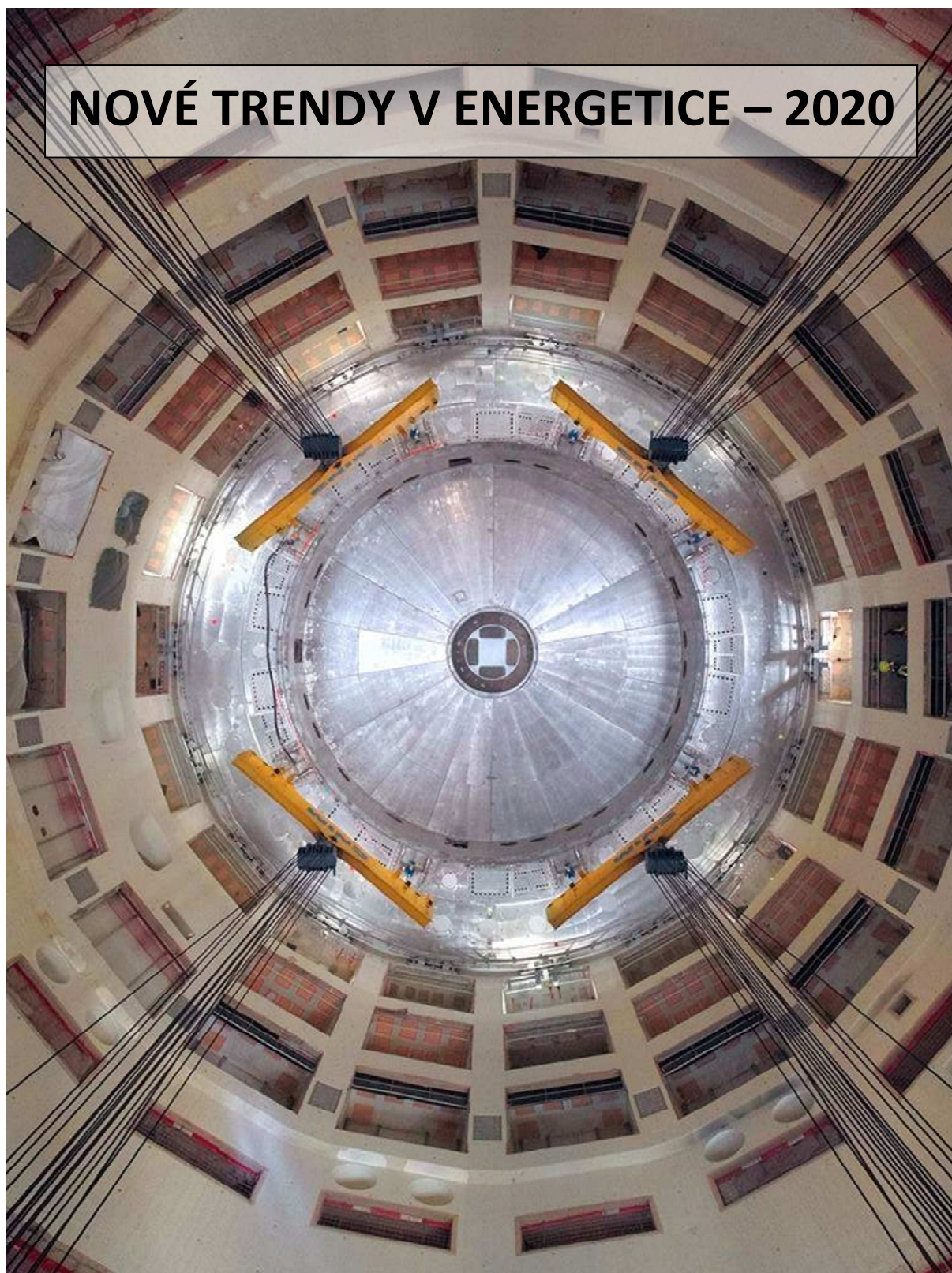


NOVÉ TRENDY V ENERGETICE – 2020



5. díl

Zpracoval: František Kůrka, OSI MMP

378 035 635

kurka@plzen.eu



Motto: „Úsměv je levnější než elektřina a dává více světla.“

Na titulní straně: pohled do stavby tokamaku ITER <https://www.iter.org/album/Media/6%20-%20Snapshots>

Obsah:

Úvod	3
A/ Malé ohlédnutí	3
Legislativní prostředí	3
Energetická náročnost budov	4
Využívání obnovitelných zdrojů energie	5
Alternativní pohony vozidel	5
Pohon elektrickou energií	5
Vodíkový pohon	7
Pohon stlačeným vzduchem	8
Akumulace elektřiny	8
Palivo ze vzduchu	9
Osvětlení	10
Termojaderný fúzní reaktor	12
CCS – ukládání CO ₂ pod zem	13
Pěnové sklo	14
Aerogel	14
B/ Novinky	15
Stínový generátor	15
Li-ion baterie bez kobaltu	16
Zahřívací li-ion baterie	16
Kapalná kovová baterie	17
Fotosyntetický článek	17
Hliníkové baterie	18
Baterie, co dýchá vzduch	18
Grafenová superkondenzátorová baterie	19
Bateriová úložiště	20
Akumulace energie v betonových věžích	21
Mikroreaktory a malé jaderné reaktory	22
NanoFlowcell a automobil s touto technologií	24
Nákladní automobily na elektrický pohon	26
Hyperloop	27
Městská letecká mobilita	28
Závěr	29
Použité zkratky a značky	30

Úvod

Pro zajištění hlavních záměrů a naplňování cílů Územní energetické koncepce města Plzně i pro další rozvoj města je důležité znát nejnovější dostupné technologie i vývojové trendy zejména v oblastech souvisejících s efektivním využíváním energie, včetně zmírňování environmentálních dopadů, využívání obnovitelných a druhotných zdrojů energie apod.

Tento materiál byl vytvořen za účelem informovanosti zainteresovaných pracovníků o nových trendech v získávání a využívání energie v různých formách. Kromě stručného popisu jsou u každé informace uvedeny i hypertextové odkazy na webové stránky, ze kterých bylo čerpáno, a kde lze nalézt i podrobnější údaje k dané problematice.

Nové trendy v energetice – 2020 jsou pátým pokračováním, přičemž první díl byl zpracován již v roce 2006 a další v letech 2008, 2009 a 2011. Dostatečný časový odstup umožňuje i malé ohlédnutí a zjištění, kam pokročily již dříve popsané trendy. Všechny předchozí díly Nových trendů v energetice (dále jen NTvE) jsou k dispozici na internetové adrese <https://energetika.plzen.eu/koncepcni-dokumenty/ostatni-koncepcni-dokumenty/ostatni-koncepcni-dokumenty.aspx>.

Do publikace byly zařazeny pouze informace o novinkách, u kterých je předpoklad možnosti budoucího využití v podmínkách města Plzně. V žádném případě se tedy nejedná o úplný výčet nových trendů v oblasti energetiky.

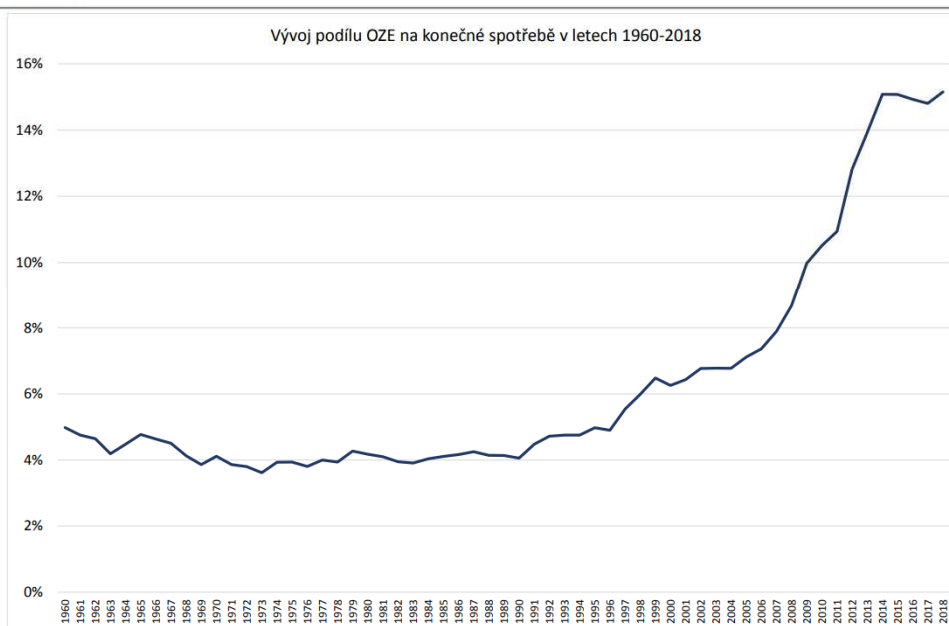
A/ Malé ohlédnutí

Legislativní prostředí

V prvním vydání Nových trendů v energetice (r. 2006) bylo zmíněno několik pracovních koncepčních dokumentů Evropské unie, především tzv. „Zelená kniha – o energetické účinnosti aneb Méně znamená více“ a tzv. „Bílá kniha Energie pro budoucnost – obnovitelné zdroje energie“

Zelená kniha definovala určité zásady pro činnost veřejného sektoru v oblasti energetiky a dopravy. V podmínkách města Plzně byla řada těchto zásad již implementována, např. při vypisování veřejných zakázek na nákup spotřebičů energie je jedním z kritérií energetická účinnost; při výstavbě a rekonstrukcích veřejného osvětlení jsou instalována svítidla nejmodernější, tedy úsporné LED technologie; na všech budovách užívaných městem a jeho příspěvkovými organizacemi jsou vyvěšeny průkazy energetické náročnosti budov; pro administrativní a školské objekty jsou navíc zpracovány tzv. Energetické terče; město Plzeň se v oblasti hospodaření s energií snaží být příkladem pro ostatní subjekty působící na území města – viz internetové stránky <https://energetika.plzen.eu/>.

Scénáře popsané v koncepčním dokumentu Evropské komise DG XVII uváděly, že obnovitelné zdroje budou v roce 2020 dodávat mezi 10 až 15 % (pro ČR to bylo 13 %). Z analýzy zpracované MPO v prosinci 2019 vyplývá, že v České republice činil podíl hrubé konečné spotřeby energie z OZE na celkové hrubé konečné spotřebě energií za rok 2018 podle mezinárodní metodiky výpočtu EUROSTAT - SHARES 15,2 %. Cíl byl tedy ze strany ČR splněn v předstihu.



Vývoj podílu OZE na konečné spotřebě v letech 1960–2018.

https://www.mpo.cz/assets/cz/energetika/statistika/obnovitelne-zdroje-energie/2019/12/Podil-OZE-na-hrube-konecne-spotrebe-energie-2010-2018_1.pdf

Později byla snaha EU cílové hodnoty zvyšovat. Došlo k navýšení cílové hodnoty pro rok 2020 na 20 % a nový závazný cíl podílu OZE na hrubé konečné spotřebě EU pro rok 2030 je stanoven ve výši 32 %. Dle dokumentu Zelená dohoda pro Evropu (COM(2019) 640 final), což je nejambicióznější balíček opatření, je hlavním cílem EU stát se do roku 2050 prvním klimaticky neutrálním kontinentem na světě. Podle současné strategie by v roce 2050 bylo dosaženo snížení emisí skleníkových plynů pouze o 60 %, takže lze do budoucna předpokládat revizi a další zpřísnění opatření v oblasti ochrany klimatu. Hlavním nástrojem je systém obchodování s emisními povolenkami, u kterého lze předpokládat rozšíření na další sektory. V následujících desetiletích lze tedy očekávat významnou dekarbonizaci energetických zdrojů, přičemž zásadní roli by měly mít obnovitelné zdroje energie v kombinaci s inteligentní infrastrukturou, zvyšováním účinnosti a zapojením spotřebitelů.

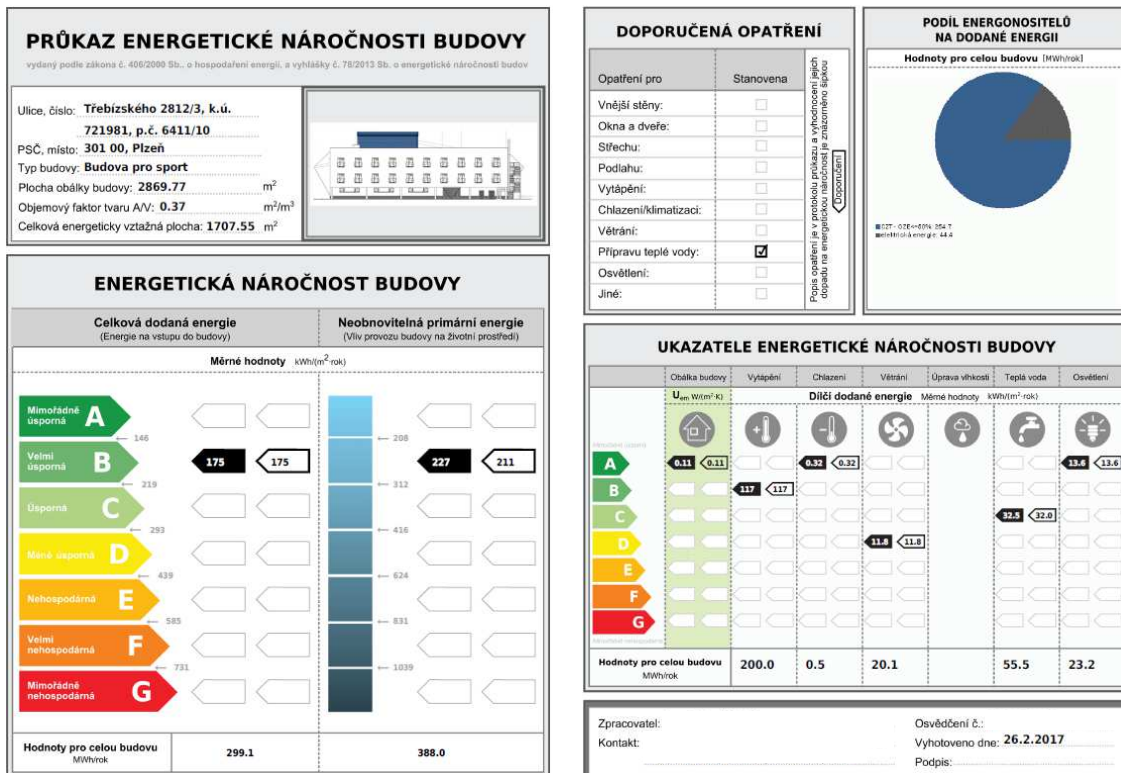
https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Renewable_energy_statistics/cs

Energetická náročnost budov

Za uplynulých patnáct let nastal velký posun v tepelné ochraně budov. Řada starších budov prošla revitalizací, ale především nová výstavba se s parametry obvodového pláště dostala na úroveň nízkoenergetických staveb. Legislativa nařizuje maximálně přípustné součinitele prostupu tepla. Při kombinaci nízké potřeby tepla na vytápění a využití obnovitelných zdrojů energie, lze dosáhnout minimální spotřeby neobnovitelných forem energie. Tyto objekty zákon o hospodaření energií dnes nazývá jako „budovy s téměř nulovou spotřebou.“

Energetická náročnost budov je deklarována průkazem energetické náročnosti budov. Ten musí být pořízen pro každou projektovanou novostavbu i větší změnu dokončené stavby, před prodejem nebo pronájmem budovy nebo její části a u budov užívaných orgánem veřejné moci (tj. státem, krajem, obcí)

její organizační složkou nebo jím zřízenou příspěvkovou organizací. Platnost PENB je omezena na 10 let.



Zdroj: OSI MMP

Využívání obnovitelných zdrojů energie

V předchozích vydáních NTvE byl popsán trend rozvoje kogeneračních jednotek a trend využívání obnovitelných zdrojů energie především k výrobě elektřiny. Největší nárůst instalovaného výkonu zaznamenaly především fotovoltaické elektrárny, u kterých tehdy bylo konstatováno, že „jejich využívání je v Plzni na samém začátku, ale v horizontu 20 let lze očekávat největší rozvoj“. Správnost těchto předpokladů potvrzuje skutečnost: na konci roku 2019 bylo v Plzni 13 MW_p instalovaného výkonu FVE. V celé ČR byl instalovaný výkon FVE 2 061 MW_p. K navýšení instalovaného výkonu došlo v Plzni i u ostatních obnovitelných zdrojů, např. u tepelných čerpadel na cca 12 MW.

http://www.eru.cz/documents/10540/5381883/Rocni_zprava_provoz_ES_2019.pdf/debe8a88-e780-4c44-8336-a0b7bbd189bc

Alternativní pohony vozidel

Pohon elektrickou energií

V roce 2006 byl popsán i předpokládaný trend v oblasti alternativních pohonů motorových vozidel. Kromě povinného přimíchávání bioetanolu a bionafty do standardních fosilních paliv se největší rozvoj udal, díky výrazné dotační podpoře ze strany EU, v oblasti elektromobility. Ve srovnání s vyspělými evropskými státy ČR v této oblasti zaostává. Ke konci roku 2019 bylo v ČR evidováno 756 elektrovozidel a 473 plug-in hybridních vozidel. S tím souvisí i rozvoj veřejných dobíjecích stanic, jejichž počet v celé ČR překročil 200 stanic, z toho na území města Plzně je jich nyní v provozu minimálně 9. V následujícím období se tyto počty budou ale rychle měnit, protože dochází k významným změnám ve výrobních

programech automobilek a k posunu nabídky směrem k vozidlům s elektrickým pohonem. V září 2020 představila svůj zcela nový automobil kompletně vyvíjený jako elektromobil i automobilka ŠKODA. Elektromobil kategorie SUV s názvem Enyaq iV je prvním ze šesti avizovaných elektromobilů, které chce Škoda Auto v dalších pěti letech uvést na trh.



<http://www.hybrid.cz/v-roce-2019-se-v-cesku-pocet-aut-do-zasuvky-zvysil-o-ctvrtinu>
<https://www.evmapa.cz/>
https://www.kupi.cz/magazin/clanek/9491-skodovka-zacala-za-vice-nej-milion-prodavat-elektromobil-ktery-dobijete-za-35-minut#dop_ab_variant=0&dop_req_id=B1tUAX4DWjm-202009090708&dop_source_zone_name=hpfeed.szhnp.box&utm_source=www.seznam.cz&utm_medium=sekce-z-internetu

V letech 2015 až 2017 probíhalo v Plzeňských městských dopravních podnicích, a.s. testování dvou kusů elektrobusů (výrobce Škoda Transportation, a.s.). Oba elektrobusy byly konstruovány tak, aby za deset minut rychlonabíjení měly dostatek energie na jednu cestu z Košutky (Severní předměstí) do centra Plzně a zpět i s dostatečnou rezervou. Cestující i řidiči hodnotili elektrobusy převážně kladně, zejména akceleraci, tichou a plynulou jízdu a příjemný vzhled. Přesto testování ukázalo, že toto konkrétní technické provedení nesplňuje veškeré požadavky pro reálný provoz v plzeňské MHD. Na některých linkách by byl zapotřebí delší dojezd a větší kapacita vozidla. Nevýhodou byla i poměrně vysoká cena elektřiny pro samostatné dobíjecí místo (ve srovnání s cenou energie pro napájení měníren elektrické trakce). V současné době se jako optimální pro provoz v Plzni jeví trolejbusy, které mají místo pomocného dieselagregátu pouze baterie. Ty se dobíjejí při jízdě pod trolejí a umožňují obsloužit i oblasti bez trakčního vedení. Plzeňské městské dopravní podniky, a.s. jich v roce 2019 provozovali 32 kusů, v roce 2020 předpokládají navýšení stavu těchto trolejbusů o dalších 5 vozů.

<https://www.pmdp.cz/pro-media/tiskove-zpravy-archiv/archiv-2017/doc/plzni-se-osvedcily-nove-trolejbusy-s-bateriovym-pohonem-pribydou-dalsi-2138/newsitem.htm>
<https://seznam-autobusu.cz/typy/pmdp/trolejbusy>



https://www.idnes.cz/plzen/zpravy/elektrobusy-testovaci-provoz.A170531_085152_plzen-zpravy_pp

Dne 3. června 2019 Rada města Plzně svým usnesením č. 635 jmenovala třináctičlennou pracovní skupinu pro přípravu e-mobility. Ta se na svých schůzkách zabývala především problematikou dobíjení elektrovozidel. Odbor sportu, Smart Cities a podpory podnikání, do jehož gesce pracovní skupina spadá, zajistil zpracování studie, která popisuje legislativní rámec, strategické dokumenty ČR i EU, stručný přehled typů nabíječek, příklady a zkušenosti z jiných evropských měst, popis současného stavu dobíjení v Plzni a studii proveditelnosti pro nejbližší dva roky. Z energetického hlediska je zajímavá informace, že na každých 100 000 elektrických osobních automobilů bude potřeba zajistit konečnou spotřebu elektřiny cca 0,2 TWh/rok. Na jedno vozidlo tedy v průměru připadá 2 000 kWh/rok při ročním nájezdu cca 15 000 km a průměrné spotřebě 13,33 kWh na 100 km. Studie předpokládá, že ve výhledu do r. 2025 bude v Plzni, dle konzervativní predikce vycházející z Národního akčního plánu Čistá mobilita, více než 6 200 elektrických vozidel a nezanedbatelný počet hybridních aut, které budou také vyžadovat nabíjení.

Vodíkový pohon

Oproti vozidlům poháněným elektřinou se minimálního rozvoje dostalo vodíkovému pohonu, a to i přes skutečnost, že některé automobilky dotáhly vývoj vozidel s vodíkovými palivovými články až k sériové výrobě. Hlavní překážkou v ČR se jeví nevyhovující infrastruktura. Dosud existuje pouze jediná neveřejná vodíková čerpací stanice (Neratovice). Vodík jako nosič energie, ale zůstává i do budoucna ve hře. Na konferenci Trendy evropské energetiky 2019 představil zástupce Unipetrolu příspěvek k rozvoji vodíkové mobility v ČR. Ze zprávy vyplývá, že výroba vodíku je v ČR zvládnutá a rozšířená. Problémem ale může být dosažení požadované čistoty. Unipetrol plánuje počínaje r. 2020 realizovat výstavbu stojanů s vodíkem v rámci existující sítě čerpacích stanic Benzina. Stojany by měly být umístěny především u koridorů Transevropské dopravní sítě. Jedna z těchto čerpacích stanic je plánována i u dálnice v blízkosti Plzně.

http://www.top-expo.cz/domain/top-expo/files/smart-city/smart-city-2019/tee/prezentace/suchopa_robert.pdf

Vývojem vodíkových technologií se v ČR dlouhodobě zabývá ÚJV, a.s. v Řeži u Prahy. V rámci projektu TriHyBus (viz NTvE 3.díl) byl vyvinut vodíkový autobus a vybudována čerpací stanice vodíku v Neratovicích. Autobus (délka 12 m, výkon elektromotoru 120 kW, palivový článek 48 kW a Li-ion akumulátory 28 kWh) je již 5 let úspěšně testován na městské lince v Neratovicích. Projekt byl oceněn Zlatou medailí na Mezinárodním strojírenském veletrhu v Brně. Pokračování projektu je plánováno s důrazem na udržitelnou lokální produkci vodíku v návaznosti na obnovitelné zdroje energie.



<https://www.ujv.cz/cs/produkty-a-sluzby/veda-a-vyzkum/vodikove-technologie>

Pohon stlačeným vzduchem

Jednou z cest alternativních pohonů vozidel byla i v prvních dílech NTvE popisovaná varianta pohonu vozidel stlačeným vzduchem, která se díky nové konstrukci pístového motoru vynálezce pana Guy Negre jevila jako nadějná. Vývoji vozidla poháněného vzduchem se věnovala společnost MDI s továrnou na jihu Francie. Dokonce došlo i k prodeji licence indické společnosti TATA, která vyvíjí vlastní městská vozidla. Jedno z vozidel s líbivou hliníkovou karosérií (viz foto) bylo představeno veřejnosti v r. 2017 se záměrem uvedení na indický trh v r. 2020. Zatím na Internetu není k nalezení žádná další zpráva. Vývoj je zřejmě delší, než tvůrci předpokládali, ale myšlenka zatím nezapadla.

<https://oenergetice.cz/cista-mobilita/psa-hybridair-a-auto-na-vzduch-od-mti>

Prototyp vzduchem poháněného vozidla TATA představeného v r. 2017



<https://www.drivespark.com/four-wheelers/2017/tata-motors-air-powered-car-airpod-launch-2020/articlecontent-pf61533-020628.html>

Akumulace elektřiny

Schopnost dokázat efektivně akumulovat velké množství energie se ukazuje jako velice významný faktor nejen pro rozvoj elektromobility, ale i pro rozvoj využívání obnovitelných zdrojů energie a pro stabilizaci výkyvů v elektrorozvodných sítích. Proto v uplynulých letech se této problematice věnovala řada vědeckých a vývojových pracovišť.

Ve 4. díle NTvE byl popsán princip nové 3D baterie českého vynálezce Jana Procházky. Jím založená společnost HE3DA za tu dobu ušla velký kus náročné práce od výroby prvních prototypů, přes testování a s tím spojené získání certifikací, prezentace a shánění investorů, až po výstavbu nové továrny s názvem Magna Energy Storage v Horní Suché (Moravskoslezský kraj). Sériová výroba baterií v tomto závodě by měla začít ještě v r. 2020. První vyrobené kusy jsou určeny investorům a na export. Parametry prvních dostupných baterií HE3DA budou: kapacita 1 kWh; napětí 2,5 až 4,2 V; nabíjecí proud od 0 do 25 A; účinnost nabití/vybití až 96 %; špičkový proud 1000 A; pracovní teplota od -20 do + 80 °C; hmotnost 10,5 kg; vnější rozměry hliníkového obalu: cca 30 x 18 x 15 cm. Do budoucna se předpokládá další zlepšování parametrů, jako je zvyšování kapacity či zkracování doby nabíjení.

<https://oze.tzb-info.cz/akumulace-elektriny/20083-he3da-priprava-vyroby-v-horni-suche>



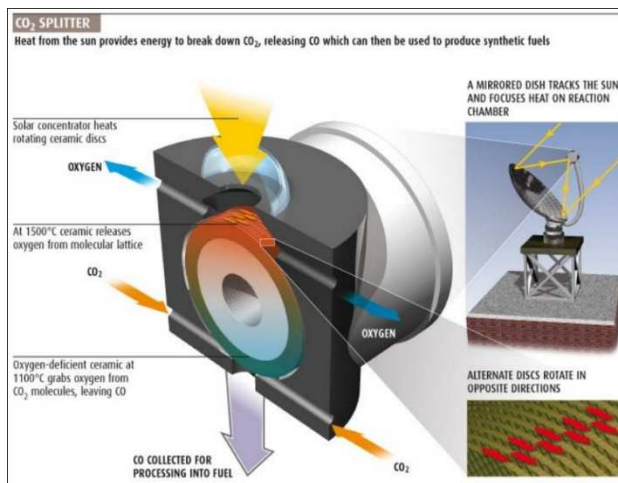
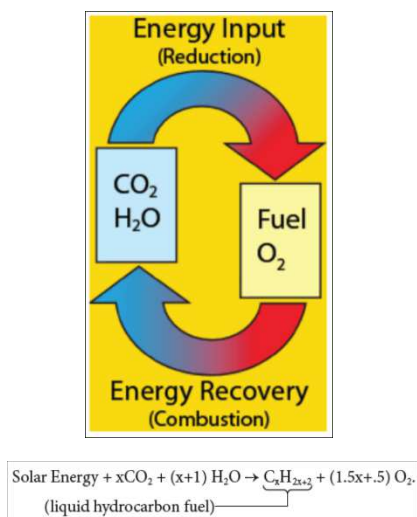
Tyto baterie budou tvořit základní stavební kámen dalších výrobků firmy. Prvním produktem by měl být samostatný bateriový box s kapacitou 500 kWh ve tvaru krychle o hraně přibližně 2,5 m a váze devíti tun. Pokud tento bateriový box bude připojen k rozvodné síti přes běžný 32 A jistič, lze jím obslužit až 10 parkovacích míst s nabíječkami 7 kW DC (pro nabíjení přes noc nebo během pracovní doby) a jednu rychlonabíječku s výkonem 200 kW, pro ty, kteří potřebují brzy odjet. Kromě nabíjení elektromobilů, vidí společnost HE3DA uplatnění velkých baterií např. k pohonu lodí i k akumulaci elektřiny v budovách. Výhodou těchto baterií, oproti konkurenci, je vysoká bezpečnost a spolehlivost.

<https://www.he3da.com/>

Vývoji nových typů baterií se věnuje řada dalších společností (např. Panasonic, Tesla, CATL). Zpravidla se jedná o zdokonalování Li-ion baterií. Zcela nové konstrukce baterií jsou popsány v části „Novinky“.

Palivo ze vzduchu

Ve 3. díle NTvE byl popsán malý, ale ambiciózní, projekt vědců ze Sandia Nacional Laboratories na využití sluneční energie k výrobě paliva z oxidu uhličitého.



<https://landartgenerator.org/blagi/archives/415>

Jednoduché schéma i chemická rovnice, ale složitý problém k vyřešení. Výzkumníkům pod vedením Riche Diverema, vynálezce solárního reaktoru s označení CR5, se podařilo úspěšně otestovat DEMO zařízení, které vyrábí syntetické palivo (palivo shodných vlastností jako klasický benzín, ale bezuhlíkové). Nyní pracují na zdokonalování a zvyšování účinnosti. Vědci předpokládají, že příprava technologie k uvedení na trh potrvá ještě nejméně 15 až 20 let. Myšlenkou na zachycování CO₂ z atmosféry a jeho přeměnou na palivo se v současnosti zabývá i řada jiných subjektů. Navíc představa pohonu velkých dopravních letadel na takovéto syntetické palivo se líbí leteckým společnostem, takže masivní investice mohou vývoj urychlit. Rovněž automobilka BMW se rozhodla prostřednictvím své dceřiné společnosti v USA BMW i Ventures investovat do vývoje paliva velkou částku (v přepočtu cca 292 mil. Kč).

Společnost Prometheus Fuels, jejíž projekt podpořila již výše zmíněná automobilka BMW, plánuje zahájit dodávky uhlíkově neutrálního benzínu k čerpacím stanicím v USA ještě koncem roku 2020. Ceny by přitom měly být srovnatelné s běžnými palivy. Výhodou tohoto řešení je skutečnost, že všechna auta, letadla i lodě mohou zůstat stejná, rovněž palivová infrastruktura se nemusí měnit, protože benzín vyráběný ze vzduchu je molekulárně totožný s benzínem z ropy. Mění se pouze zdroj paliva, jehož spalováním se nezvyšuje produkce CO₂. Navíc, dle tvrzení společnosti Prometheus Fuels, pochází veškerá energie potřebná na výrobu paliva z obnovitelných zdrojů.

https://energy.sandia.gov/wp-content/gallery/uploads/S2P_SAND2009-5796P.pdf

<https://www.autosalon.tv/novinky/autopunk/bmw-se-chysta-vyrbet-benzin-ze-vzduchu-napad-ktery-by-obratil-trh-naruby-mysli-smrtelne-vazne>

<https://www.obnovitelne.cz/clanek/987/palivo-vyrobene-ze-vzduchu-sanci-pro-cistou-dopravu-jsou-synteticka-nafta-a-plyn/>

<https://www.auto.cz/vyroba-benzinu-ze-vzduchu-do-projektu-uz-investovalo-i-bmw-134775>

<https://www.prometheusfuels.com/>

Osvětlení

Ve 2. díle NTvE byl avizován světový trend ústupu od klasických žárovek. Po Kalifornii a Austrálii k postupnému zákazu výroby žárovek přistoupila i Evropská unie. Harmonogram výběhu klasických i halogenových žárovek byl následující:

	Září 2009	Září 2010	Září 2011	Září 2012	Září 2013	Září 2014	Září 2015	Září 2016
	15W	15W	15W	15W	Čiré žárovky nejsou dále povoleny			
	25W	25W	25W	25W				
	40W	40W	40W	40W				
	60W	60W	60W	60W				
	75W	75W	75W	75W				
	100W	100W	100W	100W				
	Matné žárovky nejsou dále povoleny							
	Žádná omezení u reflektorových žárovek v etapě I		Nová směrnice pro směrované osvětlení v prvním kvartálu 2010					

Všechny číré halogenové žárovky v červených polích budou vyžadovat min. EEC třídu C

	Zaří 2009	Zaří 2010	Zaří 2011	Zaří 2012	Zaří 2013	Zaří 2014	Zaří 2015	Zaří 2016
 Číré na síťové napětí	< 60 lm	< 60 lm	< 60 lm	< 60 lm	Požadovaná třída EEC A, B nebo C			Požadovaná třída EEC A nebo B
	60 lm	60 lm	60 lm	60 lm				
	450 lm	450 lm	450 lm	450 lm				
	725 lm	725 lm	725 lm	725 lm				
	> 950 lm	> 950 lm	> 950 lm	> 950 lm				
 Matné na síťové napětí	Matné halogenové žárovky nebudou dále povoleny							
 Číré na malé napětí	Nepostihuje číré halogenové žárovky na malé napětí							Požadovaná třída EEC A nebo B
 Reflektorové na malé i síťové napětí	Žádná omezení u reflektorových žárovek v etapě I		Nová směrnice pro směrované osvětlení v prvním kvartálu 2010					

Vývoj nových, účinnějších světelných zdrojů postupoval rychle kupředu. První náhradou byly úspornější kompaktní zářivky, které ale postupně vytlačují světelné zdroje na bázi technologie LED, tedy světlo emitující diody. V současné době jsou do LED svítidel využívány tzv. SMD čipy, a i ty jsou neustále vylepšovány. Zlepšuje se chlazení a tím i životnost světelných zdrojů, zvyšuje se účinnost, což umožňuje dosahovat světelného toku až 120 lm/W (první LED technologie měla světelný tok cca 70 lm/W a úhel rozptylu asi 60°). Výrazně se zlepšilo podání barev a úhel rozptylu světla se zvětšil až na 120°. Současně dochází k neustálému poklesu prodejních cen. Tento vývoj umožňuje využití LED technologií nejen v interiérech a exteriérech budov, ale i v řadě dalších aplikací, jako je např. veřejné osvětlení či osvětlení motorových vozidel. LED a OLED (organické) technologie se uplatnily i při konstrukci televizorů a monitorů, což přineslo významné snížení jejich energetické náročnosti.



DIP (Dual In-Line Package) – nejstarší LED technologie využívala kloboučkové LED diody



HIGH POWER LED – tato technologie používá vysoce svítivé LED čipy v kombinaci s optickými čočkami



COB (Chip On Board) – více čipů na jedné desce pokrytých vrstvou luminoforu



SMD (Surface Mounted Diode/Device) – diody jsou pájeny přímo na desku plošného spoje

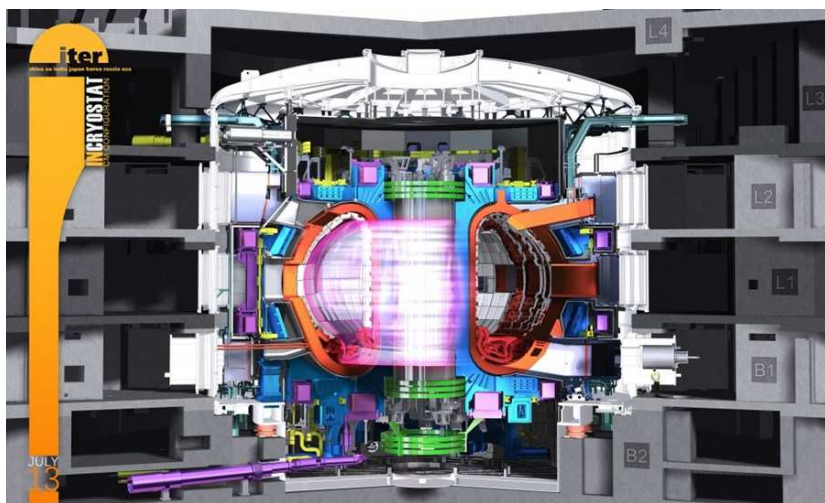
<http://www.techniled.cz/34-druhy-led-cipu/>

Termojaderný fúzní reaktor

Ve Francii (u města Cadarache) je ve výstavbě největší experimentální termojaderný fúzní reaktor na světě, jehož klíčovým zařízením je tokamak ITER (*International Thermonuclear Experimental Reactor*). Tento rozsáhlý a mimořádně významný vědecký projekt byl popsán již ve 2. části NTvE z ledna 2008.

Fúzní reaktor má pracovat přesně naopak oproti dnešním jaderným elektrárnám. Při procesu nazývaném jaderná fúze v něm má dojít ke vzniku plazmy, tj. extrémně zahřáté hmoty a ke slučování jader namísto štěpení. Tokamak tak má při teplotě až 150 milionů stupňů Celsia napodobit reakci, ke které dochází na hvězdách, jakou je i naše Slunce. Výsledkem má být zdroj bezpečné a čisté energie bez jaderného odpadu. Pokud půjde vše podle plánu, měla by být výstavba zařízení dokončena v roce 2025. Mělo by se jednat o dosud největší termonukleární reaktor na světě (dosud existuje pouze několik menších pokusných zařízení, dvě z nich jsou dokonce v ČR).

Zajímavostí je i skutečnost, že se jedná o druhý nejdražší vědecký projekt na světě, hned po mezinárodní vesmírné stanici. Na jeho realizaci, která započala v r. 2007, se podílí 35 zemí (státy EU, USA, Čína, Rusko, Indie, Japonsko, Jižní Korea a od r. 2016 také Austrálie). Pokud tyto technicky nejvyspělejší státy planety úspěšnou realizací společného projektu ověří, že lidstvo je již schopné vyrobit produktivní termojaderný reaktor, potom začne již každý sám za sebe usilovat o výstavbu vlastního zařízení.

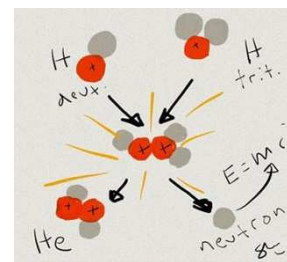


<https://www.iter.org/proj/inafewlines>

Podle představ vědců by se tokamak ITER měl stát prvním tokamakem, který získá z paliva více energie, než sám spotřebuje na ohřev plazmatu. Jeho úspěšné otestování by významně přiblížilo komerční využití této technologie. Palivem pro tento reaktor je směs deuteria a tritia, což jsou izotopy vodíku, které se dají získávat z mořské vody a lithia – poměrně dostupného prvku, jehož těžba nepředstavuje významnější zátěž pro životní prostředí. Dle prohlášení vědeckého týmu projektu ITER je množství takového paliva o velikosti ananasu ekvivalentem asi 10 tisíc tun uhlí.

Od listopadu roku 2025 by mělo začít testování tokamaku ITER, přičemž již o rok dříve by měla být zahájena stavba prvního komerčního tokamaku DEMO. Cílem celého projektu je poslat první megawatty elektřiny z jaderné fúze do sítě v roce 2050.

Plánovaný tepelný výkon tokamaku ITER je 500 MW během zážehů pulsů plazmatu trvajících přinejmenším 500 sekund (za použití vodíkového plazmového prstence o průměru 6,2 m). Palivem by měla být dávka cca 0,5 g směsi deuteria a tritia. Odpadním produktem reakce je helium (inertní plyn) a proud neutronů, který v lithiové obálce reaktoru vyrobí teplo a štěpením lithia i jednu ze složek paliva, radioaktivní tritium (s poločasem rozpadu pouhých 12,3 roku). Součástí stavby není generátor, takže s výrobou elektřiny se v tomto experimentálním zařízení nepočítá. Vzniklé teplo bude uchlazeno v chladících věžích. Účelem jeho výstavby je dokonale porozumět problematice jaderné fúze a vyřešení praktických problémů s tímto druhem energetiky. Díky zapojení států EU bude moci ze získaných poznatků čerpat i Česká republika.



<https://www.iter.org/proj/inafewlines>

<https://www.seznamzpravy.cz/clanek/ve-francii-se-zacalo-skladat-male-slunce-jeho-energie-ma-spasit-lidstvo-114032>

<https://cs.wikipedia.org/wiki/ITER>

<https://www.iter.org/>

CCS – ukládání CO₂ pod zem

Problematika zachytávání a ukládání CO₂ (CCS) byla popsána ve 2. díle NTvE. Technologii se věnuje internetový portál České geologické služby, kde lze najít řadu podrobností. Z aktualit je zřejmé, že v této oblasti se zatím v Evropě i na celém světě mnoho konkrétního nerealizovalo. Z výroční zprávy Global CCS Institute, která byla zveřejněna v prosinci 2019, vyplývá, že na celém světě je v provozu celkem 19 velkých projektů průmyslového měřítka a 4 projekty jsou ve výstavbě (až na výjimky jsou ovšem všechny mimo Evropu). Celkové množství zachyceného a uloženého CO₂ je 260 miliónů tun. Z hlediska očekávaného přínosu této technologie je rozvoj příliš pomalý.

V ČR bylo v uplynulých letech zpracováno s dotační podporou několik studií. Aktualizovaná státní energetická koncepce připouští roli CCS po roce 2040 a doporučuje provést geologický průzkum možností skladování CO₂. posuzovány byly lokality: Ostrava, Pruněřov II a Počerady.

Jak je patrné z návrhu Evropského právního rámce pro klima, který byl zveřejněn 4. března 2020, Evropská komise s touto technologií nadále počítá. Ve stejné době byla publikována i technická zpráva expertní skupiny pro udržitelné finance, která připravuje půdu pro unijní regulaci stanovující kritéria pro posouzení toho, které ekonomické aktivity mohou být považovány za udržitelné, a tudíž způsobilé k financování z unijních zdrojů (dotace). CCS je v různých podobách v seznamu zastoupena, zatím v něm však chybí všechny varianty využívání zachyceného uhlíku (označované jako CCU).



<http://www.geology.cz/ccs/technologie-ccs/praxe>

<http://www.geology.cz/ccs>

Pěnové sklo

Jako zajímavý tepelně izolační stavební materiál se jeví pěnové sklo. Tento materiál má vynikající termoizolační a protipožární vlastnosti, je tvarově stálý, odolný proti vlhkosti, mrazu, biologickému poškození (neshnije ani jej nenaruší hmyz či hlodavci). Materiál nepropouští žádné plyny ani páry. Výhodou je i dlouhá životnost a prakticky 100% recyklovatelnost. Izolant lze vyrábět z recyklovaného skla. Dodává se buď v deskách nebo jako granulát (štěrk). Pěnové sklo je díky svým vlastnostem považováno za ekologicky čistý materiál. Pokud je vyráběno z odpadního recyklovaného skla, může být i ekonomicky velice výhodné – některé zdroje uvádějí až 4 x levnější než klasický pěnový polystyren. V současné době jsou v České republice již tři výrobci pěnového skla.

Pěnové sklo se jeví jako vhodné řešení tepelné izolace základových desek nebo základových pasů a podlah staveb, s výhodou jej lze využít jako náhrada starých zásypů klenb a stropů (tepelně izoluje a současně odlehčuje). Dále se pěnové sklo využívá i jako tepelná izolace při zakládání zelených střech a jako tepelný izolant bazénů a jiných nádrží.

https://cs.wikipedia.org/wiki/P%C4%9Bnov%C3%A9_sklo



<http://www.a-glass.cz/>

Aerogel

Dalším, v dnešní době již běžně komerčně nabízeným, izolantem jsou tzv. aerogely. O této látce se mluví jen v superlativách. Izolant je jen třikrát těžší než vzduch a vyznačuje se nízkou hodnotou tepelné vodivosti λ od 0,013 do 0,020 W/(m.K) - pro srovnání např. extrudovaný polystyren má λ od 0,035 do 0,038 W/(m.K). K dosažení shodných tepelně technických vlastností tedy postačuje podstatně menší tloušťka izolace. Vzhledem k poměrně vysokým pořizovacím nákladům nelze prozatím předpokládat jeho využití při běžné výstavbě. S výhodou však lze aerogely využít například na vnitřní zateplení památkově chráněných objektů, na řešení tepelných mostů i v celé řadě průmyslových aplikací v teplotním rozmezí od -200 °C až do $+650\text{ °C}$.



Aerogely se zpravidla vyrábějí z gelu oxidu křemičitého při vysokých tlacích a teplotách s přidavkem katalyzátorů. Po odstranění veškeré kapalné složky z gelu, tzv. superkritickém vysoušení, vznikne těleso s miliardami skořápek z křemíku, které zaručují celé struktuře odolnost proti působení tlaku. Pro stavebnictví se aerogelové izolace vyrábějí jako ohebné desky, které se skládají ze základního aerogelu a nosného rouna.

<https://izolace-aerogel.cz/>

B/ Novinky

Stínový generátor

Tan Swee Ching z National University of Singapore a jeho spolupracovníci postavili prototyp zařízení, který nese označení Shadow-Effect Energy Generator (SEG), tedy v překladu stínový generátor. Jejich stínový generátor těží z kontrastu mezi ozářeným a zastíněným prostředím. Tento kontrast spouští „stínový“ mechanismus, který byl experimentálně pozorován pomocí Kelvinovy silové mikroskopie (KPFM, Kelvin Probe Force Microscopy). Výsledkem je zcela nový koncept výroby elektřiny.

Stínový generátor SEG tvoří soustava tenkých plátek zlata na křemíkovém podkladu, které jsou umístěné na ohebném polymeru. Pokud jde o solární energetiku, tak stíny představují problém, který komplikuje práci solárními články. Stínový generátor ale stín naopak ke svému provozu potřebuje. Podle tvůrců je stínový generátor levnější než typický solární článek.

Pokud je stínový generátor na rozhraní světla a stínu, tak vyrobí 200 % elektřiny oproti klasickému solárnímu článku ve stejných podmínkách. Když je ovšem nový generátor v naprostém stínu nebo naopak zcela osvětlený, tak vyrábí jen nepatrné množství elektřiny či prakticky žádnou.

<https://www.osel.cz/11214-realita-porazi-science-fiction-nove-zarizeni-generuje-elektřinu-ze-stinu.html>



Prototyp stínového generátoru. Kredit: Royal Society of Chemistry.

<https://www.osel.cz/popisek.php?popisek=29629&img=eescoper-page-preview-seg.jpeg>

Li-ion baterie bez kobaltu

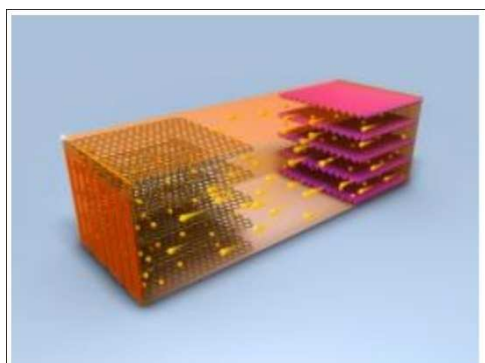
Současné Li-ion baterie používané v elektronice, jako jsou např. mobilní telefony či notebooky, i v elektromobilech obsahují katody tvořené slitinou kovů. Zpravidla se jedná o nikl, kobalt, mangan nebo hliník. Náklady na tyto materiály tvoří až polovinu celkových nákladů na suroviny, přičemž nejdražší je kobalt. Jedná se o vzácný kov, jehož cena bude ještě růst. Navíc těžba kobaltu je spojována s etickými úskalími, protože většina se těží v zemích nedodržujících základní lidská práva.

Výzkumníci na Texaské univerzitě v Austinu vyvinuli lithium-iontové baterie bez drahého kobaltu, aniž by došlo ke snížení jejich výkonu. Jejich katoda se z 90 % skládá z niklu. Zbytek tvoří mangan a hliník. Po zavedení do výroby by snížení nákladů mělo být patrné zejména u elektromobilů, kde dnes baterie tvoří až jednu třetinu ceny.

<https://nedd.tiscali.cz/levnejsi-li-ion-baterie-mame-na-dosah-budou-bez-draheho-kobaltu-493400>

Zahřívací li-ion baterie

Bateriové pohony se stále více uplatňují nejen v elektromobilech, ale i v letadlech, lodích i dalších dopravních prostředcích. Řidiči a piloti požadují, aby se jejich stroje dobíjely co nejrychleji. Intenzivní dobíjení ale za normálních okolností li-ion baterie poškozuje. Američtí vědci z Pennsylvania State University pracují na vývoji nové lithium-iontové baterie, která se při nabíjení zahřívá.



Zahřívací Li-Ion baterie. Kredit: Chao-Yang Wang Lab, Penn State.

Běžné li-ion baterie se nabíjejí i vybíjejí za stejné teploty. Pro zkrácení doby nabíjení musí baterie pojmout v krátkém čase až 400 kW nabíjecího výkonu, což současné baterie nezvládnou. V takovém případě se kolem jejich anody vytvoří kovové lithium, což dramaticky zkrátí životnost baterie. Tento problém vědci u nové baterie obešli nabíjením při zvýšené teplotě kolem 60 °C. Zahřátí musí proběhnout rychle a rovnoměrně, proto tvůrci navrhli samoohřívací strukturu z niklu. Díky této struktuře se baterie zahřeje za méně než 30 sekund. Důkladné experimenty ukázaly, že baterie předeřátá na 60 °C vydrží bez problémů fungovat po 1 700 cyklů intenzivního nabíjení po dobu 10 minut (množství uskladněné energie vystačí na jízdu delší než 300 km). Stejná baterie za běžné teploty vydrží pouze 60 cyklů.

Novou baterii by mělo být snadné vyrábět ve velkém, protože je založena na osvědčených komponentech. Niklová samoohřívací folie zvyšuje výrobní náklady pouze asi o 0,47 %.

<https://www.osel.cz/10862-nova-zahrivaci-li-ion-baterie-se-nabije-pro-izdu-elektromobilu-za-10-minut.html>

Kapalná kovová baterie

V současnosti opakovaně dobíjitelné baterie představují intenzivně zkoumanou technologii. Kromě zdokonalování nejběžnějších lithium-iontových baterií se řada výzkumných pracovišť zabývá mnoha různými typy baterií, přičemž některé jsou doslova exotické. V laboratořích americké University of Texas v Austinu vyvinuli experimentální, tzv. kapalnou kovovou baterii.

Kapalné kovové baterie by se mohly stát zajímavou technologií pro různé aplikace. Dosud ale jejich užití komplikovala příliš vysoká teplota (nad 240 °C), která je nutná pro udržení kapalného skupenství kovů. Výzkumníci proto hledali takové kovy, které by mohly být použity v kapalných bateriích, a přitom zůstávají kapalné při rozumných teplotách. Nakonec dospěli k anodě ze slitiny sodíku a draslíku a ke katodě z galia a india. Tento systém zůstává kompletně kapalným při teplotě pouhých 20 °C. Elektrody v této baterii jsou odděleny organickým elektrolytem, který je rovněž kapalný. Jedná se o významný posun ve vývoji baterií tohoto typu. Protože galium je poměrně drahý kov, plánují badatelé pokračovat ve výzkumu slitin a budou hledat levnější varianty z běžnějších materiálů. Rovněž se zaměří na více vodivý elektrolyt, čímž by došlo ke zvýšení výkonu baterie.



Schéma nové baterie. Kredit: University of Texas at Austin.

Výhodou těchto baterií by mělo být několikanásobně rychlejší nabíjení a vybíjení i větší hustota ukládání energie ve srovnání s dnes používanými lithium-iontovými bateriemi. Využití tohoto typu baterií se předpokládá nejen pro napájení přenosných spotřebičů, ale i pro ukládání energie rozvodných sítí.

<https://www.osel.cz/11256-prulomova-kapalna-kovova-baterie-pracuje-v-pokojove-teplote.html>

Fotosyntetický článek

Vědci z Illinoiské univerzity v Chicagu vymysleli, postavili a také předběžně patentovali zařízení, které účinně, a hlavně levně, přeměňuje oxid uhličitý (CO₂) z atmosféry na organické palivo. energii potřebnou na tuto přeměnu dodává solární záření. Běžné fotovoltaické články ze slunečního záření vyrábějí elektřinu, kterou je nutné okamžitě spotřebovat nebo skladovat v bateriích. Fotosyntetické články oproti tomu využívají slunce přímo k výrobě paliva – tzv. syntézního plynu, který se skládá z oxidu uhličitého a vodíku. Syntézní plyn může být přímo využíván jako palivo anebo z něj lze vyrobit kapalná paliva (naftu, benzín apod.).

K přeměně oxidu uhličitého na palivo jsou nutné redukční chemické reakce, které vyžadují drahé katalyzátory, jako je např. stříbro. Vědci proto vyzkoušeli řadu materiálů a jako nejlepší katalyzátor se ukázaly nanovločky diselenidu wolframu. Nový katalyzátor pracuje asi tisíckrát rychleji než katalyzátory z drahých kovů a zároveň je dvacetkrát levnější.

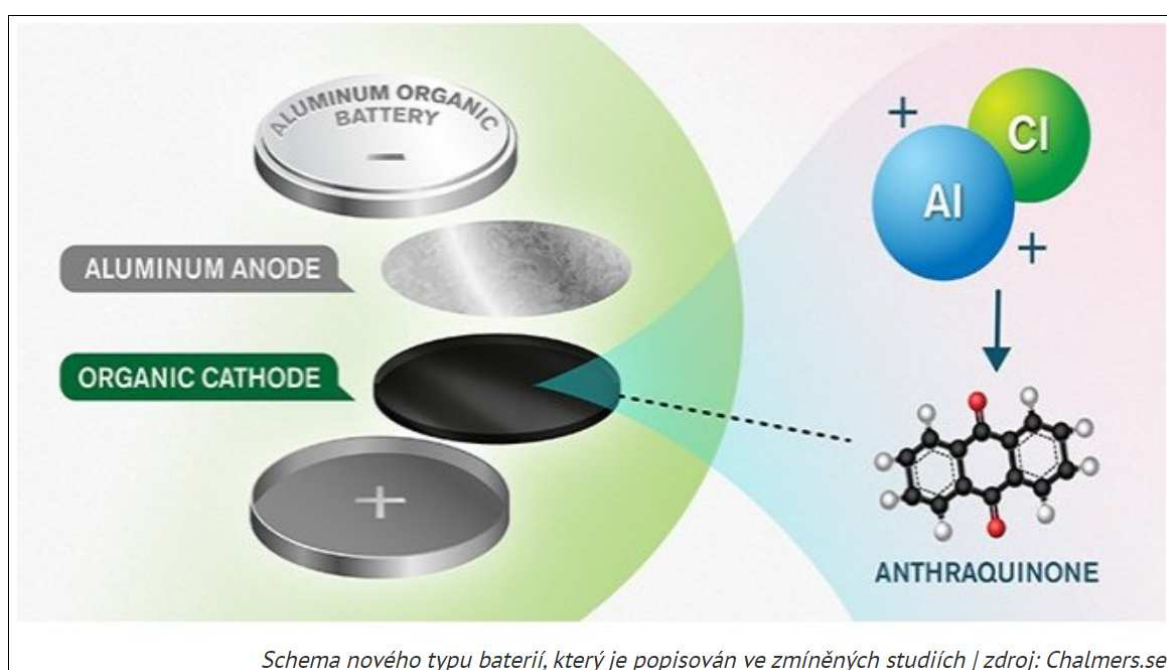
Fotosyntetický článek funguje již při běžném denním osvětlení (cca 100 W na čtvereční metr) tak, že v oblasti katody vznikají bublinky vodíku a oxidu uhelnatého a na anodě se tvoří volné kyslíkové a vodíkové ionty. Vodíkové ionty poté pronikají membránou ke katodě a podílejí se na redukci CO₂.

<https://www.osel.cz/8950-prulomovy-solarni-clanek-vyrabi-palivo-z-oxidu-uhliciteho-a-slunecniho-zareni.html>

Hliníkové baterie

Jedním z mnoha problémů současných baterií jsou i obavy z ekologických dopadů v případě nesprávné likvidace lithium iontových baterií. Tento problém bude o to výraznější, čím více se budeme snažit přejít na nízkouhlíkovou energetiku. Proto je namísto intenzivní hledání ekologičtějších i levnějších alternativ.

Aluminium-iontové baterie jsou v hledáčku vědců už delší dobu, protože hliník je snadno dostupným materiálem, který by mohl cenu i váhu baterií snížit. Stále však chyběl optimální materiál, který by v těchto bateriích plnil roli katody. Při nových studiích vědci z Univerzity v Novém Jižním Walesu spolu s experty ze Švédska a Slovinska identifikovali nový, vhodný materiál ve formě uhlíkové nanostruktury na bázi anthrachinonu, kterým nahradili dosavadní grafitové katody. Anthrachinon je organická sloučenina žluté barvy.



Vývoj hliníkové baterie je ve stádiu experimentů, na trhu zatím není dostupná žádná baterie s využitím tohoto materiálu. Vědci předpokládají, že tyto baterie by byly levnější, snáze recyklovatelné a nesly by menší riziko znečištění přírody než stávající li-ion baterie.

<https://nedd.tiscali.cz/vytlaci-hlinikove-baterie-li-ionky-334578>

Baterie, co dýchá vzduch

V posledních desetiletích prakticky všechny nové konstrukce baterií používaly stále dražší materiály. Důvodem byla snaha vědců dosáhnout co největší energetické hustoty, protože chtěli baterie pro stále menší a lehčí notebooky a mobilní telefony. S rozvojem obnovitelných zdrojů stoupá potřeba ukládání vyrobené elektrické energie do stabilních bateriových úložišť, kde až tak nerozhoduje energetická hustota, ale spíše cena. Proto se vědci z MIT (Massachusetts Institute of Technology) zaměřili na co nejlevnější materiály.

Baterie, tak jak je známe, potřebují elektrody, tedy katodu a anodu, a v prostředí mezi nimi elektrolyt. V současnosti existují technologie, které významně zlevňují jeden nebo dva z těchto prvků. Zatím ale schází technologie, která by zlevnila všechny tři tyto základní součásti, a přitom zaručovala bezproblémové využití. Vědci z MIT zvolili pro výrobu katod síru, materiál desetkrát levnější než alternativní materiály v přepočtu na jednotku energie. Po řadě pokusů jim pomohla šťastná náhoda, když objevili, že pro katodu ze síry a správný elektrolyt je nejlepší anodou vzduch. Tím správným elektrolytem se ukázala být slaná voda, která sice nemá tak vysokou hustotu uložení energie, ale je neskutečně levná. Při propočtu měrných nákladů na uskladnění vědci dospěli k závěru cca 1 dolar na 1 kWh. U li-ion baterií to dělá cca 100 dolarů. Navržená baterie ze síry, vzduchu a slané vody zatím dosahuje nižší hustoty uložení energie (asi 30 až 145 Wh na litr objemu baterie, což je nepraktické pro transport, ale pro uskladnění energie na místě to je zcela vyhovující.



Laboratorní provedení baterie na vzduch. Kredit: Felice Frankel / MIT.ABBattery

<https://www.osel.cz/9605-baterie-co-dycha-vzduch-by-se-mohla-stat-ultralevnym-ulozistem-energie.html>

Grafenová superkondenzátorová baterie

Přední evropský výrobce ultrakondenzátorů (tj. ultrakapacitorů) estonská společnost Skeleton Technologies spolupracuje s německým Technologickým institutem v Karlsruhe na vývoji baterie z grafenu, která se bude jmenovat SuperBattery. Grafen je supertenká forma uhlíku podobná grafitu. Na výšku má pouze jeden atom, je průhledná a v důsledku de facto 2D struktury má některé zvláštní fyzikální vlastnosti. Jedná se o jeden z nejpevnějších známých materiálů na světě.

Technologie firmy Skeleton Technologies používá patentovaného „zakřiveného grafenu“. Jejich baterie lze dobít během 15 sekund a počet nabíjecích cyklů po dobu životnosti (min. 15 let) by měl být v řádu stovek tisíců. O baterii projeví velký zájem výrobci automobilů. Skeleton Technologies podepsali s nejmenovanou vedoucí firmou v oblasti automobilového průmyslu dohodu o investici ve výši 1 miliardy euro. Cílem je uvést ve spolupráci s partnery nový typ SuperBattery do komerční výroby v roce 2023.

Na tuto technologii sází i plzeňská společnost Škoda Electric, a.s. Ve spolupráci s firmou Skeleton Technologies vyvinuli systém skladování energie pro moderní tramvaje. Společnost Skeleton Technologies má již nyní ve svém výrobním programu řadu produktů využitelných v energetických zařízeních i dopravních prostředcích. Příkladem může být ultrakondenzátorový modul SkelMod 17V 533F, který byl speciálně vyvinut pro stabilizaci napětí větrných elektráren a aplikace UPS. Modul má hmotnost 4,4 kg.



TECHNICAL SPECIFICATIONS	VALUE	UNIT
Electrical		
Rated voltage V_R	17	V
Absolute maximum voltage	18	V
Rated capacitance	533	F
DC 10ms ESR (\approx AC 100 Hz), rated	1.1	m Ω
DC 1s ESR (\approx AC 0.1 Hz), rated	1.3	m Ω
Maximum series voltage	750	VDC
Maximum peak current (for 1 s duration) ¹⁾	2676	A
Short circuit current	15.3	kA
Maximum stored energy ²⁾	21.3	Wh
Cells in total	6	pcs.
Cell type	SCA3200	

<https://www.skeletontech.com/>

<https://www.solarninovinky.cz/superbattery-diky-nove-technologie-se-elektromobily-nabiji-do-15-sekund/>

<https://cs.wikipedia.org/wiki/Grafen>

<https://www.skeletontech.com/>

Bateriová úložiště

Skladování energie v bateriích hraje stále významnější roli při zvyšování celkové účinnosti a spolehlivosti elektrické sítě a integraci obnovitelných zdrojů. Akumulace energie se stává samostatnou podnikatelskou činností, takže v souběhu se zdokonalováním baterií se stále častěji budeme setkávat s bateriovými úložišti.

V Plané nad Lužnicí je od října 2019 v provozu dosud největší akumulace v České republice. Zařízení uložené ve třech kontejnerech má garantovaný výkon 4 MW a využitelnou kapacitu ve výši 2,5 MWh po dobu minimálně 10 let. Baterie jsou dobíjeny jak z generátorů místní moderní teplárny, tak i z fotovoltaické elektrárny o výkonu 520 kW_p. S nově instalovaným bateriovým úložištěm je zdroj v Plané nad Lužnicí jedním z mála v ČR, který umí nastartovat provoz v případě tzv. black-outu, tedy kompletního výpadku elektrické sítě.



Bateriové úložiště v areálu energetického zdroje C-Energy Planá

<https://oze.tzb-info.cz/akumulace-elekriny/19624-nejvetsi-bateriove-uloziste-v-cr-zahajilo-svuj-provoz-v-plane-nad-luznici>

Ve světě se již realizují bateriová úložiště mnohanásobně větší. Např. v Kalifornii je ve výstavbě úložiště Moss Landing s výkonem 182,5 MW (až na 4 hodiny) a kapacitou 730 MWh, které budují americké společnosti Pacific & Electric a Tesla. Celkem se úložiště bude skládat z 256 jednotek (kontejnerů) Tesla Megapack. Smlouva mezi oběma společnostmi navíc obsahuje opci o navýšení kapacity až na šestihodinovou hranici, tedy na kapacitu činící 1,1 GWh.

Obdobný projekt prvního velkokapacitního úložiště na počátku roku 2019 schválila i čínská vláda. Jedná se o úložiště v severozápadní provincii Gansu s kapacitou 720 MWh, které bude schopné dodávat špičkový výkon 180 MW po dobu 4 hodin. V závěru roku 2018 již byla v Číně v provozu řada menších bateriových úložišť o celkovém výkonu 159,5 MW, přičemž z 86 % byly využity li-ion baterie. Dalším nástrojem Číny v oblasti akumulace energie jsou přečerpávací vodní elektrárny, které se budou rovněž nadále rozvíjet. Dostatečná kapacita akumulace energie je podmínkou pro maximalizaci využití elektrické energie z obnovitelných zdrojů a přispívá ke zvýšení stability přenosové soustavy.

Dalším státem, který se stále více zaměřuje na výrobu elektřiny z obnovitelných zdrojů v kombinaci s akumulací je Austrálie. Zejména ve státě Jižní Austrálie by se do roku 2025 měly OZE, v kombinaci s bateriemi, stát hlavním zdrojem elektrické energie. Poslední tamní uhelná elektrárna byla odstavena v r. 2020 a i plynové zdroje budou postupně vytlačeny obnovitelnými zdroji. Dle odhadů by k roku 2025 mělo k tomu účelu postačovat vybudování bateriových úložišť o celkovém výkonu 400 MW s kapacitou 1 600 MWh.

Podle studie analytické společnosti Navigant Research z února 2020 čeká trh stacionárních systémů skladování energie velký boom. Instalovaný výkon Li-ion bateriových úložišť má v roce 2028 přesáhnout 28 GW.

<https://oenergetice.cz/akumulace-energie/kalifornii-zacala-vystavba-obriho-baterioveho-uloziste-kapacitou-730-mwh>

<https://oenergetice.cz/obnovitelne-zdroje/indie-planuje-nejvetsi-hybridni-solarni-vetrnuu-elektrarnu-bateriovym-ulozistem>

<https://oenergetice.cz/akumulace-energie/cina-schvalila-prvni-velkokapacitni-bateriove-uloziste-obri-kapacitou>

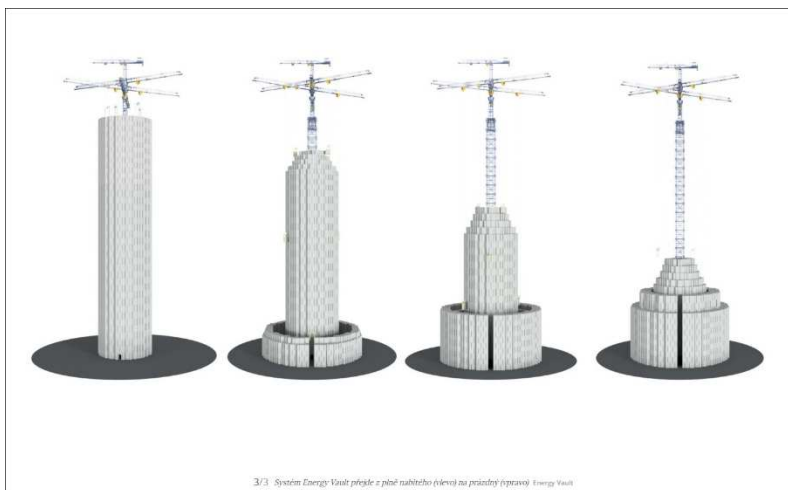
<https://oenergetice.cz/akumulace-energie/woodmac-oze-baterie-jizni-australii-postupne-vytlaci-plynove-elektrarny>

<https://oze.tzb-info.cz/akumulace-elektriny/19624-nejvetsi-bateriove-uloziste-v-cr-zahajilo-svuj-provoz-v-plane-nad-luznici>

<https://www.solarninovinky.cz/aktualne-ve-svete-bude-do-roku-2028-instalovano-vice-nez-28-gw-li-ion-bateriovych-bateriova-ulozist/>

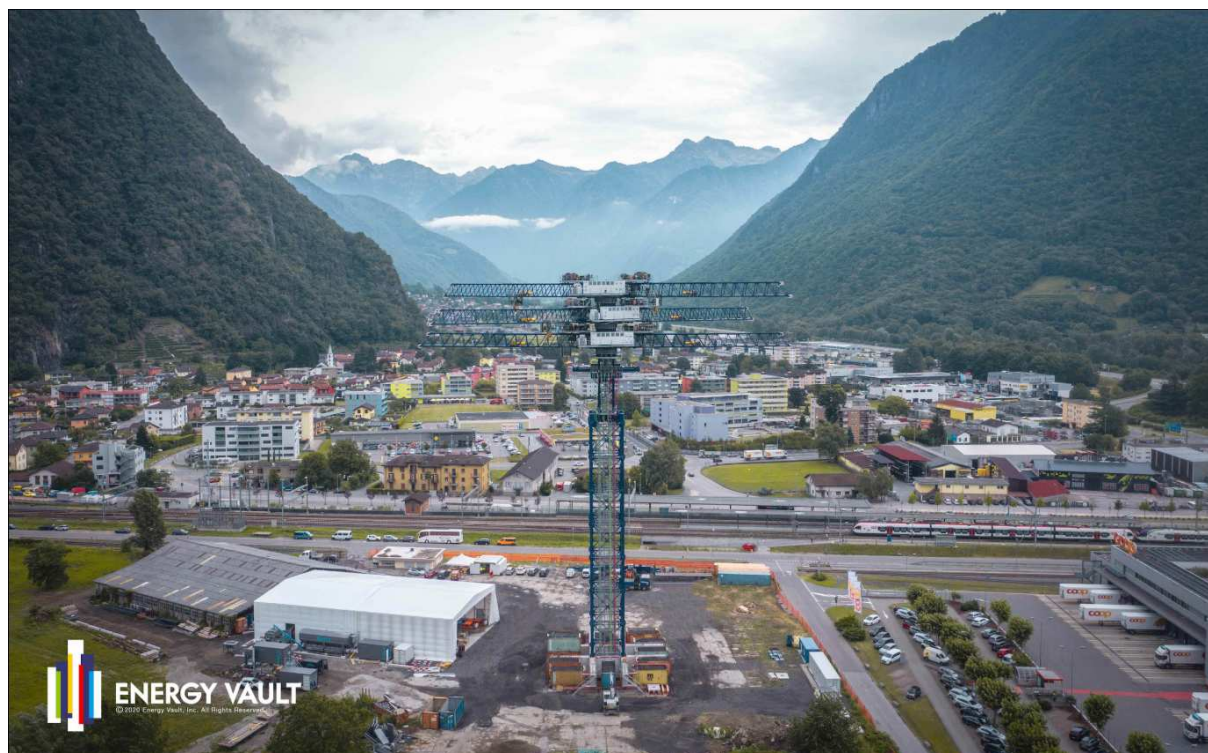
Akumulace energie v betonových věžích

Švýcarská společnost Energy Vault přišla s originálním řešením, jak ukládat elektřinu z větrných či solárních elektráren. Jde o obří věž z betonových závaží a jeřábů. Mechanismus využívá stejné základy fyziky a kinetické energie jako přečerpávací vodní elektrárny. Tato technologie by měla, v kombinaci s nízkonákladovou výrobou solárních nebo větrných obnovitelných zdrojů, umožnit výrobu elektřiny za náklady nižší než z elektráren na bázi fosilních paliv. Jako betonová závaží jsou využívány 35 tun těžké kompozitové bloky, které jsou při přebytku energie vyzdvíženy do výšky. V případě potřeby energie jsou bloky spouštěny na zem a



tím se kinetická energie změní zpět na elektřinu. Zařízení je navrženo jako modulární a flexibilní s kapacitou 20 – 35 – 80 MWh a výkonem 4 nebo 8 MW nepřetržitého provozu po dobu 16 resp. 8 hodin. Skladovací kapacita bude závislá na povolené výšce zařízení a počtu kompozitních bloků. Jako standardní konfigurační jednotka se předpokládá věžový systém s kapacitou 35 MWh. Zařízení může sloužit k dlouhodobému skladování energie i k poskytování krátkodobých a střednědobých podpůrných služeb s velmi rychlou dobou odezvy. K řízení slouží speciálně navržený software.

Firma se již dohodla s mexickým výrobcem betonu Cemex a indickou Tata Power Company na vybudování první testovací věže. Tzv. komerční demonstrační jednotka (CDU) se buduje v švýcarském městě Ticino. V červenci 2020 již byla dokončena vlastní stavba a zařízení bylo připojeno ke švýcarské rozvodné síti. Nyní probíhá testování a doladění softwaru.



Již realizovaná jeřábová konstrukce demonstrační jednotky bez betonových bloků.

<https://energyvault.com/>

Mikroreaktory a malé jaderné reaktory

Z výše popsaných snah je zřejmé, že v blízké budoucnosti bude velká poptávka po zdrojích energie, především elektřiny, která by dobíjela baterie i sloužila k přímé spotřebě. I přes bouřlivý rozvoj obnovitelných zdrojů a snahu některých zemí odstavit zdroje spalující fosilní paliva i využívající jadernou energii, jsou společnosti, které sází na vývoj a připravují výrobu malých jaderných reaktorů.

Vývojem malých reaktorů (označovaných zkratkou SMR z anglického Small Modular Reactor) se ve světě již řadu let zabývá mnoho společností, především v Rusku, v USA, v Japonsku, ale i v řadě dalších technicky vyspělých zemích. Přehled nejvýznamnějších projektů (údaje z r. 2019) je patrný z následujícího obrázku.

Russian Federation VK-300 ELENA KIT-40S SVBR-100 BREST300-OD VBER-300 VVER-300 RITSM-300 ABV6-M RUTA-70 GT-MHR UNITHERM SHELF MHR-T MHR-100	USA mPower NuScale W-SMR SMR-1640 EM2 GT-MHR PRISM G4M Xe-100 SC-HTGR	China HTR-PM ACP-100	South Africa PBMR-400 HTMR-100
Japan DMS IMR GT-HTR300	India PFBR-500 AHWR300-LEU PHWR-220	Canada StarCore Nuclear	South Korea SMART
		France Flexblue	Argentina CAREM-25
		Italy IRIS	

Seznam SMR projektů podle IAEA. zdroj: IAEA

Z uvedených projektů je zatím v provozu pouze jeden typ SMR - indický těžkovodní reaktor s výkonem 220 MW_e s označením PHWR-220. Jedná se o původní kanadský reaktor, který Indové v průběhu let vylepšili a úspěšně provozují 16 reaktorů této nebo odvozené konstrukce. Kromě toho jsou ve výstavbě 2 SMR reaktory v Rusku, dále 3 v Číně a 1 v Argentině. Jihokorejský reaktor SMART již obdržel licenci.

Jeden z nejmenších reaktorů vyvíjí americký startup Oklo. Tato společnost připravuje mikroreaktor s názvem Aurora o výkonu pouhých 1,5 MW, který by měl být do 5 let uveden do provozu ve státě Idaho. Společnost Oklo již v prosinci 2019 získala pro vybudování mikroreaktoru Aurora povolení od amerických úřadů. Jde o vůbec první povolení, které kdy bylo v USA vydáno pro stavbu jiného než lehkododního reaktoru. Mikroreaktor využívá palivo, jemuž se přezdívá HALEU (High-assday, low-enriched uranium). Díky tomuto palivu by měl vytěžit více energie ze stejného objemu v porovnání s konvenčními jadernými reaktory. Vyšší účinnost je u malých reaktorů nutná, aby byly ekonomicky smysluplné. Palivo HALEU rovněž nabízí delší životnost jádra reaktoru a nižší produkci jaderného odpadu.



Budoucí elektrárna s mikroreaktorem Aurora. Kredit: Oklo.

V procesu vývoje malého modulárního reaktoru s označením Energy Well významně pokročila i česká společnost Centrum výzkumu Řež. Projektový tým získal v lednu 2020 patent od Úřadu průmyslového vlastnictví a zahájil přípravu nejaderné experimentální jednotky reaktoru. Tato jednotka bude sloužit pro ověření designu a základních fyzikálních vlastností – materiálové kompatibility, termohydrauliky a dalších. Experimentální jednotka by měla být plně funkční do deseti let. Na ní pak naváže projekt vlastního demonstrátoru, který bude už plnohodnotným simulátorem provozu, a tedy i reálným podkladem pro komerční výrobu. Zařízení by mělo v běžném provozu zajistit výkon kolem 20 MWt.

<https://www.osel.cz/11060-autonomni-mikroreaktor-aurora-utahne-tisic-domacnosti-pod-dobu-20-let.html>
<https://oenergetice.cz/jaderne-elektrarny/male-modularni-reaktory-u-nas-ve-svete>
<https://www.ujv.cz/cs/aktuality/prvni-cesky-maly-modularni-jaderny-reaktor-byl-prave-patentovan-11655>

NanoFlowcell a automobil s touto technologií

Výzkumná a vývojová společnost sídlící ve Švýcarsku tvrdí o svém **nanoFlowcell®** bateriovém článku, že není jediný, ale že je jedinečný průtokový článek. Jednak se jim podařilo redukovat velikost průtokového článku na rozměry aktovky a současně se jim podařilo zvýšit energetickou hustotu elektrolytu cca 10 krát. Na rozdíl od konvenčních baterií je tento článek vybaven energií ve formě dvou tekutých elektrolytů (označeného bi-ION), který lze ukládat i mimo samotný článek. Kladně a záporně nabitě elektrolytové kapaliny se ukládají odděleně ve dvou nádržích a obdobně jako u palivových článků dochází k uvolnění energie v konvektoru, který je skutečným článkem technologie nanoFlowcell. Zde jsou oba elektrolytické obvody odděleny pouze propustnou membránou.

Jednou z nejdůležitějších inovací této společnosti je vyvinutí nosiče elektrického náboje bi-ION. V současném vývojovém stavu dosahuje hustoty energie 600 Wh na litr, takže ve srovnání s li-ion bateriemi používanými ve většině elektrických vozidel dodává nanoFlowcell běžící na bi-ION dostatek energie na pětinasobek dojezdu konvenčního elektromobilu. Elektrolytové nádrže přitom mají objem srovnatelný s objemem palivové nádrže současných vozidel se spalovacím motorem.

Dle tvůrců nejsou elektrolyty bi-ION škodlivé zdraví ani životnímu prostředí, nejsou hořlavé ani výbušné. Rovněž jejich výroba je slučitelná s životním prostředím. Jejich použití neprodukuje žádné CO₂. S elektrolyty lze zacházet jako s jinými kapalnými palivy, takže je lze distribuovat a prodávat ve stávající síti čerpacích stanic. Doplnění nádrže elektrolytovou kapalinou je téměř totožné s procesem doplňování paliva pro spalovací motory, pouze s tím rozdílem, že nanoFlowcell potřebuje dvě kapaliny, které jsou doplňovány do dvou samostatných nádrží současně (dvě hrdla vedle sebe a dvojité tankovací pistole).



Vývojáři průtokového článku nanoFlowcell vidí jeho uplatnění ve všech variantách dopravních prostředků i ve stacionárních zařízeních. Společnost sama postavila několik prototypů sportovních vozidel s elektrickým pohonem, na který demonstruje možnosti technologie nanoFlowcell. Elektrické vozidlo s názvem QUANTINO 48VOLT má elektromotor o výkonu 80 kW napájený z článku nanoFlowcell, zrychlení z 0 na 100 km/h za méně než 5 sekund a maximální rychlost nad 200 km/h.



<https://www.nanoflowcell.com/>

TECHNICKÉ ÚDAJE

QUANTINO 48VOLT (2016)
 Maximální rychlost (km/h): 200
 Zrychlení (0-100 km/h): <5s
 Převodovka: Automatická
 Pohon: Pohon zadních kol
 Počet dveří: 2
 Počet sedadel: 2+2

Motorových
 Typ: Třífázový asynchronní motor
 Maximální výkon (kW / hp): 80 / 108
 Maximální točivý moment (Nm): 200

Průtoková baterie
 Typ: nanoFlowcell*
 Napětí (V): 48
 Jmenovitý proud (A): max. 300
 Kapacita (kWh): 85
Spotřeby
 Palivo: Elektřina
 Spotřeba energie: 12 kWh / 100 km
 Objem nádrže (l): 2 x 95
 Dojezd (km): >1 000
 Škodlivé emise (g): 0

Dimenze
 Délka (mm): 3 910
 Šířka (mm): 1 930
 Výška (mm): 1 335
 Rozvor náprav (mm): 3 198
 Suchá hmotnost (kg): 685

Kola a pneumatiky
 215/45 R20 95V XL
 optimalizované pro tření

Druhým vyvinutým prototypem je sportovní kupé s označením QUANT 48VOLT disponující ohromujícími parametry: 560 kW, 2000 N.m (na kolo), zrychlení 2,4 s z nuly na 100 km/h, max. rychlost 300 km/h. Vozidlo je vybaveno šesti průtokovými články pracujícími současně a čtyřmi inovativními 45fázovými elektromotory s výkonem 140 kW s využitím nízkonapěťové architektury (48 V). Ve srovnání s předchozím prototypem QUANT FE s vysokonapěťovým pohonným systémem tvůrci očekávají dojezd o 25 % větší – více než 1000 km.



<https://www.nanoflowcell.com/>

TECHNICKÉ ÚDAJE

KVANT 48VOLT (2017)

Styl karoserie: Coupé
Maximální rychlost (km/h): 300
Zrychlení (0-100 km/h): 2,4 s
Převodovka: Automatická
Pohon: Pohon všech kol
Počet dveří: 2
Počet sedadel: 2+2

Motory

Typ: 4x nízkonapěťové synchronní motory
Palivo: Plně elektrické
Maximální výkon kW (hp): 560 (760)
Maximální točivý moment (Nm): 2 000 na kolo

Prátoková baterie

Typ: nanoFlowcell* (6 buněk)
Napětí (V): 48
Kapacita (kWh): 300
Jmenovitý proud (A): max 9 000
Spotřeby
Spotřeba energie: (při testování)
Objem nádrže (l): 2x 250
Dojezd (km): >1 000
Škodlivé emise: 0

Dimenze

Šířka (mm): 2 019
Výška (mm): 1 357
Rozvor náprav (mm): 3 198
Pohotovostní hmotnost (kg): 2 300
Délka (mm): 5 257
Kola a pneumatiky
Přední: 265/35 ZR22"
Vzadu: 305/30 ZR22"
optimalizované pro tření

Přestože společnost NanoFlowcell vystavovala svoje prototypy na několika autosalonech a prováděla i dlouhodobý test s vozidlem, které najelo 350 000 km, jsou někteří vědci skeptičtí k udávaným parametrům.

<https://www.nanoflowcell.com/>

<https://en.wikipedia.org/wiki/NanoFlowcell>

<https://www.topspeed.com/cars/others/2018-quant-48volt-ar175785.html>

Nákladní automobily na elektrický pohon

Americký start-up Nikola je výrobce elektrických vozidel, který vyvíjí i nákladní automobily na bateriový i vodíkový pohon (s využitím palivových článků), uzavřel smlouvu na výrobu 2 500 podvozků (s možností rozšíření na 5000) popelářských vozidel s druhou největší společností v USA zabývající se svozem komunálního odpadu. Po oznámení tohoto kontraktu rázem stoupla cena akcií společnosti

Nikola o více než 20 %. Investory neodradila ani skutečnost, že není jasné, jak bude popelářské auto vypadat (zatím nebylo postaveno ani jedno), ani kolik bude stát. Nikola musí prokázat, že nákladní vozidlo splňuje technické požadavky a musí



projít testy v různých klimatických podmínkách. Vozidla s dojezdem cca 240 km by společnost Nikola měla dodat do r. 2023.

https://www.seznamzpravy.cz/clanek/nikola-roste-popelarska-elektroauta-ji-zajistila-tri-miliardy-dolaru-115583#seg_no=4&source=hp&dop_ab_variant=0&dop_req_id=Ty5WEu6H95L-202008121150&dop_source_zone_name=zpravy.szhnp.box&utm_campaign=&utm_medium=z-boxiku&utm_source=www.seznam.cz

https://www.seznamzpravy.cz/clanek/nikola-roste-popelarska-elektroauta-ji-zajistila-tri-miliardy-dolaru-115583#seg_no=4&source=hp&dop_ab_variant=0&dop_req_id=Ty5WEu6H95L-202008121150&dop_source_zone_name=zpravy.szhnp.box&utm_campaign=&utm_medium=z-boxiku&utm_source=www.seznam.cz

<https://nikolamotor.com/>

Rovněž společnost TESLA se již delší dobu zabývá vývojem elektrického tahače návěsů s názvem SEMI.



Prototyp představili již v r. 2017 a od r. 2020 by měl již být ve výrobě. Ve skutečnosti náběh výroby sklouzává až na rok 2021. Podle údajů výrobce by měl aerodynamicky optimalizovaný tahač ujet na jedno nabití baterií až 805 km, přičemž 80 % kapacity baterií lze dobít solární stanicí Tesla

Megacharger do 30 minut. Tahač, který utáhne až 36 300 kg, by měl být standardně vybaven autopilotem umožňujícím z části automatizovanou jízdu po dálnici.

https://cs.wikipedia.org/wiki/Tesla_Semi

<https://electrek.co/guides/tesla-semi/>

Hyperloop

Jedná se o koncept vysokorychlostního transportního systému navrženého vizionářem a podnikatelem Elonem Muskem (Tesla, SpaceX), který zveřejnil v srpnu 2013 a dal volně k dalšímu vývoji a využití. Problematice se následně začala věnovat řada společností i vědeckých institucí. Od r. 2015 pořádá společnost SpaceX soutěž o dosažení nejvyšší rychlosti modelů hyperloopu. Zatím nejvyšší dosažená rychlost modelu byla v r. 2019 – projekt WARR Hyperloop Technické univerzity v Mnichově dosáhl rychlosti 463 km/h. Teoretická maximální rychlost kapsle pohybující se v podtlakovém tunelu je až 1 300 km/h. K pohonu mají sloužit lineární indukční motory a vzduchové kompresory.

Dosud proběhla řada úspěšných testů, již od r. 2017 funguje testovací dráha společnosti Virgin Hyperloop One v Nevadě (USA) a v současné době jsou ve výstavbě zkušební dráhy v Číně, Španělsku a Spojených arabských emirátech. Protože systém Hyperloop se jeví jako rychlý, bezpečný a ekologicky přijatelný způsob dopravy, má o něj zájem mnoho investorů i řada velkých měst. Na středně dlouhé vzdálenosti je doba přepravy oproti železnici zhruba poloviční a je srovnatelná s leteckou dopravou.

Např. z iniciativy nizozemské společnosti Hard Hyperloop byla zpracována studie na propojení Amsterdamu s metropolemi v okolních státech. Podle této studie by cesta z Paříže do Amsterdamu trvala 90 minut a z Bruselu méně než hodinu. Společnost Hard Hyperloop již od léta 2019 provozuje vlastní testovací zařízení. V ČR bylo v minulých letech v této oblasti nejaktivnější město Brno, které usilovalo o propojení Praha – Brno – Bratislava – Vídeň.





Hardt Hyperloop • FOTO: Hardt Hyperloop

Od prvních testů ke komerčnímu využití bývá ale dlouhá a komplikovaná cesta (např. zbývá vyřešit evakuaci cestujících v případě poruchy). Jako nejvčasnější termín fungování hyperloopu vidí odborníci rok 2030. Pokud se osvědčí v praxi, lze předpokládat, že další realizace budou následovat.

... a kdo ví? Možná jednou bude mít hyperloop svoji zastávku i v Plzni.

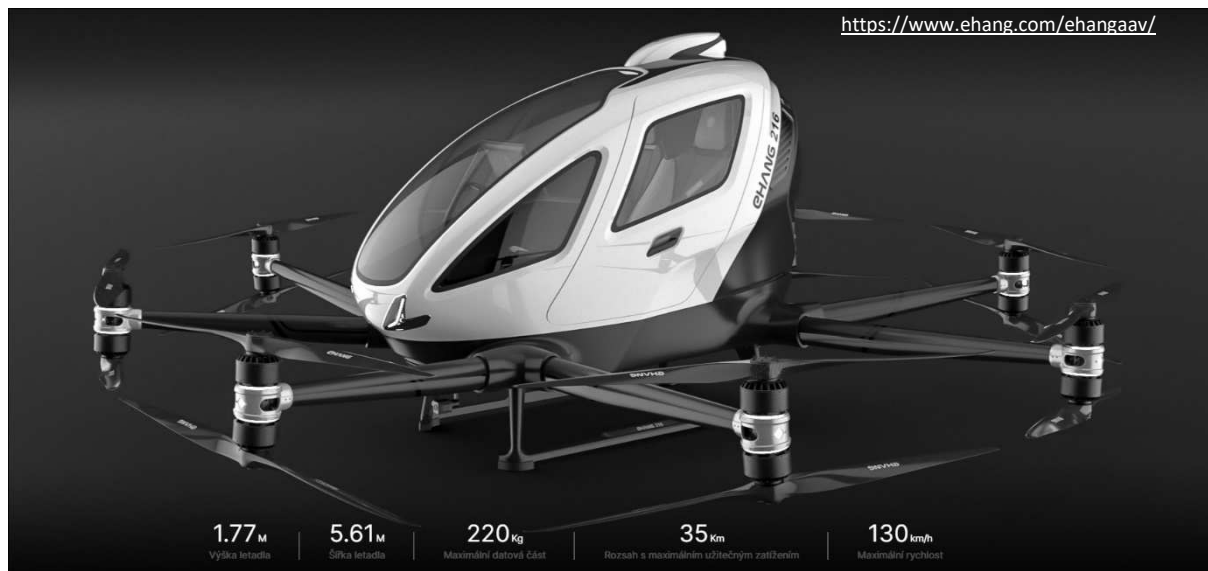
https://www.dotyk.cz/magazin/cestovani-hyperloopem-20200807.html?utm_source=www.seznam.cz&utm_medium=sekce-z-internetu#dop_ab_variant=415403&dop_req_id=pet9KqS4Vzl-202008310714&dop_source_zone_name=hpfeed.szhnp.box

<https://cs.wikipedia.org/wiki/Hyperloop>

<https://www.e15.cz/byznys/technologie-a-media/nizozemsky-hardt-hyperloop-chce-spoj-it-pariz-a-amsterdam-cesta-by-trvala-90-minut-1368817>

Městská letecká mobilita

Rakouské město Linec bude prvním evropským průkopníkem městské letecké mobility. Ve spolupráci se společností EHang Holdings Limited realizuje pilotní projekt zkušebního provozu autonomních leteckých vozidel. Městskou leteckou přepravu cestujících a zboží zde umožňuje realizovat již funkční stabilní 5G infrastruktura, která zajišťuje komunikaci a přenos dat v reálném čase pro navigaci během letu a přistání. V průběhu pilotního projektu budou studovány různé aspekty, včetně praktičnosti implementace tohoto způsobu dopravy v městských oblastech, názory obyvatel a dopad na životní prostředí.



<https://www.ehang.com/ehangaav/>

https://www.czechsight.cz/linec-dava-zelenou-mestske-letecke-mobilite/?utm_source=www.seznam.cz&utm_medium=sekce-z-internetu#dop_ab_variant=0&dop_req_id=z0PpyRiacY-202009081122&dop_source_zone_name=hpfeed.szhnp.box

<https://www.intelligenttransport.com/transport-news/104712/city-of-linz-moves-forward-as-urban-air-mobility-uam-pilot-city/>

<https://www.ehang.com/uam/>

Závěr

Ten, kdo dočetl 5. díl Nových trendů v energetice až sem k úplnému závěru, měl jedinečnou možnost pozorovat rychlý vývoj techniky od sci-fi námětů až po běžné používání. Zařízení, která před několika desítkami let byla určena pouze pro vojenský či kosmický program, dnes běžně využíváme. Příkladem mohou být fotovoltaické články, které se zpočátku používaly na kosmické sondy či satelity, a dnes je máme všude kolem sebe. Stejně tak vývoj výpočetní techniky umožnil realizovat inteligentní budovy, autonomní vozidla či roboty. Není fantazie, že dnes máme v kapse chytrý telefon, tedy miniaturní počítač s výkonem mnohanásobně větším, než měli k dispozici kosmonauté pro první let na Měsíc?

Denně můžeme číst o nových objevech v oblasti fyziky či chemie, o nových technických řešeních a patentech. V relaci s tím je úsměvné, že již v r. 1832 ředitel patentového úřadu ve Washingtonu napsal: „Navrhuji zrušení patentového ústavu. Všechno už bylo vynalezeno a nic nového už nelze objevit.“

Použité zkratky a značky

NTvE ... Nové trendy v energetice

ITER ... International Thermonuclear Experimental Reactor - experimentální tokamak

FVE ... fotovoltaická elektrárna

PENB ... průkaz energetické náročnosti budovy

CCS ... CO₂ capture and storage - zachytávání a ukládání CO₂

SMR ... Small Modular Reactor – Malý modulární reaktor

SUV ... sport utility vehicle - sportovně užitkové vozidlo, kategorie osobních automobilů

MHD ... městská hromadná doprava

UPS ... Uninterruptible Power Supply – zdroj nepřerušovaného napájení