

---

# OD UČEBNÍ POMŮCKY K NOVÉMU KONCEPTU ELEKTROMOBILU

---

*Bláznivá vize starého pána*

Žijeme ve světě, který se prudce mění nástupem nových technologií. Abychom dokázali tyto změny harmonicky a efektivně začlenit do života společnosti, musíme mimo jiné vychovat odborníky, kteří budou schopni tyto technologie efektivně vyrábět, užívat a udržovat. Významnou změnu do našeho života přinesou v dohledné budoucnosti elektromobily, a s nimi související technologie, tedy nabíjecí infrastruktura, akumulace, fotovoltaika atd.

## VÝCHOVA A VZDĚLÁVÁNÍ

---

Abychom mohli někoho efektivně vzdělávat, musíme mít vhodné pomůcky, na kterých budeme látku vysvětlovat a které poskytnou studentům první praktické zkušenosti v oboru. Bylo by tedy přirozené, kdybychom pro výuku elektromobilních technologií použili běžný elektromobil. Potíž je ale v tom, že již při jeho první detailnější prohlídce jej musíme rozebrat natolik, že porušíme podmínky záruky. Zásadnější problém spočívá v tom, že k běžnému elektromobilu neexistuje dostatečně podrobná dokumentace, kterou by bylo možné použít k výuce. Nešikovné je i to, že místa pro měření a diagnostiku jsou špatně dostupná, což výuku zbytečně komplikuje a zdržuje.

Vhodnou alternativou by mohl být „školní“ elektromobil, který by byl složen z open source HW standardizovaných dílů. Použité komponenty by byly podrobně dokumentované a existovaly by k nim matematické modely (Spice atd.), měřicí body by byly snadno dostupné atd. Studenti by mohli snadno měřit, testovat a experimentovat, modifikovat a zdokonalovat jednotlivé komponenty, zkoušet, užívat výsledky svého úsilí atd.

*Výuka bude efektivní a motivující.*

## DÁVNÁ ANALOGIE

---

Dnešní stav elektromobility se v mnohém podobá stavu počítačových technologií na začátku 80. let minulého století. Již tehdy nové malé počítače otevíraly mnohé zajímavé aplikace a mnohým z nás zjednodušovaly život, protože jsme nemuseli chodit k velkým sálovým monstrům, ale vystačili jsme si s malou krabičkou připojenou doma k televizoru. Velké počítačové firmy naše hraní příliš nezajímalo, byly si jisty svým technologickým náskokem a trhem, který směřoval zcela jiným směrem. Hlavně si však nedovedly představit změny, které naše krabičky během deseti let vyvolají.

Tehdy se vývojem a výrobou našich krabiček (pojem osobní počítač ještě neexistoval) nezávisle na sobě zabývalo jen několik firem a spousta garážových partiček. Proto byla každá krabička jiná jak tvarem, tak technickým i programovým řešením. Již tehdy mezi nimi vynikalo několik řešení (Apple II, TI99, Xerox, Commodore, Sinclair...), ale vše bylo orientováno zejména na vědce, fandy a vizionáře.

Zlom nastal příchodem IBM PC. Úspěch drahých programovatelných kalkulátorů řady HP 9800 vyburcoval pozornost tehdy největší firmy světa IBM. Ta pochopila, že jí ujíždí vlak. Současně si uvědomila, že postupy obvyklé při vývoji sálových počítačů jsou příliš komplikované a pomalé, aby se jimi dalo dohnat zpoždění vzniklé předchozí nevíšimavostí. Proto založila „Entry Systems Division“, kterou pověřila rychlým vývojem osobního počítače. Vývojáři se rozhodli, že nebudou vyvíjet vlastní komponenty, jak bylo v IBM obvyklé, ale použijí existujících dostupných komponent mnoha výrobců. Také se rozhodli pro „otevřenou architekturu“, aby ostatní výrobci mohli vyrábět a prodávat komponenty, periferie a kompatibilní software bez nákupu licence. Cena pro nejzákladnější IBM PC bez pevného disku byla stanovena na 1.565 dolarů.

Nástup IBM PC začal velmi rychle měnit Svět. Z pecička se stal de-facto standard, který nastartoval zájem o malou výpočetní techniku, spustil specializaci i výrobu klonů. Najednou nebylo třeba, aby každý výrobce vyvíjel a vyráběl všechny komponenty, ale dělal jen to, co uměl nejlépe. Vznikli specializovaní výrobci disků, monitorů, klávesnic a myší, zdrojů, skříní atd. Jiní zase z těchto komponent skládali počítače přizpůsobené konkrétním potřebám zákazníků.

Tento skok ve vývoji byl možný proto, že se všichni mohli opírat o ony otevřené de-facto standardy, které ustavilo IBM PC. Všichni například věděli, jak má vypadat disk, aby jej šlo snadno umístit do standardní skříně, jaký má mít napájecí konektor, aby šel připojit ke standardnímu zdroji a jaký datový konektor, aby šel připojit k diskovému kontroléru. Podobně jasné byly i vlastnosti ostatních komponent. Důležité byly i standardy (protokoly), kterými spolu jednotlivé části komunikovaly, co například musel odeslat počítač tisíckárně, aby vytiskla to či ono písmeno, zvolila font či přešla na novou stránku.

Díky jasnému rozhraní šlo také modifikovat či zdokonalovat vlastnosti jednotlivých komponent. Proto nemusíme setrvávat u dávného disku 20 MB, ale používáme disky s kapacitou několik TB atd. Otevřenost, specializace a decentralizace výroby tedy rychle zdokonalila jednotlivé komponenty, přiblížila potřebné služby zákazníkům a snížila cenu.

*Tak začala doba informačních technologií, která změnila Svět.*

## PODOBNOSTI

---

U elektromobilu lze jasně definovat jednotlivé komponenty podobně jako u PC. Podobné je i to, že jednotlivé komponenty jsou jen volně propojeny dráty a nejsou tedy tak navzájem mechanicky svázány jako díly spalovacího vozu (blok motoru + písty + válce... + hlava + ventily + vačková hřídel... + kliková skříň... + spojka + převodovka... +...). To mimo jiné znamená, že je můžeme navzájem kombinovat mnohem snadněji a svobodněji než díly spalovacího vozu.

Pokud standardizujeme rozhraní komponent tak, aby si navzájem rozuměly, můžeme volně kombinovat díly různých výrobců, volit jejich vlastnosti (výkon, kapacita...), umístění atd. Můžeme volit kapacitu baterie podobně jako velikost počítačového disku, či velikost a vlastnosti podvozku podobně, jako velikost a vlastnosti skříně počítače. Budeme tedy mnohem svobodnější než při konstrukci spalovacího vozu.

Standardy však nesmí stát v cestě přirozenému technickému vývoji. Musí existovat mechanismy, které umožní vznik nových generací standardů podobně jako ve světě počítačů (např. USB, USB2, USB3), případně i změnu koncepce rozhraní (Centronics → USB). Tyto změny však nesmí probíhat chaoticky, musí být kontrolovány vhodnou autoritou podobně jako W3C pro web, či Linus pro jádro Linuxu.

**Poučme se z postupů které se osvědčily a hledejme podobnou cestu.**

## SMYSL STANDARDIZACE

---

### Vývoj a výroba

Jasně daná otevřená rozhraní umožní, aby se vývojáři soustředili na zdokonalování jednotlivých komponent místo toho, aby eklekticky hledali cesty jak obejít nesmyslná patentová omezení, různorodost parciálních firemních řešení atd. Podobně i výrobci se mohou soustředit na optimalizaci opravdové sériové výroby. Výrobky však stojí v opravdové přímé konkurenci, protože můžeme přímo porovnávat konkrétní vlastnosti a cenu komponent se stejným určením (měnič, motor, bateriový modul, palubní nabíječka...).

**Standardizace urychlí a zlepší vývoj a přitom sníží cenu.**

### Perzonalizace a specializace vozidel

Automobilky již dnes běžně nabízejí různá rozšíření standardních výrobků (obsah motoru, typ kol...). Flexibilita konstrukce elektromobilu umožní mnohem rozsáhlejší perzonalizaci pro konkrétní užití (výkon motoru, kapacita a typ bateriových modulů, vlastnosti palubní nabíječky, tepelný management, přední či zadní náhon, nebo obojí...).

Protože veškeré technologie elektromobilu mohou být umístěny v podlaze vozu a motory v kolech, tak můžeme navrhnout několik velikostí takového standardizovaného „chytrého podvozku“ a na něj navrhovat nejružnější účelové karosérie / nadstavby. Podvozky mohou být v několika standardizovaných velikostech. Nejmenší podvozek může být pro malé městské vozítko, tedy kratší než 2,5 m (viz Mia), největší může být pro nákladní vozy.

Na takový podvozek půjde instalovat nejrůznější specializované nástavby, jako například pro rozvoz pošty a kurýrní služby, pojízdná dílna řemesníků, obytný vůz, mobilní učebna, lázeňské vyhlídkové vozidlo, vozidlo pro seniory či handicapované, zmrzlinářský stánek atd. Přitom můžeme do elektromobilu vložit i zcela nové vlastnosti: vozidlo pro převoz energie do energetických ostrůvků, podpora energetických ostrůvků, akumulace a spolupráce s fotovoltaikou, vyrovnávání sítě, nouzový zdroj energie při haváriích či UPS domu atd. Standardizované prvky vytvoří „stavebnici“, která umožní velmi volně kombinovat jednotlivé komponenty. Proto očekáváme, že v dohledné budoucnosti vznikne řada různých specializovaných vozidel s vlastnostmi, které si dnes nedokážeme ani představit. Bariérou tohoto vývoje však může být rigidní přístup úřadů k těmto postupům.

**Díky standardizaci mohou být vozidla koncipována mnohem účelněji než dnes.**

### **Dlouhodobá udržovatelnost**

U vozu se spalovacím motorem podléhají opotřebením tisíce mechanických dílů. Proto po jistém nájezdu (cca 200 tis km) náklady na údržbu stoupnou natolik, že je výhodnější si pořídit nový vůz. U elektromobilu podléhají opotřebením jen závěsy kol a baterie. Rozhodující je životnost baterie. Dnešní pokročilé baterie vydrží cca. 5 tis. cyklů, což při dojezdu 400 km představuje životnost 2 mil. km, tedy desítky let.

Za ony desítky let se jistě dnešní elektromobilní technologie velmi rozvinou. Proto bude mít smysl některé komponenty vyměnit za novější podobně, jako jsme ve staříčkém počítači vyměnili disk za větší, či připojili lepší monitor. Pokud některá komponenta bude mít poruchu, tak vybereme novou a ta si, díky standardizaci, bude rozumět se zbytkem elektromobilu i když asi bude mít lepší parametry a bude od jiného výrobce. K elektromobilu se tedy můžeme chovat podobně, jako k rodinnému domu. Občas něco opravíme, občas něco zlepšíme, ale hlavně jej budeme užívat.

**Díky standardizaci půjde elektromobil pohodlně užívat desítky let.**

### **Firmware jako nástroj udržovatelnosti**

Přirozenou součástí některých komponent (palubní nabíječka, BMS, tepelný management...) je kontrolér, tedy malý jednoúčelový počítač. Ten svým programem (firmwarem) řídí chování komponenty tak, aby co nejlépe plnila své poslání a harmonicky spolupracovala se zbytkem elektromobilu. Firmware je tedy analogií operačního systému či BIOSu počítače. Podobně jako nemusíme měnit počítač, pokud se poněkud změní nároky na jeho funkci, ale stačí aktualizovat jeho operační systém, tak si nemusíme pořizovat nový elektromobil jen proto, že vznikly nové požadavky na chování některé jeho komponenty, ale stačí jen aktualizovat její firmware. Pokud bude výkon kontroléru a velikost jeho pamětí dostatečná, tak takto půjde nejen zdokonalovat existující funkci komponenty, ale můžeme její funkci dále zdokonalovat a rozšiřovat.

Potíž však spočívá v tom, že kombinace komponent bude v každém elektromobilu zcela jiná. Proto bude nutné, aby jejich rozhraní byly detailně a přesně standardizovány. Například na spolupráci mezi palubní nabíječkou a wallboxem budou v budoucnu jistě kladeny nové a nové požadavky v souvislosti se vznikajícími souvislostmi mezi elektromobilitou a chytrou energetikou. Proto bude třeba opakovaně aktualizovat firmware jak wallboxu, tak palubní nabíječky tak, aby vyhověly novým požadavkům.

**Díky standardizaci půjde aktualizacemi firmware přizpůsobovat elektromobil novým požadavkům.**

### **Příležitost pro vývojáře a malé specializované výrobce**

Pro specializovanou výrobu jednoho typu komponent není třeba mnohahektarová výrobní hala, jak ji známe z dnešních automobilek, ale může začít v garáži. Například kamarád si pořídil vybavení pro výrobu specializovaných přístrojů, které stálo zhruba tolik co levnější osobní auto a vejde se do oné garáže. Spolu s čtyřmi až šesti spolupracovníky by zde byl schopen vyrábět násobně více, než můj dávný zaměstnavatel koncem minulého století dokázal s více než stovkou pracovníků na ploše více než třech tisíc čtverečních metrů a s vybavením v hodnotě rozsáhlého parkoviště luxusních aut. Stačí tedy chytrý nápad, pár týdnů či měsíců vývoje a může vzniknout nejen zajímavý produkt, ale i komerčně úspěšný výrobce.

**Díky standardizaci půjde snadno uplatnit každý dobrý nápad**

## JAK ZAČÍT?

---

V úvodu jsme si řekli, že potřebujeme elektromobil jako učební pomůcku pro výchovu odborníků. Je tedy přirozené, že vy se vývoje měly ujmut zejména školy. Dnes bohužel žádná technická universita nemá Fakultu elektromobilní, proto půjde o spolupráci mezi mnoha pracovišti mnoha universit, výzkumných či vývojových pracovišť i dobrých středních škol. Tato spolupráce se může opírat o technologie „Referenčního webu“ a koordinovat ji může „Neutrální autorita“ tak, jak jsme vysvětlili v několika předcházejících studiích.

Výsledkem této první etapy by mělo být několik funkčních vzorků „Školního elektromobilu“ a první verze standardů jeho jednotlivých dílů. Díly by měly být podrobně dokumentovány včetně použitých výpočtů či matematických modelů (SPICE atd.) a tato dokumentace zveřejněna pod otevřenou licencí (asi nejlépe Creative Commons). Pokud by se do tohoto projektu podařilo zapojit dostatek pracovišť, která se podobnou problematikou dnes zabývají, tak by tato první etapa mohla být dokončena zhruba za rok.

V druhé etapě bude třeba z funkčního vzorku vytvořit prototyp, a ten vyrobit v sérii až několika set kusů, jako učební pomůcku pro školy. Takový elektromobil však může být výhodný i pro mnoho praktických úkolů běžného života. To může být příležitost pro zúčastněné vývojáře, či impulsem pro vznik nových firem a firmiček.

Vývoj a malosériová výroba až několika set elektromobilů jistě nebudou zcela levné. Musíme si však uvědomit, že jsou podmínkou efektivního zavedení nového oboru do běžné denní praxe. Pokud se k tomuto přínosu připojí ještě vznik nových vývojových a výrobních aktivit, tak je zřejmé, že potřebná investice bude mít značný pozitivní efekt pro celou společnost. Bude tedy mravné a žádoucí ji podpořit z veřejných prostředků.

**„Školní elektromobil“ může nastartovat „druhou cestu“ vývoje elektromobilů.**

## JAK DÁL?

---

Z předchozího je snad zřejmé, že rozumná standardizace může urychlit vývoj, zlevnit výrobu a zajistit dlouhodobou udržovatelnost elektromobilů. Podobnými postupy však můžeme zdokonalit i všechny související obory: nabíjecí infrastrukturu, fotovoltaiku, bateriovou akumulaci energie, chytrou energetiku atd. To by tyto obory mohlo racionalizovat natolik, že se z nich stanou tahouni dalšího ekonomického vývoje.

Potíž však spočívá v tom, že nové technologie ohrozí mocné, ale technologicky zaostalé firmy. Ty budou mít jistě dost moci, aby přirozený technologický vývoj komplikovaly a brzdily. Musíme tedy mít nejen vzdělané odborníky, kteří se novými technologiemi budou zabývat, ale i dobře informovanou veřejnost, která chápe výhody a smysl změn, které nové technologie přinášejí. Hlavně však potřebujeme mravné a vzdělané politiky a úředníky, kteří dokáží potřebné změny prosadit.

**Prosazení otevřené standardizace může zcela změnit náš Svět.**

(cc) BY-NC-SA  
Petr Vermouzek  
pavouk33@gmail.com  
listopad 2020

Myšlenková mapa tohoto textu je na: <https://www.xmind.net/share/pavouk33/>  
jako: „Od učební pomůcky k novému konceptu elektromobilu“