

ИНОВАТИВНИ ЕНЕРГИЙНИ ТЕХНОЛОГИИ – ГЛОБАЛНИ ПАЗАРНИ ПРОЕКЦИИ*

Иван Василев Иванов

Стопанска академия „Д. А. Ценов“ – Свищов
Катедра „Международни икономически отношения“

Резюме: Настоящата разработка разглежда литиево-йонните батерии в контекста на водещите иновативни енергийни технологии за съхранение на електроенергия.

Отделя се особено внимание на приложението на батериите в автомобилостроенето, по специално в електрическите и хибридните автомобили, а също така и тяхната употреба като средство за съхранение на електроенергия както за битови, така и за индустриални нужди. Разглеждат се и пазарните проекции и основните фактори, които влияят върху определянето на цените на литиево-йонните батерии.

Ключови думи: литиево-йонни батерии, иновативно съхранение на електроенергия, цени на иновационния продукт, пазарни фактори, електрически автомобили.

JEL: O14, O24, O30, O310.

INNOVATIVE ENERGY TECHNOLOGIES – GLOBAL MARKET PROJECTIONS

Ivan Vasilev Ivanov

The D. A. Tsenov Academy of Economics
The Department of International Economic Relations

Abstract: This paper explores lithium-ion batteries as a part of the leading innovative energy storage technologies.

Special attention is paid to the use of Li-Ion batteries in the automotive industry, in particular in electric and hybrid cars, as well as their use as a means of energy storage for both domestic and industrial use. The main factors influencing the pricing of lithium-ion batteries are also discussed.

Keywords: batteries, energy storage, lithium, cadmium, electric cars.

JEL: O14, O24, O30, O310.

Въведение в проблема и цел на разработката

Световното търсене на енергия продължава да нараства, водено от развиващите се страни, което изразява разширяващата се глобална иконо-

* Разработката е отличена с второ място на Докторантската научна сесия 2017 в секция „Мениджмънт, маркетинг, международна икономика, индустрия, аграрна икономика, търговия и туризъм“.

мика, бърза индустриализация, увеличаване на населението, урбанизация и подобрен достъп до енергия. В същото време негативно социално, икономическо и екологично въздействие, произтичащо от силната зависимост от изкопаеми горива, убеждава правителствата да търсят по-устойчиви модели, които да отговарят на повишеното търсене на енергия.

През последните години засилената политическа подкрепа, съчетана с ускорен технологичен прогрес, допринесоха, възобновяемата енергия да стане по-достъпен и рентабилен вариант. Правителствата по света преосмислят своите енергийни стратегии чрез включване на повече възобновяема енергия. В резултат на това безпрецедентното нарастване на възобновяемата енергия през последното десетилетие доведе до възходящ цикъл на намаляване на разходите за инвестиции и технологични иновации.

В същото време от особена важност остава проблемът, как може да се съхранява енергията от възобновяемите източници и да се консумира по-късно, тъй като слънцето не свети през цялото денонощие, а вятърът може да има периоди, през които да не е достатъчно силен за да задвижва вятърните турбини.

Целта на настоящата статия е да се разгледат пазарните проекции на литиево-йонните батерии в контекста на водещите иновативни енергийни технологии. За постигането на поставената по-горе цел на изследването е необходимо да си отговорим на **следните въпроси**:

- Доколко е възможен спадът при цените на литиево-йонните батерии при растящи цени на основните суровини, необходима за тяхното производство – литий и кобалт?
- Възможно ли е електрическият двигател да замени двигателя с вътрешно горене в обозримо бъдеще?
- Могат ли големите батерии да бъдат част от електропреносната мрежа или са ограничени само до съхраняване на електроенергия за домашни нужди.

Обект на изследването са литиево-йонните батерии като сравнително нов и малко познат продукт на съвременните иновативни енергийни технологии, а **предмет** е екологичният ефект на това техническо средство, предлагащо прогресивен начин за съхранение на електроенергия. **Методиката на изследването** включва аналитични инструменти като анализ и обобщение на специализирана литература, табличен и схематичен метод за представяне на характеристики и тенденции.

1. Същност на литиево-йонните батерии и техният екологичен принос

Първите литиево-йонни батерии за масова употреба бяха въведени от Sony в техните видеокамери модел CCD-TR1 през 1998 г. Оттогава разпространението на литиево-йонните батерии нараства лавинообразно,

като намират приложение във всякакъв вид устройства като мобилни телефони, преносими компютри, таблети, електронни цигари, безжични електрически инструменти и безброй други. Популярността на литиево-йонната технология при батериите бързо набира скорост, като към 2015 г. 95% от нововъведените мощности за съхранение на електрическа енергия се дължат именно на литиево-йонните батерии (GTM Research, 2016).

Освен в потребителската електроника, литиево-йонните батерии широко се използват при електрическите и хибридните автомобили. Цените на батериите продължават да падат, като в същото време се подобрява тяхната надеждност. Батериите намират приложение както в случаите, когато е необходимо голямо количество електроенергия за кратък период, така и в случаите, когато е необходимо малко количество електроенергия, но за по-дълго време. Като цяло тези характеристики правят литиево-йонните батерии подходящи за стационарно съхранение на електроенергия, като част от електропреносната мрежа, а също така и за съхранение на електроенергия в по-малки мащаби за индивидуални нужди на ниво домакинство или неголямо производство.

Принципът на работа на литиево-йонните батерии е сравнително лесен за обяснение, литиевите йони се придвижват между анода и катода. При зареждане йоните се придвижват от анода към катода, а при разреждане в обратната посока. Трите основни функционални компонента на литиево-йонната батерия са анод, катод и електролит, за направата на които могат да се използват различни материали. Най-популярният материал за анода е графитът. При катода, за разлика от първоначално използвания титаниев дисулфид, сега се използват нови материали: слоести оксиди (напр. литиево-кобалтов оксид); полианионни материали (напр. литиево-железен фосфат); или шпинел (напр. литиево-манганов оксид). В зависимост от избраните материали за катод, анод и електролит напрежението, капацитетът, животът и безопасността на литиево-йонните батерии могат да се изменят в широки граници.

Литиево-йонните батерии не трябва да се бъркат с литиевите батерии. Основната разлика между двете е, че в литиевите батерии литият се използва като основен материал, докато в литиево-йонните батерии той участва като прибавка към материала, от който е изработен анодът.

2. Основни фактори, влияещи върху цените на литиево-йонните батерии

Засиленият интерес към електрическите автомобили и заявките на почти всички водещи автомобилостроители да включат в продуктите си каталози електрически автомобили, ни дават основание да мислим, че в свръхкраткосрочен план търсенето на батерии за електрическите автомобили ще изпревари това за потребителска електроника. Това ще бъде един

повратен момент, който ще бележи началото на една още по-мощна експанзия на батериите. На фона на тези очаквания цените на лития, като една от основните суровини за производство на батерии през последните години, драматично се покачва, като от 2011 г. цената е само нагоре и се е повишила повече от 300 %.



Източник: <https://www.metallary.com/lithium-price/>

Фигура 1. Историческо представяне на цената на лития

Трудно могат да се правят прогнози, докде може да стигне цената на лития. Литият е известен като най-лекият метал на планетата, а също така и като твърдото вещество с най-висока плътност. Това е третият елемент в периодичната таблица – сребристой алкален метал, който е толкова мек, че може да бъде разрязан с обикновен нож. Нестабилното състояние на лития е в основата и на трудното му добиване, което води и до висока цена. Всъщност литият не се открива в свободно състояние в природата, а винаги като компонент в състава на някои скали, солената вода и глината. Ако светът тръгне да заменя своите 1.3 млрд. автомобили (The International Organization of Motor Vehicle Manufacturers, 2015) с техни електрически аналози, използващи литиево-йонни батерии, ще се окаже, че светът не произвежда достатъчно литий. Революцията на екологичните автомобили е на път да превърне лития в един от най-ценните в стратегическо отношение материали на планетата.

Най-големите производители на литий са Чили и Аржентина, които контролират 60% от годишния добив на планетата. Австралия и Китай държат други 30%, а останалите 10% се добиват в САЩ и Русия. Амери-

канската агенция по екологични изследвания оценява резервните залежи на литий на 13 милиона тона, като повече от половината се смята, че се намират в Боливия. С повишеното търсене ще започнат да се разработват и нови находища на литий, но трудно може да се предположи колко време ще е необходимо, те да задоволят търсенето и колко време ще е необходимо за тяхното разработване.

Освен литий, в производството на батерии се използва и кобалт, от който се правят катодите. Залежите от кобалт са сравнително ограничени, като те са концентрирани основно в Конго, което допълнително влияе върху цената му. Само за последните 12 месеца (към 30/09/2017) цената на кобалта се е покачила с над 120%.



Източник: Лондонска Стокова Борса <https://www.lme.com>

Фигура 2. Историческо представяне на цената на кобалта

Интересен е фактът, че въпреки покачващите се цени на лития и кобалта, цените на литиево-йонните батерии се движат в обратна посока и те стремглаво падат. Всички големи производители увеличават производствените си мощности, водени от стремежа си да намалят цената на крайния продукт. Докато през 2010 литиево-йонната клетка, която е основата на батерията, е струвала 1 000 щ.д. за кВт, то към момента цените варират в диапазона 130 – 200 щ.д. за кВт., като от Тесла твърдят, че цената на батериите, които ще използват в нискобюджетния си Модел 3, ще бъде още по-ниска.

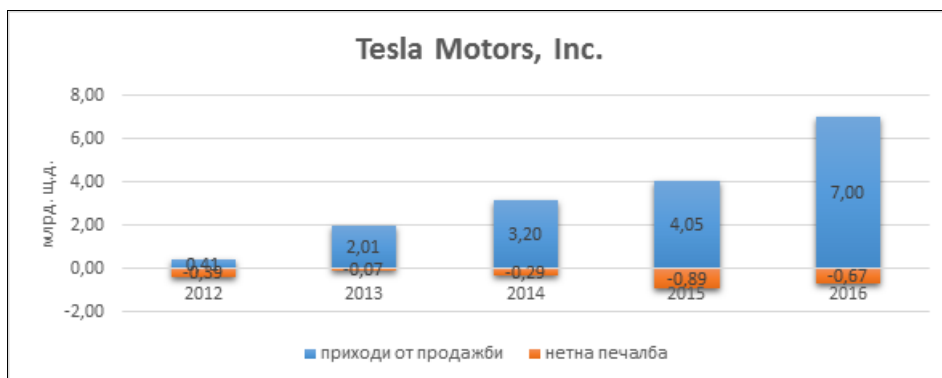


Източник: Департамента по енергетика на САЩ, <https://energy.gov/>

Фигура 3. Цените на батериите спрямо енергийната им плътност

Голямо влияние върху цените има и научната и развойна дейност, като усилия се насочват към увеличаването на плътността на батериите – повече мощност на килограм, което е от особено значение при автомобилите, особено от гледна точка на осигуряването на максимален пробег с едно зареждане, намаляване на обема им и оптимизиране на вътрешното пространство. Сериозни усилия се отделят и върху разработките, свързани с редуцирането на количеството литий и кобалт в литиево-йонните батерии и оптимизиране на останалите вложени суровини в производството.

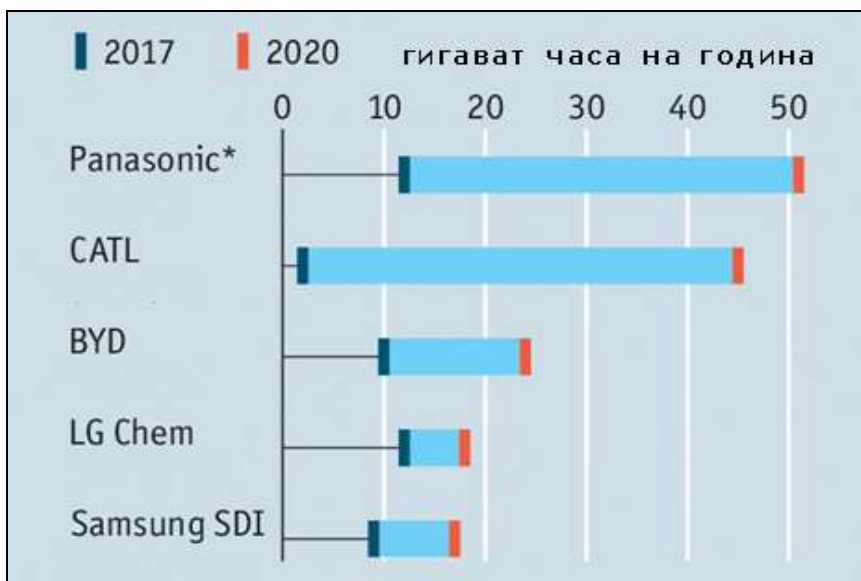
Важно е да се уточни, че сме свидетели на една ожесточена битка между големите производители на батерии за увеличаване на пазарния им дял, като това е в унисон с техните очаквания, че нарастване на търсенето на батерии тепърва предстои и съответно колкото по-голям пазарен дял успеят да завоюват в момента, толкова по-високи печалби ще могат да реализират в бъдеще. Това неминуемо рефлектира върху финансовите им резултати, като печалбите са минимални, а в някои случаи се работи почти на загуба, като водещи са дългосрочните цели.



Източник: Tesla Motors, Inc – Financials and Accounting, [https:// http://ir.tesla.com/results.cfm](https://http://ir.tesla.com/results.cfm)

Фигура 3. Tesla Motors, Inc. – приходи от продажби / нетна печалба 2012-2016

Ярък пример за това е компанията Tesla Motors, Inc. , която на фона на увеличаващите се приходи от продажби реализира перманентно нетна загуба, като целта е да бъдат безспорен световен лидер както в производството на електрически автомобили, така и в самото производство на литиево-йонни батерии посредством създаването на безпрецедентни производствени мощности и агресивна инвестиционна политика.



Източник: Cairn ERA, <http://www.cairnera.com>

Фигура 4. Прогноза на производствения капацитет на литиево-йонни батерии за 2020 г.

Петте най-големи производители на литиево-йонни батерии в света – Panasonic (Япония), LG Chem и Samsung SDI (Ю. Корея), BYD и CATL (Китай) тенденциозно генерират капиталови разходи с визия да утроят производствения си капацитет до 2020 г. Големият завод на Tesla съвместно с Panasonic в щата Невада, който струва 5 млрд. долара в момента произвежда 4 гигаватчаса електроектоенергия на година, като от Tesla казват, че през 2018 г. ще достигне 35 гигаватчаса на година (Tesla Gigafactory, 2017).

Мисията на Tesla е да ускори световния преход към зелена енергия чрез производството на електрически транспортни средства и електроенергийни продукти. За да достигне амбициозната цел от производствен капацитет 500 000 електромобила през 2018 г., Тесла ще се нуждае от толкова количество литиево-йонни батерии, на каквото се равнява световното производство към момента (2017 г.). От Tesla се надяват да постигнат тази амбициозна цел чрез техния Гига завод (Gigafactory) в Невада, като в плановете на компанията е и построяване на такъв завод в Китай.

Дотук дефинирахме няколко основни фактори, които влияят върху формирането на цените на литиево-йонните батерии:

- Повишено търсене на литиево-йонни батерии вследствие на засиленото търсене при производството на електрически автомобили;
- Цените на основните суровини, включени в производството – литий и кобалт;
- Увеличаване на производствените мощности в световен мащаб в очакване на значително повишаване на търсенето и водещи до понижение на себестойността на продукта вследствие на икономии от мащаба;
- Научната и развойна дейност, насочена към повишаване плътността на батериите и оптимизиране на количеството суровини, вложени в производството;
- Неглижиране на приходите от продажба на батерии за сметка на завоюване на по-голям пазарен дял при водещите производители

На база анализа на тези фактори може да се направи изводът, че цените на батериите ще продължат да се движат надолу, като дори и поскъпването на суровините, вложени при тяхното производство, не може да промени тази тенденция.

3. Предимства на иновационната технология за автомобилната индустрия

Все още е рано да се говори за края на ерата на двигателите с вътрешно горене (ДВГ), но определено можем да кажем, че идва времето, когато електрическите автомобили ще бъдат предпочитани пред конвенцио-

налните. За да стане това факт, трябва да са налице някои от следните фактори:

- Цената на електрическите автомобили трябва да се доближи до цената на конвенционалните автомобили;
- Разстоянието, което може да минат електрическите автомобили с едно зареждане, трябва да стане поне 500 км. ;
- Времето за зареждане на електрическите автомобили трябва значително да се намали;
- Необходимо е да се построят голям брой нови зарядни станции.

Когато говорим за цена на автомобил трябва да вземем под внимание два вида цени – покупна цена и общата цена за притежаване. Към момента все още покупната цена на електрически автомобил е по-висока от тази на конвенционалния, но са по-евтини за поддръжка и за зареждане с гориво, което ги прави в много случаи по-ценово изгодни от гледна точка на общата цена на притежаване.

Един от основните ценоопределящи фактори при електрическите автомобили са батериите. Според професор Пол Норби (Simonsen, Torben (2010-09-23). "Density up, price down".) , ако цената на батериите падне под 100 щ.д. на кВтч и увеличи плътността си, ще са налице всички предпоставки да имаме реална ценова конкуренция на електрическите пред конвенционалните автомобили. Това означава, че при тези условия цените на електрическите автомобили може да достигнат тези на автомобилите с ДВГ, или в порядъка на около 27 500 евро, колкото е средната цена на закупения нов автомобил в EU (jato.com). В това отношение вече сме близо до тези нива, при положение че имаме Шевролет Болт (Chevrolet Bolt, 2017) с базова цена от 37 495 долара в САЩ без субсидиите и Тесла Модел 3 (Tesla Model 3, 2017) с базова цена от 35 000 долара. Заявки за електромобили в същия ценови диапазон има от почти всички големи производители на автомобили – BMW i3, BYD e6, Nissan Leaf, Ford Focus, VW eGolf.

Остава въпросът с максималния пробег с едно зареждане, засега над 500 км с едно зареждане могат да минат единствено скъпите модели на Tesla – Model S (версия 100D и P100D) и Model X, притежаващи батерии със заряд от 100 кВтч., като при тях centa е над средната ценова категория.

Не на последно място стои проблемът с недостатъчния брой зарядни станции. Този проблем е изключително актуален в Европа, където поради урбанизацията малко хора притежават гаражи, в които могат да зареждат своите електрически автомобили. Остава отворен и проблемът с времето за зареждане, което дори и при най-бързите зарядни станции е многократно по-продължително (мин. ½ час) от това да заредим автомобилa си с традиционно гориво – дизел или бензин.

Въпреки всички тези ограничаващи фактори, дори и без наличие на държавни субсидии, притежаването на електромобил става все по-дос-

тъпно и атрактивно. Моето лично виждане е, че в краткосрочен план влиянието на всички тези ограничаващите фактори силно ще се редуцира. Силната тенденцията към намаляване на цените на литиево-йонните батерии, подкрепена от научните изследвания в тази област, за които водещите производители на батерии предоставят огромни бюджет, и ще доведе до значително поевтиняване на електрическите автомобили, като те ще станат сравнително по-евтини от конвенционалните. Електрическият двигател като технология е значително по-опростен от двигателя с вътрешно горене, по-надежден и с минимални разходи за поддръжка, например няма нужда от масла и филтри, както и е значително по-малък по размери.

4. Иновативната технология като част от електропреносната мрежа

Акумулирането на електроенергия, която може да се използва, когато е най-необходимо, е предизвикателство, което е стояло още от времето, когато е започнало да се използва масово електричеството за битови и промишлени цели. Съхраняването на електроенергия е много актуално и днес, когато целият свят се стреми да намали отделянето на въглеродни емисии чрез отказване от изкопаемите горива и добиване на зелена енергия от слънцето, вятъра и водата. За съжаление тези източници не могат да създават постоянни и равномерни количества електричество през цялата година – слънцето грее през деня, по-слабо през зимата и по-силно през лятото, вятърът има периоди, през които е слаб и дори големите вятърни електроцентрали в Северно море има дни, през които не работят. Също така и при водната електроенергия имаме колебания в зависимост от атмосферните условия. Осигуряването на начин за съхраняване на тази енергия е от изключителна важност не само за производителите на зелена енергия, но и за осигуряване на нормалното функциониране на електропреносната мрежа.

Към момента най-ефективно е съхраняването на електроенергия чрез помпено-акумулиращи станции, което по същество представлява изграждането на системи от водни резервоари (обикновено язовири), в които от резервоара, който е по-ниско, се изпомпва водата към резервоара, който е по-нависоко, и съответно тази вода се акумулира и може да се използва за производства на електроенергия, когато е необходимо. В България има много изградени язовири на този принцип, като пример може да дадем язовирите от каскадата „Рила“. Това са три язовира функционално свързани в обща хидросистема, която улавя и акумулира водите от трите водосборни басейна с обща площ 2,6 км² и ги подава за енергийна преработка на водно-електрическите централи „Калин“, „Каменица“, „Пастра“ и „Рила“.

Строенето на язовирни каскади не е възможно да се осъществи навсякъде, поради топографските особености на всеки регион. Сериозни

заявки дават Тесла и другите големи производители на батерии с иновативни проекти за съхраняване на електроенергия. Няколко острова в океана замениха дизеловите агрегати и вече се захранват почти изцяло със слънчева енергия, която се съхранява в огромни инсталации от батерии, за да се ползва през цялото денонощие. В Калифорния беше изградена голяма инсталация от батерии, с която да се покрива върховото потребление – като завършването ѝ отне само три месеца, рекордна скорост в сравнение с дългите години и дори десетилетия, които отнема една нова електрическа централа.

Големият завод на Tesla в Невада (Gigafactory) не е само за производство на батерии за нуждите на автомобилната индустрия. След като се заговори за регулярните прекъсвания на електрозахранването в Южна Австралия, Елън Мъск се обърна към премиера на Австралия с предложение Tesla да произведе до края на 2017 г. достатъчно голяма инсталация от батерии, която да реши трайно проблема с прекъсването на електроенергия в тази част на света. Става въпрос за съоръжение, което може да съхранява 129 мегават часа електроенергия, позволяващо на повече от 30 000 домакинства при необходимост да използват в продължение на един час електроенергия от тази „голяма батерия“. Този проект вече е факт, като това е най-голямото съоръжение от този род в световен мащаб (най-голямата литиево-йонна батерия в света към момента на писане на тази статия), като има заявки за реализиране на много подобни проекти.

Литиево-йонните батерии за индустриални цели, особено големи лотове от взаимносвързани батерии, използвани за електрически автомобили, дават сериозна заявка да бъдат интегрирана част от бъдещето с ниски въглеродни емисии, като дават трайно решение за съхранение на произведената от ВЕИ електроенергия.

Заклучение

Светът е преминавал през енергийни преходи и преди, като те са определяли хода на човешката история. Ерата на дървото като източник на топлина и енергия приключва и отстъпва място на въглищата през 18 век. Въглищата на свой ред се изместват от нефта и природния газ, превръщайки пустинните емирства на Близкия изток в приказно богати и проспериращи държави.

Най-новата енергийна революция е вече факт. Все повече хора се интересуват каква част от електричеството, което потребяват, е от зелена енергия и каква част е от изкопаеми горива. Обществото не е безразлично към замърсяването на въздуха в големите градове вследствие на промишленото производство и автомобилният трафик.

Едно от най-големите затруднения пред бъдещето на чистата енергия е проблемът с нейното съхранение.

Сред утвърдените днес технологии за съхранение на електроенергия, генерирана от различни източници, са акумулаторните батерии и помпено-акумулиращите станции. Технологиите в процес на разработка и доусъвършенстване включват различни съоръжения за компресиран въздух и производство на водород, инсталации за термично съхранение, маховици, наноматериали, изработени на базата на графен, системи със свръхпроводими магнити (SMES) и дори гигантски батерии, пълни с чакъл и аргон.

Постоянното развитие в технологиите за съхранение не позволява да се прогнозира коя от тях ще триумфира в дългосрочен план. За момента основни претенденти са батериите. Качествата им са доказани в течение на десетилетия и намират активно приложение в автономните фотоволтаични централи.

С намаляване на цената на батериите и повишаване на тяхната плътност следващите години ще бъдем свидетели на революция и при електрическите автомобили, като това ще позволи, цените на новите електромобили да бъдат сходни и дори по-ниски от цените на конвенционалните. Също така значително ще се намали времето за зареждане, като в същото време ще се увеличи максималният пробег с едно зареждане именно поради повишената плътност.

Батериите като технология ще продължават да се развиват. Дали в бъдеще ще се запази лидерството на литиево-йонните батерии или те ще бъдат заменени от други технологии, е трудно да гадаем. Едно е ясно, батериите ще продължат да имат водеща роля в новата енергийна революция.

Използвани източници:

Съхранение на енергията от фотоволтаични системи. (2012). Енерджи ревью, 4.

Chevrolet Bolt (2017). Retrieved from <http://www.chevrolet.com/bolt-ev-electric-vehicle> - retrieved 2017-09-20

“Europeans paid an average of €27,500 for the new cars bought in H1-16” 16 September, 2016, Retrieved from <http://www.jato.com/europeans-paid-average-e27500-new-cars-bought-h1-16/>

Simonsen, Torben (2010-09-23). *Density up, price down.* Electronic Business (in Danish).

Tesla Model 3 (2017). Retrieved from <https://www.tesla.com/model3>

Tesla Gigafactory (2017). Retrieved from <https://www.tesla.com/gigafactory>

The 2015 year-in-review executive summary, GTM Research, March 2016, Retrieved from <http://www.greentechmedia.com>

The International Organization of Motor Vehicle Manufacturers, 2015 Retrieved from <http://www.oica.net/category/vehicles-in-use/>