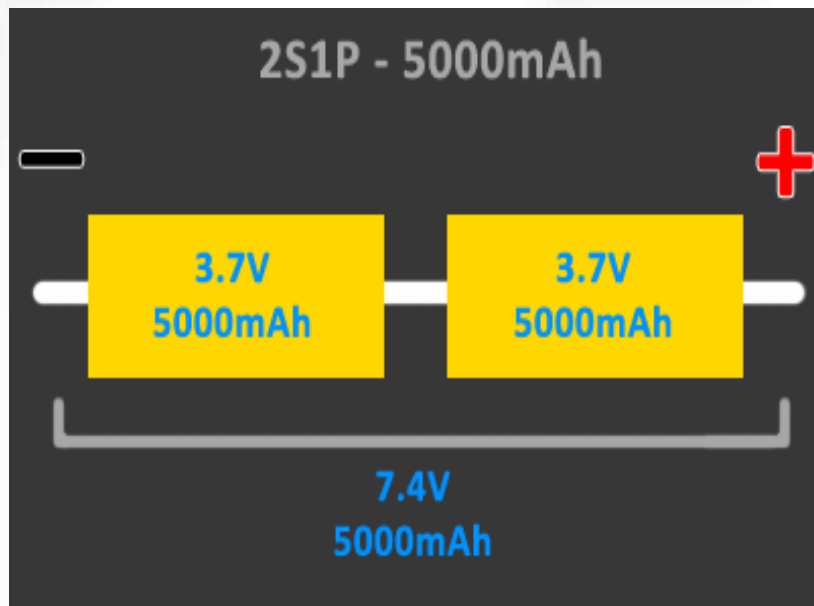


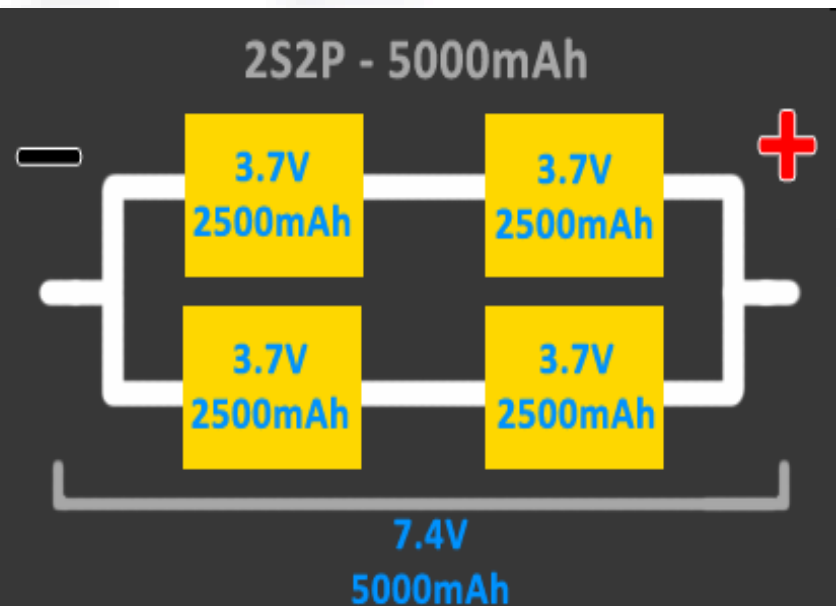
Voltage

- Een Lipo-cel heeft een bronspanning van 3,7 Volt. Bij het ontladen mag de spanning van een Lipo-cel niet onder de 3 Volt komen, anders is de kans groot dat de accu daarna niet meer te laden is. Het is dan ook verstandig om een Lipo nooit verder dan 80% leeg te vliegen.
- Losse Lipo's kunnen zonder problemen in serie en parallel worden geschakeld. In serie verhoog je het voltage (hogere toeren) en parallel verhoog je de stroomsterkte .
- Parallel wordt het meest gedaan. De totaal opgenomen stroom van de belasting wordt dan evenredig verdeeld over de parallel geschakelde cellen. Het grote voordeel van parallel schakelen is de vluchtduur. Met 2 dezelfde Lipo's aan elkaar gekoppeld vlieg je simpelweg 2 keer zo lang...

Serie geschakeld



Serie en parallel geschakeld



Belasten

Een Lipo is ontworpen om erg hoge stroomsterktes (Ampères) te kunnen leveren.

Op een Lipo staat aangegeven hoever je hierin mag gaan.

Heeft een Lipo 2500 mAh (2,5 Amp) en staat er 25C continu op, wil dit zeggen dat hij $2,5 \times 25 = 62,5$ Ampère continu belast mag worden.

Vaak staat er ook op wat de piekbelasting is. In ons voorbeeld is dit 50C max burst.

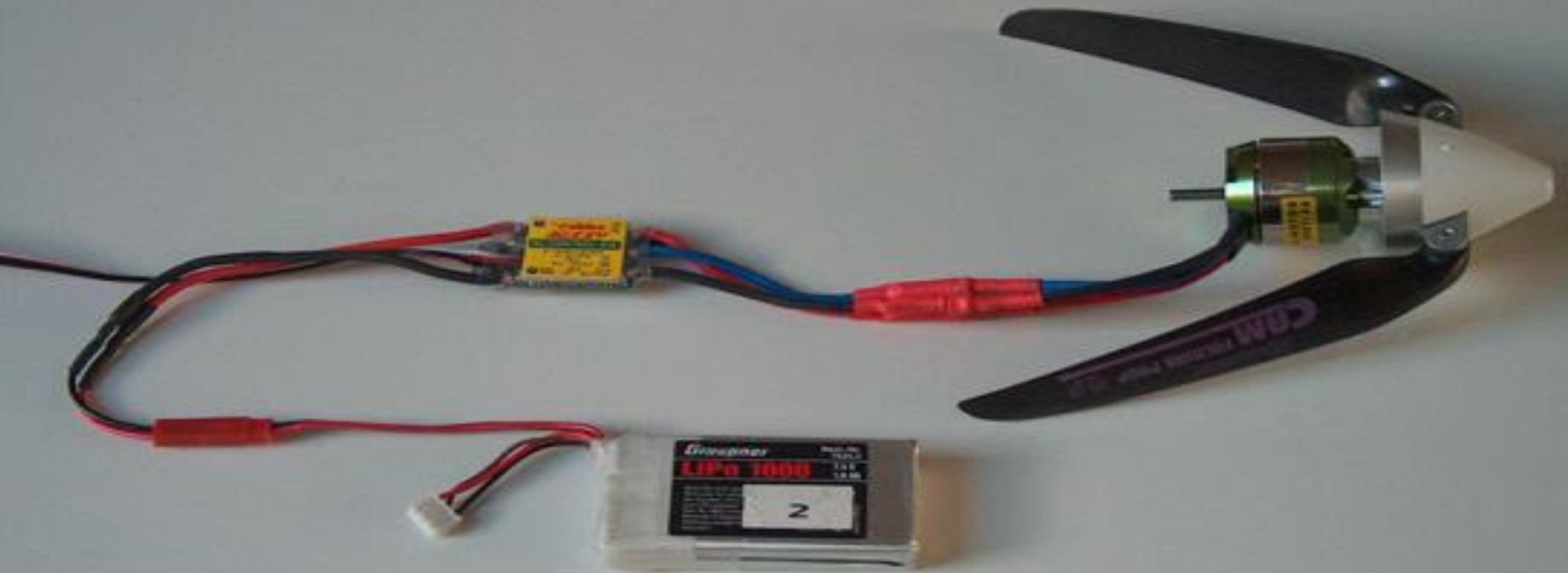
Kortstondig kan deze Lipo dus 125 Ampère leveren maar of dit nu wel zo verstandig is



Tip's voor Lipo's

- Ontlaad een Lipo nooit verder dan 80 %. Ga je nog verder dan is de kans groot dat je hem onherstelbaar beschadigt.
- Belast een Lipo nooit hoger dan de fabrikant aangeeft. Doe je dit wel dan gaan ze spoedig bol staan en kun je ze weggooien. Meten is weten in dit geval!
- Het is beter een Lipo niet hoger dan 1C te laden, dit verlengt de levensduur aanzienlijk.
- Als je de Lipo langere tijd niet gaat gebruiken is het verstandig om hem voor de tijd tot 50% te ontladen.
- Warm Lipo's nooit te snel op als ze koud zijn; door interne condensvorming kunnen ze beschadigen.
- Is een Lipo bol en/of kapot? Haal de buitenste krimpkins eraf en leg hem een dag of 3 in zout water. Daarna mag hij zo de Otto in.

Setup's...



Een goede setup voor een bepaald toestel kiezen is niet echt gemakkelijk.

Het vereist een aantal gegevens en het nodige rekenwerk.

Voor je beginnen kunt heb je minimaal de volgende gegevens nodig:

- Het (geschatte) vlieggewicht van je toestel.
- Welk soort toestel is het? Een zwever, motorkist, hotliner, schuimpje enz.
- De gewenste prestaties van je toestel, m.a.w. hoe steil wil je omhoog en hoe lang wil op één Lipo kunnen vliegen?
- Het motorgewicht.
- Het gewicht van de accu('s).
- Vleugelbelasting.
- Het soort propeller, vast of klapprop. Een klapprop is iets minder efficiënt waardoor je een maatje groter mag nemen.

Als je dit allemaal hebt, dan pas kun je aan de slag...

Setup elektrotostel

Bepaal de motorkeuze en daarmee het motorvermogen mede aan de hand van het vlieggewicht van je toestel.

Hieronder enkele richtlijnen. Je mag hier van afwijken maar dan het liefst naar boven toe. Beter iets teveel dan iets te weinig vermogen..

Schuimpje en lichte E-zwever	100 watt per kilogram
E-zwever en lichte Trainer	200 watt per kilogram
Sport en grotere Trainer	300 watt per kilogram
3D of racer	400 watt per kilogram

Enkele getallen

Een brushless motor geeft ongeveer 3 tot 4 gram stuwkracht per Watt.

Dit geeft je een indicatie hoeveel stuwkracht je van een bepaalde motor mag verwachten bij een juiste propellerkeuze.

Een 200 Watt motor geeft dus theoretisch een stuwkracht van 600 tot 800 gram. In de praktijk blijkt dat meestal lager te zijn.

1000 Watt is 1,34 Pk.

Handig om te weten voor het omrekenen van brandstof motoren naar brushless motoren.

Motorgewicht: maximaal 10-15 % van het vlieggewicht.

Je kunt niet onbeperkt doorgaan met de grootte van je motorkeuze. Een te grote motor wordt te zwaar en dus inefficiënt als het vlieggewicht te laag is.

Accugewicht maximaal 20-25% van het vlieggewicht.

Ga ook met je accukeuze niet te ver. Hoe meer (extra) gewicht je meesleept hoe meer vermogen je nodig hebt.

Een uitzondering kun je op zwevers maken, het is beter om accu's dan lood mee te nemen..

Vleugelbelasting.

Let ook op dat je door je motor- en accukeuze niet te ver over de maximale vleugelbelasting heen gaat, een richtlijn:

Zwevers:	maximaal	30 gram/ dm ²
Trainers:	maximaal	45 gram/ dm ²
Sport en 3D:	maximaal	60 gram/ dm ²

Propeller- keuze ???

Om op deze lastige vraag een goed antwoord te geven zijn meer gegevens nodig dan je denkt. En ook al reken je het perfect uit, **een ideale propeller die op een bepaald model met een bepaalde motor steeds optimaal functioneert bestaat simpelweg niet!**



We moeten dus op zoek naar een propeller die het motorvermogen zo goed mogelijk overbrengt op het model.

M.a.w. een propeller die een zo goed mogelijk rendement geeft.



Maar misschien is het nuttig om eerst een aantal zaken uit te leggen..

Wat betekent een **10 x 6** propeller nu precies ?

Deze maten zijn Engelse maten en worden gemeten in **Inch**, oftewel **Duim**.

Eén Inch is 25,4 mm.

Het eerste getal, de "**10**", staat voor de buitendiameter van de propeller van tip naar tip gemeten.

In ons geval $10 \times 25,4 \text{ mm} = 25,4 \text{ cm}$ buitendiameter.

Ook handig om te weten als je model niet zo veel grondspeling heeft.

De “6” in de **10 x 6** van ons voorbeeld staat voor de spoed, zeg maar de hoekinstelling of verdraaiing van het propellerblad.

Bij één volledige draai van dit propellerblad zou deze propeller 6 inch vooruit moeten komen. In centimeters:

$$6 \times 25,4 \text{ mm} = 15,24 \text{ cm}$$

Maar wat hebben we daaraan..

Eigenlijk nog meer rekenwerk...

Bij de propellerkeuze neem je het best een propeller waarmee de motor niet sneller gaat draaien dan 10.000 tot 12.000 toeren per minuut. Als je met het toerental geen rekening houdt krijg je al gauw een zeer lawaaiig vliegtuig en zou het kunnen gebeuren dat hij zelfs niet door de geluidskeuring komt.

Dit komt omdat dan de tips met zo'n hoge snelheid ronddraaien dat je richting de geluidsbarrière gaat of in extreme gevallen er zelfs overheen.



Met een toerental van 10.000 tot 12.000 rpm blijf je echter ver uit de buurt van deze grens en zit je met het geluidsniveau veilig.

Je kunt deze tipsnelheid uitrekenen m.b.v. de volgende formule:

$$\text{Diameter in Inch} \times \text{toerental in rpm} \left(\text{KV} \times \frac{3}{4} \right) \text{ gedeeld door } 752$$

Als de uitkomst van deze som en dus de tipsnelheid in de buurt of hoger komt dan de 180, neem je het best een propeller met een grotere spoed.

Deze grotere spoed zorgt ervoor dat het toerental van de motor naar beneden gaat.

Let hierbij wel op dat de motor niet teveel Ampères gaat trekken, doet hij dit wel moet je ook met de diameter omlaag en weer een grotere spoed nemen.

Om toch ergens te beginnen en een juiste propellermaat te bepalen kun je de volgende bewering hanteren:

Een standaard propeller heeft een spoed die ongeveer de helft meet van de buiten-diameter.

Bijvoorbeeld een 10 x 5 of een 12 x 6.

En om het nog ingewikkelder te maken.....

Je kunt de vorige formule ook omgekeerd gebruiken om je propeller-maat te bepalen. Hij wordt dan:

180 vermenigvuldigen met 752 en de uitkomst delen door het toerental en daar weer $\frac{2}{3}$ van nemen.

Als voorbeeld neem ik de Turnigy motor die in mijn Funcub zit. Deze motor draait op een 3s ongeveer 7500 rpm. De berekening wordt dan:

$$180 \times 752 = 135.360$$

$$135.360 : 7500 = 18$$

Daar $\frac{2}{3}$ van geeft een buitenmaat van 12.

Zoals ik eerder al aangaf is de spoed van een standaard propeller de helft van de buitendiameter.

De juiste keuze zal dan een 12 x 6 propeller zijn.

En warempel, dit klopt dan ook aardig met wat de fabrikant opgeeft als ideale propeller !

Maar.....

Er zijn natuurlijk weer uitzonderingen.



Bij een langzaam vliegend toestel neem je een propeller met een kleinere speed, bv. een 10 x 4 i.p.v. een 10 x 5.

En bij een sneller model ga je iets hoger, bv. een 10 x 6 i.p.v. een 10 x 5.

Maar let ook op als je de speed van de propeller vermindert !!

Het zorgt er wel voor dat het toerental van de motor gaat toenemen (omdat de motor minder word belast). Daarmee zou de snelheid wel eens meer dan 12.000 toeren per minuut kunnen gaan bedragen. **Niet goed !!**

Dus als je de speed van een prop vermindert dan moet je meestal ook de diameter ervan vergroten.

Neem je daarentegen een snel, gestroomlijnd model (een hotliner of een racer) dan kun je het best een propeller met een grotere spoed nemen. Daarmee zal je vliegtuig nog sneller vliegen.

In dat geval moet je wel de diameter van de prop verkleinen, anders maak je kans dat je je motor overbelast !! De motor loopt dan snel warm of draait niet op constante snelheid .

Bij brushless motoren kun je de belasting van je motor meten m.b.v. een Watt-meter:



Ik kan iedereen aanraden om zo'n Watt-meter te kopen.

Ze kosten niet veel (minder dan een redelijke motor) en je weet precies wat je motor doet en de kans dat je hem of je regelaar laat doorbranden is erg gering.

Zeker in het geval van een brushless motor geldt:

Meten is weten !!!!

Dan zou ik nog terugkomen op de KV's

Met de KV's, Lipo en propeller bepaal je uiteindelijk het toerental van je motor .

Motoren met een hoge KV draaien heel snel, maar hebben daarbij weinig kracht. Motoren met een lage KV draaien langzamer maar hebben veel kracht.

Een motor met hoge KV kan enkel een kleine propeller aandrijven .

Een motor met een lage KV kan enkel een grote propeller aandrijven.

In het algemeen kun je dus stellen dat je met hogere toerentallen snelle vliegtuigen aandrijft en met lagere de langzamere.

Tenslotte is het vermogen van een motor ook nog gerelateerd aan het gewicht van die motor.

Een zwaardere motor zal meer vermogen kunnen leveren.

Stel je hebt 2 motoren met dezelfde KV-waarde, dan zal de zwaardere motor een grotere propeller met hetzelfde toerental aan kunnen drijven.



Uiteindelijk moet de totale combinatie kloppen:

Het vermogen van de motor, de massa van de motor, het toerental van de motor (KV-waarde), de diameter en de spoed van de propeller en het voltage van de Lipo.

En dit alles juist bij elkaar zoeken is een kunst apart.

Kijk veel naar de combinaties van anderen en probeer te rekenen met de formules die ik hiervoor heb gegeven, dan ontwikkel je er op den duur een gevoel bij en valt het allemaal wel mee.



Ook zijn er op internet genoeg programma's te vinden waar je al je gegevens in kunt stoppen.

Er komt dan een "ideale" combinatie uitrollen.

Een programma die ik nogal eens gebruik is deze:

<http://www.ecalc.ch/motorcalc.htm?ecalc&lang=en>

Iets simpeler zijn deze twee:

<http://brantuas.com/ezcalc/multiplexcalc.asp>

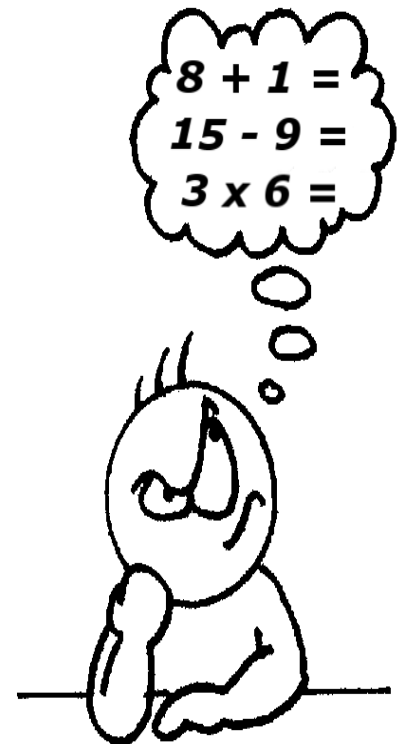
<http://www.badcock.net/cgi-bin/powertrain/propconst.cgi>



Al met al een heel rekenwerk dus.....

Maar om het iets makkelijker te maken heb ik alvast het nodige reken- en zoekwerk gedaan en volgen nu een aantal voorbeelden voor de meest gangbare zwever- en motortoestellen. Je bent natuurlijk vrij om van dit advies af te wijken maar bekijk wel goed of jouw setup binnen de gestelde waarden blijft.

Dit voorkomt teleurstellingen.....



Normale E-zwever

Je hebt een thermiek zwever van ongeveer 1 kilo waar een klappropeller voor moet. Je wilt hem op een 3s 2200 mAh Lipo vliegen omdat deze mooi in de romp past en je daarmee ook je zwaartepunt goed krijgt.

Ook wil je zo vaak mogelijk omhoog kunnen zonder dat hij echt verticaal hoeft te gaan, je hebt dus niet overdreven veel vermogen nodig.



Motorkeuze

1 Kilo vlieggewicht.

In een vorige slide staat dat je voor normale elektro-zwevers ongeveer 200 Watt per kilo nodig hebt. De motor moet dus ongeveer die 200 Watt zijn.

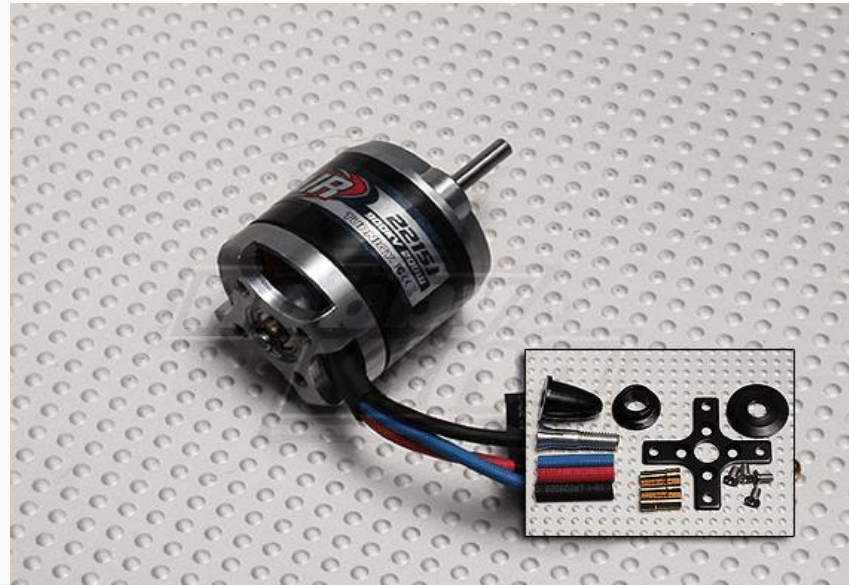
Omdat ik bijna alleen Turnigy motoren van HobbyKing gebruik en daar goede ervaringen mee heb zal ik deze motor als voorbeeld aanhalen.

Deze motor zou heel geschikt kunnen zijn:

Turnigy

200 Watt

900 KV



De redenen dat ik deze motor kies zijn:

200 Watt, dat is precies wat we nodig hebben.

Lage KV, dus een grote efficiënte prop en weinig kabaal.

Laag stroomverbruik, met deze motor kan ik tot wel 20 keer omhoog op één accu.

Turnigy L2215J-900 Brushless Motor (200w)

Specifications:

Dimension: 28mm x 30mm

Weight: 61g

Kv: 900rpm/V

Voltage: 11.1v (3s)

Max Power: 200w

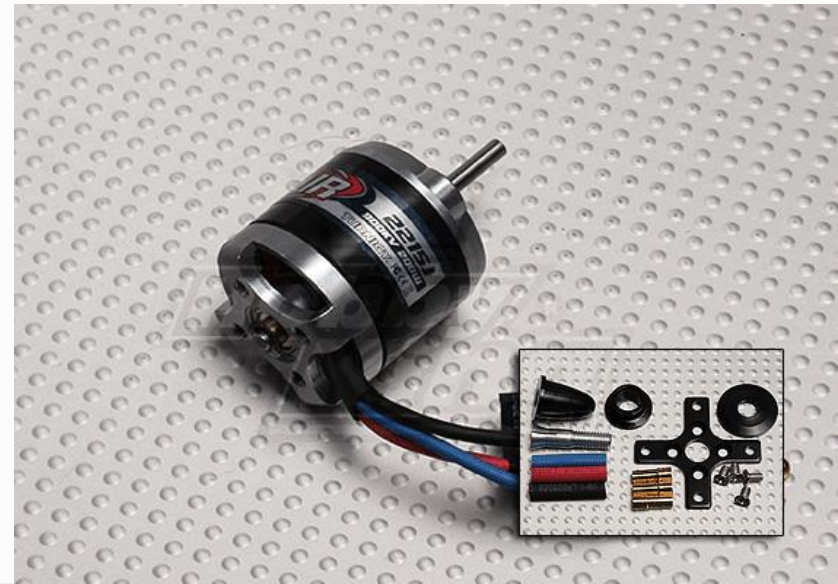
Max Current: 18A

No load Current: 0.6A

Diameter of shaft: 3mm

Thrust: 820g

ESC: 20A



De meest ideale setup voor deze motor op dit toestel zou dan zijn:

Propeller: In de buurt van 10 x 3 en 10 x 5, afhankelijk van je persoonlijke voorkeur.

Met een 10 x 3 kun je vaker omhoog en met een 10 x 5 ga je steiler omhoog.

Lipo: Een 3s 2200 mAh .

Regelaar: De fabrikant geeft een max van 18 Ampère aan maar ik zou er minimaal een 30 Ampère regelaar voor gebruiken. Als ik deze motor doorreken kom ik uit op een getal van 98 uit, ver beneden de 180 en dus een mooi stil toestel.

Zou je op ditzelfde model een grotere motor willen hebben omdat je sneller omhoog wilt zal je moeten kiezen voor meer vermogen. Met ongeveer 350 Watt gaat hij dan echt snel omhoog.

De volgende setup zou dan geschikt zijn:

Model: NTM Prop Drive 35-36A 910

350 Watt

910 KV

Prop: ongeveer een 10 x 5

Regelaar: 50 Ampère

Let wel op met deze setup, want je Lipo gaat veel sneller leeg!



Grotere E-zwever

Je hebt een grote thermiek zwever van ongeveer 2,5 kilo waar een klappropeller voor moet. Je wilt hem op een 3s 3000 mAh Lipo vliegen.

Ook wil je zo vaak mogelijk omhoog kunnen zonder dat hij verticaal hoeft te gaan, je hebt dus niet overdreven veel vermogen nodig.



Motorkeuze

2.5 Kilo vlieggewicht.

Je hebt 200 Watt per kilo nodig. Het vermogen van de motor moet dan minstens 500 Watt zijn. In dit geval neem ik iets meer omdat deze motor goede specificaties heeft.

Turnigy 3639 Brushless Motor 750 KV

Dimension: 37mm x 42mm, 62mm(with shaft)

Weight: 136 g (KV750)

Diameter of shaft: 5mm

Max performance

Voltage: 2-3s

Max current: 30~35 A

Prop: 12x8~14x10

Thrust: 1800~2000 g

Power: 600 W



De meest ideale setup voor deze motor op dit toestel zou dan zijn:

Propeller: Ergens tussen 12 x 6 en 14 x 10, afhankelijk van je persoonlijke voorkeur.

Lipo: Een 3s 3000 Mah .

Regelaar: De fabrikant geeft een max van 35 Ampère aan maar ik zou er minimaal een 50 Ampère regelaar voor gebruiken.

Deze motor is ook betrekkelijk stil, ongeveer 142 van de 180.

Wil je met dit toestel echt snel omhoog dan zou de onderstaande setup kunnen.

Je moet dan wel overstappen naar een 4s Lipo en een regelaar van tenminste 90 Ampère.

Als prop een 12 x 10 tot 13 x 10.

Specs:

Model: NTM Prop Drive Series 42-38 750 KV

KV: 750 rpm/V

Max current: 55 A

Max Power: 403 W @ 12 V (3S) / 785 W @ 15V (4S)

Shaft: 5mm

Weight: 169 g

ESC: 60 A

Cell count: 3s~4s Lipoly



Motortrainer

Je hebt een motortoestel (trainer) van ongeveer 2,5 kilo, waar een vaste propeller voor moet.

Je wilt hem op een 3s Lipo van 3000 mAh gaan vliegen.

Hij hoeft niet verticaal en ook geen kunstvlucht te kunnen.



Motorkeuze

2.5 Kilo vlieggewicht.

Voor normale motortoestellen heb je 200 tot 300 Watt per kilo nodig. Voor dit toestel zou dat een motor van ten minste 600 à 700 Watt betekenen.

Omdat je niet met de propeller vlak boven de grond wilt zitten neem je in dit geval een motor met iets meer KV's.

Turnigy D3542/5 1250KV Brushless Outrunner Motor Spec.

Battery: 2~4 Cell /7.4~14.8 V

RPM: 1250 KV

Max current: 46 A

No load current: 3 A

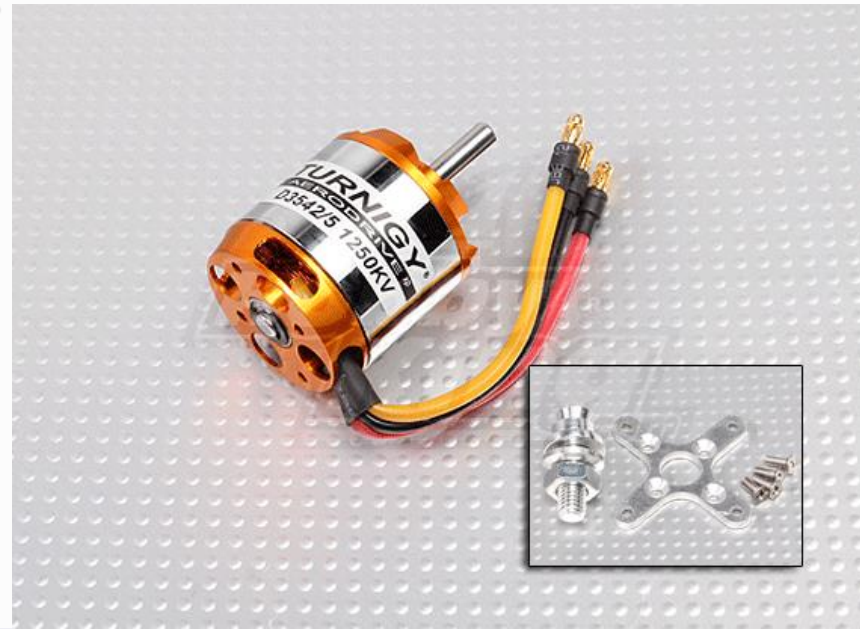
Max power: 665 W

Weight: 130 g (including connectors)

Diameter of shaft: 5 mm

Dimensions: 35 x 42 mm

Max thrust: 1350 g



De meest ideale setup voor deze motor op dit toestel zou dan zijn:

Propeller: Ergens tussen een 9 x 4 en een 10 x 6 afhankelijk van je persoonlijke voorkeur.

Lipo: Een 3s 3000 Mah. Voor meer vermogen uit dezelfde motor zou een 4s ook geschikt zijn. Gebruik dan wel een 9 x 4 propeller en niet groter.

Regelaar: De fabrikant geeft 46 Ampère aan maar ik zou er minimaal een 75 Ampère regelaar voor gebruiken.

Dit toestel blijft ook binnen de geluidsgrenzen met een waarde van 137 van de 180.

Snel motortoestel

Je hebt een groot en snel motortoestel van 4 kilo, waar een vaste propeller voor moet.

Je wilt hem op 6s of hoger gaan vliegen en hij moet kunstvlucht geschikt zijn. De stuwkracht moet minimaal het gewicht van het toestel zijn.



Motorkeuze

4 Kilo vlieggewicht.

Voor kunstvlucht geschikte modellen heb je 400 Watt per kilo nodig.

Voor dit toestel zou dat een motor van tenminste 1600 Watt betekenen.

Turnigy L5055C-700 Brushless Outrunner 700 KV

Specifications:

Dimension: 50 mm x 55 mm

Weight: 296 g (with 4 mm connectors)

KV: 700rpm/V

Voltage: 11.1 V~29.6 V (3s~8s)

Max Power: 1600 W

Max Current: 60 A

Diameter of shaft: 6 mm



De meest ideale setup voor deze motor op dit toestel zou dan zijn:

Propeller: Ergens tussen 13 x 8 en 15 x 8, afhankelijk van je persoonlijke voorkeur.

Lipo: Een 6s 5000 mAh. Je zou met deze motor nog tot een 8s kunnen gaan. Gebruik dan wel een kleinere propeller.

Regelaar: De fabrikant geeft 60 Ampère aan maar ik zou er minimaal een 90 Ampère voor gebruiken.

Met deze propellers kom je wel boven de 180 uit (199) maar omdat de motor zwaar belast wordt zal het werkelijke toerental hoogstwaarschijnlijk lager liggen waardoor het geluid mee zal vallen.

Einde Presentatie

Uiteindelijk is het een heel verhaal geworden.

Ik verwacht dan ook niet dat iedereen alles kan onthouden.

Gebruik deze presentatie als een naslagwerk en speel eens met de berekeningen; je zult zien dat het duidelijker wordt als je ze vaker gebruikt.

Ik kan voor ieder een kopie maken mocht je die willen hebben..

Dank voor jullie aandacht!



Vragen ??????

Modelvliegclub
IKARUS

