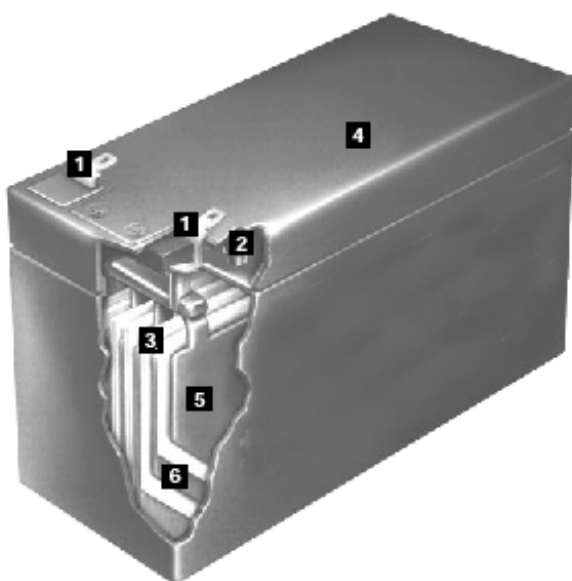


Suljetun lyijyakun toiminnan peruskäsitteitä

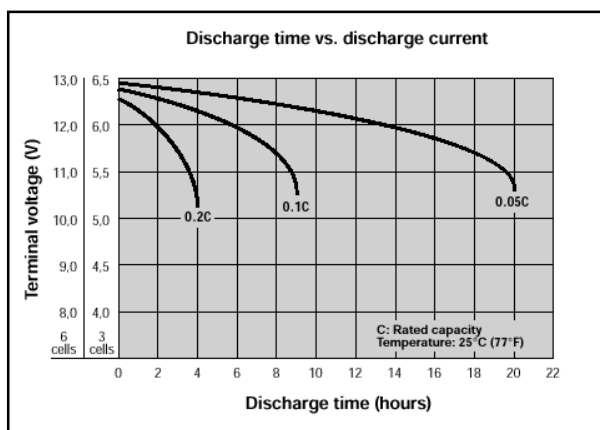
Akun toiminta perustuu täysin sähkökemiallisiin ilmiöihin + ja - materiaalin välillä elektrolyytin mahdollistaessa kemiallisen reaktion. Akun pääosina ovat anodi, katodi ja elektrolyytti. Akun nimitys johtuu anodi- ja katodimateriaalista, akun ominaisuudet ovat suurelta osalta riippuvaisia näistä kolmesta tekijästä.



1. Liitäntä nastat
 2. Ylipaine venttiili
 3. Separattori eli lasikuitu matto
 4. Kotelo
 5. Negatiivinen levy
 6. Positiivinen levy
- Lisäksi elektrolyytti on hyytelöityttyä Silicageelillä (SiO_2)

Kuva 1 Suljetun lyijyakun rakenne

Akun napajännite vaihtelee riippuen siitä, kuinka monta kennoa on sarjassa ja kuinka kaukana elektrodimateriaalit ovat toisistaan. Datalehdissä olevat akun lataus- tai purkuvirrat merkitään yleensä vertailuna akun kapasiteettia kohden. Näin vaikka 7200mAh akun normaali latausvirta on $C \cdot 0,10$ eli noin 720mA.



Kuva 2 Akun purkausikäyrä

Suljetun lyijyakun perjaate

Lyijyakkut muodostuvat keskenään nestekosketuksessa olevasta lyijyelektrodeista, joissa kemiallisten muutosten kautta vapautuu tai sitoutuu elektroneja.

Eli Suomeksi kerrottuna akun ideana on muuntaa kemiallista energiaa sähköenergiaksi. Tämä prosessi on molempaan suuntaan toimiva, eli elementtejä voidaan ladata ja purkaa. Lyijyakussa on negatiivisena elektrodina lyijylevy (Pb), positiivisena elektrodina lyijydioksidilevy (PbO₂) ja elektrolyytinä toimii rikkihappoliuos. Elektrodeja voidaan myös saostaa eri metalleilla, jotta niille saataisi parempi johtavuus. Näin on tehty ns tehostarttiakuissa, joissa on käytetty hopeaa elektrodeissa. Suljetuissa akuissa elektrodien välissä on erotinmatto, jonka tarkoitus on eristää elektrodit toisistaan, mutta päästää kuitenkin reaktiossa syntyneet ionit läpi.

Lyijyakussa tapahtuu seuraavia reaktioita:

Positiivinen levy:(lataus) $\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ (purku)

Negatiivinen levy: (Lataus) $\text{Pb} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{PbSO}_4 + 2\text{e}^-$ (purku)

Varauksen tapauksessa muutoksen suunta on päinvastainen.

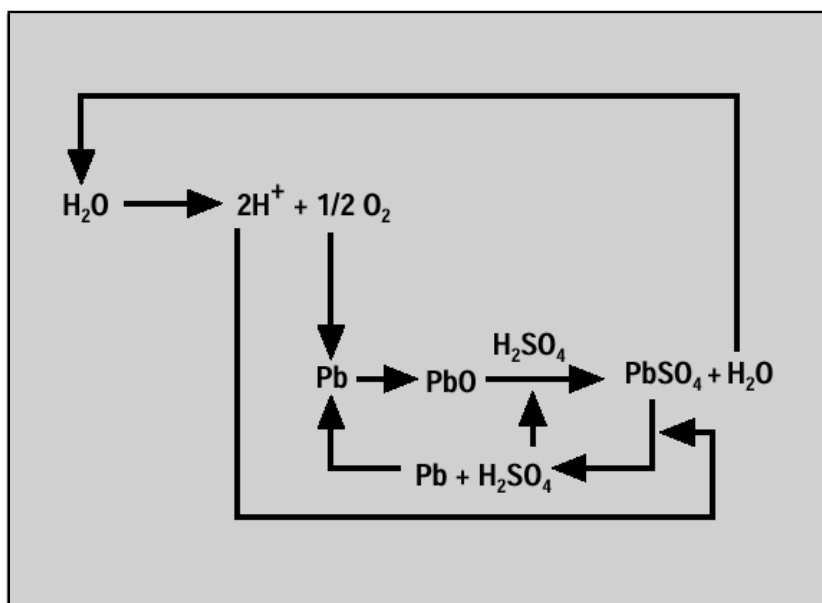
Purkausreaktiossa lyijy hapettuu 2-arvoiseksi positiiviseksi ioneiksi Pb^{2+} ja luovuttaa kaksi elektronia, jotka kulkeutuvat ulkoisen virtapiirin kautta positiiviselle elektrodille. Siellä syntyneet 4-arvoiset lyijyionit sitovat nämä elektronit ja pelkistyvät 2-arvoiseksi. Tämän reaktion lisäksi tapahtuu epätoivottua ns. polarisaatiota, eli negatiivisella levyllä muodostuu vetykuplia, jotka myös alkavat toimia elektrodeina ja täten alentavat kennon lepojännitettä.

Latauksessa tapahtuvat häviöt:

Kun tavallista lyijyakkua ladataan, muodostuu kaasua.

Tämä tapahtuu kun vesi prosessoit elektrolyytin kanssa.

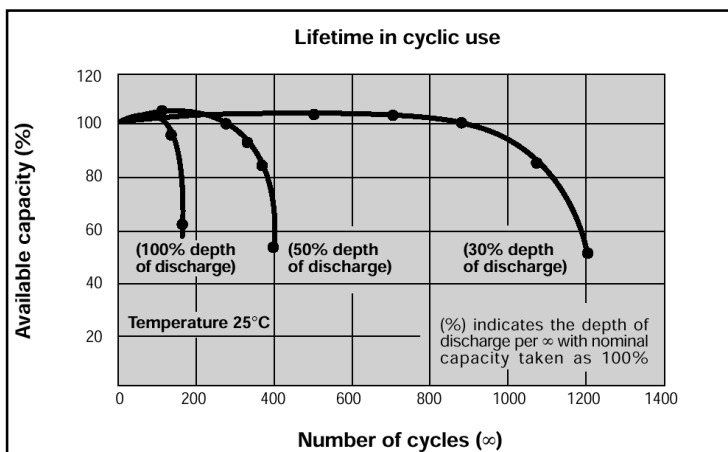
Jotta kemiallinen balanssi voidaan ylläpitää, vettä täytyy lisätä säännöllisen väliajan kuluessa. Suljetuissa akuissa kaasut kierrätetään latausvaiheessa, (1) jossa positiivisessa levyssä happi muodostuu vedestä. (2) Negatiivisella levyllä happi reagoi lyijyn kanssa muodostaen lyijyoksidia. (3) Lyijyoksidi yhdistyy rikin kanssa muodostaen lyijysulfaattia ja vettä. Vesi syntyy positiivisella levyllä, kun taas lyijysulfaatti syntyy negatiivisella levyllä.



Kuva 3 Akun reaktiot

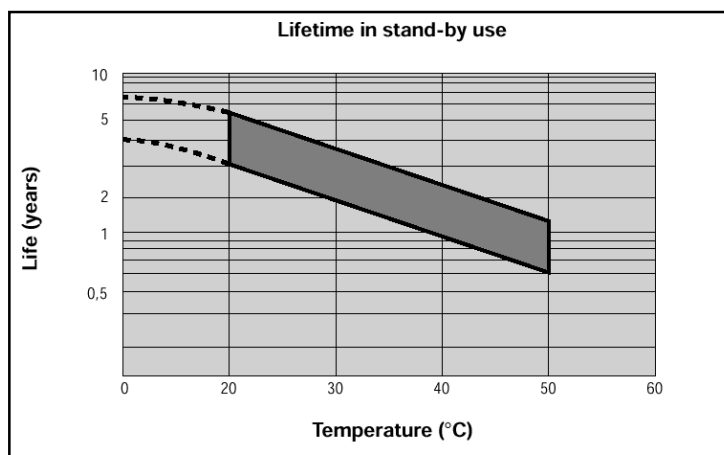
Hyötykäyttöikä

Akun paino on merkittävä tekijä mobiililaitteissa, eli akun energiasisältö paino tai tilavuusvuus yksikköä kohden. Tämän avulla erilaisia akkuja on helppo vertailla toisiinsa eri olosuhteissa. Tämän suureen yksikkönä on yleisin Wh/kg tai harvemmin tavattu Wh/l. Hyötykäyttöikä on myös akun tärkeä ominaisuus, tämä ilmoitetaan yleisimmin purkaus/lataussyklien määränä. Hyötykäyttöikään vaikuttavat purkaussyklien syvyys ja niiden lukumäärä, mutta syklien lukumäärä on keskimäärin muutaman sadan ja tuhannen syklin välillä.



Kuva 4 Sykliin lukumäärä/syklien syvyys

Akun käyttöikä alkaa olla loppuillaan, kun akun kapasiteetti on laskenut 60 - 80 % alkuperäisestä. Lyijyakun käyttöikään vaikuttaa myös lämpötila, korkeassa lämpötilassa akku hapettuu nopeammin kuin kylmässä.



Kuva 5 Akun käyttöikä

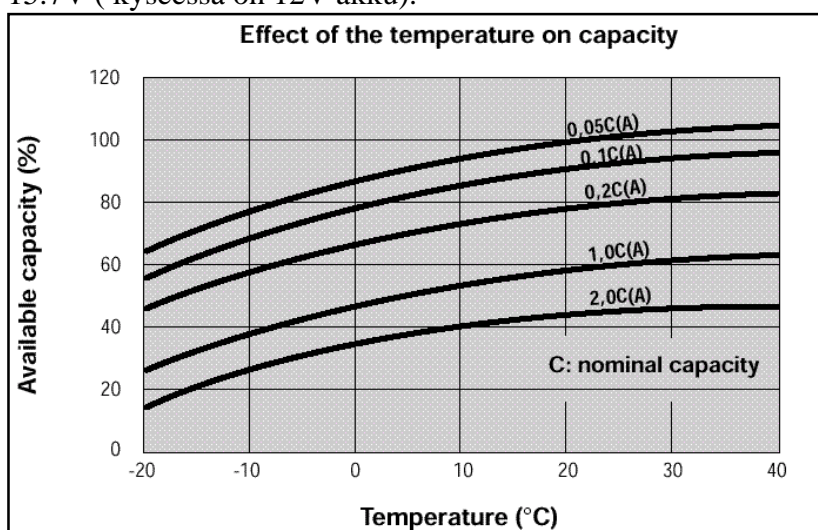
Käyttöikään vaikuttaa myös akun itsepurkautuminen, koska kaikki akut purkautuvat ajan kanssa itsestään ilman ulkoista kuormaa.

Muita ominaisuuksia ja käsitteitä ovat mm. seuraavat:

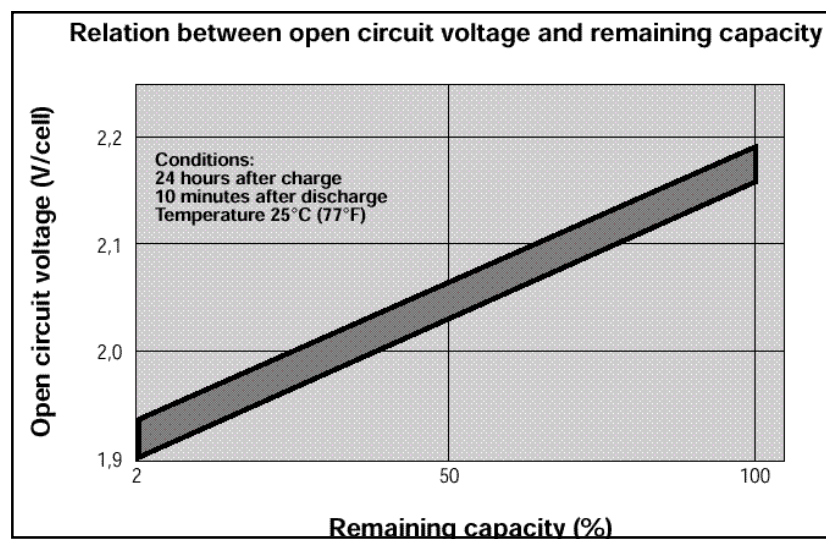
- Kylmänkesto latauksen/käytön aikana. Ilmoitetaan asteina datalehdessä.
- Pikalatausmahdollisuus, merkitään usein tunnuksella "R"
- Maksimi ulostulo- ja latausvirta
- Ympäristöystävällisyys
- Purkukäyrän muoto, eli notkahtaako napajännite lineaarisesti ajan funktiona vai yhtäkkiä ilman mitään varoitusta.

Tarkemmin latauksesta

Latausvirta on tärkeä tekijä, kun puhutaan akun eliniästä. Liian suuri latausvirta vaurioittaa akkua, taas liian pieni virta ei lataa akkua kunnolla ja sulfidin muodostus on lähes väistämätöntä. Pienillä latausvirroilla voidaan energiaa varastoida ensin kondensaattoriin liipaista suurempana pulssina akulle, näin sulfidia ei helposti pääse syntymään akun levyille. Täytyy kuitenkin muistaa, että akkua ei saa syväpurkaa, tämä tarkoittaa tilannetta, kun akun kapasiteetti laskee alle 30% eli napajännitteensä noin 11.77V-12.0V riippuen kuormasta ja lämpötilasta. Sähkökemiallinen reaktio, kun on aina riipuvainen lämpötilasta. Lämmin (+25C) lämpötilassa olevasta akusta saadaan 100% kapasiteetti, mutta elinikä on noin 2-4 vuotta. Jos säilytyslämpötila on pakkasen puolella kuitenkin ei alle -25C, niin akun elinikä lähenee 10 vuotta, mutta tarvittava käyttökapasiteetti on vain alle puolet maksimista. Akkujen lataus ei ole helppoa ankarissa olosuhteissa. Kylmässä (-10C) akkua ei saada yleensä ladattua kunnolla, koska laturin napajännite on liian alhainen. Lämpöisessä (+30C) akun lataus on taas hankalaa, koska akku lataa pienemmällä latausjännitteellä ja akusta alkaa häviämään vettä. Näin koska sähkökemiallinen reaktio kiihtyy lämpötilan kasvaessa, samoin myös akun rapistuminen eli vanhentuminen. Hyvä nyrkkisääntö ! Jos suunnittelet laturia ankarisiin olosuhteisiin muista, että akun latausjännite täytyy muuttua lämpötilan mukaan noin -30mV/C. 25C lämpötilassa jos latausjännite on 14.4V niin -20C pakkasessa se on 15.7V (kyseessä on 12V akku).



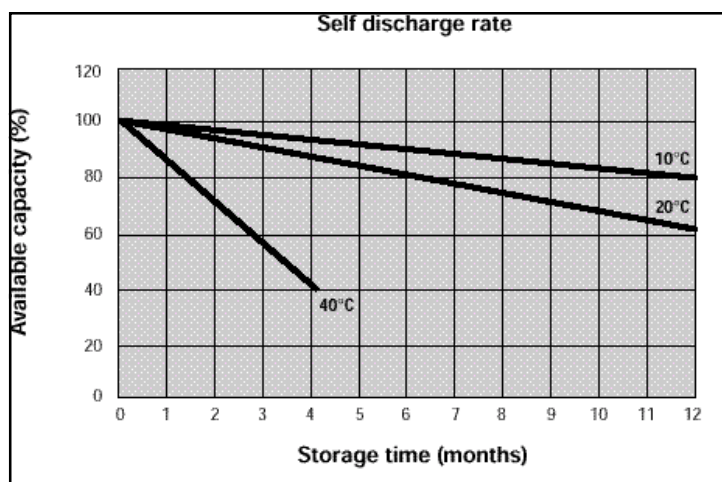
Kuva 6 Lämpötilan vaikutus kapasiteettiin



Kuva7 kenno jännitteen suuruus verrattuna kapasiteettiin, 12V akussa 6kpl kennoja

Akun häviöt

Tärkeimpänä akun häviönä tulee pitää lataus/purkaus häviötä. Tällä tarkoitetaan sitä, kun akkua joudutaan lataamaan suuremmalla jännitteellä, kun sitä purettaessa saatava jännite. Tästä jänniteerosta ja polarisaatiohäviöistä johtuvat häviöt laskevat akun hyötysuhteen 75-85% tasolle. Toinen häviö on akun itsestään purkautuminen, akku tulisi ladata vähintään kerran kuussa, jolloin kapasiteetti ei pääsisi laskemaan kovin alas. Jos akkua ei päästä lataamaan, niin seurauksena on akun sulfidoituminen. Näin tapahtuu monesti, kun akkua ei ole käytetty pitkään. Paras säilytyslämpötila on viileä (0C) tai kylmä (-10C). Mitä matalampi säilytyslämpötila sitä pienempi on akun purkautuminen, mutta säilytetäessä akkua se täytyy ladata ehdottomasti täyteen, muuten pakkasessa akku halkeaa.



Kuva8 akun itsepurkautuminen