

40 години електрическа мобилност на BMW Group. От BMW 1602 до BMW i3.



Когато в края на 2013 година в Лайпциг бъде произведен първия серийен автомобил BMW i3, това ще бъде апогеят на едно развитие, стартирало при BMW преди 40 години. Тогава, по време на Олимпийските игри Мюнхен 1972 година, BMW стартира опитите с два тестови автомобила с електрическо задвижване. Това са модифицирани BMW 1602, които служат за превозване на членовете на организационния комитет и се използват като спомагателни и снимачни автомобили при различни състезания на дълги разстояния. Естествено, тежачите 350 кг. оловни батерии и пробегът от около 60 км. съвсем не са атрактивни за серийен автомобил. Поради това BMW дава ход на различни изследователски проекти, за да може да предложи на клиентите по-добра и най-вече по-ефективна технология на електрическо задвижване.

От края на 1975 г. инженерите трупат опит с експериментален автомобил на базата на BMW LS с нови батерии и нов електромотор. През 80-те години на миналия век се поставя началото на проекта „Електрически автомобил с високоенергийна батерии“, който осигурява ценен опит по отношение на серно-натриеви батерии. Освен това BMW създава специален изпитателен стенд за електрическо задвижване с възможност за изчисляване на мощността. Той позволява тестове не само на батериите, но и на задвижването и неговото управление. При тестовете на различните концепции се ползват осем модифицирани автомобила на базата на BMW 325iX, които доказват високите си възможности като градски автомобили, например в куриерските служби на Федералната поща.

Обещаващият опит от тези тестове е достатъчен повод за BMW да стартира проектирането на изцяло електрически автомобил. И докато до този момент експерименталните образци са били само модифицирани серийни автомобили, пригодени за особените изисквания на електрическото задвижване, то това вече трябвало да се промени. При това BMW залаг на своя опит, че поради ограничения си пробег електромобилите са най-подходящи за градски

автомобили. Първият резултат е представен на през 1991 година на IAA във Франкфурт: това е BMW E1, електрически задвижван Citymobil за големите градове и метрополии. Благодарение на последователно олекотената си конструкция прототипът още тогава се отличава с ниско тегло и високо ниво на сигурност.

Динамичните възможности на автомобила също са впечатляващи за времето су: 32 кВт мощност, въртящ момент от 150 Нм и пробег от около 160 км са атрактивни характеристики, които правят автомобила интересен за всекидневието.

Освен петте опитни екземпляра използвани за Tour E1 проектът включва и 25 модифицирани серийни модела на базата на BMW Серия 3. Между 1992 и 1996 година на остров Рюген текат изпитанията на осем BMW 325, при което различните двигатели, трансмисии и акумулатори се тестват в ежедневни условия. Изпитанията във всекидневието дават много детайлна информация, която позволява да се направят изводи за бъдещото развитие на електрическата мобилност. Проектът приключва с BMW electric през 1997 година.

През 2008 година BMW Group създава тестова флотилия от около 600 изцяло електрически автомобила MINI E. Те са предоставени на лизинг на частни клиенти в избрани градове в САЩ, Германия, Китай, Франция и Великобритания за ползване в реални условия. Опитът, натрупан в рамките на този пилотен проект, се ползва директно в процеса на разработките на серийни автомобили с електрическо задвижване. При MINI E особен напредък се постига по отношение на изследването на потенциала на литиево-йонните батерии. Със световната премиера на BMW Concept ActiveE в началото на 2010 година BMW Group продължава своята изследователска и развойна дейност. От 2011 година текат реални тестове във всекидневието на над 1 000 автомобила. Както и при MINI E, акцентът е поставен върху концепцията на Megacity Vehicle (MCV), чието серийно производство скоро ще започне като BMW i3. При електрическото задвижване на BMW i3 се забелязва последователно усъвършенстване: при същата мощност то е с 40% по-компактно от задвижването на MINI E.

BMW 1602 Elektro (1972)

За да се провери пригодността на електрическото задвижване в реалния живот и всекидневието, през 1969 година BMW създаде два експериментални

автомобила на базата на BMW 02. Там, където обикновено е разположена механичната скоростна кутия, е монтиран разработен от Bosch електродвигател за постоянен ток с максимална мощност 32 кВт, който задвижва задните колела чрез междинен редуктор и карданен вал. Охлаждането е поверено на управляван от термостат радиален вентилатор с мощност 140 вата.

Тежакът 85 кг. електромотор се захранва от два конвенционални 12-волтови оловни акумулатори Varta, монтирани върху палет в багажника. Пакетът тежи не по-малко от 350 кг., но може да бъде свален като едно цяло и да бъде заменен с прясно зареден комплект. BMW 1602 Elektro ускорява от 0 до 50 км/ч за 8 сек. и развива максимална скорост от 100 км/ч. Пробегът при градски условия е около 30 км, при постоянна скорост 50 км/ч е около 60 км. Експерименталните автомобили са тествани от BMW по време на Олимпийските игри в Мюнхен през 1972 г. Те съпровождат участниците в дисциплината Маратон. Още тогава електромоторът работи като генератор, така че генерираната при спиране енергия се съхранява в акумулатора. В същото време обаче бързо става ясно, че специфичните недостатъци на електрическото задвижване могат да бъдат преодоляни само чрез напредък при технологиите на акумулаторите. Така че BMW 1602 Elektro не може да бъде разглеждан като решение, а само като първи експериментален модел.

BMW 1602 Elektro (1972): технически данни	
Двигател	Електромотор за постоянен ток (Bosch)
Постоянна/върхова мощност	12 кВт / 32 кВт
Акумулатор	12 оловно-киселинни стартерни акумулатора (Varta)
Капацитет	12,6 кВтч
Тегло	350 кг
Динамични характеристики (прибл.)	
Максимална скорост	100 км/ч
Ускорение 0-50 км/ч	8 сек.
Пробег (градско движение)	30 км.

BMW LS Elektro (1975)

През юни 1975 година BMW стартира нов проект, който впоследствие изобщо не е обявяван пред обществеността. На базата на старо BMW LS е създаден експериментален автомобил, чиито първи тестове са през декември 1976 година.

За разлика от BMW 1602 тук се използва нов постоянен ток електромотор на Bosch и десет оловни батерии на Varta с Aquamatik (централно допълване с вода и отвеждане на газовете), което позволява натрупването на нови познания.

За пръв път на борда има и зарядно устройство с кабел и автоматично изключване, което позволява зареждане на батериите от обикновен контакт на електропреносната мрежа. Въпреки че са запазени хидравличните барабанни спирачки на серийния автомобил, винаги се спира предимно с електрическата спирачка. Редукторът и диференциалът са комбинирани в компактен блок с електромотора. Отоплението на предното и задното стъкло, както и отоплителната печка на Bauknecht се грижат за приятната температура в интериора.

BMW LS Elektro (1975): технически данни	
Двигател	Електромотор за постоянен ток (Bosch)
Постоянна/върхова мощност	8 кВт / 17 кВт
Акумулатор	12 оловно-киселинни тягови батерии (Varta)
Капацитет	10,8 кВтч
Тегло	318 кг
Динамични характеристики (прибл.)	
Максимална скорост	65 км/ч
Ускорение 0-50 км/ч	11,4 сек
Пробег (градско движение)	30 км

BMW 325iX (1987–1990)

В рамките на научно-изследователския проект „Електрически автомобил с високоенергийна батерия“ (от 1981 г.) след 1987 година са създадени осем автомобила BMW 325iX, модифицирани от двойно към предно задвижване. Те служат като експериментални платформи за новаторските, необслужваеми серно-натриеви батерии (NaS), разработени от Asea Brown Boveri (ABB) специално за употребата при електромобили. Три пъти по-високата енергийна плътност в сравнение с обичайните оловни акумулатори е истински напредък, защото за пръв път се появява реалистична перспектива за намаляване на специфичните недостатъци на електрическото задвижване като тегло и необходимост от място. Успоредно с това всички компоненти на електрическото задвижване са тествани и модернизирани. За тази цел BMW създава специален изпитателен стенд с възможност за изчисляване на мощността. Новост е и електронното управление на задвижването, което управлява и контролира зареждането от контакта,

енергийните потоци между двигателя и акумулатора, както и температурния режим на системата. Цялата управляваща електроника е монтирана компактно до двигателя. При електрически задвижваното BMW Серия 3 ръководителите на проекта за пръв път допускат и външни тестове в реални условия. Така например BMW Серия 3 Туринг доказва пригодността си за всекидневното като куриерски автомобил във федералната поща, други тестови автомобили се ползват като градски автомобили от местните управи и общините. Това е и една от причините тестовите автомобили да бъдат оборудвани с дизелова отоплителна печка за осигуряване на приятна температура в интериора.

BMW 325iX (1987-1990): технически данни	
Двигател	Електромотор за постоянен ток (ABB)
Постоянна/върхова мощност	17 кВт / 22 кВт
Акумулатор	Високоенергиен серно-натриева батерия
Капацитет	22 кВтч
Тегло	265 кг
Динамични характеристики (прибл.)	
Максимална скорост	100 км/ч
Ускорение 0-50 км/ч	9 сек
Пробег (градско движение)	150 км

BMW E1 и E2 (1991–1993)

След натрупването на положителния опит с новата NaS-батерия, BMW Technik GmbH получава заданието да разработи самостоятелен електрически автомобил. Целта е разкриването на преимуществата и недостатъците на електрическото задвижване във всекидневното. Сред поставените задачи е и постигането на пригодни за всекидневното динамични характеристики, приемлив пробег, достатъчно място за 4 пътника плюс багаж, както и високи стандарти за сигурност при възможно най-ниско тегло. След само 10 месеца развойна дейност резултатът е представен пред обществеността на IAA 1991 във Франкфурт: това е BMW E1, Citymobil с компактни размери (Д/Ш/В 3 460/1 648/1 500 милиметра), дълго междуосие (2 325 мм) и гъвкав интериор. Дори и днес, 20 години по-късно, множество детайли са модерни и напълно актуални. Така например каросерията с последователно олекотена конструкция е високостабилна конструкция от пресовани алуминиеви профили и повърхност от подлежаща на рециклиране пластмаса. Предния и задният капак са алуминиеви.

Високоенергийната батерия с тегло 200 кг. е разположена в сигурна клетка зад задните седалки, докато разработеният от BMW електромотор и трансмисията са интегрирани в задната ос. Интелигентното управление на всички електрически компоненти е поверено на нова електронна концепция с два основни модула, чиято излишна топлина се ползва за отопление на интериора.

Батериите се зареждат от контакт на електропреносната мрежа за само 6 часа, а при използване на специална зарядна станция зареждането отнема само 2 часа. С пробег до 160 км в градски условия BMW E1 е напълно пригодно за ползване в големите градове.

При вторият етап на проекта, представен на IAA през 1993 година, BMW E1 е	
Двигател	Променливотоков електромотор с постоянно възбуждане
Постоянна мощност	32 кВт
Акумулатор	Високоенергийна серно-натриева батерия/високоенергийна натрий-никелхлоридна батерия
Капацитет	19,2 кВтч/19 кВтч
Тегло	200 кг
Динамични характеристики (прибл.)	
Максимална скорост	120 км/ч/125 км/ч
Ускорение 0-50 км/ч	6 сек/5,6 сек
Пробег (градско движение)	150 км

BMW 325 / BMW electric (1992–1997)

В началото на 90-те години на миналия век на базата на третото поколение на BMW Серия 3 са създадени около 25 експериментални автомобили, които позволиха тестване и оптимизиране на новите компоненти, за да може електрическото задвижване да се доближи още повече до серийното производство. Първото поколение на тези прототипи участва с 8 автомобиля в най-големия в света полеви тест на остров Рюген. Става дума за съвместен изследователски проект на различни производители, подпомаган от федералното министерство за проучвания и технологии. Други 6 опитни автомобили са предоставени на автомобилния парк на федералното правителство на Бавария. През 1993 г. проблемите при ползването на натриево-серните батерии водят до адаптирането към познатите от BMW E1 натрий-никелхлоридни батерии. Едно

BMW 325 от автомобилния парк на остров Рюген е оборудвано с никел-металхидридна батерия (NiCd). В рамките на развойната дейност са монтирани електромотори с мощност до 45 кВт, които заедно с трансмисията тежат само 65 кг. Отбелязан е напредък и при технологиите на батериите: благодарение на бързото зареждане акумулаторите достигат до 75 % от капацитета си само за 40 мин. На финала инженерите успяват да постигнат до 20 % рекуперация на електроенергията при движение във всекидневието.

Тестването на различните двигатели, трансмисии и батерии между 1992 и 1996 година дава много детайлна информация и позволява взимането на важни решения за бъдещото развитие. Така например между 1995 и 1997 година са създадени 10 други експериментални автомобили от второ поколение, които се отличават със значително подобрение на динамичните характеристики и пробега, ясно разпознаваеми благодарение на жълтия цвят „BMW electric“ те са ползвани предимно от специалистите на BMW.

BMW 325 / BMW electric (1992-1997): технически данни	
Двигател	Променливотоков електромотор с постоянно възбуждане
Постоянна мощност	32 кВт/45 кВт
Акумулатор	Високоенергийна натрий-никелхлоридна батерия
Капацитет	21,7 кВтч/29 кВтч
Тегло	260 кг/350 кг
Динамични характеристики (прибл.)	
Максимална скорост	128 км/ч/135 км/ч
Ускорение 0-50 км/ч	8 сек/6 сек
Пробег (градско движение)	120 км/150 км

MINI E (от 2008)

През 2008 година BMW Group стартира ползването на около 600 електрически автомобили MINI E от частни клиенти във всекидневието. В рамките на широкообхватен пилотен проект електромобилът се предоставя на подбрани частни и фирмени клиенти първо в САЩ, а по-късно и в Европа. При MINI E разработките на литиево-йонни батерии за автомобили достигат до ново стъпало в развитието си, защото съотношението между мощност, капацитет и размери

вече е много изгодно. За пръв път на клиентите се предоставя специална зарядна станция, т.нар. Wallbox, която осигурява пълно зареждане на акумулатора за 2 часа и половина. През следващите години динамичните характеристики, пробегът и пригодността за всекидневието на MINI E допринасят за все по-високия интерес и приемане на концепциите на електрическо задвижване.

Оценката на придобития във всекидневието опит се ползва директно в развойния процес, освен това BMW Group вече има голям напредък при проектирането на Megacity Vehicle (MCV) за големите градове и метрополиии.

MINI E (2008): технически данни	
Двигател	Асинхронен електромотор
Постоянна мощност	150 кВт
Акумулатор	Литиево-йонни батерии
Капацитет	35 кВтч
Тегло	260 кг
Динамични характеристики (прибл.)	
Максимална скорост	152 км/ч
Ускорение 0-50 км/ч	8,5 сек
Пробег (градско движение)	250 км

BMW ActiveE (от 2010)

Около година след представянето на Mini E BMW Group прави следващата стъпка към серийните автомобили с нулеви емисии със световната премиера на BMW Concept ActiveE в началото на 2010 г. Защото при BMW ActiveE, което е базирано на BMW Серия 1 Купе, вече предсерийно се тестват компонентите на задвижването и акумулаторите на бъдещия Megacity Vehicle (MCV). За тази цел бе произведен тестов парк от над 1 000 автомобила. С мощност 125 кВт и максимален въртящ момент от 250 Нм BMW ActiveE ускорява от 0 до 100 км/ч за само 9 сек, а новите литиево-йонни батерии позволява пробег от около 160 км. във всекидневието. Междувременно BMW Group обяви, че MCV ще се появи на пазара през 2013 година под субмарката BMW i. Електрическите предсерийни компоненти при BMW ActiveE са отчасти идентични, отчасти много сходни, без това да ограничава предлагането на място в компактното BMW Серия 1 Купе. При това електромоторът, трансмисията и управляващата електроника са изцяло самостоятелна разработка на BMW Group.

BMW ActiveE (2010): технически данни	
Двигател	Хибриден синхронен електромотор с постоянно възбуждане
Постоянна мощност	125 кВт
Акумулатор	Литиево-йонни батерии
Капацитет	32 кВтч
Тегло	450 кг
Динамични характеристики (прибл.)	
Максимална скорост	145 км/ч
Ускорение 0-50 км/ч	9 сек
Пробег (градско движение)	160 км

Техническият напредък, постигнат от BMW Group само за няколко години, се вижда при сравнение с MINI E: при бъдещото BMW i3 при идентична мощност електрическото задвижване ще заема около 40 % по-малко място в сравнение с експерименталния автомобил от 2008 година.