

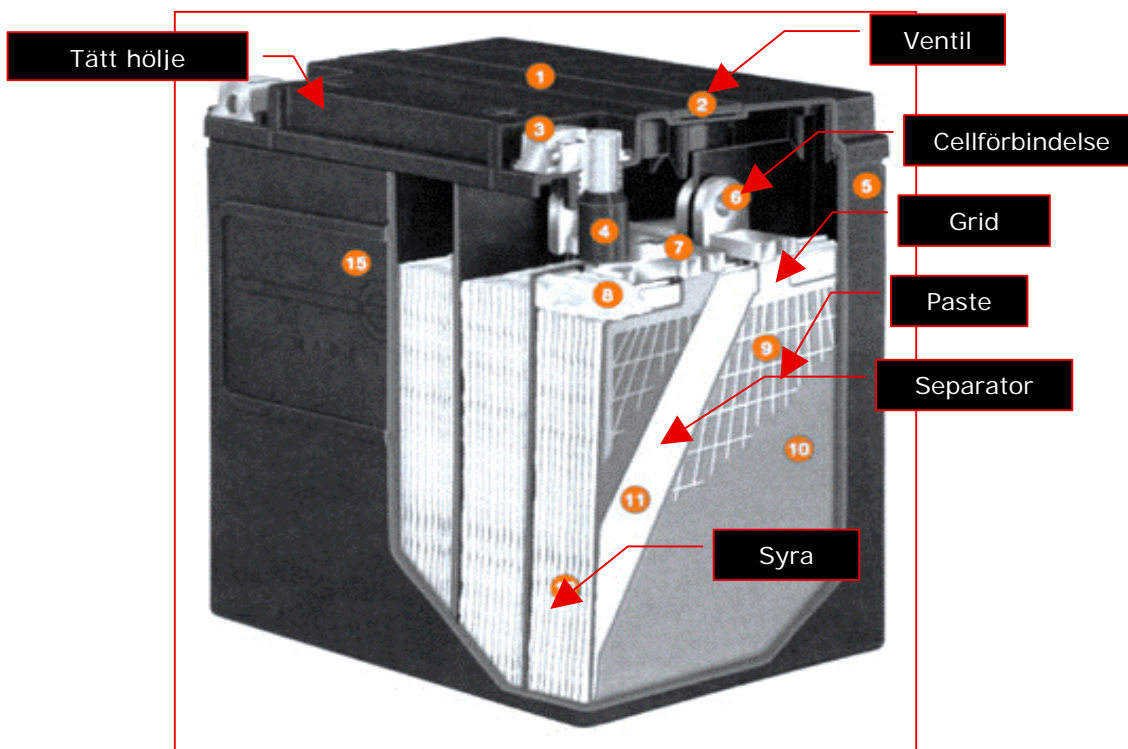
Batterier och Laddning



- 1. Allmänt**
- 2. Storlek på batterier**
- 3. Varför krånglar batterier?**
- 4. Batterityper**
- 5. Laddning**
- 6. Storleken på laddare**

1 Allmänt

Ett batteri är egentligen en rätt enkel konstruktion. Två plattor med aktivt material är nedsänkt i en elektrolyt. En kemisk process äger rum vid laddning och den omvända vid urladdning. Här ligger själva finsen med ett batteri. Lagringen kan ske under lång tid och energin kan sedan tas ut under antingen kort eller lång tid.



Att energin går att ta ut under kort tid visar också på faran med batterier. Om man kortsluter ett batteri så är det enbart den inre resistansen, motståndet, som begränsar strömmen. Då denna är för ett bilbatteri i storleksordningen $10\text{ m}\Omega$ så kan den som är familjär med Ohms lag räkna ut att kortslutningsströmmen lätt kan uppgå till 1500 Ampere eller mer. Effekten räknar man ut som strömmen multiplicerad med spänningen, vilket innebär att det är en effekt på hundratals kW som utvecklas. Batteriet kan vara den starkaste kraftkällan som finns på Ditt fordon! Mycket omsorg ska alltså visas när man jobbar med batterier. Vid batteritillverkning är t.ex. inte ringar tillåtna för de som arbetar vid formeringen, vilket är nästan detsamma som laddningen. Om man kortsluter ett batteri över en guldring är risken överhängande att man bränner av ett finger. Stor försiktighet rekommenderas alltså. Skyddsglasögon och gummihandskar sitter inte i vägen. Ventilation är också bra, speciellt om man använder en oreglerad laddare som kan ge gnistor.

Många olika materialkombinationer har använts och nya kommer att komma. En långlivad kombination är bly-syra som uppfanns för över hundra år sedan av fransmannen Gaston Planté. Här kommer vi enbart att beskriva bly-syra, även om andra typer som t.ex. Nickel-Kadmium, Litium-Jon och Nickel-Metallhydrid. Dessa nya kombinationer har sin plats på kartan men är ännu för dyra för normala användare. Elfordon och hybridbilar är vanliga applikationer i fordonssammanhang.

Bly-syra ska egentligen läsas bly-svavelsyra. En patriotisk not om bly-syra-batterier är att det är det mest återvunna produkten i världen och Sverige är bäst i världen på att återvinna batterier. Trots att bly är ett material som Sverige och Danmark försöker minska användningen av inom EU så är det inte mycket utsläpp som kommer från blybatterier.

1.1 Kemi

Ett blybatteri innehåller tre aktiva material:

- Bly i pulverform på den negativa polen
- Blydioxid i pulverform på den negativa polen
- Svavelsyra i separatorn mellan plattorna och fritt i kärlet (ej för AGM, se under batterityper).

Allt annat bly i batteriet fungerar enbart som ledare av strömmen och att hålla allt annat på plats. Att man använder bly för detta beror på den känsliga elektrokemin. Den får inte störas och man får dessutom akta sig för att föra in andra materialkombinationer. Eftersom vi talar om elektrokemi så kan man råka ut för korrosion, ”rost”, när två material möts. Bly är verkligen inte fritt från korrosion heller. Bly angrips faktiskt av svavelsyra, men olika mycket vid olika koncentrationer. Bäst klarar sig blyet då koncentrationen är ca 38 % och då syradensiteten är ca 1,28. Över och under den koncentrationen så stiger det som kallas för gridkorrosion. Det är alltså ingen slump att batteritillverkare har gjort sina konstruktioner så att syran ligger på den koncentrationen då det är fulladdat. Dessutom så är syrans resistans som lägst vid ~1,28 vilket ytterligare bidrar till att det är en lämplig densitet. Under 1,08 så är syran extra elak mot blyet. Detta är ett skäl till att man ska hålla batteriet fulladdat. Mer om det under avsnittet om laddning.

Ett fulladdat batteri har i stort sett ”rena” material på de olika platserna i batterier. När batteriet urladdas så omvandlas både blyet och blydioxiden till blyulfat genom två helt olika reaktioner. Samtidigt ”förbrukas” svavelsyra, eller mera riktigt så sjunker koncentrationen när syran omvandlas till blyulfat. Det är därför man kan bedöma laddningen på ett öppet batteri genom att mäta syrans densitet. Notera att det bildas blyulfat. Sulfatering är alltså en naturlig del av kemin och till och med önskvärd. Det är först när sulfateringen växer i storlek som det blir allvarligt. Vid laddning så vänder man på den kemiska processen och vid överladdning utvecklas också syrgas på den positiva polen och vätgas på den negativa. Alla dessa gaser kommer från syrans vatten. I ett öppet batteri så försvinner dessa gaser vilket man ser som att man har förlorat vatten. I ett Gel eller AGM-batteri så tas dessa gaser om hand istället. Mer om detta senare.

Kemister skriver förloppet på följande vis (omvänt vid laddning):

Positiv	$PbO_2 + 4H^+ + SO_4^{2-} + 2e^-$	$\rightarrow PbSO_4 + 2H_2O$
Negativ	$Pb + SO_4^{2-} - 2e^-$	$\rightarrow PbSO_4$
<hr/>		
Totalt	$PbO_2 + Pb + 2SO_4^{2-}$	$\rightarrow 2PbSO_4 + 2H_2O$
Vid överladdning:		
Positiv	$2 H_2O - 4e^-$	$\rightarrow O_2 + 4H^+$
Negativ	$4H^+ + 4e^-$	$\rightarrow 2H_2$
<hr/>		
Totalt	$2H_2O$	$\rightarrow 2H_2 + O_2$

Tabell 1: Förlopp vid laddning och urladdning

På ”vanligt” språk kan man skriva att

Positiv:	Blyoxid & syra	\rightarrow	Blyulfat & vatten
Negativ:	Bly & syra	\rightarrow	Blyulfat
vid urladdning			
omvänt vid laddning			

Hur man bedömer laddningen, State of Charge, framgår av tabell 2. Notera att batterispänningen bara ger en grov indikation för ett öppet batteri. Mängden vatten spelar in och man kan ha en hög spänning fast batteriet inte fungerar särskilt bra.

SOC State of Charge	Syra- densitet	Batterispänning (ungefärlig)
100 %	1,28	12,9V
75 %	1,23	12,5V
50 %	1,18	12,15V
25 %	1,14	11,9V
0 %	1,10	11,4V

Tabell 2: Laddningsgrad i förhållande till syradensitet och batterispänning

Ett fulladdat batteri klarar kyla bra. Det fryser vid ca. $-67C$ och det gör f.ö. nog vem som helst. Värre blir det om batteriet är urladdat. Då kan det frysa redan vid några grader under noll. Detta är ytterligare ett skäl till att hålla batteriet laddat under vintern.

2 Storlek på batteriet.

Ett batteri kan klassificeras på ett antal olika sätt. Självklart så är måtten på det viktigt så att det verkligen passar dit det ska. Spänningen känns lika naturlig, 6V, 12V eller 24V är vanliga spänningar, men om man tittar på decimalerna så är det inte riktigt detsamma. Det är ofta inget som en användare behöver bry sig om, annat än vid val av laddare. Normala öppna batterier ska vid normal laddning inte gå över 14,4V medan AGM-batterier oftast vill ha en laddspänning på 14,7V för att må bra. Sedan är laddspänningen dessutom beroende av temperaturen, se avsnittet om laddning.

Annars är de två viktigaste måtten på ett batteriets storlek saker som har att göra med dess effekt och kapacitet. Om man jämför med vanliga fordonstermer så är effekten lika med toppfarten och kapaciteten lika med hur långt man kommer på en tank. En sak i taget:

Effekten mäts i antingen CCA, MCA, CA eller PCA. CCA (Cold Cranking Amps) är det vanligaste på våra breddgrader och mäter hur många Ampere man kan dra från ett batteri som är -18°C under trettio sekunder utan att batterispänningen understiger 7,2V. En typisk siffra på ett MC-batteri är ett par hundra A medan en bil ligger på 600-800A. Detta är ju en extrem test. Ingen står i -18°C och nöter i 30 sekunder i sträck och dessutom drar en typisk bil bara 300-400A under startförloppet. Det är ändå viktigt för att kunna jämföra batterier och dessutom är batteriet inte alltid 100 % laddat. MCA (Marine Cranking Amps), CA (Cranking Amps) och PCA (Pulse Cranking Amps) är variationer på samma tema vid olika temperaturer och med olika tider.

Kapaciteten mäts genom att lägga på en konstant last och se hur lång tid batteriet håller sig ovanför 10,5V. Den vanligaste i Europa är antalet Amperetimmar, Ah. Riktigt så enkelt är det dock inte. Man anger dessutom för hur lång tid det gäller. Vanligast för ett mindre batteri är C_{10} , vilket står för att man laddar ur under 10 timmar medan bilar oftast talar om C_{20} , vilket följaktligen står för urladdning under 20 timmar. Även här stämmer jämförelsen med hur långt man kommer på en tank. Om man kör fortare, dvs. laddar ur med en högre ström, så kommer man inte riktigt lika långt. C_{10} -värdet är följaktligen lite lägre än C_{20} . I industriella sammanhang talar man dessutom om C_5 , C_2 och C_1 . Samma princip, olika urladdningstider.

Ibland används dessutom RC, Reserv Capacity. Då lägger man på en rel. hög ström, 25A, och mäter hur många minuter batteriet håller sig över 10,5V. Ett typiskt bilbatteri ligger på runt 100 minuter. Ett MC-batteri klarar kanske 15 minuter vid samma test, men eftersom 25A är en väldigt hög last för så små batterier används RC knappt för dem.

3 Varför krånglar batterier?

En av de mest ingående studierna av varför batterier dör gjordes av D. Amistadl och presenterades på BCI (Batteries Council International) 1995.

Temperaturens inverkan var tydlig. Fig. 1 visar medeltiden till haveri från tillverkning: Förvånande för en nordbo är att det är höga temperaturer som tar kål på batterier. Alla som har befunnit sig under en motorhuv i Arizona kan intyga att det verkar rimligt. Ett batteri i ökenklimat varar ofta inte mer än ett år. Kylan gör bristande prestanda mera tydligt, eftersom det förstås händer när kvicksilvret pekar på -20 och man har glömt vantarna hemma...

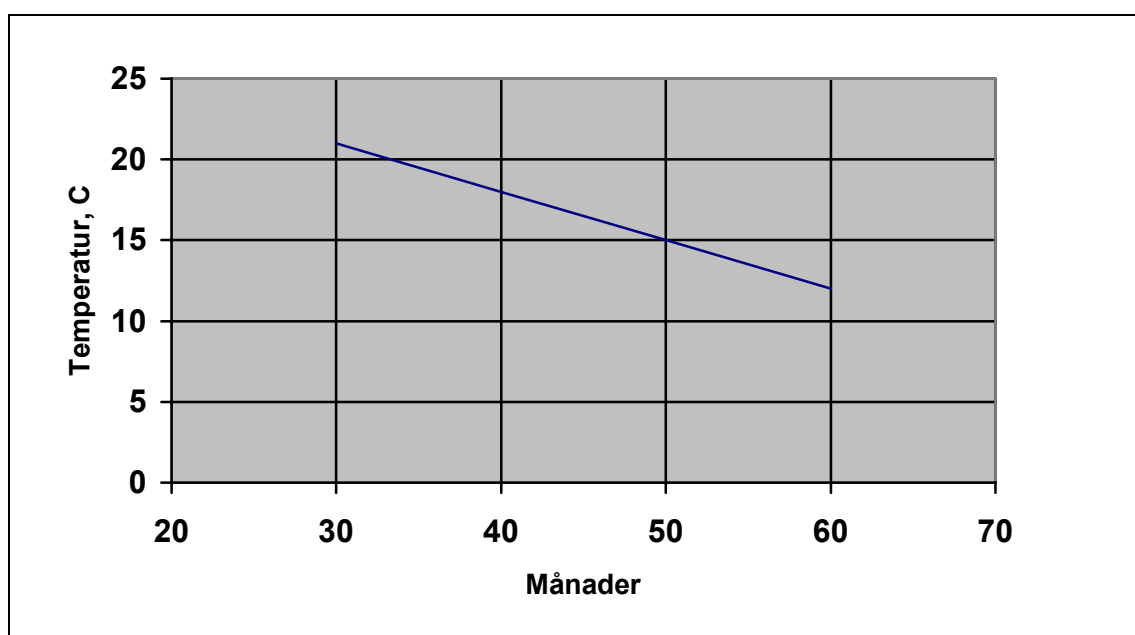


Fig. 1: Medellivslängd från tillverkning till haveri

Anledningen till att batteriet byts ut är också intressant. Fig. 2 visar var felet kommer ifrån medan fig. 3 visar medeltiden till dess att de havererar, beroende på orsak:

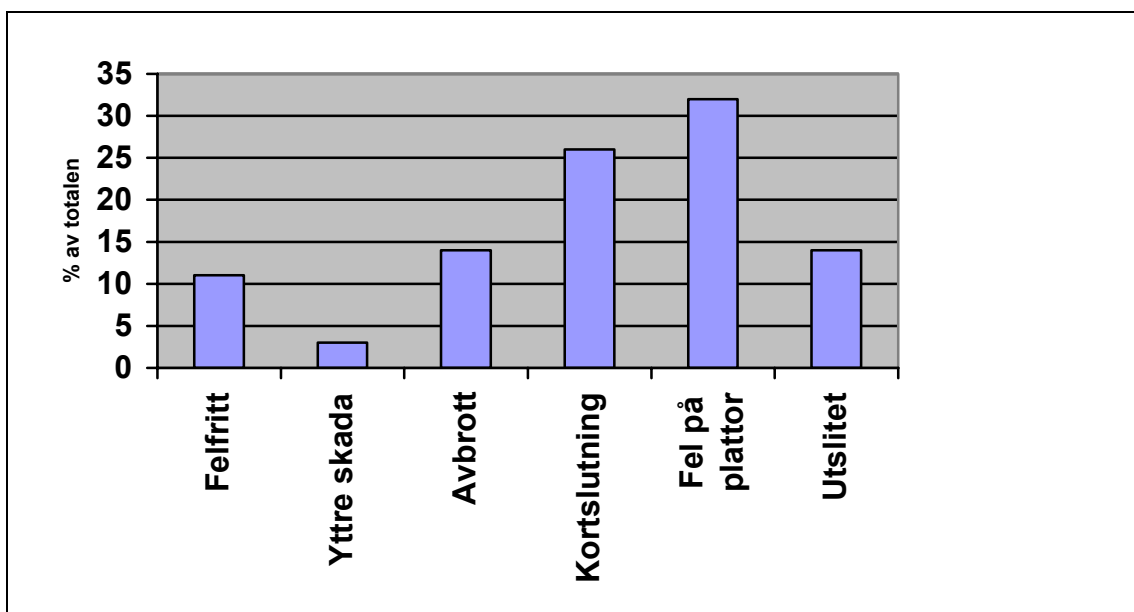


Fig. 2: Felorsak som % av totalen

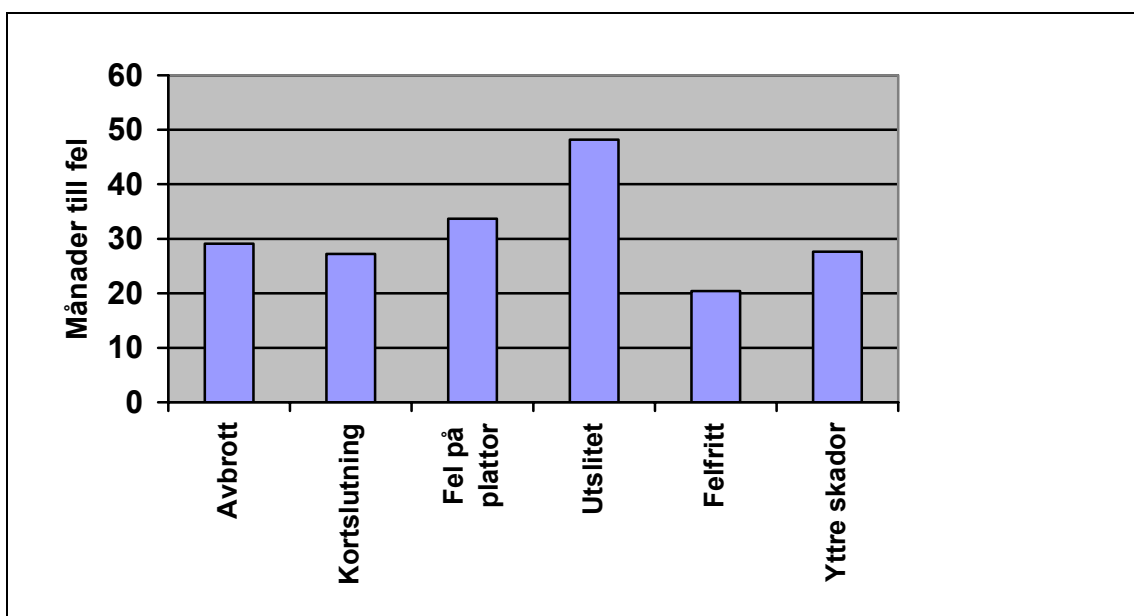


Fig. 3: Medeltid till fel, beroende av felorsak

3.1 Felorsaker:

- A. **Felfritt.** Dessa batterier har egentligen inte havererat. De har fått skulden fast det egentligen kanske bara var urladdat eller att det fanns något fel i det elektriska systemet på fordonet.
- B. **Yttre fel.** Denna kategori inkluderar allt som har med yttre fel på batteriet, likt att polerna har blivit skadade vid demontage eller att locket har fått en skada. Här ingår även skador som har uppstått som av en gnista under laddning. Detta är inte särskilt vanligt felfall, men konsekvenserna kan vara förödande.
- C. **Avbrott.** Någon form av förlorad kontakt inuti batteriet. Detta kan ha orsakats av vibrationer etc. Ibland kan också rena tillverkningsfel, typ dålig intern lödning, orsaka avbrott.
- D. **Kortslutning.** Kan ses som ett bortfall av en eller flera celler i batteriet. Restprodukter kan kortsluta runt plattkanter. Ibland så kan restprodukter brygga emellan i botten av batteriet. Där finns normalt en spalt för detta men i slutet av batteriets liv så kan det ändå brygga emellan. Ett annat fel är ren kristallin tillväxt rakt genom separatorn, s.k. dendriter.
- E. **Fel på plattor.** Detta är en stor grupp som kan innehålla rena tillverkningsfel, men i allmänhet så orsakas dessa fel av att batteriet misshandlats eller använts utanför rekommendationer. Det kan vara extrema temperaturer, djupurladdningar eller drift på icke avsett sätt. Felen kan vara intern korrosion, dålig vidhäftning av det aktiva materialet till blynätet, att negativa materialet har ”krympt”.
- F. Här ingår den mångomtalade sulfateringen. Sulfatering är bildandet av rel. stora kristaller av blysvlfat. Blysvlfat är ju det ämne som bildas vid urladdning, men den ”godartade” blysvlfaten bryts snällt ner i sina beståndsdelar vid laddning. De stora kristallerna är mycket svårare att hantera. Det finns mer eller mindre fantasifulla förslag till hur man ska bryta ner dessa sulfatkristaller, men det gemensamma med alla dessa föreslagna metoder är att är mer teori än verklighet. Det finns ingen vetenskaplig dokumentation att t.ex. pulser av höga spänningar bryter ner kristallerna. Notera dock att efter lång tids underhållsladdning kan somlig sulfatering återbildas. De farliga sulfatkristallerna uppstår främst då batteriet har varit urladdat och/eller om vattennivån har sjunkit för lågt. Båda problemen kan oftast undvikas genom skötsel, främst laddning med en bra laddare. Kom ihåg att laddning med en dålig laddare, likt de traditionella som man köper för ett par hundra på en bensinmack är ändå bättre än att inte ladda alls. Ett öppet batteri förlorar vatten och om det inte ersätts så kan batteriplattorna blottläggas. Den blottlagda ytan är mycket svår att återställa.
- G. **Utslitet.** Inget batteri varar för evigt. Dessa batterier representerar den ”naturliga döden”.

Även om man gör allt rätt så varar alltså inte batterier för evigt. Speciellt på vibrerande motorcyklar kan yttre våld få batterierna att dö i förtid. Olika batterikonstruktioner är mer eller mindre känsliga för vibrationer. Mer om detta senare. Rätt skött lever dock ett batteri under lång tid. I industriella sammanhang, t.ex. back-up vid telekom-anläggningar finns det batterier som håller i 20 år. De blir dock skötta som lindebarn med laddning, vattning och konstanta stabila förhållanden.

4 Batterityper

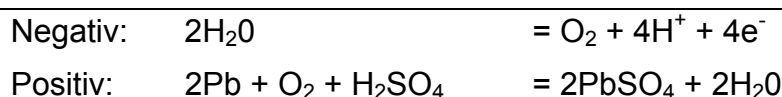
4.1 Öppna

Fortfarande dominerar det öppna batteriet. Det består av nästan frihängande plattor som är isolerade från varandra genom att oftast den negativa plattan sitter i en liten separatorpåse av polyeten. Att konstruktionen dominerar beror främst på dess pris. Även om ett vanligt bilbatteri innehåller ca. 130 detaljer så har produktionsteknik förfinats och materialen kan vara ganska enkla. Resultatet är ett batteri som till ett lågt pris erbjuder något som är tillräckligt bra för många. Ett Maintenance Free batteri, MF, är normalt ett öppet batteri där man i konstruktionen hållit ner gasningen och dessutom gjort batterilådan så tät att ev. gaser håller sig på plats. Genom att ha mycket syra så räcker vätskan hela dess livstid utan påfyllning.

4.2 VRLA

Ett helt annat sätt att kontrollera vätskeförlusterna går under samlingsnamnet VRLA, Valve Regulated Lead Acid, dvs. ventilreglerade bly-syra. Här gör man batterilådan till ett litet tryckkärl med säkerhetsventiler. Om man stänger in syr- och vätgasen så kan de reagera med varandra och återbildas till vatten. Detta kallas för rekombination och är ett briljant sätt att få i det närmaste eliminera vätskeförlusterna. Riktigt allt går inte att stänga inne och återvinna, men den nedbringas mångfaldigt. Samtidigt bildas blyulfat på den negativa plattan. Denna bryts sedan förhoppningsvis ner genom normal laddning. Ett äldre VRLA-batteri kan ha svårigheter med denna återbildning. En korrekt laddprofil kan här underlätta.

Ett VRLA-batteri har en lång rad unika och positiva egenskaper. Det finns dock en olägenhet på ett VRLA som åldras. Vid rekombinationen på den negativa plattan så bildas blyulfat. Detta är normalt inget problem, men ett åldrat VRLA-batteri kan tappa kapacitet just av det skälet när laddaren försöker få den negativa plattan fulladdad, men istället så rekombinerar batterier bara ännu mer. Förloppet är mycket komplicerat, men kemisterna sammanfattar det så här:



Ett sätt att hantera detta är inbyggt i Coulombi Chargers YTC och kallas Current Interrupt. Vilopauser är inbyggda för att rekombinationen ska klaras av innan nästa puls av laddning kommer. Mer om Current Interrupt under avsnittet om laddning.

VRLA finns i två huvudprinciper, GEL eller AGM som är byggda på helt olika sätt.

Gelébatteri

Ett Gelébatteri har några ämnen, oftast kiselföreningar, tillsatta i syran så att den gelatinerar sig. Därigenom finns det ingen fri syra som kan rinna ut. Syr- och vätgasen "borrar" kanaler i gelén där den möts och återbildas. De har bra kapacitet, men tack vare det lite högre motståndet i syran så kan de vara begränsade som startbatterier. De tål djupurladdningar mycket bra, dvs. när man tömmer batteriet ända ner till 20 % State Of Charge. Gelébatterier är mycket robusta och används t.ex. ofta i skurmaskiner, golfbilar. När man talar om gelébatterier för motorcyklar så är det oftast en missuppfattning. Mera troligt är det ett AGM-batteri,.

AGM

AGM, Absorbed Glass Mat, håller syran på plats genom att separatorpapperet som består av en glasfibermatta, fungerar som en svamp. Kapillärkrafterna i separatorn gör hela tricket. Batterierna går att bygga med mycket tunna separatorer vilket håller nere det inre motståndet. Detta gör att man kan få ut hög effekt ur liten volym, vilket gör det perfekt som startbatteri. Det mest kända AGM-batteriet för bilar är Optima. Där har man dessutom spirallindat de positiva och negativa plattorna till en cylinder och satt fast dem hårt i ett runt hål. Därigenom blir ett Optima mångdubbelt mer vibrationståligt än ett traditionellt batteri.

AGM har en olägenhet och det är att syramängden är begränsad. All syra måste sugas upp i separatorpapperet och när den lilla syramängden är omvandlad till blysvlfat så är det slut i "bensintanken". För att hantera detta problem har AGM-batterier ofta lite högre syravikt. Det medför att ett AGM-batteri kan och ofta bör laddas vid en lite högre spänning.

Somliga AGM-batterier (Optima, Maxxima och Hawker Odyssey) bygger på mycket rent bly. Fördelen med det är ytterligare lägre inre förluster, låg gasning och hög strömtålighet. Hawker säger att deras motorcykelbatterier inte behöver begränsas strömmässigt, under förutsättning att det är en primärswitchad laddare med bra kontroll av laddspänningen. Detta medför att ett helt tomt batteri kan fulladdas på kanske 30 minuter, om man har en laddare enligt Hawkera specifikation.

En jämförelse mellan olika batterityper och deras lämplighet framgår av bif. tabell.

Typ	Användningsområde			Typisk laddspänning	Typisk Floatspänning
	Start	Djup-cykling	Backup		
Öppna	Ja	Ja	Möjligt	14,4V	13,5V
MF	Ja	Ja	Möjligt	14,4V	13,5V
AGM	Ja	Ja	Ja	14,4-14,7V	13,5V
AGM renbly	Ja	Ja	Möjligt	14,7V	13,6V
GEL	Nej	Ja	ja	14,4V	13,8V

Tabell 3: Batterityper och deras användning

5 Laddning

En laddcykel eller mera exakt en laddningsalgoritm beskriver hur batteriet får till sig energi under hela laddningsförloppet. En DIN-standard, 41773, ger riktlinjer för hur en sådan algoritm ska struktureras, men viktigast av allt är kunskapen om hur ett batteri ska behandlas för att må så bra som möjligt med längsta liv, högst kapacitet och mesta driftsförberedelse som mål. Observera att här finns det ingen universalmetod som löser alla bekymmer på ett optimalt sätt. Batteriet i sig kan tillverkas på ett antal olika sätt. Dessutom så måste man betrakta batteri och hur det används tillsammans. Detta medför att det finns ett stort antal algoritmer, Något man ska ha i bakhuvudet är dock att det är alltid bättre att ladda ”brutalt” än att låta batteriet stå urladdat. En usel laddare är i det närmaste alltid bättre än ingen laddare alls., under förutsättning att man tar av laddningen när det börjar bubbla i batteriet.

Laddningens uppgift är att återbilda de aktiva materialen svavelsyra (H_2SO_4), bly (Pb) och blyoxid (PbO_2) av den blyulfat ($PbSO_4$) som har bildats under urladdningen. Jodå, blyulfat är samma material som orsakar det fel som kallas sulfatering. Blyulfat är alltså nödvändigt i hela processen. Det är när kristaller av blyulfat växer sig stora som det blir något ont.

En laddkurva (mera exakt laddningskurva) beskriver sambandet mellan tid, spänning och ström. Sättet som man vill att denna laddkurva ska se ut kallas för laddningsalgoritmen. En laddkurva skiljer sig markant mellan en modern trestegs primärswitchad laddare med trestegsladdning och en linjär laddare, som är den typ man hittar på bensinmackor och lågprismarknader.

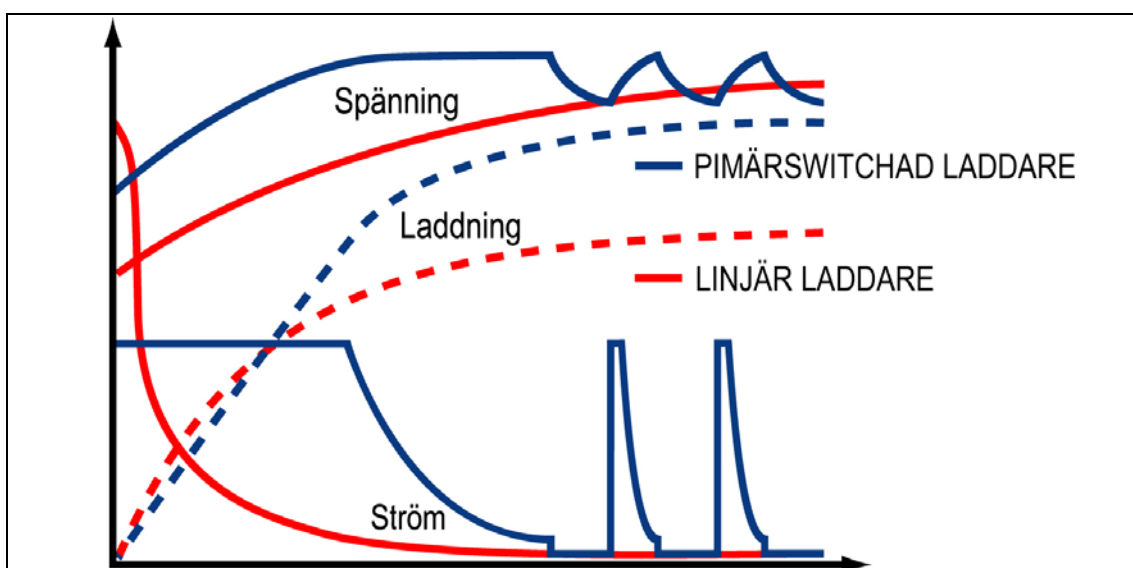


Fig. 4 Laddkurvor, oreglerad linjär och bra primärswitchad

Ett par intressanta detaljer från figuren på föregående sida:

- Den linjära laddaren är visserligen märkt med en hög Ampere-siffra, men detta är oftast mätt med ett batteri som ligger neråt 8-9V. En mera realistiskt siffra är 75% av den märkta strömstyrkan, men den sjunker snabbt när batteriet stiger i spänning.
- Den primärswitchade laddaren ligger efter i början i hur mycket energi den får in i batteriet, men den kommer snart ifatt.
- Den linjära laddaren har svårt att fylla batteriet, trots att den ligger på en hög spänning. Då avger laddaren lite ström men desto mer värme utan att det blir särskilt mycket mer laddning in i batteriet.
- En laddare som inte kan lägga sig på en konstant spänning kan inte ladda batteriet fullt utan att komma upp i området då batteriet gasar och tappar vätska. En tumregel är att man har fått i 80 % av laddningen under den första fasen. Somliga enkla reglerade laddare går ner till en lägre spänning när 14,4 V har nåtts, men då kan det ta veckor att få i de sista 20 % av laddning.
- Ett ”lätt sulfaterat” batteri har ett nästan isolerande skikt av blysvlfat på sina plattor. När man försöker ladda ett sådant batteri så stiger, enligt Ohms lag, spänningen snabbt och för en oreglerad laddare så stiger den ända upp till dess max. Man brukar säga om sådana batterier att ”de inte tar emot laddning”. Dessa batterier kan ibland ”väckas” genom att ladda dem med en låg ström under flera dygn. Ett annat, mera effektivt sätt tillämpas i Multi XS-laddarna. Då laddar man med full ström ända upp till spänningstaket då laddaren går ner till noll. Omedelbart återstartar laddningen och så håller den på med att pulsa in energi i batteriet. Man ser det på att LADDNING –FULLADDAT – lamporna blinkar. Om de fortfarande blinkar efter 30 minuter så är batteriet förbrukat, men om lampan för LADDNING lyser stadigt så har man lyckats ”väcka” batteriet.

En modern laddare kan bestå av upp till sex olika avsnitt, men ingen laddare på marknaden idag använder alla sex stegen. Fig. 4 visar det principiella utseendet på en modern laddkurva.

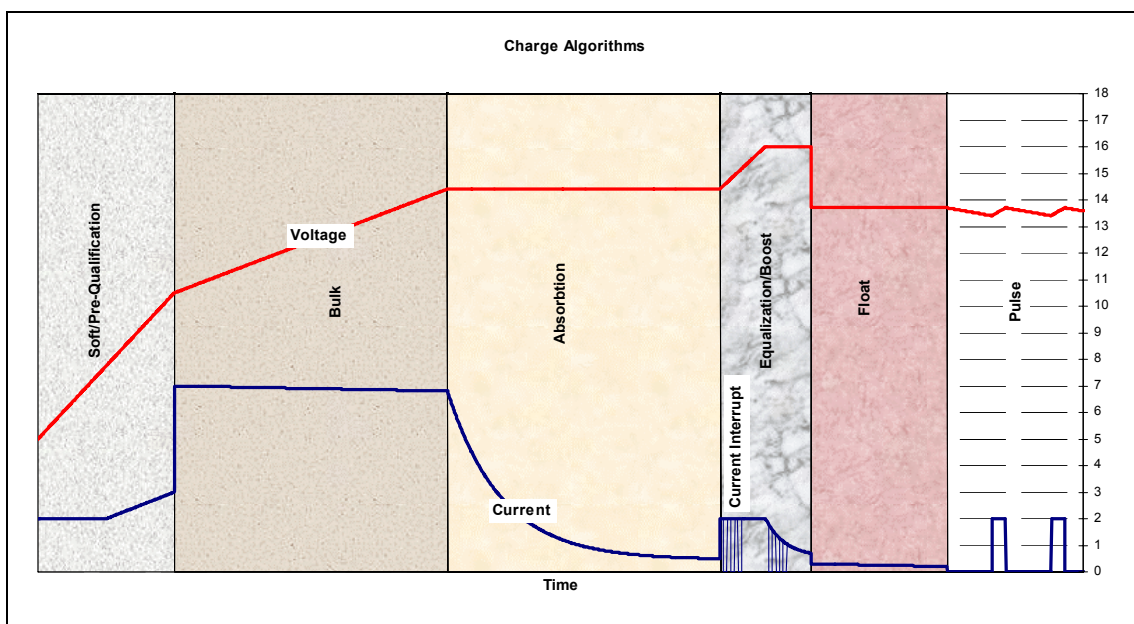


Fig. 5. Generell laddkurva

Soft/Pre-Qualification

Soft/Pre-Qualification gäller för batterier som har blivit djupt urladdade. Vad som är djupurladdade kan diskuteras. När man i normtest djupurladdar går man ner till 10,5V för ett 12V-batteri (1,75V/cell) men i praktiken så är nog gränsen högre. Alldeles oavsett så har batteriet tömts på större delen av sin energi och det är ibland avsikten. En städmaskin, rullstol eller elbilanvänder batteriets lagrade energi och har också batterier som är anpassade för den uppgiften och tål detta. Dessa s.k. DC-batterier (DC=Deep Cycle) klarar minst 200 men ibland ända uppåt 1000 cykler ner till 0 % SOC (SOC=State Of Charge = % laddning) till skillnad från ett vanligt startbatteri (SLI = Start Lighting Ignition) som i värsta fall kan ge upp efter 5-10 cykler. Ett djupurladdat batteri bör ges en försiktig start och därför reduceras strömmen ofta under denna fas, därav namnet Soft Start. Ibland används denna fas för att se om batteriet tar emot laddning, s.k. Pre-Qualification. Ett bra sätt att göra detta är att se att batteriet stiger till en bestämd spänning inom en bestämd tid. Om man använder en liten laddare till ett stort batteri kan man ibland få "falskalarm" just för att laddare och batteri inte matchade varandra. Normalt räcker det då med att starta om laddningen. Cteks laddare XS7000 har en Softstart med Pre-Qualification.

Bulk

Bulk är nästa fas. Här försöker man ladda med maximal ström ända upp till en spänning då batteriet börjar gasa. Om spänningen är noga kontrollerad så tappar batteriet i det närmaste ingen vätska under denna och den påföljande fasen. Strömmen är så konstant som möjligt, men kan ha en svag lutning, om laddaren har internt temperaturskydd. Denna fas är den största skillnaden mellan en modern styrd laddare och den äldre typen med bara en stor transformator och en likriktare. För de äldre "dinosaurierna" så är strömmen enbart styrd av batteriets inre motstånd. När spänningen stiger så sjunker strömmen dramatiskt till att bli nästan ingenting när batteriet närmar sig fulladdat. Detta gör att den ström som anges på laddaren utnyttjas så dåligt att en laddare som är märkt med t.ex. 15A har längre laddtid än en modern

styrd på kanske 6A. Det är alltså viktigt att fråga efter laddningstiden för en typisk storlek istället för att gå efter någon strömstyrka som enbart kan utnyttjas när batteriet är nere på långt under 12V.

Under bulkfasen så tar batteriet emot merparten av sin energi, ca. 80 %. Tiden för denna kan beräknas till kapaciteten/strömmen. Exempelvis ett batteri på 50Ah och en laddare på 7A tar $80\% * 50/7 = 5,7h$. Avrunda det uppåt för att batteriet faktiskt behöver få lite mer energi i sig vid uppladdning medan kapacitetssiffran får man från urladdning. I exemplet ovan tar det alltså 6-7h för ett totalt urladdat batteri att nå 80 % laddning med en modern 7A-laddare.

För denna fas har man normalt ingen tidsbegränsning. Alla CTEKs laddare fungerar på detta sätt.

Absorbtion

Absorbtion är fas #3. Då hålls spänningen på en konstant nivå på 2,4-2,45 V/cell =14,4-14,7 V för ett 12V-batteri. Allt efter det att batteriet blir mer uppladdat så sjunker strömmen efter en exponentiell kurva. Fasen avslutas när strömmen sjunkit till en förbestämd nivå (typiskt 0,2-0,6A) eller en förbestämd tid. Ström- eller tidsavkänning har för- och nackdelar. Med strömavkänning så låter man batteriet självt tala om när det börjar bli klart, men det får felsignal om det finns s.k. parallellaster. Om man t.ex. använder laddaren för båt-batteriet samtidigt som man har 12V-belysning igång så sjunker strömmen aldrig så mycket att laddaren går vidare till nästa fas. Då är en time-out att föredra. Nackdelen med en ren time-out kan vara att ett nästan fulladdat batteri som sätts på laddning kan vara klart efter bara någon timme, men det ligger kvar på absorbtion i ytterligare 20 timmar, vilket är en typisk time-out för absorbtion. Ibland kombineras denna time-out med den totaltiden för bulk+absorbtion.

Batteriet befinner sig ungefär vid punkten då batteriet börjar gasa, dvs. tappa vätska. För att minimera vätskeförlusten kan man låta den ”konstanta spänningen” under absorbtion bara vara nästan konstant. Vid början av absorbtionen är spänningen ett par tiondels volt lägre än full spänning för att sedan nå full spänning när strömmen sjunkit under en Ampere. Detta är en finess som förlänger laddningstiden marginellt men håller nere vätskeförlusten. Alla CTEK Sweden har denna finess.

När batteriet är genom denna fas så har det tagit emot över 95 % av sin energi och skulle för alla SLI-batterier kunna betraktas som fulladdat. Ett Deep Cycle-batteri är dock inte färdigt ännu. De sista kanske 5 % är viktiga både för drifttid och för livslängd för batteriet. Om man ligger mellan 100 % och 60 % SOC istället för mellan 95 % och 55 % så kan livslängden på dessa dyra batterier förlängas med kanske 20 %. Det kan vara mycket pengar eftersom dessa batterier normalt har en hög prislapp.

Alla CTEKs laddare har en absorbtionsfas.

Equalization/Boost

Equalization/Boost. Fasen består av en kort (1-5h) tid med en låg, konstant ström. Spänningen får då stiga högt över gasning, men är i allmänhet begränsad vid ca. 16V. Denna fas förekommer inte på så många laddare men kan göra underverk för somliga batterier. Hur underverket ser ut beror helt på vilken typ av batteri det är frågan om. Gemensamt för alla batterityper är att om man har många batterier i serie så kan Equalization utjämna spänningsobalansen mellan batterierna. Detta är den ursprungliga uppgiften för en equalization.

Ett vanligt öppet batteri som har blivit djupurladdat kan ha en skiktad syravikt (stratifiering). Syra med hög syravikt, >1,35, kan ligga i botten medan syra med <1,20 kan ligga på ytan, fast voltmetern säger att batteriet är fulladdat. Om detta batteri står på underhållsladdning så har det jämnat ut sig på kanske två månader, men så lång tid vill man normalt inte vänta. Den höga syravikten kan också skada de delar som är i närheten av den. En equalization får syran att bubbla och röras om så att syravikten är utjämnad (equalized) efter bara några timmar. Under denna fas kan batteriet tappa vätska och man bör därför inte göra detta för ofta.

Ett AGM-batteri kan också behandlas på detta sätt, men syftet är något helt annat. Ett AGM kan tappa kapacitet efter ett antal djupurladdningar och en Boost kan återställa den förlorade kapaciteten. Bäst görs detta om strömmen pulseras med s.k. Current Interrupt. Amerikanska NREL (National Renewable Energy Laboratory) gjorde en studie under 1999-2001 runt detta med hjälp av Optima Deep Cycle batteri. De kunde visa på en livslängdförlängning på ett par gånger med hjälp av främst Current Interrupt. Resultaten var så goda att NREL emottog US Department of Energy's Award för en av USA's bästa upptäckter inom området. När pulsen är till så driver man rekombinationen (se AGM-batterier) på främst den negativa plattan. Under viloperioden så låter man batteriet "vila" och undviker därmed övertemperaturer.

Ett GEL-batteri kan också laddas på detta sätt, men ingen öppen forskning finns om detta är någon fördel. Både AGM och GEL har det gemensamt att de inte kan återfyllas med vätska. Därför måste alla överladdningar likt detta göras mycket försiktigt så att batteriet inte tappar vätska. CTEK's Multi XS7000 och Multi XS25000 har också en Boost/Equalizationfas som en av deras mode.

Float

Float är en underhållsladdning med en konstant spänning på 13,2-13,8 V och med en ström på något hundratal milliampere. Denna ström sjunker tills den balanserar batteriets självurladdning. Därmed hålls batteriet på en konstant liten överladdning. Nu färdigladdas batteriet och en viss utjämning mellan cellerna sker. Detta är det normala underhållsläget för backup-system till t.ex. larm och Telecom. Batterierna mår skapligt bra, men de tappar lite vätska om de står på under en längre tid. Öppna backup-batterier fylls med vatten i storleksordningen var tredje månad. Detta är också det normala för batterier till rullstolar, elbilar etc. Dessa behöver varenda gnutt energi de kan peta in i batteriet.

Pulse

Pulse är som namnet antyder pulsunderhåll. Batterispänningen övervakas och om den sjunker under en viss nivå så skickar laddaren på en puls, ofta med lägre ström, för att få upp spänningen igen. Ibland kan spänningen fortsätta att sjunka, t.ex. om en parallellast är ansluten. Då kan man komma till en ännu lägre nivå då en helt ny laddcykel startar. Pulsunderhåll innebär att batteriet normalt ligger på mindre än 100 % SOC, men det kan ändå vara att föredra i många fall. Ett batteri som ska stå överksamt under en längre period mår oftast bäst av att stå rel. kallt då självurladdningen är låg och sedan med pulsunderhåll bara när det behövs. Multi XS-laddarna har pulsunderhåll.

6 Storleken på laddare

Lagom är bäst. Det är som alltid i livet att för mycket eller för litet skämmer. Även här finns det två olika trender som drar åt olika håll. Ett öppet batteri tål en hel del stryk, för det går alltid att fylla på vatten och i extrema fall ersätta syran. Å andra sidan så tål ett renbly AGM-batteri extremt hög laddningsström. Gamla sanningar ställs till del på kant, men bara till del. Moderna laddare med mer kontroll och renare likspänning utvidgar också tillåtet användningsområde.

En gammal tumregel säger att rekommenderad storlek på laddare får man fram genom att dividera batteriets kapacitet med tio och därmed få fram rekommenderad ström i Ampere. Det är fortfarande en god regel, men det finns en hel del avvikelser från detta, beroende på typ av laddare och batteri.

En för liten laddare ger förstås lång laddtid. Ibland så är det inte praktiskt. En skurmaskin eller rullstol har kanske bara åtta timmar på sig innan man behöver använda utrustningen igen och då vill användaren ha full kapacitet i sina batterier.

Det finns även andra skäl. Om laddaren är för liten så förlängs absorbtionstiden och det är den period då laddaren befinner sig nära gasningspunkten och kan tappa vätska. Generellt sett så blir konsekvensen att man tappar mer vätska med en liten laddare än med en stor.

Renbly AGM-batterier, typ Optima, Hawker Odyssey och Exide Maxxima, har en lite annorlunda beteende. De har knappt någon övre gräns för strömmen, tvärtom. En hög ström skapar en finkornigare struktur på det aktiva materialet vilket är bra för dessa batteriers prestanda. Omvänt innebär detta att laddaren inte ska vara för liten för att då blir strukturen grovkornigare.

En för stor laddare är dumt av två skäl. Ett är att uppvärmningen av batteriet ökar vilket är olyckligt. Här bidrar laddarens rippel, dvs. hur oren strömmen är. En laddare med högt rippel, vilket utmärker de flesta linjära laddare, värmer batteriet mer och då måste strömmen hållas nere. En modern primärswitchad laddare har så lågt rippel att laddaren kan användas för mindre batterier än vad man kan förvänta sig. CTEK Sweden Multi XS3600 med 0,8A laddström har använts för ett 1,2 Ah batteri med endast 2 graders temperaturstegring. En normal maximal temperaturstegring anses vara tre grader, vilket innebär att CTEKs laddare spänner över ett mycket stort område.

En annan anledning till att strömmen inte ska vara för hög sägs vara att man får en ”ytlig” laddning, dvs. det aktiva materialet laddas främst på ytan och full kapacitet kan inte utnyttjas. Det här är svårt att få något riktigt grepp om. Hur detta fenomen tar sig ut finns det inga belägg för. Om fenomenet existerar, vilket diskuteras bland vetenskaparna, så är det ändå sannolikt inte permanent. Då förenklas tillvaron och det räcker med att titta på temperaturstegringen under laddning.

Fig. 6-8 visar ungefär laddströmmen i förhållande till batteristorleken. Dessa visar beteendet med en laddare med lågt rippel mot ett öppet batteri. Observera att för ett renbly AGM så kan laddströmmar på 10-20 gånger den enkla tumregeln användas, dvs. ett 60 Ah Optima, Maxxima eller Odyssey kan laddas med 60A eller mer. Rådfråga batterileverantören vid osäkerhet.

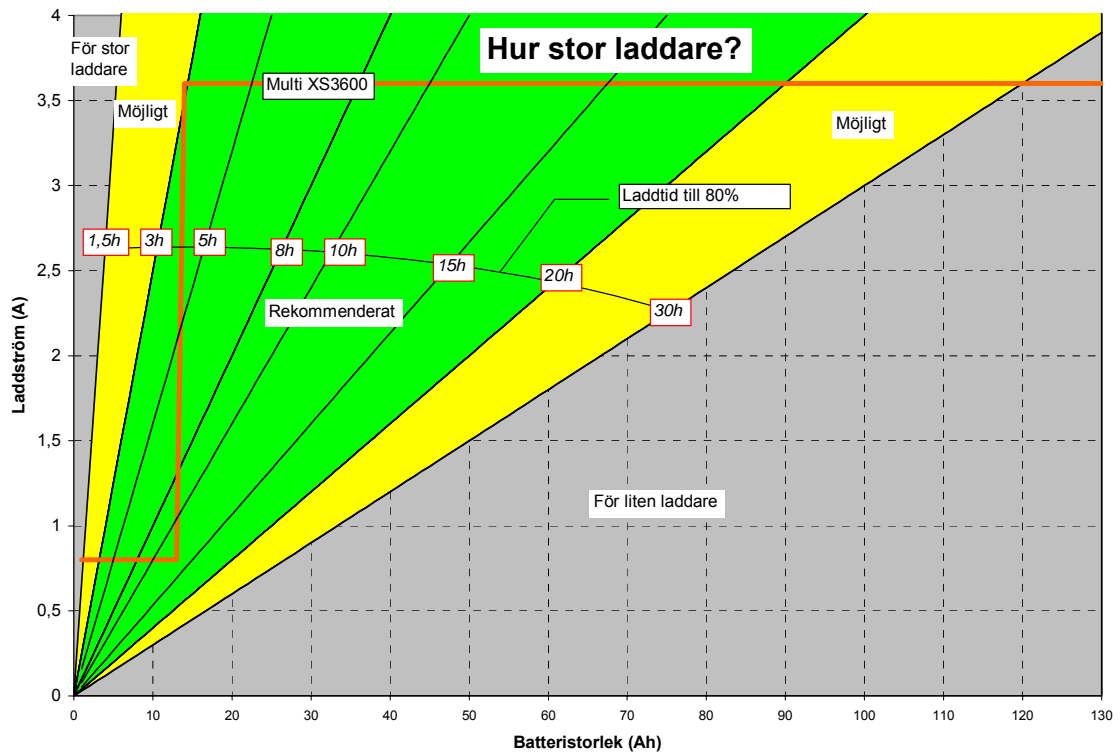


Fig. 6: Laddström med moderna laddare för batterier 1-100 Ah

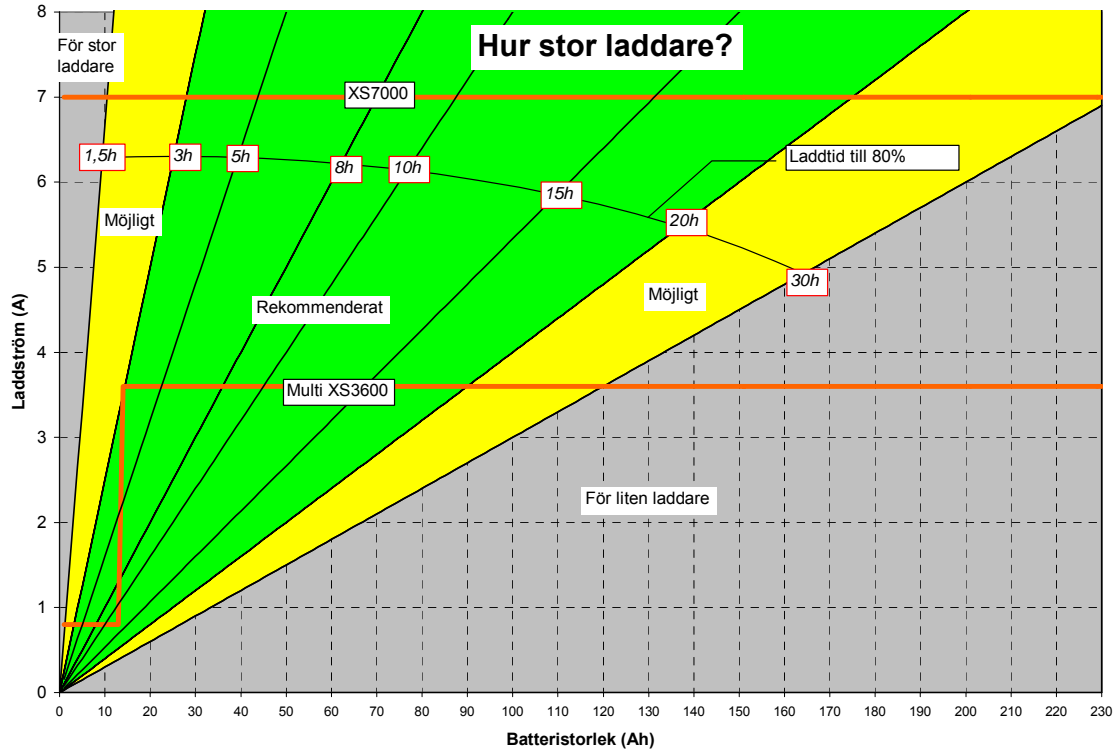


Fig. 7: Laddström med moderna laddare för batterier 20-200 Ah

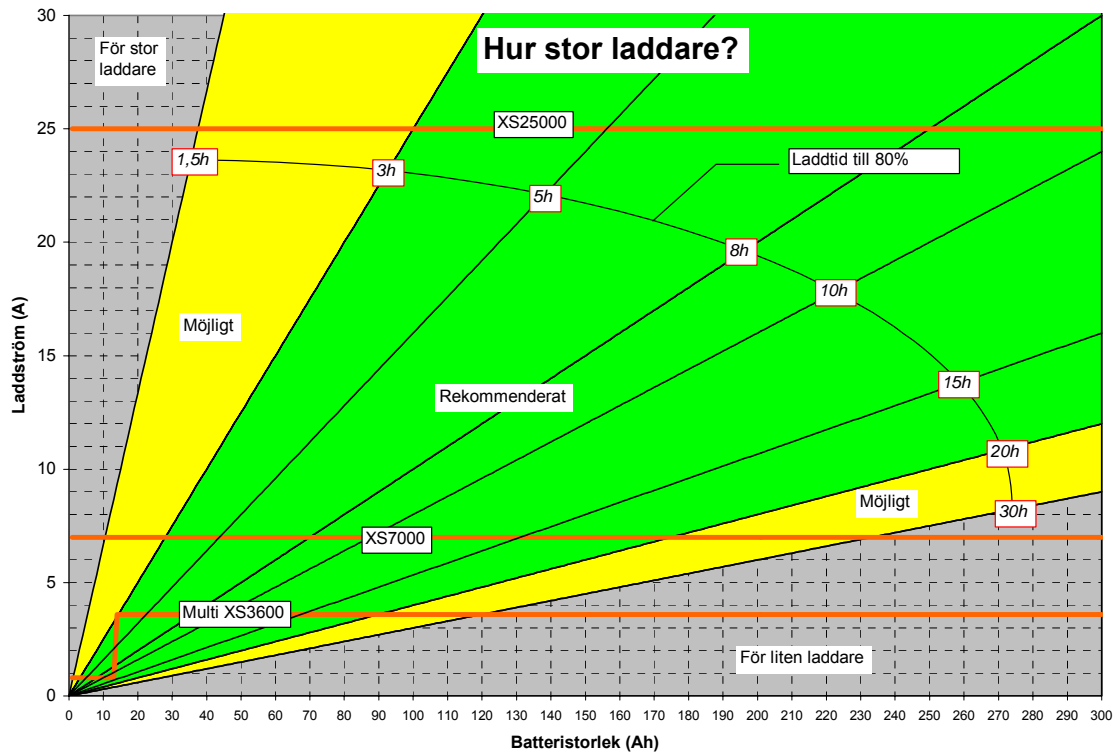


Fig. 8: Laddström med moderna laddare för batterier 40-300Ah

