



13 LITIUMBATTERIER LFP

- 13.1 Byte från bly- till litiumbatterier kräver anpassning
- 13.2 Olika typer av LFP
- 13.3 Styrning, övervakning och skydd
- 13.4 Funktioner
- 13.5 Inbyggda funktioner

- 13.6 Säkerhet och risker
- 13.7 Ett eller flera system
- 13.8 Fördelar och nackdelar
- 13.9 Sammanfattning

13.1 Byte från bly- till litiumbatterier kräver anpassning

Många är intresserade av att installera litiumbatterier (litiumjärnfosfat LiFePO_4 , förkortas LFP) i sina båtar, med förhoppningar om rikligare elförsörjning från batterier som är lättare och mindre.

Detta är en sammanfattning av vad man minst bör beakta inför ett byte, oavsett om man väljer att göra det själv eller anlitar yrkeskunnig hjälp. Att byta ut blybatterier mot LFP är inte riktigt så enkelt som tillverkare, försäljare och entusiaster på internet ofta vill framställa.

Kringliggande system – laddare, regulatorer med flera – måste bytas, byggas om och/eller kompletteras så att de blir anpassade för de nya batteriernas annorlunda egenskaper.

Om man förstår punkterna listade i nedanstående avsnitt ”Styrning, övervakning och skydd”, så vet man vad man skall fråga efter. Då har man en god möjlighet att få en lyckad installation, oavsett om man gör den själv eller anlitar professionell leverantör.

En ny båt som levereras med litiumbatterier skall inkludera utförlig skriftlig dokumentation om batterierna, om all styrelektronik, om skyddsfunktioner, om elsystemets konstruktion, om batteriernas skötsel och laddning.

13.2 Olika typer av LFP

LFP-batterier på 12 volt består av fyra seriekopplade litiumceller på ca 3,2 volt var. Vald kapacitet, antal amperetimmar, kan åstadkommas med kombinationer av flera serie- och parallellkopplade celler. Men det finns LFP-batterier som **inte** får serie- eller parallellkopplas. Läs alltid leverantörens specifikationer noga.

Exempel på fyra olika batterikonstruktioner/system:

- 1 Lösa celler byggs ihop till önskad kapacitet som övervakas och styrs av en central elektronisk enhet.
- 2 Plugin/dropin-batterier är färdigbyggda 12 volts-batterier med internt skydd för att cellerna inte skall skadas. Dessa måste i praktiken kompletteras med både extern styrning av laddning och skydd mot djupurladdning. Det interna skyddet kan bara förhindra att cellerna går sönder om den externa styrningen av laddningen, eller djupurladdningsskyddet, fallerar.

- 3 Kompletta elförsörjningssystem med både externa elektroniska styr- och skyddsfunktioner – samt intern elektronik i batteriet – en kombination av 1 och 2.
- 4 Monoblock, eller monolitiska block, är batterier med s.k. matchade celler – helt utan inbyggd elektronik. Dessa måste kompletteras med både styrning av laddningen och skydd för djupurladdning. Monoblock kan inte övervakas på cellnivå, och kommer därför att ha en kortare livslängd.

Kostnader för de olika konstruktionerna varierar avsevärt. Konstruktionerna 1, 2 och framför allt 3 kan övervakas och styras så att en enskild cell inte hamnar utanför sin specificerade min/max laddnivå. Detta går inte med den 4e konstruktionen.

13.3 Styrning, övervakning och skydd

LFP-batterier och dess enskilda celler måste skyddas mot både över- och underspänning. Dessutom behöver de enskilda cellerna då och då balanseras, dvs spänningsskillnader mellan dem måste utjämnas. För att erhålla en driftsäker installation behövs en central styrfunktion som reglerar både laddning och förbrukning så att en cellskyddssituation inte uppstår.

Det finns olika sådana system, med olika funktioner, som marknadsförs under olika namn (BMS, PCM m fl). Till exempel har Battery Management System inte samma funktioner som Battery Monitor System, inte heller samma funktioner som Protection Circuit Module. Det viktiga är vilka funktioner systemet verkligen har. Dessvärre kan man inte avgöra med hjälp av namnet vilka funktioner som ingår i styrfunktionen utan att noga läsa igenom respektive tekniska specifikation.

Förutom att batteriet/cellerna ska skyddas, måste båtens övriga komponenter också skyddas innan skada uppstår.

13.4 Funktioner

Skydd mot underspänning

LFP-celler är mycket känsliga för underspänning och förstörs om de laddas ur helt. Vid enbanksystem (start och förbrukning ur samma bank) måste underspänningsskyddets brytnivå ställas in så att batteriet/banken har spänning och kapacitet kvar för att starta



motorn. Styrsystemet bör också förvarna innan under-spänningsskyddet stänger av strömmen, så att man hinner starta laddning.

Många plugin/dropin-batterier har inbyggt under-spänningsskydd med så låg brytnivå att installationen måste kompletteras med ett externt underspänningsskydd som träder in före lägsta spänning för motorstart är nådd.

Skydd mot överladdning

LFP-batterier är känsliga för överladdning, som minskar batteriets kapacitet permanent. All utrustning som laddar batterierna (generator, landströmladdare, solpaneler, vindgeneratorer) måste kunna stängas av med hjälp av styrsystem när första cellen når lämplig laddnivå. Underhållsladdning av LFP-batterier ger också kapacitetsminskning.

Styra laddningsspänning

Spänningen från olika laddare (generator, solpaneler, batteriladdare) bör mätas med ett styr- och övervaknings-system som mäter enskilda cellers spänning så att laddspänningen blir styrd av den cell som först når ett gränsvärde. Det är viktigt att följa cellens/batteriets specifikation och inte överstiga angivna gränsvärden.

Cellbalansering

För att uppnå maximalt utnyttjande av batteriets kapacitet krävs att cellerna i batteriet är väl balanserade. Detta kan göras manuellt, minst någon gång om året, eller med ett system som gör det automatiskt. Viktigt är att automatisk balansering inte kräver att batteribanken fulladdas, eftersom det förkortar livslängden om man ofta fulladdar.

Effektkrävande utrustning

LFP-batterier kan leverera höga strömmar, men plugin/dropin-batterier har ofta en begränsad förmåga att leverera höga strömmar pga den inbyggda elektroniken. Detta kan kompenseras med två eller flera parallella plugin/dropin-batterier som delar på lasten. Alternativt behåller man blybatterier för dessa laster (exempelvis till startmotor, vinschar, ankarspel, bogpropeller m fl).

Temperatur

De allra flesta använder inte höga strömmar under längre tider, och laddar inte heller med för hög ström – då är värmeutveckling i LFP-batteriet inget problem. Men har man t ex en inverter med hög effekt som man använder längre stunder, eller (snabb)laddar med hög ström, bör man se till att systemet även övervakar temperaturen på batteriet och stänger av laddning och förbrukning innan batteriets/cellens temperatur närmar sig gränsvärdet som tillverkaren angett.

13.5 Inbyggda skydd

Plugin/dropin-batterier innehåller normalt ett inbyggt skydd, men ofta av en enklare typ som skyddar bara

själva batteriet. Det bidrar **inte** till styrning/skydd av övriga delar i båtens elsystem, som generator, laddning, förbrukning eller övervakning.

Det är viktigt att förstå att inbyggt skydd endast är ett cell-/batteriskydd, avsett att träda i kraft om styrningen av laddning eller förbrukning inte fungerar.

Ett komplett system skall både styra och övervaka laddning och förbrukning, till skillnad från de begränsade funktioner som finns i t.ex. plugin/dropin-batterier. Vissa kompletta system kan dessutom automatiskt balansera de interna cellerna.

Om LFP-batteriets eget skyddssystem kopplar bort batteriet, pga för låg laddning, blir båtens elsystem ”svart”, dvs ingen ström kommer varken till navigation, belysning, autopilot eller andra elförbrukare.

När LFP-batteriets eget skyddssystem kopplar bort batteriet pga för hög laddning kan en spänningsspike förstöra inkopplad elektronisk utrustning, om man inte skyddat elsystemet mot detta.

För att minimera dessa risker ska kvalitét och funktion på externa styr-, övervaknings- och skyddssystem särskilt beaktas och väljas så att varje cell i batteribanken kan övervakas och ge information till styrfunktionen.

13.6 Säkerhet och risker

Litiumbatterier finns av flera olika typer och utformningar. De litiumbatterier som normalt används i båtar är av typen litiumjärnfosfat, LFP, och anses inte ha högre risk för brand än vad ett blybatterisystem har. (I bilar, telefoner och liknande används annan litiumkemi.)

LFP-batterier har lågt inre motstånd och en kortslutning kan därför orsaka extremt stora strömmar med brandutveckling som följd. Därför behöver säkringars dimension och placering vara genomtänkt, bland annat med säkringar nära batteripoler samt batteripolkablar som är dragna så att de inte kan orsaka kortslutning. Batteripoler och kopplingsplintar skall vara beröringsskyddade. Skyddande säkringar skall anpassas till kabelarea och möjlig energimängd/värme. Alla kabelskor för höga strömmar måste pressas (crimpas) med rätt verktyg och presskabelskor som är avsedda för respektive kabelarea. Annars finns risk för värmeutveckling och därmed ökad risk för brand.

I princip är detta inga skillnader i krav jämfört med blybatterier. Men installationer med LFP bör göras extra noga.

Dessutom innebär LFP att generatoren, som drivs av motorn, kommer att arbeta med en högre ström under längre tid vilket leder till högre värmeutveckling. Generators regulator måste därför innehålla en funktion som minskar laddningen innan temperaturen på generatoren blir för hög. Kontrollera också att motorutrymmet ventileras tillräckligt. Slitage på drivrem och lager ökar också varför regelbunden kontroll av rem och remspänning är än viktigare.



13.7 Ett eller flera system

Enbanksystem

Endast ett batteri (eller en bank med flera sammankopplade batterier) som lämnar ström till både start av motor och all övrig förbrukning. Enkelt och överskådligt, men måste övervakas så att kapacitet alltid finns kvar för att starta motorn. Ett lågspänningsskydd måste garantera motorstart.

Flera batteribankar

Ett separat startbatteri säkerställer motorstart i alla situationer oavsett laddstatus på övriga förbrukarbatterier i båten och är ett sätt att erhålla robust startsäkerhet. Två, eller flera, bankar kräver någon form av laddnings- och urladdnings-separation mellan batteribankarna.

Ett startbatteri av bly kan också fungera som skydd av generator och elektronik mot spänningsspike om LFP-förbrukningsbanken stängs av på grund av risk för överladdning. Om ankarspel eller bogpropellrar kräver extra hög kapacitet, om än under kort tid, kan det vara lämpligt att även de drivs av blybatterier.

13.8 Fördelar och nackdelar

Fördelar

- + LFP tar emot laddning på ett effektivare sätt och laddas snabbare än bly (t ex AGM). Framför allt laddas LFP lika fort hela tiden, tills det är fullt, medan ett blybatteri laddas fort till 80 % och resten, toppladdning, tar "en evighet". Om ett blybatteri inte laddas fullt regelbundet åldras det fortare än vad specifikationen anger.
- + LFP behöver i princip aldrig laddas fullt för att förhindra åldrandet.
- + LFP ger möjlighet till kontroll på cellnivå av laddning och förbrukning, vilket förlänger livslängden.
- + LFP har mycket låg självurladdning (ca 3 % per månad) och kräver därför normalt ingen underhållsladdning vid långa uppehåll.
- + LFP fryser inte sönder oavsett ladd-nivå.
- + Högre energidensitet än bly både när det gäller volym och vikt. LFP-batterier är därför både lättare och mindre än blybatterier med samma kapacitet.
- + LFP-batterierna nominella kapacitet kan utnyttjas praktiskt till 80–90 procent utan att deras livslängd drastiskt försämras. Motsvarande utnyttjande för bly är cirka 50 procent (eller mindre om man inte lyckas toppladda de sista långsamma 20 procenten). Detta gör att båten bara behöver ca hälften så många LFP-ampere-timmar (Ah) för att få samma användbara kapacitet som från bly-ampere-timmar.

- + LFP-batterier har relativt lågt inre motstånd även vid låg laddningsnivå vilket gör att de kan leverera ström utan betydande spänningsfall – oberoende av aktuell laddningsstatus. Även detta kräver övervakning på cellnivå för att försäkra sig om att ingen cell hamnar utanför specificerade laddnivåer.
- + LFP-batterier/celler har ca 5 gånger längre livslängd än bly, mätt i laddcykler, förutsatt att batterierna/cellerna övervakas och styrs på bästa sätt.

Nackdelar

- En felaktig installation eller felaktig skötsel kan leda till att celler och därmed batterier förstörs, eller i värsta fall till brand. Gäller även blybatterisystem.
- LFP-batterier skall aldrig laddas i minusgrader.
- Om batteriet innehåller elektronik, som inte går att stänga av, måste tillräckligt kapacitet finnas kvar för att försörja den egen elektroniken under långtidslagring. Sådana LFP kan behöva extra laddning då och då under långtidslagring.
- Felaktigt laddningsförfarande kan leda till 'litiumplating', LFP-batteriets motsvarighet till blybatteriets sulfatering, vilka båda leder till kapacitetsförlust.
- Laddning och förbrukning utan styrning på cellnivå kan leda till cell-/batterihaveri.
- Det går inte att bara byta ut blybatterierna mot LFP rakt av, man måste förstå det som beskrivits ovan och komplettera med nödvändig utrustning.

13.9 Sammanfattning

Den kanske största fördelen med LFP-batterier i båtar är att de laddas mer effektivt än blybatterier och därför kan ge bra tillgång till el trots korta motorkörningar. LFP skadas inte även om de inte blir helt fulladdat på hela sommaren, till skillnad mot blybatterier som bör återladdas snarast möjligt.

LFP ska laddas på ett annat sätt än blybatterier, så all utrustning som laddar batterierna måste tänkas igenom och anpassas – eller bytas.

Det är viktigt att hålla alla celler inom de spännings- och temperaturgränser som tillverkaren specificerar. Laddstyrning och underspänningsskydd är helt nödvändiga.

Tänk efter före

Var frågvis – sätt dig in i systemets uppbyggnad, produktdata, styrning- och skyddsfunktioner samt vilka ytterligare kringutrustningsfunktioner som krävs.

Slutligen – dokumentera den egna installationen och hur allt ska skötas för att hålla länge.

Detta kapitel bygger på ett dokument "Bra att veta inför byte till litiumbatterier" skrivet våren och sommaren 2020 av Svenska Kryssarklubbens båttekniska nämnd (BTN), i samarbete med Västskärsregionens och Stockholms tekniska kommittéer. Dokumentet är en bearbetning av en artikel "Allt du behöver veta inför byte till litiumbatterier", ursprungligen publicerat i På Kryss 21 mars, 2019.