

Brugervejledning til el motor program

El motor og propel programmet kræver (selvfølgelig) nogle værdier indtastet, før det kan give meningsfulde resultater. Felter med røde overskrifter kan/skal bruges til at indtaste værdier, felter med blå overskrift er resultatet af beregninger.

Når felterne er udfyldt, giver beregningerne et skøn over den maksimale effektivitet der kan hentes ud af el motoren med det givne batteri, og en grov oversigt over hvad man kan forvente af motor og propel i den konfiguration man har valgt.

Det skal understreges, at resultaterne slet ikke er så nøjagtige som man kan forledes til at tro, når man ser antallet af cifre. De mange cifre er kun taget med, for at kunne vise små ændringer, og for at kunne kontrollere beregningerne.

Årsagen til den begrænsede nøjagtighed kan let anskueliggøres:

En batteri celle har ikke konstant spænding i hele afladeforløbet. Spændingen starter højt, og falder undervejs i forløbet. Oven i købet varierer spændingen med temperaturen og med måden afladningen sker på. Når vi indtaster celle spændingen som én værdi, har vi derfor allerede foretaget en (nødvendig) forenkling, og umuliggjort fuld nøjagtighed.

Og cellens indre modstand varierer også under afladeforløbet.

Øvrige parameter er også tilnærmelser, det gælder især for propeller data. Derfor er nøjagtigheden ikke god. Man skal ikke forvente at ramme bedre end indenfor 20%, og så skal man endda være heldig. 40% er nok mere realistisk.

Men programmet er velegnet til sammenligninger mellem forskellige motorer og/eller propeller. Og desuden kan man få en bedre forståelse for sammenhænge, ved at lege med paramenterne, og forsøge sig frem.

Batteri og motorkontrol

Programmet skal vide hvor mange celler batteri pakken består af. Desuden skal programmet vide, om der er monteret flere batteripakker i parallel.

Hvis man er meget heldig, findes den type celler, man bruger i sit batteri i den liste man kan vælge ud fra. Mere sandsynligt er det at man selv må finde de nødvendige data og taste dem ind. Det gøres ved at vælge "Custom" i listen. Så bliver det muligt at indtaste egen data i de mørkerøde felter.

Celler er beskrevet ved:

- kapacitet målt i Milli Ampere Timer
- indre modstand i cellen (i Ohm)
- vægten af én celle (i gram)

Desuden skal man angive/ændre cellens gennemsnitlige spænding (1.20V for NiMH og 3.70 V for LiPo)

Motorreguleringen (ESC = Electronic Speed Controller) er beskrevet ved sin indre modstand (i Ohm).

Oplysningen om cellens indre modstand er ikke altid tilgængelig. Somme tider får man kun at vide f.eks. at cellen kan tåle afladning med 20 C kontinuert, og 30 C kortvarigt. Herudfra kan man lave et groft skøn over cellens indre modstand. Vi må formode at celledens ydre spænding ikke kommer ned under 75% af tomgangs spændingen, selv når afladningen sker med maksimal strøm. Det betyder omvendt at højst 25 % af spændingen bruges inde i cellen selv. Med forhåbentlig gennemskuelige betegnelser har vi nu, idet strømmen gennem cellen er f.eks. $I_c = 30 * \text{Kapacitet} / 1000$ Ampere:

$$V_c * (1 - 0.75) = I_c * R_c$$

Heraf kan cellens indre modstand beregnes: $R_c = V_c * 0.25 / I_c$

Eksempel: vi antager at en 2000 mAh NiMH celle må aflades kortvarigt med 27 C

Skønnet for den indre modstand bliver: $R_c = 1.20 * 0.25 / (27 * 2000 / 1000) = 0.0056$ Ohm

Tallet 75% af tomgangsspændingen er et kvalificeret gæt; mig bekendt er der ikke standarder for hvordan man skal måle max. tilladt afladning. Derfor er ovenstående skøn for den indre modstand også temmelig usikkert.

El motor

Motorreguleringen kan drive en eller flere motorer. Hvis der er flere, skal de være af samme type, og være monteret med samme propel.

Den el motor man vil bruge, findes måske i listen, men hvis ikke, må man igen vælge "Custom" og selv indtaste værdierne.

El motorer er beskrevet ved:

- Kv konstanten, antal omdrejninger pr. Volt
- I_o , som er tomgangsstrømmen, når motoren ikke er belastet (i Ampere)
- R_m , som er den elektriske modstand i motoren, målt når den ikke roterer (i Ohm)
- I_{max} , som er den maksimale strøm motoren kan tåle (i Ampere)
- Vægten af motoren i gram

Nogle fabrikanter opgiver de fornødne data direkte på deres datablade, andre "gemmer" dem lidt, men dog ikke mere end de lader sig beregne ud fra oplysningerne.

For eksempel kan fabrikanten finde på at angive "stall current" ved en given spænding. Det er den strøm der går gennem motoren, når den er forhindret i at dreje rundt.

Herudfra kan motorens indre modstand beregnes: $R_m = V_m / I_{stall}$

Andre fabrikanter angiver tomgangs omdrejningstallet, sammen med tomgangsstrømmen, igen ved en given spænding. Da vi har sammenhængen $I_o = (V_m - N_o / K_v) / R_m$ kan vi finde R_m , hvis vi, ud over V_m , kender K_v , I_o og N_o , eller finde K_v hvis vi kender I_o , N_o , R_m og V_m .

Ud fra de givne data beregner programmet el motorens maksimale effektivitet med det valgte batteri. Desuden beregnes N_o , omdrejningstallet i tomgang og flere andre værdier.

Propel og gear

Hvis propellen er drevet gennem et gear skal omsætningsforholdet selvfølgelig angives, sammen med gearrets effektivitet. Hvis forholdet er 1 til 1, sættes tabet altid til 0%. Hvis transmissionen sker gennem et gear, men med omsætningsforhold 1:1, kan man "snyde" og angive forholdet som 1.0001 : 1 På den måde kan tabet blive medtaget i beregningerne.

Propellens type vælges ud fra listen, og dermed bestemmes PConst og TConst. PConst angiver hvor meget større eller mindre denne type propellers effektforbrug er, set i forhold til en "standard propel". TConst angiver hvor meget større eller mindre trækraften er i forhold til standard. Hvis man kender gode værdier for PConst og TConst for en given propel, kan man vælge "Custom" og selv angive værdierne.

Hvis TConst vælges for stor i forhold til PConst, vil programmet give en eller flere advarsler. Propellens effektivitet kan i praksis aldrig blive større end 90 %, men en stor TConst værdi, giver for meget trækraft, og dermed en effektivitet over 90%.

Propellens diameter og stigning skal angives i tommer. Desuden skal antallet af propelblade angives.

De givne propeldata bruges til at beregne to kurver der er en tilnærmelse til propellens $C_p(J)$ og $C_t(J)$ funktioner, og disse bruges til at beregne propellens opførsel.

De to funktioner er en meget grov tilnærmelse til propellens rigtige data, da propellens aktuelle geometri og udformning helt er ignoreret i valget af funktioner.

Derfor skal de beregnede værdier tages med meget forbehold, men kan dog bruges til at vise hvordan propellen opfører sig ved forskellige hastigheder.

Hvor finder man parametre

Hvis forhandler, forhandlerens leverandør eller fabrikanten ikke har "fornuftige" data på deres hjemmesider, kan man forsøge at gå ind på www.motocalc.com. Der finder man offentligt tilgængelige lister over celler, el motorer og propeller, og man kan være heldig, at de parameter som man leder efter kan hentes i en af motocalc's lister.

Ofte vil den dokumentation der følger med en el motor indeholde de nødvendige data (men så skal man jo have købt motoren). Somme tider indgår de data man har brug for i typenummeret. Så hvis man er god til at gætte, kan også den vej være farbar.

Resultater

Med den givne el motor og propel findes de statiske data (for hastighed gennem luften = 0, dvs. stående fast på jorden).

Statisk træk er det der belaster el motoren kraftigst. Derfor kan det bruges til at vurdere om motoren er overbelastet, eller om motoren er meget langt fra sin optimale effektivitet, og man derfor skal overveje at bruge et gear.

Tabellen over dynamiske data viser hvordan trækraft og strømforbrug afhænger af propellens (dvs. modellens) hastighed gennem luften.

De dynamiske data beregnes først ud fra 100% motorydelse. Men motor ydelsen kan begrænses ved at indtaste en procent værdi i feltet "Throttle setting".

Den sidste linie i den dynamiske tabel kan beregnes ud fra en ønsket værdi for J, ved at indtaste den ønskede værdi i procent af den maksimale J værdi. Man kan indtaste værdier op til 109% hvis man vil se hvordan propellen bremses ved høje hastigheder. Det er ikke sikkert at programmet kan give resultater for værdier over 100%, i så fald kommer der til at stå "NaN" (= Not a Number), i de fleste af felterne.