

# Průvodce světem olověných akumulátorů

➔ Olověné akumulátory jsou složeny z olověných článků (elektrod) usazených v elektrolytu, přičemž každý článek nezatíženého akumulátoru poskytuje napětí 2,1 V.

Články jsou sériově zapojeny, a tak se jejich napětí sčítá. Nabitý dvanáctivoltový akumulátor s šesti elektrodami tedy má napětí cca 12,6V. Šestivoltový akumulátor se třemi elektrodami má napětí poloviční, tedy 6,3 V.

## Typy olověných akumulátorů ve vozidlech, elektrocentrálách apod.

➔ V **klasickém údržbovém akumulátoru se zaplavenou elektrodou** jsou olověné elektrody ponořeny v roztoku kyseliny sírové v destilované vodě (elektrolytu) a elektrody jsou vzájemně odděleny pro elektrolyt propustnými separátory. Proto se jim říká **akumulátory se zaplavenou elektrodou**. Tyto akumulátory jsou na horní části vybaveny **inspekčními zátkami**, které slouží ke kontrole hladiny elektrolytu a případnému doplňování destilované vody. Proto se těmto akumulátorům říká **údržbové**. Do akumulátoru musí být dolévána výhradně **destilovaná voda**, která je zbavena iontů, protože ionty ve vodě způsobují elektrickou vodivost vody a použitím vody s obsahem iontů by akumulátor zkratovalo.

➔ V případě **bezúdržbového akumulátoru** jsou elektrody usazeny v křemičitém gelu a takovýto akumulátor je pak označen jako gelový, nebo pokud jsou elektrody akumulátoru odděleny speciálním separátorem ze skelných vláken dotovaných bórem, které těsně přiléhají na elektrody a elektrolyt je vázán na skelná vlákna (tj. elektrolyt není volně v prostředí elektrod), jedná se pak o akumulátor označený jako **AGM (akumulátor s vázaným elektrolytem)**. **Gelový akumulátor nelze zaměňovat s AGM akumulátorem, protože jde o různé typy akumulátorů.**

Tyto akumulátory jsou hermeticky uzavřeny obalem, který nesmí být narušen a tudíž jsou řešeny tak, aby nevyžadovaly jakýkoli zásah do vnitřních částí a tudíž žádnou údržbu ve smyslu údržby akumulátorů se zaplavenou elektrodou, tj. žádná kontrola hladiny elektrolytu či dolévání destilované vody.

Akumulátory nevyžadující takovýto druh údržby bývají souhrnně označeny jako **MF akumulátory** („Maintenance Free“).

U těchto akumulátorů nemůže dojít k vylití elektrolytu při náklonu či převržení z důvodu hermetického uzavření.

→ Všechny typy akumulátorů mohou být vybaveny pojistným jednocestným přetlakovým ventilem s otevíracím tlakem 10–40 kPa, který slouží k regulaci tlaku uvnitř akumulátoru a pak takovéto akumulátory nesou označení jako **ventilem řízené VRLA** (VRLA – Valve Regulated Lead Acid). Akumulátory vybavené tímto ventilem jsou většinou gelové či AGM, protože při jejich přebití může dojít k natlakování vedoucí až k destrukci.

Přetlakové ventily **nejsou určeny k tomu**, aby s nimi bylo manipulováno a neslouží k doplňování elektrolytu dovnitř akumulátoru a zároveň jimi nemůže dojít k úniku elektrolytu při převržení akumulátoru. Skrz ventily nemůže dojít k vniknutí okolního vzduchu do akumulátoru.



Příklad VRLA gelového akumulátoru s přetlakovými ventily

## Srovnání důležitých vlastností jednotlivých typů akumulátorů

→ **Klasický akumulátor se zaplavenými elektrodami**

→ **Velice malý vnitřní odpor**

– díky němuž je akumulátor schopen krátkodobě dodávat veliký proud při zanedbatelném poklesu napětí na svorkách akumulátoru. To je velmi důležitá vlastnost při startování motoru vozidla, protože startér benzínového motoru automobilu má spotřebu proudu 80–120 A, u dieselových vozidel je to 400 A i výše! U dieselových vozidel se proto používá autobaterie s vyšší kapacitou a sice 70 Ah a výše, u benzínových vozidel je to kapacita kolem 60 Ah.

→ **Vysoká energetická účinnost**

– tj. schopnost dodat vysoký podíl ampérhodin. Olověný akumulátor se zaplavenou elektrodou má účinnost až 85 %.

→ **Menší citlivost na přebíjení, než u gelových či AGM akumulátorů**

→ **Schopnost zvládnout dosti náročné provozní podmínky ve vozidle**

– výkyvy teplot, proudová zátěž

→ **Přijatelný poměr cena/výkon**

→ **Porovnání gelových a AGM akumulátorů**

→ **AGM akumulátory dosahují vyšších výkonů a startovacích proudů za nízkých teplot než gelové akumulátory, protože mají vyšší aktivní plochu elektrod a vynikají výbornou iontovou vodivostí proudu.**

→ **Gelové akumulátory jsou méně citlivé na hluboké vybíjení (napětí < 10,5 V), v případě odstávky vydrží déle hluboce vybité a pomaleji se samovybíjí než AGM akumulátory.**

Klasické akumulátory se zaplavenou elektrodou vlivem samovybíjení snižují své napětí na svorkách cca 8–10 mV/den; AGM o 3–4 mV/den a gelové 2–3 mV/den. Závisí také na dalších podmínkách, které samovybíjení urychlují.

**Údržbový akumulátor se zaplavenou elektrodou vydrží hluboce vybitý 1–3 dny!**

**Gelový akumulátor vydrží přibližně 4 týdny a AGM něco mezi.**

→ **Gelové baterie jsou méně citlivé na vyšší provozní teplotu než AGM akumulátory.**

– při nabíjení AGM akumulátoru při vyšší okolní teplotě (nad 40 °C) může dojít k **tzv. teplotnímu zkratu** za vývinu značného množství plynů, jehož důsledkem může být až destrukce akumulátoru.

→ **Bezúdržbové koncepce akumulátorů (ať gelové či AGM) jsou konstrukčně řešeny tak, že plyny vznikající při pozdějších fázích nabíjení v důsledku elektrochemických dějů, jsou zpětně „recyklovány“ na elektrodách v akumulátoru a touto technologií bylo umožněno**

vytvořit hermeticky uzavřený akumulátor bez jakékoli údržby. U těchto typů akumulátorů však díky hermetickému uzavření vznikl požadavek na to, aby při jejich nabíjení nebylo dosaženo tzv. **plynovacího napětí (14,6 V)**, při kterém dochází k elektrolytickému rozkladu vody na plynný vodík a kyslík, kdy plyny vznikající v nadměrném množství by akumulátor nestačil zpět zrecyklovat na svých elektrodách a došlo by k překročení prahu rekombinace plynů akumulátoru a ve spojení s vyšší teplotou okolí by mohlo dojít k destrukci akumulátoru!

**Pro gelový akumulátor musí být nabíjecí napětí v rozmezí 14,1–14,4 V, pro AGM akumulátor může být nepatrně vyšší a sice 14,4–14,5 V a pro klasický akumulátor se zaplavenou elektrodou je to rozmezí 14,0–14,4 V. Toto přísné rozmezí napětí kontrolují inteligentní nabíječky, které dosahují max. napětí 14,4 V, které je univerzální a zdravé pro nabíjení všech typů akumulátorů. Gelové a AGM akumulátory jsou velmi citlivé na přebíjení – mnohem více, než klasický akumulátor se zaplavenou elektrodou, viz dále v textu.**

➡ Gelové a AGM akumulátory jsou ve výkonnostních parametrech vzájemně podobné.

## Vybíjení a nabíjení akumulátorů

➡ Akumulátory jsou zdrojem el. proudu a napětí v důsledku přeměny elektrochemicky aktivních látek na elektrodách za účasti kyseliny sírové, která je součástí elektrolytu. Těmito aktivními látkami jsou: **oxid olovičitý na kladné elektrodě (anodě) a čisté kovové olovo na záporné elektrodě (katodě)** a za spotřeby kyseliny sírové z elektrolytu dochází při vybíjení akumulátoru k jejich spotřebování a přeměně na síran olovnatý, který vytváří povlak **na obou elektrodách – dochází tedy k sulfataci obou elektrod (síran = sulfát, proto sulfatace)**. 100% vybitý akumulátor tedy obsahuje **katodu a anodu obalenou povlakem síranu olovnatého a v elektrolytu je pouze destilovaná voda bez přítomnosti kyseliny, protože kyselina sírová byla spotřebována na tvorbu síranu olovnatého. 100% vybitý akumulátor má na svorkách nulové napětí a negeneruje žádný proud.**

➡ **Při nabíjení akumulátoru** nastává opačný proces – **desulfatace elektrod**, při které je síran olovnatý na obou elektrodách přeměněn zpět na aktivní látky; **na anodě je tvořen opět oxid olovičitý a na**

**katodě se opět tvoří čisté kovové olovo a do elektrolytu se zpět vrací kyselina sírová**, která se elektrochemickými reakcemi na elektrodách v průběhu nabíjení tvoří také.

## ➔ Co se děje v akumulátoru, pokud ke svorkám není připojen žádný spotřebič a akumulátor není nabíjen?

➡ V akumulátoru probíhají stejné děje, jako při vybíjení, protože aktivní látky na elektrodách v nabitém akumulátoru mají vysokou reakční energii a celý systém přirozeně směřuje do stavu s nižší reakční energií, což je tvorba stabilního síranu olovnatého na obou elektrodách až do dosažení velmi nízkého napětí na svorkách akumulátoru.

➡ Zachování vysoké kapacity akumulátoru, minimální pokles napětí při nárazovém odběru proudu z akumulátoru, životnost akumulátoru závisí na co nejdokonalejší desulfataci elektrod při nabíjení akumulátoru.

**Neúplné dobíjení akumulátoru do stavu plného nabití** – např. při krátkých výjezdech v zimě, velkým odběrem proudu množstvím elektrospotřebičů ve vozidle, kdy alternátor vozidla akumulátor nestačí dobít;

**Časté dobíjení akumulátoru ze stavu nízkého či hlubokého nabití; Ponechávání akumulátoru v hluboce vybitém stavu a nabíjení vysokým nabíjecím proudem** způsobují to, že nedochází k dokonalé desulfataci elektrod a síran olovnatý není z elektrod zcela odstraněn, na elektrodách se hromadí, a tím se snižuje aktivní plocha elektrod, což v konečném důsledku způsobuje rychlé vybití akumulátoru, snižuje se schopnost dodávat vysoký proud a výrazně klesá životnost akumulátoru.

➡ Za vysokou kapacitu a dlouhou provozuschopnost akumulátoru je odpovědný uživatel, aby hlídal napětí akumulátoru např. testerem baterií či voltmetrem a včas zajistil správné nabíjení akumulátoru přiměřeným nabíjecím proudem. Klesne-li poškození akumulátoru sulfatací elektrod pod jistou mez, napětí pod 9 V, pak po určité době k oživení akumulátoru nepomůže žádný přístroj. Někteří výrobci akumulátorů při výrobě používají elektrody s účinnou antisulfatační úpravou, která dokáže výrazně prodloužit životnost akumulátoru.

➡ Na snížení kapacity akumulátoru má vliv také i teplota okolí a hustota elektrolytu, viz dále.

➔ Šestičlánkový (12 V) akumulátor je zcela vybitý, pokud má svorkové napětí bez jakéhokoli zatížení 11,8 V! U tříčlánkového (6 V) akumulátoru jsou hodnoty poloviční, tedy 5,8 V.

Pokud má 12 V akumulátor napětí 10,5 V, je hluboce vybitý. Různé typy akumulátorů mají různou odolnost vůči hlubokému vybití.

Údržbový akumulátor se zaplavenou elektrodou vydrží hluboce vybitý 1–3 dny!

Gelový akumulátor vydrží přibližně 4 týdny a AGM něco mezi.

Akumulátor by se měl nabít ihned, jakmile napětí klesne na hodnotu 11,9–12,2 V!!

Udává se, že pravidelné nabíjení akumulátoru z úplného vybití snižuje jeho kapacitu 10x. Pravidelné vybíjení do poloviny kapacity snižuje kapacitu asi 5x. Vybíjení do ztráty 10 % významně nesnižuje životnost akumulátoru.

### → Nabíjení vybitého akumulátoru má tři napěťová pásma.

➔ Do napětí 13,2 V na elektrodách dochází k tvorbě kyseliny sírové a hustota elektrolytu se zvyšuje na 1,15 g/cm<sup>3</sup> (první napěťové pásmo). Poté nabíjení pokračuje v druhém napěťovém pásmu, kdy probíhá přeměna síranu olovnatého na elektrodách až do napětí 14,7 V při současném zvýšení hustoty elektrolytu na 1,25 g/cm<sup>3</sup>. **Při napětí 14,6 V se začne na elektrodách rozkládat voda a akumulátor začne bublat** – na anodě akumulátoru dochází k výraznému vývinu kyslíku a na katodě k vývinu vodíku. **Napětí 14,6 V se tak nazývá plynovací napětí. Pokud akumulátor plynuje při nižším napětí než 14,6 V a výrazněji se zahřívá, je zasažen intenzivnější sulfatací a to tím více, čím dříve dochází k tvorbě plynů.**

Jakmile se rozloží veškerý síran olovnatý, napětí na svorkách akumulátoru stoupne na 16,2 až 16,8 V a hustota elektrolytu stoupne na maximum a sice na 1,28 g/cm<sup>3</sup> (třetí napěťové pásmo). Akumulátor bouřlivě plynuje a vypadá to jako by se elektrolyt vařil. Nejedná se o však o var, ale o masivní vývin vodíku a kyslíku na elektrodách.

**Po dosažení napětí 16,2–16,8 V se dále napětí na svorkách akumulátoru nezvyšuje a veškerá další akumulátoru dodaná energie se spotřebovává na elektrolytický rozklad vody na vodík a kyslík.**

Vlivem přirozeného odparu vody a jejímu elektrolytickému rozkladu na plyny, který přece jen vlivem elektrodových jevů, byť jen v malém

množství probíhá, je nutné u akumulátoru se zaplavenou občas kontrolovat hladinu elektrolytu a případně doplnit **destilovanou vodu (vodou zbavenou elektricky vodivých iontů)**. To není nutné u bezúdržbových akumulátorů.

**Po připojení spotřebiče na právě nabitý akumulátor jeho napětí ihned klesne na cca 12,6–12,9 V**, kyselina se začne rozkládat, hustota elektrolytu začne klesat a na povrchu elektrod se začne tvořit síran olovnatý (sulfatace elektrod).

➔ **Měření napětí na svorkách akumulátoru se zaplavenou elektrodou je nutné provádět po více než 2 hodinách od posledního nabíjení či jízdy. U bezúdržbových akumulátorů až po 24 hodinách, jinak by byly získány falešné výsledky.**

### → Úroveň nabití akumulátoru ve vztahu k napětí na svorkách

Napětí na svorkách	Úroveň nabití
12,6–12,9 V	100 %
12,4–12,5 V	75 %
12,1–12,2 V	50 %
11,9–12,0 V	25 %
11,8 V	vybitý
≤ 10,5 V	hluboce vybitý

➔ U plně nabitého nového akumulátoru se zaplavenou elektrodou může být napětí vyšší na svorkách vyšší než 12,9 V.

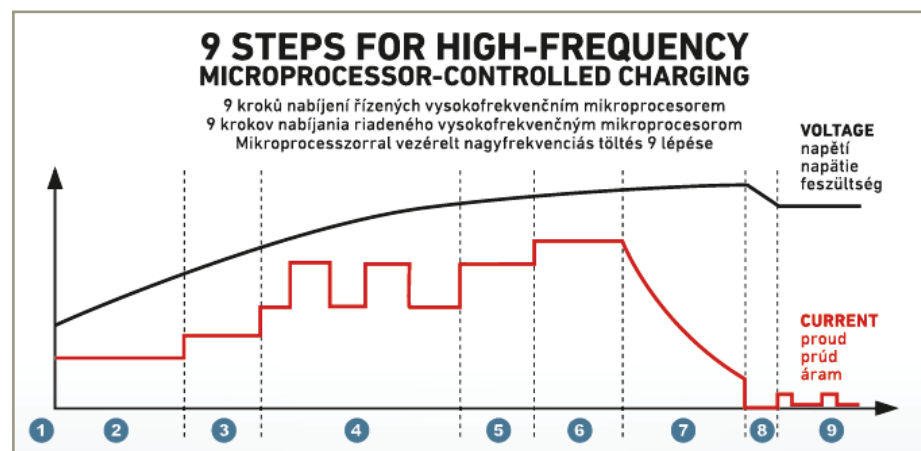
### → Nabíjecí proud

➔ **Akumulátory by měly být dobíjeny nabíjecím proudem o velikosti cca 5–10 % jejich kapacity (tj. 0,05 až 0,1 násobek kapacity akumulátoru, např. pro akumulátor s kapacitou 60 Ah je to nabíjecí proud 3–6 A). Vysoký nabíjecí proud akumulátoru škodí a podporuje sulfataci akumulátoru.**

Při vysokém nabíjecím proudu dochází k přesycení elektrolytu v těsné blízkosti elektrod produkty vznikajícími při nabíjení z důvodu jejich nedostatečně rychlého odvodu do okolního elektrolytu difúzí a síran olovnatý na elektrodách, který je pro nabití akumulátoru třeba na elektrodách rozpustit, se tak rozpouští pomaleji, což se paradoxně může projevit rychlým vzrůstem napětí na svorkách akumulátoru, které

ale po ukončení nabíjení může zase dosti rychle klesat. Proto je pro důvěryhodné ověření nabití akumulátoru provést měření s dostatečným časovým odstupem po nabití, viz výše, jinak mohou být získány falešné výsledky. Pro zachování vysokého výkonu a dlouhé životnosti akumulátoru a také z bezpečnostních důvodů je lepší vyšší nabíjecí proudy nepoužívat.

→ Některé inteligentní nabíječky mají v procesu nabíjení fázi nabíjení pulzním proudem, kdy se pravidelně střídají fáze vzrůstu nabíjecího proudu s poklesem a jsou doplněné o mezifáze konstantního proudu. Takovýto průběh nabíjecího proudu, který je v rozsahu 0,05 až 0,1 násobku kapacity akumulátoru nebo nižší, je velice efektivní a zdravý způsob nabíjení, protože poskytuje čas k tomu, aby nedocházelo k přesycení elektrolytu v blízkosti elektrod a tím i k nedokonalé desulfataci.



→ Výběr nabíječky s určitou inteligencí (u které není možné přizpůsobit max. velikost nabíjecího proudu vzhledem ke kapacitě nabíjeného akumulátoru), by měl být prováděn dle velikosti jejího max. výstupního nabíjecího proudu ve vztahu ke kapacitě akumulátoru, který bude nabíjet.

→ Pro nabíjení akumulátorů ve vozidlech na benzín, které mají v důsledku nižšího nároku na startovací proud i nižší kapacitu akumulátoru a sice v rozmezí 50–60 Ah, by měla být použita nabíječka s nabíjecím proudem cca 4 A.

**Pro nabíjení akumulátorů v dieslových vozidlech, které mají kvůli vysokým nárokům na startovací proud i silnější akumulátory s kapacitou 70 Ah a vyšší, by měla být používána nabíječka s vyšším nabíjecím proudem, tj. cca 8 A.**

→ Nabíječku s nižším nabíjecím proudem lze použít pro nabíjení akumulátoru s vyšší kapacitou, nabíjení bude trvat déle, ale není to škodlivé. V opačném případě to může být problematické, záleží na povolených nabíjecích proudech, které deklaruje výrobce akumulátoru.

→ Výjimečně a ojediněle lze akumulátor v případě potřeby jeho rychlého nabití použít nabíjecí proud v rozmezí 0,5 až 1 násobku jeho kapacity, což je v případě akumulátoru s kapacitou 50 Ah nabíjecí proud 25–50 A, takovýto nabíjecí proud však musí být povolen výrobcem akumulátoru a neplatí to obecně!

→ Akumulátory mají různou citlivost na přebíání

→ U gelových akumulátorů je absolutním pravidlem, že napětí na svorkách nesmí překročit 14,4 V. Napětí musí být v rozmezí 14,1–14,4 V. Při překročení napětí o 0,5 V (tj. v rozsahu 14,6–14,9) např. špatně nastavenou nabíjecí soustavou ve vozidle, či použitím nabíječky bez inteligence, která nereaguje na stav nabití akumulátoru, se zkracuje životnost akumulátoru o 1/3, při napětím vyšším jak o 0,7 V pak o více než 60%. Dále při dosažení plynovacího napětí 14,6 V dochází k vývinu plynů na elektrodách, což není u bezúdržbových akumulátorů kvůli hermetickému uzavření žádoucí.

→ U AGM akumulátoru napětí nesmí překročit 14,5 V, aby nedošlo k výrazné tvorbě plynů při dosažení plynovacího napětí.

→ Při nabíjení bezúdržbových akumulátorů je nutné hlídat teplotu akumulátoru, aby nepřekročila 40 °C kvůli tzv. teplotnímu zkratu, který může vést až k destrukci akumulátoru, viz výše. Při vyšší okolní teplotě je nutné zajistit chlazení akumulátoru.

→ Inteligentní mikroprocesorové nabíječky proto dosahují maximálního napětí na svorkách akumulátoru 14,4 V, které je univerzální a zdravé pro nabíjení všech typů akumulátorů a reagují tak na stav nabití akumulátoru.





## → Nabíjení při nižší teplotě

☞ V chladnějším prostředí je nutné zvýšit nabíjecí napětí úměrně poklesu okolní teploty.

Dosahovaná napětí na svorkách akumulátoru jsou obvykle deklarována pro teplotu 25 °C.

**Dobíjecí napětí by mělo být upraveno vzhledem k okolní teplotě cca o 0,03 V na 1 °C odchýlný od 25 °C, tj. na každých 10 °C odchylujících se od 25 °C by mělo být nabíjecí napětí změněno o 0,3 V – při nižších teplotách než 25 °C by mělo být v tomto přepočtu nabíjecí napětí zvýšeno a při vyšší teplotě v tomto poměru sníženo.**

Některé nabíječky s určitou inteligencí, které dosahují pro pokojovou teplotu max. nabíjecí napětí 14,4 V mají i možnost nastavení nabíjecího režimu pro nižší teplotu s max. napětím 14,7 V. Přepočtem dle výše uvedeného lze odvodit, že toto napětí je dimenzováno pro okolní teplotu cca 15 °C – to je pro nabíjení akumulátoru při teplotě odpovídající teplotě v garáži. Pokud je teplota nižší než 15 °C, pak je možné akumulátor přenést do místnosti s pokojovou teplotou a nabíjet jej do max. napětí 14,4 V při nabíjecím režimu nabíječky určeným pro pokojovou teplotu. V případě použití nabíječek bez inteligence lze nabíjecí napětí nastavit dle potřeby vzhledem k přepočtu vůči okolní teplotě. V případě přenosných elektrických nabíječek a vyjmatelného akumulátoru tedy není problém, jen je potřeba při nízké okolní teplotě upravit nabíjecí napětí nebo nabíjet při vyšší okolní teplotě.

**Problém to však může být u nabíjecího systému vozidla, kdy např. alternátor motocyklu je pevně nastaven na nabíjecí napětí 14,0 V, okolní teplota je kolem 0 °C a akumulátor je prochladlý. V takovém případě je pro gelový akumulátor zapotřebí nabíjecí napětí  $14,4 + 25 \times 0,03 = \text{cca } 15,15 \text{ V}$  a z toho plyne, že akumulátor tak není palubní soustavou vozidla plně dobíjen a tak velkými odběry při studených startech a nižší kapacitou akumulátoru v chladném prostředí, může brzy dojít k problémům se startováním.** Pokud má inteligentní nabíječka možnost nastavení nabíjecího režimu v chladném prostředí a není možnost akumulátor vyjmout a nabíjet jej při pokojové teplotě, např. je-li okolní teplota okolo 0 °C nebo níže, volte tento zimní nabíjecí režim pro nabíjení 12 V autobaterií vždy, aby se co nejvíce snížil rozdíl mezi nabíjecím napětím 14,4 V a potřebným nabíjecím napětím

v zimě. Tento rozdíl pro požadované nabíjecí napětí je pro okolní teplotu -10 °C sice jen  $15,45 - 14,4 = 1,01 \text{ V}$ , **ale rozdíl napětí 1 V je také rozmezí mezi plně nabitým a vybitým akumulátorem**, viz tabulka výše vystihující velikost napětí na svorkách akumulátoru na úrovni nabití (vybití). Naopak zimní režim nabíjení není dobré používat pro nabíjení při pokojové či vyšší okolní teplotě z důvodu nežádoucího vyššího napětí.

## → Zapojení/odpojení akumulátoru a nabíječky

☞ Z bezpečnostních důvodů je nutné dodržovat následující pravidla, které jsou velmi významná zejména pro nabíjení akumulátorů se zaplavenou elektrodou, protože se při nabíjení vytváří výbušný a hořlavý vodík, který uniká ven a při připojování/odpojování nabíječky by mohlo dojít k nebezpečnému jiskření. **Před připojením/odpojením nabíječky ji vždy nejprve odpojme ze zásuvky 230 V. Chceme-li akumulátor vyjmout, je vždy nutné nejprve odpojit záporný pól a teprve pak kladný.** Proud protéká od záporné elektrody ke kladné, a tak se minimalizuje riziko jiskření při odpojování kladné svorky. **Při zapojování akumulátoru je nutné nejprve připojit kladný pól a pak teprve záporný. Totéž platí při připojování nabíječky k akumulátoru. Před připojením nabíječky k akumulátoru aniž by byl akumulátor vyjmutý, je nutné nejprve odpojit záporný pól baterie, pak připojit kladnou svorku nabíječky ke kladné svorce akumulátoru a nakonec záporný pól nabíječky k zápornému pólu akumulátoru.**

## → Samovybíjení akumulátorů

☞ Plně nabitý odpojený akumulátor se zaplavenou elektrodou se vlivem samovybíjení vybijí za 6–9 měsíců.

U plně nabitého gelového akumulátoru klesne jeho kapacita při 25 °C na 80% původní hodnoty za 6 měsíců, u AGM akumulátoru je to za 4 měsíce a akumulátoru se zaplavenými elektrodami je to za 2 měsíce (platí pro zcela odpojený akumulátor bez jakéhokoli odběru proudu).

**Klasické akumulátory se zaplavenou elektrodou při teplotě 25 °C vlivem samovybíjení snižují své napětí na svorkách cca o 8–10 mV/den; AGM o 3–4 mV/den a gelové 2–3 mV/den.**

**S teplotou okolí 40 °C kapacita akumulátoru klesá dvojnásobně rychleji, než je výše uvedeno.**

➔ Pokud je akumulátor připojen k elektrickému okruhu a není dobíjen alternátorem, je proces samovybíjení mnohem rychlejší, než je výše uvedena rychlost vybíjení při teplotě 25 °C u odpojeného akumulátoru, viz. např. připojený akumulátor k elektrocentrále, která není dlouhou dobu v provozu. V tomto případě může velmi rychle dojít k hlubokému vybití akumulátoru a jeho následnému zničení, proto je před uskladněním elektrocentrály či odstavením vozidla na delší dobu akumulátor plně nabit, odpojit jej od elektrického okruhu a po uplynutí určitého období kontrolovat napětí a dobít jej.

**Odstavený dobrý akumulátor se zaplavenou elektrodou, který není zasažený sulfatací stačí pravidelně dobíjet za 1–2 měsíce, gelový či AGM akumulátor stačí dobíjet každé 3–4 měsíce. Nutno však průběžně kontrolovat napětí na svorkách akumulátoru, rychlost vybíjení je totiž závislá na teplotě, viz výše.**

Pro skladování akumulátoru je velmi dobré jej skladovat v chladné suché místnosti (nad 0 °C, viz níže). **Vysoká teplota akumulátorům neprospívá.**

### ➔Kdy zamrzá akumulátor se zaplavenou elektrodou?

➔ Plně nabitý akumulátor se zaplavenou elektrodou má hustotu elektrolytu 1,28 g/cm<sup>3</sup> a ke ztuhnutí elektrolytu dochází až při teplotě –68 °C. **Z poloviny vybitý akumulátor s hustotou elektrolytu 1,15 g/cm<sup>3</sup> zamrzá při teplotě –15 °C, vybitý akumulátor s hustotou elektrolytu 1,1 g/cm<sup>3</sup> zamrzá při teplotě –7 °C a hluboce vybitý akumulátor zamrzá při teplotě těsně pod 0 °C.**

Samovybíjením akumulátoru se spotřebovává kyselina sírová na sulfatací elektrod, čímž klesá hustota elektrolytu z 1,28 k 1,0 g/cm<sup>3</sup>. Hustota čisté vody je 1,0 g/cm<sup>3</sup>.

### ➔I když dobrý a nabitý akumulátor se zaplavenou elektrodou v zimě nezamrzne, proč v zimě vozidlo hůře startuje?

➔ Je to dáno vyšší viskozitou (nižší tekutostí) elektrolytu v akumulátoru při nižší teplotě, kdy dochází k problematickému promíchávání elektrolytu v akumulátoru a pomalejší distribuci kyseliny sírové k povrchu elektrod. Kyselina se při nízké teplotě okolí nestačí dostatečnou rychlostí včas dostávat k povrchu elektrod, tak jak by bylo zapotřebí a dochází tak rychlejšímu vyčerpání aktivní složky elektrolytu u povrchu elektrod a tím má akumulátor nižší kapacitu.

**Udává se, že v rozsahu teploty +30 °C až –10 °C klesá kapacita akumulátoru cca o 1 % s každým stupněm Celsia.** Tato skutečnost také silně závisí na odebíraném proudu, tak čím je odebíraný proud větší, tím je pokles kapacity akumulátoru větší. **Proto při velkých startovacích proudech a teplotách pod bodem mrazu klesá kapacita akumulátoru velmi výrazně.**

➔ **Kapacita akumulátoru kromě okolní teploty výrazně závisí na hustotě elektrolytu** (ovlivnění hustoty elektrolytu uživatelem má význam pouze u údržbových akumulátorů se zaplavenou elektrodou), protože kyselina sírová, která je aktivní složkou elektrolytu, udílí plně nabitému akumulátoru hustotu 1,28 g/cm<sup>3</sup>. Pokud bychom do akumulátoru dali elektrolyt s hustotou o 0,06 g/cm<sup>3</sup> nižší, tj. 1,22 g/cm<sup>3</sup>, akumulátor s kapacitou 12 Ah se pak bude chovat, jako by měl kapacitu 9 Ah. **To znamená, že použití elektrolytu s nižší hustotou o 4,6 %, sníží kapacitu akumulátoru na 75 % vůči jeho původní jmenovité hodnotě.** Komerčně dostupná kyselina sírová, kterou lze do akumulátoru použít, musí nést označení akumulátorová a je také již namíchána na hmotnostní koncentraci 38 %, což odpovídá hustotě 1,285 g/cm<sup>3</sup>. **Kyselina rovněž musí splňovat požadavky na chemickou čistotu a obsažená voda musí být destilovaná (zbavená iontů), aby nedošlo k poškození akumulátoru.**

### ➔Dá se něco dělat s akumulátorem hodně zasaženým sulfatací?

➔ Pokud se akumulátor rychle vybijí (má nízkou kapacitu), při nabíjení se výrazně zahřívá a začíná plynout brzy po zahájení nabíjení a paradoxně v průběhu nabíjení roste napětí rychleji, než by mělo být, jsou to první příznaky výraznější sulfatace akumulátoru.

**Pokud je akumulátor delší dobu v hluboce vybitém stavu (napětí na svorkách je pod 10,5 V), viz výše v textu, nemusí se akumulátor podařit oživit žádným přístrojem či způsobem.**

➔ Pro oživení akumulátoru lze zkusit např. opakované nabíjení malým konstantním nabíjecím proudem o velikosti 0,05 až 0,025 násobku kapacity akumulátoru až do jeho úplného nabití bez ohledu na dobu nabíjení (může to trvat velmi dlouho). U hodně zasaženého akumulátoru sulfatací lze starý elektrolyt nahradit destilovanou vodou a nabíjet jej proudem cca 0,02 násobku jeho kapacity až do silného vývinu plynů. Jakmile napětí dosáhne cca 15 V (u tříčláňkového akumulátoru je to 7,5V), lze vodu vylít a okamžitě akumulátor naplnit čerstvým

elektrolytem o hustotě  $1,28 \text{ g/cm}^3$  a pak jej nabíjet běžným způsobem. Výše popsané metody s výjimkou opakovaného nabíjení malým konstantním proudem nelze aplikovat pro plně bezúdržbové AGM nebo gelové akumulátory.

→ Některé inteligentní nabíječky mají funkci regenerace (desulfatace) akumulátoru a dokáží zvednout jeho napětí na provozuschopnou úroveň, ale tato schopnost inteligentních nabíječek se liší dle výrobce a některé lze aplikovat na akumulátory, které jeví příznaky výraznější sulfatace, ale jsou do určité míry funkční. Od určité meze napětí tyto nabíječky budou hlásit poruchu a akumulátor nezregenerují a ani nenabíjí. Pro výše uvedené pokusy o oživení akumulátoru musí být pak použity nabíječky s manuálním nastavením proudu nebo na trhu jsou dostupné aktivátory určené pro oživení autobaterií, které do akumulátoru dodávají vysoký proud v pravidelných krátkodobých pulzech, což urychluje rozpouštění sulfátů z elektrod akumulátoru. Přerušované dodávky vysokého proudu tak zamezují poškození akumulátoru a přesycení elektrolytu u povrchu elektrod.

### → Co nám říká údaj o kapacitě akumulátoru

→ Kapacita se udává v ampérhodinách se zkratkou Ah a bývá označena např.  $C_{20} = 55 \text{ Ah}$ , což vyjadřuje, že při odběru proudu  $55/20 = 2,75 \text{ A}$  bude akumulátor kryt energetickou spotřebou spotřebiče po dobu 20 hodin. Označení  $C_{20}$  vyjadřuje zatěžování po dobu 20 hodin. Někdy kapacita bývá uvedena s označením  $C_{10}$  a vyjadřuje zatížení po dobu 10 hodin.

### → Za jak dlouho se nám akumulátor vybije

→ Kapacita akumulátoru závisí na hodnotě vybíjecího proudu a mění se dle typu akumulátoru.

**Pokud budeme mít gelový akumulátor nebo AGM nebo klasický se zaplavenou elektrodou se stejnou jmenovitou kapacitou např.  $C_{20} = 55 \text{ Ah}$  a budeme svítit reflektorem se spotřebou proudu 5 A při vypnutém motoru, za jak dlouho se nám akumulátor vybije (nebo jak dlouho nám reflektor vydrží svítit)?**

→ Odebíraný proud 5 A musíme přepočítat na velikost proudu dle typu akumulátoru. Přepočítávacím faktorem je rozsah mocnin (násobku) proudu, který je pro každý typ akumulátoru určen.

→ Pro akumulátor se zaplavenou elektrodou je mocnina odebíraného proudu v rozsahu  $X^{1,2-1,6} \text{ A}$

→ Pro gelové akumulátory je mocnina odebíraného proudu v rozsahu  $X^{1,1-1,25} \text{ A}$

→ Pro AGM je to  $X^{1,05-1,15} \text{ A}$

→ **Rozsah mocnin je odrazem účinnosti akumulátoru. Čím víc se mocnina blíží jedné, tím méně bude proud 5 A navýšen, a tím déle nám vydrží reflektor svítit. Z tohoto nejlépe vycházejí AGM akumulátory.**

→ Pro akumulátor se zaplavenou elektrodou je odebíraný proud  $5^{1,2}$  až  $5^{1,6}$ , tj.: **6,8 A až 13,1 A**

→ Pro gelový akumulátor je odebíraný proud  $5^{1,1}$  až  $5^{1,25}$ , tj.: **5,8 A až 7,4 A**

→ Pro AGM akumulátor je odebíraný proud  $5^{1,05}$  až  $5^{1,15}$  tj.: **5,4 A až 6,36 A**

→ **Nyní musíme vydělit kapacitu 55 Ah přepočítaným proudem, abychom zjistili, jak dlouho nám akumulátor vydrží dodávat energii žárovce se spotřebou proudu 5A. Pro akumulátory, které jsou v dobrém stavu a plně nabitý, vycházejí následující doby provozuschopnosti:**

→ Pro akumulátor se zaplavenou elektrodou je to výdrž cca:  $55/6,8$  až  $55/13,1$ , tj.: **8,08 až 4,19 hodiny**

→ Pro gelový akumulátor je to výdrž cca:  $55/5,8$  až  $55/7,4$ , tj.: **9,48 až 7,43 hodiny**

→ Pro AGM akumulátor je to výdrž cca:  $55/5,4$  až  $55/6,36$ , tj.: **10,18 až 8,64 hodiny**

→ **Z vypočítané doby výdrže vyplývá, že nejlepší AGM akumulátor při stejné jmenovité kapacitě 55 Ah, vydrží svítit o více než 2 hodiny déle, než nejlepší akumulátor se zaplavenou elektrodou.**

→ Jmenovitá kapacita 55 Ah pro jednotlivé typy akumulátorů je tedy při odběru proudu 5A snížena následovně:

→ Pro akumulátor se zaplavenou elektrodou:  $8,08 \times 5$  až  $4,19 \times 5$ , tj. **40,4 až 20,95 Ah**

→ Pro gelový akumulátor:  $9,48 \times 5$  až  $7,43 \times 5$ , tj. **47,4 až 37,15 Ah**

→ Pro AGM akumulátor:  $10,18 \times 5$  až  $8,64 \times 5$ , tj. **50,9 až 43,2 Ah**