                     | Acceptanskriterier                                                             | Betydelse för hållfasthet | Åtgärd/förslag på reparation                |
|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------|
| Uttorknings-sprickor<br><i>Mud cracks</i> | Lätt öppnade, grunda ytsprickor i ett oregelbundet sammanhängande mönster | Sprickorna växer till vid fortsatt användning, men begränsas i regel till korrosions- och ytskikt. På sikt kan sprickorna leda till korrosion av de inre lagren | Visuell kontroll<br><br>Nål/skjutmått | Sprickor som är begränsade till korrosionsskiktet accepteras                   | Ingen eller liten         | Ingen åtgärd, men uppföljning rekommenderas |
|                                           |                                                                           |                                                                                                                                                                 |                                       | Sprickor i styrkelaminatet accepteras ej                                       | Allvarlig                 | Särskild bedömning/reparation               |
|                                           |                                                                           |                                                                                                                                                                 |                                       | Om en sammanhängande yta är i riktigt dåligt skick bedöms skadan som korrosion | Osäker                    | Se korrosion                                |

# Defekter relaterade till tillverkningen

För tillverkningsrelaterade defekter finns acceptanskriterier i exempelvis standarderna SSG 76 70, bilaga 2 och i EN 13121-3, Appendix E table 24. Om dessa standarder har följts korrekt vid tillverkningen bör man inte stöta på dessa defekter i speciellt stor utsträckning vid inspektion. Dessa defekter bör heller inte öka i antal eller utbredning. Det är dock inte ovanligt att tillverkningsdefekter framträder mer tydligt efter ett par år. Det beror till stor del på att smuts och beläggningar med tiden gärna fastnar på en ojäm yta.

## Torra partier, dry spots



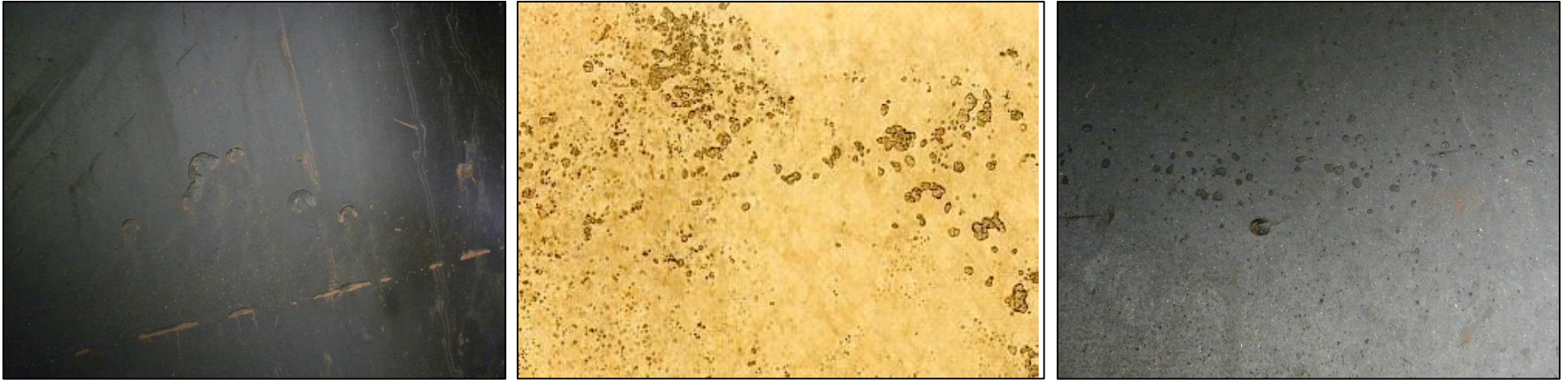
Frilagda, icke vätta, fibrer kan vara ett resultat av fel vid tillverkningen. I tillverkningsstandarderna står tydligt att inga torra partier eller frilagda fibrer får förekomma på mediaberörd yta i driftsatt utrustning. Fibrer kan också friläggas under drift, på grund av korrosion, erosion eller annan skademekanism, och bedöms i så fall enligt dessa kriterier.

Plastens nedbrytning i starkt solsken, d.v.s. på grund av UV-påverkan, kan orsaka den här typen av skada på komponenternas utsidor. Detta repareras vanligen med ett extra lager av en top-coat. Ofta används också en s.k. UV-spärr för att förhindra att det invändiga mediet påverkas av UV-ljuset. Man bör även vara observant på utvändig korrosion eller andra skador. Det finns fall där utvändig korrosion har lett till allvarliga haverier.

## Dry spots

| Benämning                                                 | Beskrivning av defekten           | Förväntad utveckling | Lämplig OFP-metod                                      | Acceptanskriterier                                               | Betydelse för hållfasthet | Åtgärd/förslag på reparation                |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------|
| Torra partier, icke vätta fläckar<br><br><i>Dry spots</i> | Fria, torra fibrer syns och känns | Stora variationer    | Visuell kontroll<br><br>Profilröntgen<br><br>Ultraljud | Angrepp som är begränsade till korrosionsskiktet accepteras      | Ingen eller liten         | Ingen åtgärd, men uppföljning rekommenderas |
|                                                           |                                   |                      |                                                        | Skadan accepteras ej om styrke-laminatet och dess fibrer synliga | Måste bedömas             | Särskild bedömning/reparation               |

## Gropar, pits, pinholes



En gropig yta är oftast något som komponenten fått redan under tillverkningen då små luftblåsor blivit instängda vid tillverkning mot form. Dessa luftblåsor blir ofta vid tillverkningen täckta med ett tunt lager harts vilket gör det svårt att upptäcka dem vid kvalitetskontroll av utrustningen. Efter en tids drift nöts vanligen det tunna hartsskiktet bort och groparna blir synliga. Den gropiga ytan kan försämra materialets korrosionsbeständighet något och bör upptäckas redan vid kvalitetskontrollen av den färdiga komponenten. Om groparna bedöms vara grunda lämnas de vanligen utan åtgärd.

## Veckad ytmatta

En veckad ytmatta kan synas tydligt om den ligger väldigt ytligt, men kan också bli mer synlig med tiden och under drift. Den här defekten har ingen effekt på hållfastheten utan är endast estetisk. Lämnas utan åtgärd.

## Märken från släppfilm och ytligt synliga fibrer



Märken från den släppfilm som används vid tillverkningen mot form kan ibland ge repliknande defekter. Detta är mycket vanligt och är inte en defekt som kräver någon åtgärd, utan endast av kosmetisk karaktär.

Ytligt liggande fibrer kan bero på att lösa fiberknippen varit närvarande då komponenten tillverkats mot form, och att dessa fastnat i ytmatteskiktet. Detta kräver ingen åtgärd och är endast en defekt av kosmetisk karaktär.

# Om reparationer

Generellt repareras en mindre skada i ett spärrskikt genom nedslipning av skadan och ett område runt, varefter nytt laminat byggs upp enligt tillverkningsritningen. Rengöring och applikation av harts och härdare och armering sker enligt rekommendationer från harts- och glasfibertillverkare.

Om ett större område slipas ned inför en reparation bör beräkningsingenjör konsulteras för att säkerställa att strukturen ovanför reparationen inte havererar under reparationsarbetet. Detta är speciellt viktigt då större reparationer skall göras i styrkelaminatet.

Efter reparationer eller ändringar i styrkelaminatet måste krav på eventuell revisionsbesiktning enligt AFS 2005:3 beaktas.

Mindre reparationer som görs på plats genom nedslipning och upplaminering av spärrskikt och/eller korrosionsskikt enligt ursprunglig tillverkningsritning. Finns inte ritningar att tillgå ska spärrskikt byggas upp enligt gällande norm som minimum. Rengöring och blandning av harts och härdare bör göras enligt rekommendationer från hartstillverkaren.

## Särskild bedömning vid reparationer

Då en skada gått genom spärrskiktet och når styrkelaminatet är det inte säkert att det räcker att reparera spärrskiktet. Mediet kan ha orsakat skador även i styrkelaminatet som då måste repareras. Beroende på hur allvarlig denna skada är kan det bli tvunget att istället byta ut komponenten. I de fall då reparation rekommenderas, bör denna alltid föregås av en bedömning av kvarvarande hållfasthet under reparationen. I vissa fall kan det vara nödvändigt att en beräkningsingenjör genomför hållfasthetsberäkningar för komponenten innan reparationen på styrkelaminatet påbörjas för att säkerställa att komponenten inte havererar under reparationen då man slipar ner styrkelaminatet och därigenom temporärt kan försvaga konstruktionen.