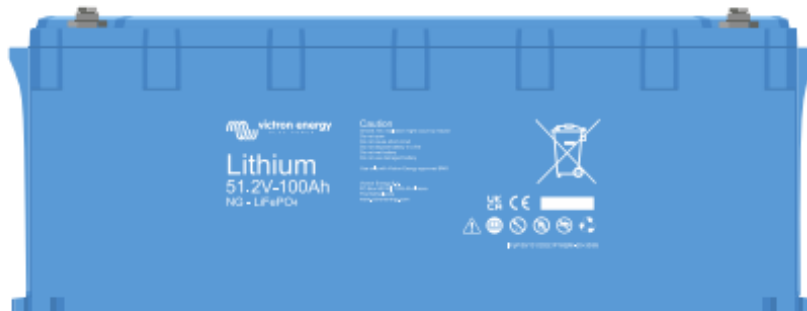




Manual Lithium NG 51,2V batteri 100Ah

Innehållsförteckning

1. Säkerhetsanvisningar	1
1.1. Allmänna varningar	1
1.2. Laddnings- och urladdningsvarningar	1
1.3. Transportvarningar	2
1.4. Bortskaffande av litiumbatterier	2
2. Introduktion	3
2.1. Beskrivning	3
2.2. Funktioner	3
3. Systemdesign och BMS-valguide	4
3.1. Högsta antal serie- parallell- eller serie/parallellkopplade batterier	4
3.2. BMS larmsignaler och BMS-åtgärder	4
3.2.1. BMS förlarmssignal	5
3.3. BMS-modeller	6
3.3.1. Lynx Smart BMS NG	7
3.4. Laddning från en växelströmgenerator	8
3.5. Batteriövervakning	8
4. Installation	9
4.1. Uppackning och hantering av batteriet	9
4.2. Ladda ner och installera appen VictronConnect	9
4.2.1. Uppdatera batteriets och BMS fasta programvara	9
4.3. Laddning innan användning	10
4.3.1. Varför man ska ladda batterier innan användning	10
4.3.2. Hur man laddar batterier innan användning	10
4.4. Montering	12
4.5. Anslutning av batterikablar	12
4.5.1. Kabeltvärsnittets area och säkringskapacitet	12
4.5.2. Koppling av ett enskilt batteri	12
4.5.3. Koppling av flera batterier i serie	13
4.5.4. Parallellkoppling av flera batterier	13
4.5.5. Serie/parallellkoppling av flera batterier	13
4.5.6. Batteribanker som består av olika batterier	14
4.6. Anslutning av BMS	14
4.7. Inställningar för laddaren	15
4.8. Igångsättning	15
5. Drift	16
5.1. Övervakning och styrning	16
5.1.1. Övervakning av batteriet via VictronConnect	16
5.1.2. Övervakning av batteriet via en GX-enhet	17
5.1.3. Övervakning av batteriet via VRM-portalen	17
5.2. Batteriladdning och urladdning	17
5.2.1. Laddning av batteriet och rekommenderade inställningar för laddaren	17
5.2.2. Urladdning	19
5.3. Notera driftsförhållanden	19
5.4. Batteriskötsel	21
6. Felsökning och support	22
6.1. Batteriproblem	22
6.1.1. Hur man känner igen en obalans	22
6.1.2. Orsaker till cellobalans eller en förändring i cellspänningar	22
6.1.3. Hur man återställer ett obalanserat batteri	23
6.1.4. Lägre kapacitet än väntat	23
6.1.5. Batteri - väldigt låg terminalspänning	24
6.1.6. Batteriet har nästan uppnått slutet av sin cykellivslängd eller har använts felaktigt.	25
6.2. Problem med BMS	26
6.2.1. BMS stänger ofta av batteriladdaren	26
6.2.2. BMS stänger av laddarna i förtid.	26
6.2.3. BMS stänger av belastningar i förtid.	26
6.2.4. BMS visar ett larm även om alla cellspänningar är inom intervallet.	26

6.2.5. Hur man testar om BMS fungerar	27
7. Varningar, larm och fel	28
7.1. E-SL1: Balanseringsfel	28
7.2. W-SL11: Varning för underspänning (förlarm)	28
7.3. A-SL9 Larm för överspänning	28
7.4. A-SL11: Larm för underspänning	28
7.5. A-SL15: Larm för övertemperatur	28
7.6. A-SL22: Larm för undertemperatur	28
7.7. E-SL2: Internt kommunikationsfel	28
7.8. E-SL9: Överlappad spänning	28
7.9. E-SL10: Balanserare uppdateringsfel	29
7.10. E-SL24: Maskinvarufel	29
7.11. E-SL119: Inställningsuppgifter har gått förlorade	29
8. Tekniska data	30
8.1. Batterispecifikation	30
8.2. Höljesdimensioner	31

1. Säkerhetsanvisningar



- Läs dessa instruktioner och förvara dem nära batteriet för framtida bruk.
- Informationsbladet om materialsäkerhet kan laddas ner från "meny för informationsblad om materialsäkerhet" på [Lithium Battery Smart produktsida](#).
- Allt arbete med litiumbatterier får endast utföras av kvalificerad personal.

1.1. Allmänna varningar

- Bär skyddsglasögon och skyddskläder när du arbetar med ett litiumbatteri.
- Allt batterimaterial, så som elektrolyt eller pulver, som läcker ut på huden eller i ögonen måste omedelbart sköljas med rikligt med rent vatten. Kontakta därefter vården. Spill på kläder ska sköljas bort med vatten.
- Risk för explosion och brand. Vid brand måste du använda en brandsläckare av typ D skum eller CO₂.
- Terminalerna på ett litiumbatteri är alltid levande så därför ska aldrig metallföremål eller verktyg placeras ovanpå batteriet.
- Använd isolerade verktyg.
- Bär inte några metallföremål så som klockor, armband m.m.
- Undvik kortslutningar, väldigt djupa urladdningar och för hög laddning- eller urladdningsström.



- Öppna eller plocka inte isär batteriet. Elektrolyt är väldigt frätande. Under normala arbetsförhållanden är kontakt med elektrolyten omöjligt. Rör inte läckt elektrolyt eller pulver om batterihöljet är skadat då detta är frätande.
- Litiumbatterier är tunga. Använd lyfthjälp och korrekta lyftekniker när du installerar eller tar bort batterier för att undvika muskelsträckning eller ryggskador.
- Om de är inblandade i en bilolycka kan de bli som en projektil! Säkerställ att de är korrekt och säkert monterade och använd alltid lämpliga hanteringsutrustningar vid förflyttning.
- Hantera det varsamt eftersom litiumbatterier är känsliga för mekaniska chocker.
- Använd inte ett skadat batteri.
- Vatten skadar batteriet. Sluta använda det och efterfråga vidare rådgivning.

1.2. Laddnings- och urladdningsvarningar



- Används endast tillsammans med en av Victron Energy godkänd NG BMS.
- Överladdningar eller för djupa urladdningar kan skada ett litiumbatteri allvarligt och kan göra det osäkert för fortsatt användning. Därför är ett externt säkerhetsrelä obligatoriskt.
- Litiumbatteriet kan släppa ut en skadlig blandning av gaser, såsom fosfat, om det laddas upp efter att det har laddats ur under gränsen för "avstängningsspänning vid urladdning" eller om batteriet är skadat eller överladdat.
- Batteriet kan laddas mellan 5 °C och 50 °C. Laddning av batteriet vid temperaturer utanför denna intervall kan orsaka allvarliga skador på batteriet eller förkorta dess livslängd.
- Temperaturintervallen inom vilken batteriet kan laddas ur är -20 °C till 50 °C. Urladdning av batteriet vid temperaturer utanför denna intervall kan orsaka allvarliga skador på batteriet eller förkorta dess livslängd.

1.3. Transportvarningar



- Batteriet måste transporteras i sin originalförpackning eller motsvarande och i upprätt position. Använd mjuka remmar för att undvika skador om batteriet ligger i sin kartong. Säkerställ att allt förpackningsmaterial inte är ledande.
- Kartonger eller lådor som används för att transportera litiumbatterier måste ha en godkänd varningsetikett.
- Lufttransport av litiumbatterier är förbjuden.
- Stå inte under ett batteri när det lyfts upp.
- Lyft aldrig batteriet vid terminalerna eller med BMS-kommunikationskablar, lyft det endast med handtagen.



- Batterierna är testade enligt FN:s handbok för tester och kriterier: UN Handbook of Tests and Criteria, del III, kapitel 38.3 (ST/SG/AC.10/11/Rev.5).
- För transporter tillhör batterierna kategori UN3480, Klass 9, Förpackningsgrupp II och måste transporteras enligt denna bestämmelse. Det innebär att de för land- och sjötransport (ADR, RID och IMDG), måste förpackas enligt förpackningsinstruktion P903 och för lufttransport (IATA) måste de förpackas enligt förpackningsinstruktion P965. Originalförpackningen uppfyller dessa instruktioner.

1.4. Bortskaffande av litiumbatterier



- Kasta inte ett batteri in i en eld.
- Batterier får inte blandas med hushålls- eller industriavfall.
- Batterier som är markerade med återvinningssymbolen ♻️ måste hanteras av en erkänd återvinningsförmedling. Enligt avtal kan de återlämnas till tillverkaren.

2. Introduktion

2.1. Beskrivning

Victron Energy Lithium NG-batterier är litiumjärnfosfatbatterier (LiFePO₄ eller LFP) tillgängliga med en nominell spänning på 12,8 V, 25,6 V och 51,2 V i olika kapaciteter. De kan anslutas i serie, parallellt eller serie/parallellt så att en batteribank kan byggas för systemspänningar på 12 V, 24 V eller 48 V. Det högsta antalet batterier i ett system är 50, vilket ger en högsta energilagring på 192 kWh i ett 12 V-system och upp till 384 kWh i ett 24 V- och 48 V-system.

Detta är det säkraste av alla konventionella typer av litumbatterier och är den batterikemi som väljs för väldigt krävande tillämpningar.

2.2. Funktioner

Integrerat system för cellbalansering och temperatur- och spänningskontroll

- Batteriet har ett integrerat system för balansering, temperatur- och spänningskontroll (BTV) som måste anslutas till ett externt batterihanteringssystem (BMS). BTV övervakar varje enskild battericell och balanserar cellspänningen och genererar en larmsignal vid hög eller låg cellspänning, eller vid hög eller låg celltemperatur. Larmsignalen mottas av BMS (måste köpas separat, se avsnittet [BMS-modeller \[6\]](#) för en översikt över tillgängliga BMS-modeller och funktioner), som i enlighet därmed stänger av belastningarna och/eller laddarna.

Inbyggd shunt

- Batteridatan (batterispänning, ström och temperatur) förs över till BMS och utvärderas där, tex. hur man ska beräkna laddningsstatus, som sen kan läsas ut via VictronConnect eller ett [GX-kommunikationscentrum](#), eller för att skapa och utfärda särskilda varningar och larm.

Automatisk inställning, övervakning och styrning via VictronConnect eller en GX-enhet och VRM-portalen

- BMS hanterar automatiskt alla batteriparametrar. Det känner automatiskt av systemets spänning och antalet batterier som används parallellt, i serie och med serie-/parallellanslutningar. BMS (från och med nu Lynx Smart BMS NG 500 A/1 000 A, ytterligare modeller kommer) är obligatoriskt och måste införskaffas separat.
- Övervakning och styrning sker via VictronConnect (varje BMS-modell har Bluetooth), ett GX-kommunikationscentrum eller VRM-portalen. Se batteriparametrar så som cellstatus, spänning, batteriström och temperatur i realtid. BMS uppdaterar även automatiskt batteriets fasta programvara. Se kapitel [Övervakning och styrning \[16\]](#) för ytterligare detaljer.
- För att lära dig mer om appen VictronConnect och dess funktioner hänvisar vi dig till VictronConnect-manualen, som kan laddas ner från [produktsidan](#).

Enkel konsolmontering

- Monteringskonsoler gör installationen enkel och säkerställer att batteriet är optimalt säkrat mot att halka eller välta. Batterierna kan även säkras med band.

Ökad kapslingsklassning

- Litium-NG-batterierna är effektivt förseglade mot damm och kan motstå lågtrycksvattenstrålar, vilket gör dem passande för omgivningar där exponering för damm och vatten är ett bekymmer.

Låg självurladdning

- Självladdningshastigheten har förbättrats markant och är nu högst 3 % av batterikapaciteten per månad. En låg självurladdning bidrar till NG-batteriets översiktliga prestanda, längre livslängd och pålitlighet.

Övriga funktioner

- Hög total verkningsgrad
- Hög energitäthet - mer kapacitet med mindre vikt och volym
- Höga laddnings- och urladdningsströmmar möjliggör snabba laddningar och urladdningar

3. Systemdesign och BMS-valguide

Det här avsnittet beskriver hur batteriet interagerar med BMS och hur BMS interagerar med belastningar och laddare för att hålla batteriet skyddat. Denna information är nödvändig för systemdesign och för att kunna välja det mest lämpade BMS för systemet.

3.1. Högsta antal serie- parallell- eller serie/parallellkopplade batterier

Upp till 50 Victron Lithium Battery NG-batterier kan användas i ett system, oberoende av vilket Victron BMS NG som används. Detta gör det möjligt att upprätta 12, 24 och 48 V-energilagringssystem med upp till 384 kWh (192 kWh för ett 12 V-system), beroende på den kapacitet som används och antalet batterier. Se kapitlet [Installation \[9\]](#) för installationsdetaljer.

Kolla i tabellen nedan för att se hur den högsta lagringskapaciteten kan uppnås (med 12,8 V/300 Ah, 25,6 V/300 Ah och 51,2 V/100 Ah-batterier som ett exempel):

Systemspänning	12,8 V/300 Ah	Nominell energi	25,6 V/300 Ah	Nominell energi	51,2 V/ 100 Ah	Nominell energi
12 V	50 parallellkopplade	192 kWh	n/a	n/a	n/a	n/a
24 V	50 i 2S25P	192 kWh	50 parallellkopplade	384 kWh	n/a	n/a
48 V	48 i 4S12P	184 kWh	50 i 2S25P	384 kWh	50 parallellkopplade	256 kWh

3.2. BMS larmsignaler och BMS-åtgärder

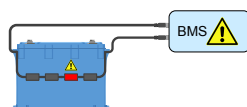
Batteriet övervakar själv cellspänningarna, ström och batteritemperaturen. BMS processar konstant denna data och utöver att visa den via appen VictronConnect och/eller en GX-enhet, skapar det även varningar och larm efter behov, till exempel om en låg cellspänning är nära förestående eller om batteritemperaturen blir för låg för att tillåta batteriet att ladda.

För att skydda batteriet kommer BMS sedan att stänga av belastningar och/eller laddare eller generera ett förlarm för att få tillräckligt med tid att vidta motåtgärder.

Följande är alla möjliga batterivarningar och larm samt den tillkommande BMS-åtgärden:

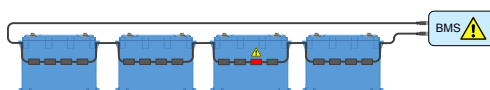
BMS-larmsignal	BMS-åtgärd
Förlarmsvarning om låg cellspänning ($\leq 3,0$ V)	BMS genererar en förlarmssignal
Larm om låg cellspänning med en lägsta fördröjning på 30 sekunder ($\leq 2,8$ V)	BMS stänger av belastningar
Larm om hög cellspänning ($\geq 3,6$ V)	BMS stänger av laddarna
Larm om låg batteritemperatur (< 5 °C)	BMS stänger av laddarna
Larm om hög batteritemperatur (> 50 °C)	BMS stänger av laddarna

Batteriet kommunicerar dess data till BMS via BMS-kablarna.



BMS mottar en larmsignal om låg cellspänning från en battericell

Om systemet innehåller flera batterier är alla batteri-BMS-kablar seriekopplade (kedjekopplade). Den första och den sista BMS-kabeln är ansluten till BMS.



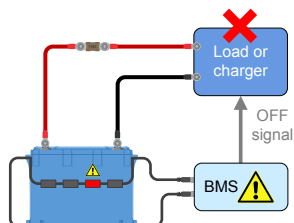
BMS mottar en larmsignal om hög cellspänning från en cell i en uppsättning av flera batterier

Batteriet är utrustat med 50 cm långa BMS-kablar. Om kablarna är för korta för att nå BMS kan de förlängas genom att använda [BMS-förlängningskablar](#).

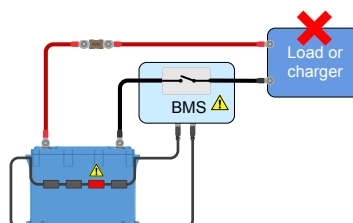
Det finns tre sätt BMS kan styra lastningar och laddare:

1. Genom att skicka en elektrisk eller digital av/på-signal till laddaren eller belastningen.
2. Genom att fysiskt koppla till eller från en belastning eller en laddningskälla från batteriet. Antingen direkt eller genom att använda en [BatteryProtect](#) eller ett [Cyrix Li-ion-relä](#).

Alla typer av BMS som finns tillgängliga för NG-batterier förlitar sig antingen på den ena eller båda dessa tekniker. I följande avsnitt beskrivs BMS-typerna och deras funktioner i korthet.



BMS skickar en av/på-signal till en belastning eller laddare



BMS kopplar till eller från en belastning eller laddare

3.2.1. BMS förlarmssignal

Avsikten med förlarmet är för att varna om att BMS kommer att koppla från belastningarna på grund av att en eller flera celler har uppnått tröskelvärdet för förlarm vid cellunderspänning (3,0 V hårdkodat). Vi rekommenderar att du kopplar förlarmet till en tydligt synlig eller hörbar larmanordning. När förlarmet aktiveras kan användaren slå på en laddare för att förhindra att DC-systemet stängs ner.

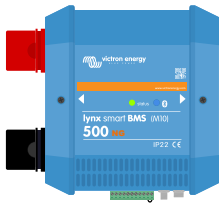
Växlingsbeteende

I händelse av en nära förestående bortkoppling på grund av underspänning kommer BMS förlarmsutgång att slås på. Om spänningen fortsätter att sjunka kommer belastningarna att kopplas från (belastningsfrånkoppling) samtidigt som förlarmsutgången återigen stängs av. Om spänningen stiger igen (operatören har aktiverat en laddare eller minskat belastningen) kommer förlarmsutgången att stängas av när den lägsta cellspänningen har stigit över 3,2 V.

BMS säkerställer en minsta fördröjning på 30 sekunder mellan aktiveringen av förlarmet och belastningsfrånkopplingen. Den här fördröjningen är för att ge användaren en minimitid för att förhindra frånkopplingen.

3.3. BMS-modeller

I nuläget finns bara Lynx Smart BMS NG tillgänglig. Ytterligare modeller förväntas komma inom kort.

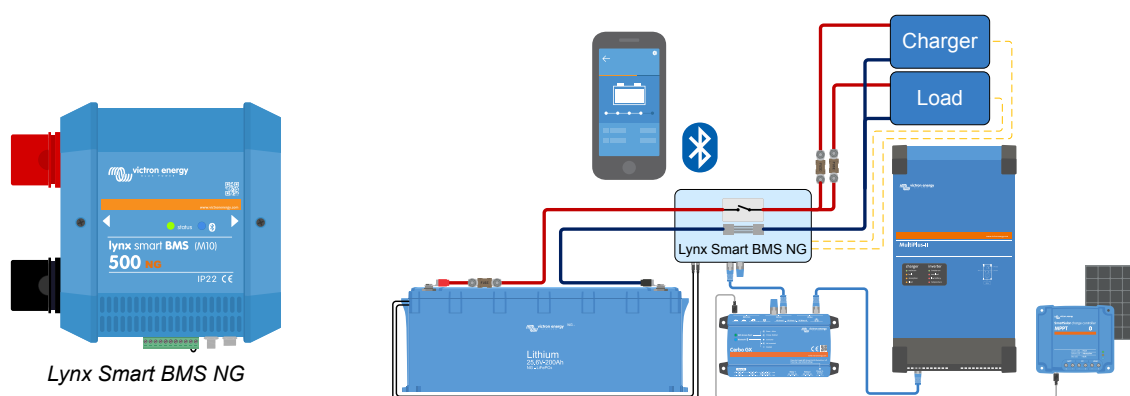
BMS-typ	Spänning	Funktioner	Vanlig tillämpning
 Lynx Smart BMS 500 A NG och Lynx Smart BMS 1 000 A NG	12, 24 eller 48 V	Styr belastningar och laddare via av/på-signaler Kan styra växelriktare/laddare, solcellsladdare och välja DC-och AC-laddare via DVCC Genererar en förlarmssignal 500 A- eller 1 000 A-kontaktdon för att koppla från systemets positiva pol. Batteriövervakare Bluetooth Kan ansluta till en GX-enhet via VE.Can Kan kombineras med alla Lynx M10-samlingsskenor Fjärrkontroll på/av/standby via appen VictronConnect eller en GX-enhet Installerad i systemets positiva och negativa pol Omedelbar avläsning via Bluetooth	Större system med digital integration eller när ett inbyggt säkerhetsrelä krävs Även system med växelriktare/laddare om GX-enhet finns

3.3.1. Lynx Smart BMS NG

Lynx Smart BMS NG används i medelstora till stora system som innehåller DC-belastningar och AC-belastningar via växelriktare eller växelriktare/laddare, till exempel på yachter eller i fritidsfordon. Detta BMS är utrustat med en kontaktor som kopplar bort DC-systemet, en "belastningsfrånkoppling", en "laddningsfrånkoppling", en kontakt för "förlarm" och en batteriövervakare. Utöver detta kan den anslutas till en GX-enhet och styra kompatibel Victron Energy-utrustning via DVCC.

- I händelse av låg cellspänning skickar BMS en signal om "belastningsfrånkoppling" för att koppla från belastningen/ belastningarna.
- Innan en belastning kopplas från skickar den en förlarmssignal för att varna om en nära förestående låg cellspänning.
- I händelse av hög cellspänning eller låg/hög celltemperatur skickar BMS en signal om "laddningsfrånkoppling" för att koppla från laddarna.
- Om batterierna laddas ur ytterligare (eller överladdas) öppnas kontakten och kopplar effektivt från DC-systemet för att skydda batterierna.

För mer information se Lynx Smart BMS NG-manualen som du hittar på [produkt sidan för Lynx Smart BMS](#).



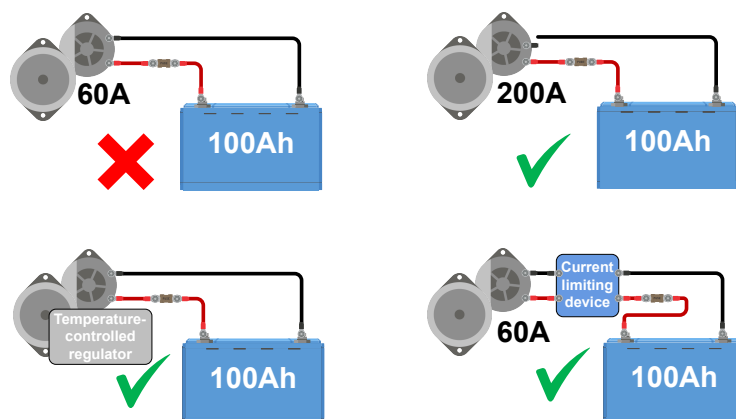
Lynx Smart BMS NG kopplar från belastningar och laddare via signalerna för "belastningsfrånkoppling" och "laddningsfrånkoppling" och styr växelriktaren/ laddaren via en GX-enhet. Om batteriet laddas ur ännu mer kopplar BMS från batteriet från DC-systemet.

3.4. Laddning från en växelströmsgenerator

Jämfört med blybatterier har litumbatterier ett väldigt lågt internt motstånd och accepterar en mycket högre laddningsström. På grund av detta måste särskild hänsyn tas för att undvika överladdning av växelströmsgeneratorn.

1. Säkerställ att generatorns märkström är minst två gånger batterikapaciteten. Exempel: En generator på 400 A kan med säkerhet kopplas till ett 200 Ah batteri.
2. Använd en generator utrustad med en temperaturstyrd generatorregulator. Detta förhindrar att generatorn överhettas.
3. Använd en strömbegränsande enhet som exempelvis en [DC-DC-laddare](#) eller en [DC-DC-omvandlare](#) mellan generatorn och startbatteriet.

För mer information om hur man laddar litumbatterier med en växelströmsgenerator, se [bloggen](#) och [videon om litiumladdning med växelströmsgenerator](#).



Laddning med växelströmsgenerator

3.5. Batteriövervakning

De vanliga batteriparametrarna, såsom batterispänning, batteritemperatur, batteriström och cellspänning kan läsas ut via Bluetooth med appen VictronConnect. Om en GX-enhet (med internet) används tillsammans med en Lynx Smart BMS NG kommer datan även att göras tillgänglig på VRM-portalen.

Om du av någon anledning använder ytterligare en batteriövervakare i systemet ska du säkerställa att följande inställningar är gjorda så att beräkningen av SoC och den laddade och urladdade energin görs korrekt.

- Ställ in laddningsverkningsgraden på 99 %
- Ställ in Peukert-exponenten på 1,05

Säkerställ även att den externa batteriövervakaren försörjs från BMS belastningsterminal och inte direkt från batteriet för att förhindra att batterierna laddas ur oavsiktligt.

För mer information om batteriövervakare se [produkt sidan för batteriövervakare](#).

4. Installation

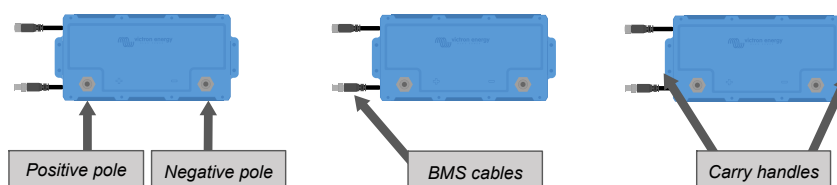
4.1. Uppackning och hantering av batteriet

Var försiktig när du packar upp batteriet. Batterier är tunga. Lyft inte upp det vid polerna eller i dess BMS-kablar. Batteriet har två bärhandtag på varje sida. Batteriets vikt hittar du i avsnittet [Tekniska data \[30\]](#).

Bekanta dig med batteriet. Batteripolerna på toppen av batteriet har indikatorer för korrekt polaritet: en "+"-symbol för den positiva och en "-"-symbol för den negativa polen.

Varje batteri har två BMS-kablar för att kommunicera med BMS. En kabel har en trepolig hankontakt och den andra har en trepolig honkontakt. Beroende på batterimodellen sitter BMS-kablarna på ena sidan av batteriet eller på två motsatta sidor av batteriet.

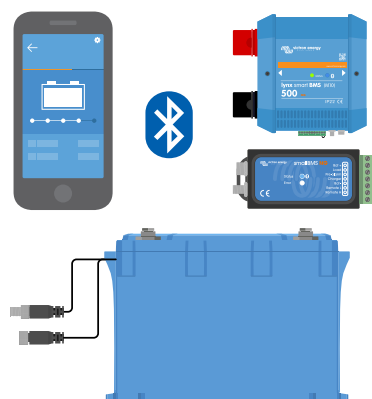
Säkerställ att BMS-kablarnas inte fastnar eller skadas när du hanterar batteriet.



Topp- och sidovy som visar batteripoler (+ och -), BMS-kablar och bärhandtag

4.2. Ladda ner och installera appen VictronConnect

Ladda ner appen VictronConnect för Android, iOS eller macOS från deras respektive app-butiker. För mer information om appen, se [produktidn för VictronConnect](#).



Appen VictronConnect kommunicerar med batteriet via Bluetooth

4.2.1. Uppdatera batteriets och BMS fasta programvara

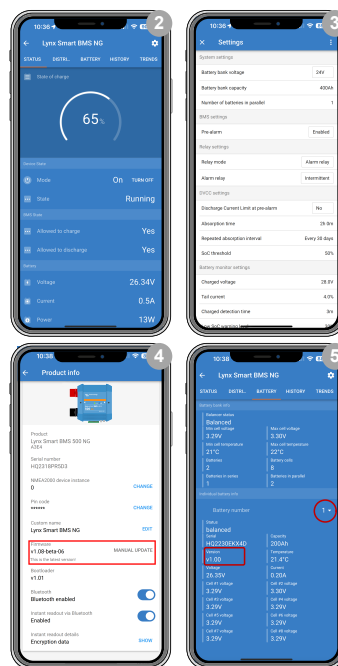
När BMS fasta programvara uppdateras, uppdateras även batteriets fasta programvara. Detta sker antingen via appen VictronConnect eller, om det gäller Lynx Smart BMS NG tillsammans med en GX-enhet, via VRM-portalen. Se också till att du har den senaste versionen av VictronConnect. Detta säkerställer att den senaste versionen av batteriets och BMS fasta programvara är tillgänglig.

Appen VictronConnect kan vid första anslutningen be om att få uppdatera den fasta programvaran. Om så är fallet, låt den utföra en uppdatering.

Om en eller flera batterier läggs till systemet vid ett senare tillfälle kommer batteriets fasta programvara uppdateras automatiskt av BMS.

Gör följande för att kontrollera batteriets och BSM fasta programvaruversion:

1. Anslut till BMS med appen Victron
VictronConnect.
2. Klicka på symbolen med kugghjulet i
det övre högra hörnet för att gå till
inställningssidan.
3. På inställningssidan, klicka på symbolen
för alternativ för att gå till
produktinformationen.
4. Kontrollera om du använder den senaste
versionen av programvaran och kolla
efter texten: "Det här är den senaste
versionen".
5. Gå tillbaka till inställningssidan och klicka
på batterifliken för att se batteriets
nuvarande fasta programvaruversion. Om
fler än ett batteri är installerat väljer du
batteri genom att klicka på batterinumret
(röd cirkel).
6. Uppdatera den fasta programvaran om
BMS inte har den senaste versionen. Se
BMS-manualen för detaljer.



4.3. Laddning innan användning

4.3.1. Varför man ska ladda batterier innan användning

Detta avsnitt är endast tillämpligt om du har för avsikt att seriekoppla batterier.

Litiumbatterier är endast laddade till ungefär 50 % när de skickas från fabriken. Detta på grund av säkerhetsföreskrifter under transporten. På grund av olika transportrutten och förvaring har inte alla batterier samma laddningsstatus när de installeras.

Individuell laddning av nya batterier innan de seriekopplas förkortar laddningstiden.

Det inbyggda systemet för battericellbalansering kan endast korrigera mindre skillnader i laddningsstatus från ett batteri till ett annat. Nya batterier kan ha stora skillnader i laddningsstatus och dessa kan inte korrigeras om de har installerats på så sätt, särskilt när de är seriekopplade. Observera att den här sortens obalans, med olika laddningsstatus på batterierna, är en annan sorts obalans än den mellan cellspänningarna inuti ett batteri. Detta beror på att cellbalanseringskretsarna i ett batteri inte kan påverka cellerna i ett annat batteri.

4.3.2. Hur man laddar batterier innan användning

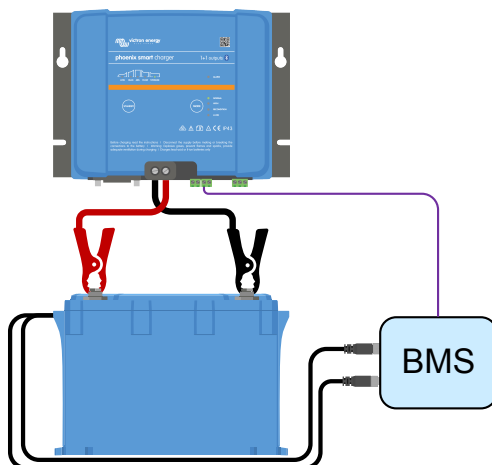


Använd alltid en BMS-styrd laddare när du laddar litiumbatterier individuellt.

Initial laddningsprocess:

1. Om en batteribank består av batterier som är seriekopplade för att skapa en högre spänningsbank måste varje batteri först laddas individuellt. Använd en dedicerad laddare eller en växelriktare/laddare med ett BMS för att utföra den första laddningen.
Endast ett enskilt batteri eller en bank med parallellkopplade batterier kan laddas som en enhet.
Läs i BMS-manualen för instruktioner om hur det ska ställas in.
2. Ställ in laddaren till laddarprofilen enligt vad som anges i avsnittet [Laddning av batteriet och rekommenderade inställningar för laddaren \[17\]](#).
3. Säkerställ att batteriet, BMS och laddaren kommunicerar med varandra. Kontrollera detta genom att koppla från en av BMS-kablarna från BMS och verifiera om laddaren stängs av. Koppla därefter in BMS-kabeln igen och verifiera att laddaren slås på.
4. Sätt på laddaren och kontrollera att den laddar batteriet.
Observera att om det förekommer obalans mellan battericellerna under laddning kan BMS stänga av och slå på laddaren upprepade gånger. Du kan märka att laddaren är avstängd i några minuter och sen på igen en kort stund innan den återigen stängs av. Oroa dig inte, det här mönstret kommer att upprepas tills dess att cellerna är balanserade. Om cellerna är i balans kommer laddaren inte att stängas av förrän batteriet är fulladdat.

5. Batteriet är fulladdat när batteriladdaren har nått floatsteget och cellstatus i appen VictronConnect visar "balanserad". Om batteriets cellstatus är "okänd" eller "obalanserad" måste batteriladdaren startas om flera gånger tills batteriets cellstatus är "balanserad".



Initial laddning med BMS

4.4. Montering

Montering måste uppfylla följande krav:

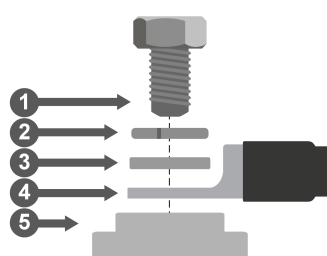
1. Batteriet kan monteras upprätt eller på sidan, men inte med batteripolerna nedåt.
2. Batteriet passar endast för inomhusbruk och måste installeras på en torr plats.
3. Batterier är tunga. Använd lämpliga hanteringsutrustningar vid förflyttning av batteriet till dess avsedda plats.
4. Säkerställ att batteriet är korrekt och säkert monterat eftersom det kan bli som en projektil vid en fordonsolycka.
5. Batterier producerar en viss mängd värme när de laddas eller laddas ur. I ventileringssyfte bör 20 mm på varje sida om batteriet hållas fritt.

4.5. Anslutning av batterikablar

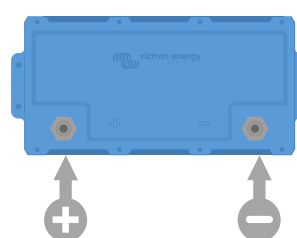
Observera batteripolariteten när du kopplar batteripolerna till ett DC-system eller till andra batterier. Se till att inte kortsluta batteripolerna.

Koppla kablarna enligt anvisningarna i diagrammet.

1. Bult
2. Fjäderbricka
3. Bricka
4. Kabelsko
5. Batteriterminaler



Koppling av batterikablar



Batteriterminaler



Skruva åt bultarna med ett vridmoment på 10 Nm. Använd endast isolerade verktyg som passar bultens huvudstorlek.

4.5.1. Kabeltvärsnittetsarea och säkringskapacitet

Använd batterikablar med en tvärsnittetsarea som matchar den ström som kan förväntas i batterisystemet.

Batterier kan producera väldigt stora strömmar och det är därför nödvändigt att alla elektriska kopplingar till batteriet är säkrade

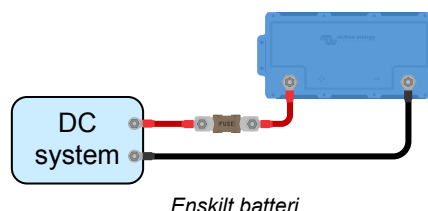
Batterikablarna måste vara av rätt storlek för att klara av den högsta förväntade systemströmmen. Du måste använda en säkring med lämplig kapacitet för batteriets kabelstorlek.

Se [boken Wiring Unlimited](#) för mer information om kabeltvärsnittetsarea, säkringstyper och säkringskapacitet.

Batteriets högsta urladdningskapacitet anges i tabellen [Tekniska data \[30\]](#). Systemströmmen och därmed även säkringskapaciteten får inte överstiga den här märkströmmen. Säkringen måste matcha den lägsta märkströmmen, som är kabelmärkströmmen, batterimärkströmmen eller systemmärkströmmen.

4.5.2. Koppling av ett enskilt batteri

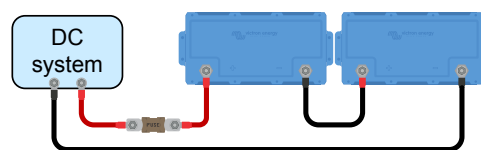
- Säkra batteriet på den positiva sidan.
- Koppla batteriet till DC-systemet.



Enskilt batteri

4.5.3. Koppling av flera batterier i serie

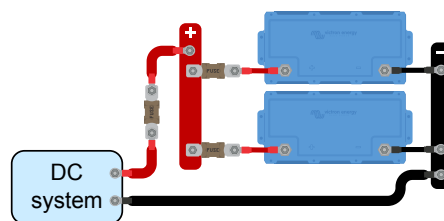
- Varje enskilt batteri måste vara fulladdat och i balans.
- Seriekoppla högst fyra 12,8-batterier eller högst två 25,6 V-batterier.
- Koppla den negativa polen till den positiva polen på nästa batteri.
- Säkra seriesträngen på den positiva sidan.
- Koppla batteribanken till systemet.



Flera batterier i serie

4.5.4. Parallellkoppling av flera batterier

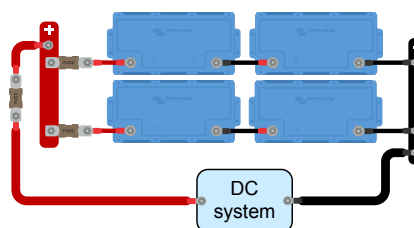
- Sammanlagt 50 batterier kan anslutas parallellt.
- Säkra varje batteri på den positiva sidan.
- Anslut DC-systemkablarna diagonalt för att säkerställa en lika stor strömväg genom varje batteri.
- Se till att systemkabelns kabeltvärsnittsarea är samma som tvärsnittsarean på strängkabeln gånger antalet strängar.
- Säkra den positiva huvudkabeln som går till batteribanken.
- Anslut batteribanken till DC-systemet
- För mer information om hur man skapar en parallell batteribank, se [boken Wiring Unlimited](#).



Flera batterier parallellkopplade

4.5.5. Serie/parallellkoppling av flera batterier

- Koppla som mest samman 50 batterier parallellt eller i serie.
- Varje enskilt batteri måste vara fulladdat och i balans.
- Säkra varje seriesträng på den positiva sidan.
- Koppla inte samman mittpunkter eller något annat på mittpunkterna.
- Koppla systemkablarna diagonalt för att säkerställa en likvärdig strömgång genom varje batteristräng.
- Se till att systemkabelns kabeltvärsnittsarea är samma som tvärsnittsarean på strängkabeln gånger antalet strängar.
- Säkra den positiva huvudkabeln som går till batteribanken.
- Anslut batteribanken till DC-systemet



Serie/parallellkoppling av flera batterier



Koppla inte samman mittpunkter eller något annat på mittpunkterna.

4.5.6. Batteribanker som består av olika batterier

När man bygger en batteribank bör alla batterier helst ha samma kapacitet, ålder och modell. Det finns dock situationer där detta är omöjligt, som när kapaciteten behöver utökas genom att man lägger till fler batterier, eller när ett enskilt batteri i en batteribank behöver bytas ut. Följ i dessa fall riktlinjerna i tabellen nedan.

Typ av batteribank	Är olika kapaciteter tillåtna?	Är olika åldrar tillåtna?
Parallell	Ja	Ja
Serier	Nej ¹⁾	Ja ²⁾
Serie/parallell - inom en strängserie	Nej ¹⁾	Ja ²⁾
Serie/parallell - om en hel sträng byts ut eller läggs till	Ja	Ja

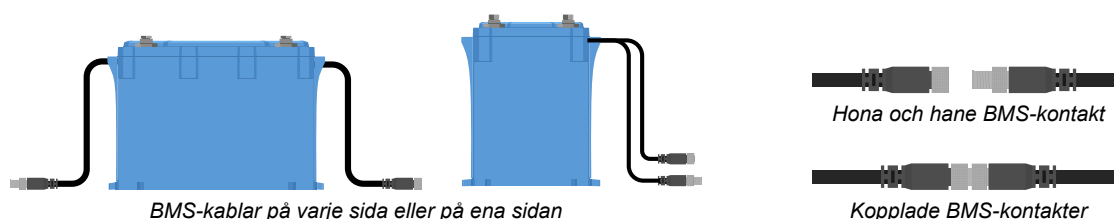
¹⁾ Alla batterier måste ha samma kapacitetsgradering och samma artikelnummer
²⁾ Åldersskillnaden får inte överstiga tre år

Bakgrundsinformation:

Gamla batterier har reducerad kapacitet och vid seriekoppling av dem med nya batterier eller med batterier med olika kapacitet uppstår en obalans mellan dessa. Denna obalans kommer att öka med tiden och orsakar en minskning av batteribankens totala batterikapacitet. I teorin kommer batteriet med den minsta kapaciteten att bestämma den totala kapaciteten för en seriebatteristräng men i verkligheten kommer obalansen att minska batteribankens totala kapacitet ytterligare. Till exempel, om ett 50 Ah-batteri är seriekopplat med ett 100 Ah-batteri, är den totala strängkapaciteten 50 Ah. Men med tiden blir batterierna obalanserade, och när obalansen har blivit, låt oss säga, 10 Ah, blir den totala batterikapaciteten 50 Ah-10 Ah = 40 Ah. Cellerna i batteriet med högst laddning kommer att ha en överspänning under laddning, medan de inte kan skicka överspänningen till de andra battericellerna. BMS kommer ständigt att ingripa vilket resulterar i att batteriet med minst laddning laddas ur för mycket och batteriet med högst laddning laddas för mycket.

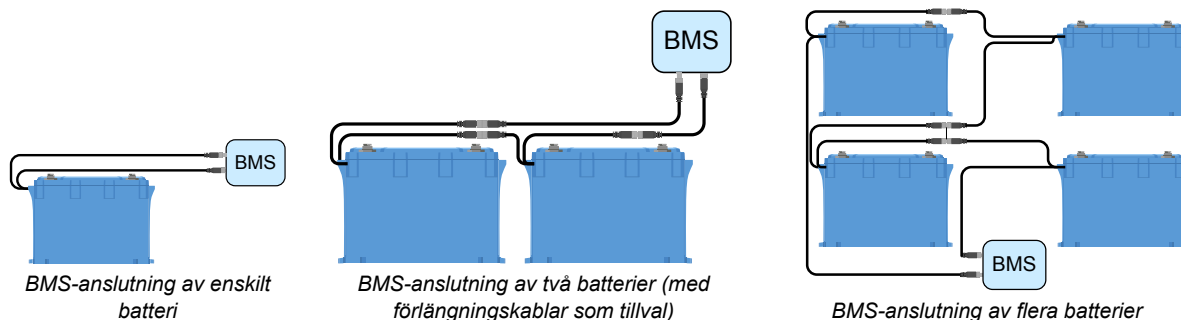
4.6. Anslutning av BMS

Varje batteri har två BMS-kablar med en M8-han- och M8-honkontakt som behöver anslutas till BMS.



Koppling av kablarna:

- För ett enskilt batteri ska båda kablarna kopplas direkt till BMS.
- För en batteribank som består av flera batterier ska du koppla ihop varje batteri (kedjekoppling) och ansluta den första och sista kabeln till BMS. Batterierna kan kopplas samman i valfri ordning.
- Om BMS är för långt borta för kablarna kan du använda förlängningskablarna som finns som tillbehör. Förlängningskablarna är tillgängliga i par och finns i flera längder. För mer information se [produktsidan för förlängningskablar](#).



4.7. Inställningar för laddaren

De rekommenderade laddningsparametrarna för laddningskällorna är:

- **För 12,8 V-modeller:** 14, 2 V absorptionsspänning, 2 timmars absorptionstid och 13,5 V floatspänning
- **För 25,6 V-modeller:** 28,4 V absorptionsspänning, 2 timmars absorptionstid och 27,0 V floatspänning
- **För 51,2 V-modellen:** 56,8 V absorptionsspänning, 2 timmars absorptionstid och 54,0 V floatspänning

Se avsnittet [Laddning av batteriet och rekommenderade inställningar för laddaren \[17\]](#) och kolla i tabellen i avsnittet [Tekniska data \[30\]](#) för rekommenderad laddningsström.

Vi hänvisar till manualerna på respektive produktsida för ytterligare information om laddningsinställningarna för de enskilda laddarna eller växelriktare/laddarna.

Justering av laddningsspänningar krävs inte för DVCC-styrda växelriktare/laddare och laddare så som Orion XS och MPPT-solcellsladdare. Denna inställning är automatisk och skiljer sig något från en manuell inställning. För mer information om DVCC hänvisar vi till din GX-enhetsmanual på respektive [produktsida](#).

4.8. Igångsättning

När alla anslutningar är gjorda måste systemkopplingarna kontrolleras, systemet måste förses med ström och BMS-funktionen måste kontrolleras. Följ denna checklista:

- | | |
|--------------------------|---|
| ☐ | Kontrollera polariteten på alla batterikablar. |
| ☐ | Kontrollera tvärsnittsarean på alla batterikablar. |
| ☐ | Kontrollera om alla kabelskor har satts i korrekt. |
| ☐ | Kontrollera om batterikabelkopplingarna sitter fast (överstig inte maximalt vridmoment). |
| ☐ | Dra försiktigt i varje batterikabel och se om kopplingen sitter fast. |
| ☐ | Kontrollera alla BMS-kabelanslutningarna och se till att kontaktskruvringarna har skruvats ner helt. |
| ☐ | Koppla systemets positiva och negativa DC-kabel till batteriet (eller batteribanken). |
| ☐ | Kontrollera strängsäkringskapaciteten (om tillämpligt). |
| ☐ | Installera strängsäkringen/arna (om tillämpligt). |
| ☐ | Kontrollera huvudsäkringskapaciteten. |
| ☐ | Installera huvudsäkringen. |
| ☐ | Kontrollera om alla batteriladdningskällor har ställts in till rätt laddningsinställningar. |
| ☐ | Slå på alla batteriladdare och alla belastningar. |
| ☐ | Kontrollera om BMS förses med ström. |
| ☐ | Koppla bort en slumpmässigt utvald BMS-kabel och verifiera att BMS kopplar från alla laddningskällor och alla belastningar. |
| ☐ | Koppla åter in BMS-kabeln och kontrollera om alla laddningskällor och belastningar slås på igen. |

5. Drift

5.1. Övervakning och styrning

Ett BMS krävs alltid för att övervaka och styra batteriet.

Batteriparametrarna kan läsas ut på olika sätt:

1. Via Bluetooth med [appen VictronConnect](#)
2. Via [VictronConnect-Remote \(VC-R\)](#): Detta kräver att en GX-enhet är ansluten till ett Lynx Smart BMS NG och datan måste föras över till VRM-portalen.
3. Via [VRM-portalen](#): Detta kräver att en GX-enhet är ansluten till ett Lynx Smart BMS NG och datan måste föras över till VRM-portalen.

Beroende på överföringsvägen kan följande parametrar läsas ut:

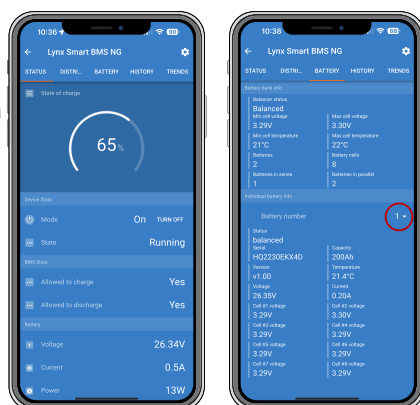
Batteriparameter	Bluetooth	GX-enhet	VC-R	VRM
Balanserarstatus	Ja			
Lägsta och högsta cellspänning	Ja	Ja	Ja	Ja
Lägsta och högsta celltemperatur	Ja	Ja	Ja	Ja
Antal batterier	Ja	Ja	Ja	Ja
Antal battericeller	Ja	Ja	Ja	Ja
Antal batterier i serie	Ja	Ja	Ja	Ja
Antal parallellkopplade batterier	Ja	Ja	Ja	Ja
Serienummer	Ja	Nej	Nej	Nej
Kapacitet	Ja	Nej	Nej	Nej
Fast programvaruversion	Ja	Nej	Nej	Nej
Batterispänning	Ja	Ja	Ja	Ja
Batteritemperatur	Ja	Ja	Ja	Ja
Batteriström	Ja	Nej	Nej	Nej
Individuella cellspänningar	Ja	Nej	Nej	Nej

5.1.1. Övervakning av batteriet via VictronConnect

Appen VictronConnect kan användas till att övervaka batterierna via Bluetooth eller VC-R. Tabellen i förra avsnittet listar de tillgängliga parametrarna per anslutningstyp.

Gör följande för att kontrollera batteriparametrarna

1. Öppna appen VictronConnect och klicka på det BMS från enhetslistan som är anslutet till batteriet.
2. Klicka på Batterifliken för att se alla batteriparametrar.
3. Varje batteri har sin egna sida som du kan välja genom att använda batteriväljaren markerad med en röd cirkel.



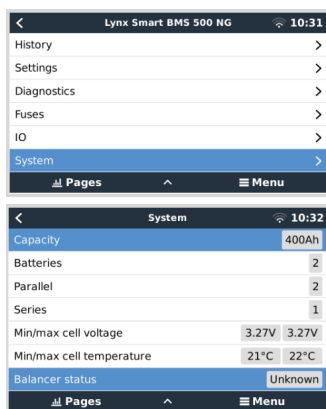
Observera att varningar, larm eller felmeddelanden endast visas medan enheten aktivt är ansluten till BMS via VictronConnect. Appen är inte aktiv i bakgrunden eller när skärmen är släckt.

5.1.2. Övervakning av batteriet via en GX-enhet

Batteriparametrarna kan även läsas ut med en GX-enhet via Remote Console tillsammans med en Lynx Smart BMS NG. Tabellen i förra avsnittet listar de tillgängliga parametrarna per anslutningstyp.

Gör följande för att kontrollera batteriparametrarna

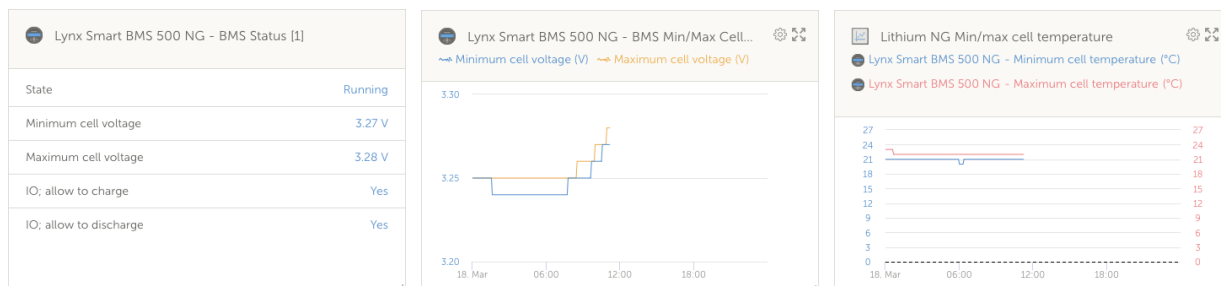
1. Öppna Remote Console och klicka på Lynx Smart BMS NG från enhetslistan.
2. Skrolla ner till "System" och öppna undermenyn genom att klicka på den för att se alla tillgängliga batteriparametrar.



5.1.3. Övervakning av batteriet via VRM-portalen

Batteriparametrarna kan även läsas ut via VRM-portalen (kräver en GX-enhet tillsammans med en Lynx Smart BMS NG som överför sin data till VRM). Tabellen i förra avsnittet listar de tillgängliga parametrarna per anslutningstyp.

Batteriparametrarna kan ses via fliken "Avancerat". Vi hänvisar till vår [Dokumentationen för vår VRM-portal](#) för mer information.



5.2. Batteriladdning och urladdning

Det här kapitlet beskriver processerna för laddning, urladdning och cellbalansering i mer detalj för de som är intresserade av den teknisk bakgrunden.

5.2.1. Laddning av batteriet och rekommenderade inställningar för laddaren

Rekommenderade batteriladdare

Säkerställ att din laddare tillhandahåller rätt ström och spänning för batteriet. Använd därför inte en 24 V-laddare för ett 12 V-batteri.

Vi rekommenderar även att laddaren har en laddningsprofil/algorithm som stämmer överens med batteriets kemi (LiFePO4) eller en anpassad profil som kan justeras för att matcha litumbatteriets lämpliga laddningsparametrar. Alla Victron-laddare ([AC-laddare](#) inklusive [växelriktare/laddare](#), [solcellsladdare](#) och [DC-DC-laddare](#)) har dessa förinställda laddningsprofiler inbyggda. Se till att välja den här profilen. Se även laddarnas respektive manualer.

Rekommenderade inställningar för laddaren

De viktiga laddningsparametrarna är absorptionsspänning, absorptionstid och floatspänning.

- **Absorptionsspänning:** 14,2 V för ett 12,8 V-litumbatteri (28,4 V/56,8 V för ett 24 V eller 48 V-system).
- **Absorptionstid:** 2 timmar. Vi rekommenderar en lägsta absorptionstid på två timmar per månad för mindre cyklade system, såsom backup- eller UPS-tillämpningar och fyra till åtta timmar per månad för system med många cykler (ej nätanslutna eller ESS-system). Detta ger balanseraren tillräckligt med tid för att balansera cellerna.
- **Floatspänning:** 13,5 V för ett 12,8 V-litumbatteri (27 V/54 V för ett 24 V eller 48 V-system).

Vissa laddningsprofiler erbjuder ett lagringsläge. Detta är inte nödvändigt för ett litumbatteri men om laddaren har ett lagringsläge ska det då ställas in till samma värde som floatspänningen.

Vissa laddare har en bulkspänningsinställning. Om så är fallet ska du ställa in bulkspänningen på samma värden som absorptionsspänningen.

Temperaturkompenserad laddning krävs inte för litiumjonbatterier. Inaktivera temperaturkompensationen eller ställ in temperaturkompensation på 0 mV/°C i dina batteriinställningar.

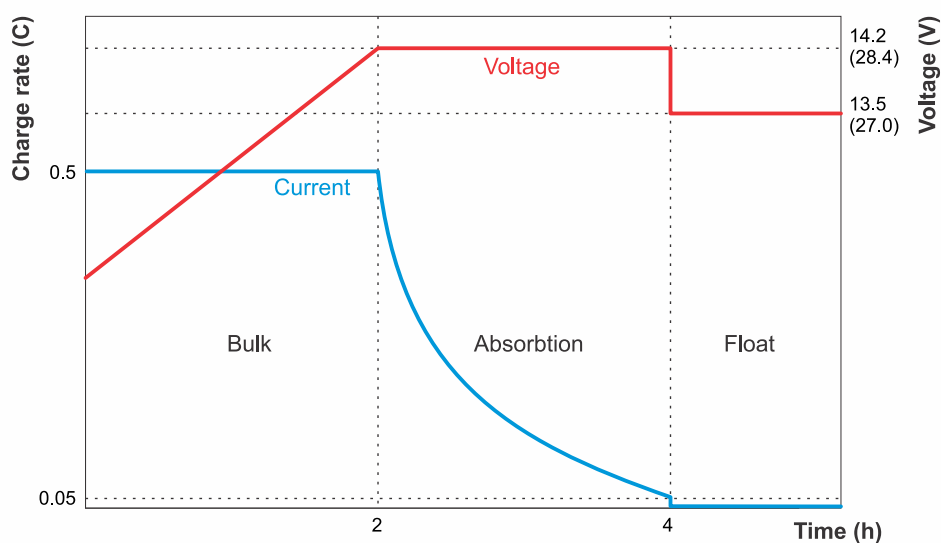
Rekommenderad laddningsström

Även om batteriet kan laddas med en mycket högre laddningsström (se [Tekniska data \[30\]](#) för högsta kontinuerliga laddningsström) rekommenderar vi en laddningsström på 0,5C. Det betyder att det tar två timmar att ladda batteriet om det är helt urladdat. En laddningsström på 0,5C för ett 100 Ah-batteri ger en laddningsström på 50 A.

Laddarprofil

En typisk laddarprofil som blir resultatet av det ovan nämnda ser ut som diagrammet nedan:

- Efter att laddaren har startats tar det två timmar för att nå absorptionsspänning
- Ytterligare två timmar absorptionstid för att ge balanseraren tid att balansera cellerna ordentligt
- I slutet av absorptionstiden minskas laddningsspänningen till 13,5 V floatspänning



Laddningstabell litiumbatteri

5.2.2. Urladdning

Även om en BMS används finns det fortfarande några möjliga scenarion där batteriet kan skadas på grund av överurladdning. Ha följande varning i åtanke:



Litiumbatterier är dyra och kan skadas på grund av för hög urladdning eller överladdning.

Skador på grund av urladdning kan inträffa om mindre belastningar (som larmsystem, reläer, standby-strömmar för vissa belastningar, backström från batteriladdare eller laddningsregulatorer) långsamt laddar ur batteriet när systemet inte används.

Avstängning via BMS på grund av låg cellspänning får endast användas som en sista utväg för att förhindra nära förestående batteriskada. Vi rekommenderar att du inte låter det gå så långt redan från början och istället använder den fjärrstyrda på/av-funktionen i BMS som en på/av-brytare för systemet när du lämnar det oövervakat i längre perioder, eller ännu bättre, använder en batteribrytare och tar bort batterisäkringarna (säkringarna) eller kopplar från batteriets positiva batteripol när systemet inte används. Innan du gör detta måste du säkerställa att batteriet är tillräckligt laddat så att det har tillräckligt med reservkapacitet.

En kvarvarande urladdningsström är särskilt farlig om systemet har laddats ur helt och hållet och en avstängning på grund av låg cellspänning har inträffat. Efter avstängning på grund av låg cellspänning finns en kapacitetsreserv på cirka 1 Ah per 100 Ah batterikapacitet kvar i batteriet. Batteriet kommer att skadas om den återstående kapacitetsreserven dras från batteriet, till exempel kan en restström på bara 10 mA skada ett 200 Ah-batteri om systemet lämnas urladdat i mer än 8 dagar.

Omedelbar åtgärd (ladda batteriet) krävs om en avstängning på grund av låg cellspänning har inträffat.

Rekommenderad urladdningsström

Överstig inte den högsta kontinuerliga urladdningsströmmen på $\leq 1C$. Om du använder en högre urladdningshastighet kommer batteriet att producera mer värme än vid en låg urladdningshastighet. Ytterligare ventilation krävs runt batteriet och beroende på installationen kan varmluftsutsugning eller forcerad luftnedkyllning krävas. Vissa celler kan även uppnå tröskelvärdet för låg spänning snabbare än andra celler. Detta kan bero på en kombination av hög celltemperatur och föråldrande.

Urladdningsdjup (Depth of Discharge - DoD)

Urladdningsdjupet har en avgörande inverkan på litiumbatteriets livslängd. Ju djupare urladdning desto lägre antalet möjligt laddningscykler. Se [Tekniska data \[30\]](#) för det möjliga antalet laddningscykler beroende på urladdningsdjupet.

Hur temperatur påverkar batterikapaciteten

Temperaturen påverkar batterikapaciteten. Den nominell kapacitetsdatabas för respektive batterimodell i databladet baseras på 25 °C vid en urladdningshastighet på 1C. Dessa siffror minskar med ~20 % vid 0 °C och minskar ytterligare till ~50% vid -20 °C. Däremot, eftersom SoC inte beräknas i batteriet utan i batteriövervakaren, som därmed inte visar den faktiska SoC, är det mycket viktigare att hålla ett öga på batteriet och cellspänningar vid urladdning i låga temperaturer.

5.3. Notera driftsförhållanden

Driftsförhållanden för laddning och urladdning av batteriet måste också iaktas. Parametrarna skiljer sig åt beroende på batterimodellen.

Dessa är i detalj:

- Urladdning är endast tillåten inom en temperaturintervall på -20 °C till +50 °C. Laddningshastigheten beror även på batteritemperaturen. Vid, eller under 0 °C, måste urladdningshastigheten minskas till 0,5C. Vid temperaturer över 35 °C måste urladdningshastigheten också minskas. Se även diagrammet nedan.

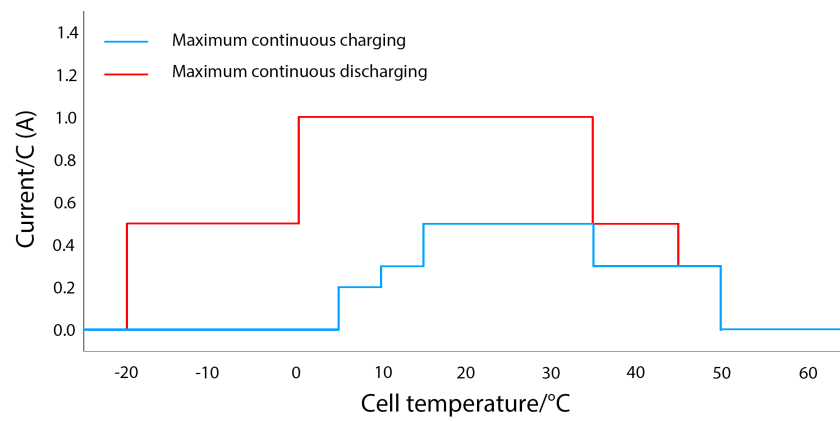
Säkerställ således att alla belastningar är avstängda när temperaturen överstiger gränserna (idealiskt vore om belastningarna hade en fjärrstyrd av/på-port styrd av BMS).

- Laddning av batteriet är endast tillåten inom en temperaturintervall på +5 °C till +50 °C.

Vid temperaturer under 15 °C måste laddningsströmmen minskas till högst 0,3C. Vid temperaturer över 35 °C måste också laddningsströmmen minskas. Se även diagrammet nedan.

Säkerställ att alla laddare är avstängda när den lägsta temperaturgränsen uppnås (idealiskt vore om laddaren hade en fjärrstyrd av/på-port styrd av BMS) för att förhindra laddning under +5 °C eller över 50 °C.

Maximum continuous charge / discharge rate dependent on cell temperature



5.4. Batteriskötsel

När batteriet väl är i drift är det viktigt att ta ordentligt hand om det för att maximera dess livslängd.

Här är de grundläggande riktlinjerna:

1. Förhindra alltid en komplett urladdning.
2. Sätt dig in i BMS förlarmsfunktion och agera när ett förlarm aktiveras för att förhindra att systemet stängs ner.
3. Se till att batterierna laddas upp omedelbart om förlarmet är aktivt eller om BMS har inaktiverat belastningarna. Minimera tiden som batterierna är i ett djupt urladdat tillstånd.
4. BMS säkerställer att batterierna är tillräckligt länge i absorption minst en gång i månaden för att säkerställa tillräckligt med tid i balanseringsläge. Avbryt inte laddningsprocessen tills balanseringsstatusen visar "balanserad" för varje enskilt batteri i systemet.
5. Om du lämnar systemet obevakat en period ska du antingen hålla batterierna laddade eller se till att de är (nästan) fulladdade och sen koppla från DC-systemet från batteriet.

6. Felsökning och support

Det första steget i felsökningen är att följa stegen i det här avsnittet för vanliga batteriproblem.

Om du har problem med VictronConnect hänvisar vi i första hand till [VictronConnect-manualen](#), särskilt avsnittet om felsökning.

Om inget av detta fungerar för att åtgärda problemet kan du kolla igenom vanliga frågor och svar angående din produkt och fråga expertgruppen i [Victron-Community](#). Om problemet kvarstår ska du kontakta inköpsplatsen för teknisk support. Om du inte känner till inköpsplatsen hänvisar vi till [webbsidan för Victron Energy Support](#).

6.1. Batteriproblem

6.1.1. Hur man känner igen en obalans

- BMS stänger ofta av laddaren

Det är ett tecken på att batteriet är i obalans. BMS stänger aldrig av laddaren om batteriet är välbalanserat. Även om det är fulladdat kommer BMS att lämna laddaren aktiverad.

- Batterikapaciteten verkar sämre än tidigare

Om BMS stänger av belastningar mycket tidigare än den brukade göra, även när den allmänna batterispanningen fortfarande verkar okej, är det ett tecken på att batteriet är i obalans.

- Det finns en märkbar skillnad mellan de individuella cellspänningarna under absorptionssteget.

När laddaren är i absorptionssteget ska alla cellspänningar vara lika och vara mellan 3,50 V och 3,60 V. Om så inte är fallet, är det ett tecken på att batteriet är obalanserat.

- En cell tappar långsamt spänning när batteriet inte används.

Detta är inte obalans, även om det kan verka så. Ett typiskt exempel är när battericellerna inledningsvis har samma spänning, men en av cellerna sjunker med 0,1 eller 0,2 V före de andra cellerna, när batteriet inte används efter en dag eller så. Detta kan inte åtgärdas med återbalansering och cellen anses defekt.

6.1.2. Orsaker till cellobalans eller en förändring i cellspänningar

1. ***Batteriet har inte varit tillräckligt länge i absorptionsladdningsläget.***

Detta kan exempelvis inträffa i ett system där det inte finns tillräckligt med solcellsenergi för att ladda batteriet fullt, eller i system där generatoren inte är i drift tillräckligt länge eller ofta. Under normal drift av ett litumbatteri uppstår små skillnader mellan cellspänningarna hela tiden. Detta förorsakas av mindre skillnader mellan det interna motståndet och självurladdningsnivåerna på varje cell. Absorberingsladdningssteget åtgärdar dessa små skillnader. Vi rekommenderar en lägsta absorptionstid på två timmar per månad för mindre cyklade system, såsom backup- eller UPS-tillämpningar och fyra till åtta timmar per månad för system med många cykler (ej nätanslutna eller ESS-system). Detta ger balanseraren tillräckligt med tid för att balansera cellerna.

2. ***Batteriet kommer aldrig till floatssteget (eller förvaringssteget).***

Floatsteget (eller förvaringssteget) följer efter absorptionssteget. Under det här steget sjunker laddningsspänningen till 13,5 V (i ett 12 V-system) och batteriet kan anses fulladdat. Om laddaren aldrig går in i det här steget kan det vara ett tecken på att absorptionssteget inte har slutförts (se punkten ovan). Laddaren bör tillåtas att nå det här steget minst en gång i månaden. Det krävs även för synkronisering av batteriövervakarens SoC (laddningsstatus).

3. ***Batteriet har laddats ur för djupt.***

Under en väldigt djup urladdning kan en eller flera celler i batteriet sjunka under sina lägsta spänningströskelvärden (2,60 V hårdkodat). Batteriet kan möjligtvis återställas med återbalansering men det finns även en risk att en eller flera av cellerna är defekta och då fungerar inte återbalansering. Cellen kan anses defekt. Detta täcks inte av garantin.

4. ***Batteriet är gammalt och har nästan uppnått sin maximala cykellivslängd.***

När batteriet nästan har uppnått sin maximala cykellivslängd börjar en eller flera celler att försämrats och cellspänningen kommer att vara lägre än de andra cellspänningarna. Detta är inte en obalans, även om det kan verka så. Detta kan inte åtgärdas med återbalansering. Cellen kan anses defekt. Detta täcks inte av garantin.

5. ***Batteriet har en defekt battericell.***

En cell kan bli defekt efter en väldigt djup urladdning, när den är nära slutet av sin cykellivslängd eller på grund av ett fabriksfel. En defekt cell är inte i obalans (även om det kan verka så). Detta kan inte åtgärdas med återbalansering. Cellen kan anses defekt. Väldigt djup urladdning och slutet av cykellivslängden täcks inte av garantin.

6.1.3. Hur man återställer ett obalanserat batteri

- Ladda batteriet med en laddare som är konfigurerad för litium och som styrs av BMS.
- Tänk på att cellbalansering endast sker under absorptionssteget. Varje gång laddaren övergår till float måste den startas om manuellt. Återbalansering kan ta lång tid (upp till ett par dagar) och kräver många manuella omstartningar av laddaren.
- Observera att under cellbalansering kan det verka som att inget händer. Cellspänningarna kan vara samma under en lång tid och BMS stänger av och slår på laddaren upprepade gånger. Allt detta är normalt.
- Balansering sker när laddningsströmmen är på eller högre än 1,8 A eller när BMS tillfälligt har stängt av laddaren.
- Balanseringen är nästan klar när laddningsströmmen sjunker under 1,5 A och cellspänningarna är nära 3,55 V.
- Återbalanseringsprocessen är komplett när laddningsströmmen har sjunkit ytterligare och alla celler är på 3,55 V.



Säkerställ till 100 procent att BMS styr laddaren annars kan farlig cellöverspänning uppstå. Kontrollera detta genom att övervaka cellspänningarna med appen VictronConnect. Spänningen på de fulladdade cellerna stiger långsamt tills de når 3,7 V. Vid det laget stänger BMS av laddaren och cellspänningarna sjunker igen. Den här processen upprepas kontinuerligt tills balansen är återställd.

Beräkningsexempel på den tid som krävs för att återställa ett mycket obalanserat batteri:

För det här exempel kan du föreställa dig ett 12,8 V 200 Ah batteri med en mycket underladdad (urladdad) cell.

Ett batteri på 12,8 V innehåller fyra celler, där varje cell har en nominell spänning på 3,2 V. De är seriekopplade. Detta ger $3,2 \times 4 = 12,8$ V. Precis som batteriet har varje cell en kapacitet på 200 Ah.

Låt oss säga att den obalanserade cellen endast är på 50 procent av sin kapacitet, medan de andra cellerna är fulladdade. Återbalanseringsprocessen behöver lägga till 100 Ah till den cellen.

Balanseringsströmmen är 1,8 A (per batteri och alla batteristorlekar, förutom modellen 12,8 V/50 Ah som har en balanseringsström på 1 A). Det tar minst $100/1,8 = 55$ timmar för att återbalansera cellen.

Balansering sker endast när laddaren är i absorptionssteget. Om en litiumladdningsalgoritm på två timmar används, måste laddaren startas om manuellt $55/2=27$ gånger under återbalanseringsprocessen. Om laddaren inte återstartas omedelbart fördröjs balanseringsprocessen och tiden läggs på den totala balanseringstiden.



Ett tips till Victron Energy-återförsäljare och professionella användare: Använd följande trick för att slippa starta om laddaren kontinuerligt: Ställ in floatspänningen på 14,2, det ger samma effekt som absorptionssteget. Inaktivera även lagringssteget och/eller ställ in det på 14,2 V. Eller ställ alternativt in absorptionstiden på en väldigt lång tid. Det viktigaste är att laddaren vidhåller en laddningsspänning på 14,2 V kontinuerligt under återbalanseringsprocessen. Ställ in laddaren på den normala litiumladdningsalgoritmen när batteriet har blivit återbalanserat. Lämna aldrig en laddare ansluten så här i ett system i drift. Att hålla batteriet i så hög spänning kommer att minska dess livstid.

6.1.4. Lägre kapacitet än väntat

Om batterikapaciteten är lägre än den fastställda kapaciteten finns det flera möjliga orsaker till det:

- Batteriet har cellobalans som orsakar för tidiga larm för låg spänning, som i sin tur orsakar BMS att stänga av belastningar. Se avsnitt [Hur man återställer ett obalanserat batteri \[23\]](#).
- Batteriet är gammalt och har nästan uppnått sin maximala cykellivslängd.
Kontrollera hur länge systemet har varit i drift, hur många cykler batteriet har gått igenom och hur djupt det har laddats ur i genomsnitt. Ett sätt att hitta denna information är att titta på batteriövervakaren historik (om tillgänglig).
- Batteriet har laddats ut för djupt och en eller flera celler har skadats permanent.
Dessa dåliga celler kommer att ha en låg cellspänning snabbare än de andra cellerna vilket leder till att BMS stänger av belastningar i förtid. Har batteriet kanske blivit väldigt djupt urladdat?

6.1.5. Batteri - väldigt låg terminalspänning

Om batteriet laddas ur för djupt kommer spänningen att falla långt under 12 V (24 V). Om batterispänningen är under 10 V (20 V respektive 40 V för 24 V- och 48 V-batterier) eller om en av battericellerna har en cellspänning på under 2,5 V kommer batteriet att ha permanenta skador. Detta ogiltiggör garantin. Ju lägre batteri- eller cellspänningen är desto större skada kommer batteriet att åsamkas.

Du kan försöka att återställa batteriet med processen för återuppladdning med låg spänning nedan. Du bör vara medveten om att det inte finns några garantier och det kanske inte är möjligt att återställa batteriet. Det är stor risk att batteriet har fått permanenta skador som leder till måttlig eller svår kapacitetsförlust efter återställningen.

Laddningsprocess för återställning efter företeelse med låg spänning:

Den här återställningsprocessen ska endast utföras på ett enskilt batteri. Om systemet innehåller flera batterier ska processen upprepas för vart och ett av batterierna.



Processen kan vara riskfylld. En arbetsledare måste vara närvarande hela tiden.

1. Ställ in en laddare eller strömkälla på 13,8 V (27,6V, 55,2 V).
2. Om någon av cellspänningarna är under 2,0 V ska batteriet laddas med 0,1 A tills spänningen på den lägsta cellen ökar till 2,5 V.
En arbetsledare måste kontrollera batteriet och stänga av laddaren direkt om batteriet blir varmt eller sväller. I sådant fall är batteriet skadat för alltid.
3. När spänningen på den lägsta cellen har stigit över 2,5 V ska du öka laddningsströmmen till 0,1 C.
För ett 100 Ah-batteri betyder det en laddningsström på 10 A.
4. Anslut batteriet till ett BMS och säkerställ att BMS har kontroll över batteriladdaren.
5. Skriv ned den initiala batteripolspänningen och batteriets cellspänningar.
6. Starta laddaren.
7. BMS kanske stänger av laddaren för att sen slå på den en kort stund och återigen stänga av den.
Detta kan inträffa flera gånger och är ett normalt beteende om det är en betydande cellobalans.
8. Notera spänningarna med jämna mellanrum.
9. Cellspänningarna borde stiga under den första delen av laddningsprocessen.
Om spänningen på någon av cellerna inte stiger under den första halvtimmen innebär det att batteriet inte går att återställa och du kan avbryta laddningsprocessen.
10. Kontrollera batteritemperaturen med jämna mellanrum.
Om du ser en skarp ökning av temperaturen innebär det att batteriet inte går att återställa och du kan avbryta laddningsprocessen.
11. När batteriet har uppnått 13,8 V (27,6 V, 55,2 V) ska du öka laddningsspänningen till 14,2 V (28,4 V, 56,8 V) och öka laddningsströmmen till 0,5C.
För ett 100 Ah-batteri betyder det en laddningsström på 50 A.
12. Cellspänningarna kommer att stiga mer långsamt, det är normalt under den första halvan av laddningsprocessen.
13. Låt laddaren vara ikopplad i sex timmar.
14. Kontrollera cellspänningarna, de ska alla vara inom 0,1 V från varandra.
Om en eller flera celler har en mycket större spänningsskillnad kan batteriet anses skadat.
15. Låt batteriet vila i några timmar.
16. Kontrollera batterispänningen.
Det ska vara väl över 12,8 V (25,6 V, 51,2 V), som 13,2 V (26,4 V, 52,8 V) eller högre. Och cellspänningarna ska fortfarande alla vara inom 0,1 V från varandra.
17. Låt batteriet vila i 24 timmar.
18. Mät spänningarna igen.
Om batterispänningen är lägre än 12,8 V (25,6 V, 51,2 V) eller om det finns en påtaglig cellobalans är batteriet skadat och kan inte återställas.

6.1.6. Batteriet har nästan uppnått slutet av sin cykellivslängd eller har använts felaktigt.

När batteriet blir äldre försämras dess kapacitet och med tiden kommer en eller flera battericeller att bli defekta. Batteriets ålder är relaterat till hur många laddnings-/urladdningscykler det har genomgått. Ett batteri kan även ha en minskad kapacitet eller defekta celler om det har använts felaktigt, exempelvis om det har laddats ur för djupt.

För att fastställa vad som har hänt med batteriet kan du börja med att kontrollera batterihistoriken genom att titta på historiken för en batteriövervakare eller en Lynx Smart BMS.

För att kontrollera om batteriet är nära slutet av sin cykellivslängd och om batteriet har använts felaktigt:

1. Anslut till BMS med appen Victron VictronConnect.
2. Klicka på historikfliken.
3. Ta reda på hur många laddnings-/urladdningscykler batteriet har genomgått. Batteriets livslängd hör samman med antalet cykler.
4. Hur djupt har batteriet laddats ur i genomsnitt? Batteriet håller för färre djupa urladdningscykler än ytliga urladdningscykler.
5. Hur djupt har battericellerna blivit urladdade? Under 2,5 V indikerar att en eller flera celler har laddats ur för mycket och att batteriet troligen till och med är skadat.
6. Hur högt laddades battericellerna? Över 3,7 V indikerar att laddningen skedde utan ett BMS eller att laddaren inte styrdes av BMS (ATC) och fortsatte därför att ladda okontrollerat.
7. Hur många synkroniseringar fanns det? Batteriövervakaren synkroniserar varje gång batteriet är fulladdat. Detta kan användas för att kontrollera om batteriet blir fulladdat regelbundet.
8. Hur lång tid har gått sedan senaste fullständiga laddning? Batteriet måste laddas upp fullt minst en gång i månaden.
9. Är batteriet blött? Batteriet är inte vattentätt och passar inte för utomhusbruk.
10. Har batteriet monterats i korrekt position? Batteriet kan antingen monteras upprätt eller på sidan, men inte med batteripolerna nedåt.
11. Är det någon mekanisk skada på batteriet, dess terminaler eller BMS-kablarna? Mekanisk skada upphäver garantin.
12. Är BMS anslutet och funktionellt? Användning av batteriet tillsammans med ett BMS för Litium-NG-batterier som inte är godkänt av Victron Energy upphäver garantin.

För mer information om livscykeln, se kapitel [Tekniska data](#).



6.2. Problem med BMS

6.2.1. BMS stänger ofta av batteriladdaren

- Ett välbalanserat batteri stänger inte av laddaren, även när batteriet är fulladdat. Men om BMS ofta stänger av laddaren är det ett tecken på cellobalans.

Kontrollera cellspänningarna på alla batterier som är anslutna till BMS genom att använda VictronConnect.

Det är ett förväntat beteende att BMS stänger av batteriladdaren ofta när det handlar om måttliga eller stora cellobalanser. Här är mekanismen bakom det beteendet:

Så fort en cell uppnår 3,75 V stänger BMS av laddaren. När laddaren är avstängd fortsätter cellbalanseringsprocessen och flyttar energi från den högsta cellen till närliggande celler. Den högsta cellspänningen sjunker och när den har sjunkit till under 3,6 V aktiveras laddaren på nytt igen. Den här cykeln tar oftast mellan en och tre minuter. Spänningen på den högsta cellen stiger sen igen snabbt (det kan handla om sekunder) och då stängs laddaren av igen och så fortsätter det. Detta betyder inte att det är något problem med batteriet eller cellerna. Den fortsätter att bete sig så tills alla celler är fulladdade och balanserade. Processen kan ta flera timmar. Det beror på nivån av obalans. Vid mycket kraftig obalans kan processen ta upp till 12 timmar. Balanseringen fortsätter under den här processen och balansering sker även när laddaren är inaktiv. Den här kontinuerliga aktiveringen och inaktiveringen av laddaren kan verka märklig men det är alltså inget att oroa sig för. BMS skyddar bara cellerna från överspänning.

6.2.2. BMS stänger av laddarna i förtid.

- Detta kan bero på cellobalans. En cell i batteriet har en cellspänning på över 3,75 V.

Kontrollera cellspänningarna på alla batterier som är anslutna till BMS.

6.2.3. BMS stänger av belastningar i förtid.

- Detta kan bero på cellobalans.
- Om en cells spänning sjunker under batteriets lägsta gräns på 2,6 V stänger BMS av belastningen.
- Kontrollera cellspänningarna på alla batterier som är anslutna till BMS genom att använda appen VictronConnect.



När belastningarna har stängs av på grund av låg cellspänning måste cellspänningen på alla celler vara 3,2 V eller högre innan BMS kopplar på belastningarna igen.

6.2.4. BMS visar ett larm även om alla cellspänningar är inom intervallet.

- En möjlig orsak är att BMS-kabeln eller kontakten sitter löst eller är skadad.

Kontrollera BMS-kablarna och anslutningarna.

Säkerställ först att cellspänningarna och temperaturen på alla anslutna batterier är inom den fastställda intervallen. Om de är det, genomför en av följande processer:

Tänk även på att när ett larm för underspänning har utlöst måste cellspänningen på alla celler öka till 3,2 V innan batteriet nollställer underspänningslarmet.

Ett sätt att testa om felet härstammar från ett felaktigt BMS eller från ett trasigt batteri är att testa BMS med någon av följande testprocedurer:

Enskilt batteri och BMS-test:

1. Koppla bort båda BMS-kablarna från BMS.
2. Anslut en BMS-förlängningskabel mellan båda BMS-kontakt donen. BMS-kabeln ska kopplas i en slinga, som i diagrammet nedan. Slingan lurar BMS att tro att ett batteri är anslutet utan några larm.



Om larmet fortfarande är aktiverat efter att slingan har kopplats in fungerar inte BMS.

Om BMS nollställer larmet efter att slingan har kopplats in är batteriet trasigt.

Flera batterier och BMS-test:

1. Koppla förbi ett av batterierna genom att koppla bort båda dess BMS-kablar.
2. Koppla BMS-kablarna på ett av de närliggande batterierna (eller batteri och BMS) till varandra och koppla på så sätt förbi batteriet.
3. Kontrollera om BMS har nollställt larmet.

Upprepa proceduren med nästa batteri om larmet inte har nollställts.

Om larmet fortfarande är aktiverat efter att alla batterier har kopplats förbi fungerar inte BMS.

Om BMS nollställer larmet när ett särskilt batteri kopplas förbi är just det batteriet trasigt.



Eliminering av BMS-fel genom förbikoppling av misstänkt batteri

6.2.5. Hur man testar om BMS fungerar

Koppla från en av batteri-BMS-kablarna och se om BMS går in i larmläge.



Kontrollera BMS-funktionaliteten genom att avsiktlig koppla från en BMS-kabel

7. Varningar, larm och fel

7.1. E-SL1: Balanseringsfel



Kontakta din handlare eller återförsäljare för att åtgärda problemet.

7.2. W-SL11: Varning för underspänning (förlarm)

- Spänningen i en eller flera celler börjar bli för låg och har sjunkit under förlarmsinställningen.



Ladda upp batterierna så fort som möjligt för att åtgärda den här varningen.

7.3. A-SL9 Larm för överspänning

- Spänningen i en eller flera celler börjar bli för hög.



Inaktivera omedelbart alla laddare och kontakta systeminstallatören för att kontrollera om alla laddare styrs korrekt av "laddningsfrånkoppling"-kontakten på BMS. Om de styrs på ett korrekt sätt ska en för hög spänning inte vara möjlig eftersom BMS kopplar från alla laddare i god tid innan den skickar ut larmet för hög spänning.

7.4. A-SL11: Larm för underspänning

- Spänningen i en eller flera celler är under den inställda cellspänningen för "tillåt urladdning" och urladdning har inaktiverats.



Ladda upp batterierna så fort som möjligt för att åtgärda den här varningen.

7.5. A-SL15: Larm för övertemperatur

- Batteriet har uppnått tröskelvärde för hög temperatur och laddning har inaktiverats.



Förse med lämplig ventilation och säkerställ att det finns tillräckligt med utrymme omkring batteriet. Minska laddningsström och/eller belastningar.

7.6. A-SL22: Larm för undertemperatur

- Batteriet har uppnått tröskelvärde för låg temperatur och laddning har inaktiverats.



Så fort temperaturen stiger över det inställda värdet fortsätter laddningsprocessen.

7.7. E-SL2: Internt kommunikationsfel



Kontakta din handlare eller återförsäljare för att åtgärda problemet.

7.8. E-SL9: Överlappad spänning



Kontakta din handlare eller återförsäljare för att åtgärda problemet.

7.9. E-SL10: Balanserare uppdateringsfel



Kontakta din handlare eller återförsäljare för att åtgärda problemet.

7.10. E-SL24: Maskinvarufel

Det här felet genereras under följande omständigheter:

1. En (eller flera) celler är djupt urladdade eller defekta.



Kontrollera batteripolspänningen. Hänvisning till avsnittet [Batteri - väldigt låg terminalspänning](#) för att se vad du måste göra om batteripolspänningen är för låg.

2. Det interna kretskortet har ett maskinvarufel.



Kontakta din Victron Energy-återförsäljare eller distributör för att åtgärda detta.



För att åtgärda "maskinvarufel" ska du alltid först läsa kapitlet [Felsökning och support](#) i den här manualen innan du kontaktar din Victron Energy-återförsäljare eller distributör. Detta är för att utesluta de två första möjliga orsakerna till felet. Anta inte bara att det är ett maskinvarufel som orsakar felet.

7.11. E-SL119: Inställningsuppgifter har gått förlorade

- Inställningsuppgifterna i batteriets minne har förlorats.



Gå till sidan för inställningar och återställ dem till fabriksinställningar för att åtgärda detta.

Om felet inte åtgärdas efter att du har återställt den till fabriksinställningar ska du kontakta din Victron Energy-återförsäljare eller distributör och be hen föra detta vidare till Victron Energy eftersom det här problemet aldrig borde uppstå. Inkludera batteriets serienummer och fast programvaruversion.

8. Tekniska data

8.1. Batterispecifikation

SPÄNNING OCH KAPACITET	
Batterimodell	LFP 51,2 V/100 Ah
Nominell spänning	51,2 V
Nominell kapacitet vid 25 °C*	100 Ah
Nominell energi vid 25 °C*	5120 Wh
Kapacitetsförlust	(per 100 cykler, @ 25 °C, 100 % DoD): <1 %
Energiförlust	(per 100 cykler, @ 25 °C, 100 % DoD): <1 %
Total verkningsgrad.	92 %
*Urladdningsström ≤1C	
CYKELLIVSLÄNGD (kapacitet ≥ 80 % av nominell)	
80 % DoD	2500 cykler
70 % DoD	3000 cykler
50 % DoD	5000 cykler
URLADDNING	
Högsta kontinuerliga urladdningsström (C takt)	100 A (1C)
Högsta puls urladdningsström 10 s (C takt)	200 A (2C)
Slut på urladdningsspänning	44,8 V
invändigt motstånd	8 mΩ
LADDA	
Laddningsspänning	Mellan 56 V och 56,8 V
Floatspänning	54 V
Högsta kontinuerliga laddningsström (C takt)	100 A (1C)
Högsta puls laddningsström 10 s (C takt)	200 A (2C)
ALLMÄNT	
BMS-enheter	Lynx Smart BMS NG 500 A/ 1 000 A (M10 samlingsskenor), måste införskaffas separat
Cellmått	Cellspänningar och temperatur, batteriström
Batteri-BMS-gränssnitt	Han- + honkabel med M8 cirkulärt kontaktdon med digital kommunikation i hög hastighet, längd 50 cm M8 förlängningskablar finns tillgängliga separat för inköp i flera längder mellan 1 och 5 meter.
Larmfunktion	Förlarmskontakt i BMS
Bluetooth	I BMS
Max. antal batterier per BMS	50 (384 kWh per BMS ³⁾)
Uppdatering av batteriets fasta programvara	Batteriets fasta programvara uppdateras automatiskt av BMS
Kan repareras	Ja (höljet kan tas bort med skruvar)
DRIFTSFÖRHÅLLANDEN	

Driftstemperatur	Urladdning: -20 °C till +50 °C Laddning: +5 °C till +50 °C
Förvaringstemperatur	-45 °C till +70 °C
Fuktighet (ej kondenserande)	Max. 95 %
Skyddsklass	IP65
MONTERING	
Monteringsalternativ	Band eller monteringskonsoler
Kan placeras på sidan	Ja ²⁾
ANNAT	
Självladdningshastighet	≤ 3 % per månad @ 25 °C
Strömanslutning	M8 (gångade insatser och bultar)
Dimensioner (h x b x d) mm	235 x 648 x 162
Vikt (uppskattad)	37 kg
STANDARDS	
Säkerhet	Celler: UL1973 UL9540A IEC62619 (alla tre pågående)
	Batteri: IEC62619 (pågående)
EMC	EN 61000-6-3, EN 61000-6-2
Automotiv	ECE R10-6 (pågående)
Prestanda	IEC 62620 (pågående)
¹⁾ När fulladdad ²⁾ Litiumbatteriet kan monteras upprätt eller på sidan men inte med batteripolerna nedåt. ³⁾ Upp till 5 BMS-enheter kan parallellkopplas. Detta kräver en uppdatering av fast programvara, beräknad till Q3 2024.	

8.2. Höljesdimensioner

