

# Guide for innkjøp, bruk og lading av lipobatterier



Gjengitt med tillatelse fra Jotto / Modellflynytt, 16.4.2012

**NB1!** Spesielt for bil så gjelder det å bruke **HARDCASE** batterier, og for konkurransebruk må de også være EFRA godkjente. Disse er tryggere enn såkalte "soft" pakker.

**NB2!** Lad **ALLTID** med balansering! Og alltid under oppsyn! Lad gjerne på en brannsikkert sted, og lagre i LiPo pose - på et brannsikkert sted!

LiPo (Lithium-Ion Polymer)-batterier er idag den mest brukte og mest anvendbare batteritypen for RC-bruk. Denne guiden tar for seg bruk, lading, innkjøp, sikkerhet og andre spørsmål som typisk dukker opp når man skal ta det i bruk. Den gir også en introduksjon i grunnleggende teori som er veldig praktisk å kunne.

LiPo kom på markedet for hvermannsen for noen år siden og revolusjonerte raskt hobbyverdenen. Tidligere var elektrodrift for spesielt interesserte, med tunge NiCd eller NiMH-batterier. Lipobatteriene bød på lav vekt, høy kapasitet og langt bedre ytelse.

Det finnes også andre typer batterier som kan brukes både til motordrift og som mottakerbatterier. Denne guiden tar inntil videre seg av kun LiPo-batterier.

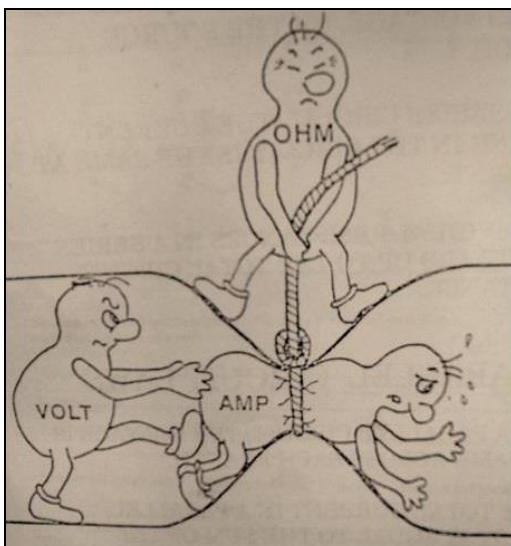
NB: Selv om kapitlet om sikkerhet kommer sist, er det obligatorisk lesning for alle. LiPo-batterier er trygt å bruke dersom man bruker dem riktig.

## Teori

Denne delen er kanskje den tyngste å sette seg inn i, men det er vel verdt å bruke litt tid på å forstå den. Å ha litt teoretisk bakgrunn og være kjent med vanlige ord og uttrykk gjør elektrolivet mye enklere.

### Ohms lov

Ohms lov er grunnlaget for all elektronikk og definerer forholdet mellom spenning, strøm og motstand. Det kan være tungt stoff, men denne tegninga forteller egentlig hele hemmeligheten (eller iallefall en forenklet utgave):



- **Spenning**, målt i volt (V), er trykket som elektronene blir dyttet gjennom kablene på.
- **Strøm**, målt i ampere (A), er antall elektroner som passerer gjennom ledningen per sekund
- **Motstand**, målt i ohm ( $\Omega$ ), er motstanden som elektronene møter.

Matematisk uttrykkes dette som

$I=U/R$  , der **I** er strøm, **U** er spenning og **R** er motstand.

Dette stemmer godt med tegninga: hvis man øker spenninga (karen til venstre dytter hardere), så øker strømmen (han får dyttet flere kompiser gjennom røret per sekund). Hvis man derimot øker motstanden (røret blir trangere), så får han dyttet færre kompiser gjennom røret. Rørende enkelt!

Denne ligningen kan stokkes om etter behov:

$U = R * I$  og  $R = U/I$ .

### Effekt

Mere interessant for oss er kanskje effekt, som måles i enten watt eller hestekrefter. Effekt er *arbeid utført per sekund*. Det er effekten, ikke spenningen, som får motoren til å yte. *Effekt er kongen*. Når vi skal skryte av hvor fet motor vi har, så snakker vi om *effekten*.

Effekt kan regnes ut med

$P = U * I$  , der **P** er effekt, målt i watt, og **U** og **I** er henholdsvis spenning og strøm. Her ser vi noe interessant: hvis vi dobler spenningen, så kan vi halvere strømmen og likevel ha like stor effekt.

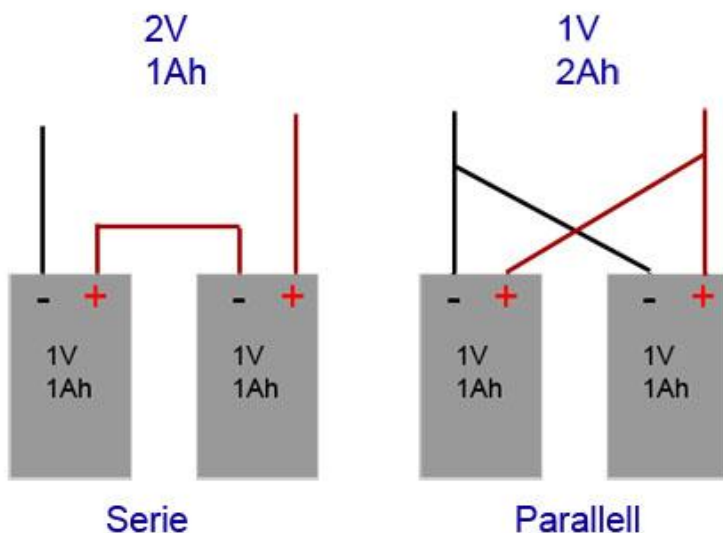
### Strømforbruk og kapasitet

Strømforbruk og batterikapasitet måles gjerne i ampere timer (Ah). Hvis vi går tilbake til tegningen over, så er det antall kompiser som totalt har blitt dyttet gjennom røret. Vi kan også sammenligne det med å helle vann i et glass. Strømmen (A) er antall liter per sekund, mens strømforbruket (Ah) er antall liter vi har helt i glasset. 1 Ah tilsvarer en strøm på 1 ampere som har gått ut av batteriet i en time, eller 2 ampere i en halv time.

Ampere og ampere timer kan også uttrykkes som henholdsvis milliampere og milliampere timer. Tallet er er da ganget med tusen, slik at 1000 milliampere (mA) = 1 ampere (A).

### Seriekobling vs parallellkobling

Batterier kan kobles sammen på to måter: i serie eller i parallell:



Ved seriellkobling kobler man + fra det ene batteriet til - på det andre. Total spenning blir lik summen av spenningen på begge batteriene, mens kapasiteten blir lik. Ved parallellkobling kobler man sammen + til + og - til -. Total spenning blir uendret, mens kapasiteten blir lik summen av begge.

Ser du, dette var ikke så vanskelig...?

# Om batterier

Når det er snakk om batterier, så dukker det opp mange ord og uttrykk.

## Antall celler og spenning

Celleantallet er en av de viktigste målene på batteriet. Et LiPo-batteri er delt inn i flere enkeltbatterier. Uten plastinnpakningen ser det omtrent slik ut:



Når et batteri oppgis å ha et antall celler (forkortet S), så forteller det antallet enkeltbatterier som er koblet sammen inni plastinnpakningen. Hver celle har en spenning på 4,2V når det er fulladet.

Kapasiteten på batteriet er lik kapasiteten på hver celle siden cellene er koblet i serie. Med andre ord: et 6S-batteri på 2000 mAh har 6 celler med en kapasitet på 2000 mAh og en spenning på 4,2V hver. Total kapasitet på batteriet er 2000 mAh, og total spenning er  $6 * 4,2V = 25,2V$ .

## C-rating

Et batteris C-rating sier noe om evnen til å levere fra seg strøm. 1C betyr at batteriet kan gi fra seg sin totale kapasitet på én time. Et batteri med kapasitet 1 Ah og C-rating på 1 kan dermed levere 1 A. Et moderne batteri har gjerne en C-rating på 40. Et 40C-batteri på 5 Ah kan dermed levere  $40 * 5 = 200$  ampere. Heftig!

Jo høyere C-rating, dess mere "guff" kan man få hvis ikke motor og regulator er flaskehalsen. Høyere C-rating gjør at batterienes spenning holder seg bedre under belastning, samt at batteriene ikke blir så varme. Produsentenes C-rating må imidlertid ofte taes med en klype salt. Et batteri fra én produsent på som er oppgitt til 25C kan ha bedre utladningsegenskaper enn et batteri på 45C fra en annen produsent.

## Maksimal utnyttelse og 80%-regelen

LiPo-batteriene har en enorm ytelse, men de har en svakhet: de må aldri lades helt ut. Hvis et LiPo-batteri blir helt flatt, så blir det ødelagt. Det er to tommelfingerregler for hvor lenge man kan bruke det / hvor mye man kan tømme det:

- Spenningen på hver celle må ikke komme under ca 3.2V (dette varierer noe fra batteri til batteri)
- Man må ikke tappe ut mer enn 80% av kapasiteten.

Den mest presise metoden for å finne ut hvor lenge man kan kjøre er å bruke laderen til å måle hvor mye strøm man har brukt. Du kan bruke timeren på radioen til å måle kjøretiden, og prøv deg frem helt til du bruker oppunder 80% av kapasiteten. De fleste regulatorer har mulighet for å sette cut-off. Om du kjører uten cut-off og du merker at bilen går merkbart dårligere, så stopp å kjøre!

## Lading

For å få noe moro ut av batteriene, må de lades. Man dytter bokstavelig talt nye elektroner tilbake der de kom fra: Inn i batteriet. Det samme regnestykkene gjelder her som når vi tapper batteriene. Når batteriet er ferdig ladet, skal hver celle ha en spenning på 4,2V (også max tillatt iht EFRA reglementet). Moderne computerladere sørger for å måle spenningen kontinuerlig og stoppe ladingen når den er ferdig, så man trenger normalt ikke å følge med på spenningen selv.

## LiPo ladepose

Iht EFRA reglementet skal batteriene ligge inne i en LiPo pose (som er brannsikker) under lading og utlading.

## Balansering

Balansering av batteriet er viktig. Balansering gjør at hver celle har nøyaktig lik spenning. Hvis man lader et batteri uten balansering, så risikerer man å ha en celle på 4,3V og en på 4,1V. I verste fall kan dette forårsake brann. I gamle dager måtte man ha en separat dings for å balansere batteriene, men nye ladere har innebygd balansering og gjør dette automatisk.

## Ladestrøm

Hvor raskt et batteri lades avhenger av ladestrømmen, dvs hvor sterk strøm laderen sender inn i batteriet. Maksimal ladestrøm for et batteri er oppgitt som et C-tall på samme måte som for utlading. Et batteri på 5 Ah som er oppgitt til å kunne lades på 2C kan dermed lades på maksimalt 10 A.

Hvis du lader et batteri på 1C, så tar det normalt i underkant av en time. Hvis du lader på 2C, så tar det ca en halvtime. Nyere batterier kan ofte lades på 5-10C. Da går det kjapt unna, men det sliter også mer på batteriene.

Ladetiden for et batteri som er utladet 70% kan grovt sett regnes ut som minutter =  $50 * \text{kapasitet} / \text{ladestrøm}$ . Et batteri på 3 Ah som lades på 10 A vil dermed ta  $50 * 3 / 10 = 15$  minutter.

For racing i organisert form så er det ingen begrensning på hvor mange C du kan lade batteriet på. Men EFRA anbefaler max 1C både mht sikkerhet og levetid på batteriene. Sjekk uansett hva produsenten av dine batterier anbefaler som max. Med innlagt 1 time til lading skal alle ha nok tid til å lade fullt med 1C. De fleste har også mer enn 1 batteri da de helst skal få kjøle seg ned før de lades opp igjen.

## Lading av flere batterier

Hvis man har mange batterier, så kan det bli tungvindt å måtte lade alle etter tur. Da er det en fordel å kunne lade flere batterier samtidig. Noen ladere har flere porter slik at man kan lade flere batterier, men en vel så praktisk metode er å parallellkoble batteriene. Man kan kjøpe ferdige parallell-kabler for lading av opptil 6 batterier samtidig. Med de nyeste laderne på 1000W og oppover, er dette en enorm fordel!

## Råd for innkjøp

Det finnes et uttall merker av ladere, strømforsyninger og batterier. Det kan være ganske frustrerende for en nybegynner å forholde seg til alle merker og spesifikasjoner, så det kan være greit med konkrete anbefalinger. Det understrekes at denne lista ikke på noen måte er komplett. Dette er kun et forslag til løsninger som forfatteren vet fungerer.

Når det gjelder pris, så får man til en stor grad det man betaler for. Man må selv vurdere hvor raskt og hvor mange batterier man vil lade, samt hvor mye penger man er villig til å betale for det. Man må også vurdere hvor mange celler man har behov for å lade.

I eksemplene under har jeg tatt utgangspunkt i lading av 6 stk 6S/3000 mAh-batterier for T-Rex 500 (helikopter, artikkelen er fra Modellflynytt) som er utladet med ca 70% av kapasiteten. Den nøyaktige ladetiden avhenger av mange faktorer, men det interessante her er forholdet mellom laderne.

### **1344W/40A: FMA PowerLab8**

Dette er den kraftigste laderen på markedet. Den koster ca 1400 kr og lader eksempelbatteriene på ca 20 minutter. Kan lade opptil 8-cellers batterier (8S).

Du trenger en 24V strømforsyning. Den billigste løsningen er å kjøpe en modifisert server-strømforsyning. Man kan kjøpe en meget god løsning til ca 800 kr her: [http://www.modellsalg.no/elektronikk/ladingutstyr\\_3/ladingutstyr-i-tarnasen\\_i276](http://www.modellsalg.no/elektronikk/ladingutstyr_3/ladingutstyr-i-tarnasen_i276). Denne strømforsyningen er av topp kvalitet, er ferdig isolert og er modifisert slik at den kan plugges rett på en lader.

### **1000W/30A: iCharger 3010b**

Denne er også populær, koster ca 1000 kr og lader eksempelbatteriene på ca 27 minutter. Kan lade opptil 10S.

Passelig strømforsyning er samme som for PowerLab8.

### **300W/20A: iCharger 206b**

Enklere utgave av iCharger, koster ca 700 kr og lader eksempelbatteriene på ca 75 minutter. Kan lade opptil 6S.

Her kan du klare deg med en mindre og billigere strømforsyning, men den bør være på 18V hvis du skal lade 6S-batterier.

### **250W/10A: iCharger 106b**

Budsjettutgave, koster ca 500 kr og lader eksempelbatteriene på ca 90 minutter. Kan lade opptil 6S.

Her er kravet til strømforsyning enda mindre.

# Sikkerhet

Sikkerhet er et av ankepunktene mange har mot LiPo-batterier. Mange har lest skrekkehistorier om at hus har brent ned. Med noen enkle sikkerhetsregler er risikoen for skade minimal.

## Lagring

Det foregår en kontinuerlig nedbrytingsprosess i alle LiPo-batterier. Denne prosessen fremskyndes av to ting: varme og spenning. Man bør derfor ikke lagre batterier i solsteiken, og man bør ikke lagre dem fulladet. Hvis man skal la batteriene ligge ubrukt i mere enn en uke, bør man lade dem ut slik at de har ca 3.8V per celle. De fleste ladere har en utladingsfunksjon, så man slipper å ta helikopteret med ut i hagen bare for å lade ut batteriene.

## Lading

De fleste batteriuhell skjer under lading. Les laderens manual og forsikre deg om at du forstår innstillingene før du begynner å lade!

Batterier har som regel en oppgitt maksimal ladestrøm. Eldre batterier kan lades på maks 1C, mens nyere batterier kan lades på opptil 5-10C. Hvis det ikke er spesifisert noen grense, så er hovedregelen 1C. Hvis man lader batterier raskere enn det de er spesifisert for, risikerer man at batteriene begynner å brenne.

Bruk en lipo-sekk (f.eks. <http://www.liposack.com/>). Denne tåler høy varme og sørger for å holde flammene på innsiden av sekken. Det er vanskelig å få plass til de største batteriene i en lipo-sekk. Et alternativ da kan være en solid kjeramisk krukke eller Leca-blokker.

Viktigst av alt: aldri lade LiPo-batterier uten tilsyn! Du trenger ikke å sitte og stirre på dem, men sørg for at du oppholder deg i samme rom.

## LiPo-brann

Den store skrekken er LiPo-brann. Det er egentlig ikke en brann i tradisjonell forstand, for den trenger ikke oksygen. LiPo-brann er en kjemisk reaksjon som utvikler ekstremt mye varme.

Det nytter derfor ikke å slukke LiPo-brann med vann. Sand (helst våt) er effektivt - det holder flammene innelukket til reaksjonen er ferdig. Ha også et skumapparat i nærheten. Du vil ikke kunne slukke selve lithium-reaksjonen med et skumapparat, men du får slukket eventuelle andre ting som har blitt antent av LiPo-brannen.

## Kræsje

Et batteri kan ta fyr etter en kræsje. La alltid batteriet ligge på et ufarlig sted i noen timer etter en kræsje, for det kan selv antenne en stund etter sammenstøtet. Aldri lade eller bruke et batteri som er fysisk skadet.

## Destruering

Man kan ofte lese om omstendige destrueringsprosesser i diverse utenlandske fora. Her i Norge er det unødvendig med eksotiske ritualer rundt det, for alle elektrobutikker og avfallsmottak tar imot brukte batterier.

Hvis man likevel vil destruere dem på egenhånd, gjør man følgende på et brannsikkert sted og med vernebriller:

- 1 Lad ut batteriet med en lyspære e.l. Det kan ta flere dager før batteriet er helt utladet.
- 2 Legg batteriet i et kar med saltvann
- 3 Stikk hull på batteriet fra sikker avstand og la det ligge i noen dager
- 4 Kast i søpla. Destruerte LiPo-batterier er ikke spesialavfall.

Det anbefales uansett å lese litt teori rundt destruering av LiPo-batterier før man prøver å gjøre det på egenhånd. Se lista over lenker lengre ned i artikkelen.

## Til slutt

Dette er på ingen måte en fullstendig kilde til kunnskap om LiPo-verden, men den burde gi nok basiskunnskap til at man kommer igang. LiPo-batterier har mange fordeler sammenlignet med andre typer batterier, men de krever en viss kunnskap om bruk og sikkerhet.

### Nyttige lenker

Det finnes mengder med informasjon "der ute" om elektro-RC generelt og bruk av LiPo-batterier. Disse nettstedene er vel verdt å bruke litt tid på:

<http://www.modellflynytt.no/forum.php> : Norsk forum for modellfly- og helikoptere. Her kan du få svar på det meste!

<http://www.helifreak.com> : Amerikansk helikopterforum med underkategorier for batterier og ladere

<https://sites.google.com/site/tjinguytech/charging-how-tos> : Grundige artikler om LiPo-batterier, ladere, strømforsyninger og relaterte emner. Anbefales!

<http://www.feathermerchantrc.com/> : Her får du kjøpt billige konverterte server-strømforsyninger.

**Lykke til!**

*Med vennlig hilsen*

**Jotto, Modellflynytt, 16.4.2012**