

## I. Úvod

Pro správné a bezpečné užití gelové baterie fgFORTE si prosím pozorně přečtete a prostudujte tento technický návod a další data související s baterií, bezpečně jej uschovejte pro případné další použití. Během instalace dbejte na bezpečnost, abyste se vyhnuli nehodě. Pokud máte jakékoli dotazy týkající se tohoto technického návodu či jakýchkoli technických problémů, prosím kontaktujte místní zastoupení naší společnosti.

### Nebezpečné!



#### Vysoké napětí

Nedotýkejte se koncovek ani konektorů bez izolace, abyste se vyhnuli elektrickému šoku.



#### Zákaz

Jiskry, oheň a kouření.



#### Ochrana očí

Plyn po explozi může poranit oči či dokonce způsobit slepotu.



#### Jed

Může způsobit slepotu či vážné popáleniny.



#### Při zasažení očí

Oči okamžitě vypláchněte čistou vodou a vyhledejte lékaře.

- Nepovolujte bezpečnostní záklopy
- Prosím přečtete si pozorně tento návod k instalaci a užívání
- Při provozu baterii uchovávejte v dobře větraném prostředí
- Údržba a opravy baterie by měly být prováděny zkušenými technikami

## II. Kontrola

1. Po obdržení baterií prosím zkontrolujte balení a ujistěte se, že jsou baterie nepoškozené a nedotčené. Při transportu se vyhněte nárazům, a při otevírání obalu postupujte opatrně.
2. Obal otevřete v blízkosti místa instalace a po otevření zkontrolujte vzhled a množství příslušenství baterie.
3. Odhalit únik aktivní hmoty z baterie při mírném poškození těla baterie je složité. Prosím zkontrolujte baterii pozorně a ujistěte se, že není poškozená a nedochází k úniku.
4. Pokud baterie spadne na zem nebo dojde k abnormálnímu nárazu, nahláste prosím podrobnosti naší společnosti pro další informace a následná opatření.

## III. Skladování před instalací

1. Prostředí ke skladování: Pokud baterii nenainstalujete přímo po obdržení, skladujte ji prosím na čistém, větraném a tmavém místě při teplotě cca. 5-30°C.
2. Doba skladování: Kvůli samovolnému vybíjení dochází při skladování baterie k průběžnému snižování její kapacity. Baterii neskladujte déle než po dobu 12 měsíců, jinak dojde k nevratnému snížení její výkonnosti. Po šesti měsících skladování by měla baterie být nabíjena po dobu 24 hodin na napětí 2,40V/čl ± 0,1V. Poté byste ji měli nabít nejméně jednou za šest měsíců. Vyšší teplota urychlí samovybíjení baterie. Počínaje teplotou 20°C by měl být interval nabíjení snížen o polovinu za každých 10°C navýšení teploty. Pokud je baterie skladována např. při teplotě 35°C, úvodní nabítí i další opakovaná nabítí by měla být prováděna vždy po 3 měsících. Pokud není baterie řádně nabita, ovlivní to její výkonnost a přestane se na ni vztahovat běžná záruka.

## IV. Obezřetnost při instalaci

1. Než začnete s baterií manipulovat, prosím nasadte si gumovou zástěru, gumové rukavice, bezpečnostní brýle či jinou pomůcku k ochraně zraku. Nemějte na sobě kovové předměty, jako jsou např. šperky.
2. Baterie je velmi těžká. Manipulujte s ní opatrně a při pohybu zamezte nárazům.
3. Kouření či manipulace s otevřeným ohněm v blízkosti baterie jsou přísně zakázány. Uchovávejte baterii mimo elektrický oblouk.
4. Zamezte zkratu baterie. Baterie je nabitá a zkrat by mohl způsobit poškození zařízení či zdraví.
5. Baterii uchovávejte na chladném a dobře větraném místě. Neumisťujte ji na místo, které by mohlo být zaplaveno vodou.
6. Matice a svorky připojte ke koncovým terminálům v souladu se specifikací; jinak by mohlo dojít ke vzniku jisker či poškození koncovek.
7. Kontejner a kryt baterie čistěte vlhkým hadříkem. Nepoužívejte prachovku ani suchý hadřík, abyste zamezili vzniku statické elektřiny či jisker. Používání organických rozpouštědel, jako jsou např. lepidla či nafta, které by vedly k popraskání těla baterie.
8. Při běžném provozu nebude na těle baterie po jejím utěsnění žádný disociační elektrolyt. Avšak pokud je tělo baterie poškozené, může dojít k úniku disociační kyseliny sírové. V případě zasažení očí, kůže či šatů elektrolytem opláchněte postižené místo větším množstvím vody. Pokud kyselina zasáhne oči, okamžitě po jejich vypláchnutí vodou vyhledejte lékaře.
9. Ověřte, zda jsou kladné (+/červený) a záporné (-/černý) konektory zapojeny správně, jinak dojde k poškození baterie či nabíječky.
10. Při přenášení, instalaci a údržbě baterie použijte následující bezpečnostní pomůcky.
  - a) Ochranné brýle či štít na tvář;
  - b) Brýle odolné vůči kyselině;
  - c) Ochranná zástěra odolná vůči kyselině, bezpečnostní boty;
  - d) Řádné vybavení k přenosu;
  - e) Izolační zařízení.
11. Desky, svorky a spojovací části baterie obsahují olovo či olovené směsi a další chemické sloučeniny, které jsou zdraví nebezpečné.
 

**Po kontaktu s baterií si umyjte ruce!**

## V. Vlastnosti baterie

### 1. Dlouhá doba životnosti

Vysoce výkonné olovo-vápenaté mřížky zajišťují mírný průběh koroze a dlouhou určenou dobu životnosti, dosahující 10 let v pohotovostním režimu při optimálních hladinách nabíjení a za optimální provozní teploty nepřekračující 25°C.

### 2. Patentovaná konstrukce

Baterie fgFORTE jsou vybaveny PE konstrukcí pro oddělování směsí, která zajišťuje rovnoměrnou distribuci gelového elektrolytu uvnitř baterie a maximálně vyrovnané hladiny ve všech částech baterie.

### 3. Troidální utěsněná konstrukce

Utěsněná konstrukce s regulačními ventily a trojitě zesílené utěsnění terminálů a kontaktů zamezují úniku elektrolytu a zajišťují, aby baterie při běžném provozu zůstaly vzducho- a vodotěsné a nedošlo k průniku vnějšího vzduchu dovnitř baterie.

### 4. Nízké samovybíjení

Díky využití olovo-vápenatých mřížek se baterie fgFORTE vyznačují nízkou mírou samovybíjení a vysokou mírou spolehlivosti. Při pokojové teplotě dosahuje míra samovybíjení baterie fgFORTE asi 3% kapacity měsíčně.

### 5. Vysoká bezpečnost

Baterie fgFORTE jsou vybaveny výbuchuvzdornými bezpečnostními ventily, které zabraňují vzniku nadbytečného plynu. Konstrukce je navržena tak, aby nedošlo ke vzniku ohně z jisker ve vnitřní části baterie.

### 6. Vysoká účinnost obnovy

Olovená pasta pozitivních elektrod využívá unikátního receptu zajišťující snadné nabíjení baterie na běžnou úroveň.

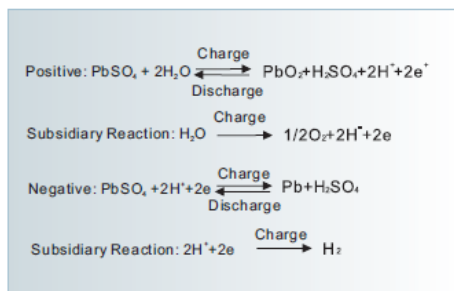
### 7. Nedochozí k vrstvení elektrolytu

V elektrolytu jsou využívána speciální aditiva zajišťující jeho gelovou konsistenci bez tečení, úniku či vrstvení, zaručující rovnoměrnou reakci všech částí desek.

## VI. Provozní pravidla

### 1. Elektrochemie

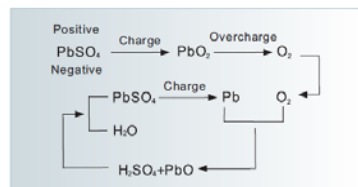
Baterie na principu olovo - kalcium je zařízení k uchování elektrické energie, které převádí elektrickou energii do potenciální chemické energie; v případě potřeby může být tato uložená chemická energie převedena zpět na elektrickou energii, která je poté dodávána do externích systémů. Ve stavu vybití se část  $PbO_2$  na pozitivním pólu změní na  $PbSO_4$  a část  $Pb$  na negativním pólu se rovněž změní na  $PbSO_4$ . Při této elektrochemické reakci tedy kladné i záporné elektrody generují  $PbSO_4$ . Při režimu nabíjení se olověný sulfát ( $PbSO_4$ ) na kladných a záporných elektrodách mění na  $PbO_2$  a na  $Pb$ .



Koncentrace a hustota elektrolytu se při vybití postupně snižuje. Nabíjení a vybití baterie probíhá prostřednictvím elektrochemických reakcí.

### 2. Slučování kyslíku

Kladná deska generuje v závěrečné fázi nabíjení plynný kyslík. Pokud jsou na záporné elektrodě nadbytečná aditiva, šíří se k záporným deskám kyslík skrze PE separátor a reaguje s porézním olovem, čímž vzniká oxid olovnatý, který se následně mění na olovnatý sulfát a vodu. Udržujte zápornou desku ve stavu depolarizace nebo nedostatečného nabití, aby baterie nedosáhla příliš vysokého potenciálu vzniku plynného kyslíku. Tím bude zabráněno vzniku plynného kyslíku, ztrátě vody a baterie bude bezúdržbová a utěsněná.

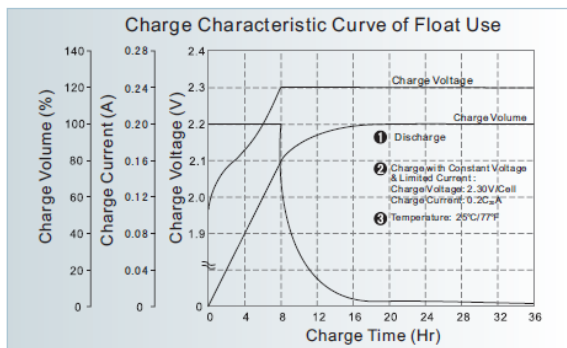


## VII. Nabíjení, vybití a životnost baterie

### 1. Nabíjecí charakteristika

Podmínky nabíjení jsou jedním z důležitých faktorů pro používání baterie. Výkonnost a doba provozu baterie přímo závisí na způsobu nabíjení a používaných parametrech nabíjecích křivek. Doporučujeme nabíjet baterie při teplotách v rozmezí 5-30°C. Při teplotě nižší než 5°C či vyšší než 35°C dojde k neúplnému nabití baterie či jejímu přehřátí, což snižuje životnost této baterie.

### 2. Nabíjecí křivka při režimu float (plovoucí nabíjení)



### 3. Vazba mezi nabíjecím napětím v režimu float a teplotou prostředí

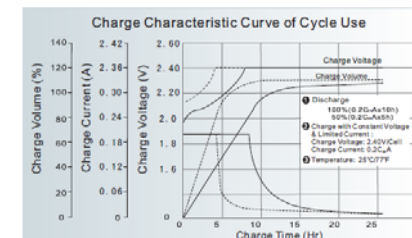
Při obecné teplotě 5-30°C dosahuje nabíjecí napětí 2,25V~2,30V/čl. Baterie jsou při nabíjení v režimu float nabíjeny metodou stálého napětí s omezeným proudem. Úvodní proud dosahuje 0,1C<sub>20</sub>A, maximální proud 0,2C<sub>20</sub>A.

1) Při teplotě 25°C float dosahuje napětí 2,27V na článek.

2) Když se změní teplota prostředí, mělo by být napětí float nabíjení upraveno. Koeficient teplotní kompenzace se rovná -3mV/, tj.  $U_{float} = [2.25 - 0.003(t-20)] * n$ .

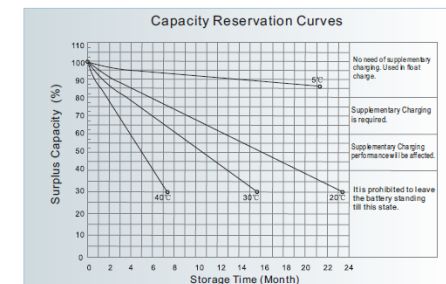
### 4. Nabíjecí křivka při cyklickém použití

Baterie pro cyklické použití využívají pro nabíjení metodu stálého napětí s omezeným proudem. Při teplotě 20-25°C má nabíjecí napětí gelové baterie dosahovat 2,40V na článek; úvodní nabíjecí proud nemá být vyšší než 0,2C<sub>20</sub>A a k plnému nabití baterie dojde za cca. 24 hodin. Pokud hodnota nabíjecího proudu zůstane v závěrečné fázi nabíjení nezměněná po 3 hodiny, znamená to, že je baterie plně nabitá. Nabíjecí křivky jsou uvedeny v tabulce napravo.



### 5. Doplnkové nabíjení

Kvůli samovolnému vybití se kapacita dlouhodobě skladovaných baterií pomalu snižuje. Vztah mezi kapacitou, teplotou a dobou skladování je popsán v křivce napravo. Doplnující nabíjení využívá metodu stálého napětí s omezeným proudem. Úvodní nabíjecí proud má dosahovat 0,05 – 0,1C<sub>20</sub>A, nabíjecí napětí 2.35–2.4V/článek a nabíjení obvykle trvá 36 hodin. Po dlouhodobém skladování by měly baterie před použitím být nabitý.

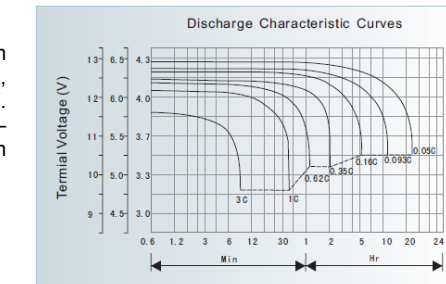


### Storage Time vs Charge Voltage and Charge Time

Storage Time (Month)	Charge Voltage (V/Cell)	Maximum Charge Current (A)	Charge Time (Hr)
3 ~ 6	2.35	0.2C <sub>20</sub>	36
6 ~ 12	2.40	0.2C <sub>20</sub>	48
12 ~ 20	2.40	0.2C <sub>20</sub>	60

### 6. Charakteristika vybití

Míra vybití i koncové napětí se liší. Při vyšším vybitím proudy je nižší koncové napětí, a naopak, při nižším vybitím proudy je vyšší koncové napětí. Běžně je koncové napětí baterie nastaveno na 1,8 – 1,6V/čl. Vybitá kapacita je nižší při vyšším vybitím proudy.



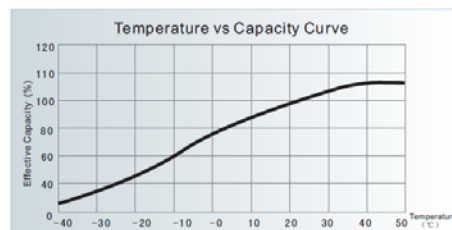
## Vybíjecí kapacity x teplota

Vybíjecí kapacita baterie souvisí s teplotou. Při nižší teplotě je vybitá kapacita nižší, při vyšší teplotě vyšší. Příliš vysoká teplota může vést k závažnému poškození životnosti baterie. Ideální provozní teplota baterie je 20-25°C.

Kapacita vybití při různé teplotě (Ct) vs. kapacita vybití při 25°C (C25) se řídí následujícím vzorcem.

$$C_{25} = \frac{C_t}{1 + K(t - 25)}$$

C25..Kapacita vybití při 25°C (Ah)  
Ct.....Kapacita vybití při teplotě t°C (Ah)  
t.....teplota prostředí při vybití  
K.....Koeficient kompenzace teploty



## 7. Charakteristika doby životnosti v režimu float

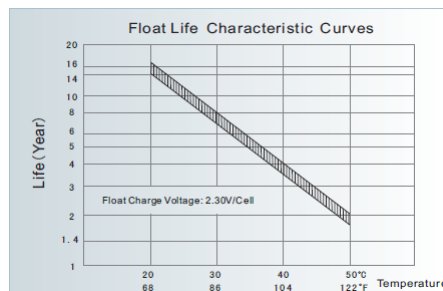
Při doporučeném dobíjení v režimu float při teplotě 25°C dosahuje předpokládaná životnost gelové baterie 10 let. Užiténá doba baterie souvisí s okolní teplotou, hloubkou vybití, mírou vybití a nabíjecího napětí v režimu float. Při reálném užívání má na životnost baterie přímý vliv hluboké vybití, časté vybití a nesprávný float režim nabíjení.

## Proměnlivá doba životnosti x teplota

Dle Arrheniovy rovnice se doba životnosti baterie mění s teplotou. Při nárůstu teploty o každých 10 stupňů životnost v režimu float klesá na polovinu.

$$L_n = \frac{K_1}{K_2} \cdot \frac{E_a}{R} \cdot \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

K1 stálá konstanta při teplotě T1  
K2 1 (shoduje se s konstantou při teplotě T2)  
Ea: aktivační energie  
R: vzduchová konstanta, 8.3143J-mole-K-1  
T1: teplota prostředí při vybití, K  
T2: Standardní teplota 293K



Float Charge Voltage (V)	Battery Actual Float Life at Different Temperature (Year)				
	20°C	25°C	30°C	40°C	50°C
2.30	15.0	10.6	7.5	3.7	1.9

## VIII. Záznamy

Provozní záznamy pevných baterií jsou velmi důležité pro jejich údržbu a ochranu. Tyto informace jsou velmi důležité pro potvrzení životnosti baterie a optimalizaci její trvanlivosti.

Baterie může fungovat při teplotě nižší než 25°C, ovšem doba nabíjení bude relativně dlouhá. Po instalaci baterií a týdenním provozu v režimu float nabíjení je třeba zaznamenat následující informace:

- 1) Napětí na svorce baterie
- 2) Nabíjecí napětí
- 3) Plovoucí nabíjecí napětí pro každou baterii
- 4) Vnitřní odpor každé baterie. U stejné baterie umístěte měřič vnitřního odporu na svorky, mezi kterými je největší diagonální vzdálenost.
- 5) Teplota prostředí
- 6) Ověřte, zda byly veškeré přípojné body připojeny na správnou hodnotu utahovacího momentu (11.3Nm). Pro testování vnitřního odporu každého připojení používejte miliohmmer. Test provádějte v souladu s návodem k použití. Pokud je rozsah hodnot o 20% vyšší než v průběhu instalace, upevněte šrouby opětovně na 11.3Nm. Pokud zůstávají hodnoty vysoké, osušte svorky a rozhraní mezi koncovkami a přípojkami.

## IX. Údržba

Při manipulaci s baterií použijte masku nebo ochranné sklo a zajistěte, aby nebyla baterie položena blízko ohně či kouře.

Správná údržba může prodloužit životnost baterie a usnadnit posouzení, kdy je třeba baterii vyměnit. Pokud se způsob údržby liší od tohoto návodu, mohou uživatelé provádět údržbu dle užívání baterie a spolehlivosti. Veškerá údržba musí být prováděna odborným personálem.

### 1) Kontrola

Veškeré kontroly se snažte provádět v režimu float nabíjení. Měření by měla být prováděna v souladu se specifikacemi od dodavatelů. Záznamy uchovávejte pro budoucí srovnání.

#### 1.1 Měsíční kontroly - Záznamy o měsíční kontrole:

1.1.1 Napětí při plovoucím (float) nabíjení všech baterií

1.1.2 Proud a napětí z nabíječky

1.1.3 Teplota, větrání a monitoring zařízení

1.1.4 Vizuální kontrola baterie:

- Vzhled baterie: koncovky, konektory, případná koroze na stojanu.
- Rozhraní mezi bateriemi a podložkou (stojanem)
- Jakékoli praskliny či úniky
- Jakékoli deformace baterie či stojanu

1.2 Čtvrtletní kontroly - Mimo kontroly výše uvedených položek 1.1, zkontrolujte a zaznamenejte rovněž následující údaje (pro srovnání s předchozími záznamy):

1.2.1 Odpor bloku

1.2.2 Teplota záporné svorky každé baterie

1.2.3 Proveďte náhodnou kontrolu odporu (zkontrolujte nejméně 10% nebo alespoň 6 propojek), pokud je odpor vyšší než počáteční hodnota, pak je nutné zkontrolovat odpor všech konektorů a zjistit důvod (prosím zkontrolujte pokaždé jiné konektory)

## X. Řešení problémů

Čís.	Popis problému	Řešení
1	Netěsnost/vylití	Kontaktujte prosím dodavatele ohledně výměny baterie
2	Prasklý kontejner	Kontaktujte prosím dodavatele ohledně výměny baterie
3	Nízké plovoucí napětí	Proveďte vyrovnávací nabíjení 24 – 48h
4	Snížená kapacita baterie	Proveďte vyrovnávací nabíjení 24 – 48h
5	Vysoká teplota v okolí pólu	Proveďte revizi připojovacích kontaktů, nabíječe, větrání a nabíjecího proudu
6	Abnormální vzhled (vydutí...)	Kontaktujte prosím dodavatele ohledně výměny baterie
7	Chyby v uzemnění	Zkontrolujte, zda není baterie vylitá, zkontrolujte uzemnění
8	Nekvalitní spojení, nesprávný vnitřní odpor	Zkontrolujte propojení baterie a metodu nabíjení

V ostatních případech kontaktujte prosím dodavatele.