

# ***Diabolo 2018***

***#4560***

***Manual***



***minicopter***  
***Rheinstahlring 47***  
***34246 Vellmar***  
***Germany***  
***Fon: +49 561 988 2800***  
***info@minicopter.de***  
***www.minicopter.de***

***minicopter***

***Diabolo***

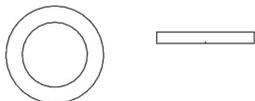
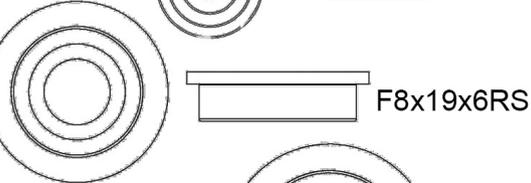
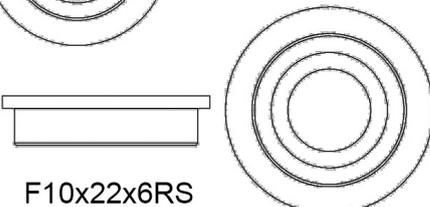
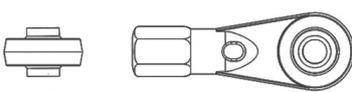
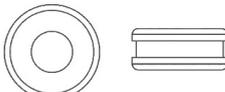
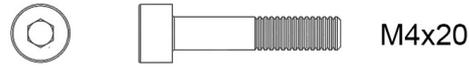
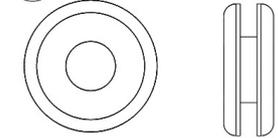
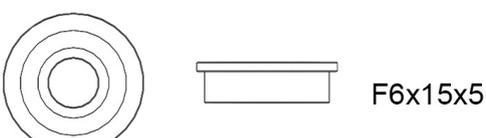
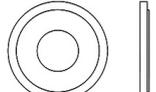


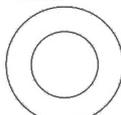
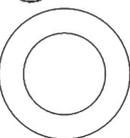
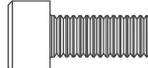
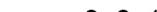
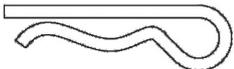
***Collection of black anodized parts***

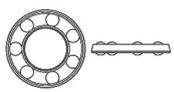
***Version „Black #4561***

***minicopter***

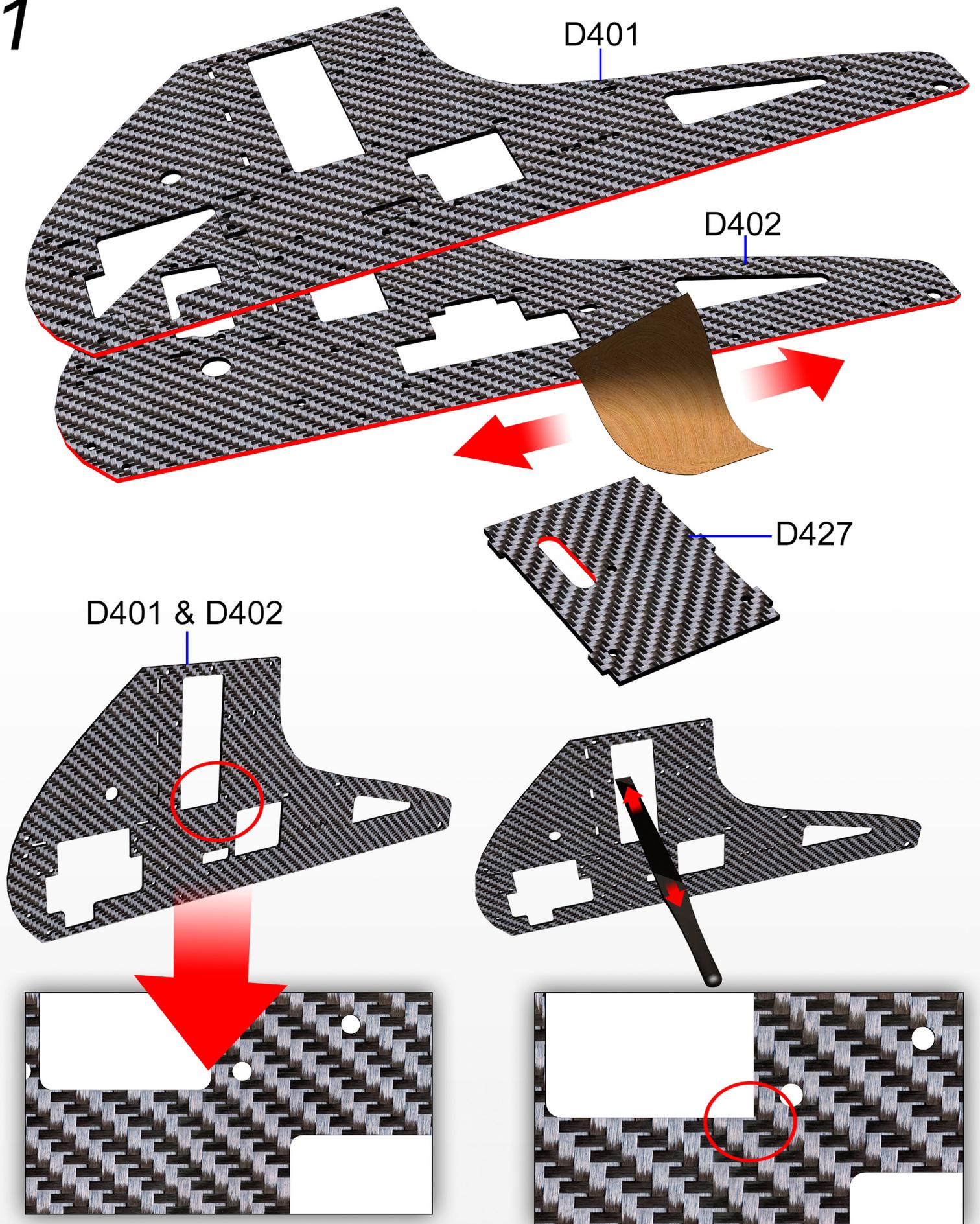
***Diabolo***

D008		
D057		
D058		
D059		
D060		
D068		3x13x5
D070		F8x19x6RS
D071		F10x22x6RS
D072		
D074		
D077		M4x20
D078		M4x26
D079		
D080		
D090a		M5
D095		M3x8
D099		M3x6
D104		M3x18
D106		M4x8
D107		M4x10
D110		3x6x0.3
D116		
D118		4.8mm
D119		M3x12
D196		M3x6
D197		M3x8
D198		M3x14
D199		M3x6
D247		F6x15x5
D250		
D256		
D328		M3x10
D329		M3x16
D331		M3x20
D332		M3x22
D336		M3x25
D337		M3x30
D339		M3x40
D547		M3

- 001   M2 5x2x0.2
- 002   M3 7x3x0.5
- 007   M2
- 008   M3
- 009   M4
- 010   M5
- 011   8x14x0.2
- 024   M3x8
- 025   M3x6
- 026   M3x10
- 033   10x16x0.2
- 034   M5x12
- 035   M4x5
- 041   2.5
- 045   6x12x0.1
- 047   8x14x0.5
- 048   10x16x0.1
- 051   3x6x1
- 054   7x10x0.2
- 060  
- 076  

- 078  
- 0087  
- 0092  
- 0099   M2x12
- 0112   5x9.8   5.2x10 
- 0316  
- 0385  
- 0469   M2.5x12
- 0492   M2.5x4
- 0494   M3x16
- 0507   M2.5x12
- 0573   M4x4
- 0593  
- 0942   5x10x4
- 0952   5x10x4
- 0980  
- 0989   M3x10

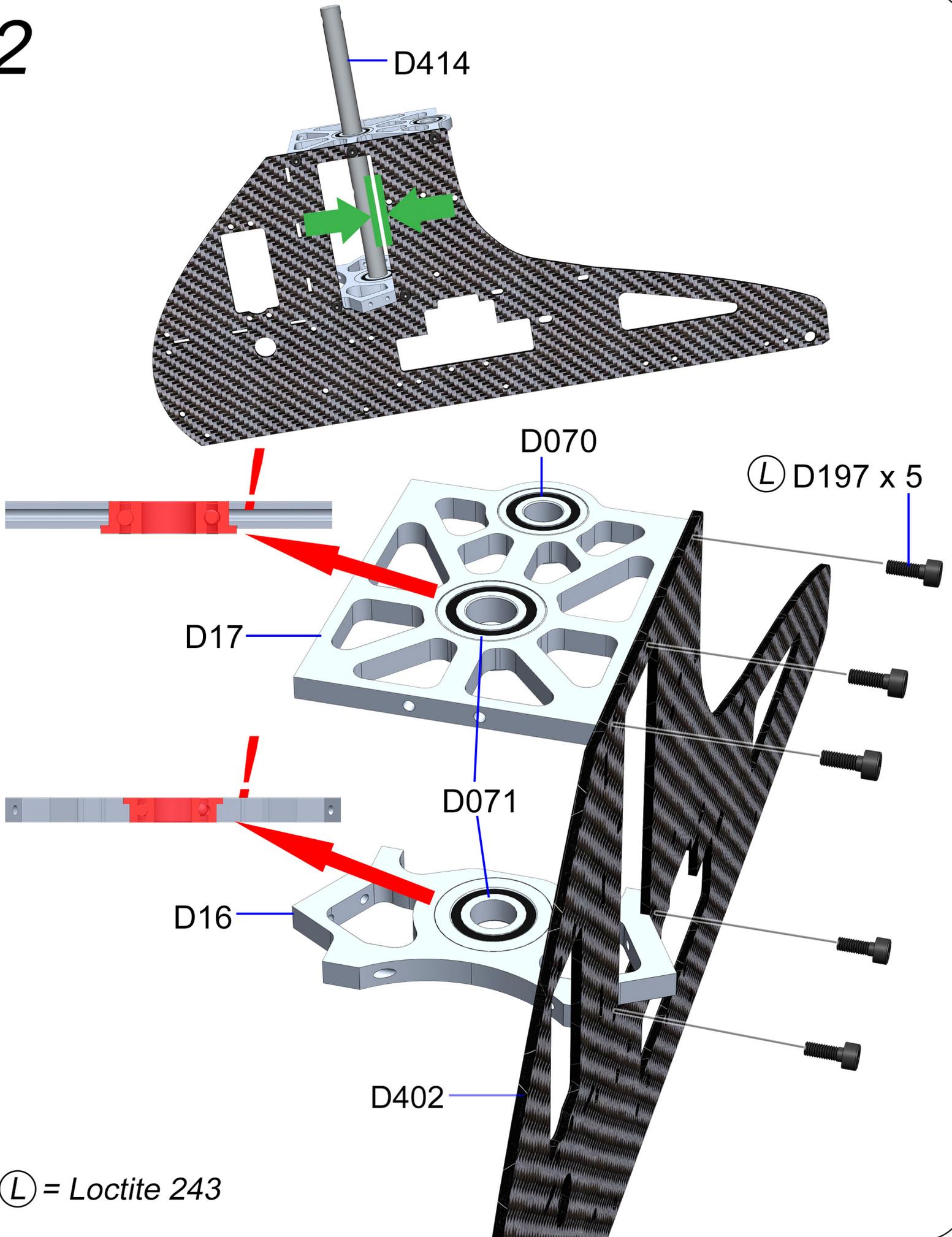
1



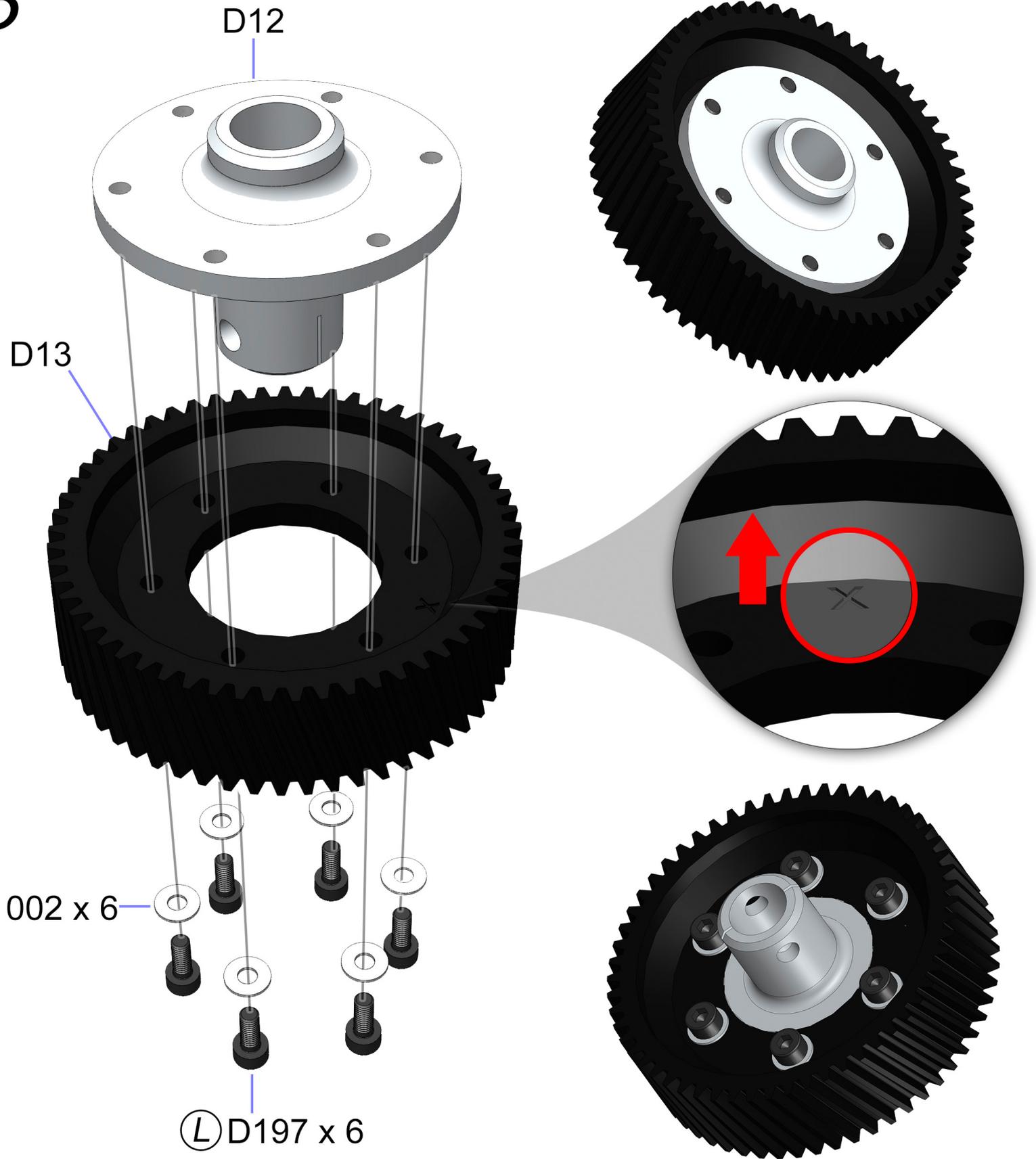
*minicopter*

*Diabolo*

2



3

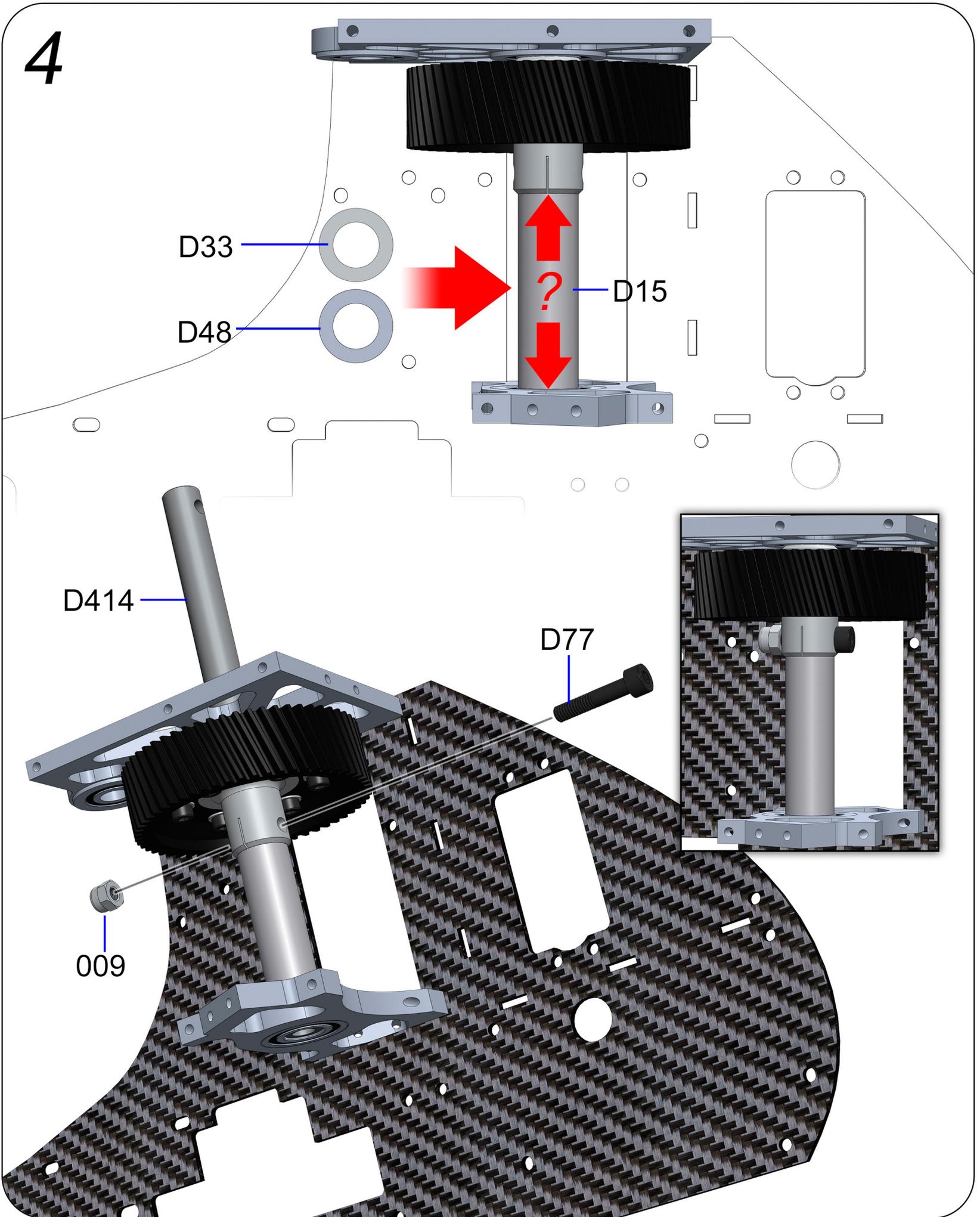


(L) = Loctite 243

*minicopter*

*Diabolo*

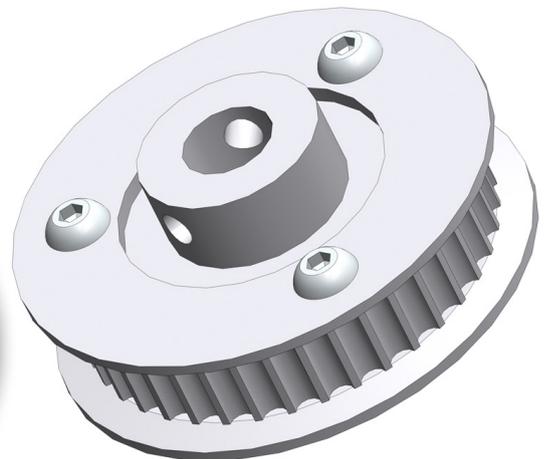
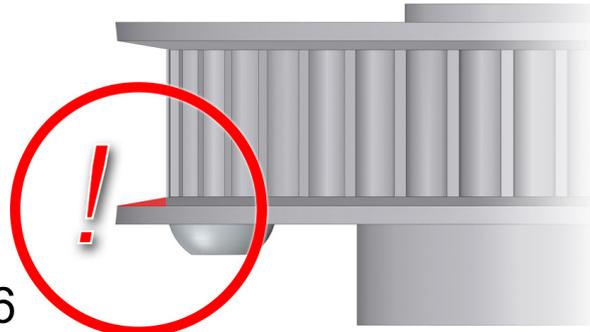
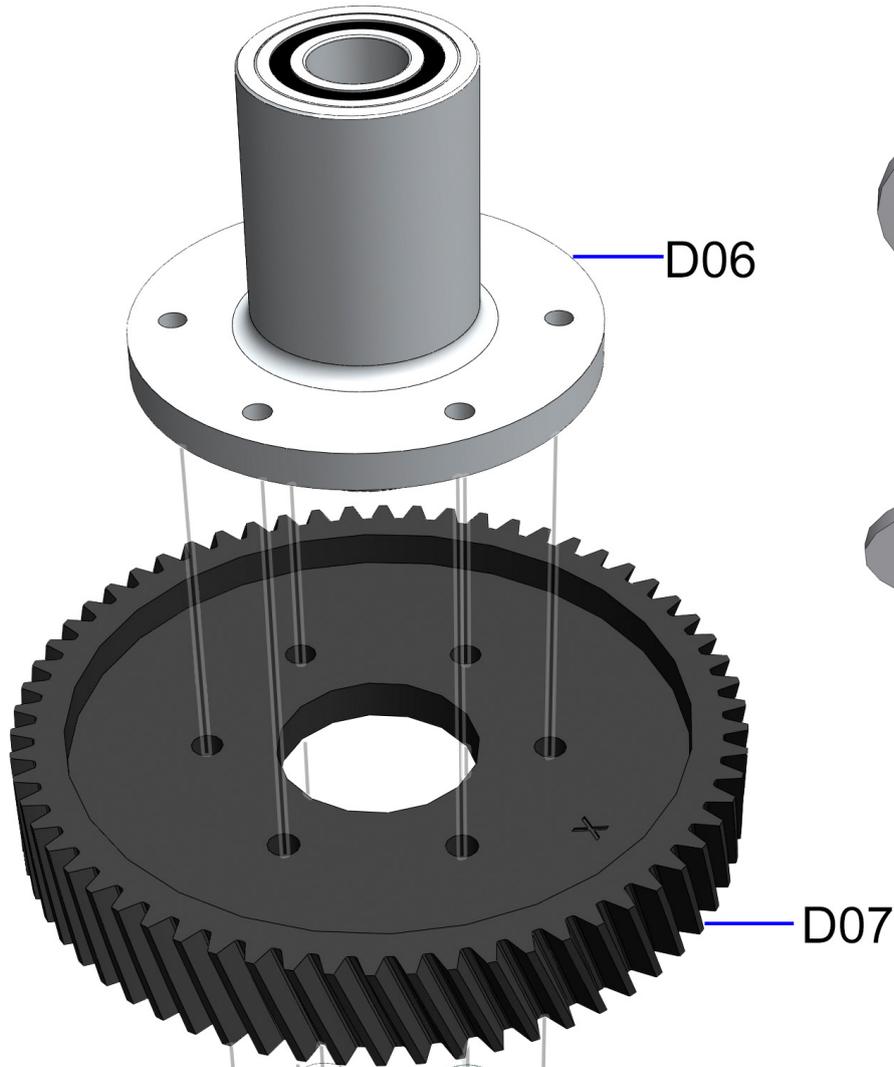
4



*minicopter*

*Diabolo*

5

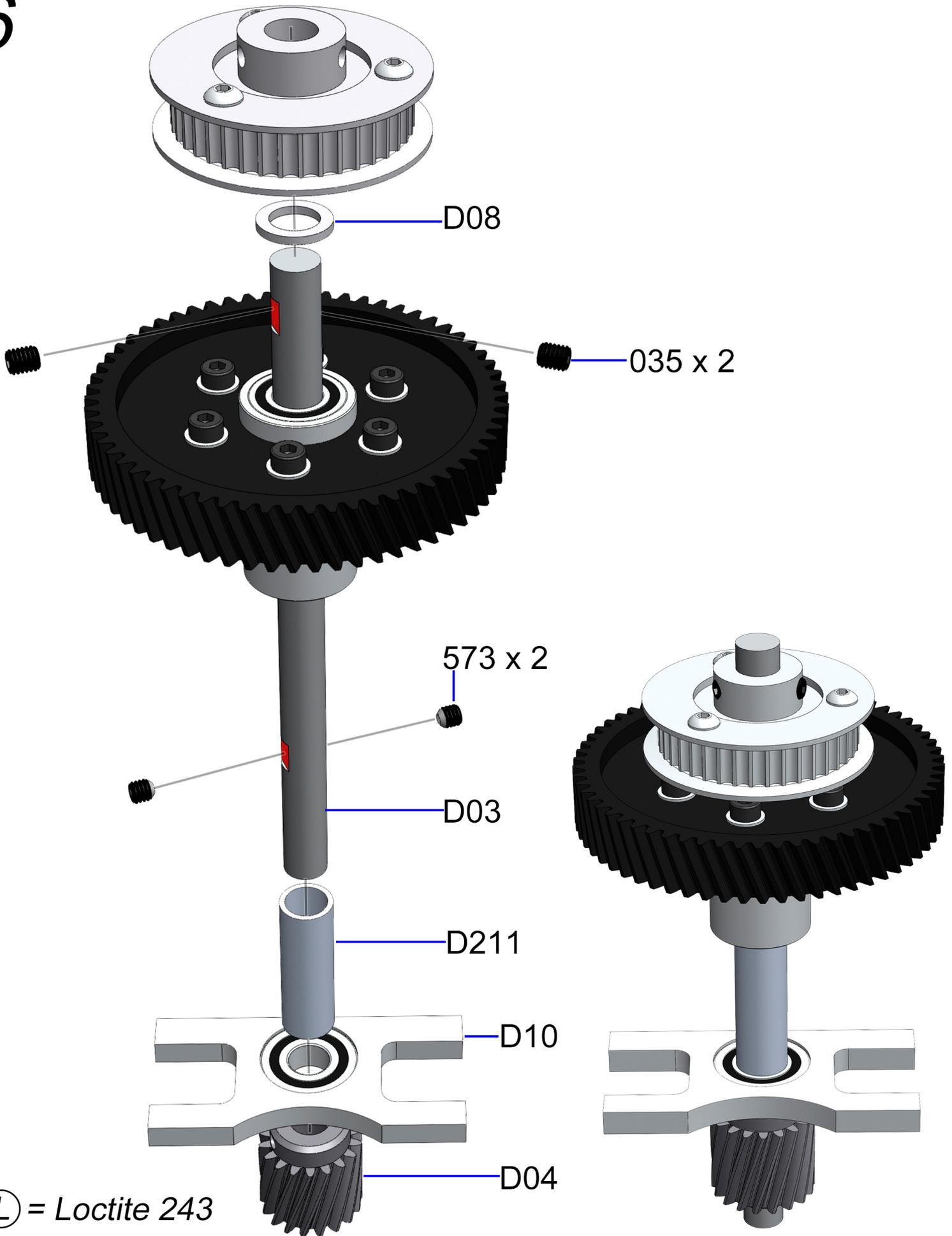


(L) = Loctite 243

*minicopter*

*Diabolo*

6

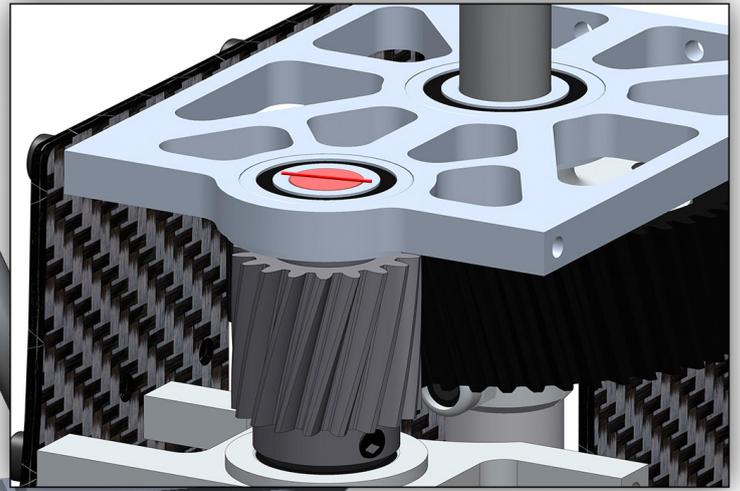
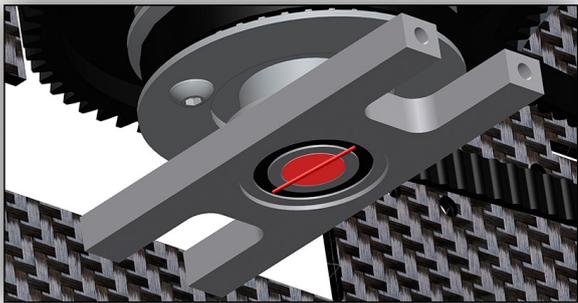
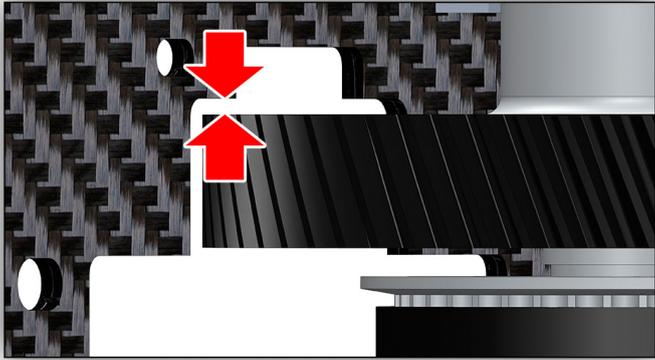


(L) = Loctite 243

*minicopter*

*Diabolo*

7



Ⓛ D197 x 4

713

047

011

D070

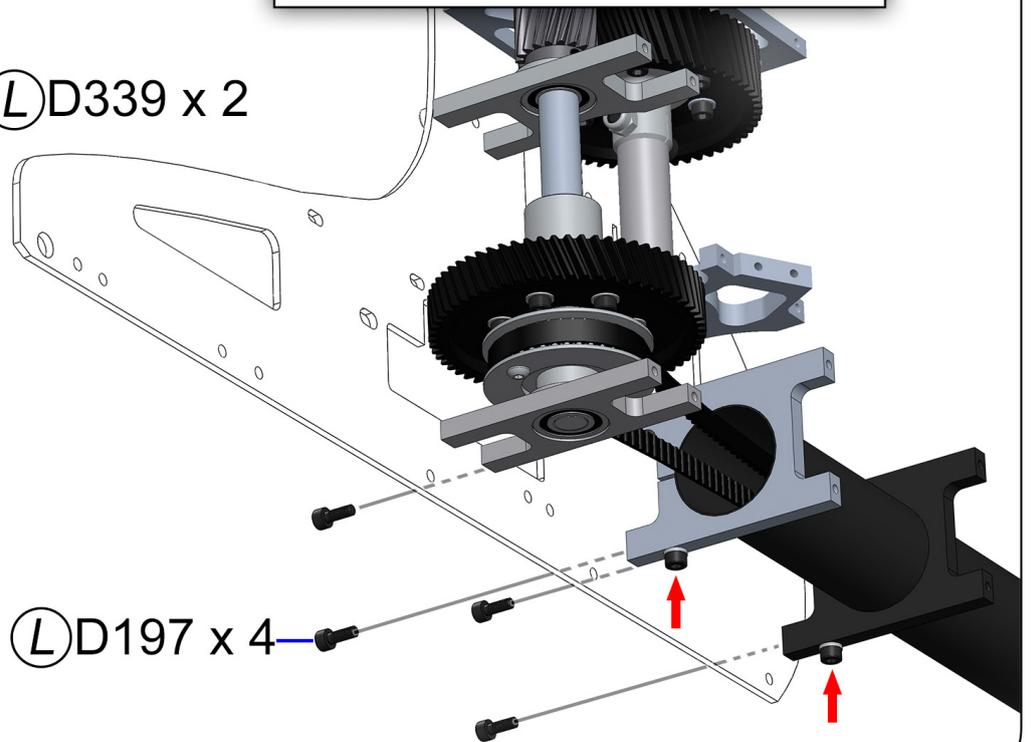
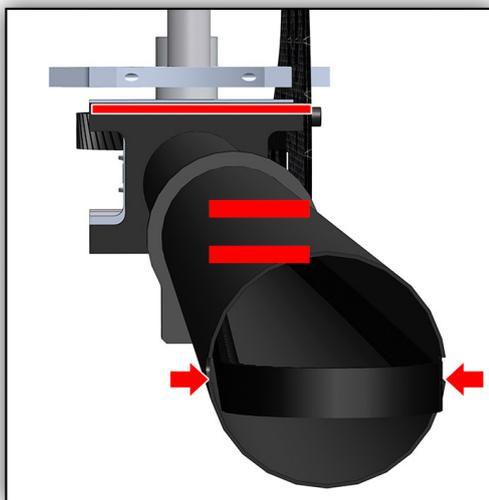
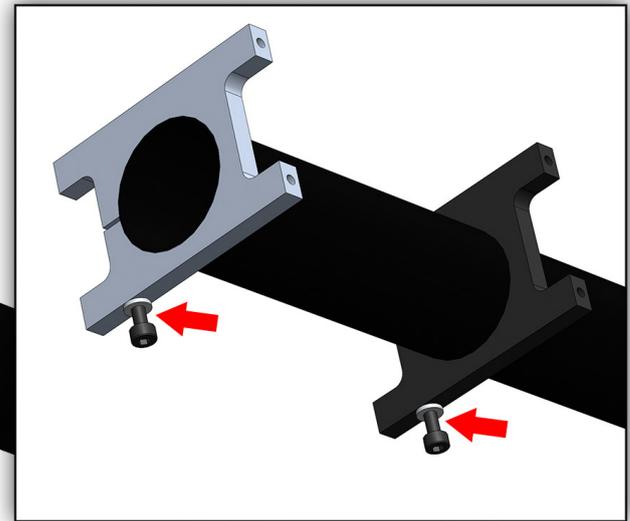
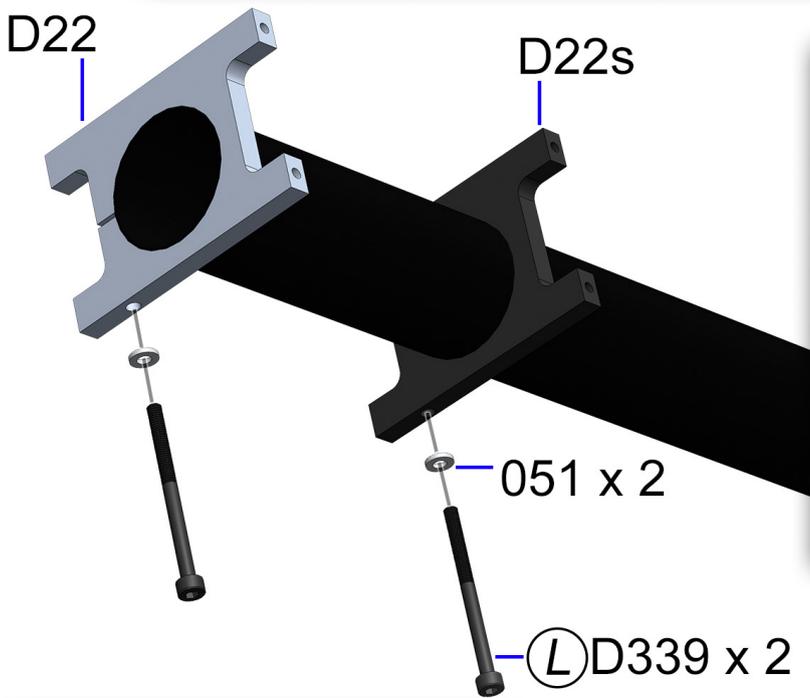
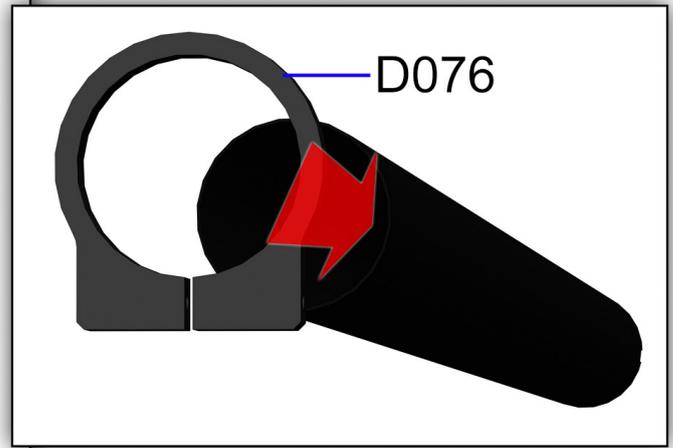
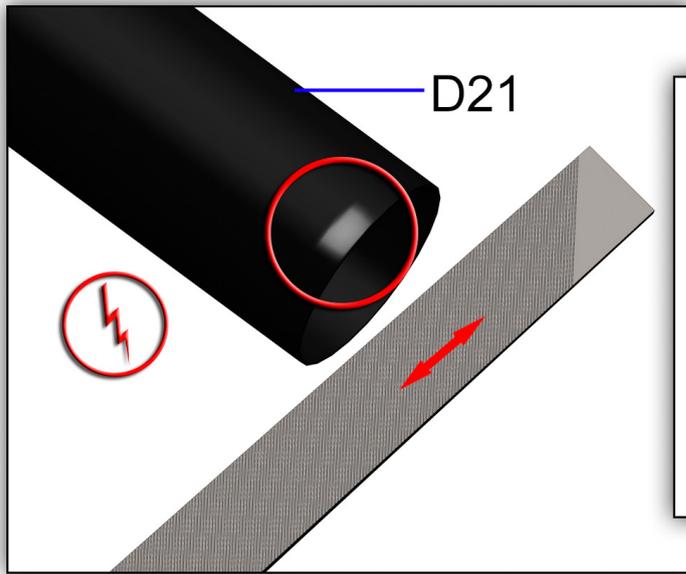
D11

Ⓛ = Loctite 243

*minicopter*

*Diabolo*

8



(L) = Loctite 243

*minicopter*

*Diabolo*

9

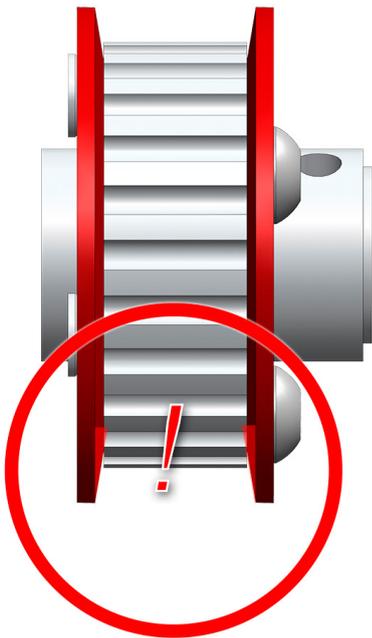
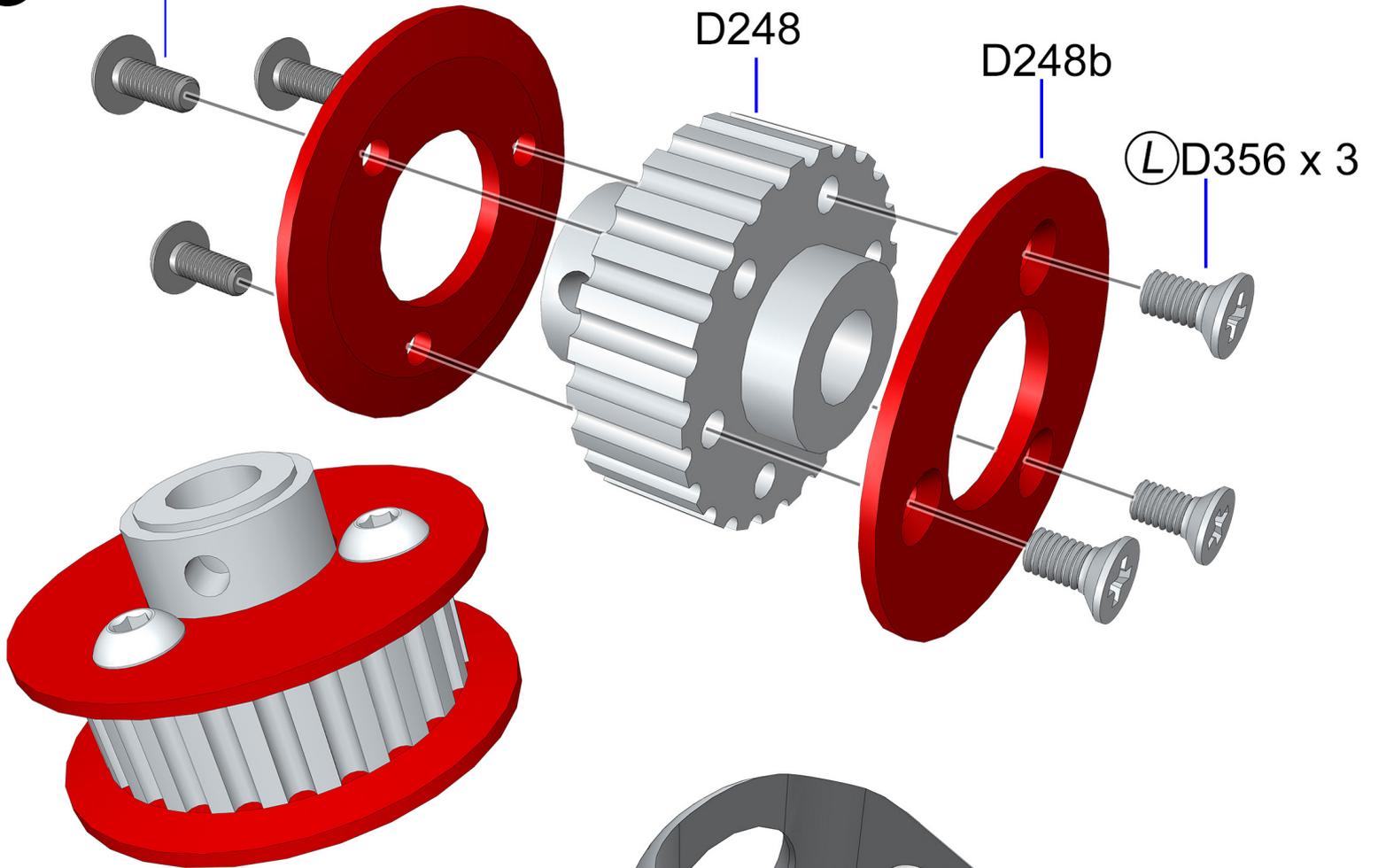
Ⓛ D138 x 3

D248a

D248

D248b

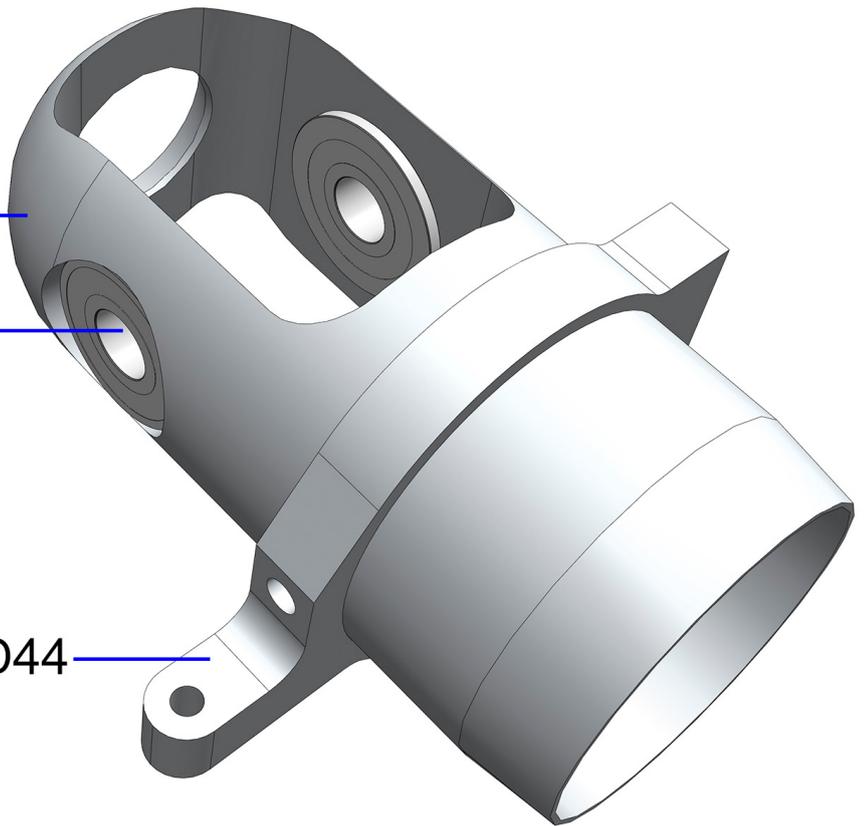
Ⓛ D356 x 3



D246

D247

D44



Ⓛ = Loctite 243

10

(L) D328 x 2

D43a x 2

D250

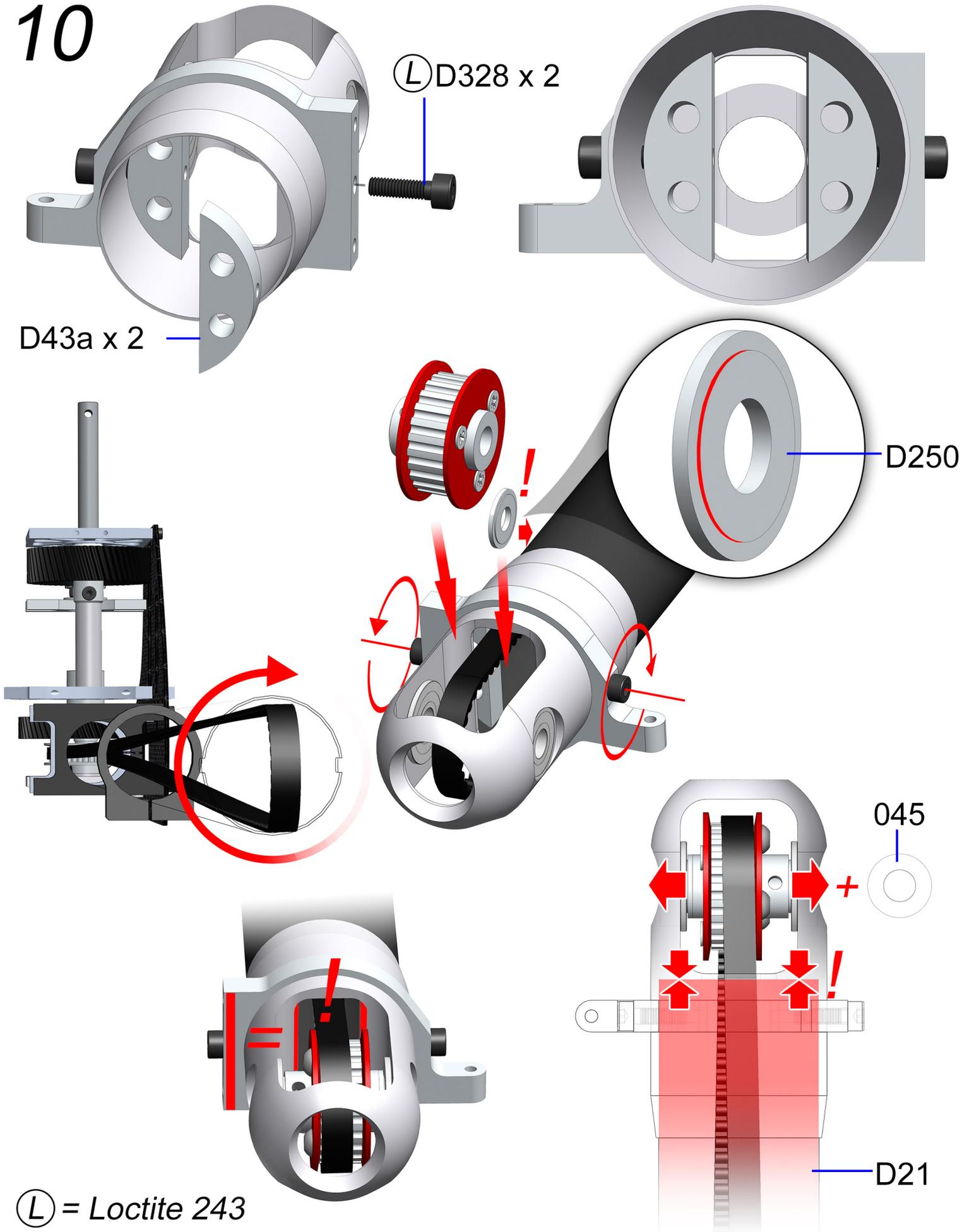
045

D21

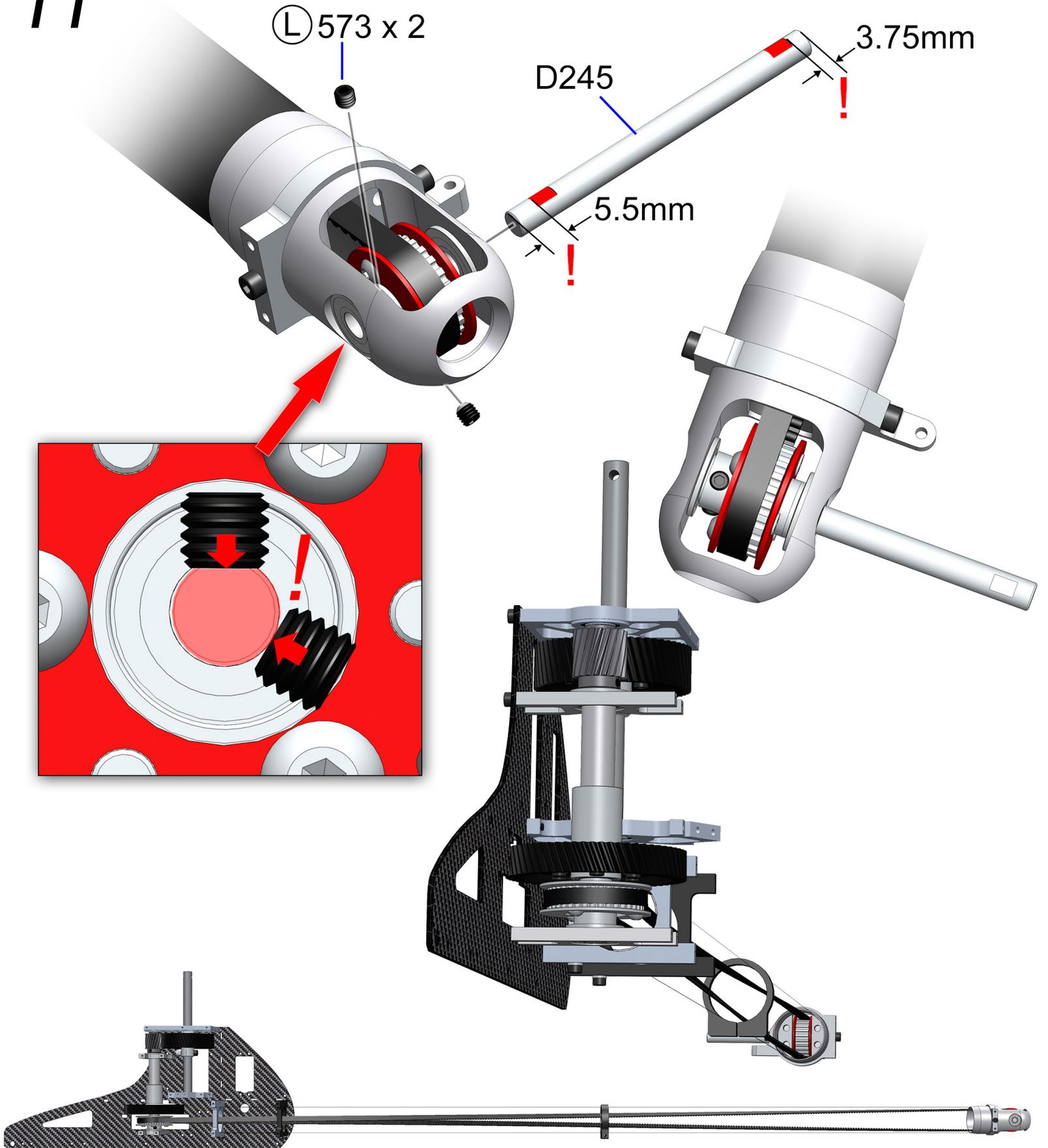
(L) = Loctite 243

*minicopter*

*Diabolo*



11

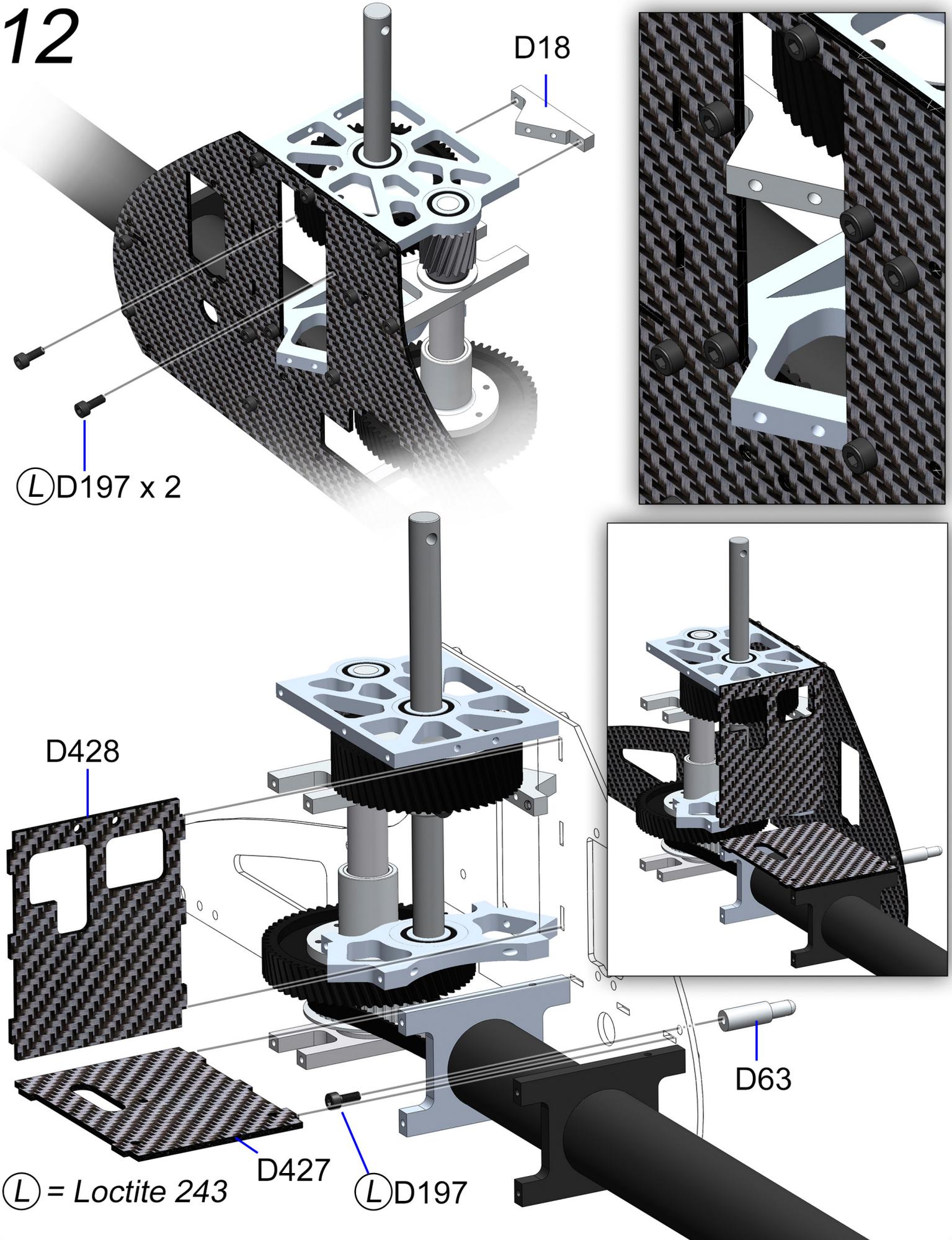


(L) = Loctite 243

*minicopter*

*Diabolo*

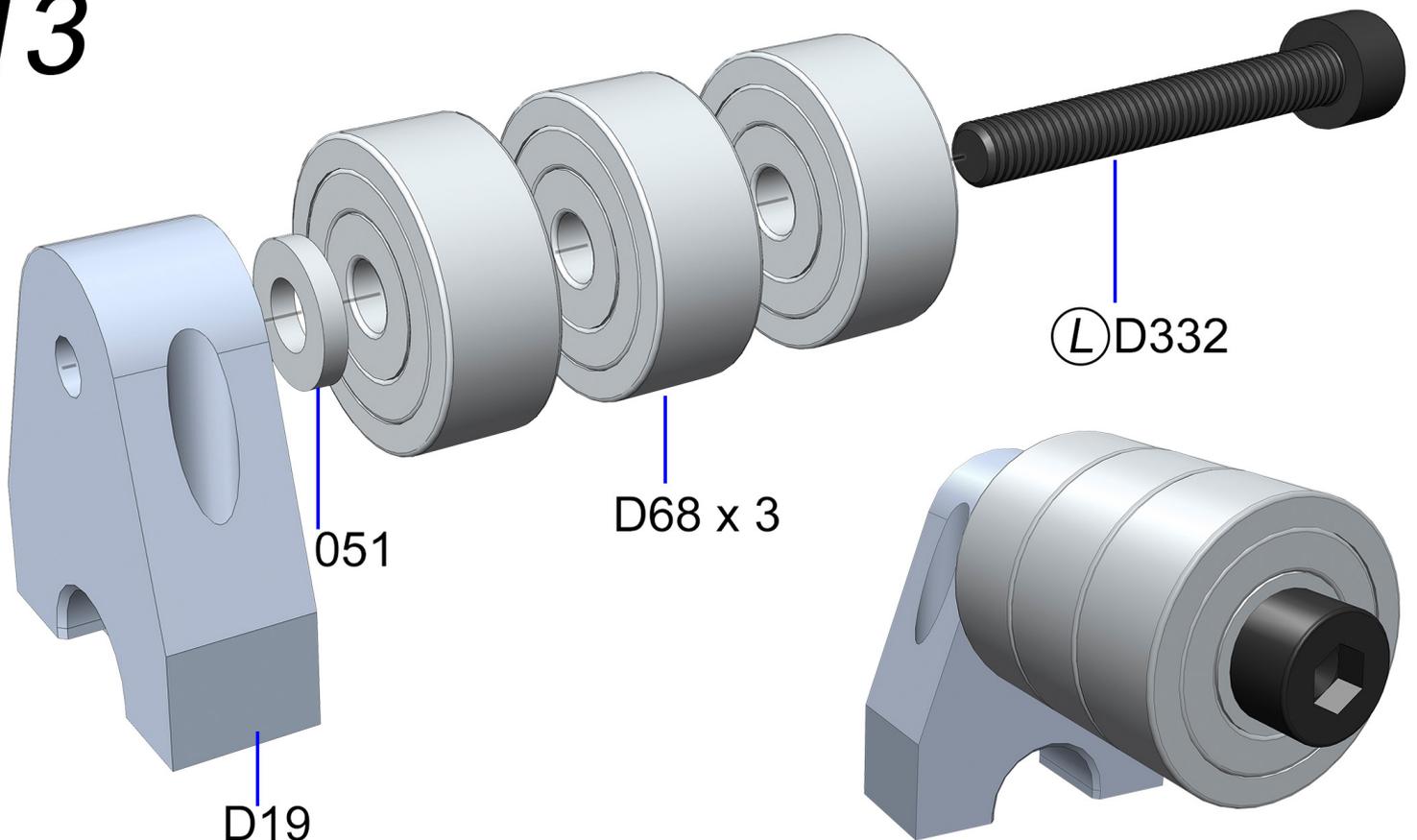
12



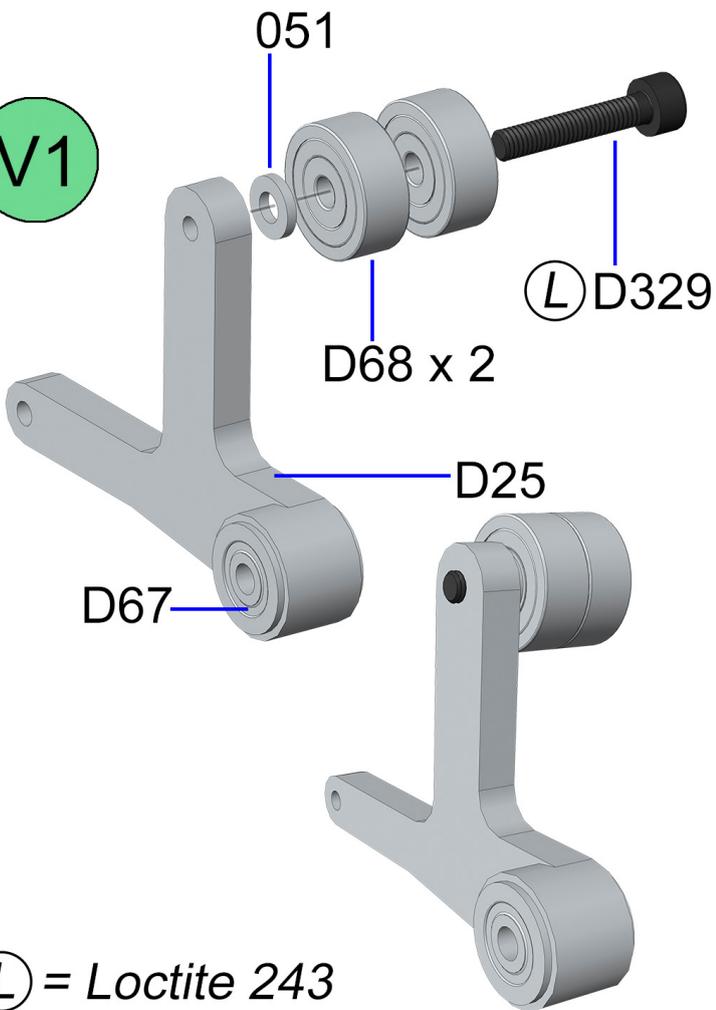
*minicopter*

*Diabolo*

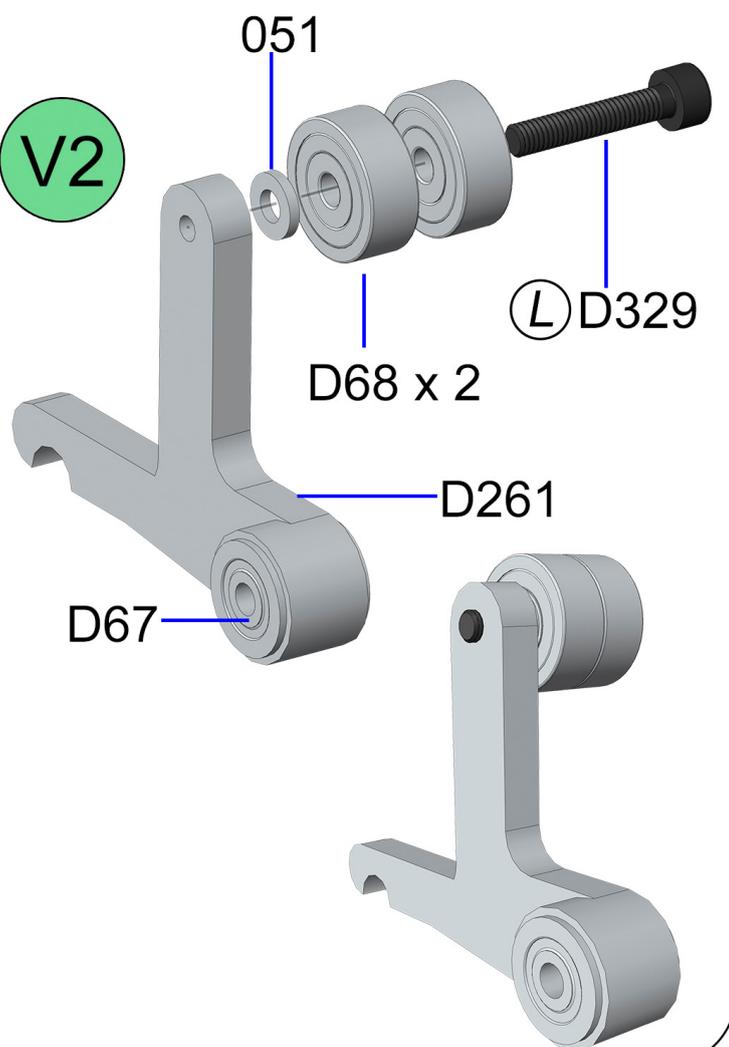
13



V1



V2

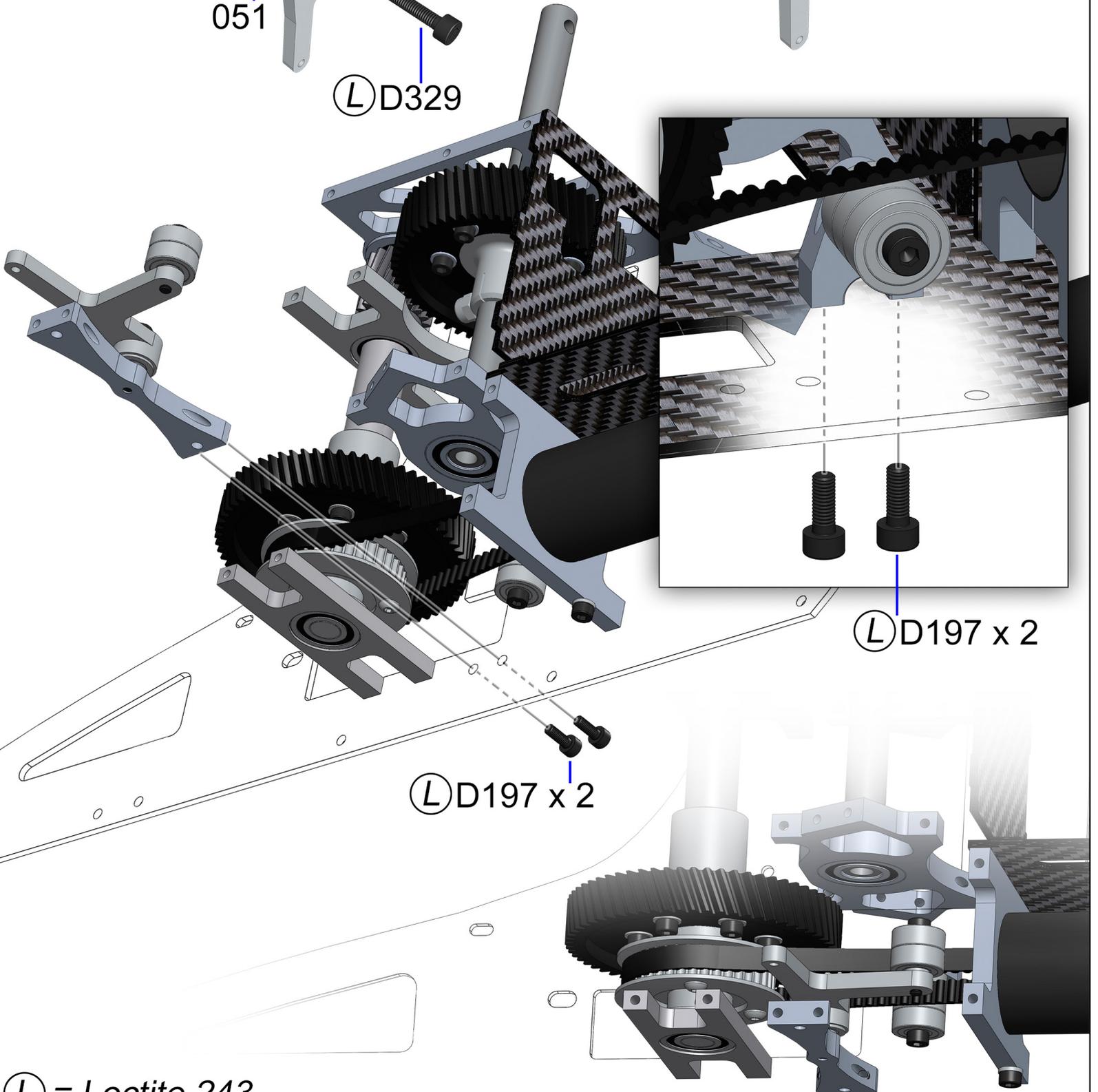
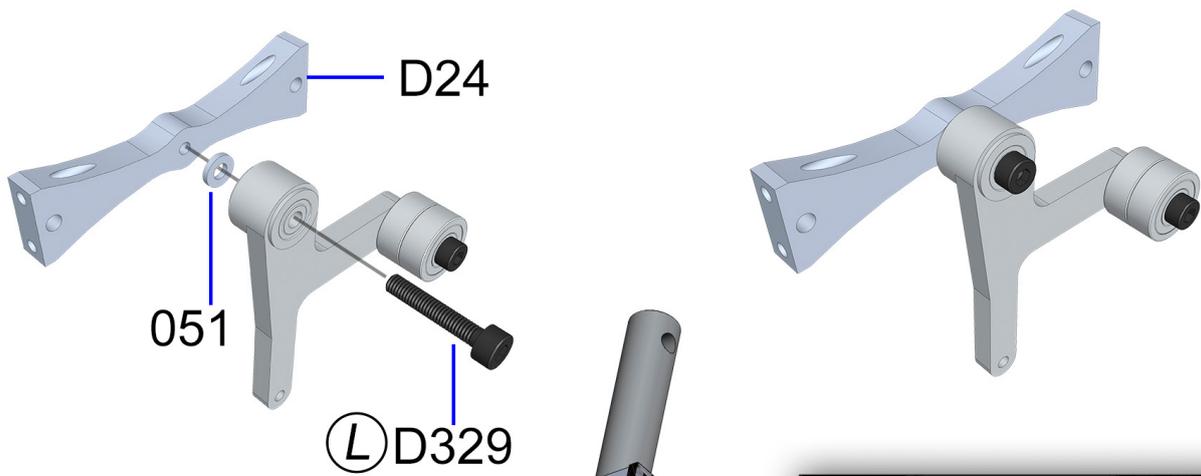


(L) = Loctite 243

*minicopter*

*Diabolo*

14

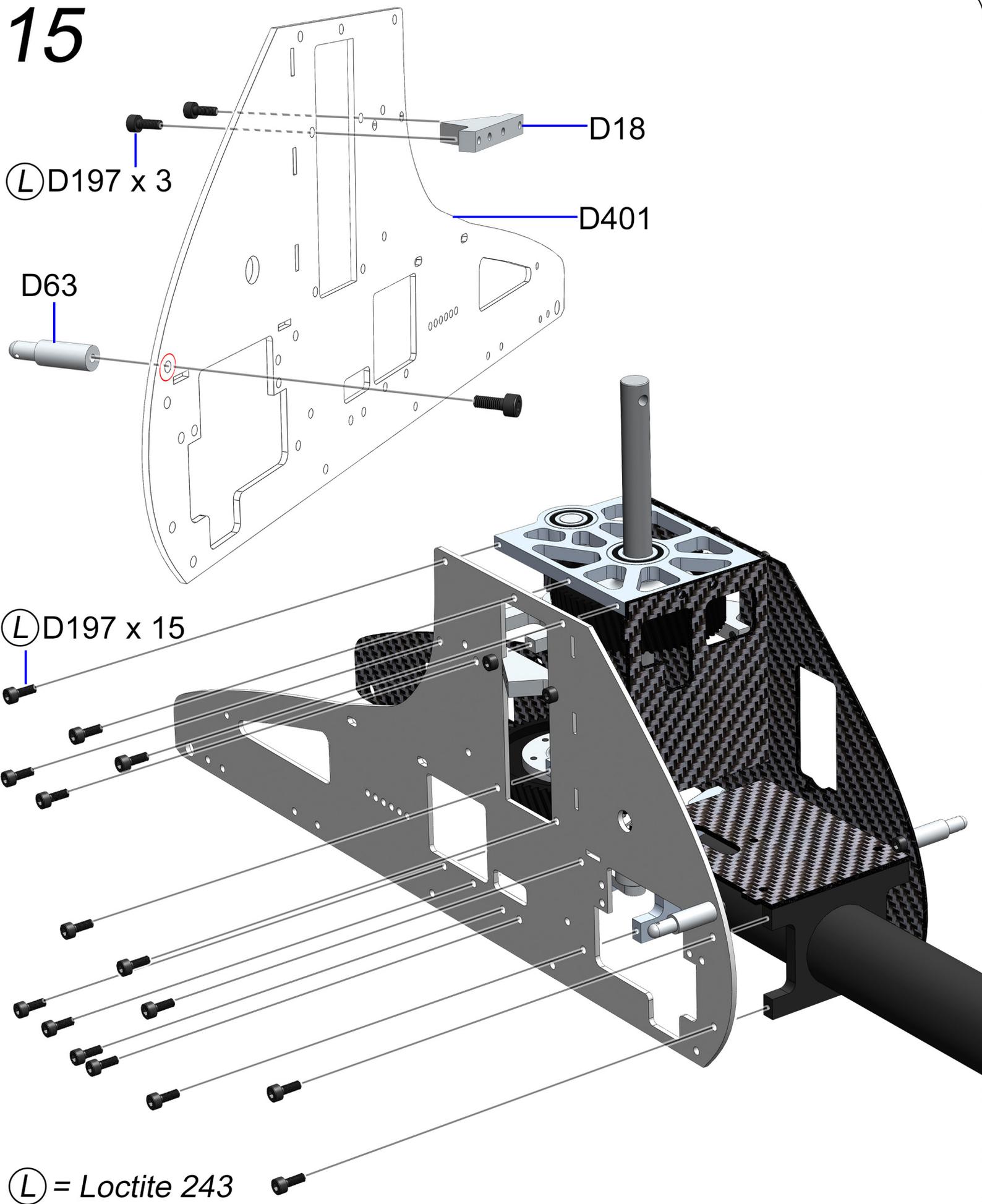


(L) = Loctite 243

*minicopter*

*Diabolo*

# 15



16

V1



008

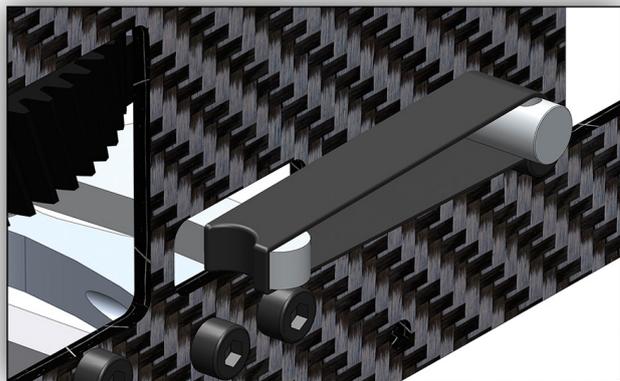
D35

D34

D331

(L) D328

V2



D261

D262

593

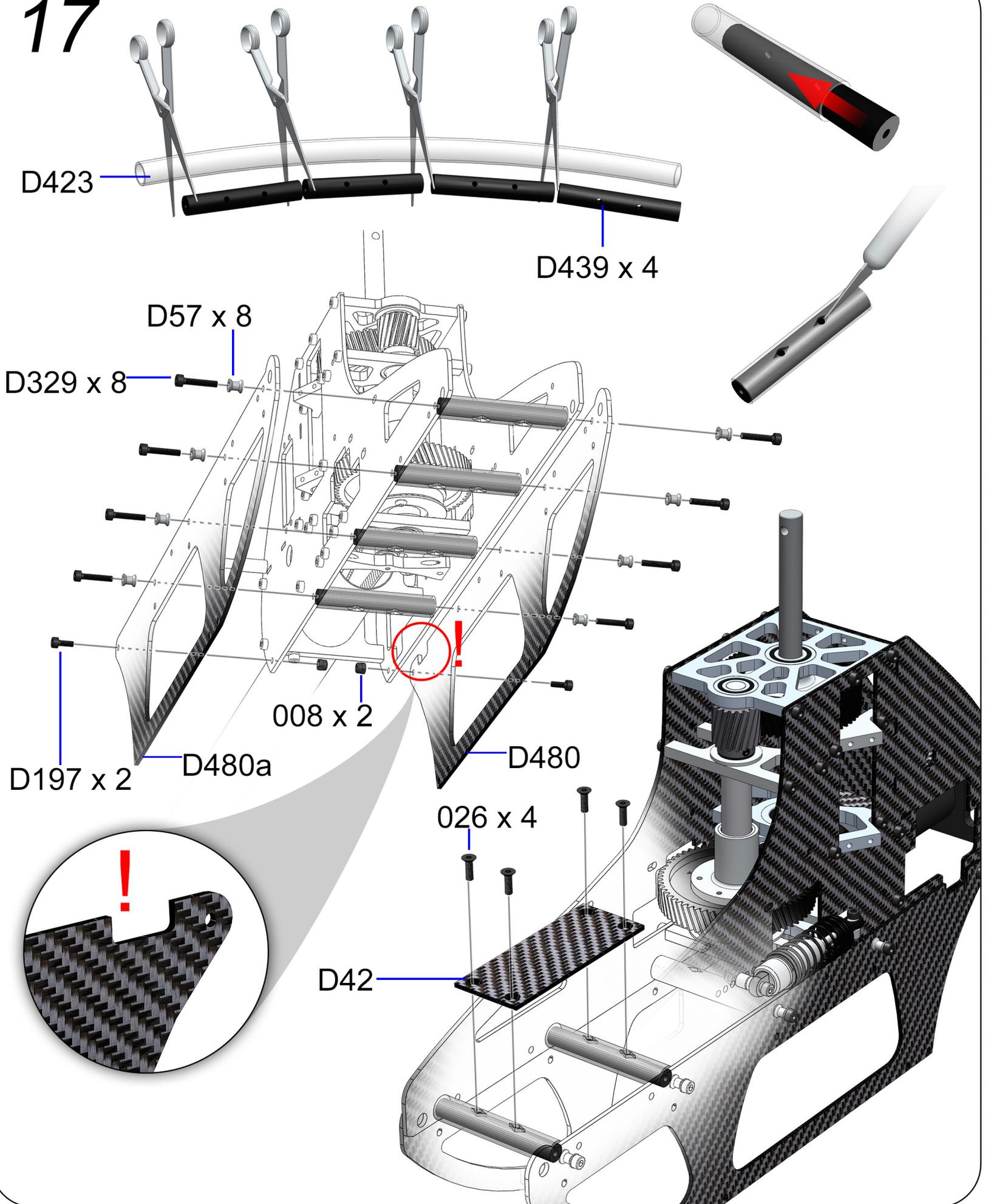
(L) D197

(L) = Loctite 243

*minicopter*

*Diabolo*

17



*minicopter*

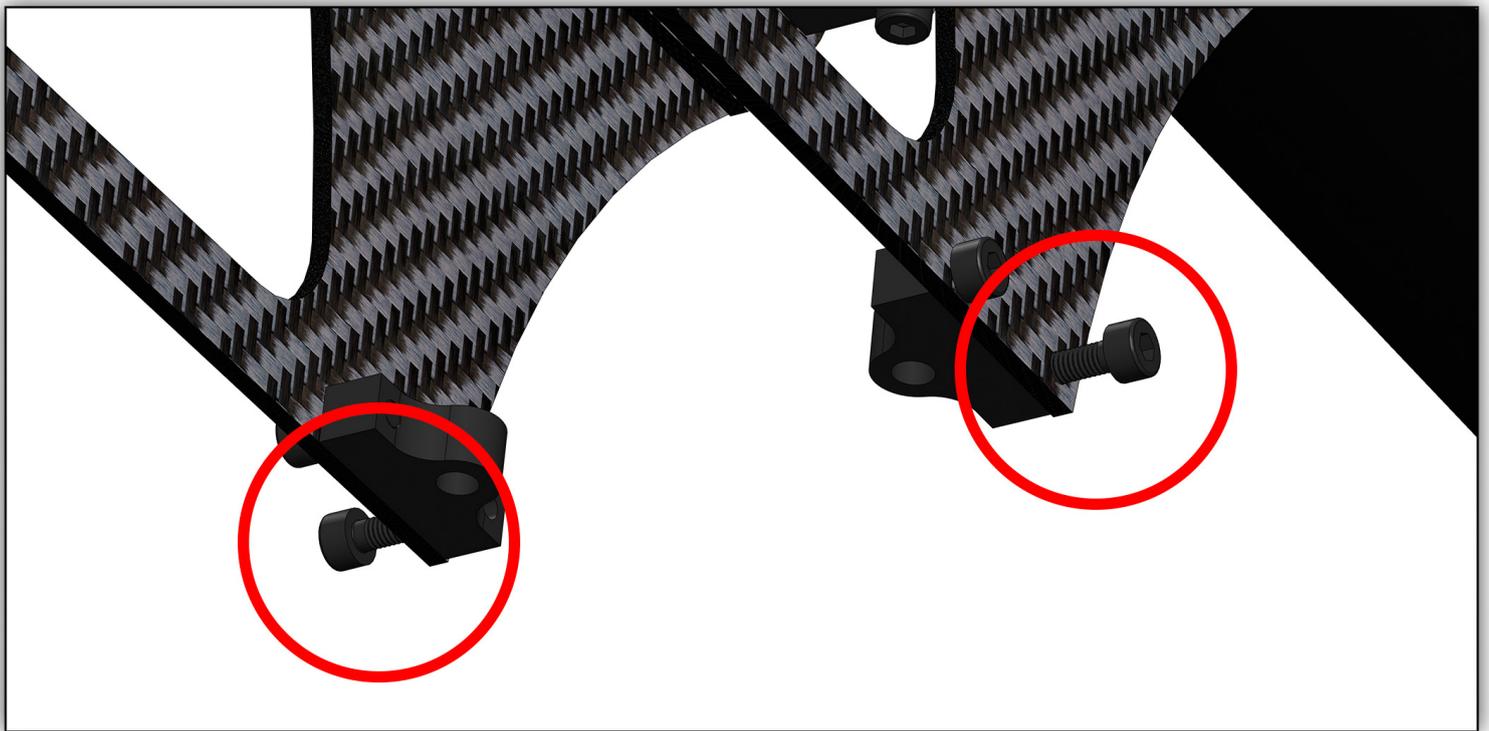
*Diabolo*

18

Ⓛ D197 x 6

Ⓛ D198 x 4

D441 x 4

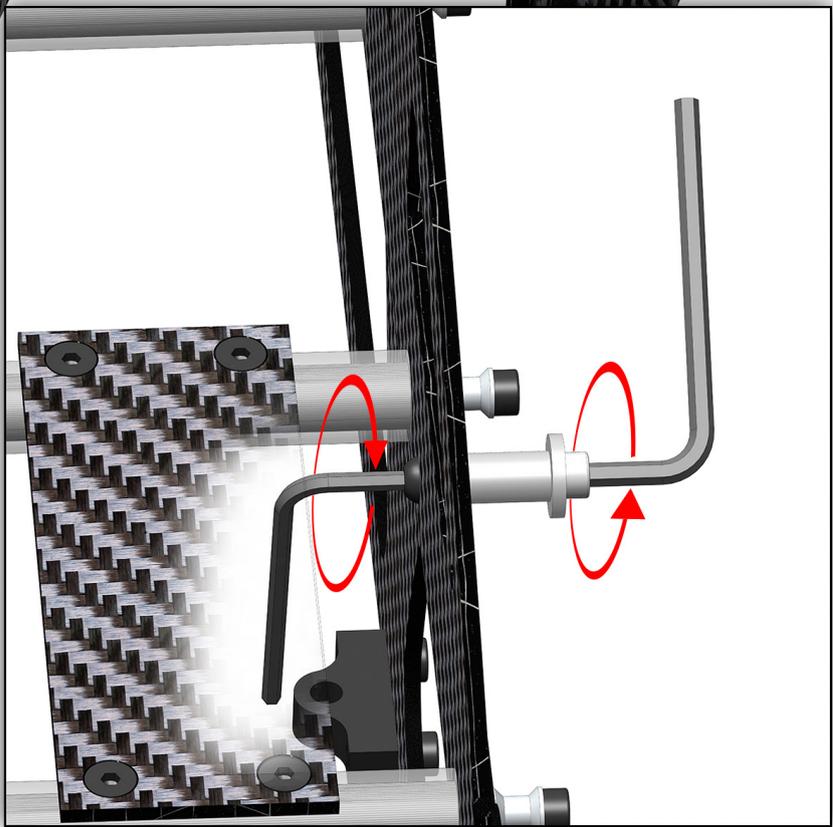
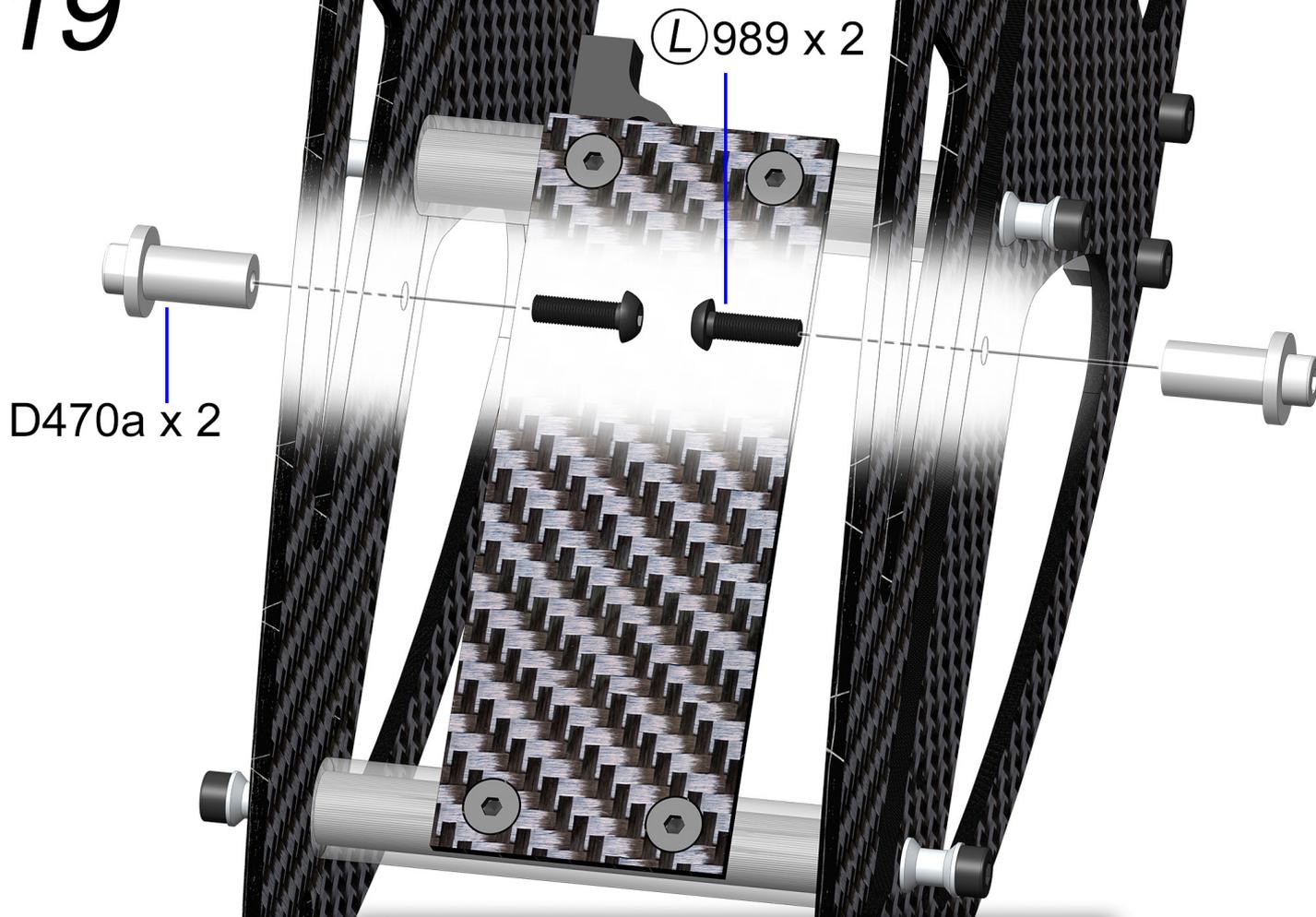


Ⓛ = Loctite 243

*minicopter*

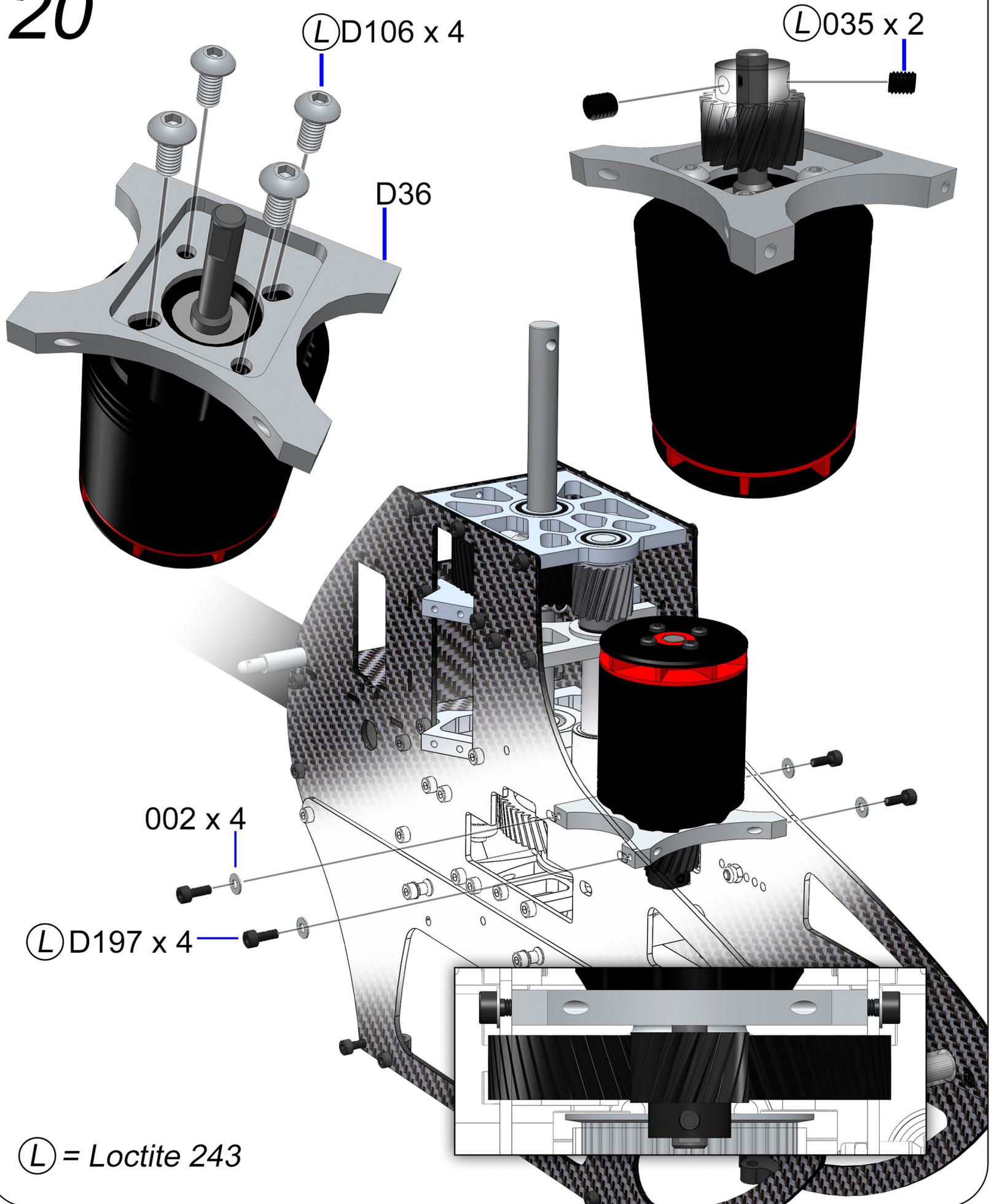
*Diabolo*

19



Ⓛ = Loctite 243

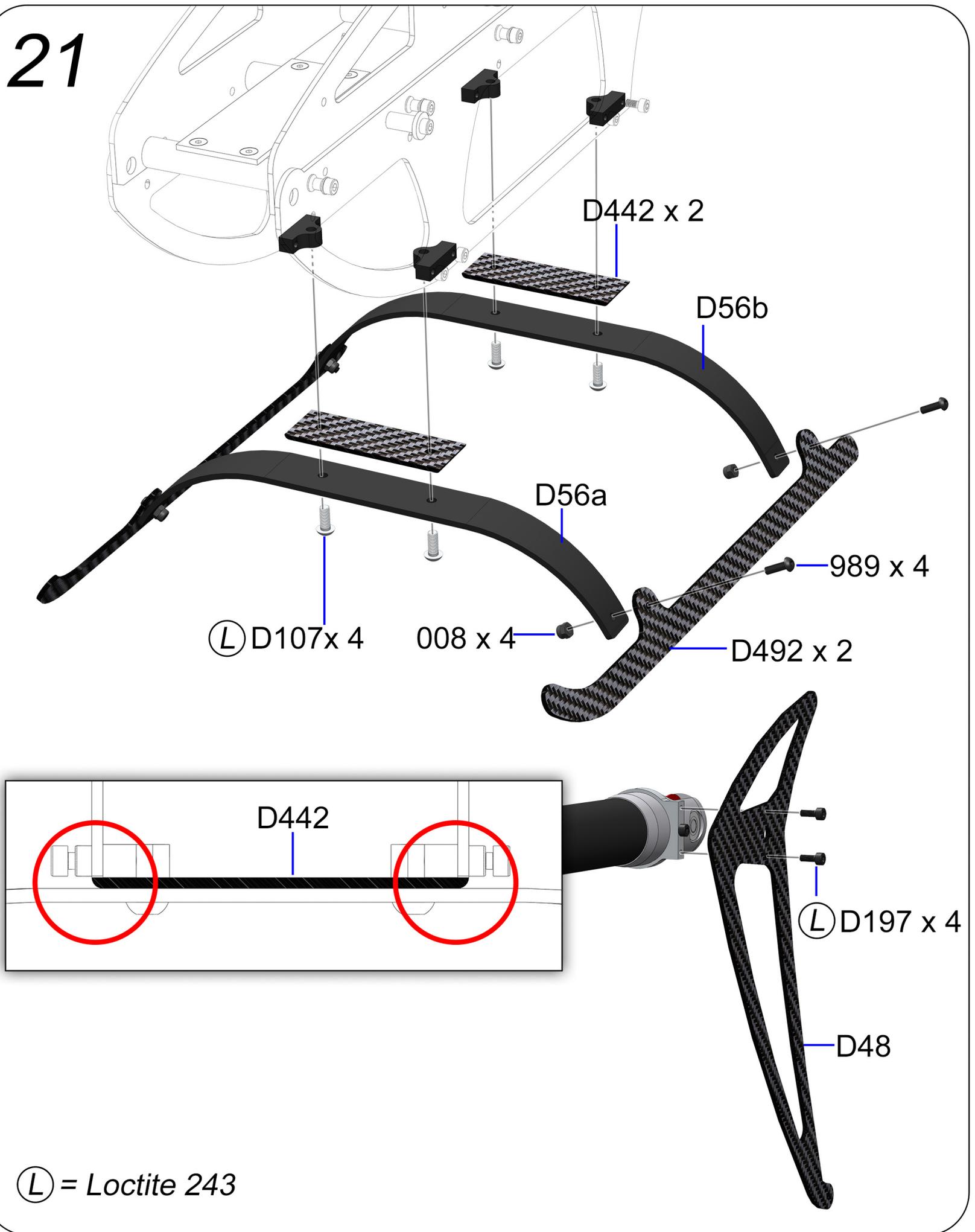
20



*minicopter*

*Diabolo*

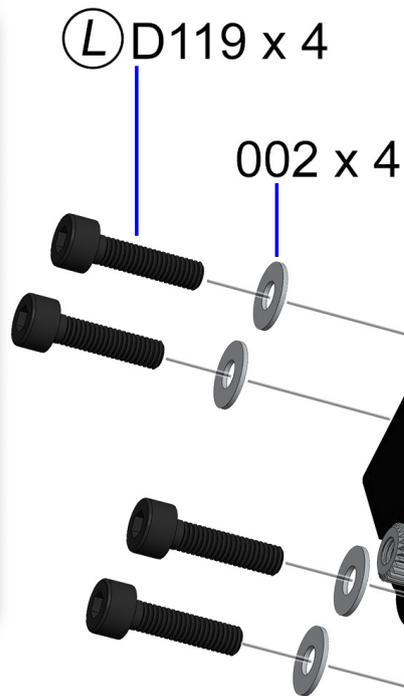
21



*minicopter*

*Diabolo*

22

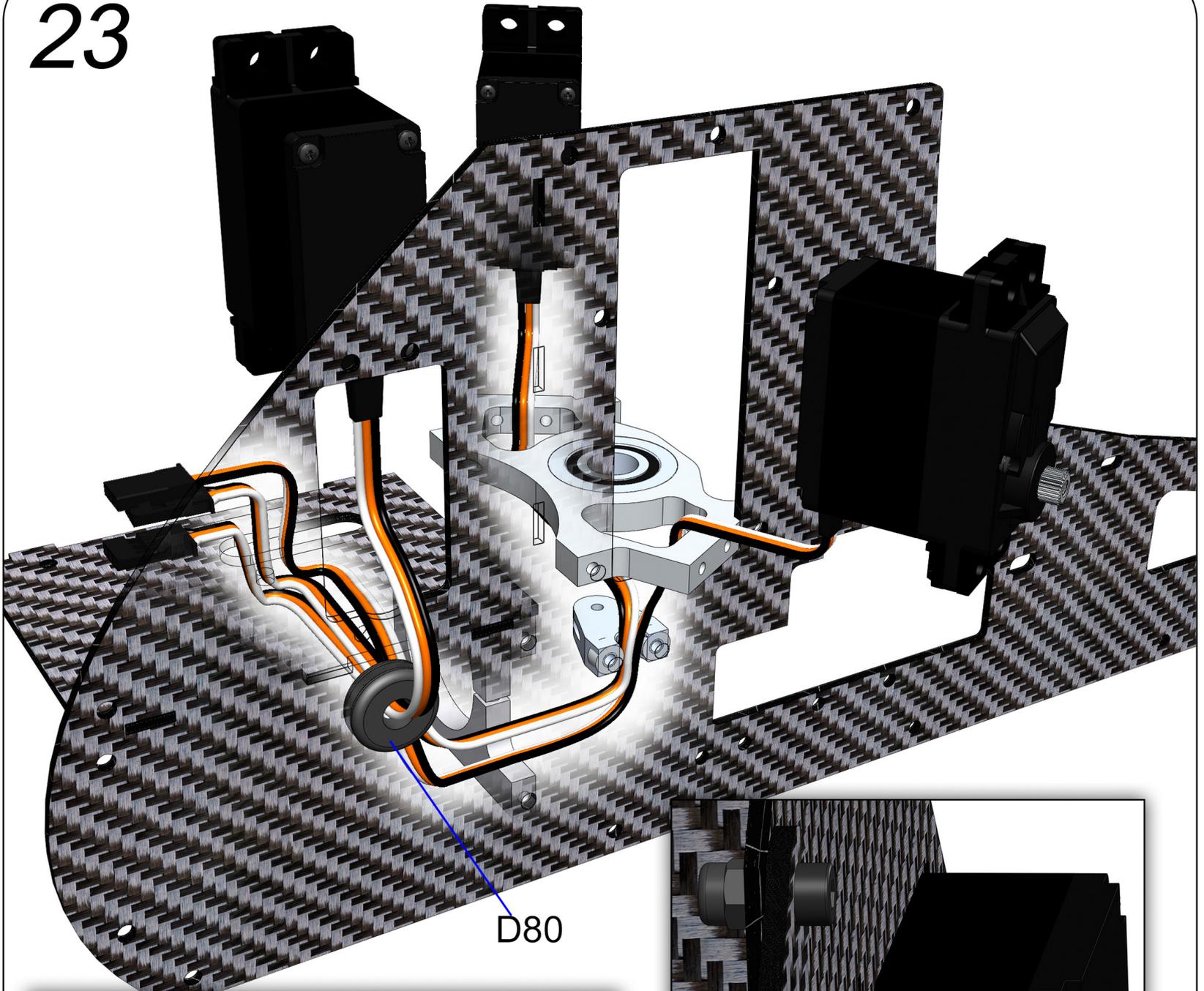


(L) = Loctite 243

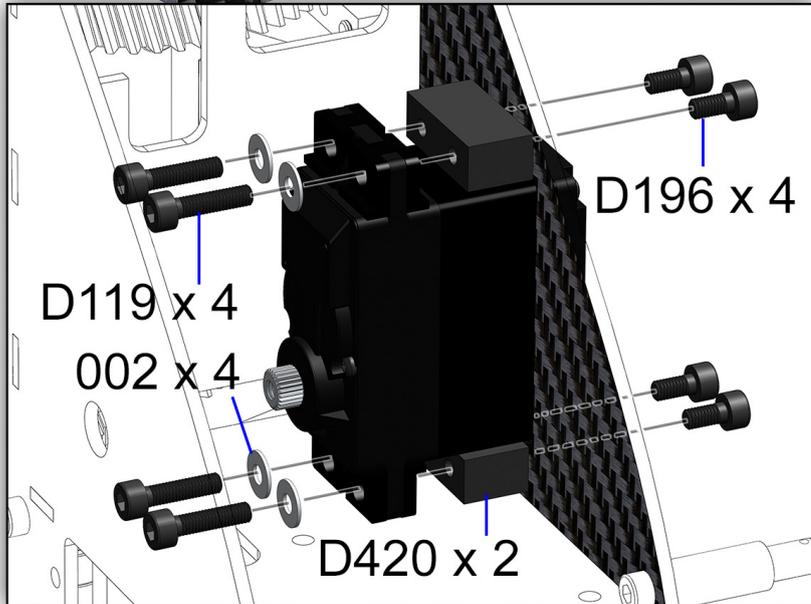
*minicopter*

*Diabolo*

23



D80



D196 x 4

D119 x 4

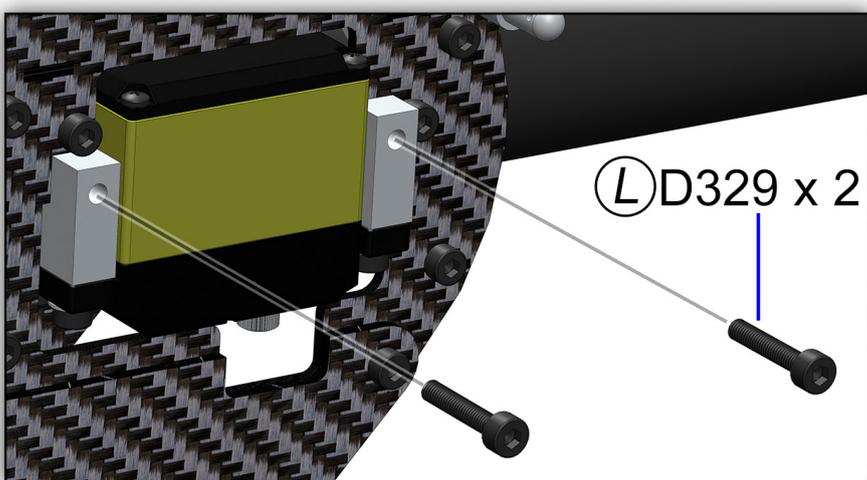
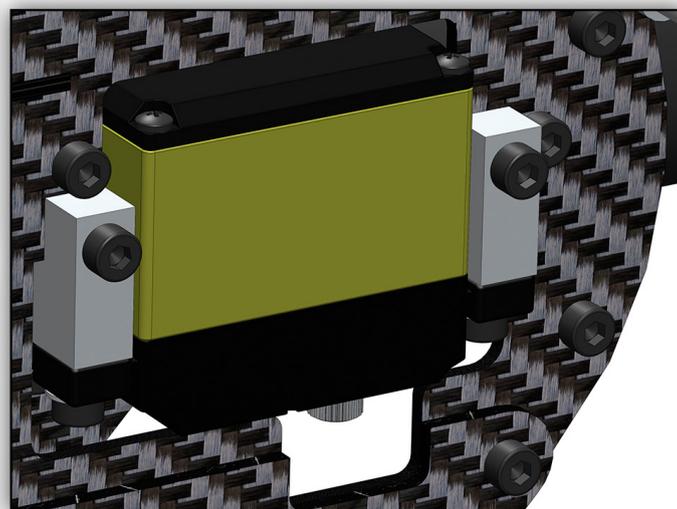
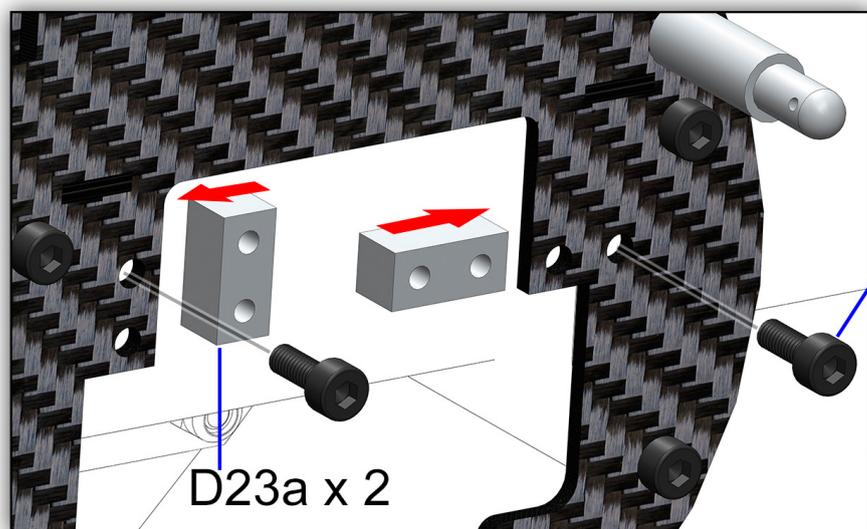
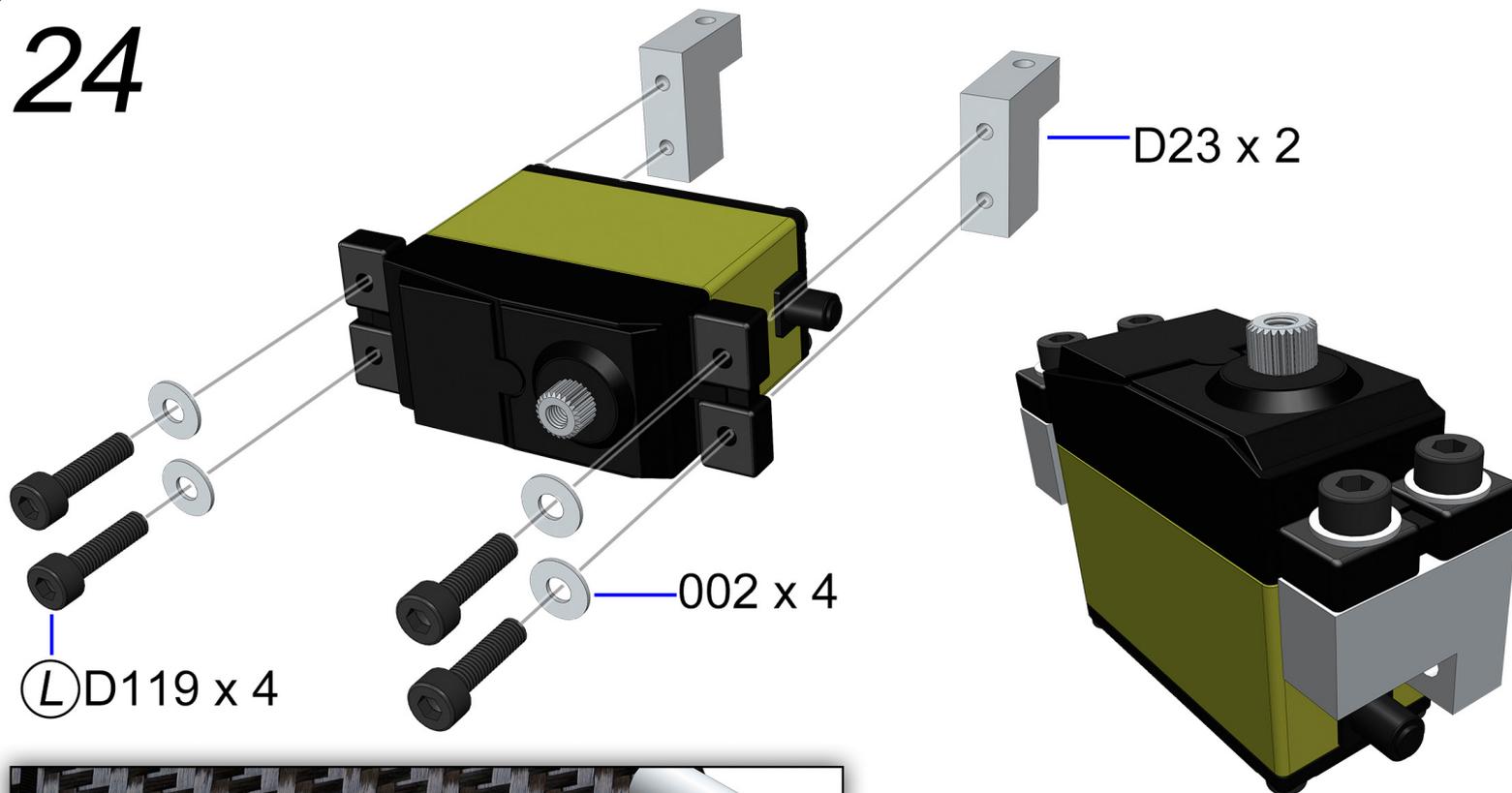
002 x 4

D420 x 2

*minicopter*

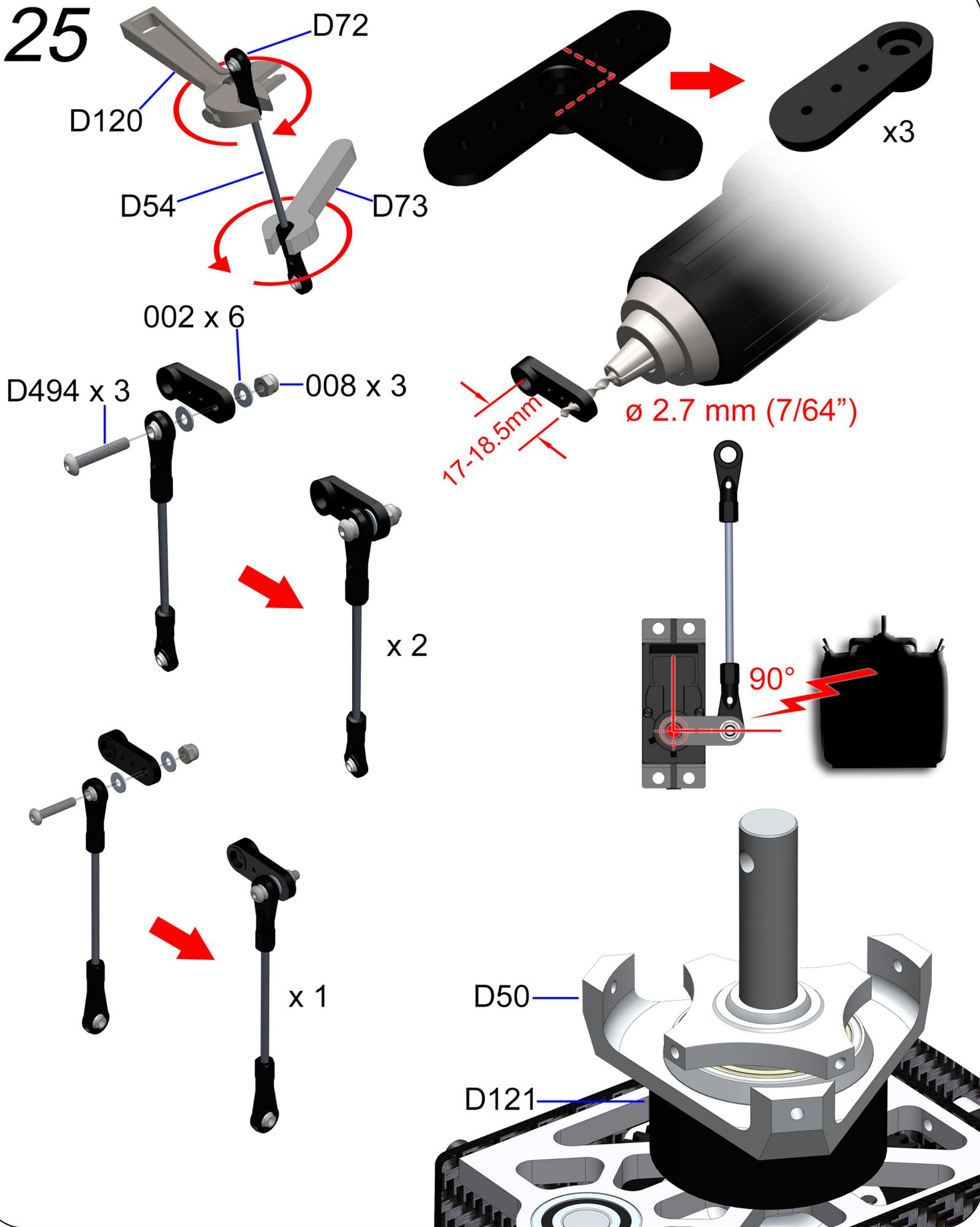
*Diabolo*

24



Ⓛ = Loctite 243

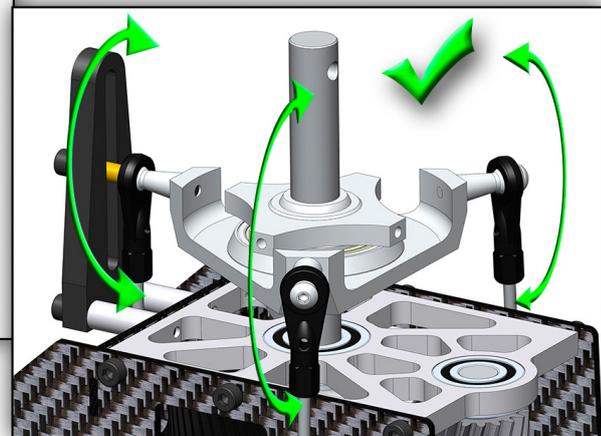
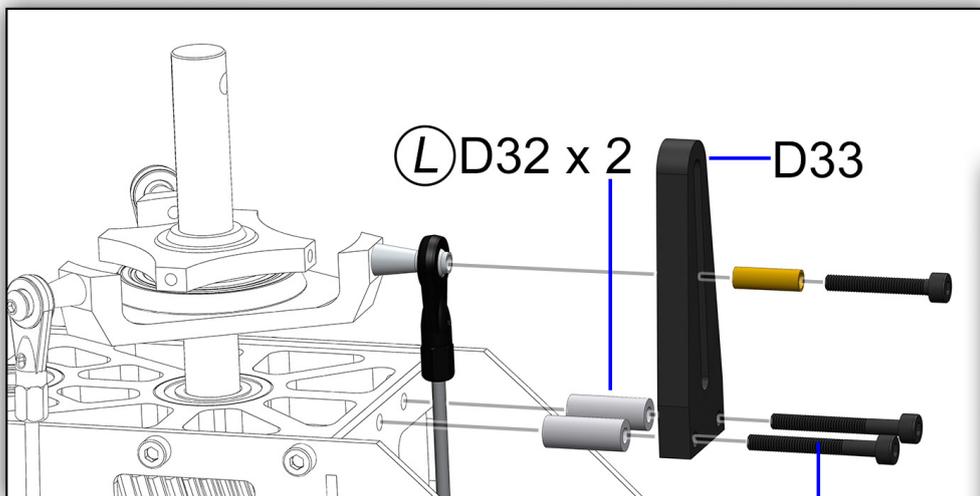
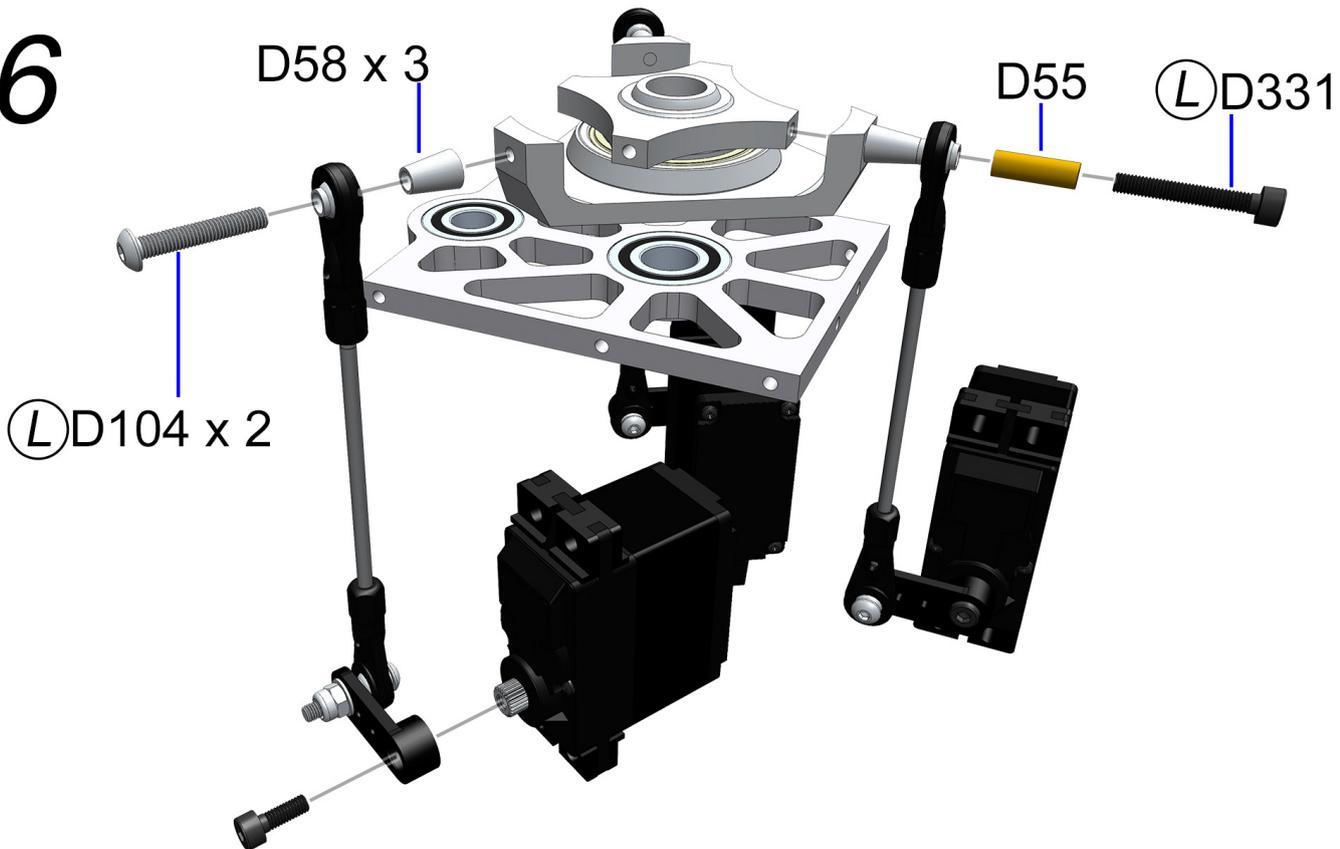
25



*minicopter*

*Diabolo*

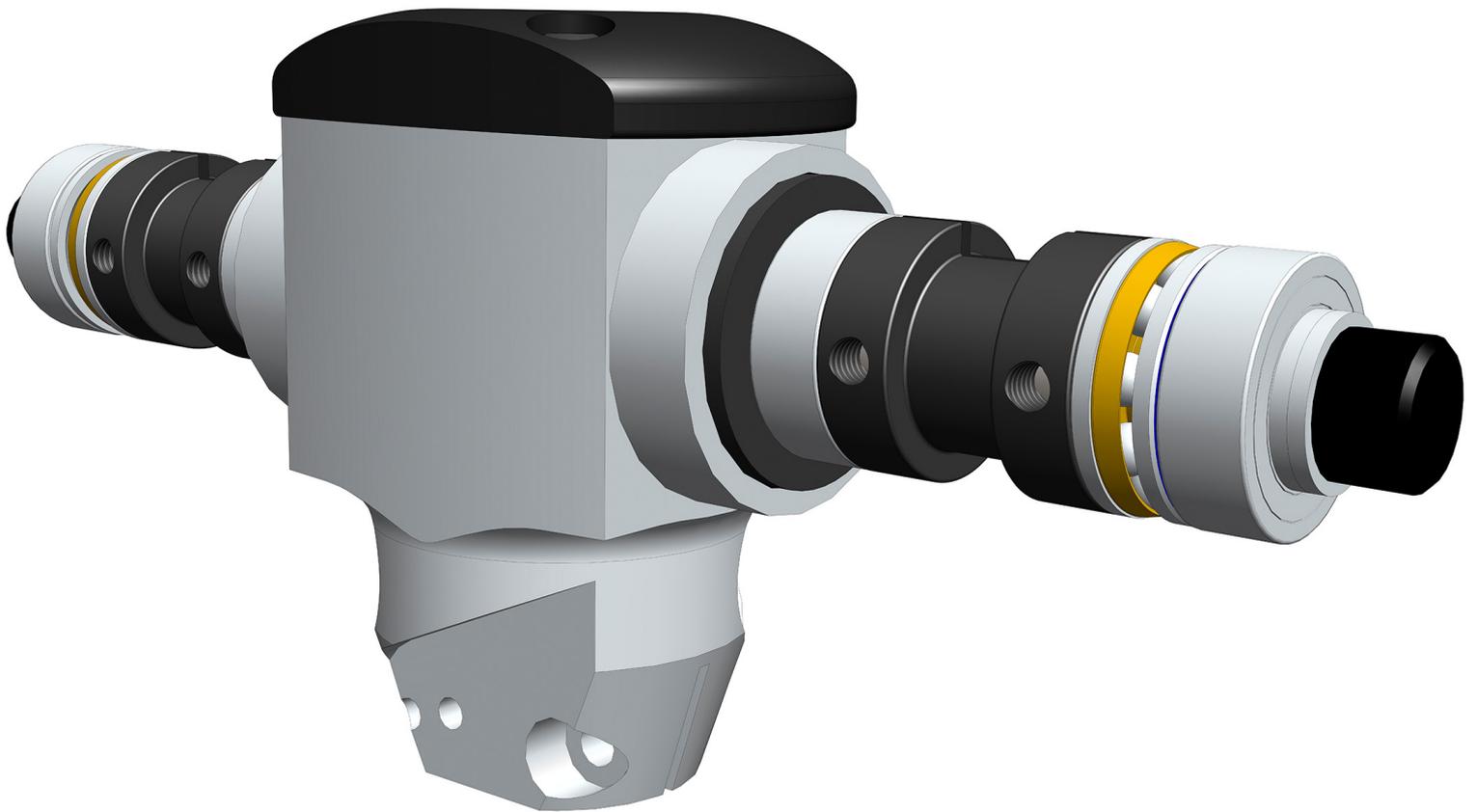
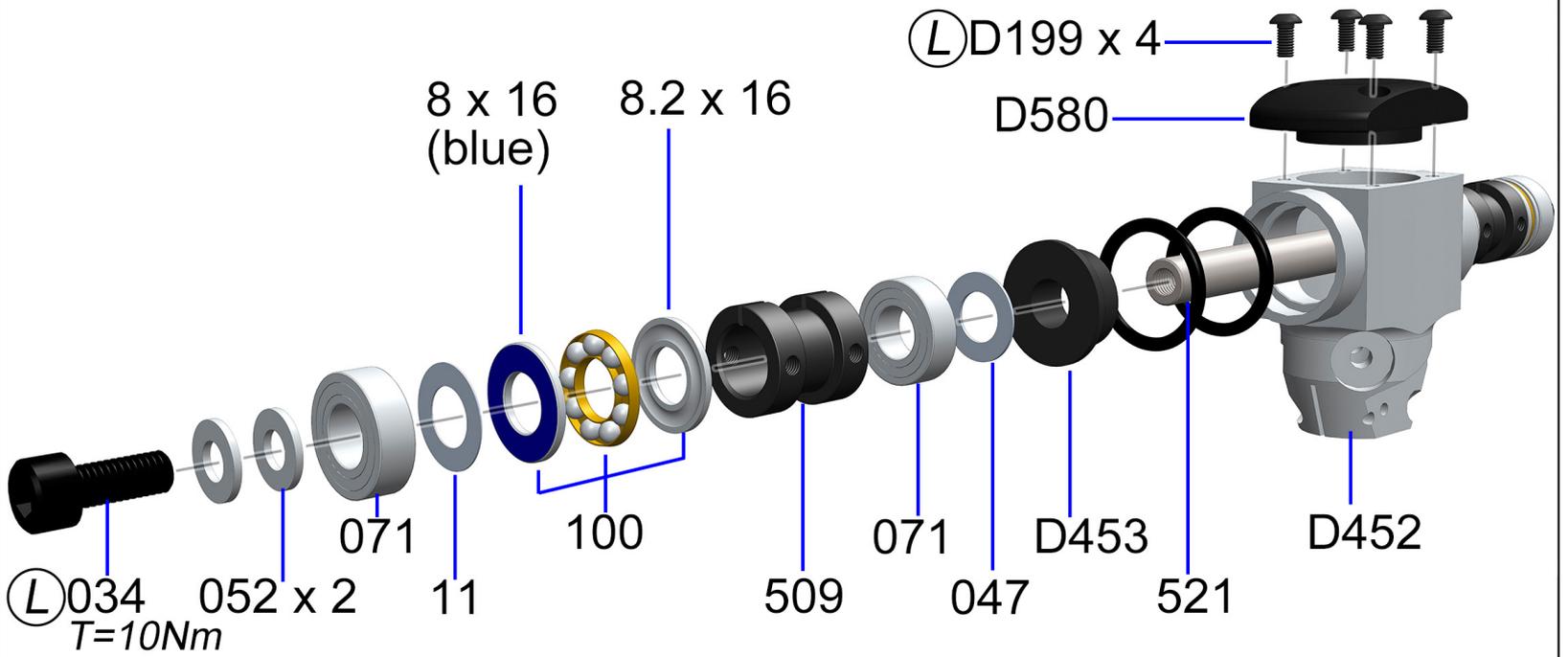
26



(L) = Loctite 243

(L) D336 x 2

27

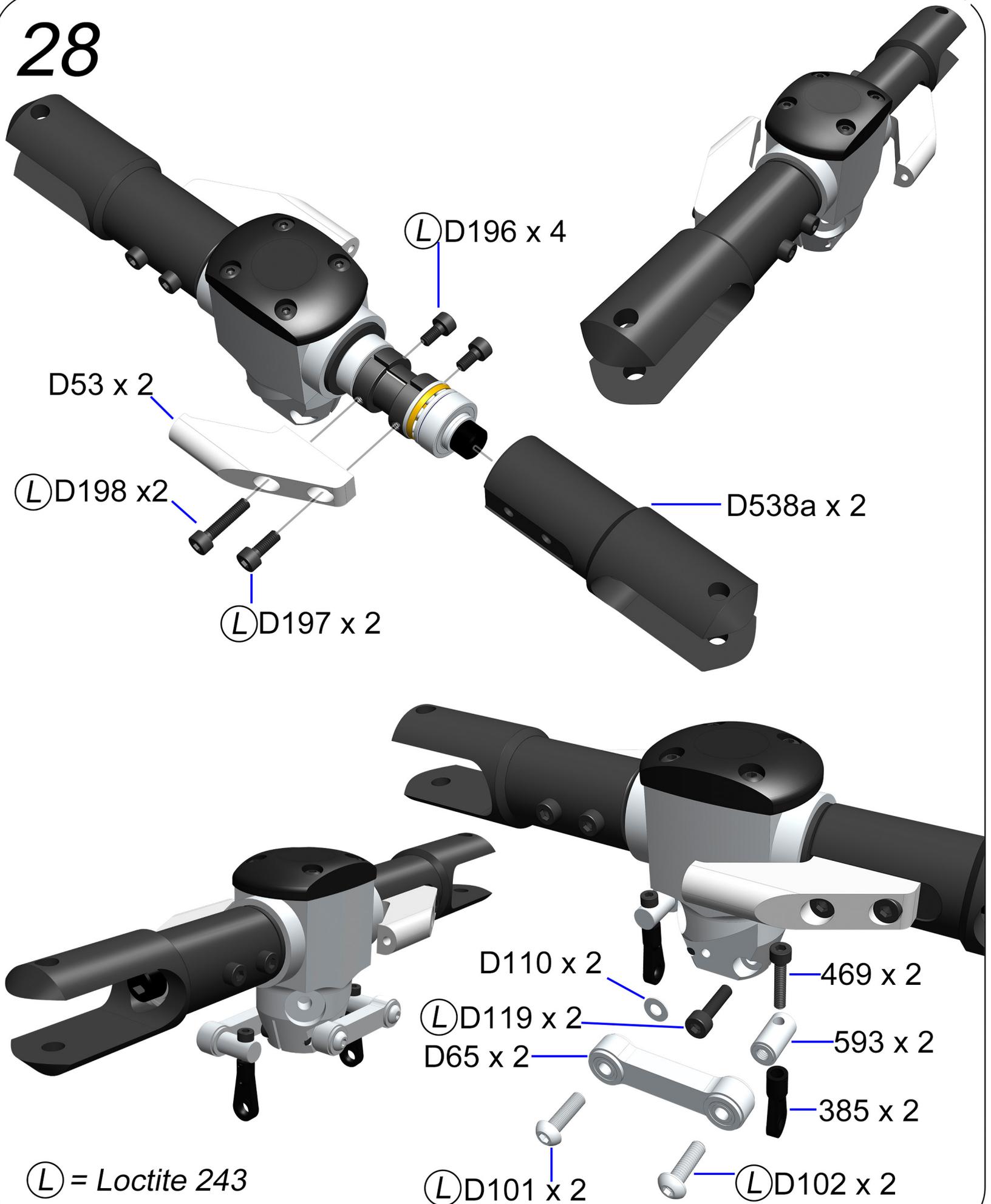


(L) = Loctite 243

*minicopter*

*Diabolo*

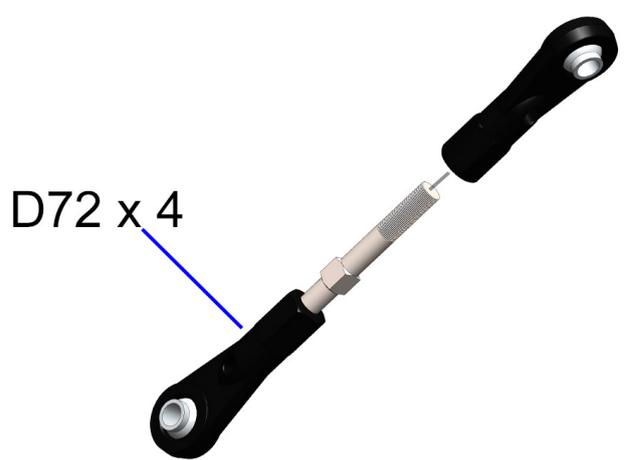
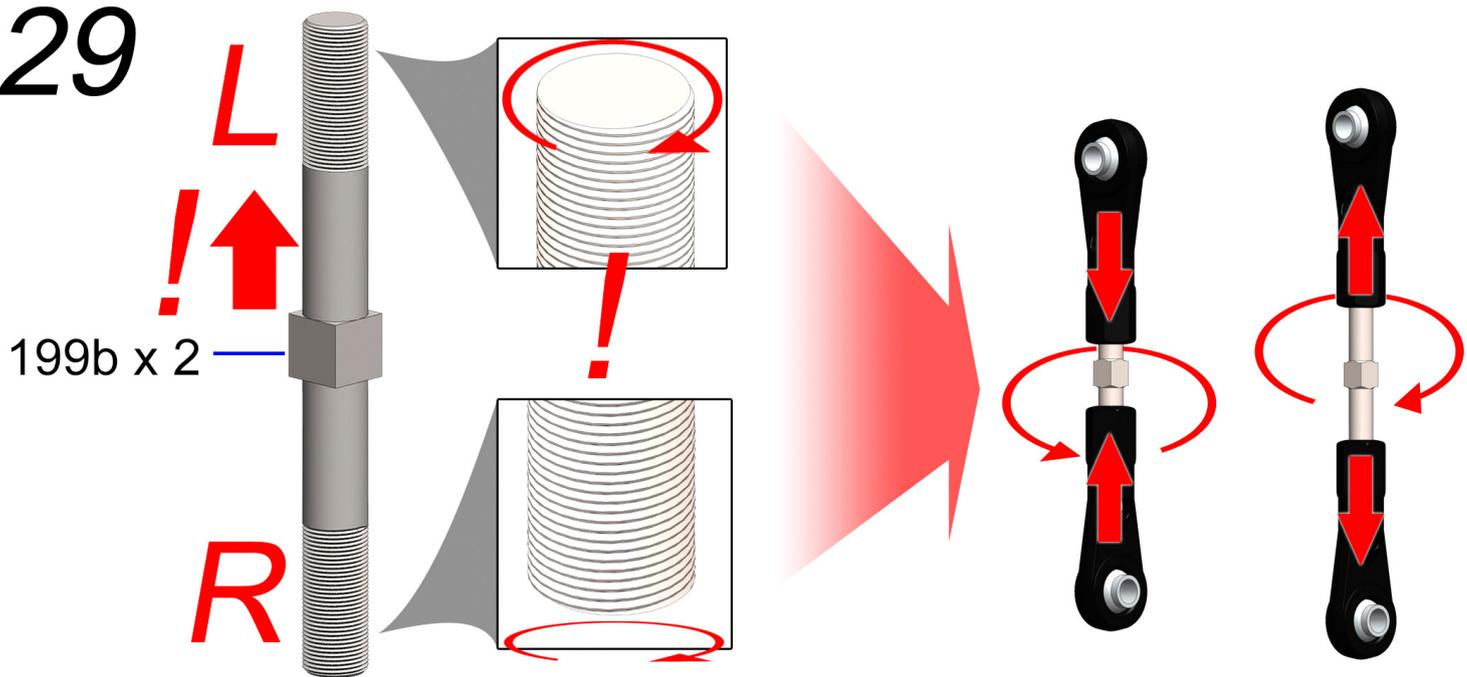
28



*minicopter*

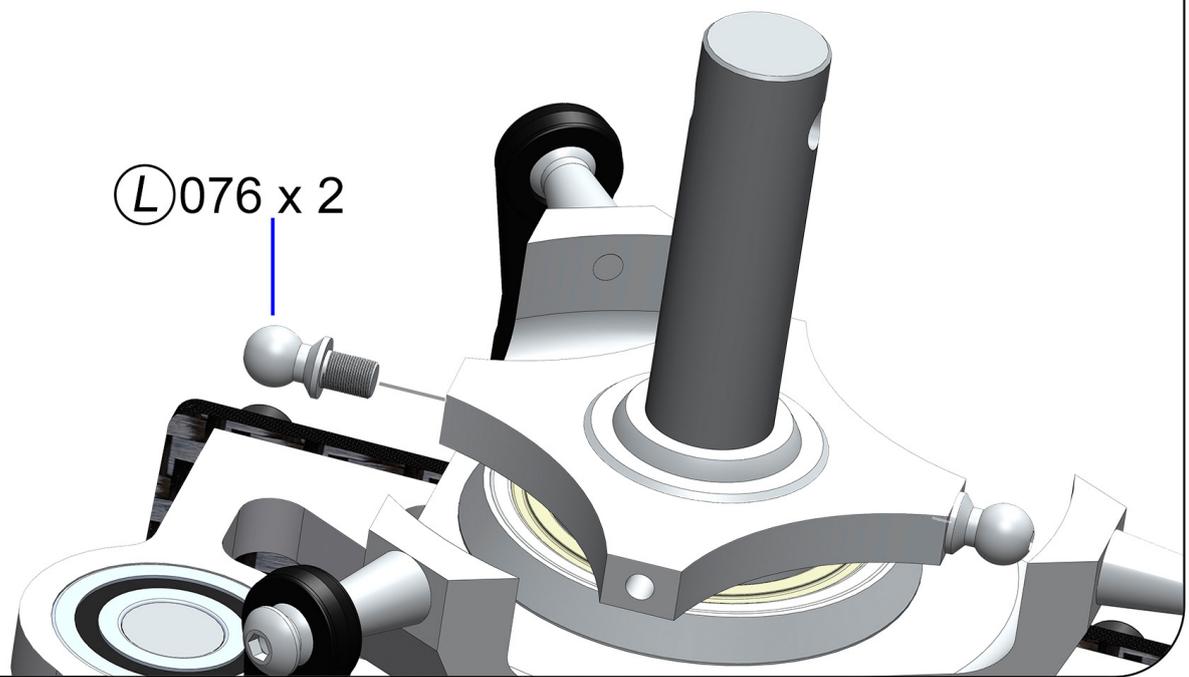
*Diabolo*

29



Ⓛ 076 x 2

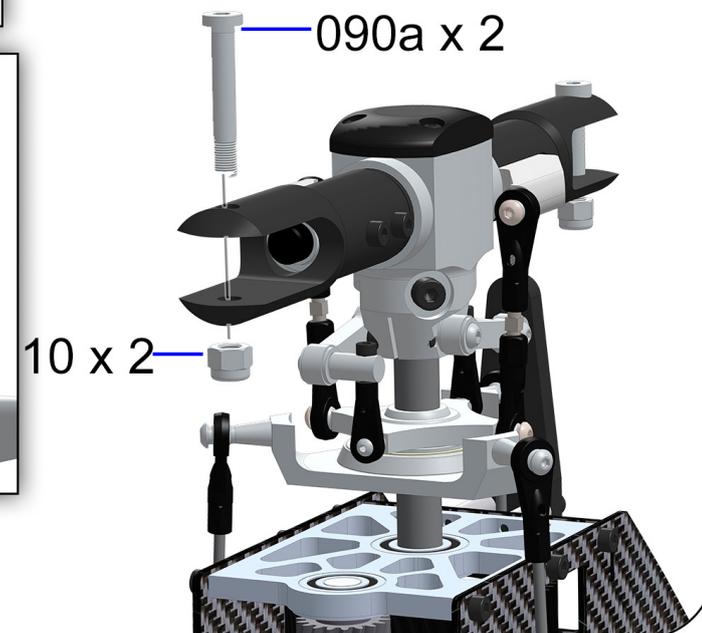
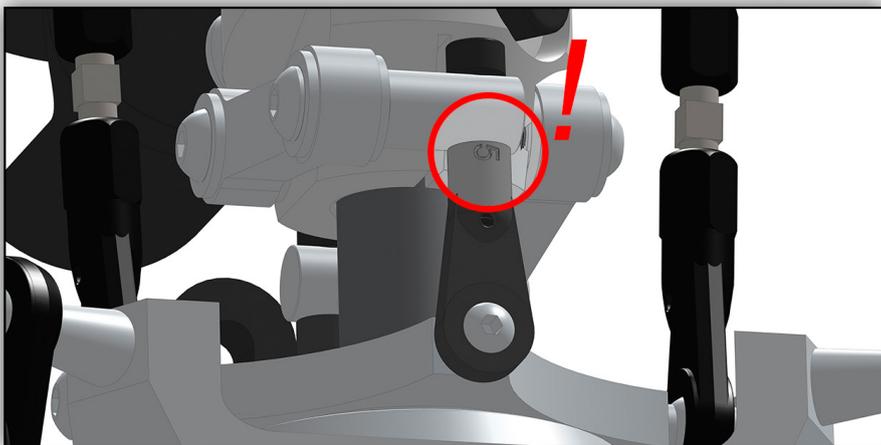
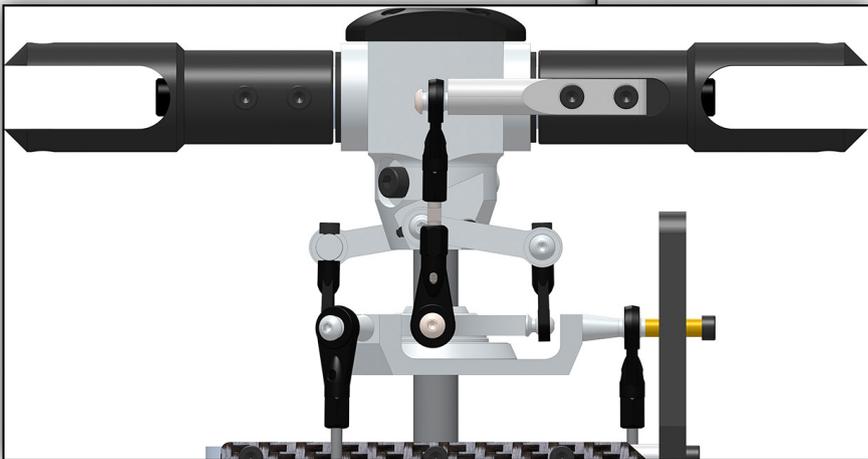
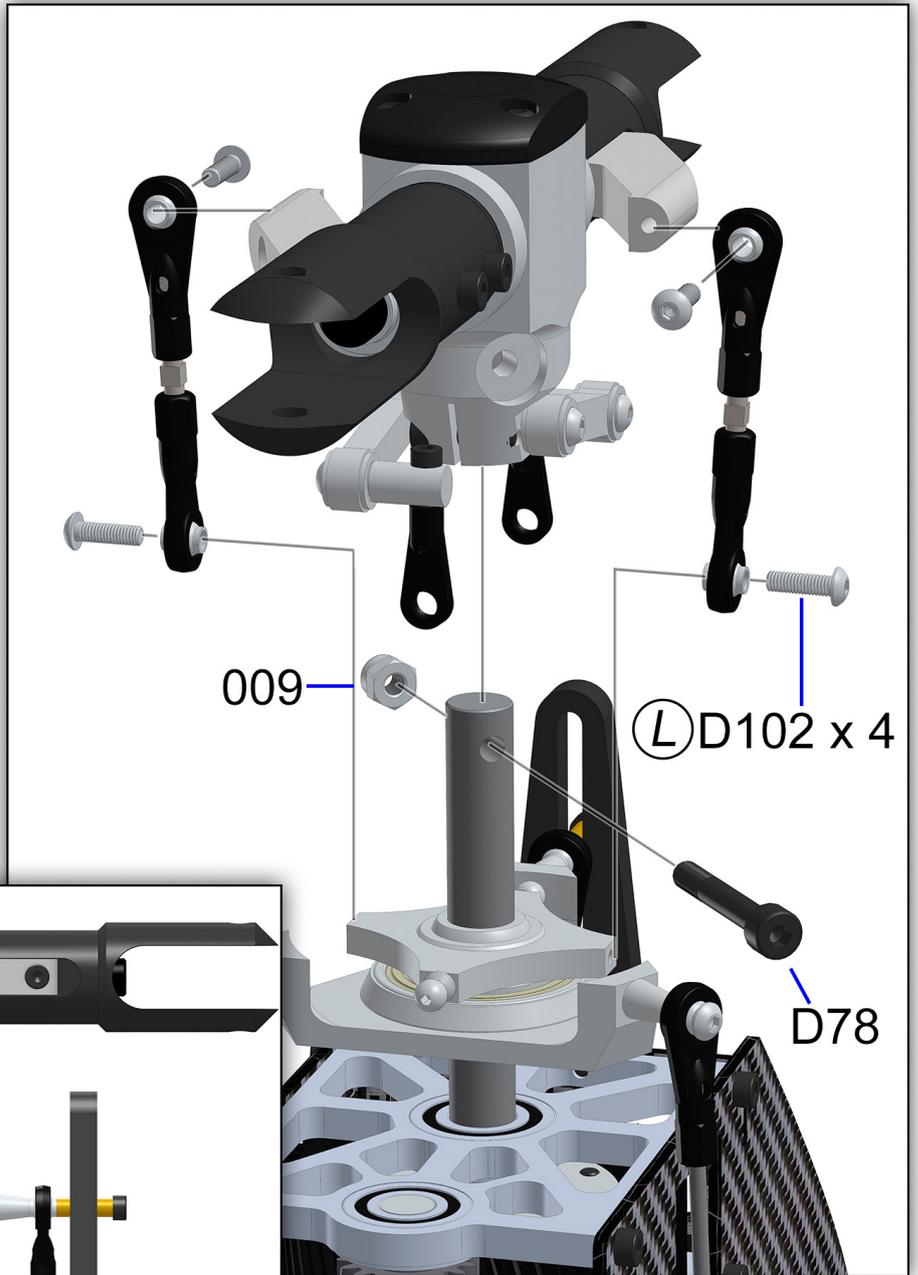
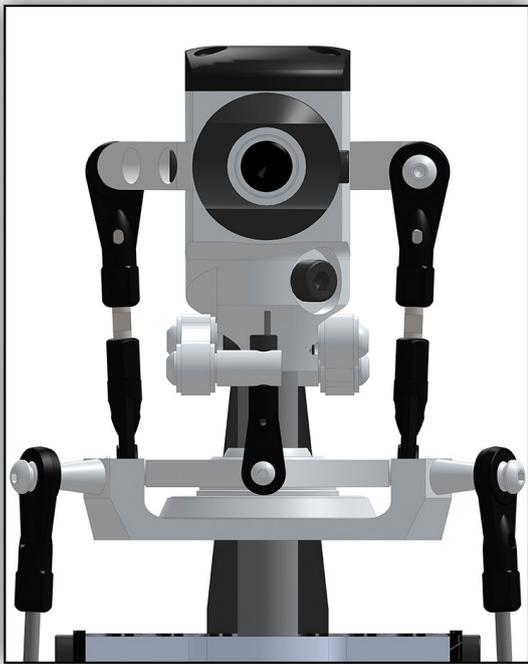
Ⓛ = Loctite 243



*minicopter*

*Diabolo*

30

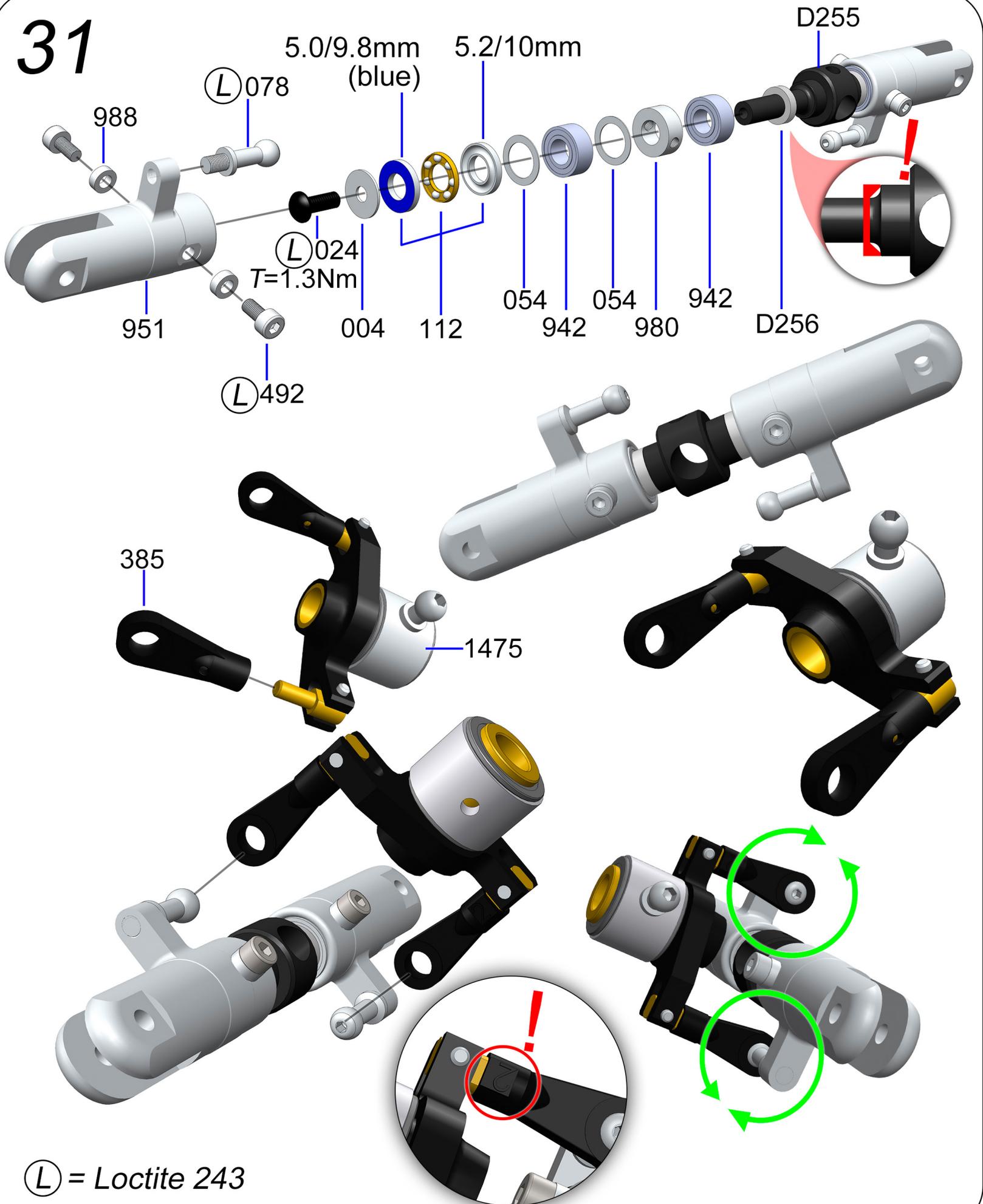


(L) = Loctite 243

*minicopter*

*Diabolo*

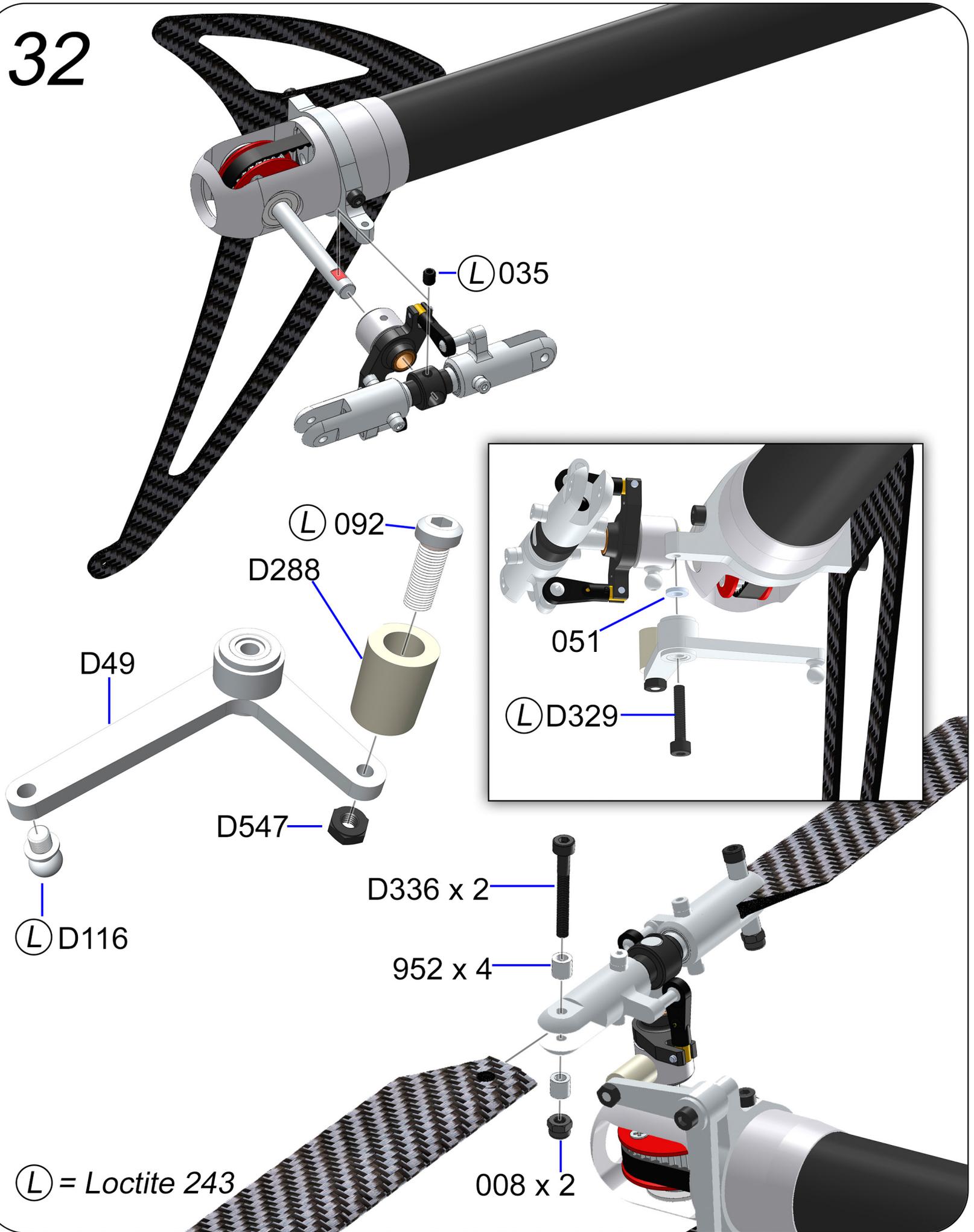
# 31



*minicopter*

*Diabolo*

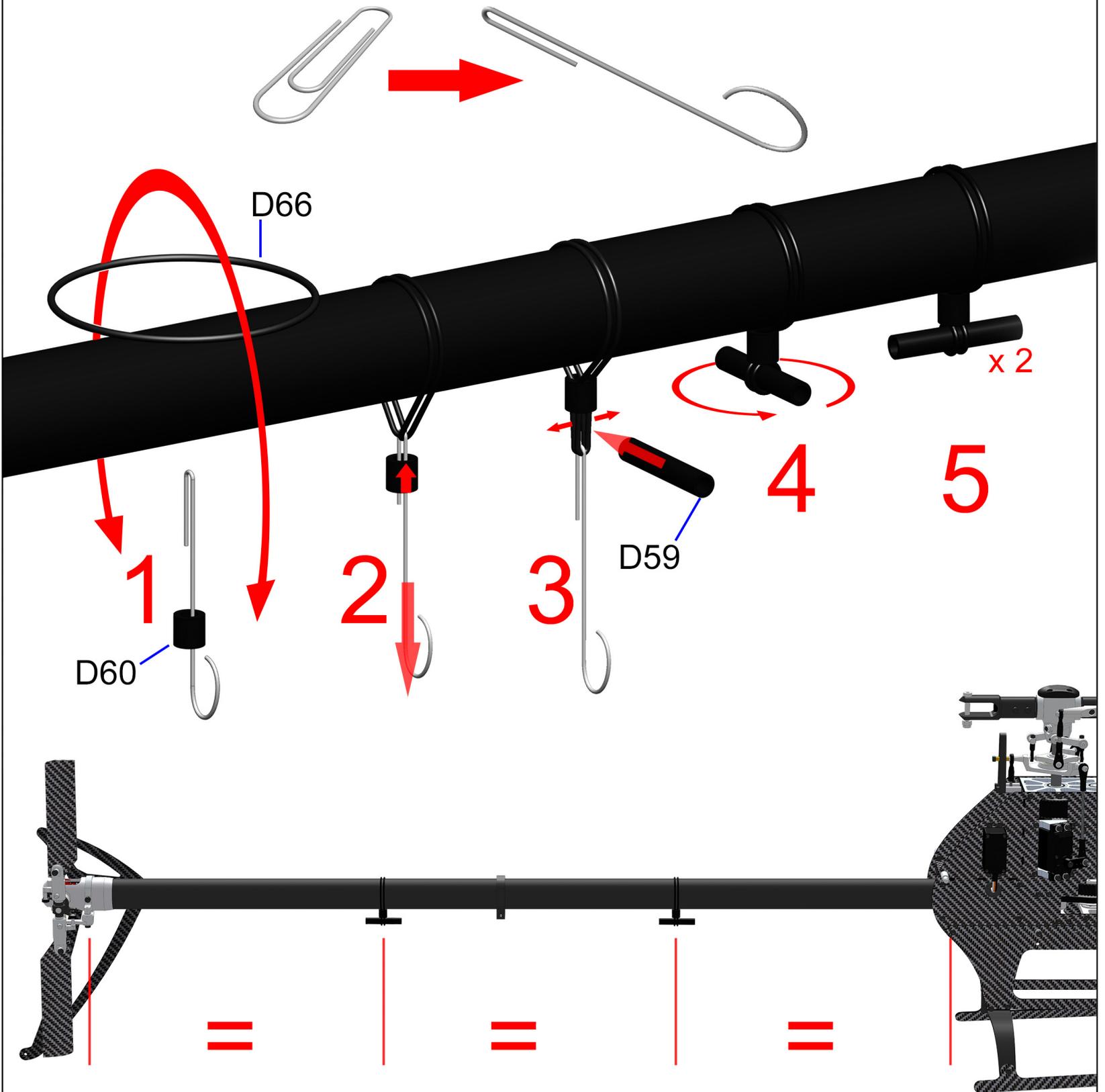
32



*minicopter*

*Diabolo*

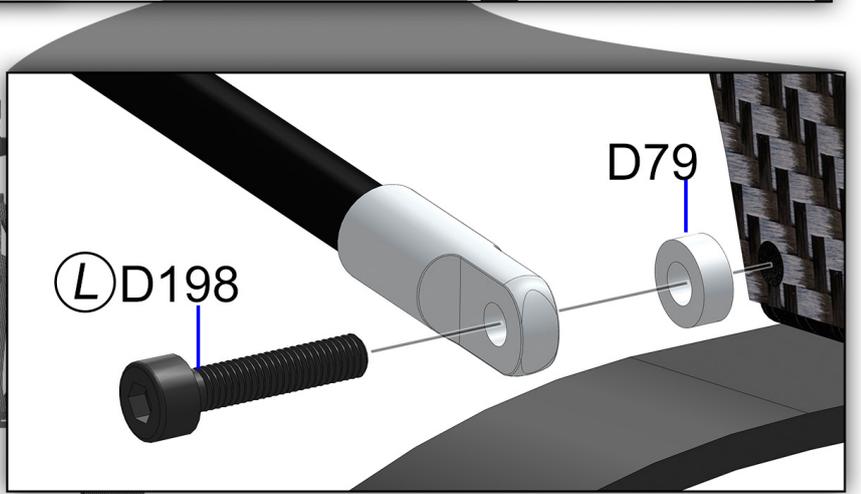
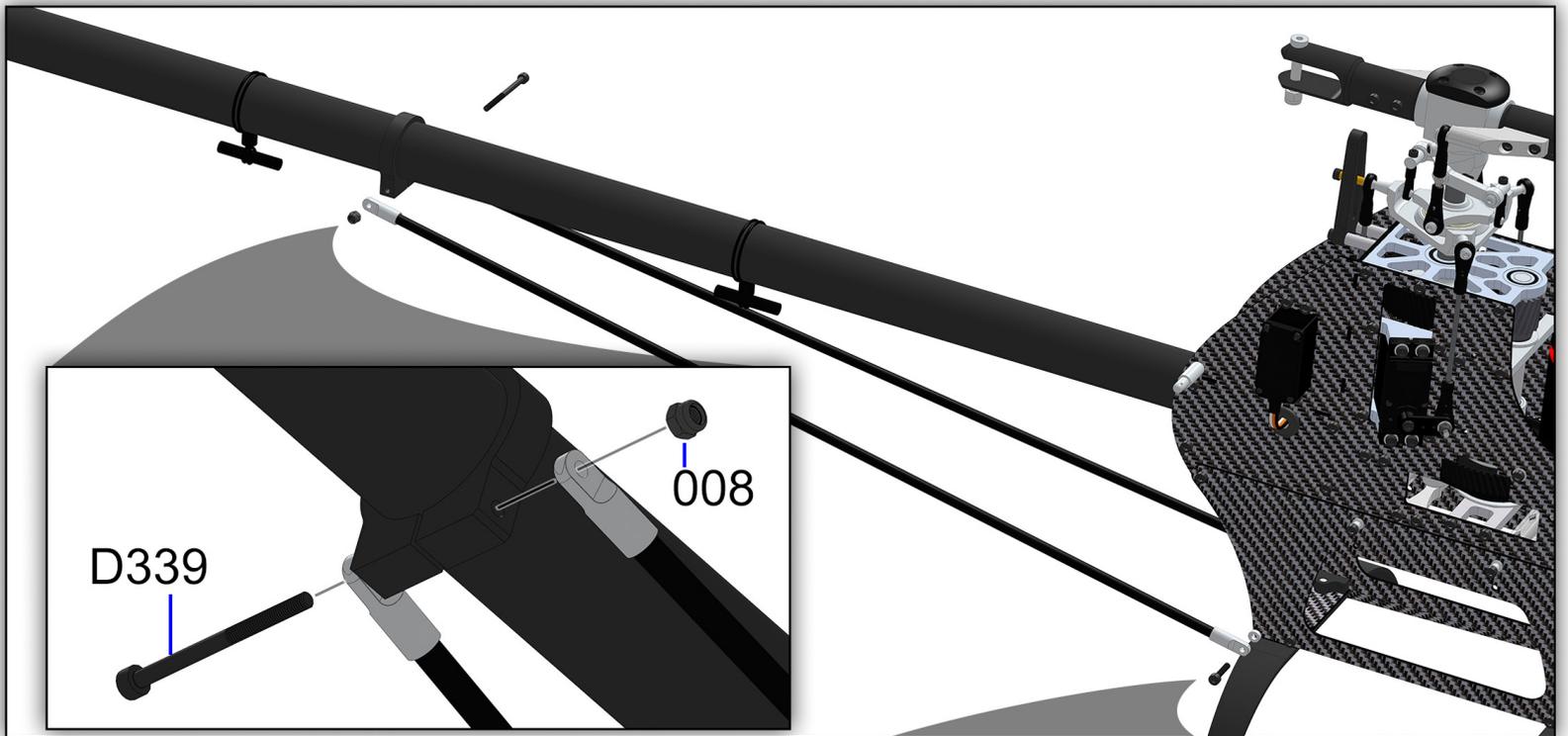
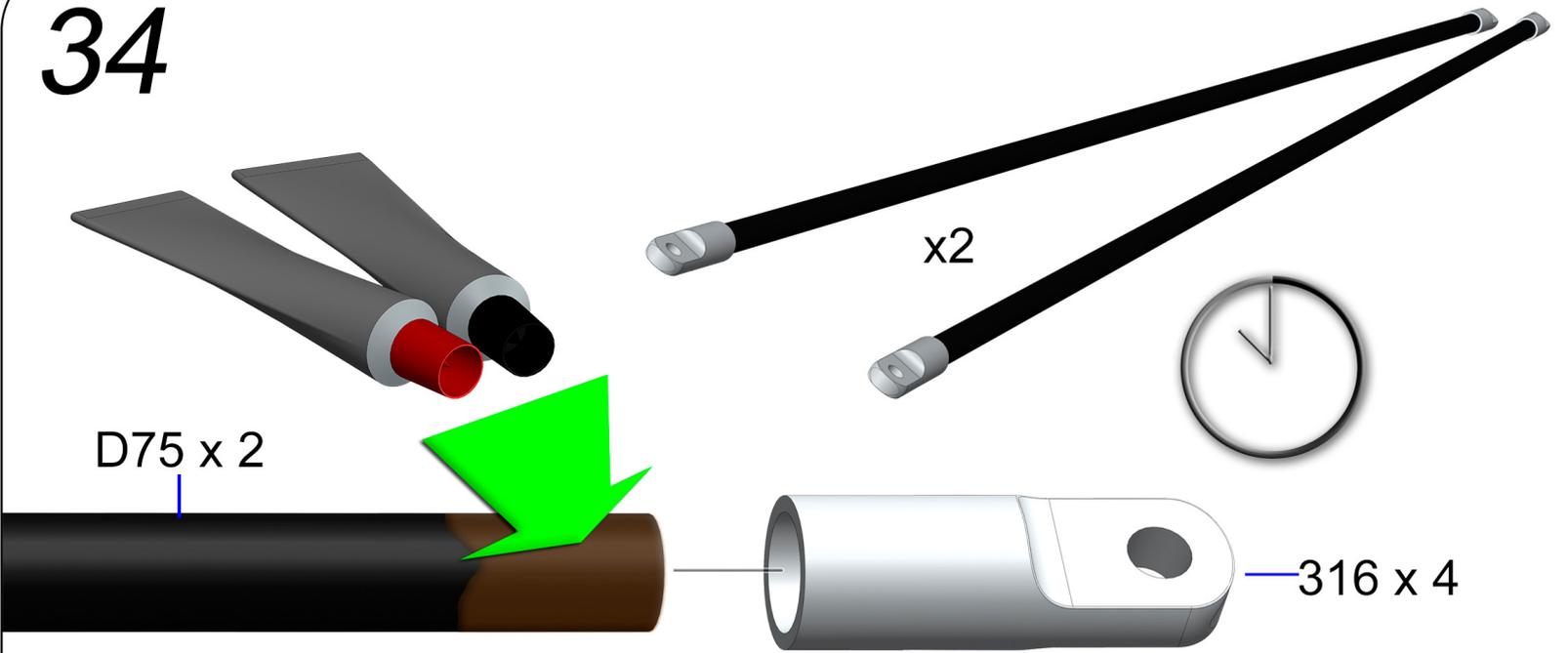
33



*minicopter*

*Diabolo*

34

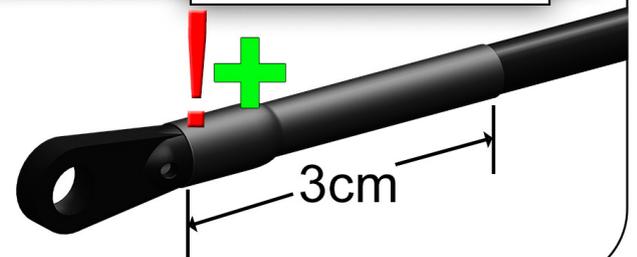
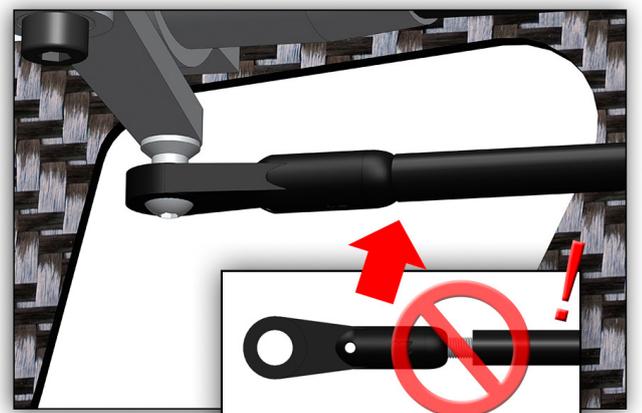
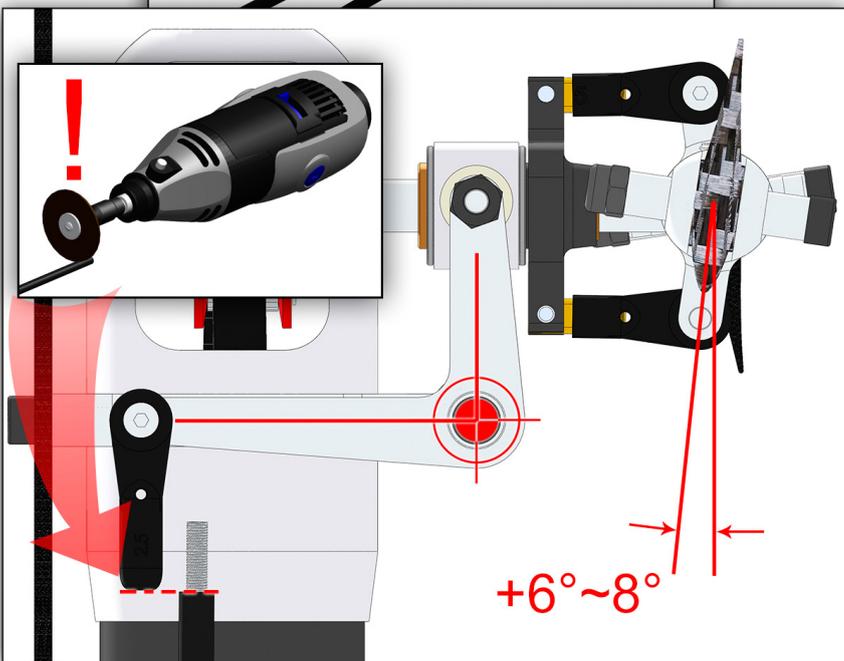
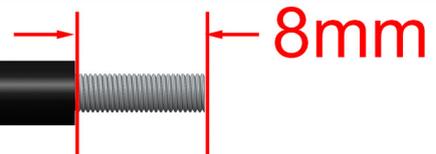
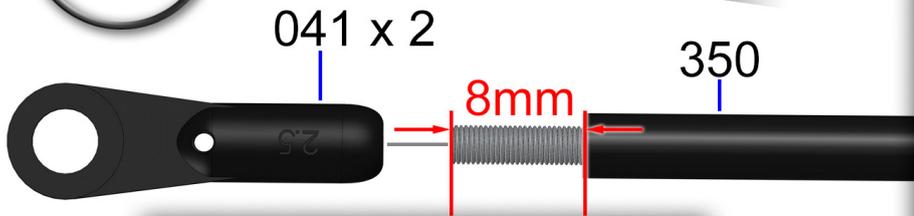
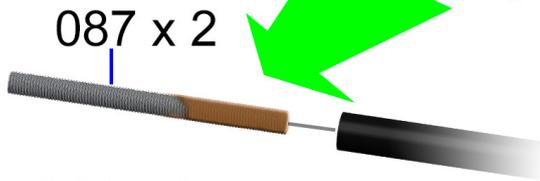
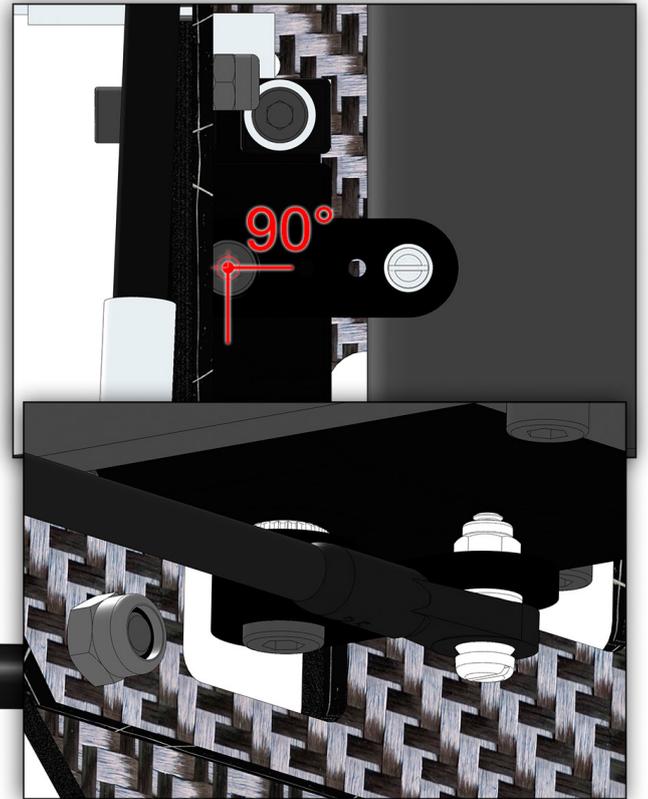
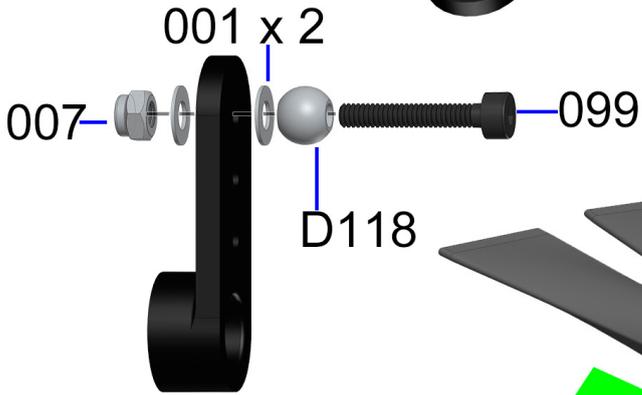
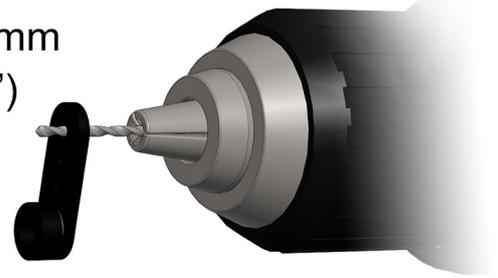


(L) = Loctite 243

# 35



ø 1.8mm  
(5/64")

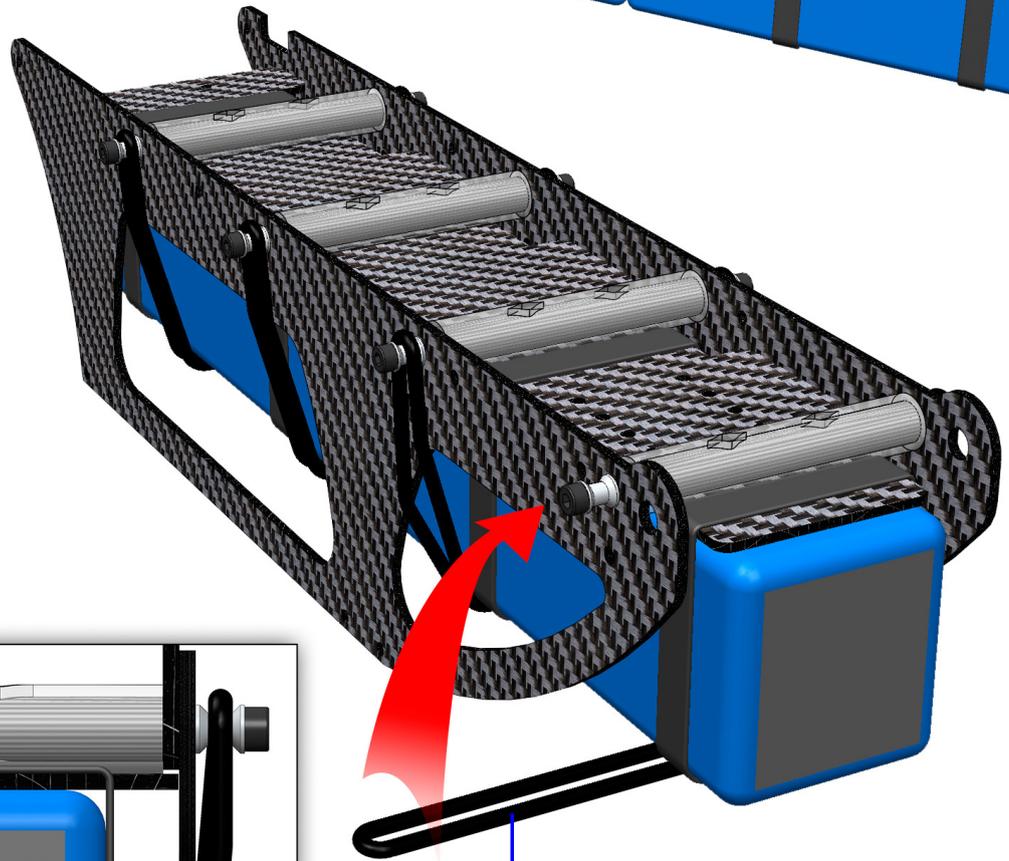
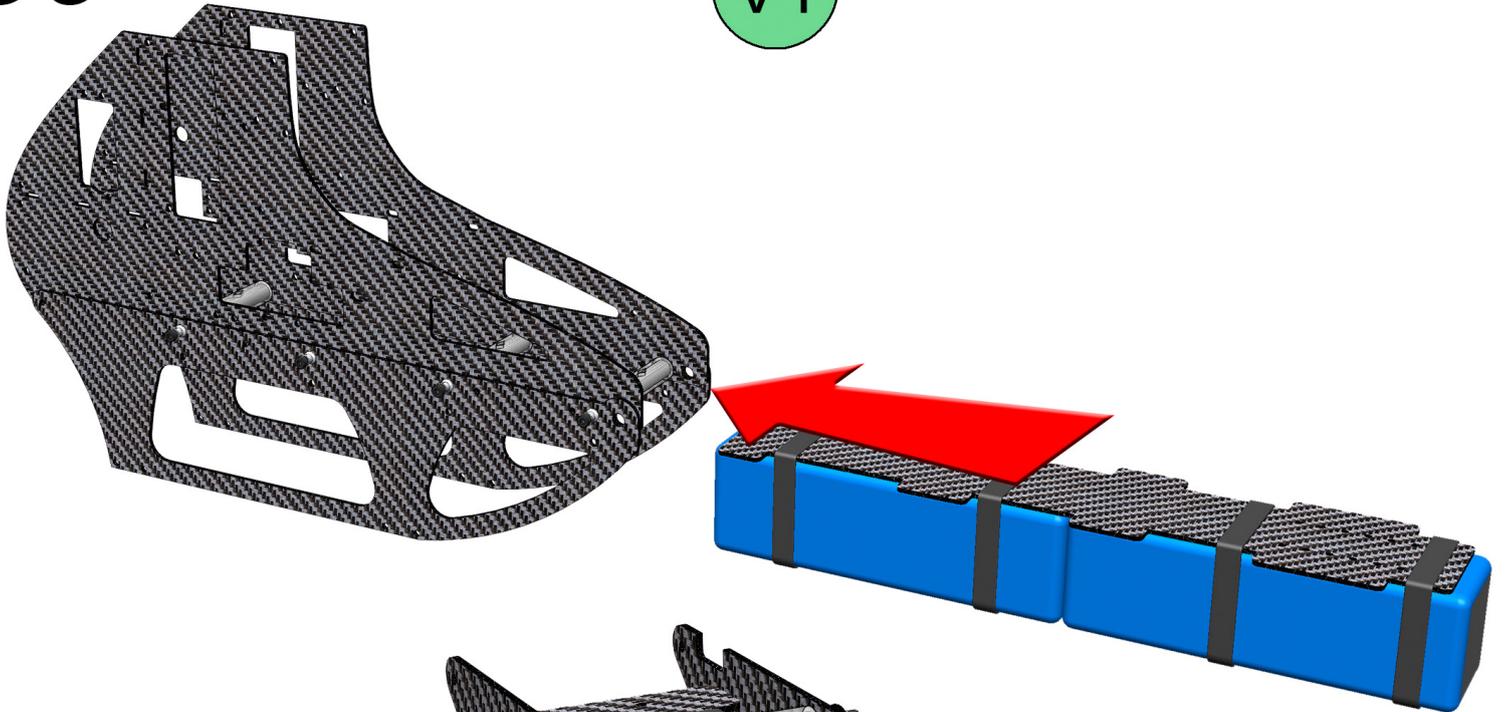


*minicopter*

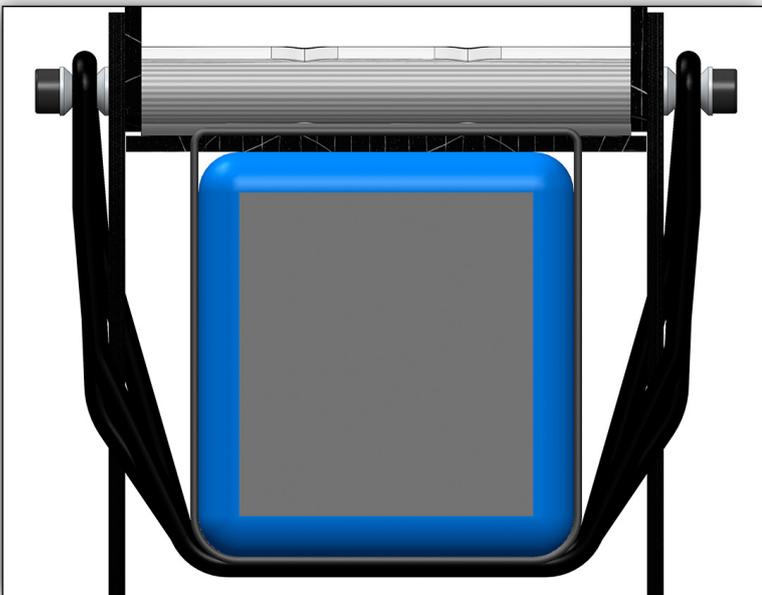
*Diabolo*

36

V1



D126



*minicopter*

*Diabolo*

# 37

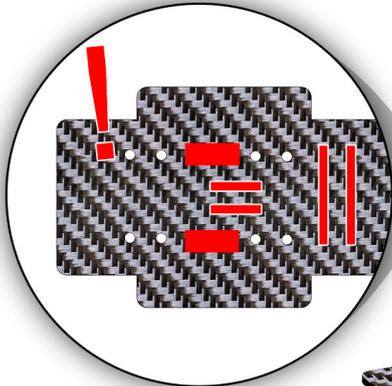
V2



D547 x 8

D437 x 2

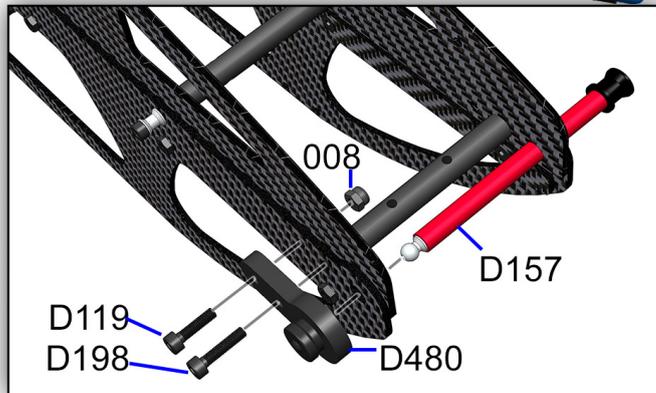
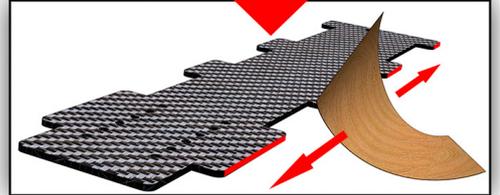
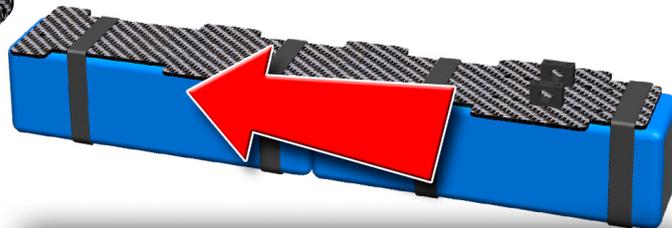
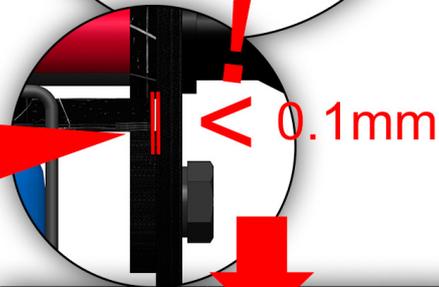
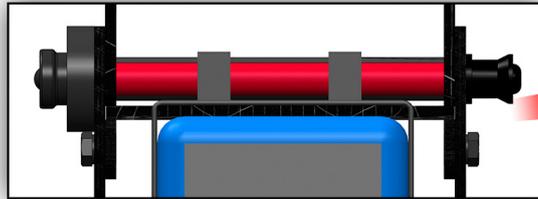
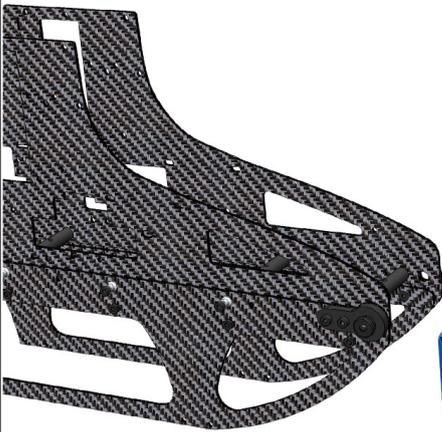
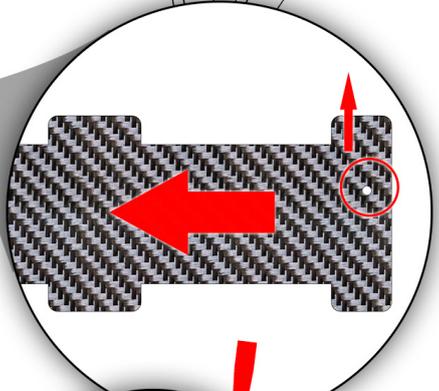
(L) 975 x 8



D456 x 2

D455

026 x 4



(L) = Loctite 243

D119

D198

008

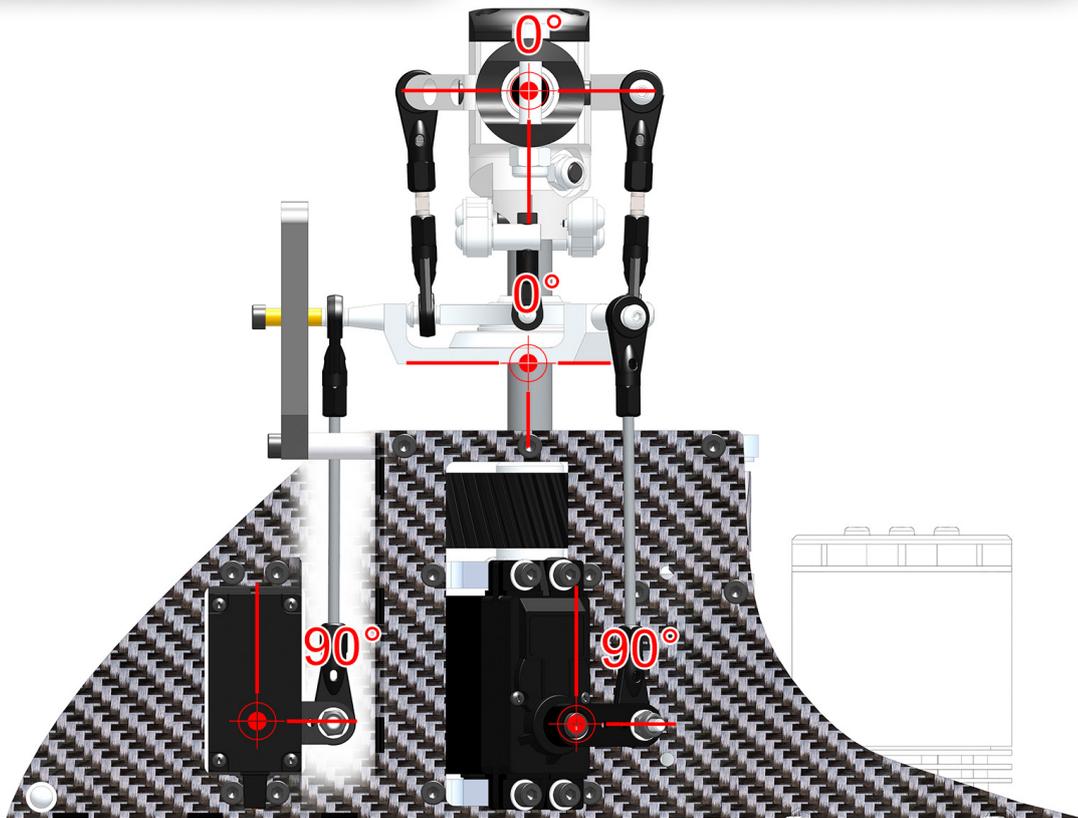
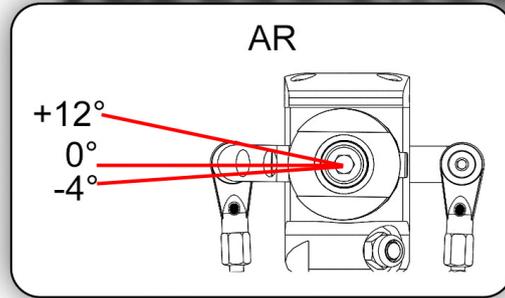
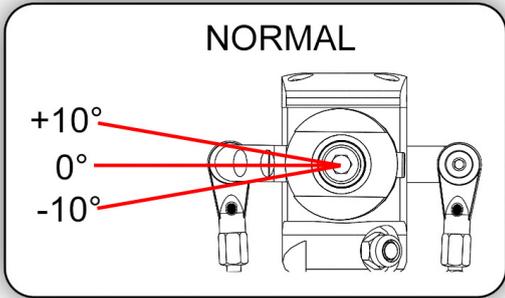
D157

D480

*minicopter*

*Diabolo*

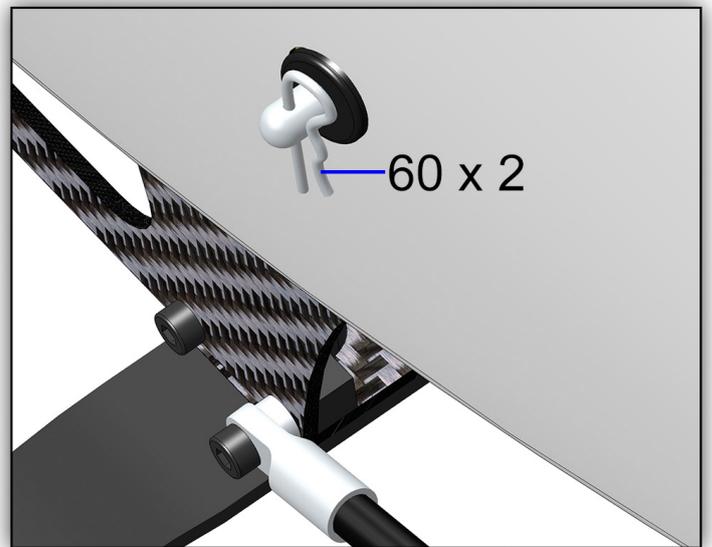
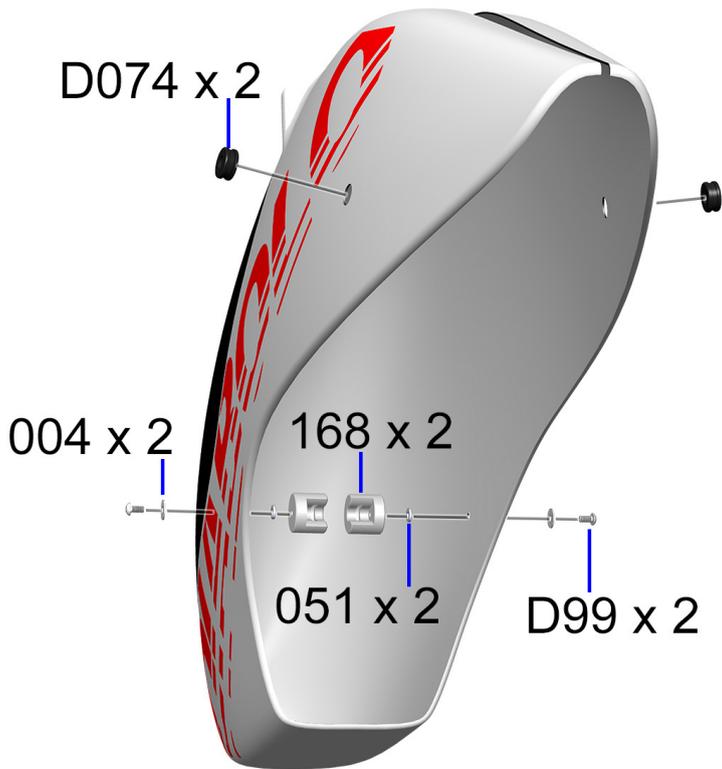
38



*minicopter*

*Diabolo*

39



*minicopter*

*Diabolo*

## **Sicherheitshinweise:**

Ein Modellhubschrauber ist kein Spielzeug und ein unsachgemäßer Gebrauch kann schwerste oder sogar tödliche Verletzungen mit sich bringen. Betreiben Sie Ihr Modell daher nur, wenn die Sicherheit stets gewährleistet ist. Der Betrieb für Kinder und Jugendliche unter 14 Jahren ist untersagt.

Wenn Sie keinerlei oder nur geringe technische Kenntnisse besitzen, empfiehlt sich die Kontaktaufnahme zu einem technisch Kundigen aus Ihrer Umgebung, der Ihnen bei auftretenden Fragen vor Ort zur Seite stehen kann. Man lernt Heliflieger aus der Umgebung recht einfach über die einschlägigen Diskussionsforen im Internet kennen.

Ansonsten möchten wir Ihnen folgende Ratschläge mitgeben:

Halten Sie beim Fliegen immer einen Sicherheitsabstand von mindestens 10m zum schwebenden Modell und im Vorwärtsflug von mindestens 30m. Dieser Abstand hilft Ihnen, im Falle einer Störung oder eines Steuerfehlers den entscheidenden Schritt zur Seite zu machen.

Schweben Sie nicht mit unnötig hohen Drehzahlen. Beim Schwebeflug ist Ihnen das Modell naturgemäß näher als im Vorwärtsflug. So trägt eine geringe Drehzahl zu Ihrer Sicherheit bei.

Entfernen Sie bei einem Probelauf auf der Werkbank stets Haupt- UND Heckrotorblätter und machen Sie solche Probeläufe nur für wirklich notwendige Voreinstellungen. Alle weiteren Tests führen Sie bitte auf dem Flugfeld durch.

Überfliegen Sie niemals Personen oder Tiere in der Umgebung und halten Sie zu diesen einen Sicherheitsabstand von wenigstens 25m ein. Sollte dieser Sicherheitsabstand z.B. durch Bewegung der Personen nicht ständig eingehalten werden können, dann stellen Sie den Flugbetrieb ein.

Haftungsausschluß:

Wir als Hersteller bzw. Verkäufer haben keinen Einfluss auf den Gebrauch und Betrieb unserer Produkte. Ein ordnungsgemäßer Betrieb sowie die regelmäßige und richtige technische Wartung durch den Besitzer kann von uns nicht überwacht werden. Wir weisen daher nochmals ausdrücklich auf die besondere Gefahr hin und lehnen daher jegliche Haftung für Schäden ab, die mittelbar oder unmittelbar aus dem Betrieb unserer Produkte entstehen.

## Bauanleitung (Druckversion):

Vorwort: Zur Montage des Diabolo 2018 benötigen Sie einen Satz hochwertiger Sechskantschlüssel der Größen 1.5-4mm (wir empfehlen den Drehmomentschraubendreher Nr.1720 sowie die Wechselklingen 1721 bis 1724) sowie Maulschlüssel oder Steckschlüssel der Größen 4, 5.5 und 7 und 8mm. Ferner benötigen Sie Loctite 243. Grundsätzlich empfiehlt es sich, das Chassis bis einschließlich Seite 6 nur lose zusammenzuschrauben (Chassisplatten, Rotorwellen und Vorgelegestrang, Riemen, beide Carbonversteifungen), auf eine ebene Platte zu drücken, dabei alle losen Schrauben anzuziehen und danach alle weiteren Teile zwischen das Chassis zu bauen. So wird ein hoher Grad an Symmetrie des Chassis erreicht.

Verwenden Sie stets an allen nicht mit Stopfmutter gesicherten Schraubverbindungen Loctite 243. Diese sind in der Grafik mit einem „L“ gekennzeichnet.

### **Beutel 1: Rotorwelleneinheit (Baustufe 1-4)**

1. Wir beginnen mit der Rotorwelleneinheit (Beutel 1). Dazu werden die oberen Chassisplatten D401 und D402 vorbereitet. Es empfiehlt sich, mit feiner Schmirgelleinwand (Korn ca. 240) oder einer kleinen Schlüsselfeile (möglichst hochwertig und unbenutzt) alle Chassiskanten leicht zu entgraten, so dass sich an diesen kein Kabel oder Gummiring aufscheuern kann. Ebenso sollte der Kabeldurchbruch in Platte D427 sorgfältig entgratet werden. Dieser Arbeitsgang muss nicht unbedingt sein, erhöht aber zumindest theoretisch die Betriebssicherheit. Beim Arbeiten mit Schmirgelpapier langsam und konzentriert arbeiten, so dass man die Carbonoberflächen nicht verkratzt. Dann wird die vordere untere Ecke der langen, rechteckigen Rollservoausschnitte leicht mit einer Feile nachgearbeitet, so dass diese Ecke rechtwinklig ist. Dies ist für den korrekten lotrechten Einbau der Rotorwelle erforderlich.

2. Der grundsätzliche Aufbau des Diabolos erfolgt vorerst provisorisch auf der rechten Oberchassisseite D402. Die Schrauben werden in dem Stadium noch nicht mit Loctite versehen und auch nur lose angeschraubt (lose=bis Anschlag und dann wieder 1/4 Umdrehung auf). Die linke Seite D401 und deren Anbauteile werden anschließend lose aufgeschraubt. Dann wird das Chassis auf einen ebenen Tisch gedrückt und einige Schrauben auf beiden Seiten angezogen. Es folgt dann das Versehen jeder einzelnen Schraube mit Loctite 243 (dafür wieder heraus drehen) mit endgültigem Festziehen. Eine "fertige" Schraube sollte mit einem Filzstift markiert werden.

Der untere Rotorwellenlagerbock D16 und die Domlagerplatte D17 werden mit fünf Schrauben M3x8 D197 an die rechte Chassisplatte D402 geschraubt. Ferner unbedingt darauf achten, dass es sich bei den Kugellagern dieser beiden Lagerböcke um Flansch-Kugellager handelt. Die im Durchmesser größere Flanschseite muss immer innen liegen, d.h. die Flansche der Lager der Domlagerplatte D17 müssen unten liegen, die des unteren Rotorwellenlagerbockes D16 (und später des unteren Vorgelegebockes) oben. Achten Sie unbedingt auf die in den Montagebildern gezeigte Position dieser Lager.

Stecken Sie die Rotorwelle D414 in die Lager und peilen Sie zur Vorderkante des Rollservoausschnittes, ob die Welle parallel zu dieser verläuft. Ist dies (noch) nicht der Fall, muss die oben beschriebene Ecke im Ausschnitt noch etwas nachgefeilt werden.

3. Als nächstes wird die Hauptzahnradnabe D12 mit dem Hauptzahnrad D13 unter Verwendung von 6 Schrauben M3x8 D197 und 6 U-Scheiben M3 002 verschraubt. Bitte darauf achten, dass die Seite mit dem kurzen Kragen (Durchmesser 26mm) in das Zahnrad gedrückt und dabei die Bohrungen fluchtend ausgerichtet werden. Die Schrauben über Kreuz festziehen, um Verspannungen zu vermeiden. Bitte beachten, dass die Zahnradseite mit dem "X" zum Flansch zeigt.

4. Hinweis: Zur Erzielung einer perfekten Rechtwinkligkeit aller Einbauen empfiehlt es sich, erst alle Verbindungsschrauben zwischen rechter Chassisplatte und Lagerböcken lose anzuschrauben und nach Montage der linken Chassisplatte einzeln mit Loctite zu versehen und anzuziehen, wobei die Mechanik dabei mit der Rotorwelle nach oben zeigend auf eine ebene Platte gedrückt wird.

Diese Einheit wird nun mit der Distanzhülse D15 zwischen die Rotorwellenlagerböcke geschoben. Der Sitz dazwischen sollte so sein, dass beim seitlichen Halten gerade nichts herausfällt, aber nicht strammer. Bei zu viel Luft bitte eine Passscheibe 10x16x0.1 oder 0.2 beilegen. Dann wird die Rotorwelle D414 von oben eingeschoben und mit der Hauptzahnradschraube D77 (M4x20 spez.) und Stopfmutter M4 009 befestigt. Abschließend überprüfen, ob sich die Einheit weich und leichtgängig in den Lagern dreht.

## **Beutel 2: Vorgelegeeinheit (Baustufe 5-7)**

Hinweise: Bitte nach Entnehmen der Freilaufnabe aus dem Beutel auf absolute Sauberkeit achten, um Funktionsstörungen im Betrieb zu vermeiden).

Die im Vorgelegestrahg verbauten Kugellager sind im Lieferzustand komplett mit Fett gefüllt und erzeugen dadurch anfangs einen nicht zu unterschätzenden Reibungswiderstand. Das überschüssige Fett wird innerhalb der ersten Flüge durch die Rotation aus den Lagern gedrückt und die Einheit läuft dann spürbar leichter. Deshalb sollten Sie während dieser ersten Flüge auf Autorotationen verzichten.

5. Es folgt der Zusammenbau (Beutel 2). Die Freilaufnabe D06 wird mit 6 Schrauben M3x8 D197 und 6 U-Scheiben M3 002 an das Vorgelegerad D07 geschraubt, wobei dieses auf den kurzen Absatz des Freilaufgehäuses kommt. Wie bei dem Hauptgetrieberad auch sollte man die Schrauben wieder über Kreuz festziehen. Die Bordscheibe D09a wird mit 3 Linsenschrauben M3x6 D99 auf das Riemenrad D09 geschraubt. Darauf achten, dass man die drei noch ungenutzten Gewinde im Riemenrad verwendet. Dann wird der Freilaufstrang montiert. Bitte schmieren Sie die Freilauflager nicht mit einem Schmiermittel mit unbekannter Verträglichkeit, sondern belassen Sie es bei der Original-Fettfüllung.

6. Auf das im Bild untere Ende der Vorgelegewelle kommt die Distanzhülse D211, der Stützlagerbock D10 (Einbauposition des Kugellagers beachten), und das Ritzel D04 nebst zwei Madenschrauben M4x4 0573, das vorerst lose angeschraubt wird, d.h. eine Madenschraube sitzt schon locker auf der angeschliffenen Fläche. Auf das im Bild obere Ende wird die kleine Aluscheibe D08 sowie das Riemenrad D09 aufgeschoben, wobei die Nabenseite mit den zwei Madenschrauben M4x5 0573 nach oben zeigt. Positionieren Sie auch wieder eine angeschliffene Fläche auf der Welle D03 unter einer Madenschraube D106, um einen formschlüssigen Sitz zu erhalten.

7. Die vormontierte Einheit wird in das vordere Kugellager der Domlagerplatte D17 geschoben und die Welle an der Kugellageroberkante bündig ausgerichtet. Der Riemen 713 wird in das Riemenrad eingehängt und auf die Vorgelegewelle eine Passscheibe 8x14x0,5 047, eine Passscheibe 8x14x0,2 011 sowie der untere Lagerbock D11 (mit dem Kugellagerflansch nach oben) aufgeschoben. Beide Lagerböcke werden mit 4 Schrauben M3x8 D197 befestigt. Danach werden die Madenschrauben des Riemenrades D09 festgezogen, so dass kein Axialspiel vorhanden ist und die Einheit sich schön leichtgängig dreht.

### **Beutel 3: Heckrohreinheit (Baustufe 8-11)**

Hinweis: Sie können z.B. bei beengten Platzverhältnissen die Heckrohreinheit auch später montieren. Dann bauen Sie einfach ab Seite 12 weiter.

8. Es folgt die Montage der Heckrohreinheit (Beutel 3). Dann wird das Heckrohr D21 mit den zwei Heckrohrklemmen D22 nebst Schrauben M3x40 D339 und Passscheiben 3x6x1 051 versehen. Zur einwandfreien Masseverbindung sollte das Heckrohr am vorderen Ende leicht mit einer Feile von der Eloxalschicht befreit werden, um eine leitende Verbindung zu schaffen. Aus diesem Grunde ist die in Flugrichtung vordere Heckrohrklemme auch nicht eloxiert. Um den Riemen durch das Rohr zu ziehen, benutzt man einen umgekröpften Draht, den man von hinten in das Rohr steckt und in dessen Öse man vorne den Riemen einhängt und nach hinten zieht, wobei man sich dann der Position des Rohres im Chassis nähert. Achten Sie darauf, dass die Schlitze im Heckrohr hinten ungefähr horizontal liegen. Achten Sie auch auf die korrekte Position des Riemens. Wenn er gerade nach hinten führt, also horizontal liegt, muss man ihn von hinten gesehen um 90° nach rechts drehen. Dann wird die Rohreinheit mit 4 Schrauben M3x8 D197 an das Chassis geschraubt. Abschließend wird die Heckstrebenschelle D76 aufgeschoben.

9. Nun wird das Heckrotorgetriebe vorbereitet. Zuerst wird die Riemenscheibe D248 beidseitig mit Bordscheiben (Schräge nach innen!) versehen, wobei man je 3 Linsenschrauben M2.5x6 D138 verwendet. Dabei wieder darauf achten, dass man in jedes Gewinde nur eine Schraube dreht. Schieben Sie von vorne den Umlenkhebelhalter D44 auf das Heckrotorgehäuse D246, so dass er wie auf dem Bild positioniert ist.

Bevor das Heckrotorgetriebe aufgeschoben wird, sollte die beiliegende Kartonhülse mit ein paar Tropfen 5-Minuten-Epoxy im Rohr eingeklebt werden, so dass das hintere Ende der Hülse ca. 5mm vor den Schlitzen im Rohr endet.

10. Die beiden Gewinde in den Haltebacken D43a werden nun mit Loctite versehen und ebenso die zwei Schrauben M3x10 D328 hierfür. Nach dem Anschlag der Schrauben löst man diese wieder um zwei Umdrehungen und schiebt das Heckrohrgehäuse bis zum Anschlag (Vorderkante Schlitze!) in das Rohr (evtl. vorher Filzstiftmarke machen). Schließlich werden die beiden Schrauben fest angezogen, wobei die Backen von hinten mit einem Schraubendreher o.ä. gerade gehalten werden. Legen Sie nun die Riemenscheibe D248 in den Riemen 713 ein und fügen Sie die Distanzhülse D250 auf der flanschlosen Seite des Riemenrades hinzu, Lagerabsatz nach außen. Führen Sie nun alles in das Gehäuse D246 ein. Ein ganz leichtes Axialspiel ist günstiger als unter Spannung laufende Lager. Es sollte aber kleiner

als 0,1mm sein, ansonsten fügen Sie eine Passscheibe 6x12x0,1 045 hinzu.

11. Die Heckrotorwelle D245 wird durch die zwei im Gehäuse D246 montierten Lager D247 und das Riemenrad D248 geschoben und mit einer Madenschraube M4x4 573, die vom Riemenrad aus in die Bohrung der Welle greift, fixiert. Bitte beim Einschrauben erfühlen, dass die Schraube auch wirklich auf der Fläche sitzt.

#### **Beutel 4: Chassiskomplettierung (Baustufe 12-16)**

12. Die Komplettierung des Getriebes wird fortgesetzt mit den Ausbauteilen (Beutel 4). Man beginnt mit dem rechten oberen Rollservohalter D18, der mit zwei Schrauben M3x8 D197 befestigt wird. Das vertikale U-Profil D428 wird eingesteckt ebenso wie das horizontale U-Profil D427. Der hintere Kabinenhaltebolzen D63 wird mit einer Schraube D197 angeschraubt. Von außen hält man den Bolzen beim Festschrauben mit dem Sicherungssplint 060 (Bild hierzu weiter unten).

13. Es folgt die Montage des Riemendämpfers. Es kann zwischen einem Öldruckstoßdämpfer und einem Gummiband gewählt werden. Zuerst werden 3 Kugellager 3X13x5 D68 mit einer Schraube M3x22 D332 auf den starren Umlenkrollenbock D19 geschraubt. Die Passscheibe 3x6x1 051 zwischen Bock und Kugellager nicht vergessen! Sollten sich die Kugellager nach dem Festziehen schwer drehen, muss eines der Lager umgedreht werden. Alternativ kann man eine Scheibe 3x6x0.1 475 (Beutel 11) zwischen den Lagern einfügen. Danach sollte sich alles leicht drehen, was für den Betrieb unbedingt erforderlich ist. Nun werden ebenso zwei Lager 3x13x5 D68 mit einer Schraube M3x16 D329 und Passscheibe 3x6x1 051 an den mit einem Gewinde versehenen Arm des Umlenkhebels D261 geschraubt. Bitte die richtige Seite beachten.

14. Diese Einheit wird nun wiederum mit einer Schraube M3x16 D329 und Passscheibe 3x6x1 051 auf den Träger D24 geschraubt. Abschließend werden sowohl diese Mimik als auch die starre Umlenkrolle mit vier Schrauben M3x8 D197 an die entsprechenden Positionen im Chassis geschraubt.

15. Zur „Hochzeit“ mit der linken Chassisplatte D401 wird zuerst ein oberer Rollservohalter D18 mit 2 Schrauben M3x8 D197 an die Platte geschraubt. Die weitere Verschraubung erfolgt mit 18 Schrauben M3x8 D197 (Loctite 243 nicht vergessen), einer Schraube M3x10 D328, einem Kabinenhalter hinten D63 und 3 Stopfmuttern 008s. Der Heckriemen darf zu diesem Zeitpunkt noch nicht gespannt sein. Drehen Sie alle Schrauben erst bis zum Anschlag ein und danach  $\frac{1}{4}$  Umdrehung zurück. Erst nachdem die letzte Schraube platziert wurde, ziehen Sie alle Schrauben fest. Evtl. muss nun die Höhenposition des Vorgelegekunststoffrades verändert werden, in dem man Passscheiben zwischen Vorgelegebock D11 und Riemenrad D09 beilegt oder entfernt.

16. Danach kann das Heckrohr gespannt werden. Die Spannung des Riemens sollte ohne montierten Stoßdämpfer/Gummiband so eingestellt werden, dass er gerade so stramm wie nötig, aber so locker wie möglich eingestellt ist. Beachten Sie, dass eine zu hohe Riemenspannung die Anpresskräfte an die vordere untere und die hintere linke Bordscheibe vergrößert und somit die Reibung, bzw. Reibungswärme erhöht, was erhöhten Riemenverschleiß bewirken kann und auch die Flugzeit reduziert. Für die Öldruckdämpferversion wird der Dämpfer mit einer Schraube M3x8 D197 auf den Umlenkhebel geschraubt und am Chassis mit einer Distanzbuchse D35, einer Schraube M3x25 D331 und einer Mutter M3 008s befestigt. Für die

Gummibandversion wird eine Buchse 593 in dem Loch 24mm hinter dem Durchbruch für den Riemendämpfer im Chassis mit einer Schraube M3x8 D197 befestigt. In diese und in die Ausformung des Hebels wird der Gummiring D262 eingesetzt. Durch Variieren der Anzahl der Gummiringe bzw. deren Breite kann die Dämpfung bei Bedarf angepasst werden. Beachten Sie bitte, dass der Riemenspanner primär der Schwingungsdämpfung des Zahnriemens dient und nicht dessen Vorspannung. Dies geschieht durch Längenänderung des Heckauslegers.

#### **Beutel 5: Unterchassis (Baustufe 17-19)**

16. Das Unterchassis (Beutel 5) besteht aus der linken Seitenplatte D480 und der rechten Seitenplatte D480a, der Reglerplatte D42 und diversen Verbindungselementen. Wir beginnen mit dem Aufziehen des Silikonschlauches 8x1 D423 [bei evtl. Schienenbefestigung weglassen!] auf die vier Verbinderrollen D439. Dazu schneiden wir 4 Stücke mit einem Cuttermesser passend und schieben sie am besten unter warmem Wasser auf die Rollen auf. Beachten Sie bei der Montage, dass die vorderen beiden Rollen D439 mit den Querlöchern in vertikaler Position ausgerichtet werden. Die Silikonschläuche über den Querlöchern bei diesen beiden mit einem spitzen Gegenstand durchstoßen. Dann die vier Rollen im Oberchassis positionieren. Nun werden 8 Schrauben M3x16 D329 mit 8 O-Ring-Köchern D57 [bei evtl. Schienenmontage 8 Schrauben M3x10 D328] versehen und von außen durch das Unterchassis in die Bohrungen des Oberchassis und die dahinterliegenden Rollen geschraubt (kein Loctite bei Kunststoffverbindungen wie hier verwenden, ebenso keinen Akkuschrauber!). Am besten kann man die Rollen verschrauben, indem man die Schrauben mit zwei Sechskantschlüsseln von beiden Seiten gleichzeitig in eine Rolle dreht. Achten Sie darauf, dass Sie auch wirklich die linke Unterplatte links und die rechte rechts anschrauben (Ausschnitt hinten links beachten). Die Schrauben der beiden vorderen Rollen zieht man erst fest, nachdem man die Reglerplatte D42 mit vier Senkschrauben M3x10 D26 auf die Rollen geschraubt hat.

17. Nun werden die vier Kufenbügelhalter D441 mit 6 Schrauben M3x8 D197 angeschraubt. In die hintersten Löcher kommen noch lose 2 Schrauben M3x14 D198. Hier werden später die Heckstreben angeschraubt. Abschließend werden die Chassisplatten ganz vorne und ganz hinten mit 4 Schrauben M3x8 D197 und 4 Stoppmuttern 008s verbunden.

18. Die vorderen 2 Kabinenhalter D470a werden mit 2 Linsenschrauben M3x10 989 mit Loctite eingeschraubt.

#### **Beutel 6: Motormontage (Baustufe 20)**

19. Zur Motormontage (Beutel 6) wird zuerst der Motorträger D36 oder D36a (mit Kugellager) mit dem Motor verschraubt. Je nach Motortyp sind hierfür vier Linsenschrauben M4x6 D115 oder M4x8 D104 oder 4 Schrauben M3x8 D197 erforderlich. Sollte ab Werk keine Fläche angeschliffen sein, dann bitte unbedingt die Motorwelle mit einer Fläche versehen (ca. 0,5 mm tief), auf die dann eine der 2 Madenschrauben M4x5 035 des Ritzels D37 drückt. Der Motor wird nun mit vier Schrauben M3x8 D197 und U-Scheiben M3 002 in das Chassis geschraubt, wobei beim Hin- und Herbewegen des Kunststoffrades ein leichtes, aber sicher spürbares Spiel vorhanden sein muss.

Wenn man über den Motorträger peilt, sollte zwischen Ritzel und diesem ca. 0.5 bis 1mm Abstand vorhanden sein.

#### **Beutel 7: Kufenlandegestell (Baustufe 21-22)**

20. Nun folgt die Montage des Kufenlandegestells (Beutel 7). Die beiden Kufenbügel D56 werden von unten mit 4 Linsenschrauben M4x10 D107 unter Zwischenlage der CfK-Verstärkungen D442 an das Chassis geschraubt. Darauf achten, dass die Rundungen der CfK-Verstärkungen richtig angebaut werden, um den Kufenbügel bei Belastung keiner scharfen Kante auszusetzen. Bitte auch darauf achten, dass der hintere Kufenbügel ca. 8mm höher ist als der vordere. Außerdem ist die Vorderkante der Bügel plan, während die Hinterkante zu den Enden hin leicht abgeschrägt ist. Die Kufenplatten D492 werden dann mit 4 Schrauben M3x8 D197 und 4 Muttern 008s an die Kufenbügel geschraubt. Anschließend wird das Seitenleitwerk D48 mit 2 Schrauben M3x8 D197 an den Umlenkhebelhalter D44 montiert.

#### **Beutel 8: Steuerung und Taumelscheibe (Baustufe 23-27)**

21. Nun folgt der Einbau der Steuerung (Beutel 8). Die Rollservos werden mit den Kabeln durch den unteren Rotorwellenlagerbock gefädelt und münden in den langen Schlitz zwischen den beiden U-Profilen. Jedes Rollservo wird mit 4 Schrauben M3x12 D119 und 4 U-Scheiben M3 002 verschraubt.

22 Das Nickservo wird mit 2 Distanzböcken D420 und 4 Schrauben M3x12 D119, 4 U-Scheiben M3 002 und 4 Stopfmuttern M3 008s an der rechten oberen Chassisplatte D402 mit 4 Schrauben M3x6 verschraubt. Bitte unbedingt darauf achten, dass die servoseitigen Schrauben mit der Dicke der Servotüllen harmoniert. Bei dünneren Tüllen entsprechend kürzere Schrauben M3x10 D328 oder M3x8 D197 verwenden. Diese liegen alternativ bei. Wichtig ist, dass die Schrauben von der anderen Seite genug Luft haben.

Das Kabel wird dann am besten mithilfe eines kleinen Maulschlüssels und eines langen Schraubendrehers um die Ecke gedrückt, so dass es durch denselben Schlitz wie die Rollservos wieder herauskommt. Die drei Servokabel werden dann in Höhe des vertikalen U-Profils, möglichst weit in Flugrichtung links positioniert, mit einem Kabelbinder abgefangen, dessen Ende nicht wie üblich kurz, sondern mit ca. 2 cm Länge abgeschnitten wird, so dass die Kabel nicht nach vorne rutschen können.

23 Die Montage des Heckrotorservos ist etwas ungewöhnlich. Zuerst werden die zwei L-förmigen Servoträger D23 mit 4 Schrauben M3x12 D119 und 4 U-Scheiben M3 002 an die Gummitüllen geschraubt. Bei Verwendung von Servos mit 2,5 mm Tüllenhülsen diese Hülsen bitte einfach weglassen. Nun werden die zwei Gewindeblöcke D23a von innen mit zwei Schrauben M3x8 D197 in das Chassis geschraubt und zwar der in Flugrichtung gesehen vordere vertikal und der hintere horizontal. Zur Montage wird das Heckservo beginnend mit dem Kabelausgang in den Ausschnitt gekippt und mit zwei Schrauben M3x16 D329 und viel Loctite verschraubt. Darauf achten, dass die Servoböcke D23 möglichst vertikal festgeschraubt werden. Dazu müssen evtl. die äußeren Ecken in den Chassisplatten leicht nachgefeilt werden. Das Heckrotorservo kann auch immer als "Wartungsklappe" verwendet werden, um z.B. Kabel in dem dahinterliegenden Bereich einfach zu verstauen. Dazu baut man es erst ganz zum Schluss ein, nachdem alle anderen elektrischen Komponenten eingebaut sind.

24. Als nächstes werden die Verbindungen zwischen den Servos und der Taumelscheibe erstellt. Dazu schiebt man auf die Rotorwelle den schwarzen Einstellring D121 und schiebt die Taumelscheibe D50 auf die Rotorwelle D414. Sechs Kugelgelenke D72 werden nun unter Zuhilfenahme des gefrästen Maulschlüssels D73 und des ebenfalls enthaltenen 4" Rollgabelschlüssels D120 auf drei Gewindestangen D54 geschraubt. Die Länge der fertigen Gestänge variiert je nach verwendetem Servotyp. Bei Futaba BLS 451/471 ist die Länge der Rollservogestänge ca. 102,5mm, gemessen über alles bei abgefeilten Einspritznasen an den Kugelköpfen. Das Nickservogestänge ist 101 mm lang. Die Servoarme werden mit 2,7mm Löchern versehen, hierbei ganz langsam bohren. An den 3mm dicken Futaba T-Armen (die von zwei ihrer Arme beraubt werden), wird das äußere Loch verwendet, das einen Hebelarm von ca. 18.5mm hat.

Nun werden die Kugelgelenke mit 3 Linsenschrauben M3x16 D494 und U-Scheiben M3 002 von innen an die Servoarme geschraubt. Durch die Vorbohrung von 2.7mm schneidet sich das Schraubengewinde selbsttätig in den Servoarm. Auf der Rückseite jedes Arms wird mit je einer U-Scheibe M3 002 und einer Stopfmutter M3 008s gesichert. Achtung: Beim Nickservogestänge wird das Kugelgelenk auf die andere Seite geschraubt.

27. Die so vorbereiteten Gestängeeinheiten werden auf die Servovielzähne gedrückt. Die Verschraubung mit diesen erfolgt erst später, da erst die Neutrallage des Flybarless-Systems bei abgenommenen Servoarmen gefunden werden muss. Nun werden die Rollservogestänge mit 2 Linsenschrauben M3x18 D104 und 2 Distanzkonen D58 an die Arme des TS-Außenringes provisorisch ohne Loctite geschraubt. Das hintere Nickgestänge wird mit einer Schraube M3x30 D331, der TS-Führungshülse (Messing) D55 versehen und von der anderen Seite wie bei den Rollservos eine Konushülse D58 aufgesteckt und an den hinteren TS-Arm provisorisch geschraubt. Nun wird bei quasi senkrechten Gestängen die richtige Gestängelänge überprüft (Servoarme horizontal) und ggf. nachjustiert.

Ist alles in Ordnung, werden nun alle drei Gestänge wieder heraus geschraubt, auf die Messinghülse D55 des Nickgestänges die Führungskulisse D33 gesteckt und jeweils beide Gewindepartner mit reichlich Loctite 243 versehen und wieder fest angeschraubt.

Abschließend wird die TS-Führungskulisse mit 2 Distanzröllchen D32 und 2 Schrauben M3x25 D336 mit ebenso reichlich Loctite verschraubt. Nun den Auflagering entfernen und die Leichtgängigkeit des Ms-Röhrchens in der Kulisse überprüfen. Dazu ggf. den Servoarm aushängen. Läuft das Röhrchen nach unten schwerer, müssen die beiden Schrauben der TS-Kulisse weniger fest angezogen werden. Ein ganz leichtes Spiel sollte noch vorhanden sein, um eine leichtgängige Steuerung zu gewährleisten.

#### **Beutel 9: Rotorkopf (Baustufe 28-31)**

28. Zuerst werden die beiden O-Ring-Buchsen 586 mit je zwei O-Ringen 591 versehen und ganz leicht(!) gefettet in die Köcher der Rotornabe D52 gedrückt. Die Blattlagerwelle 521 wird eingeschoben und etwa mittig platziert. Der Rotorkopfdeckel 580 wird mit 4 Linsenschrauben M3x6 D199 montiert. Von jeder Seite werden nacheinander je eine Passscheibe 047, ein Kugellager 071, eine Blattgriffhaltebuchse 509, ein Drucklager B8 100, eine Passscheibe 8x14x0,2 011 und wieder ein Kugellager 071 aufgeschoben. Bitte bei der Montage der Drucklager unbedingt darauf achten, dass die Scheibe mit dem größeren Innendurchmesser (8.2mm) nach innen kommt und diejenige, die eng auf

der Welle sitzt (8.0mm, blau markiert), nach außen. Wer keine Schieblehre besitzt, kann das leicht dadurch feststellen, dass er probeweise beide Scheiben auf die Welle schiebt. Die Scheibe, die man stärker auf der Welle kippen kann, kommt nach innen. An jedes Ende kommen nun je zwei Passscheiben 5x10x1 052 und eine Blattlagerwellenschraube M5x12 034. Die innere, lose auf der Welle sitzende Scheibe des Drucklagers, sowie der nach außen offene Käfig werden mit etwas Fett versehen. Die Einheit wird nun mit zwei 4mm-Sechskantschlüsseln mit Quergriff mit etwa 8-10Nm angezogen. Bitte nicht mit Gewalt anziehen, da diese Vorspannkraft von der Belastbarkeit der Schraube abgeht. Nach dem Festziehen wird die Blattlagerwelle mit den Schlüssen noch etwa eine Umdrehung gedreht, um eventuelle Spannungen auszugleichen. Dann wird die Einheit von Fett befreit und jede Lagerseite über den Tisch gerollt, damit alle Komponenten konzentrisch sitzen. Dies erleichtert das Aufschieben der Blattgriffe 538. Kontrollieren Sie doch zuvor die Axialvorspannung der Blattlagerwelleneinheit. Zur Einstellung dieses Spieles liegen zusätzliche Passscheiben bei. Grundregel: Die Vorspannung muss so hoch sein, dass die Axialkugellager gerade noch nicht beim Drehen zu knacken beginnen. Hierzu werden erst außen auf die 0.2mm Scheibe 011 zusätzlich 0.1mm 046 und 0.2mm Scheiben 011 hinzugefügt. Die M5-Schrauben 034 werden nun vorsichtig angezogen und die Axiallager 100 dabei etwas gedreht. Sollten die Lager schon vor dem Anschlagen der Schrauben knacken, dann innehalten, 1/10 mm auf jeder Seite entfernen und neu verschrauben. Dieser Vorgang ist solange zu wiederholen, bis einerseits die Schrauben festsitzen und die Lager andererseits gerade nicht mehr knacken. Eine wie beschrieben durchgeführte axiale Vorspannung verhindert, dass die O-Ringe 591 unter der Last harten 3D-Fliegens herausgedrückt werden können. Für enges 3D-Fliegen empfehlen sich zusätzlich die harten O-Ringe 592.

29. Schieben Sie nun die Blattgriffe auf und positionieren Sie diese über den Schraubenlöchern. Sollte das etwas schwer gehen, können Sie die Blattgriffe mit etwas Wärme (Fön, Ofen) leichter aufschieben. Dann werden die Blattverstellarme D53 mit je einer Schraube M3x8 D197 und einer Schraube M3x14 D198 angeschraubt (noch nicht festziehen). In die freien Löcher der Blattgriffe kommen je zwei Schrauben M3x6 D199. Dann werden die Blattgriffe mit Kraft nach außen gezogen und der Spalt zu den Buchsen 586 auf Symmetrie kontrolliert. Ist alles gleichmäßig, dann werden alle Schrauben festgezogen. Abschließend wird der Rotorkopf auf Leichtgängigkeit und vor allem auf gleichmäßige Gängigkeit kontrolliert. Die zwei Schleppebel D65 werden mit zwei Linsenschrauben M3x10 989 und innen zwei Passscheiben 3x6x0.3 D110 an die Rotornabe geschraubt. Die andere Seite der Schleppebel wird mit zwei Hülsen 593, zwei Linsenschrauben M3x12 982, zwei Kugelgelenken 385 und zwei Kreuzschlitzschrauben M2.5x12 507 verschraubt. Die Hebel auf leichtgängige Funktion kontrollieren, bei Schwergängigkeit leicht daran rütteln, bis sich das betroffene Kugellager gesetzt hat. Nun werden zwei Kugelbolzen M3x4 076 gegenüberliegend in den Innenring der Taumelscheibe vorsichtig eingeschraubt (nicht übertrieben festziehen!). Dann wird die 10-mm-Bohrung der Rotornabe mit etwas Öl versehen, ebenso das Rotorwellenende und der Rotorkopf ohne zu Drehen aufgeschoben und mit einer Rotorkopfschraube M4x26 Spezial D78 und Stopfmutter M4 009 festgeschraubt. Sollte die Schraube nicht passen, bitte den Rotorkopf um 180° verdreht auf die Rotorwelle schieben. Dann werden die Kugelgelenke der Schleppebel auf die Kugeln geklipst, die restliche noch lesbare Beschriftung nach außen. Zwei Blattalterschrauben 090 werden mit zwei Stopfmuttern M4 009 lose in die Blattgriffe geschraubt.

29. Die Rotorkopfgestänge werden aus 4 Kugelgelenken D72, 2 Rechts-Links-Gestängen 199b sowie 4 Linsenschrauben M3x12 D102 angefertigt. Die Länge beträgt über alles ca. 62mm. Darauf achten, dass das Linksgewinde oben zum Griff montiert wird, dann bedeutet später ein Rechtsdrehen des Gestänges auch weniger Anstellwinkel am Rotorblatt.

30. Dann wird die 10-mm-Bohrung der Rotornabe mit etwas Öl versehen, ebenso das Rotorwellenende und der Rotorkopf ohne zu Drehen aufgeschoben und mit einer Rotorkopfschraube M4x26 Spezial D78 und Stopfmutter M4 009 festgeschraubt. Sollte die Schraube nicht passen, bitte den Rotorkopf um 180° verdreht auf die Rotorwelle schieben. Dann werden die Kugelgelenke der Schleppebel auf die Kugeln geklipst, die restliche noch lesbare Beschriftung nach außen. Zwei Blatthalterschrauben 090 werden mit zwei Stopfmutter M4 009 lose in die Blattgriffe geschraubt.

### **Beutel 10: Heckrotor und Ansteuerung (Baustufe 31-32)**

31. Nun wird der Heckrotor (Beutel 10) montiert. Dazu werden auf die Heckrotornabe D255 nacheinander die Konushülse D256 (Fase nach innen zeigend!), ein Kugellager 942, ein Haltering 980, eine Passscheibe 054, ein Kugellager 942, wiederum eine Passscheibe 054 und ein Drucklager 5x10x4 112 aufgeschoben. Bitte beachten, dass die Scheibe des Drucklagers mit dem größeren Innendurchmesser, die also deutlich mehr auf der Nabe wackelt, nach innen kommt und die Scheibe, die eng auf dem Nabenende sitzt und blau markiert ist, nach außen. Fixiert wird diese Einheit mit einer U-Scheibe 3x9 004 und einer Linsenschraube M3x8 024. Beide Seiten nach dem Anziehen auf Leichtgängigkeit überprüfen, ein leichtes Axialspiel von ca. 0,1mm ist empfehlenswert, um eine unnötige Vorspannung der Drucklager zu vermeiden. Nun werden die Blattgriffe 951 aufgeschoben und mit vier Schrauben M2,5x5 492 und vier untergelegten Scheiben 988 verschraubt. Die Schrauben dann vorsichtig anziehen und die Blattgriffe dabei nach außen ziehen.

Die Kugelbolzen 078 werden an die Blattgriffarme geschraubt. Dann werden die Kugelgelenke 385 auf den vormontierten Schieber 1475 geschraubt. Die Kugelgelenke werden noch außerhalb der Heckrotorwelle D245 auf den Heckrotor geklipst und auf Leichtgängigkeit überprüft. Sollte ein Kugelgelenk spürbar schwerer als das andere gehen, kann man mit einer stumpfen Zange ganz vorsichtig auf das schwerere Kugelgelenk 385 drücken, sodass es sich etwas dehnt.

32. Nun Schieber 1475 und Heckrotor auf die Welle aufschieben. Der Schieber muss sich ganz leichtgängig auf der Welle verschieben lassen. Lässt sich der Heckrotor von der einen Seite schwer auf die Welle schieben, dann diesen von der anderen Seite aufschieben. Abgeschlossen wird der Arbeitsgang durch die Madenschraube M4x5 035, die in die Nabe D255 geschraubt wird und auf die Fläche auf der Heckrotorwelle D245 drücken soll.

Schrauben Sie die Heckrotorblätter mithilfe der 2 Schrauben M3x25 D336, 4 Propellermomentgewichten 952 und 2 Stopfmutter M3 008s an die Blattgriffe an. Montieren Sie nun den Umlenkhebel D49. Dazu wird ein Kugelbolzen D116 vorsichtig in das lange Ende des Umlenkhebels gedreht (Lagersitzseite beachten). Dann wird mit der abgedrehten Linsenschraube 092 der Kugelköcher D288 auf den Umlenkhebel geschraubt und mit einer Mutter M3 D547 gekontert. Dieser Hebel wird nun mit einer Schraube M3x16 D329 und einer über dem Hebel liegenden Passscheibe 455 von unten auf den Umlenkhebelhalter D44 geschraubt.

Dabei die Kugel des Schiebers 1475 in den Köcher D288 stecken. Abschließend die ganze Einheit auf Leichtgängigkeit überprüfen. Der Schieber sollte regelmäßig einen Tropfen Öl auf die Heckrotorwelle bekommen. Zuvor sollte aber immer erst der schwarze Abrieb mit einem Lappen von der Welle entfernt werden.

### **Beutel 11: Komplettierung (Baustufe 33-38)**

33. Die Schubstangenführungen D59, D60, D66 werden laut Bilderfolge angebracht. Das Werkzeug wird aus einer einfachen Büroklammer zurecht gebogen.

Beim ersten Mal ist die Hilfe einer zweiten Person empfehlenswert. Nachdem man diesen Arbeitsgang aber einige Male gemacht hat, fällt er ganz einfach. Alternativ kann man die Führungen auch schon aufschieben, bevor das Heckrotorgehäuse montiert wird. Die elastische Aufhängung dämpft eventuelle Schwingungen des Hecksteuergestänges hervorragend.

Die Aufhängungen sollten so platziert werden, dass die freien Strecken des Hecksteuergestänges etwas gleich lang sind.

34. Es wird nun eine etwa daumennagelgroße Portion Uhu-Plus 1:1 angemischt (gut durchrühren!) und die 4 Augenhülsen 316 auf die 2 Heckstreben D75 geklebt.

Die Streben werden hinten mit einer Schraube M3x40 D93 und Stopfmutter 008 mit der Strebenschelle D76 lose verschraubt. Dann werden die vorderen Augen mit den Beilagscheiben D79 und Schrauben M3x14 D84 angeschraubt. Abschließend wird die Schelle gerade ausgerichtet und die Schraube M3x40 festgezogen.

35. Die Verklebung der CfK-Gestänge erfolgt mit Uhu-Plus-Endfest. Dazu werden die Gewindeenden 087 in die Heckschubstange 350 geklebt. Zuerst wird ein Gewindeende auf der Sägeseite mit Harz versehen, ebenso kommt etwas ins Rohr. Das Gewinde wird dann eingeschoben, wobei ca. 7-8 mm draußen bleiben.

Mit einem Haarfön kann man in ca. 5 Minuten die Klebung aushärten, dabei das Gestänge langsam drehen. Nach dem Abkühlen dreht man ein Kugelgelenk 041 auf und klippst es vorne auf den Servoarm. Diesen richtet man rechtwinklig aus und stellt den Heckrotor auf 0° Einstellwinkel. Dann kann man mit einem Filzstift einen Strich am Ende eines vorher auf den Umlenkhebel aufgeklippten Kugelgelenkes 041 machen, dann mit einem Dremel/Proxxon abtrennen und das zweite Ende ebenso mit Gewindestange und Kugelgelenk versehen. Bitte beachten, dass das hintere Kugelgelenk bündig an das Carbongestänge aufgeschraubt wird. Das vordere Gewinde darf etwas heraus schauen, hinten ist ein sichtbares Gewinde unbedingt zu vermeiden.

Auf das Ruderhorn des Heckrotorservos, hier ein Futaba-4-fach-Kreuz im äußersten Loch, werden nach Aufbohren des Loches auf 1.8mm eine Schraube M2x10 099, eine Kugel D118 und eine U-Scheibe M2 001 eingeschraubt. von der Rückseite wird mit einer U-Scheibe M2 001 und einer Stopfmutter M2 007 gekontert.

Der Arm wird rechtwinklig auf dem Servo ausgerichtet, aber ebenfalls noch nicht mit dem Vielzahn verschraubt. Es wird nun eine etwa daumennagelgroße Portion Uhu-Plus 1:1 angemischt (gut durchrühren!) und die 4 Augenhülsen 316 auf die 2 Heckstreben D75 geklebt.

36. Die Goldkontakt-Stecker werden in üblicher Weise angelötet (Buchsen an der stromgebenden Seite) und isoliert. Für den Motor genügen 4mm-Stecker, am Akku sollte man 5,5mm Stecker verwenden, um die Kontaktverluste so gering wie möglich zu halten.

Der Regler wird mit zwei Kabelbindern auf der Reglerplatte befestigt. Die Kabel können beispielsweise geführt werden wie auf den Bildern. Bei der Befestigung von stromführenden Kabeln an den Chassisplatten bitte immer daran denken, dass CfK elektrisch leitend ist und es im Extremfall durch Scheuerwirkung zu Kurzschlüssen kommen kann.

Bei der Gummiring-Befestigung V1 wird der Akku auf der Akkuplatte 292 befestigt und zur Montage in das Chassis geschoben. Dann werden die unter dem Akku platzierten Gummiringe einfach hochgezogen. Diese Methode ist einfach, leicht und universell. Die Balancer-Kabel am Akku sind stets mit äußerster Sorgfalt zu schützen (z.B. Wrap-Schläuche), damit sie an den Chassiskanten nicht beschädigt werden können, was zu Kurzschlüssen führen kann.

37. Bei der Schienenbefestigung V2 werden die Schienen D455 mit den Löchern mehr zur Unterkante montiert, so dass darüber ein schmaler Schlitz entsteht. Bitte darauf achten, dass die Schienen mit den angeschrägten Enden nach vorne montiert werden. Damit genug Platz für das Befestigungsmaterial zur Fixierung des Akkus auf der Akkuplatte D455 vorhanden ist, müssen die Silikonschläuche von den Abstandhaltern D439 wieder entfernt werden. Die Führung muss sehr genau laufen, es ist eine Toleranz von 0.1-0.2mm angestrebt werden. Eventuelle Schwergängigkeit in Querrichtung können entweder durch leichtes Überschleifen der Kanten der Akkutträgerplatte oder durch Beilegen von dünnen Passscheiben zwischen oberer und unterer Chassisplatte ausgeglichen werden.

Bevor auf die Akkutträgerplatte D455 das Auge D456 aufgeschraubt wird, muss die beste Position des Akkus ermittelt werden, dass der Schwerpunkt neutral unter der Rotorwelle liegt. Bitte beachten, dass für einen größeren Einstellbereich an beiden Enden der Akkutträgerplatte Bohrungen zur Verfügung stehen. Nun wird das Auge D456 aufgeschraubt und mit zwei Senkschrauben M3x8 D95 verschraubt. Zur Befestigung des Akkus eignet sich transparentes PP-Packband genauso wie Fahrradschlauch, wie er in Mountainbikes verwendet wird, ausgezeichnet. Er dämpft, ist rutschsicher und sehr elastisch. Der Akku wird schließlich mit dem Verriegelungsbolzen D157 arretiert.

38. Dargestellt ist Einstellung eines Rotorblattes mittels einer elektronischen Einstellehre. Bitte der der Lehre beigefügten Anleitung folgen.

Der Strömungsabriss an einem symmetrischen Rotorblatt liegt bei 27°. Man sollte also anstreben, in der Summe von kollektivem und zyklischen Pitch unter diesem Wert zu bleiben. Gleiches gilt auch für den Heckrotor! Für hartes 3D-Fliegen kann man beispielsweise den kollektiven Pitch auf 12° einstellen und den zyklischen dann auf 14°. Beim Speedfliegen werden diese Werte dann beispielsweise auf 16° kollektiv und 8° zyklisch reduziert. Die genannten Werte sind Maximalwerte. Bitte halten Sie sich daher für die Grundeinstellung aber stets an die Empfehlungen des Herstellers des FBL-Systems.

## Manual (Printable version):

Introduction: For the assembly of the Diabolo you need a set of good hex drivers in the size 1,5-4mm and additionally an open wrench of 5.5mm, f.e.#707, nut wrenches in 4,5.5,7 and 8mm (we recommend the torque driver #1720 and the tips #1721-1724). Also you need Loctite 243. It is recommended to mount the frame screws until step 6 (both carbon frames, mainshaft unit, first stage shaft unit, belt) still loose, then press them on a flat table and tighten the screws adding Loctite on each screw. Then all additional parts between the frames will be added. With this method you reach a high grade of symmetry of the frame.

Use always on all not with lock nut secured screws Loctite 243. These screws are marked in the graphics with an „L“.

### **Bag 1: Main shaft unit (Step 1-4)**

1. We start with the mainrotor shaft unit 1 (bag 1). For this we prepare the upper side frames D401 and D402. It is recommended to slightly sand down all carbon frame edges with fine sandpaper (ca. 240 grain) or a small rasp (preferably of high quality and unused), so that no wire or rubber ring can be damaged on their sharp edges. Also the cable slot in plate D427 should be removed carefully from all sharp edges. This step is not entirely necessary, but increases, at least theoretically, operational safety. If you work with sandpaper take care that you do not damage the nice carbon surface with scratches. Work slowly and careful. Then the front lower corner of the long, rectangular aileron servo cutout should be slightly worked over with a rasp, so that this corner is square. This is necessary for correct perpendicular installation of the main rotor shaft.

2. The initial assembling of the Diabolo is done on the side frame upper right D402 and finally the upper left side frame D401 will be attached. The best tactic is to mount the screws first a little bit loose and after adding the left frame while pressing the whole unit on a flat table, then tighten some screws provisorically and tighten each screw finally under add of Loctite 243 and mark a "ready" screw with a felt pencil. The lower ball bearing block main shaft D16 and the main bearing bracket D17 are attached to the side frame upper right D02 with five hex screws M3x8 D197. Additionally pay careful attention to the fact, that the ball bearings, of these two bearing blocks, are flanged ball bearings. The side of the flange with the larger diameter has always to be on the inside, i.e. the flanges of the bearings of the main bearing block have to be positioned below and those of the lower main rotor shaft bearing blocks (and later of the lower gearing rack) at the top. Please therefore pay attention to the correct positioning of the brackets in the following assembly pictures. Insert the main rotor shaft D414 into the bearing blocks and check that he shaft runs parallel to the front edge of the aileron servo cutout. If this is not the case, the above described cutout corner has to be filed out some more.

3. As the next step the hub main shaft D12 has to be bolted together with the main gearwheel D13 by using 6 hex screws M3x8 D197 and 6 washers M3 002. It is essential that the side with the short collar (diameter 26mm) is pushed into the gear wheel while the bolt threads are aligned. Fasten the screws in star fashion to avoid tension. Take attention that the side of the wheel with the "X" is showing to the flange.

4. Hint: First assemble the blocks on the right frame as shown but do not tighten the screws yet and wait for assembling the left frame. Then add on each screw Loctite and tighten them piece after piece while pressing the assembled mechanic on a flat table with mainshaft vertical to get a perfect rectangularity.

The assembled unit will now be inserted, with the distance bush D15, between the main rotor shaft blocks. The tightness should be such, that when holding it sideways nothing falls out, but no tighter. If it is too loose, please add a shim washer 10x16x0.1 048 or 0.2 033 between the hub and spacer. Then insert main rotor shaft D14 from top and fix to main gear hub jesus bolt D77

(M4x20) and the M4 lock nut 009. Finally check, if the unit turns smoothly and without binding the brackets.

### **Bag 2: First stage shaft unit (Step 5-7)**

Hint: Please look after removal of the freewheel hub out of the bag for absolutely clean conditions (to eliminate the risk of function failures of the freewheel bearing).

5. Next is the construction of the first Stage gearing assembly (bag 2). The one-way hub D06 is screwed onto the First Stage gear wheel D07 with x6 hex bolts M3x8 D197 and x6 M3 washers 002. The short hub of the one-way casing goes into the gear. Just as with the main gear wheel the bolts should also be tightened up in star-fashion. The lower endplate disc D09b (bevel angled inwards!) is attached to the belt wheel D09 using x3 hex lens-head screws M3x6 D99. Now the first stage gear train is assembled. Starting with the assembled one-way unit, the distance bush D211 is pushed onto the main shaft. Please do not lubricate the one-way bearing with a lubricant of unknown suitability, but leave with the original grease filling.

6. On the in the pic lower end of the shaft first stage the distance bush D211, the support block D10 (look for correct position of the bearing) and the pinion D4 is placed together with two set screws M4x4 573, lightly fastened for the time being, this means the pinion sits nice and loose on the machined shaft flats. From upside the shim washer for the front belt wheel D08 and the belt wheel itself D09 is pushed on with the pulley hub side (containing two set screws M4x5 035) pointing upwards. Here also the pulley is positioned on the machined shaft flats under a set screw 573 to make a snug fit.

7. The preassembled first stage unit is pushed into the front ball bearing of the main bearing plate D17 and the end of the shaft is aligned flush with the upper edge of the ball bearing. The first stage gear should sit midway in the frame gear cut-out.

The toothed tail drive belt 713 is mounted onto the pulley wheel followed by two shim washers, 8x14x0.5 047 and 8x14x0.2 011 and finally the First Stage lower bearing block D11 and the support block D10 (both with the ball bearing flange pointing upwards). The lower bearing block and the support block are fixed with four hex bolts M3x8 D197. After that all the set screws of the gearing assembly are tightened so that no end-float occurs but the unit turns nice and smoothly.

### **Bag 3: Tail boom unit (Step 8-11)**

8. Hint: You can also mount the tail boom unit later. Then continue now with on page 12.

Now follows the assembly of the tail boom unit (bag 3). For this the tail boom D21 is inserted into the two tail boom holders D22 together with x2 hex bolts M3x40 D339 and M3 washers 3x6x1 051. For a good static-grounding connection, the anodised finish at the front of the boom should be removed over a small area to ensure a good electrical connection. To pull the belt through the boom, use a long bent wire, inserted into the boom from the rear end and pulling the loop of the belt to the back, with the boom in position in the chassis. Make that the groove cut-outs in the rear part of the tail boom are lying horizontal. Ensure the correct orientation of the belt - if it points straight to the rear, lying horizontal, you will have to turn it by 90° to the right (looking from the rear). Then the tail boom supports are attached to the chassis with x4 hex bolts M3x8 D197. Finally the tail support clamp D76 must be move on the boom.

9. Now the tail gear unit is prepared. First the tail pulley wheel D248 is fitted on both sides with endplate discs (bevels angled inwards!) using x3 hex lens-head screws M2.5x6 D138. Pay attention again, that only one bolt is inserted into each thread hole, alternating thread holes from each side.

Push the tail fin holder D44, from the front, onto the tail rotor housing D246 so that it is positioned as shown in the picture. For acoustic dampening of possible belt contacts with the inner boom surface the black rolled cardboard should be inserted into the boom and locked with some drops of 5 minutes resin. Note that the rear end of the cardboard should have 5mm distance to the slots in the boom.

10. The two threads in the boom locking shoes D43a and also the two hex bolts M3x10 D328 are coated generously with Loctite. After full insertion of the bolts you will have to loosen these up again by 2 revolutions to allow the tail boom to seat fully in its housing (maybe make a mark before inserting shoes to check full insertion point). Finally tighten the two bolts while preventing the boom locking shoes from becoming crooked using for example a screw driver inserted from behind. Now place the tail shaft belt wheel D124 in the belt 713 and add the bush belt wheel spacer D250 on the flangeless side of the belt wheel with the bearing ledge pointing outwards. Now insert everything in the housing D246. A slight endplay is more beneficial than bearings running under tension. It should be less than 0.1mm though, otherwise add a shim washer 6x12x0.1 045.

11. The tail rotor shaft D245 is pushed through two bearings D247, installed in the housing D246 and the belt wheel D248 and fixed with a set screw M4x4 573, which reaches from the belt wheel into the rotor shaft. Please ensure the set screw is sitting on the shaft flat.

#### **Bag 4: Frame completion (Step 12-16)**

12. The completion of the gear assembly is continued with the mounting parts (bag 4). The upper right roll servo holder D18 is attached with two hex bolts M3x8 D197. The front x-shaped cross stiffener D26 is fixed with two hex bolts M3x8 D197. The vertical U-profile D428 is positioned in the frame as well as the horizontal stiffener frame D427. Optional (no must) the horizontal stiffener has x3 spacers D29 attached with x3 hex bolts M3x6 D196. The rear canopy holder D63 is attached on the frame with one hex bolt M3x8 D197. The canopy holder can be turned from the outside using cotter pin 060 whilst holding the M3 bolt with an Allen key from the inside (picture further below).

13. We continue assembling the belt damper. First three ball bearings 3x13x5 D68 are screwed onto the fixed roller block D19 with a hex bolt M3x22 D332. Don't forget washer 3x6x1 051 between the roller block and the ball bearing! Should the ball bearings turn stiffly after tightening, remove them and turn one bearing over. Alternatively you can add a washer 3x6x0.1 475 (bag 11) between the bearings. After that each bearing should be turning easily. Now also two bearings 3x13x15 D68 are screwed onto the 8mm wide arm of the bell crank with a hex bolt M3x16 D329 and a washer 3x6x1 051. Please check the correct orientation.

14. The tensioner unit is now screwed to carrier D24 with a hex bolt M3x16 D329 and a washer 3x6x1 051. Finally this assembly as well as the fixed roller crank are screwed into the appropriate positions of the chassis using x4 hex bolts M3x8 D197.

15. To complete upper frame assembly the upper roll servo holder D18 is screwed onto the left upper frame D401 with two hex bolts M3x8 D197. The left frame is then fixed onto the right frame assembly with x18 hex bolts M3x8 D197 (don't forget Loctite 243), one hex bolt M3x10 D328 into the rear canopy holder D63 and x3 M3 locknuts 008. The tail belt must not be tightened yet at this point. Turn all screws until stop point and then back off ¼ turn. Check the height of the shaft plastic wheel in the frame cut-out and adjust if necessary by adding or removing shim washers between bearing block D11 and belt wheel D09. Once happy tighten up all bolts and locknuts as appropriate!

16. After this the tail boom can be adjusted. As basic rule adjust the belt (without mounted shock absorber) as tightened as necessary and as loose as possible. So the forces that are pressing the belt against the lower front shim and the rear left shim are much lower than with a too tightened belt. Also the friction force here, that can damage the belt is very low and the

lifetime of the belt is higher. The shock absorber D34 is now attached to bell crank D25 with a hex bolt M3x10 D328 and to the frame with a distance bush D35 as well as a hex bolt M3x18 D331 and a M3 locknut 008. Which frame fixing hole you use depends on the temperature difference between assembling place and air field as well as personal aeronautical preference. Start with the third hole from the rear and play around with the adjustments until you find your preferred position. Note that the shock absorber is primarily used as damper for the belt and not for tightening. This you should do with lengthening or shortening the tailboom.

Alternatively you can use the rubber ring dampening unit (option during order). For this use bellcrank D261 instead of D25, attach the rubber ring holder 593 with a hex bolt M3x8 D197 onto the frame and hang the rubber ring D262 into this unit.

#### **Bag 5: Lower frame (Step 17-19)**

17. The lower chassis (bag 5) consists of the two lower frames D480 (left) and D480a (right), the ESC plate D42 and several connection pieces. We start by fitting the silicone tube 10x1 D423 onto the Delrin frame connectors x4 D439 [only if you use the O-ring method for battery connection, remove for battery tray method]. For that purpose we cut 4 adequate pieces with a knife and preferably fit them to the connectors under warm water. Please ensure that the two connectors with the bore holes are fitted to the front and that the holes are aligned vertically. Perforate the silicone tubes over the bore holes with a pointed item. Now position the four connectors in the upper chassis and fix with x8 hex bolts M3x16 D329 inserted through the x8 battery O-ring holders D57 [for battery tray method use only 8 screws M3x10 D328], then through the lower chassis into the holes of the upper chassis and then on into frame connectors (NB do not use Loctite on these fixings nor a screw gun as this may damage or melt the plastic!). The best way to screw the connectors together is to turn the screws from both sides at the same time using two hex wrenches. Make sure that the lower frames are correctly orientated - the left lower frame has a cutout on its rear upper edge that make room for the rudder servo horn.

The screws of the two spacers in the front can only be tightened after the ESC plate D42 has been fixed on with 4 countersunk hex bolts M3x10 026

18. Now the two landing bow holders D41 are screwed on with x6 hex bolts M3x8 D197. The rearmost holes are only loosely fitted with hex bolts M3x14 D198, as the tail boom supports will be later screwed on here. The two lower battery support rods D64 are screwed on with 4 hex bolts M3x8 D197. Finally the upper and lower frame sides are joined together in the very front and the very back with x4 hex bolts M3x8 D197 and x4 locknuts 008.

19. The front canopy supports D470a are screwed on with 2 hex lens bolts M3x10 989.

#### **Bag 6: Motor (Step 20)**

20. For mounting the motor (bag 6) first the motor mount D36 or D36a (for Pyro) are screwed on the motor. Depending on the type of motor either x4 hex lens bolts M4x8 D104 or x4 hex bolts M3x8 D197 are used. If the motor shaft does not come with a machined flat surface, then please grind one on (about 0.5 mm deep) where one of the two set screws M4x5 035 of the pinion will be screwed onto. Now the motor is attached to the chassis with 4 hex bolts M3x8 D197 and M3 washers 002. The motor pinion & gearwheel spacing must be adjusted to provide about 0.3mm backlash before motor mounting bolts are fully tightened.

When fixing the pinion onto the motor shaft about 0.5 to 1mm clearance should allowed from the motor mount plate to the underside of the pinion - final adjustment is best done after a trial fitting to the chassis to ensure full contact with the first stage plastic gearwheel.

#### **Bag 7: Landing gear (Step 21)**

21. Now we proceed with mounting the landing gear (bag 7). Both landing bows D56 will be fitted with carbon skid plates D492 using x4 hex lense screws

989 and x4 locknuts M3 008. Please note that the rear landing bow D56b is about 8mm higher than the front landing bow D56a. Also the front edge of the bows are straight, while the rear edge are slightly tapered towards the ends.

After that the rear landing bow is screwed onto the chassis with two hex bolts M4x8 D104 and the front landing bow will be adjusted lengthwise and also screwed on. Place between each landing bow and frame one carbon plate with the grinded radius at the sides as shown on the picture. The rudder fin will be attached with two hex bolts M3x8 D197 onto the bellcrank holder D44.

## **Bag 8: Swashplate and linkage (Step 22-26)**

22. Now the control unit (bag 8) is assembled. The roll servos have their wires threaded through the lower main rotor shaft bearing block and exit into the long gap between the two U-profiles. Each roll servo is screwed on with 4 hex bolts M3x12 D119 and 4 washers M3 002.

23. The elevator servo is attached to the upper right side frame D402 with x4 hex bolts M3x12 D119, x2 distance blocks D420, x4 washers M3 002 and x4 hex bolts M3x6 D196. If the servo grommet blocks are thinner as the Futaba ones use instead of D119 hex bolts M3x10 D328. The servo cable is pushed into the frame hole below the servo and the rubber grommet for servo D80 is put onto the servo cable and inserted into the hole on the side frame. The best way to bend the servo cable around the corner is with the help of a small wrench and a long screwdriver, so that it is drawn through the same slot as the roll servos. The three servo cables are secured with a cable tie at the base of the vertical U-profile, preferably positioned on the far left. Do not cut the end of the cable tie short as per usual, but leave a 2cm length, so the cable cannot slide out to the front.

24. The installation of the tail rotor servo is slightly unusual. First the two L-shaped tail servo holders D23 are screwed onto the rubber grommet with x4 hex bolts M3x12 D119 and x4 M3 washers 002. If you are using a servo with 2.5mm grommet bushes please omit those. Now the two threaded blocks D23a will be attached to the inside of the body with x2 hex bolts M3x8 D197, note the front block lies vertically and the rear block lies horizontally. For installation the tail servo is tilted into the cut-out, beginning with the cable outlet, and screwed on with x2 hex bolts M3x16 D329 and a lot of Loctite. Please take care to attach the tail servo holders as vertically as possible.

The tailservo unit can also used as "revision door" f.e. to place cables in the area around the tailboom behind the tailservo slot.

25. Next step the linkages between the servos and the swash plate will be assembled. For this you push the black swash leveller D121 onto the main rotor shaft D414 and thread on the swash plate D50. X6 ball joints D72 will be screwed onto x3 push rods for swash-servo linkage D54 with the help of the milled wrench D73 and a 4" monkey-wrench or similar. The final length of the push rods varies, depending on the servo type used. With Futaba BLS471 the length of the roll servo push rods is 102.5mm overall length, measured after sanding down the injection flash on the ball links. The elevator servo push rod is 101mm long. The servo arms need drilling holes of 2.7mm (7/64") diameter, drilled out very slowly. With the 3mm thick Futaba T-arms (which two of their arms carefully removed) the outer hole will be used, which has an arm-lever distance of 18.5mm.

Now the ball joints are attached to the servo arms from the inside with x3 hex lens bolts M3x16 494 and washers M3 002. Because of the servo arm is drilled to 2.7mm (7/64") the bolt cuts a thread automatically into the servo arm. On the rear side of each arm you secure the bolt with an M3 washer 002 and an M3 lock nut 008. Caution: with the elevator servo push rod the ball joint is attached on the other side.

26. The prepared push rod units are pushed onto the servo output shaft. The final assembly of these will be done later, since first the neutral position of the servos, by the flybarless system, has to be found. Now the roll servo push rods are screwed onto the arms of the swash-outer ring provisionally, with no Loctite as yet, using x2 hex lens bolts M3x18 D104 and 2 swash conical spacer bushes D58. The rear elevator push rod is fitted with a hex screw M3x30 D331, the anti-rotation device bush (brass) D55 and from the

opposite side, as done with the roll servos, a swash conical spacer bush D58 will be pushed on and provisionally screwed onto the rear swash hole. Now while the push rods are virtually vertical the correct length of the push rods will be checked (servo arms horizontal and square) and readjusted if necessary.

If everything is ok, all three push rods will be detached again, the swash blade holder D53 pushed onto the brass distance bush D55 of the elevator push rod and each pair of threads will be lubricated with an abundance of Loctite 243 and screwed together tightly again. Finally the swash anti-rotation device D33 is fixed with 2 distance bushes D32 and 2 hex screws M3x25 D336, using also a lot of Loctite. Now remove the bearing ring to check the free movement of the elevator swash bush in the anti-rotation device. For this it is necessary to disconnect the servo arm. If the tube has difficulties moving downwards, both screws of the anti-rotation device have to be tightened up. A slight clearance should be there, to assure a free-movement control. If everything is ok, all three push rods are detached again, the swash anti-rotation device D53 pushed onto the brass spacer bush D55 of the elevator push rod and each pair of threads coated liberally with Loctite 243 and screwed together tightly again.

### **Bag 9: Mainrotor (Step 27-30)**

27. First the two O-ring bushes 586 are fitted with two O-rings 591, slightly lubricated and pushed into the recesses of the main rotor hub D52. The feathering spindle 521 is inserted next and centered.

The rotor head cap 580 is installed with x4 hex lens bolts M3x6 D199. From each side one after another will be slid on: a 0.5mm shim washer 047, a 16x8x5 radial ball bearing 071, a blade grip mounting bush 509, a thrust bearing 100, a shim washer 8x14x0.5 047 and again another radial ball bearing 071. Note that the shim of the thrust bearing with the larger inner diameter (8.2mm) must be mounted first and the other one (8.0mm, blue marked) is mounted outside. If you have no caliper to measure that you can simply put both shims onto the shaft. The shim that can be tilted more is the inner shim.

Each side is secured with a hexagon socket bolt M5x12 034 and x2 washers each side 5x10x1 052 - the spindle thread and the bolt should be degreased before assembly and coated with Loctite as per usual practice. The inner thrust bearing race which sits loosely on the spindle shaft and the bearing cage open side facing inwards, are lubricated slightly with grease. The outer thrust bearing race is a tighter fit on the spindle. The unit will now be firmly tightened with x2 4mm hex cross handle wrenches. Before the M5 screws are tightened with Loctite the following procedure should be done for finding the best pre-load of the feather-spindle unit to avoid O-ring extrusion from the rotor hub in extreme flight. Add on the outside of each side (between shim washer 047 and radial bearing 071) about 0.2-0.3mm more of shim washers. Then tighten the M5 bolts until you feel that the thrust bearings become notchy. In that case then undo the M5 bolts, remove 0.1mm of shim on each side and tighten again. Repeat this procedure until the M5 bolts are locked and the thrust bearings just run smooth. Then add Loctite to the M5 screws and tighten them. After tightening the feathering spindle, turn the spindle about one revolution to equalize tension across the rotor head. Then the unit should be cleaned of grease and each bearing assembly rolled over a flat surface, so all components are aligned concentrically. This will assist sliding-on of the blade grips 538a.

28. Push the blade grips on the bearing units. If that is difficult then warm the blade grips with a heat gun or in the oven at about 150°C/300°F and push them on, holding with an oven-cloth to avoid burned fingers(!) so that they are aligned to the bolt holes. With a 2mm hex socket wrench, or similar, it is possible to line-up the holes in the grips with the thread holes in the grip holding spacer.

After cooling down, the blade grip arms D53 will be screwed on with a hex bolt M3x8 D82 and a hex bolt M3x14 D85 (do not tighten too much yet). Put x2 hex bolts M3x6 D81 in each of the free bore holes of the blade grips. Then the blade grips are pulled forcefully outwards, and the gap to the damping inserts 586 checked for symmetry. If everything is consistent, all hex

screws will be tightened up. Finally the rotor head is checked for free and even movement.

The two swash driver arms D65 are attached to the rotor hub with hex lens bolts M3x10 D101 with an intervening shim washer 3x6x0.3 D110. The other side of the swash drivers are screwed together with two swash plate driver bushes 593, two hex lens screws M3x12 D102, two ball joints 385 and two Philips screws M2.5x12 507. Check the swash drivers for free-movement, rock slightly if rough running, until the relevant ball bearing settles. Now carefully screw in 2 ball-joint bolts M3x4 076 opposite to each other into the inside ring of the swash plate (do not tighten too much!). Then the 10mm bore of the main rotor hub is slightly oiled together with the end of the main rotor shaft and the rotor head is pushed on without twisting and secured with a special Jesus bolt M4x26 D78 and an M4 lock nut 009. If the bolt does not fit through, please rotate the rotor head onto the main rotor shaft turned by 180°. Then the ball joints, with labelling facing out, are clipped onto the rocker arm.

29. The rotor head push rods will be assembled out of 4 ball joints D72, turnbuckle-control rods 199b and x4 hex lens bolts M3x12 D102. The length over all is 62mm. Please note that if the left-handed thread is to be placed on the upper part of the grip, then later clockwise turning will lead to reduced angle of pitch at the rotor blade.

30. Then the 10mm bore of the main rotor hub is slightly oiled together with the end of the main rotor shaft and the rotor head is pushed on without twisting and secured with a special Jesus bolt M4x26 D78 and an M4 lock nut 009. If the bolt does not fit through, please rotate the rotor head onto the main rotor shaft turned by 180°. Then the ball joints, with labelling facing out, are clipped onto the rocker arm. Two M4x30 blade bolts 090 are fixed on loosely to the blade grips with x2 M4 lock nuts 009.

#### **Bag 10: Tailrotor and linkage (Step 31-32)**

31. Now the tail rotor (bag 10) is assembled. First push onto the tail rotor hub D255 the spacer bush D256 (concavity facing inwards!), then a radial ball bearing 942, a tail rotor mount ring 980, a 0.2mm shim washer 054, another radial ball bearing 942, another 0.2mm shim washer 054 and a thrust bearing 5x10x4 112. Note that the shim of the thrust bearing with the larger inner diameter (5.2mm) must be mounted first (this (inner) shim tilts more on the shaft than the other (outer) shim, see pic above). The unit will be fixed with a M3 washer 004 and a hex lens bolt M3x8 024. Check both sides after installation for free-movement, a slight endplay clearance is recommended. Now the tail blade grips 951 are slid on and secured with four hex bolts M2.5x5 492 and four washers 988. Tighten the screws cautious. Doing this you should give the blade grips a good pull outwards. The joint balls 078 are screwed into the tail blade grips. Then the ball joints 385 are screwed onto the preassembled tail pitch slider 1475. The ball joints are then clipped onto the rotor ball links, whilst the assembly is still unmounted to the tail shaft and checked for free-movement. If one of the ball joints turns noticeably tighter than the other, push carefully with a pair of pliers on the rougher running ball joint 385, so that it expands somewhat.

32. Assemble the tail pitch slider 1475 and tail rotor onto the tail shaft. Finally the tail rotor is secured with a hexagon socket set screw M4x5 035, which will be screwed into tail rotor hub D255 and making sure it fastens onto the machined flat of the tail rotor shaft D245. Attach the tail rotor blades, either of plastic or carbon fiber, with the help of x2 hex bolts M3x25 D90, x4 Chinese weight spacers 952 and x2 M3 lock nuts 008 onto the blade grips. Now install the bell crank D49. For this a ball joint D116 is attached into the long end of the bell crank facing away from the crank hub. The slider guide bush D288 is attached onto the other end and side of the bell-crank using a lens headed bolt M3x8 092 and M3 nut D117. The bell crank can now be screwed onto the tail fin holder D44 from below using a hex bolt M3x16 D85 and an intervening washer 455 laid over the bell crank. Following this insert the ball of the slider 1475 into the guide bush D288. Finally check the whole unit for free-movement. The slider should regularly receive a drop of oil on the tail rotor shaft. Before finally assembling the tail gearbox the black anodizing should always be removed

from a short patch of the boom with a piece of sand paper to ensure static grounding.

### **Bag 11: Completion (Step 33-39)**

33. The tail pushrod guides D59, D60, D66 will be installed as shown on the pictures .The tool will be made out of a simple paper clip. Doing this for the first time, the help of a second person is recommended. After going through this work step several times, it becomes really easy. Alternatively the tail pushrod guides can be put on, before the tail rotor housing is installed. The flexible mounting effectively absorbs the vibration of the tail pushrod 350. The mountings should be placed so that the intervening distances of the tail pushrod are roughly equal.

34. You now prepare about a thumbnail size amount of epoxy resin 1:1 (mix thoroughly!) and glue the 4 eyelet bushes 316 onto the x2 5.5mm CF tail boom supports D75. The tail boom supports are screwed together loosely with the boom support clasp D76, using a hex bolt M3x40 D93 and lock nut 008. The front eyelet bushes are screwed on, using distance bushes D79 and a hex bolt M3x14 D84. After that the boom support clamp D76 is aligned and tightened up.

35. Now the threaded pushrod links are glued into the CF tail rotor push rod 350. For this we first apply epoxy resin into the cut CF rod and also some on the tail threaded link. The link is inserted into the CF pushrod with about 7 to 8mm remaining outside. With the help of a hairdryer the epoxy can be hardened in about 5 minutes, slowly turning the rod in the heat blast. After cooling, twist on a ball joint 041 and clip it to the front of the servo arm. The servo arm has to be aligned square and put on the tail rotor in a 0° setting angle. Then you can use a marker to put a line at the end of the ball joint 041, previously clipped onto the bell crank, and cut the CF pushrod with a Dremel or Proxxon. Once the pushrod is cut to length the threaded pushrod and ball link can be epoxied into the CF pushrod and clipped onto the servo once the epoxy has hardened. Please note that the rear joint must be screwed completely on until hitting the carbon pushrod. The front thread may be open a little bit, the rear end must be fully closed. Onto the rudder horn of the tail rotor servo, in this case a Futaba 4-times-cross-arm is used. In the outermost hole of the servo arm is screwed a hex bolt M2x10 099, a 4.8mm ball D118 and an M2 washer 001, after drilling out the arm hole to a diameter of 1.8mm (5/64"). From the underside it will be secured with an M2 washer 001 and an M2 lock nut 007. The tail servo arm will be adjusted square to the servo, but will also not be screwed together yet.

36. The gold motor bullet connectors will now be soldered on in the regular way (female on the live side) and insulated. For the motor, 4mm connectors are sufficient, for the battery 5.5 or 6mm connectors should be used, for the lowest possible resistance. The ESC can be attached to the ESC mount with two cable ties. The cables can be run as shown on the pictures. When attaching live cables to the body rods please remember that carbon fiber is electrically conductive and in the worst case scenario the chaffing of insulation can lead to an electrical short. With the **O-Ring mount (V1)** method, the battery is laid onto the battery plate 292 and is inserted into the battery tray lying on the spacers D86. Then the O-rings below are pulled up. This method is simple, light and universal. However it can happen during really hard 3D flight that the battery will move between the frames a little bit. This you can avoid by adding some foam tape onto the Lipo. Take care that the balancer cables on the batteries cannot be damaged at the windows of the frames else shorts can occur, these can be avoided using spiral or shrink wrap tubes around the cables.

37. For the **rail mounting (V2)**, battery tray the rails D137 are mounted with the holes more to the bottom edge, leaving a small slot above on each side. Please make sure that you mount the rails with the chamfered edges to the

front. Remove the silicon tubes from the spacers (D39) to get more space for the battery mounting tape that fixes the Lipos onto the battery plate (D155). The fit of the rail must be very close, within 0.1-0.2mm sideways and vertically. This can be adjusted either through sanding or filing the battery plate a little bit or thru 0.1mm washers (475) between the upper and lower frames.

Before you mount the eyelet (D156) onto the battery plate (D155) you must check first for the best position of the battery. The C of G should be exactly under the mainshaft. To get the greatest range of possible positions on the battery plate, different holes are available to allow for the best position possible of the battery. After finding optimal battery location, the eyelet D156 is fixed in the best position with two countersunk screws M3 x 8 (D95).

For mounting the battery onto the plate (D155), a mountain bike inner tube, cut into roughly 25mm wide rings is an excellent solution. The dampening is excellent, it is very elastic and the battery cannot slide. Finally the fixing bolt (D157) is pushed through the frames and eyelet and locked in position with a cotter pin (60).

38. If you use an electronic pitch gauge you should support two blocks under the frame so that the skids are free in the air and the model is leveled horizontally. If you use a "Bevel-Box" you can use the large and flat heads of the blade screws for magnetic mounting of the box.

The stall angle of a symmetrical airfoil is about  $27^\circ$ . You should ensure that the sum of collective and cyclic pitch that you use will be under this limit. This is also valid for the tailrotor! For hard 3D-flight more cyclic than collective is recommended, i.e.  $12^\circ$  collective and  $14^\circ$  cyclic. For speed flight you should choose the converse i.e.  $16^\circ$  collective and  $8^\circ$  cyclic. The mentioned values are recommended maximum values so generally you should follow the recommendations from the manufacturer of the flybarless controller.