Vedlegg 1 Reparasjonsmanual for kompositt

Utarbeidet av Jostein Eide

Utgave 1, oktober 2013

Utgitt av Mikroflyseksjonen, Norges Luftsportsforbund

Innholdsfortegnelse

1. Innledning....3
2. Definisjon på mindre skader:....4
1. Skader som omfatter gelcoat og sparkling.....4
2. Hull på undersiden av flykroppen som i diameter ikke overskrider følgende mål....4
3. Hull. sprekker og rift, bobler osv.....4
4. Deformerte hengsler og beslag skal skiftes og ikke repareres:....4
3. Nødvendig verktøy og krav til arbeidslokaler....5
Verktøy:....5
Arbeidslokalet:....5
4. Material liste for FRP reparasjoner....6
Resin systemer....6
Glassfiber duk....6
Fiber Glass Rovings....6
Carbonfiber tape....6
Skum....6
Maling (Gelcoat)....6
Lim for Plexiglass....6
Reparasjon av sprekker i canopy:....7
Lim for “spray rails and keel protection”....7
Sparkel....7
Utsalgssted for materialer....7
5. Instruksjon for FRP reparasjoner....8
5.1 Kun Materialer beskrevet i punkt 3 skal benyttes.....8
5.2 Kun skader beskrevet i punkt 2. kan repareres....8
5.3 Reparasjonsmetoder for Fiber Forsterkede Plastmaterialer (epoxy)....8
5.4 Reparasjon av små bulker i en sandwich panel uten sprekk i gelcoaten.....10
5.5 Overflatefinish....11
5.6 Etter reparasjon av kontrollflater:....11
6. Type materialer og overlappingsdimensjoner....12

1. Innledning

Hensikten med dette instruksjonshefte er å gi en grunnleggende instruksjon i reparasjon av mindre skader på kompositttmaterialer som GFRP og CFRP på fly, dvs. Glassfiber og Karbonfiber forsterkede kompositter.

Ytterligere detaljer og informasjon angående produksjonsmetoder til GFRP og CFRP er ikke inkludert i dette heftet da det forventes at all reparasjonsarbeid med kompositter kun utføres av personer med tilstrekkelig kompetanse og praktisk erfaring i bruken av disse materialene.

Reparasjoner av et kompositt fly er altså ikke ment som en opplæringsmulighet i bruken av FRP og laminerings teknikker. Før du begynner reparasjonsarbeidet skal du ha klart for deg hva slags materialer, verktøy, mal og reparasjonsmetoder som skal benyttes. Nødvendig informasjon om dette finner du i dette heftet.

For at du skal forsikre deg om at flyegenskapene ikke blir forandret skal overflaten til reparasjonsområdet ha samme kvalitet som den originale finishen. Dersom du er i tvil om en skade kan repareres forsvarlig må du kontakte fabrikanten for videre rådgivning.

Informasjonene i dette heftet omhandler kun reparasjon av mindre skader slik som mindre hull og krasser etter for eksempel buklanding og mindre hangarskader.

Større skader som ikke omtales i dette heftet skal kun repareres av fagkyndige innen kompositttarbeid på fly skrog.

Merknad:

Reparasjon og vedlikehold på motor, instrumenter og annet utstyr skal utføres i følge tilhørende instruksjonshefter og bøker.

2. Definisjon på mindre skader:

Det er kun de nedenfor beskrevne skader som kan klassifiseres som mindre skader og som kan utbedres på egen hånd.

1. Skader som omfatter gelcoat og sparkling.

2. Hull på undersiden av flykroppen som i diameter ikke overskrider følgende mål

Fremre del av flykroppen 80 mm (3 in.)

Bakre del av flykroppen 40 mm (1.5 in.)

Maksimal verdi for sprekker i flykroppens underside.:

Fremre del av flykroppen 120 mm (5 in.)

Bakre del av flykroppen 80 mm (3 in.)

Ved ovennevnte forutsettes det at haleparti og bakre del av flykroppens skjøter ikke er skadet.

3. Hull. sprekker og rift, bobler osv.
i vinger, horisontal stabilisator og kontrollflatenes overflate der skader ikke overskrider følgende dimensjoner:

Gjennomsnitts-	diameter	Sprekk lengde
Vinger	100 mm (4 in.)	150 mm (6 in.)
Horis. stabilisator	50 mm (2 in.)	80 mm (3 in.)
Side ror	50 mm (2 in.)	80 mm (3 in.)
Flaperon, høyderor	30 mm (1.2 in.)	50 mm (2 in.)

Ved ovennevnte forutsettes det at vingebjelkene ikke er skadet.

Ved reparasjon av kontrollflater henvises det til kapittel 5.6.

4. Deformerte hengsler og beslag skal skiftes og ikke repareres:

Se flyets vedlikeholdsdokumentasjon for delenummer.

3. Nødvendig verktøy og krav til arbeidslokaler

Verktøy:

- Vekt eller målebeger med en nøyaktighet på 0.01 gram for riktig blandingsforhold mellom epoxy og herder
- Beger eller mindre bøtte samt blandespatler.
- Malekoster med kort bust for applisering av epoxy.
- Metall rulle for å presse ned glassfiberduken og for å få bort luftbobler.
- Skarp saks til å klippe glassfiberduk.
- Maskeringstape
- Plastfilm til å lage telt rundt arbeidsområdet for å holde konstant temperatur, dersom arbeidslokalet ikke er temperert til 21 grader.
- Varmluftspistol.
- Sandpapir - grov til fint.
- Stanley kniv
- Sag til å sage hardplast
- Gummihansker
- Nøyaktig termometer som måler opp til 60°C (140° F)
- Vakuumutstyr der det er påkrevd. (Epoxy infusion technique).

Arbeidslokalet:

For å forsikre seg om at en herdeprosessen blir riktig må romtemperaturen holde 21° C (70° F). grader celsius under arbeidet samt 12 timer inn i herdeprosessen. Deretter skal de reparerte deler oppbevares i et temperert rom. For å holde riktig temperatur må man i noen tilfeller lage seg et termotelt av plastfilm og Isopor plater som dekker reparasjonsområdet.

4. Material liste for FRP reparasjoner

Resin systemer
etter prioritert rekkefølge:

Prioritet	Resin type	Herder type	Blandingsforhold etter vekt
1	MGS L 285	H 286 / H 287	100:38
2	MGS L 160	H 163	100:28
3	Bakelite Rütapox L 20	Bakelite Rütapox SL 50	100:30
4	Ciba LY 5052	Ciba HY 5052	100:38

Reparasjonsområdet må holdes temperert ved 54°C (129°F) i minst 20 timer etter reparasjonen er utført før Flyet kan tas i bruk .

Glassfiber duk

Interglas	No.US-No	Dukens kvalitet i vekt (g/m ²)
90 070	1610	Linen (vevet struktur) 80
92 110	1610	Twill (filt struktur) 163
92 125	1610	Twill (filt struktur) 280
92 140	1610	Twill (filt struktur) 390

All fabrics - finish I 550 or FK 144

Fiber Glass Rovings
Devold AMT DB 600 E 06

Carbonfiber tape
Sigri KDU 1009 7.5 cm (3 in) wide

Skum
Diab Divinycell H 60, 3, 5 and 8 mm Farge grønn

Maling (Gelcoat)
MGS MGS T35 Farge hvit

Blandingsforhold: 100:10 med herder

Det kan brukes opp til 10 % Styrene tynner ved spray applisering av resin. Eller akrylmaling dersom slik maling ble benyttet i bunnen av flyskroget.

Lim for Plexiglass
For å feste canopy:

3M VHB dobbel coated acrylic tape 4943F eller Sikaflex 2K, svart.

Reparasjon av sprekker i canopy:
Röhm Acrifix 92 som lysherdes.

Lim for "spray rails and keel protection"
Sikaflex 2K or 11 FC, hvit.

Sparkel
Ved liming skal epoxy og herder blandes med oppkuttede bomullsfibrer FL 1 f. eller Westsystem mikrofiber 403. Det skal iblandes til epoxyen ikke lenger er flytende.

Limflatene skal fuktes med flytende epoxy og herder før liming med ovennevnte limblanding utføres.

Ved liming av skumplater i en sandwich seksjon og ved sparkling av ujevnheter og små åpninger rundt reparasjonsområdet blander man i Mikroballoons BJO-0930, eller SP-system Microbaloons i epoxy og herde blandingen.

Applisering og blanding foregår på samme måte som ved bruk av bomullsfibrer nevnt ovenfor.

Utsalgssted for materialer
Alle materialer kan fås kjøpt hos Nordic Aircraft AS.

5. Instruksjon for FRP reparasjoner

5.1 Kun Materialer beskrevet i punkt 3 skal benyttes.

5.2 Kun skader beskrevet i punkt 2. kan repareres

5.3 Reparasjonsmetoder for Fiber Forsterkede Plastmaterialer (epoxy)
se punkt 2 og 3.

5.3.1 Skjær ut det ødelagte partiet, skur opp med grov sandpapir e.l. der flatene overlappes. Se punkt 6.

5.3.2 Reparasjoner skal utføres slik at limingen utføres våt over tørt.

Detaljer om bruk og håndtering av FRP er beskrevet i flere forskjellige publikasjoner bl.a. i "Petite Plane Patch Primer."

Karbonfiber håndteres på samme måte som glassfiber men her må fibrene ikke brettes. Videre benyttes kun tilhørende type epoxy. Se punkt 4.

All reparasjon skal herdes i 20 timer og i 54° C (129°F) før neste flyging.

5.3.3 Reparasjon av FRP overflate (gelcoatlaget)

Reparasjonsområdet forhånd prepareres som nevnt ovenfor. Skrap eller rasp bort gelcoat laget til du ser lagene av glassfiberduken. Fjern gelcoat laget minst 20 mm (0.8 in.) rundt og i fra skadeområdet. Legg nye lag med duk og epoxy som vist på figuren nedenfor:



Fig. 5-1 Utside / overflate. Sparkles og poleres som nevnt tidligere.

5.3.4 Reparasjon av overflaten til en "sandwich panel ".

Skjær ut det skadete område og fjern gelcoat laget i skjøtområdet 10 mm (0.4 in.) rundt og i fra skadeområdet. Fyll det skadete skumplastområdet med microbaloons-resin, epoxy tilsatt microballoons som nevnt ovenfor, benytt sparkel. La dette herde og deretter puss ned med sandpapir.

Benytt en hammer med rundt hode og bank forsiktig på overflaten rundt hullet slik at skumplasten blir noe presset sammen. Deretter varm opp dette området til ca. 60°C (140°F). Legg på ny duk.

5.3.5 Reparasjon av indre og ytre skall av en sandwich panel

Se punkt 5.3.4. I tillegg fjern så mye skumplast at hele det skadete område er synlig samt nok til overlapping på det uskadde skallet. Dersom det innerste skallet er mer eller mindre intakt skures den med sandpapir og ny lag med duk limes rett på. Deretter legg en nøyaktig tilpasset bite av skumplate ca 1-2 mm tynnere en original mot innerste skallet og lim fast med resin iblandet armeringsmikroballonger (microballoons).

Dersom det indre skallet er så ødelagt at prosessen ovenfor ikke kan benyttes, limes duken direkte på den tilpassede skumplaten og etter at den er ferdig herdet limes den på plass med overlapp. Også her limes den med resin i blandet armeringsmikroballonger.

For å unngå bobler under duken, smøres et lag med resin i blandet mikroballonger direkte på skumplaten før duken limes på denne igjen.

Det ytre fiberduk lag påføres som omtalt i punkt. 5.3.3.

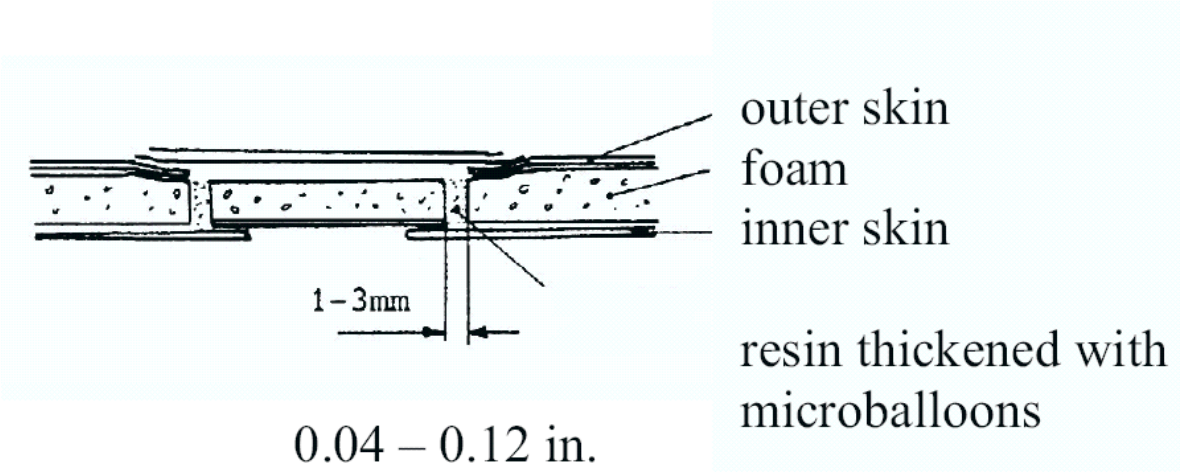


Fig. 5-2 Reparasjon av en sandwich panel.

5.3.6 Noen gode råd ved håndtering av aramidfiber (ikke benyttet i Omsider 1B).

Det er vanskelig å klippe aramidfibrer med vanlig saks og en må derfor bruke en skarp tagget saks for å klippe gjennom stoffet.

Skal man pusse aramidfiberduk vil den flise seg opp dersom man ikke bruker vått Sandpapir. Etter våt nedpussing må området få tørke vha. en varmluftsvifte.

Aramidfiber tar lett til seg fukt og må derfor oppbevares på et tørt sted. Den bør også tørkes rett før den tas i bruk.

Aramid fiber må beskyttes mot sollysets UV stråler både før og etter at den tas i bruk. Til dette kan man bruke maling bestående av titandioxide-hvit pigment) nevnt på side 8.

Tynne lag med aramidfibrer kan ikke høvles eller pusses ned i skjøtene, det er her kun mulig med overlapp.

5.3.7 Noen råd angående carbonfibre - aramidfibre - hybrid fuselage -shell

Ved denne type konstruksjoner kan ikke reparasjonsmetoden i kap. 5.3.3 benyttes.

A. Reparasjons område som kan nåes fra innsiden (cockpit).

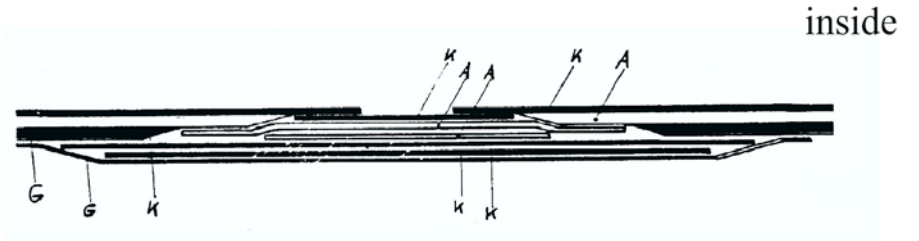


Fig. 5-3 Reparasjons område som kan nåes fra innsiden.

B. Reparasjonsområder som ikke kan nåes fra innsiden (f.eks. halebommen).

K=Karbonfiber / A=aramidfiber / G=glassfiber

En forhøyning av overflaten i reparasjonsområdet kan her ikke unngås.

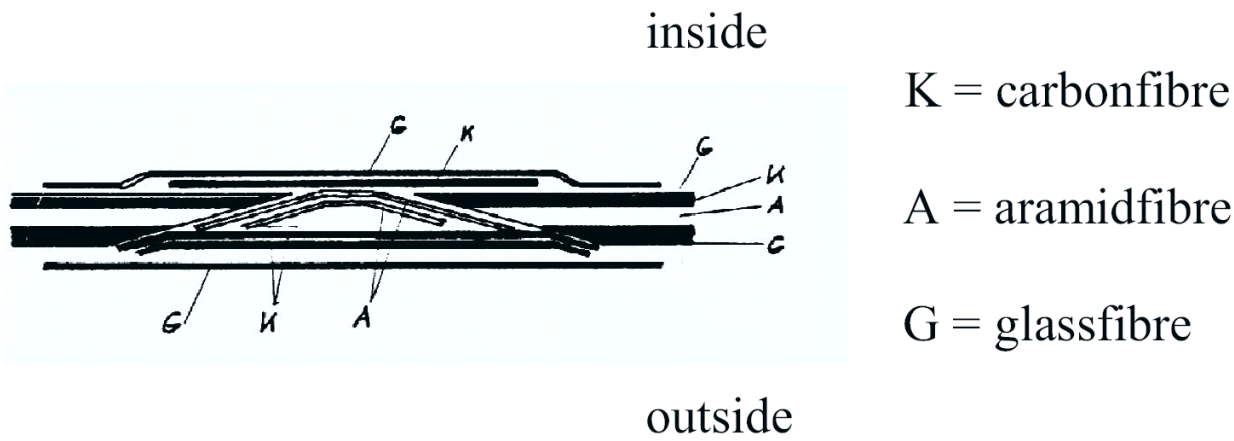


Fig. 5-2 Reparasjons område som ikke kan nåes fra innsiden.

5.4 Reparasjon av små bulker i en sandwich panel uten sprekk i gelcoaten.

Små bulker kan vanligvis utbedres bare ved å varmebehandle flaten ved for eksempel varmepistol til 60° - 70° C (140° -158°F). Den sammenpressede skumkjernen vil da ese ut til sin opprinnelige form. Bulken blir da nesten usynlig. Er det krasser på gelcoaten kan det pusses til med våt sandpapir nr 600 og deretter pusses opp med poleringspasta.

Er det blitt skrape merker på flaten eller dersom bulken fortsatt er synlig legges et tynt lag med gelcoat og pusses til som nevnt ovenfor.

5.5 Overflatefinish

Overflatereparasjoner utføres slik at overflaten i reparasjonsområdet er litt høyere, nok til at en kan fin pusse og polere det glatt. Pussing utføres først med tørr sandpapir nr. 80, deretter sparkles området og pusses igjen til riktig høyde og ca 5 cm (2 in.) lenger ut fra reparasjonsområdet. Med våt sandpapir nr. 400. Det sprayes så 5 lag med flytende gelcoat. Deretter pusses overflaten med våt sandpapir med økende finhet, 400,600 og 800.

Overflaten poleres opp med poleringspasta "rubber". Bruk poleringsmaskin med ull skive og roterende bevegelser for å unngå over oppvarming, avslutt med poleringsvoks. Se for øvrig vedlikeholdsheftet om Generell vedlikehold.

5.6 Etter reparasjon av kontrollflater:

Må man kontrollere vekt og balanse mot de verdier som er gitt i vedlikeholdsheftet. Er verdiene for høye må man skifte ut delene.

5.7 Brannbeskyttelse i motor rom

Brannbeskyttelse i motorrom består av brannsikker maling som skummer i tilfelle brann samt varmeisolerende materiale og metall folie.

Dersom brannbeskyttelsen er skadet må fabrikanten rådføres før reparasjon.

6. Type materialer og overlappingsdimensjoner

Følgende overlappingsdimensjoner må overholdes. Bruk kun materialer som anbefalt under punkt 4. Mindre forsterkninger til deler med høybelastning er ikke angitt i tabellene nedenfor.

Part	Overlap		Duk type etc
Inboard wing panel	cm	In.	d= + 45° l= + 90°
Wing skin outside	3	1.2	1 x 90070 l outside + 1x92125 d, left to right
Core			H 60, 8 mm thick
Wing skin inside	3	1.2	1 x 92110 d, right to left+ 1 x 92125 d from center to y=1100 mm+ 1 x 92125 d from y= 2850 mm to parting+ 1 x 92125 150 mm broad from y=1100 mm to y=2850 mm. in area of wing spare
Outboard wing panel			
Wing skin outside	3	1.2	1 x 90070 l outside+ 1x92125 d up to from left to right, y=1000 mm from parting
	3	1.2	1x 92110 d from y= 1000 mm to tip, from left to right.
Core			H 60, 8 mm thick to y= 1000 mm, 5 mm tick from y= 1000 mm to tip.
Wing skin inside	3	1.2	1 x 92110 d, from right to left

Part	Overlap		Duk type etc
Flaps / ailerons	cm	In.	d= + 45° l= + 90°
Outside	3	1.2	1 x 90070 d outside, left to right + 1x92110 d, right to left
Core			H 60, 3 mm
Inside	2	0.8	1x 92110 d, left to right
Horizontal stabilizer			
outside	2	0.8	1x90070 d, left to right+ 1 x 92110 d right to left
Core			H 60 - 5 mm thick
inside	2	0.8	1 x 90070 d , left to right. + 1x 450 g, KDU 1009, carbonfiber tape, 75 mm up to y= 600 mm in area of spar + 1 x 92110d in the centre of the stabilizer up to y = 400 mm
Elevator			
outside	2	0.8	1x 90070 d, left to right+ 1x 92110 d, right to left
Core			H 60, 3 mm
Inside			1x 90070 d, right to left+ 1x 92110 d, left to right+ 1x 92110 d up to y= 500 mm
Rudder			
Outside	1	0.4	1 x 90070 d
Core			H 60 - 3 mm thick
Inside	1	0.4	1 x 90070 d

Part	Overlap		Duk type etc
Fuselage aft hull	cm	In.	d= + 45° l= + 90°
From outside	2	0.8	1x 92110 d+ 1x 92125 l
to inside			1x 92125 d. Top glue line from engine found. through spin fin to front top of fin. Joint covered with 1x 92125 d. w = 20 cm. 1x carbon tape 7.5 cm and carbon tape covered with 1x 92125 d, w = 15 cm. Bottom of hull. 1x DB 600 d with 15 cm overlap of glue line to corner and 10 cm up, and to 15 cm in front of step.
Note: There are Carbon tape KDU 1009, 450 gram, 7,5 cm the upper glue line of the fuselage boom which have to be repaired in case of damage. Also rember the mirror lay up of all fabric overlaps in left and right fuselage halves.			
Forward fuselage belly up to wing suspension			
outside	4	1.6	1 x 92110 d+ 1x 92125 d+ 1x 92125 l
core	3	1.2	Framework of 2 x 450 g. cabon tape, 75 mm and 10x100 mm H 60
inside	2	0.8	1x 92125 d+1x 92 110 l. Bottom of hull. 1 x DB 600 d +1 x DB 600 l from 15 cm overlap of center glue line to corner and 10 cm up, and to 10 cm aft of step.
Note: There are several other reinforcements of DB 600 and 92125 in the fuselage-seat box intersections, in step - main wheel and front wheel attach area.			

Part	Overlap		Duk type etc
Fin	cm	In.	d means 45° to rudder hinch line. l means paralell to rudder hinch line.
outside	2	0.8	1 x 92110 d + 1x 92125 l
Core			H 60 5 mm thick
inside	2	0.8	1 x 92 110 d. In the area of spar: + 1x 450 g, KDU 1009, carbonfiber tape 75 mm. From top of fin to bottom of hull + 1 x 92125 l up to 600 mm fuselage above fuselage bottom line.

Merk: Det vil også fines en rekke andre forsterkninger i skroget.

- Slutt –

Reparasjonsmanual for kompositt

Utarbeidet av Jostein Eide

Utgave 1, oktober 2013

Utgitt av Mikroflyseksjonen, Norges Luftsportsforbund