



Forsvarets laboratorietjeneste (FOLAT)

EMC / Kraftforsyning laboratorium

Teknisk Notat

BLYBATTERIER

1	GENERELL TEORI BLYBATTERIER	3
1.1	OPPBYGGING	3
1.1.1	Gitter	3
1.1.2	Positive plater	3
1.1.3	Negative plater	3
1.1.4	Separatoren	3
1.1.5	Batteri	3
1.1.6	Elektrolytt	3
1.2	VIRKEMÅTE	4
1.2.1	Den kjemiske prosessen	4
1.2.2	Spenning	5
1.2.3	Kapasitet	5
1.2.4	Temperatur	5
1.2.5	Selvtlading	7
1.2.6	Sulfatering	7
1.2.7	Lademottakelighet	7
2	BATTERITYPE ETTER TEKNOLOGI	8
2.1	ÅPNE VENTILERTE	8
2.1.1	Egenskaper	8
2.1.2	Vedlikehold	8
2.1.3	Aktivisering av tørrladede batterier	8
2.2	LUKKEDE VENTILREGULERTE	9
2.2.1	Generelt	9
2.2.2	Gel batterier	10
2.2.3	AGM batterier (syrefattige batterier)	10
3	BATTERITYPER ETTER BRUK	12
3.1	STARTBATTERIER	12
3.1.1	Oppbygging	12
3.1.2	Egenskaper	12
3.2	BATTERIER FOR SYKLISK DRIFT (TRAKSJONSBATTERIER)	13
3.3	STASJONÆRE BATTERIER (BACKUP)	13
4	LADING	14
4.1	LADING MED KONSTANT STRØM	14
4.2	LADING MED KONSTANT SPENNING	15
4.3	LADING AV BATTERIBANKER	15
5	BRANN- OG EKSPLOSJONSFARE	16
5.1	KNALLGASS	16
5.2	EKSPLOSJONSFARE VED TIL/FRA-KOPLING	16
5.3	KRAV TIL LADEROM / VENTILASJON	16

1 GENERELL TEORI BLYBATTERIER

1.1 Oppbygging

Blybatteriet består av en eller flere celler. Hver celle inneholder et element som består av et gitt antall positive og negative plater, elektroder, satt sammen annenhver med separator imellom. Platene består av et gitter med aktiv masse. De positive platene blir sveiset sammen med en strømleder, de negative med en annen.

1.1.1 Gitter

Gitteret har samme funksjon i positive og negative plater. De skal holde aktiv masse på plass samt være strømleder for denne. For de fleste batterityper må gitteret legeres med andre materialer for å få tilstrekkelig mekanisk styrke. Det mest vanlige legeringselement har vært antimon og senere kalsium.

1.1.2 Positive plater

Det aktive materialet i positive plater er en meget finkornet og porøs masse av blydioksid. Platene er brune av farge.

1.1.3 Negative plater

I negative plater er gittermaskene fylt med et nesten like finkornet og porøst materiale kalt blysvamp (Pb) og dette er tilsatt såkalt "ekspander", et stoff som skal forhindre at platene mister sin porøsitet. De negative platene er lyse grå av farge.

1.1.4 Separatoren

Separatorens oppgave er å holde de negative og positive platene atskilt. Separatoren er porøs for å lette syresirkulasjonen og for at strømmen kan passere med minst mulig motstand.

1.1.5 Batteri

Et batteri består av flere celler koplet i serie. Hver battericelle har en tomgangsspenning på ca. 2.1 volt. Et batteri på 12 volt består således av 6 celler koplet i serie. Batterikassen lages av plast (polypropylen) og har et rom for hver celle og utføres med et lokk med celleforbindelse ført gjennom celleveggen skjult under lokket. Lokket er limt eller sveiset til kassen.

1.1.6 Elektrolytt

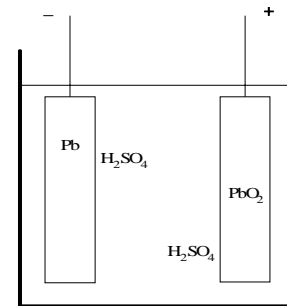
Elektrolyttens oppgave er foruten å delta i den kjemiske prosessen å lede den elektriske strømmen fra den positive platen gjennom separatoren til den negative platen. Elektrolytten består av fortynnet svovelsyre (konsentrert er egenvekten 1.835). Egenvekten varierer for de forskjellige batterityper fra 1,24 g/ml for stasjonære batterier og opp til 1,32 g/ml ved 25 °C for enkelte ventilregulerte startbatterier, men vanlig for åpne startbatterier er 1,28g/ml. Høyere syrevekt øker batterikapasiteten, men minker batteriets levetid.

1.2 Virkemåte

1.2.1 Den kjemiske prosessen

1.2.1.1 I hvile - ladet.

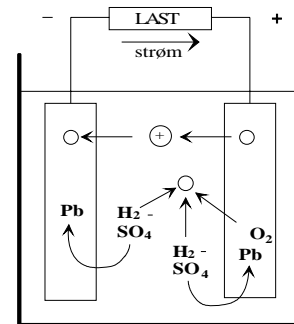
I oppladet tilstand består den positive platen av blydioksid (PbO_2) og den negative av porøst bly (Pb). Elektrolytten er fortynnet svovelsyre med egenvekt 1,27 -1,28. Disse kjemisk forskjellige platene har i hviletilstand en spenningsforskjell på ca 2.1 volt (fig.1).



Figur 1

1.2.1.2 Utlading

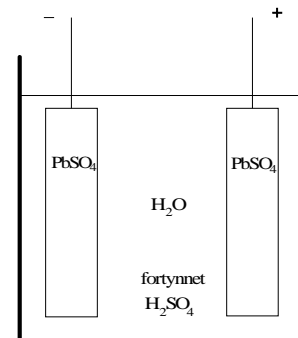
Under utlading går en elektrisk strøm fra -pol til +pol. Samtidig skjer det en kjemisk prosess i batteriet som omsetter kjemisk energi til elektrisk energi. Sulfatgruppene (SO_4) går i like store mengder til de positive og negative platene, mens oksygen (O) fra den positive platen går i elektrolytten hvor det forbinder seg med frigjort hydrogen til vann, H_2O (fig.2).



Figur 2

1.2.1.3 I hvile – utladet

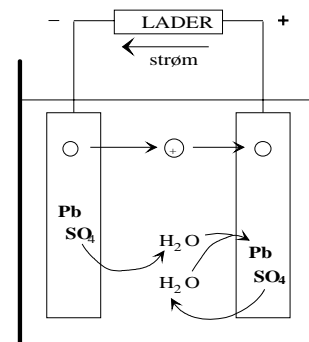
Når utladingen er slutt, vil tilgjengelig masse i både de positive og de negative platene bestå av blyulfat (PbSO_4), og elektrolytten vil være sterkt fortynnet og inneholde vesentlig vann (H_2O). Platene er ikke kjemisk forskjellige, det er ingen spenningsforskjell, og det kan heller ikke gå noen strøm (fig.3).



Figur 3

1.2.1.4 Under opplading

Ved lading sendes en strøm den motsatte veg gjennom batteriet fra +pol til -pol. Sulfatgruppene (SO_4) går fra platene tilbake til elektrolytten og oksygenet i vannet går tilbake til den positive platen (fig.4). Når ladingen er ferdig, vil batteriets tilstand være som vist under pkt. 2.2.1.1.



Figur 4

1.2.2 Spenning

Klemmespenningen mellom +pol og -pol på en oppladet celle er 2,1 volt, målt uten belastning. Når cellen belastes, synker spenningen. Spenningsfallet er avhengig av:

- belastningen (utladrøm)
- cellens kapasitet
- platenes konstruksjon og tilstand
- temperatur

Spenningen påvirkes av den syrekonsentrasjon som er i platenes porer. Etter hvert som syren blir forbrukt og bindes kjemisk til platenes masse, synker spenningen og ny syre fra elektrolytten trenger inn i porene og samtidig vil syrevekt avta.

Ved lav temperatur foregår all kjemisk reaksjon langsommere, hvilket betyr økt indre motstand. Som følge av dette vil spenningen falle raskere, og dette medfører lavere kapasitet.

1.2.3 Kapasitet

Batteriets kapasitet angis i amperetimer (Ah), som C20 ved 20 timers utlading og som C5 ved 5 timers utlading. For det sivile marked brukes C20 kapasitet for startbatterier og C10 for stasjonære mens Forsvaret bruker C5 kapasitet for startbatterier.

Et 100 Ah C5 batteri skal altså klare en belastning på 20 A i 5 timer ved +20 °C, uten at spenningen faller under 1,5 V/celle.

Ved utlading med høyere strømstyrke synker Ah-tallet. Målt kapasitet på et 100 Ah C5 batteri med belastning 500 A er typisk ca 40 Ah.

Et batteris kapasitet (ved lav strøm) er i hovedsak bestemt av total mengde aktiv bly.

Et batteris startkapasitet (høystrømsytelse) er bestemt av overflatearealet på platenes.

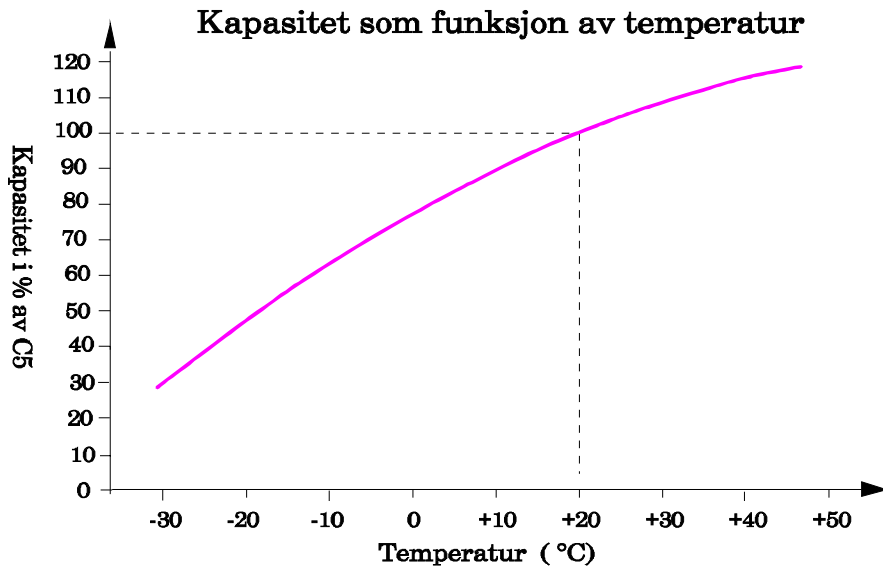
1.2.4 Temperatur

Batteriets nominelle kapasitet (ved MIL-spec) er angitt ved +20 °C. Ved lavere temperaturer synker kapasiteten av årsaker som nevnt under pkt 1.2.2. Temperaturens innvirkning på batterikapasiteten for et startbatteri er vist i fig 5. Kapasiteten minsker til ca 30 % ved -30 °C (noe avhengig av batteritype). Øker temperaturen til 50 °C vil kapasiteten øke med ca 20 %.

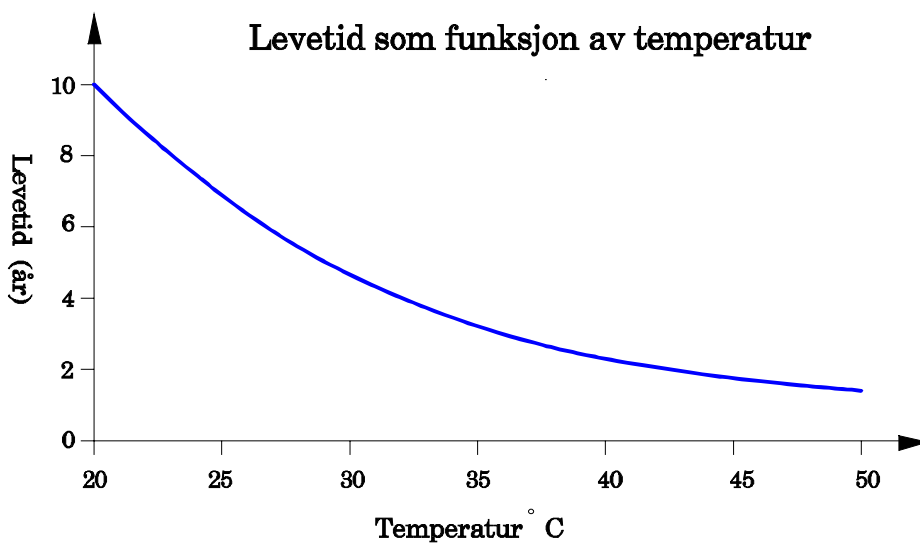
Øker temperaturen vil imidlertid dette gå ut over batteriets levetid. Således vil en økning på 10 °C over romtemperatur på 20 °C forkorte batteriets levetid med ca 50 % (fig 6).

Ved et oppladet batteri der elektrolyttens egenvekt er 1,28 g/ml er elektrolyttens frysepunkt -42 °C. Ved utlading synker egenvekten, dvs. elektrolytten blir mer vannholdig og vil derfor fryse ved høyere temperatur som vist i tabell 1.

Ved temperaturer under -15 °C er det meget viktig at utladede batterier lagres temperert og/eller settes til lading, da en ellers kan risikere frostsprenging av cellene.



Figur 5



Figur 6

Egenvekt g/cm ³	Ladetilstand %	Frysepunkt °C
1,28	100	-42
1,21	50	-21
1,17	10	-13
1,10	0	-7

Tabell 1

1.2.5 Selvutlading

Et syrefylt, ladet batteri vil etter hvert lades ut selv om det står ubelastet. Dette fenomen kalles selvutlading. Selvutladingen varierer med temperaturen og batterienes alder og i vesentlig grad med batteritype (legeringsgrad i platene). Selvutladingen kan variere fra 0,5 % pr. døgn for et nytt åpent ventilert batteri ned til ca 15 % pr år for et lukket ventilregulert rekombinasjonsbatteri. Åpne batterier må derfor etterlades relativt ofte, ca en gang hver annen måned ved romtemperatur.

Oppbevares batteriene ved lavere temperaturer, reduseres selvutladingen. Batterier som ikke får nødvendig vedlikeholdslading vil etter hvert sulfatere og ødelegges.

1.2.6 Sulfatering

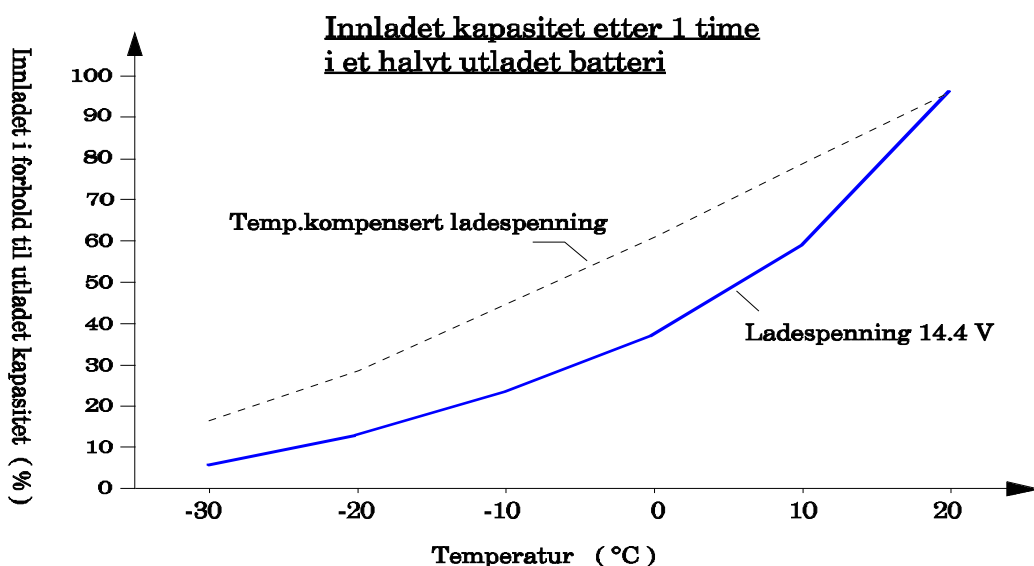
I et fulladet batteri er aktiv masse på platene meget finkornet noe som gir stor aktiv overflate til elektrolytt. Således er aktiv overflate på positiv plate på ca 5 m² / gram masse og på negativ plate ca 0,5 m² / gram masse.

Når batteriet utlades vil den aktive massen i både de positive og de negative platene gå over til blyulfat bestående av relativt små krystaller. Når batteriet lades går det meste av krystallene tilbake til finkornet aktiv masse. Hvis batteriet ikke lades, vil krystallene vokse og den aktive overflaten reduseres. Denne krystalldannelsen er det som vanligvis kalles sulfatering. Sulfatering medfører redusert lademottakelighet og redusert kapasitet. Hvis prosessen ikke er kommet for langt kan sulfateringen fjernes ved periodisk lading med lav ladestrøm over lengre tid (dager).

Sulfatering av platene vil også forekomme i batterier som over lengre tid får mangelfull lading. Det er derfor viktig at lagrede batterier får full opplading ved periodisk vedlikeholdslading.

1.2.7 Lademottakelighet

Et blybatteris evne til å motta lading er meget avhengig av batteritemperaturen og dette er illustrert i fig 7.



Figur 7

2 BATTERITYPE ETTER TEKNOLOGI

Det finnes 2 hovedtyper av blybatterier:

1. Åpne ventilerte
2. Lukkede ventilregulerte

2.1 ÅPNE VENTILERTE

Oppbyggingen følger i store trekk den generelle beskrivelse i pkt 1.1. Batteriet er åpent idet celleproppene har hull som fritt kan slippe ut gass.

2.1.1 Egenskaper

Når et fulladet åpent batteri lades spaltes vann. Oksygen utvikles ved positiv plate og hydrogen ved den negative og gassene ledes ut gjennom hull i celleproppene noe som betyr vanntap.

Den relativt høye legeringsgrad i åpne batterier fører til at selvutladingen er høy, opp til 0,5 % pr døgn.

2.1.2 Vedlikehold

Vedlikehold av åpne batterier består av renhold og etterfylling av destillert vann samt å sørge for at de er ladet.

Ladetilstand for åpne batterier bestemmes ved måling av syrevekt.

Kapasitet bestemmes ved utlading med konstant strøm til en gitt sluttspenning (1,75 V/celle for 10 og 20 timers utlading).

2.1.3 Aktivisering av tørrladede batterier

Åpne batterier leveres både syrefylte og tørrladede uten syre. Batterier leveres vanligvis tørrladede når de skal lagres i lengre tid.

For at tørrladingen skal være effektiv må det forhindres at fuktighet kommer inn til platene og derfor bør disse batterier lagres på tempererte tørrluftslagre.

Når batteriene syrefylles bør både batteri og syre være temperert til ca 20 °C.

Syrevekt på startbatterier skal være 1,28 g/cm³ ved 25 °C.

Kvaliteten på tørrladingen kan kontrolleres ved å måle syretemperatur 20 min etter syrefylling.

- Ved temperatur stigning på ca. 2 °C er tørrlading god
- Ved temperatur stigning på ca. 15 °C er tørrlading sterkt redusert.

Etter syrefylling bør batteriene settes til lading og spesielt gjelder dette for batterier med redusert tørrlading.

2.2 LUKKEDE VENTILREGULERTE

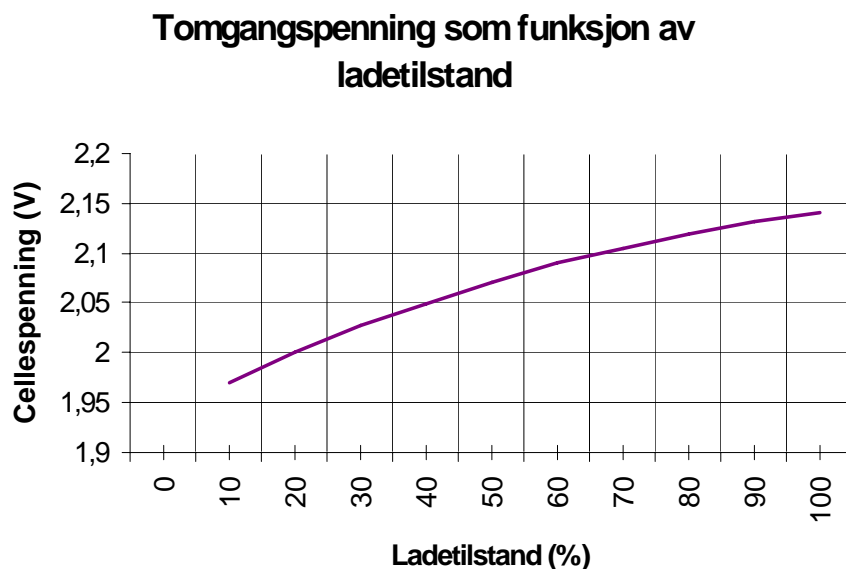
2.2.1 Generelt

Lukkede ventilregulerte blybatterier er tette slik at de kan veltes og snues opp ned uten at elektrolytt unnslipper. Batteriene leveres fra fabrikk med elektrolytt og ladet, ferdig til bruk.

Etterfylling av vann skal ikke foretas. Celleåpningene for påfylling av elektrolytt er, i stedet for en vanlig plugg lukket med en sikkerhetsventil som åpner ved et overtrykk på ca 0,3 bar. Dette er nødvendig for å unngå at cellen sprenges under gassing. På grunn av den lukkede utførelse bør en tilstrebe å lade på en slik måte at ventilering (gassing) unngås. Batteritypen er kalt rekombinasjonsbatterier og er laget slik at oksygen og hydrogen utviklet under lading i størst mulig grad skal føres sammen for å rekombinere og gå over til vann under svakt overtrykk. Overtrykket er en forutsetning for effektiv rekombinasjon.

2.2.1.1 Vedlikehold

Lukkede ventilregulerte blybatterier er betegnet vedlikeholdsfrie. Det trenges imidlertid å påse at lading er i orden og for batteribanker at cellespenningen er jevn. Ladetilstand for lukkede batterier bestemmes ut fra tomgangspenning.



Figur 8

Kapasitet bestemmes ved utlading med konstant strøm til en gitt sluttspenning (1,75 V/celle for 10 og 20 timers utlading).

De lukkede ventilregulerte batteriene finnes i 2 utgaver):

- Gel batterier
- AGM batterier (Syrefattige batterier)

2.2.2 Gel batterier

Elektrolytten er her tilsatt silica (SiO_2) som gjør at den får en geleaktig eller krystallinsk struktur. Dette gjør at elektrolytt ikke lekker ut om batteriet snus opp ned eller om batterikassen skades og sprekker.

Platene er lavlegerte og da gjerne kalsium/lavantimon for minimum gassing.

Når batteriet brukes i syklingsdrift er elektrolytten gjerne tilsatt fosforsyre som bidrar til bedre syklingsegenskaper og til å underlette opplading av et dyputladet batteri.

Et nytt gel batteri er ikke et rekombinasjonsbatteri, men ved lading vil gassutvikling føre til oppsprekking av gelemassen og derved danne rekombinasjons-kanaler mellom platene. Etter ca 6 mnd bruk er rekombinasjonsgraden 95-96 %.

Batteriene har god lademottakelighet i kulde og en selvutlading på bare ca 15 % pr år ved 20 °C. Batteriene tåler dyputlading, men bør da lades snarest mulig. Gjentatte dyputladinger skader batteriet særlig hvis det blir stående lenge uten lading.

2.2.3 AGM batterier (syrefattige batterier)

Vanlig betegnelse på batteritypen er AGM som står for Absorbed Glas Mat. En annen betegnelse er "Starved Electrolyte System" som betegner syrefattig batteri. I disse batteriene er elektrolytten absorbert i separatorene som er en høyporøs glassfibermatte. Batteriene har en rekombinasjonsgrad på 97-98 %.

I platene brukes bly med høy renhet. Positive plater er ofte tilsatt noe tinn (Sn) for å bedre kontakten mellom gitter og aktiv masse samt å bedre evnen til å ta seg opp etter en dyputlading.

På grunn av pakkingen kan batteriene bruke meget tynne plater og det gir igjen plass til flere plater og større overflate til elektrolytten. Dette gir til dels meget gode høybelastningsegenskaper også i kulde og letter lademottakeligheten ved konstant spennings lading. Det at platene er tett pakket gjør samtidig batteriene mer motstandsdyktige mot vibrasjoner.

Konvensjonelle åpne batterier og også lukkede Gel batterier har et overskudd av elektrolytt. De syrefattige batteriene har kun den elektrolyttmengde som er nødvendig for en fullstendig lade/utladereaksjon og denne er absorbert i de porøse separatorene.

Separatoren er mettet til ca 95 % med elektrolytt og den resterende 5 % er ledig for gassvandring mellom platene. For å kompensere for knappheten på elektrolytt brukes elektrolytt med noe høyere egenvekt, opp til 1,32 g/ml ved 20 °C.

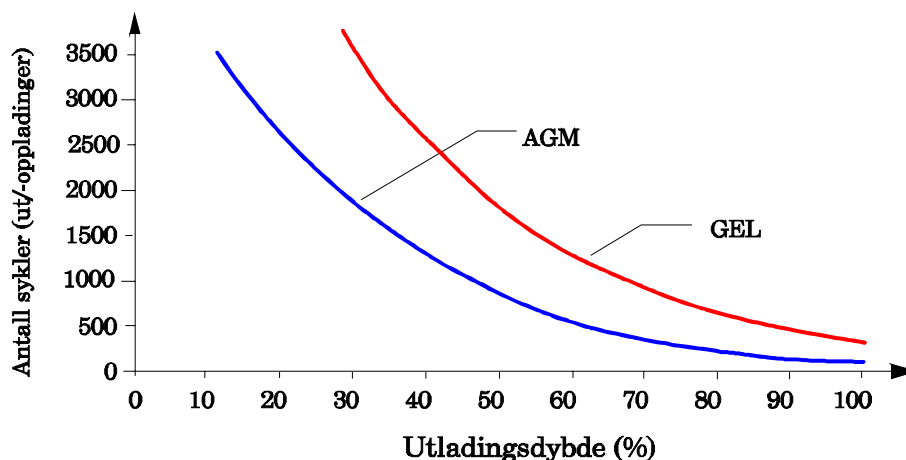
Høy egenvekt på elektrolytt, liten elektrolyttmengde og tynne plater er alle faktorer som normalt bidrar til kortere levetid.

Fordi det ikke finnes fritt flytende syre kan batteriene lagres i alle posisjoner og syre unnslipper ikke om batterikassen går i stykker.

Batteriene har en selvutlading på bare ca 15 % pr år ved 20 °C og har god lademottakelighet over 0 °C.

Batteriene har til dels meget gode startegenskaper i kulde.

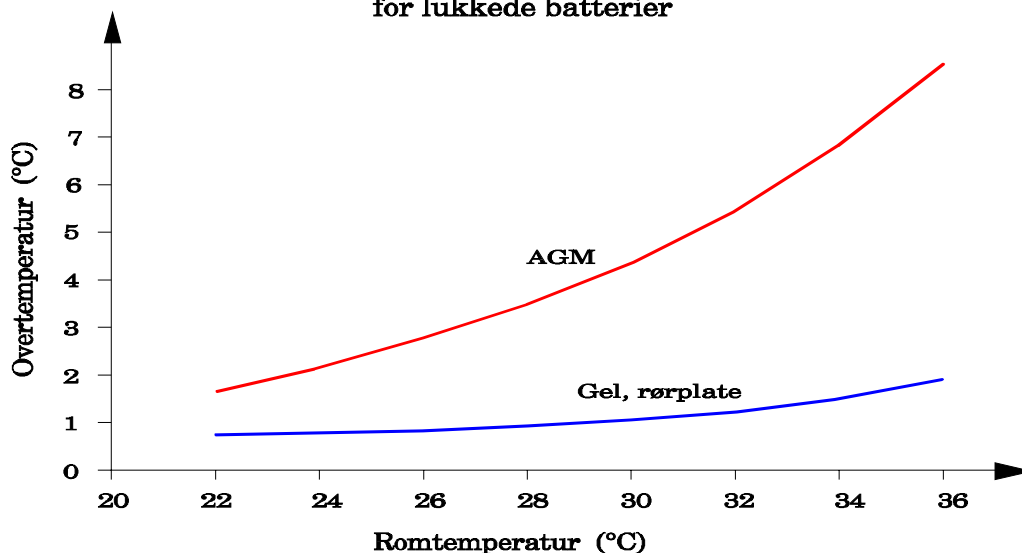
Levetid på lukkede batterier ved syklingsdrift
(antall ut/-opladinger som funksjon av utladingsdybde)



Figur 9

Rekombinasjons prosessen av gassene i et ventilregulert batteri fører til varmeutvikling noe som fører til overtemperatur i batteriet. Varmeutviklingen øker med effektivitetsgraden av rekombinasjonen og siden AGM-batterier har høyest rekombinasjonsgrad har de også høyest overtemperatur. Ladestrømmen øker med økende temperatur og derfor blir også overtemperaturen avhengig av romtemperaturen.

Overtemperatur som funksjon av romtemperatur
for lukkede batterier



Figur 10

Økende temperatur som gir økende strøm som igjen gir økende temperatur kan i ekstreme tilfelle føre til termisk ustabilitet (også kalt Termal Runaway) som kan føre til så høy temperatur at batterikassen deformeres og batteriet ødelegges. I praksis skjer dette sjelden og da bare med AGM-batterier som er noe redusert og hvor romtemperaturen er høy.

3 BATTERITYPER ETTER BRUK

Konstruksjonen av et blybatteri bestemmes av hva det skal brukes til og det finnes 3 hovedgrupper:

1. Startbatterier
2. Batterier for syklisk drift (traksjonsbatterier)
3. Stasjonære batterier

3.1 STARTBATTERIER

Krav til batteritypen:

- Gode belastningsegenskaper over et stort temperaturområde (må kunne levere høy strøm også ved lav temperatur)
- Minimalt krav til vedlikehold
- Robust elektrisk og mekanisk

3.1.1 Oppbygging

For størst mulig startytelse gjøres platene så tynne og så mange som mulig. Begrensningen i platetykkelsen ligger delvis i den mekaniske styrke som er nødvendig for rammeverket i platene. For å oppnå tilstrekkelig mekanisk styrke for gitter er tidligere legert med opp til 7 % antimon, men dette medførte mye gassing og vannforbruk. Det er senere gått over til lavantimongitter, ca 2 % antimon, som har ført til såkalte vedlikeholdsfrie batterier (i henhold til DIN norm 43539). Disse batterier har vanligvis plass til ekstra mengde elektrolytt over platene. Batteriene er ikke vedlikeholdsfrie, men trenger mindre vedlikehold.

I nyere såkalte hybridbatterier blir kalsium (Ca) tilsatt den negative platen og lavantimon i den positive.

Under platene er det et rom for å samle opp bunnfallet ettersom aktiv elektrodemasse i platene løsner pga overbelastning eller sulfatering. Nyere batterier er som regel utstyrt med lommeseparatorer. Da er den negative platen plassert i en glassfiberseparator formet som en lomme som sørger for å holde aktiv masse i gitteret på plass og hindre bunnfall. Syrevekten ligger normalt på 1.28.

3.1.2 Egenskaper

Batteriets egenskaper bestemmes i vesentlig grad av legeringselementene i blyplatene. Således har antimon gunstig virkning hva angår mekanisk styrke, syklingssegenskaper og dyputladings egenskaper, mens gassing og vannforbruk øker. Ved såkalte hybridbatterier (kalsium / lav-antimon) blir vannforbruket redusert vesentlig.

Tilstanden på et startbatteri kan enkelt sjekkes med en tester (Micro 405, Midtronic) som ved hjelp av en konduktansmåling og uten å belaste batteriet angir batteriets kaldstartstrøm (DIN).

3.2 BATTERIER FOR SYKLISK DRIFT (TRAKSJONSBATTERIER)

Krav til batteritypen:

Gode syklingsegenskaper (tåle mange ut-/oppladinger)

Typisk bruksområde er truckdrift. Det brukes både åpne ventilerte og lukkede ventilregulerte gelbatterier.

Batteritypen bruker tykkere plater enn startbatterier. Positiv plate er gjerne av rørplatetype det vil si at platen består av en rørmatte bestående av rør av glassfiber fylt med aktivt elektrodemateriale. Egenvekt på elektrolytt ligger på ca 1.24 som sammen med tykkere plater gir lang levetid. Gode syklingsegenskaper oppnås ved tilsetning av antimon i positiv plate.

Brukt i truck blir batteriet daglig utladet for så å lades om natten.

For batteriets levetid er det viktig at det ikke utlades for dypt (VARTA har satt en grense ved 40 % kapasitet).

3.3 STASJONÆRE BATTERIER (BACKUP)

Krav til batteritypen:

- Høy driftsikkerhet
- Lavt vannforbruk under vedlikeholdslading
- Lang levetid

Oppbyggingen av stasjonære batterier er stort sett den samme som for traksjonsbatterier, men antimoninnhold i positive plater er lavere for å redusere vannforbruket under lading.

I store stasjonære batteribanker brukes vanligvis åpne ventilerte rørplatebatterier.

I mindre og spesielt i mobile batteribanker er ventilregulerte Gel-batterier å foretrekke.

AGM-batterier brukes vanligvis der det er begrenset plass og hvor det kreves stor utladrøm.

Anslått levetid ved vedlikeholdslading og +20 °C:

1. Åpne friventilerte rørplatebatterier: 15 – 20 år
2. Ventilregulerte Gel rørplatebatterier: 12 – 15 år
3. Ventilregulerte AGM- batterier: 3 – 10 år

Levetiden varierer med kvalitet; konsument / profesjonell.

4 LADING

Det er mange metoder for å lade blybatterier, men 2 hovedmetoder er:

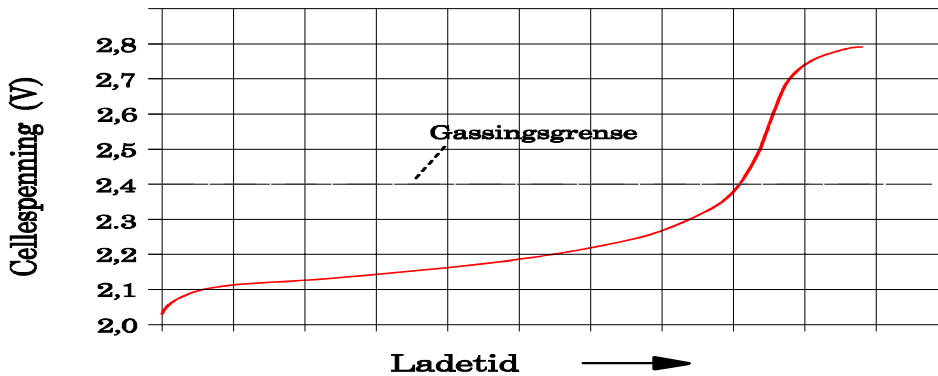
4.1 Lading med konstant strøm

Normal ladestrøm er 1/10 av batteriets kapasitet i A.

Ved lading med konstant strøm stiger polspenningen fordi motspenningen (den indre motstanden) i cellene øker (se fig 11). Ved 2,4 V/celle stiger spenningen raskt idet gassing begynner. Gassing skyldes at den aktive massen i platene er tilnærmet oppladet og ikke lenger tar imot mer elektrisk energi. Overskytende energi går med til spalting av vann.

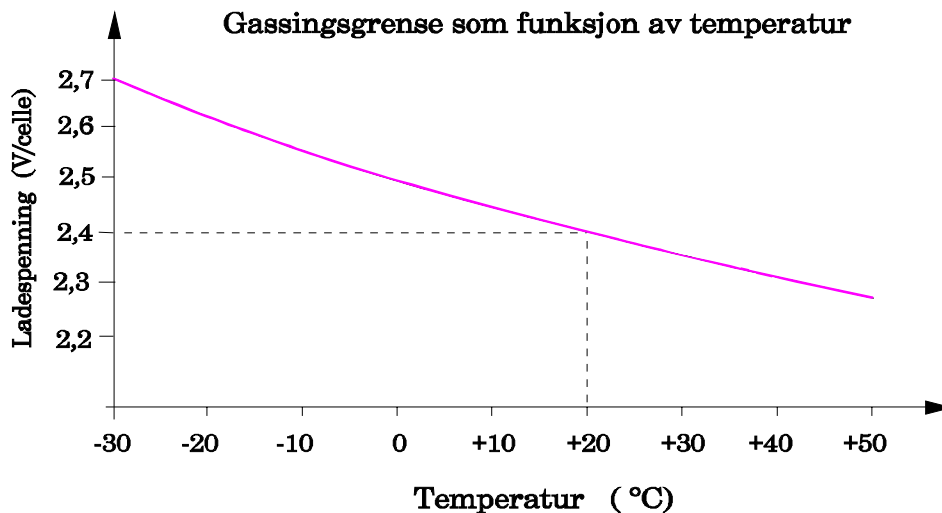
Åpne batterier med flytende syre krever en viss overlading for å få utjevning av syrevekten i cellene. Lademetoden krever aktsomhet idet lading må avsluttes i tide.

I batteribanker med høye celler (slik som u-båtbatterier) er ofte innlagt luftsirkulasjon for å få omrøring og utjevning av syrevekt.



Figur 11

Gassingsgrensen er på ca 2,4 V/celle ved +20 °C, men er temperaturavhengig som vist i fig 12. Grensen er ikke skarp og derfor er det også noe gassing under 2,4V.

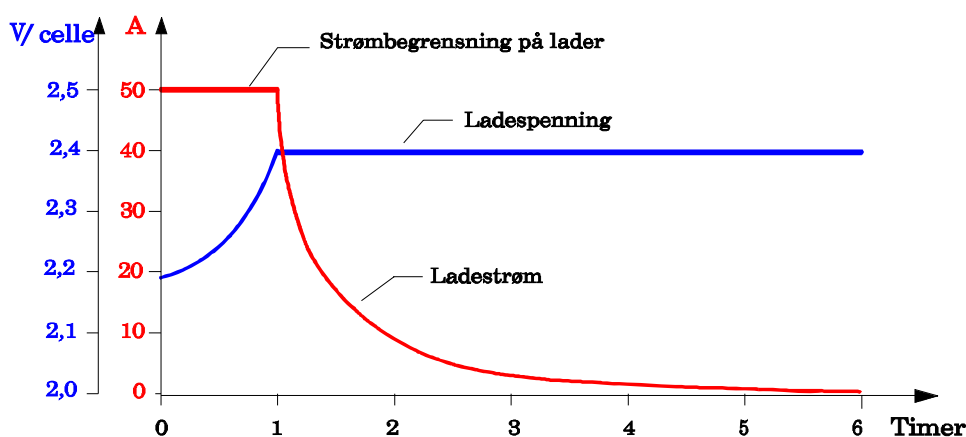


Figur 12

4.2 Lading med konstant spenning

Ved denne lademetoden holdes spenningen på en fast verdi, mens ladestrømmen bestemmes av batteriets indre motstand og strømbegrensning på laderen. For å unngå unødvendig gassing innstilles ladespenningen på 2,4 V/celle, eller litt lavere, altså under gassingsspenning. Fordi batteriets indre motstand i utladet tilstand er lav, vil ladestrømmen i begynnelsen være høy og begrenses av laderens strømbegrensning. Ladestrømmen faller imidlertid ganske raskt etter at polspenningen har nådd innstilt spenningsverdi på 2,4 v/celle (se fig. 13).

Dette er den sikreste og mest brukte lademetode, men det tar en del tid før batteriet er 100 % oppladet.



Figur 13

Flere typer ladere kombinerer begge lademetoder ved å lade med konstant spenning inntil ladestrømmen har falt under gitt grense for deretter å etterlade med konstant strøm i en viss tid.

4.3 Lading av batteribanker

Ved batteribanker som sjelden belastes (standby) brukes såkalt “float”-lading. Det betyr lading med en likespenning så lav at det gir ingen eller ubetydelig gassing. Ladespenning er da:

- Ventilerte batterier (vanligvis rørplatetype) 2,23 V/celle
- Ventilregulerte Gelbatterier (vanligvis rørplatetype) 2,24 V/celle
- Ventilregulerte AGM-batterier 2,27 V/celle

Ved banker som ofte belastes kan brukes såkalt “boost”-lading. Det vil si at det i tillegg til floatlading periodevis lades med ca 2,4 V/celle for ventilerte og ca 2,36 V/celle for ventilregulerte.

I batteribanker med mange celler i serie kan det oppstå forskjell i cellespenning. Når forskjellen blir større enn 30 mV/celle for ventilerte og 50 mV/celle for ventilregulerte bør det kjøres en såkalt utjevningsslading med ca 2,4 V/celle i en periode. Hvis det ikke hjelper bør den eller de avvikende celler skiftes.

Kapasiteten på banken måles ved å foreta en utlading med konstant strøm lik 10 % av bankkapasitet (i A) til 1,75V/celle.

5 BRANN- OG EKSPLOSJONSFARE

5.1 Knallgass

Det vil under lading utskilles hydrogen og oksygen i battericellene. For åpne ventilerte batterier vil det meste av gassen unnsnippe batteriet (dette gjelder ikke for lukkede ventilregulerte rekombinasjonsbatterier).

Hydrogenet som avgis fra cellene vil blande seg med oksygenet i luften og derved kunne danne knallgass. Eksplosjonsfare oppstår ved et blandingsforhold på 1 del hydrogen til 25 deler luft.

5.2 Eksplosjonsfare ved til/fra-kopling

I celleåpningene vil det alltid forekomme en sterkere konsentrasjon av gass. Gnistdannelse ved polklemmene i forbindelse med til/fra-kopling av batterier kan da forårsake mindre eksplosjoner. Slå derfor alltid av ladeutstyret før til/fra-kopling av batterier som er installert i kjøretøy. Ved bruk av starthjelp skal først + ledningen koples til batteriets +pol, deretter forbindes -ledningen med kjøretøyets gods et stykke fra batteriet. Ved frakopling skjer dette i motsatt rekkefølge.

5.3 Krav til laderom / ventilasjon

Ved lading av et større antall åpne batterier i et lukket rom, må det sørges for tilstrekkelig ventilasjon.

Åpen flamme eller gnistdannelse må ikke forekomme.

For lading av åpne ventilerte batterier er kravet til ventilasjon 20 m³ /t pr. batteri på 100 Ah.

For batterier med vedlikeholdslading under gassingsgrensen er kravet 5 m³ /t pr. batteri. Ved lading av lukkede ventilregulerte rekombinasjonsbatterier kreves av ventilasjon en luftmengde på 25 % i forhold til et åpne batterier.

Krav til ventilasjon finnes i:

Forskrifter for elektriske bygningsinstallasjoner § 806 utgitt av Norges Vassdrags og Energiverk

For utforming av laderom vises til KFBT nr 19:

LADEROM - BATTERIROM-

NORM OG TYPETEGNINGER FOR INNREDNING OG BRUK.

Kontakt informasjon

Besøk oss gjerne på internett for nærmere informasjon:

<http://www.mil.no/flo/lhk>

Kontaktpersoner:

Sjef for EMC/Kraftforsyningslaboratoriet

Stein Sørum Tlf: 63 80 87 61 Mil 505 8761 Fax 63 80 87 60

E-post: stsorum@mil.no

Fagansvarlig Kraftforsyning

Steinar Mathiesen Tlf: 63 89 92 70 Mil 505 9270 Fax: 63 80 87 60

E-post: stmathiesen@mil.no