

Vattenbegjutning av 400 Volt traktionsbatteri i färskvatten och saltvatten.

Lars Hoffmann



VATTEN OCH TRAKTIONSBATTERI – ÄR DET EN FARLIG KOMBINATION?

En delrapport i projektet ”Räddningskedjan” ett projekt med ekonomiskt stöd ifrån FFI, Fordonsstrategisk forskning och Innovation.



Bakgrund

Vatten och el, kan dessa två element fungera ihop eller är det en slags oskriven lag att dessa två element för evigt ska hållas isär? Denna studie har vi i första hand utfört för att säkerställa om det kan vara farligt att t.ex. för en brandman, dyka ner eller vada till ett e-fordon (el- och elhybridfordon) som hamnat i ett vattendrag. Som extra information gjordes dessutom gasanalys av den genom elektrolys framställda vätgas och klorgas för att utvärdera om denna blandning kunde vara explosiv. Därutöver genomfördes även en grundlig analys av det vatten där batterierna sänktes ner i. Proven utfördes under vecka 42, 15:e till 18:e oktober 2012, samt under vecka 47 den 20:e november 2013.

Key words: e-fordon, traktionsbatteri, vatten, el, el och vatten, water immersion, elektrisk fältstyrka i vatten.

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut
SP Technical Research Institute of Sweden

SP Rapport : Delrapport för projektet Räddningskedjan
SP rapportnummer: 2014:9
ISBN: 978-91-87461-56-9

Borås 2013-12-10

Lars Hoffmann

Innehållsförteckning

Bakgrund	2
Innehållsförteckning	3
Förord 4	
Projektgrupp Räddningskedjan	4
1 Sammanfattning	5
2 Metod	6
2.1 Mätuppsättning	6
3 Resultat	7
3.1 Prov 1	7
3.1.1 Teknisk data:	7
3.1.2 Kemisk karaktärisering första försöket	7
3.1.3 Metoder	7
3.2 Prov 1	8
3.2.1 Spänningar Färskvatten	8
3.2.2 Spänningar 3% Saltvatten	8
3.2.3 Vattnets påverkan före och efter	9
3.3 Prov 2	11
3.3.1 Vattnets påverkan före och efter	11
3.3.2 Teknisk data:	11
3.3.3 Kemisk karaktärisering andra försöket	11
3.3.4 Metoder	11
3.3.5 Provserie två	12
3.3.6 Spänningar färskvatten	13
3.3.7 Spänningar 3% saltvatten	13
4 Slutsatser	14
4.1 Prov 1	14
4.2 Prov 2	14
4.3 Gemensamma slutsatser	15
5 Bilagor	16
5.1 SP provningsrapport Prov 1	16
5.2 SP provningsrapport Prov 2	17

Förord

Projektgrupp Räddningskedjan

Räddningskedjan är ett VINNOVA-finansierat projekt där David Sturk, Autoliv Development AB är projektägare och därmed också projektledare för projektet. Övriga deltagare är Volvo Car Corporation, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB), Presto Brandsäkerhet AB, Trafiksäkerhetscentrum norr (TSCN), Enheten för kirurgi, Umeå universitet och SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut,. Räddningskedjan är ett forskningsprojekt om el- och elhybridfordons systemspecifika riskfaktorer och haverikonsekvenser i händelse av en olycka eller elektriskt systemfel med syfte att utveckla ett utbildningsprogram för svensk räddningspersonal.

Översikt

En snabb och kompetent räddningsinsats i händelse av en olycka med e-fordon kräver ny kunskap och utbildning för att kunna minimera tiden till slutlig behandling av olycksoffren.

År 2020 beräknas flera miljoner e-fordon rulla på vägarna över hela världen. För närvarande finns det dock en stor osäkerhet bland räddningspersonal rörande lämpliga åtgärder och prioriteringar när man ska hantera olyckor med alla dessa typer av e-fordon. Fordonens batterisystem ger inte bara hög spänning, hög elektrisk kapacitet och stor effekt- och energitäthet, utan innehåller också stora mängder brännbara ämnen som ger anledning till otrygghet gällande säkerheten för den personal som är först på en olycksplats. Följaktligen finns ett uppenbart behov av nya riskanalyser när det gäller att hantera uppkomna olyckor som involverar sådana system.

Huvudsyftet med forskningsprojektet "Räddningskedjan" är att utveckla ett grundmaterial som utbildningsprogram för svensk räddningspersonal baserat på en översyn av befintliga rekommendationer, samt stress- och trafikrelaterade skadetester av sådana batterisystem. Baserat på bedömningar av olycksmönster, dokumenterade olyckor med e-fordon och tekniska grunddata har olycksscenariot som ger omfattande skador på batterisystemen och hur systemen reagerar på dessa skador undersökts.

En rad typer av kommersiella batterier finns på marknaden men tack vare den höga energi- och effekttätheten hos Li-jon batterier är sådana vanligast bland de e-fordon som just nu produceras. Av den anledningen har tonvikt lagts på Li-jon battericeller och system under detta projekt. Förutom krocktester med belastningar som speglar verkliga trafikolyckor, har stresstester genomförts med avseende på kortslutning (intern/extern), nedsänkning i vatten (varierande salthalt), motstånd hos isoleringsmaterial, gnistbildning, eld/förbränningsenergi, gasanalys samt bedömning av olika släckmedel för brandbekämpning.

1 Sammanfattning

Genom dessa prov där li-jon batteri nedsänktes i såväl färskvatten som 3 % saltvatten bevisades att det är helt ofarligt att på samma gång vistas i vattnet och i direkt närhet av ett batteri med i detta fall 400 Volt likspänning. Förutsättningen för denna slutsats är att den utsatta individ som vistas i batteriets omedelbara närhet inte på ett aktivt sätt vidrör någon av batteriets poler. I analogi med detta kan antagande göras att ett e-fordon som av någon anledning äntrat ett vattendrag bestående av antingen sjövattnet eller havsvatten ej heller utgör fara för de badande som befinner sig i e-fordonets omedelbara närhet.

Dock förutsätter det att person som dyker eller badar ej vidrör utsatt del i traktionssystemet (förklaring, t.ex. öppnar batteriskalet och tar direkt på spänningsförande utsatta delar i traktionsbatteriet och på dess celler). Dessa delar är dock vanligen inbyggda i fordonets skyddande strukturer och svåråtkomliga för oaksam beröring.

De på markanden fabrikstillverkade E-fordon utförda av seriösa konstruktörer och fordonsföretag har i sina system ett övervakningssystem som omedelbart stänger av kraftmatning från traktionsbatteriet till e-fordonets traktionssystem.

Detta ger ytterligare personskydd för den (t.ex. brandman) som har uppdrag att hjälpa passagerare som äntrat ett vattendrag med sitt e-fordon.

Vid vattenbegjutning i saltvatten uppstod en stickande klorgas vilken kan tänkas att ansamlas inuti ett fordons luftfickor, huruvida dessa gasblandningar är brandfarliga har inte studerats under dessa prov.

Inga drastiska händelser kunde observeras vid någon av dessa prov, dock bör man ha vetskap om att ett batteri som av någon anledning blivit vattenbegjutet och inte urladdats fortfarande efter flertalet månader kan ha en nivå av skadlig spänning vilket främst räddningstjänst, fordonsmekaniker och bilåtervinnare bör bli upplysta om.

2 Metod

2.1 Mätuppsättning

Eftersom provens genomförande har sina begränsningar gällande volym på kar och inte minst karetets yta till storlek fick provet av naturliga skäl sina begränsningar.

Visst hade det varit intressant att genomföra detta prov t.ex. i en simbassäng modell större. Dock hade inte projektet den budget för att kunna genomföra prov av den digniteten och dessutom finns det få om ens någon som vill låna ut sin bassäng till ett sådant försök.

Karet är byggt av rostfri plåt och har en volym av 600 liter.

Mätningarna genomfördes med hjälp av mätelektroder av syrafast metall förmonterade i en träskiva enligt nedan skiss. I denna träskiva fanns även bärande stålband i vilken provobjekten var placerade för att hålla avstånden i nedsänkt läge.

I provserie två var det inte möjligt att använda denna träskiva då provobjekten inte fick plats p.g.a. dess bredd. I dessa prov mättes istället spänningen mellan dess poler till karetets metall samt fältstyrkan i vätskan 100 mm ifrån batteriet på 1000 mm avstånd.

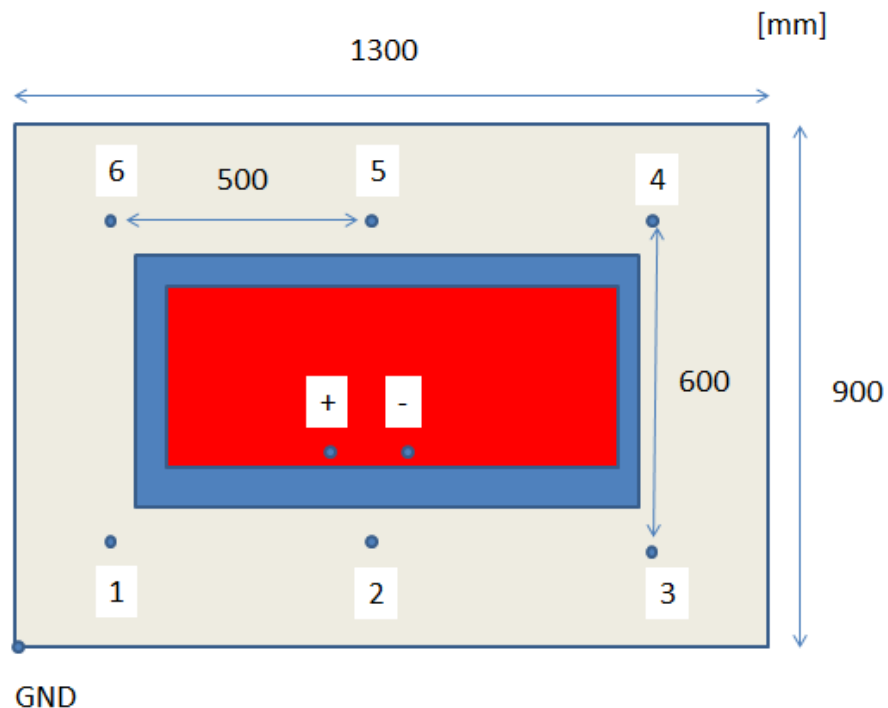


Bild 1 Skiss föreställande mätuppsättningen inför vattenbegjutningen, för att mäta elektriska fältstyrkor i dess vatten.

3 Resultat

3.1 Prov 1

3.1.1 Teknisk data:

- Hybridbatteri för ett prototyp e-fordon
- Märkspänning: 396 Volt
- Elektriskt energiinnehåll: 2,4 kWh
- Antal celler: 108 st. uppdelade på fyra moduler
- Kapacitet per cell: 7 Ah
- Märkström: 210 Ampere
- Batterityp: LiFePO₄
- Förpackning, Pouchcell (Sv. Kaffepåscell)

3.1.2 Kemisk karaktärisering första försöket

Kemisk karaktärisering av tre vattenlösningar innehållande natriumklorid (NaCl) i vilka ett laddat li-jon batteri har sänkts ned vilket lett till en urladdning av batteriet.

Görs inom Batteri- och elhybridplattformen (PX 11654)

Ankom SP KMoo: 2012-10-18

Inlämnat av: Lars Hoffman, ELle

Analysdatum: 2012-10-18 – 2012-11-12

3.1.3 Metoder

pH bestämdes potentiometriskt med en glaselektrod.

Löst fluorid (F⁻) bestämdes med jonkromatografi med konduktivitetsdetektor.

Test av närvaro av fri klor (i form av elementärt klor (Cl₂), hypoklorsyra (HClO) eller hypoklorit (ClO⁻)) gjordes enligt ISO 7393/1. Eftersom fri klor kan brytas ned långsamt bör testet göras omedelbart men i detta fall utfördes testet efter sex dagar där proverna förvarats vid rumstemperatur.

Torrsubstanshalt (TS) bestämdes genom att blanda lika volymer av de tre lösningarna och väga blandningen före och efter torkning vid 105 °C.

Översiktsanalys gjordes dels på fällning som samlats upp på ett filter (0,45 µm) och dels på intorkat prov där lösningen torkats vid 105 °C med röntgenfluorescens (XRF) enligt metod SP 4343. Metoden är en semikvantitativ analys av ytskiktet och är applicerbar på ca. 70 av de 80 allmänt förekommande grundämnena i periodiska systemet (natrium och tyngre element) och ger en ungefärlig uppskattning av halten. Viktiga grundämnen som inte mäts är bor, kol, kväve, syre och fluor.

3.2 Prov 1

3.2.1 Spänningar Färskvatten

	U1	U2	U3	U4	U5	U6
Spänning [Vdc]	3,2	1,6	0,9	0,26	1,1	2,1
	U12	U23	U34	U45	U56	U61
Spänning [Vdc]	1,4	2,7	1,0	0,8	0,9	1,3
	U GND+	U GND-				
Spänning [Vdc]	161,3	188,4				

Spänning före test: 357 Volt
 Spänning efter test: 353 Volt
 Provtid: 7min och 10 sek

3.2.2 Spänningar 3% Saltvatten

	U1	U2	U3	U4	U5	U6
Spänning [Vdc]	0,2	4,1	5,6	0,5	1,3	2,3
	U12	U23	U34	U45	U56	U61
Spänning [Vdc]	2,6	2,2	1,2	2,6	0,2	0,1
	U GND+	U GND-				
Spänning [Vdc]	41	17				

Spänning före test: 356 Volt, 140 Volt efter halva tiden
 Spänning efter test: 62 Volt
 Provtid: 7min och 25 sek

3.2.3 Vattnets påverkan före och efter

Färskvatten utgör endast ringa skada på batteriet, dock skadas balanseringselektroniken och intern kommunikation mellan huvudprocessor och modulernas mätprocessorer.



Bild 2. Före vatten begjutning

Vattenbegjutning i saltvatten är ett mer livligt prov där vattnet ser ut att koka p.g.a. den gasbildning som uppstår vid cellernas plus (katod) och minus (anod) anslutningar. Mycket av denna gas försvinner ut i atmosfären men klorgasens stickande lukt känns direkt på långt håll. Vid vatten begjutning i saltvatten uppstår en stickande klorgas vilken kan tänkas att ansamlas inuti ett fordon's luftfickor, huruvida dessa gasblandningar är brandfarliga har inte studerats under dessa prov.

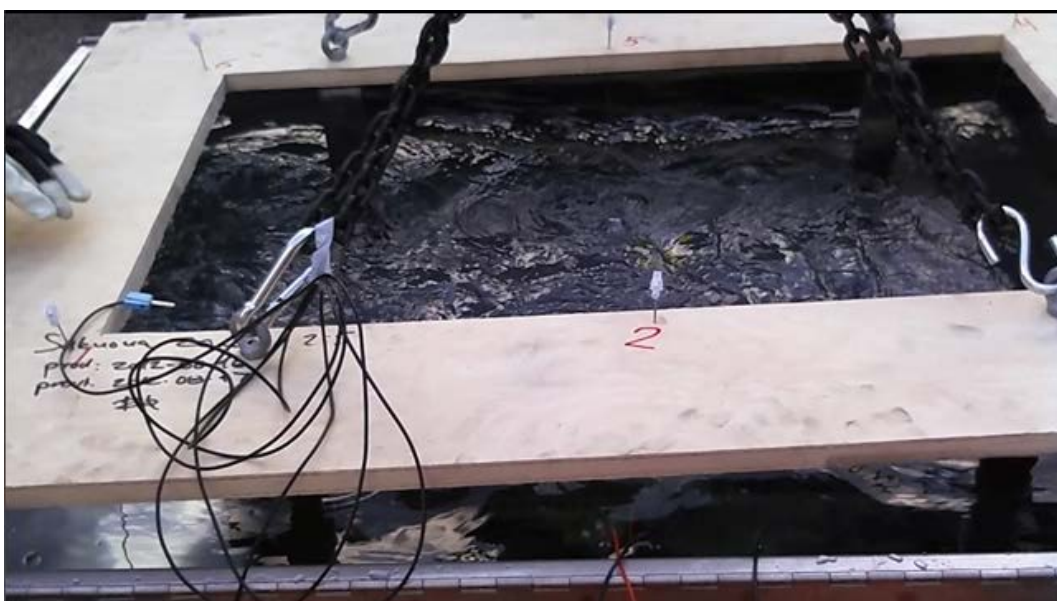


Bild 3. Vatten begjutning i 3% Saltvatten

Efter provets slut ser saltvattnet inte så inbjudande ut och man kan se färgförändringar mest p.g.a. en cocktail där olika metalljoner som fällts ur med hjälp av den elektrolys som uppstår. Främst detekteras Zink-, Järn-, Koppar- och Aluminium-joner i saltvattnet efter provet, men även andra föreningar förekommer, se bilaga Kemisk karaktärisering.



Bild 4. Efter begjutning i 3 % Saltvatten

Under provets genomförande visar sig felströmmen vara av sådan omfattning att interna ledare och dess isolationsmaterial smälter under vattenytan. Traktionsbatteriet är efter provet totalt tömt på all elektrokemisk energi, dock är batteriet varmt av förklarliga skäl. Cellerna innehåller fortfarande organisk elektrolyt som kan bidra som bränsle vid brand.

3.3 Prov 2

3.3.1 Vattnets påverkan före och efter

3.3.2 Teknisk data:

- Batteri för ett prototyp e-fordon
- Märkspänning: 375 Volt
- Elektriskt energiinnehåll: 11,2 kWh
- Kapacitet per cell: 15 Ah
- Märkström: 200 Ampere
- Batterityp: LMO/NMC-Carbon
- Förpackning, Pouchcell (Sv. Kaffepåscell)

3.3.3 Kemisk karaktärisering andra försöket

Kemisk karaktärisering av tre vattenlösningar innehållande natriumklorid (NaCl) i vilka ett laddat Li-ion batteri har sänkts ned vilket lett till en urladdning av batteriet.

Görs inom Batteri- och elhybridplattformen (PX 11654)

Ankom SP KM: 2013-12-03

Inlämnat av: Lars Hoffman, ELle

Analysdatum: 2013-12-04 – 2013-12-21

3.3.4 Metoder

pH bestämdes potentiometriskt med en glaselektrod.

Löst fluorid (F⁻) bestämdes med jonkromatografi med konduktivitetsdetektor.

Bestämning av fri klor eller hypoklorit gjordes titrimetriskt enligt ISO 7393/1 och halten är uttryckt som massa Cl₂ per Volym

Test av närvaro av fri klor (i form av elementärt klor (Cl₂), hypoklorsyra (HClO) eller hypoklorit (ClO⁻)) gjordes enligt ISO 7393/1. Eftersom fri klor kan brytas ned långsamt bör testet göras omedelbart men i detta fall utfördes testet efter sex dagar där proverna förvarats vid rumstemperatur.

Torrsubstanshalt (TS) bestämdes genom att blanda lika volymer av de tre lösningarna och väga blandningen före och efter torkning vid 105 °C.

Översiktsanalys gjordes dels på fällning som samlats upp på ett filter (0,45 µm) och dels på intorkat prov där lösningen torkats vid 105 °C med röntgenfluorescens (XRF) enligt metod SP 4343. Metoden är en semikvantitativ analys av ytskiktet och är applicerbar på ca. 70 av de 80 allmänt förekommande grundämnena i periodiska systemet (natrium och tyngre element) och ger en ungefärlig uppskattning av halten. Viktiga grundämnen som inte mäts är bor, kol, kväve, syre och fluor.

Två vattenprover togs vid andra försöket, båda proverna togs från det vatten som lämnade batteriet när det lyftes upp ur karet ca: 30 min efter att batteriet sänktes ner i vattnet.

Första vattenprovet togs på färskvatten testet och det andra vattenprovet togs på saltvatten testet. Det vi förväntade oss var joner ifrån koppar, aluminium, zink, tenn, nickel och järn. Vidare ville vi se förekomst av klor, dels som elementärt klor Cl₂ men även i förening med väte och syre. Dessutom ville vi se om det fanns någon möjlighet att hitta någon typ av fluorider i dessa vattenprover. Hur elektrolyseringen påverkat pH värdet på vattnet var även det intressant. Vattenproven undersöktes tre veckor efter vatten begjutningen av batterierna varför andelen fri klor kan ha avtagit under denna tid. För en mer detaljerad läsning se hela rapporten ifrån Eskil Sahlin, SP Kemi, bilaga 2

	Färskvatten	3% Saltvatten
pH	9,2	6,4
F	<0,4 mg/l	<1 mg/l
Fri klor	<0,5 mg/l	<0,5 mg/l
TS (vikt-%)	-	2,6

Tabell 1 Bestämning av pH, löst fluorid (F), fri klor och torrsbstanshalt (TS)

3.3.5 Provserie två

Provserie två var det inte möjligt att använda denna träskiva då provobjekten inte fick plats p.g.a. dess bredd. I dessa prov mättes istället spänningen mellan dess poler till karets metall samt fältstyrkan i vätskan 100 mm ifrån batteriet på 1000 mm avstånd.

Det andra provet av att vatten begjuta ett traktionsbatteri genomfördes den 20 november 2013. Detta prov genomfördes på ett produktionsfärdigt batteri som idag finns i marknadsförda produkter, p.g.a. sekretess kan inga bilder eller annan ingående information därav ges.

Detta prov var tänkt att ge svar på vad som händer med två fullt laddade batterier som dels sänks ned i färskvatten samt i 3% saltvatten motsvarande den saltkoncentration vi har på västkusten.

Båda batterierna var preparerade i förväg med extra temperatursensorer för att kunna avläsa eventuell temperaturstegring inuti batteriet. De var dessutom uppstartade med yttre datorkommunikation för att simulera ett e-fordon i drift, m.a.o. var dessa båda traktionsbatterier i driftläge när vi sänkte ner dem i vattenbadet. Batterierna är försedda med original plåtkapsling vilket gör att det tar viss tid innan vatten kan tränga in fullständigt och dessutom har vi monterat kontakter på alla uttag försvårar vatten inträngning

Första provet i färskvatten, inom fem sekunder har skyddssystemet slagit ifrån traktionsbatteriets huvudkontakter, batteriet är oskadliggjort och endast fältstyrkor under 0,5 Volt per meter går att mäta i vattnet. Traktionsbatteriet får ligga i vattnet under 30 minuter och under denna tid händer ingenting. Beslut tas om att lyfta upp och förvara detta batteri åtskilt. Mätningar skall genomföras på veckobasis för att se batterispänningen och om denna avtar. Men, under mer än två månaders förvaring sjunker spänningen endast marginellt, med endast några få Volt.

Det andra batteriet som doppas i saltvatten får en mer livlig utgång, dock händer samma här att skyddssystemen kopplar bort batteriet mer eller mindre omgående och liksom i första fallet blir de elektriska fältstyrkorna i vattnet mindre än 0,5 Volt per meter. Gasutvecklingen blir dock stor och den stickande klorgasen gör sig påmind direkt. Klorgas bildas vid cellernas pluspol medan vätgas bildas vid cellernas minuspol.

Av dessa båda grundämnen bildas senare ett antal olika produkter men det mesta av gasen försvinner ut i atmosfären, se bilaga 5.2 Kemisk karaktärisering.

En iakttagelse ifrån det andra provet med batteri i saltvatten var att efter 15 minuter var cellerna totalt tömda på elektrisk energi vilken hade övergått till värmeenergi i saltvattnet.

Saltvattnets starttemperatur var 4 °C och efter 15 minuter hade vattentemperaturen i 400 liter vatten stigit till 23 grader.

Värmeutvecklingen var enorm och inne under batteriskalet uppmättes temperaturer på mer än hundra grader.

Saltvatten är en god ledande vätska och efter 30 minuter har tagit upp traktionsbatteriet konstaterades att dess servicesäkring löst ut på 200 A, I efterhand har vi kunnat konstaterat att servicesäkringen löste ut tämligen omgående när saltvattnet penetrerade in i batteriet.

Inga drastiska händelser kunde observeras vid någon av dessa prov, dock bör man ha vetskap om att ett batteri som av någon anledning blivit vattenbegjutet fortfarande efter flera månader kan ha en nivå av skadlig spänning vilket främst räddningstjänst, fordonsmekaniker och bilåtervinnare bör bli upplysas om.

3.3.6 Spänningar färskvatten

De fältstyrkor som kunnat mätas i provet med färskvatten visade sig vara mindre än 0,5 Volt per meter 100 mm ifrån batteriet.

3.3.7 Spänningar 3% saltvatten

Likväl som i provet med färskvatten blev de uppmätta fältstyrkorna låga även i detta prov.

De fältstyrkor som kunnat mätas i provet med saltvatten visade sig vara mindre än 0,5 Volt per meter 100 mm ifrån batteriet.



Bild 5 Batteriets inbyggda system öppnar huvudkontaktorerna omgående, mätinstrument till vänster är anslutet efter huvudkontaktorerna och instrument till höger före dessa.

4 Slutsatser

4.1 Prov 1

Slutsatser baserade på prov 1

I det första provet genomfördes vattenbegjutningen med ett i stort sett helt öppet batteri. Så här kommer ingen att producera ett e-fordon men anledningen till att det utfördes just på det här viset var för att se den absolut värsta tänkbara förutsättningen.

Det får ändå anses helt ofarligt att vada eller dyka ner till ett e-fordon som hamnat i vatten, dock med den förutsättningen att allmän person eller special tränad person INTE vidrör eller på något sätt utför mekanisk åverkan på traktionssystemet eller avsiktligt kommer i kontakt med spänningsförande del eller utsatt del. Detta är dock i stort sett omöjligt på ett e-fordon byggt av en fordonstillverkare vilken uppfyller globala regler.

Dock finns en liten men dock rimlig chans att amatörbyggda eller småskaligt byggda e-fordon som inte är utförda enligt de globalt överenskomna kraven kan komma att exponeras i en situation där räddningstjänst kan komma att utöva en insats. De som konstruerat dessa e-fordon har i förekommande fall inte vidtagit samma åtgärder att begränsa åtkomst av utsatta och därmed spänningsförande delar. Därför var detta försöket med ett helt öppet batteri av stort tekniskt intresse.

I ovan fall är det viktigt att inte vidröra någon utsatt del vid batteriet eller dess drivsystem.

4.2 Prov 2

Slutsatser baserade på prov 2

De skyddssystem som finns installerade i ett batteri konstruerat för de globala krav som massproducerande fordonstillverkare har fungerar helt klanderfritt och inom ett par sekunder kopplar batteriet själv ifrån sina huvudkontakter och avmobiliserar batteriet och dess skadliga spänning.

Om ett batteri vattenbegjutits med saltvatten uppstår inte bara gasning utan p.g.a. den strömrusning som felströmmen ger i det konduktivt ledande vattnet bildas även en stark värmeutveckling. Denna kan med fördel lokaliseras med hjälp av en värmekamera som räddningstjänsten normalt har i sin ambulerande utrustning.

4.3 Gemensamma slutsatser

Baserade på prov 2

E-fordon som hamnat i saltvatten har i stort sett tömt sin elektriska energi inom 15 minuter och då har normalt inte räddningstjänsten hunnit fram till skadeplatsen.

Vetskapen om att gaser av klor eller klorväte föreningar kan förekomma i fordonets luftfickor är då av största vikt.

E-fordon som hamnat i färskvatten kopplar visserligen bort sina huvudkontakter men de kan ändå ha full elektrisk laddning flertal månader efter vattenbegjutningen.

Batterier som hamnat i saltvatten får en temperaturstegring vilken lätt kan avläsas med en värmekamera, under förutsättning att man kommer åt dessa ytor med värmekameran.

Ur ett elsäkerhets tekniskt perspektiv är ofarligt att vada eller dyka till ett e-fordon för att göra en livräddande insats eftersom fältstyrkorna är så låga att de inte ens kommer upp i nivåer där tröskelvärdet för känsel nås. För att få en förnimmelse av elektrisk strömgenomgång krävs högre spänningar och framförallt strömmar, för fördjupande läsning hänvisas till standard, IEC 60479-1, Effects of current on human beings and livestock.

5 Bilagor

5.1 SP provningsrapport Prov 1



RAPPORT

Kontaktperson	Datum	Beteckning	Sida
Eskil Sahlin SP Kemi, Material och Ytor - Kemi 010-516 52 65 Eskil.Sahlin@sp.se	2012-11-12		1 (1)

Kemisk karaktärisering

Kemisk karaktärisering av tre vattenlösningar innehållande natriumklorid (NaCl) i vilka ett laddat litiumjonbatteri har sänkts ned vilket lett till en urladdning av batteriet.

Görs inom Batteri- och elhybridplattformen (PX11654)

Ankom SP KMoo: 2012-10-18

Inlämnat av: Lars Hoffman, ELle

Analysdatum: 2012-10-18 – 2012-11-12

Metoder

pH bestämdes potentiometriskt med en glaselektrod.

Löstfluorid (F-) bestämdes med jonkromatografi med konduktivitetssdetektor.

Test av närvaro av fri klor (i form av elementärt klor (Cl₂), hypoklorsyra (HClO) eller hypoklorit (ClO₂)) gjordes enligt ISO 7393/1. Eftersom fri klor kan brytas ned långsamt bör testet göras omedelbart men i detta fall utfördes testet efter sex dagar där proverna förvarats vid rumstemperatur.

Torrsubstanshalt (TS) bestämdes genom att blanda lika volymer av de tre lösningarna och väga blandningen före och efter torkning vid 105°C.

Översiktsanalys gjordes dels på fällning som samlats upp på ett filter (0,45 µm) och dels på intorkat prov där lösningen torkats vid 105°C med röntgenfluorescens (XRF) enligt metod SP 4343. Metoden är en semikvantitativ analys av ytskiktet och är applicerbar på ca. 70 av de 80 allmänt förekommande grundämnena i periodiska systemet (natrium och tyngre element) och ger en ungefärlig uppskattning av halten. Viktiga grundämnen som inte mäts är bor, kol, kväve, syre och fluor.

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

SP Kemi, Material och Ytor - Kemi

Utfört av

Eskil Sahlin

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Postadress	Besöksadress	Tfn / Fax / E-post
SP	Västerås	010-516 50 00
Box 857	Binnellgatan 4	033-13 55 02
501 15 BORÅS	504 62 BORÅS	info@sp.se

Detta dokument får endast återges i sin helhet, om inte SP i förväg skriftligen godkänt annat.

Elektronik

SP Arbetsrapport

5.2 SP provningsrapport Prov 2



RAPPORT

Kontaktperson
Eskil Sahlin
SP Kemi, Material och Ytor
010-516 52 65
Eskil.Sahlin@sp.se

Datum 2013-12-23
Beskrivning PX22710-05
Sida 1 (2)

Lars Hoffman
SP ELle

Kemisk karaktärisering av vätskor

Föremål och uppdrag

Kemisk karaktärisering av vätskor inlämnade av uppdragsgivaren.

Ankom SP KM: 2013-12-03
Analysdatum: 2013-12-04 – 2013-12-21

Prov ID	Provmärkning / Provbeskrivning
22710-05:1	Färsk 20131113 / Vattenlösning med svag fällning närvarande
22710-05:2	Salt 20131113 / Vattenlösning med tydlig fällning närvarande

Metoder

pH bestämdes potentiometriskt med en glaselektrod.

Löst fluorid (F⁻) bestämdes med jonkromatografi med konduktivitetsdetektor.

Bestämning av fri klor (i form av elementärt klor (Cl₂), hypoklorsyra (HClO) eller hypoklorit (ClO⁻)) gjordes titrimetriskt enligt ISO 7393/1 och halten är uttryckt som massa Cl₂ per volym. (Eftersom fri klor kan brytas ned långsamt bör testet göras omedelbart men i detta fall utfördes testet tre veckor senare.)

Torrsubstanshalt (TS) bestämdes genom att väga vätskorna före och efter torkning vid 105 °C.

Översiktsanalys med röntgenfluorescens (XRF) gjordes enligt metod SP 4343 på intorkat prov där lösningen torkats vid 105 °C. Metoden är en semikvantitativ analys och är applicerbar på ca. 70 av de 80 allmänt förekommande grundämnena i periodiska systemet (natrium och tyngre element) och ger en ungefärlig uppskattning av halten. Viktiga grundämnen som inte mäts är bor, kol, kväve, syre och fluor. Halter rapporteras på torrt prov.

Bestämning av järn (Fe), aluminium (Al), zink (Zn), koppar (Cu), tenn (Sn) och nickel (Ni) i lösning gjordes med induktivt kopplad plasma-optisk emissionsspektrometri (ICP-OES) efter surgörning av provet.

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Postadress Besöksadress Tfn / Fax / E-post
SP Västeråsen 010-516 50 00
Box 857 Brinellgatan 4 033-13 55 02
501 15 BORÅS 504 62 BORÅS info@sp.se

Detta dokument får endast återges i sin helhet, om inte SP i förväg skriftligen godkänt annat.



Resultat

Bestämning av pH, löst fluorid (F⁻), fri klor och torrsubstanshalt (TS)

	Färsk 20131113	Salt 20131113
pH	9,2	6,4
F ⁻	<0,4 mg/l	<1 mg/l
Fri klor ^{a,b}	<0,5 mg/l	<0,5 mg/l ^c
TS (vikt-%)	Ej bestämt	2,6

- Lösningarna var tre veckor gamla när analysen gjordes.
- Halten är uttryckt som massa Cl₂ per volym.
- En svagt röd färgnyans kan ses initialt vid titreringen av prov "Salt 20131113" som visar att fri klor finns närvarande i provet men halten är under rapportgränsen (0,5 mg/l).

Översiktsanalys med XRF

	Intorkat Salt 20131113
Klor, Cl (vikt-%)	ca. 60
Natrium, Na (vikt-%)	ca. 35
Järn, Fe (vikt-%)	ca. 2
Aluminium, Al (vikt-%)	ca. 2
Zink, Zn (vikt-%)	ca. 2
Koppar, Cu (vikt-%)	ca. 1
Tenn, Sn (vikt-%)	ca. 0,3
Nickel, Ni (vikt-%)	ca. 0,2

Endast halter > ca. 0,1 vikt-% rapporteras. Halter som rapporteras är på torrt prov.

Bestämning av Fe, Al, Zn, Cu, Sn och Ni med ICP-OES

	Färsk 20131113 (lösning)
Järn, Fe (mg/l)	4,2
Aluminium, Al (mg/l)	8,0
Zink, Zn (mg/l)	14
Koppar, Cu (mg/l)	5,5
Tenn, Sn (mg/l)	2,2
Nickel, Ni (mg/l)	2,2

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut
SP Kemi, Material och Ytor - Kemi

Utfört av

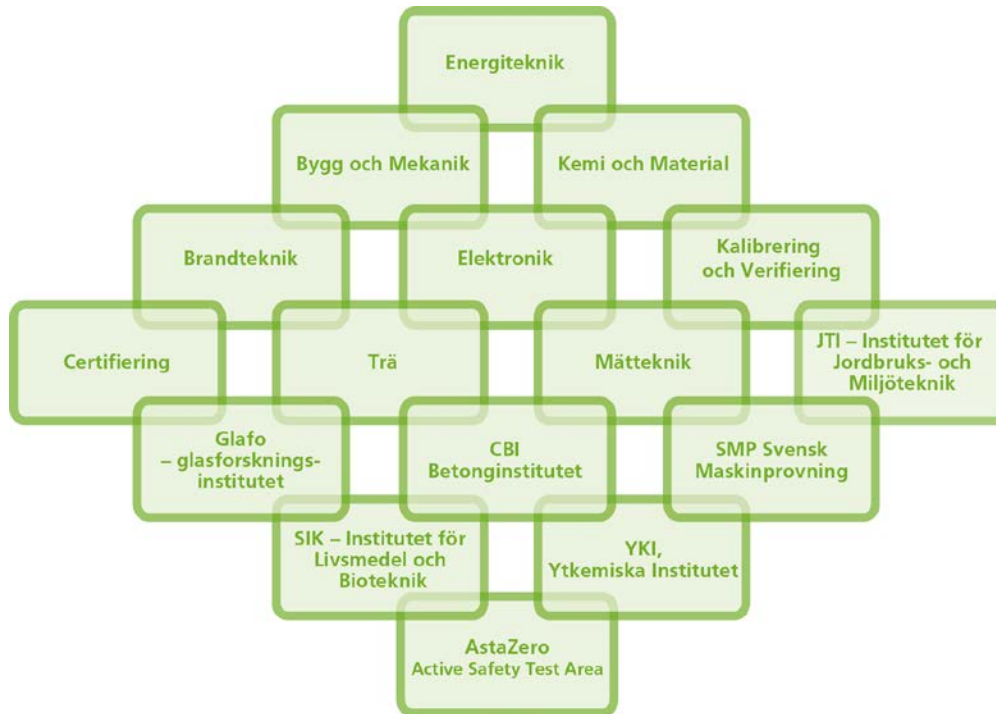
Eskil Sahlin

Granskat av

Bertil Magnusson

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Vi arbetar med innovation och värdeskapande teknikutveckling. Genom att vi har Sveriges bredaste och mest kvalificerade resurser för teknisk utvärdering, mätteknik, forskning och utveckling har vi stor betydelse för näringslivets konkurrenskraft och hållbara utveckling. Vår forskning sker i nära samarbete med universitet och högskolor och bland våra cirka 10000 kunder finns allt från nytänkande småföretag till internationella koncerner.



Vattenbegjutning av 400 Volt traktionsbatteri i färskvatten och saltvatten.

20

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Box 857, 501 15 BORÅS

Telefon: 010-516 50 00, Telefax: 033-13 55 02

E-post: info@sp.se, Internet: www.sp.se

SP rapportnummer: 2014:9

ISBN: 978-91-87461-56-9

www.sp.se

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut