

Energetika 4.0

Jiří Pohl, Siemens, s.r.o.

Výbor pro udržitelnou energetiku RVUR

20.6.2018

Základní energetická bilance ČR (rok 2015 podle SEK MPO ČR)

primární spotřeba energie 515 miliard kWh/rok (100 %)
konečná spotřeba energie 318 miliard kWh/rok (62 %)
nevyužitá tepelná ztráta energie 197 miliard kWh/rok (38 %)

spotřeba energie paliv k výrobě elektřiny..... 271miliard kWh/rok (100 %)
elektrická energie vyrobená z paliv..... 88 miliard kWh/rok (32 %)
využitá teplo při výrobě elektřiny 32 miliard kWh/rok (12 %)
nevyužitá teplo při výrobě elektřiny 151 miliard kWh/rok (56 %)

⇒ tepelný cyklus používat jen tam, kde lze využít ztrátové teplo, které činí cca 2/3 energie spáleného paliva,

⇒ při výrobě tepla spalováním uhlovodíkových paliv vyrábět i elektřinu

Základní energetická bilance ČR (rok 2015 podle SEK MPO ČR)

primární spotřeba energie 515 miliard kWh/rok (100 %)
spotřeba energie fosilních paliv 393 miliard kWh/rok (76 %)

spotřeba energie fosilních paliv pro výrobu elektřiny 139 miliard kWh/rok (100 %)
elektrická energie vyrobená z fosilních paliv..... 52 miliard kWh/rok (37 %)
ztrátové teplo při výrobě elektřiny z fosilních paliv..... 87 miliard kWh/rok (63 %)

spotřeba energie fosilních paliv v dopravě 63 miliard kWh/rok (100 %)
energie pro pohon vozidel z fosilních paliv 19 miliard kWh/rok (30 %)
ztrátové teplo v dopravě z fosilních paliv..... 44 miliard kWh/rok (70 %)

**⇒ uhlovodíková paliva používat výrobě elektřiny v decentrálních zdrojích v místě
poptávky po teple,**

⇒ uhlovodíková paliva nepožívat v dopravních prostředcích (nelze využít ztrátové teplo)

Uhlíková stopa ČR

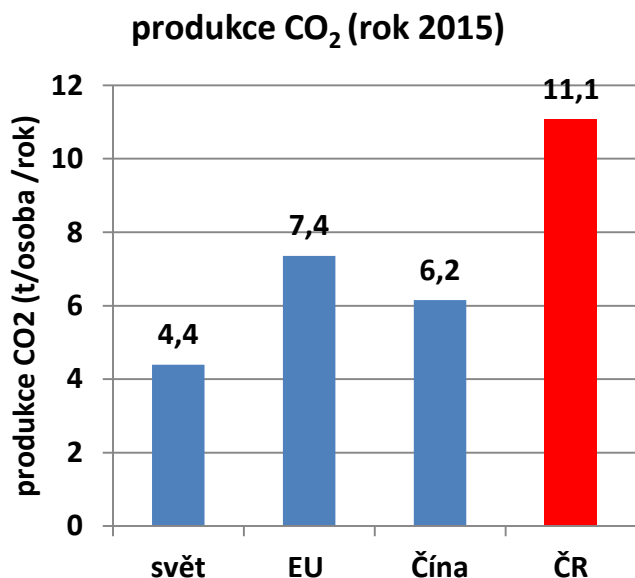
Struktura spotřebě energie v ČR

ČR patří k zemím s velmi vysokou spotřebou energie na obyvatele a s velmi vysokou produkcí oxidu uhličitého na obyvatele.

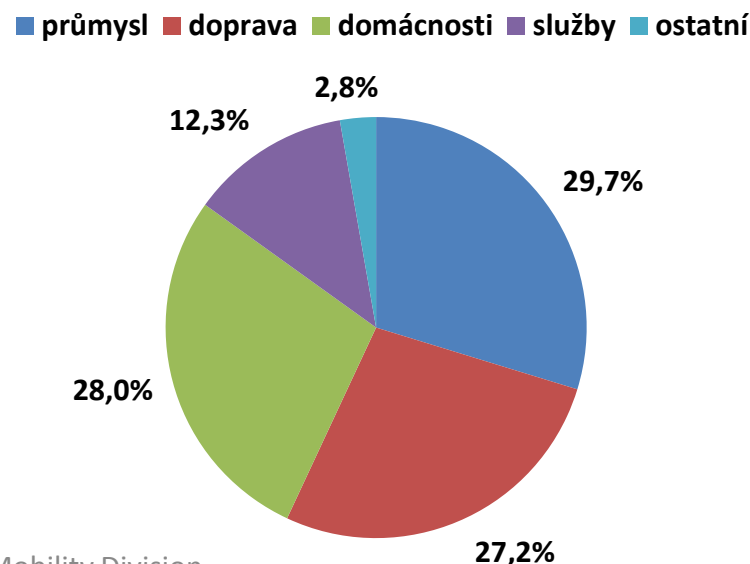
Omlouváme to tím, že jsme průmyslovou zemí.

Avšak to není úplně přesné, průmysl se na tom nepodílí sám:

- průmysl se v ČR na konečné spotřebě energie podílí 29,7 %,
- doprava se v ČR na konečné spotřebě energie podílí 27,2 %.



struktura konečné spotřeby energie v ČR
2016



Základní energetická bilance ČR (rok 2015 podle SEK MPO ČR)

spotřeba energie fosilních paliv ČR 393 miliard kWh/rok
produkce oxidu uhličitého spalováním fosilních paliv ČR 118 mil. t CO₂/rok
počet obyvatel ČR 10,6 mil. osob
měrná produkce uhličitého spalováním fosilních paliv ČR 11,1 t CO₂/osobu/rok

počet obyvatel Země 8 mld. osob
produkce oxidu uhličitého Země při měrné produkci ČR 89 mld. t CO₂/rok
výchozí obsah oxidu uhličitého v zemském obalu 3 500 mld. t CO₂ (100 %)
obsah oxidu uhličitého v zemském obalu v roce 2015 5 000 mld. t CO₂ (143 %)
oteplení Země v roce 2015 vůči výchozímu stavu 1 °C
docílený obsah CO₂ v roce 2100 při měrné produkci ČR 12 500 mld. t CO₂ (360 %)
oteplení Země v roce 2100 při měrné produkci ČR 6 °C

=> z důvodu zastavení nevratných klimatických změn je nutno přestat používat fosilní paliva (uhlí, ropu, zemní plyn)

Základní energetická bilance ČR (rok 2015 podle SEK MPO ČR)

maximální měrný výkon slunečního záření na povrchu ČR 1,05 kW/m²

poměr středního a maximálního výkonu slunečního záření 12 %

střední měrný výkon slunečního záření na povrchu ČR 0,126 kW/m²

střední měrná energie slunečního záření na povrchu ČR 1 105 kWh/m²/rok

plocha ČR 78 865 km²

energie slunečního záření na povrchu ČR..... 87 108 miliard kWh/rok (100 %)

konečná spotřeba energie ČR 318 miliard kWh/rok (0,37 %)

střední výkon slunečního záření dopadajícího na ČR9 937 mil. kW (100 %)

jmenovitý výkon JE Temelín 2 mil. kW (0,02 %)

⇒ energie slunečního záření, která je základem aktivit všech obnovitelných zdrojů energie, dopadajícího povrch na území ČR, je 274 násobkem konečné spotřeby energie ČR,

⇒ střední výkon slunečního záření, která je základem aktivit všech obnovitelných zdrojů energie, dopadajícího povrch na území ČR, je téměř 5 000 násobkem výkonu JE Temelín.

Pěstování řepky olejné

Velmi v ČR rozšířeným (pěstební plocha 400 000 ha) obnovitelným zdrojem energie je pěstování řepky olejné, ze které je vyráběn metylester řepkového oleje. Ten je používán pro spalovací motory náhradou za ropnou naftu.

pěstební výnos plodiny	3 200 kg/ha/rok
výtěžnost metylesteru z plodiny	40 %
výhřevnost metylesteru	12 kWh/kg
hrubá měrná tepelná energie metylesteru.....	1,54 kWh/m ² /rok
vlastní spotřeba	45 %
čistá měrná tepelná energie metylesteru.....	0,85 kWh/m ² /rok
účinnost automobilového spalovacího motoru	30 %
využitelná čistá měrná tepelná energie metylester.....	0,25 kWh/m ² /rok
střední měrná energie slunečního záření na povrchu ČR	1 105 kWh/m ²
výsledná účinnost pěstování a použití metylesteru	0,022 %
primární spotřeba energie v ČR	515 miliard kWh/rok
plocha polí pro pokrytí primární spotřeby metylesterem	610 000 km ²
plocha území ČR	78 865 km ²
poměr potřebné plochy řepkových polí k ploše ČR	773 %

⇒ energie slunečního záření je k pohonu vozidel spalovacími motory transformací přes pěstování řepky využívána jen z 0,022 %,

⇒ pěstování řepky není cestou k pokrytí energetických potřeb obnovitelnými zdroji, pro úplné pokrytí spotřeby by potřebovalo 7,3 krát větší rozlohu polí, než je plocha ČR

Fotovoltaické elektrárny

účinnost FV článků	20 %
účinnost rozvodu měničů	94 %
účinnost rozvodu měničů	95 %
výsledná účinnost FV elektrárny	18 %
maximální měrný výkon slunečního záření na povrchu ČR	1,05 kW/m ²
poměr středního a maximálního výkonu slunečního záření	12 %
střední měrný výkon slunečního záření na povrchu ČR	0,126 kW/m ²
střední měrná energie slunečního záření na povrchu ČR	1 105 kWh/m ² /rok
hrubá spotřeba elektrické energie ČR.....	72 miliard kWh/rok
potřebná plocha FV panelů	365 000 000 km ²
maximální výkon FV elektrárny	68 mil. kW
střední výkon FV elektrárny	8,2 mil. kW
součinitel využití pozemku	67 %
potřebná plocha FV	54 000 ha
délka hrany čtvercové FV elektrárny	23 km
plocha ČR	78 865 km ²
poměrná plocha FV	0,7 %

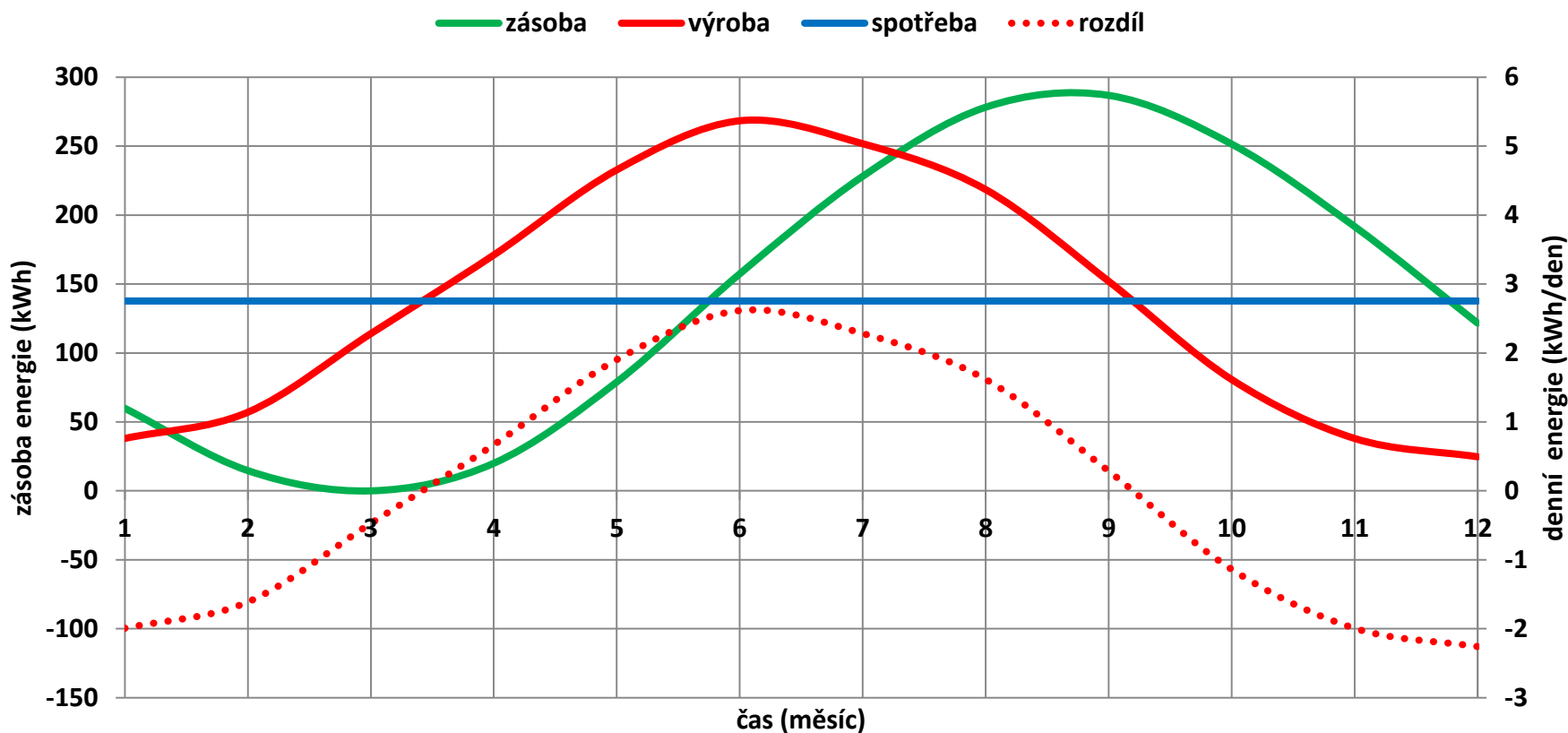
⇒ hrubou spotřebu elektrické energie v ČR je schopna pokrýt fotovoltaická elektrárna na ploše 0,7 % území.

Avšak je nutno akumulací vyrovnat okamžitý výkon s okamžitým příkonem.

FV 5 m² / 1 kWp (1 000 kWh/rok)

zásobník 287 kWh k vyrovnání konstantní roční spotřeby 0,115 kW

vyrovnávání výroby a spotřeby (FV 1 kWp, 1 MWh/rok)



Hrubá spotřeba elektřiny v ČR

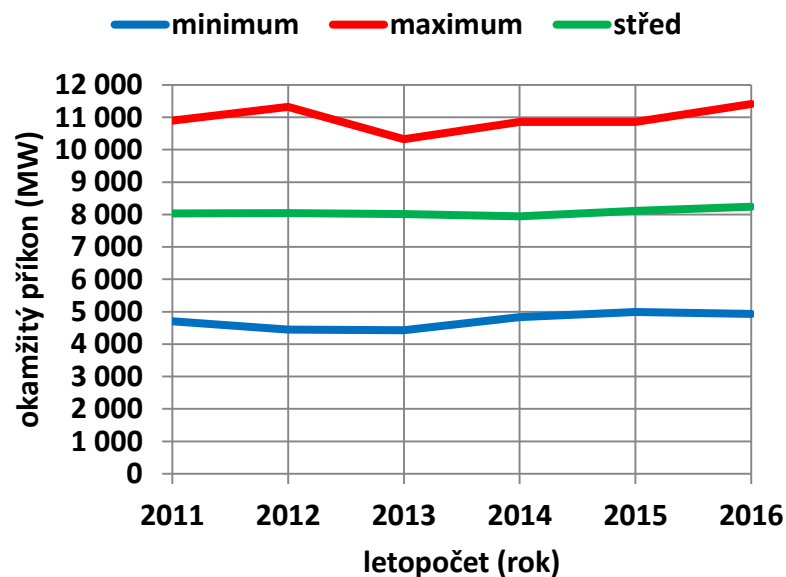
Ze statistik posledních 5 let (2011 – 2016) je zřejmé :

- střední celoroční příkon hrubé spotřeby elektřiny v ČR je cca 8 GW,
- očekávané minimum příkonu (léto, víkend) je 4 GW (maximum téhož dne je o cca 2 GW více, tedy cca 6 GW),
- očekávané maximum příkonu (zima, pracovní den) je cca 12 GW (minimum téhož je o cca 3 GW méně, tedy cca 9 GW).

Hrubá spotřeba elektrické energie v ČR						
letopočet	minimum	maximum	střed	celorok	min/stř	max/stř
rok	MW	MW	MW	GWh	%	%
2011	4 709	10 900	8 028	70 517	59	136
2012	4 447	11 324	8 043	70 453	55	141
2013	4 428	10 325	8 011	70 177	55	129
2014	4 837	10 861	7 948	69 622	61	137
2015	4 995	10 852	8 107	71 014	62	134
2016	4 932	11 410	8 244	72 418	60	138
střed	4 725	10 945	8 063	70 700	59	136
sigma	221	356	93	874		
kritérium	3	3				
odchylka +			-3 339		-41	
odchylka -			2 882			36
mezní min.	4 061				50	
mezní max.		12 014				149
delta		7 954				99

Zdroj: ERU

hrubá spotřeba elektřiny v ČR - roční
extrémy a střed



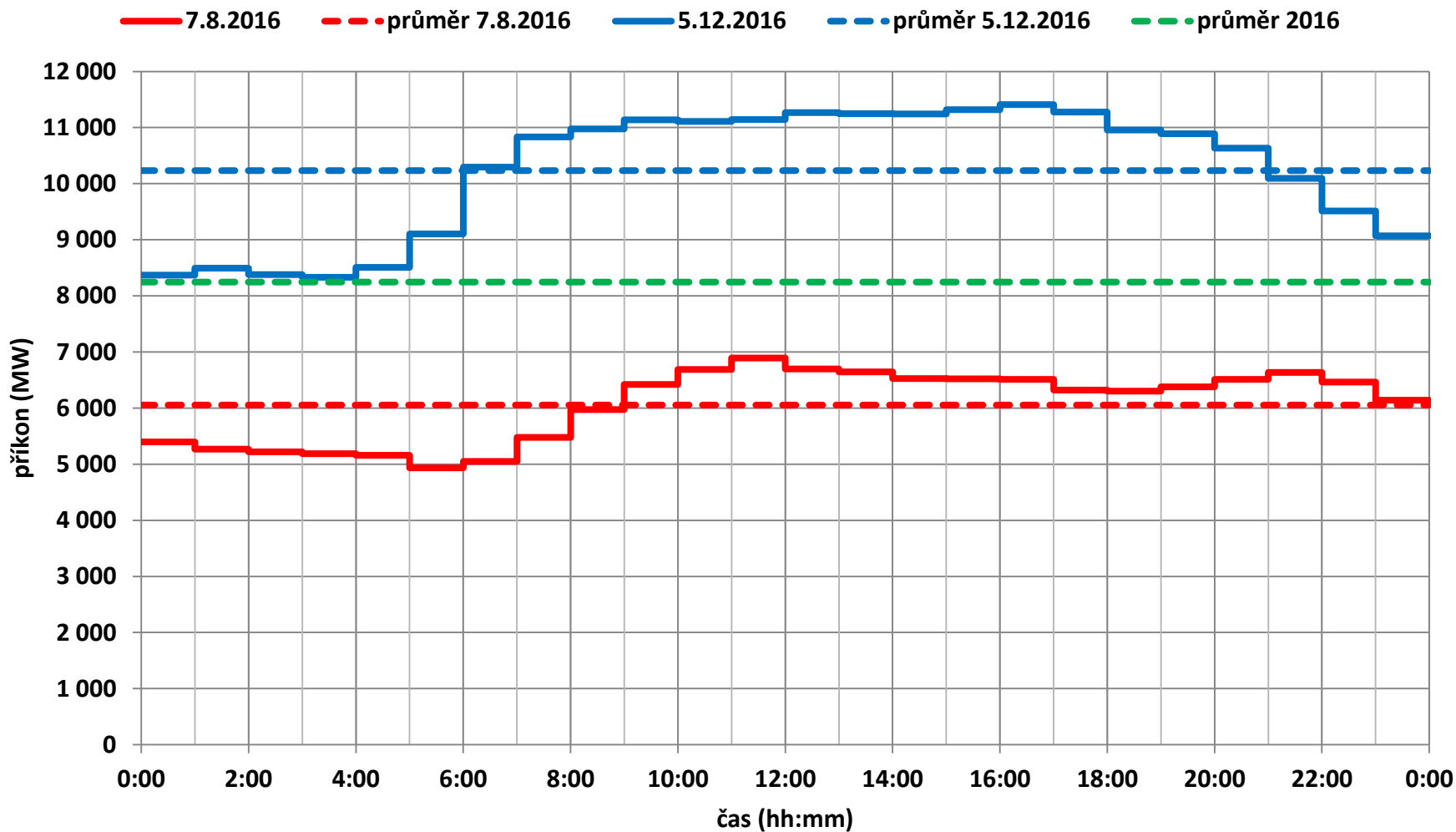
Struktura zdrojů

Pokud by se situace nezměnila, tak by ČR i do budoucna potřebovala:

- využívat konstantní zdroj elektrické energie o výkonu 4 GW a regulovatelný zdroj elektrické energie o výkonu 8 GW (s příslušnými redundancemi pro zajištění provozuschopnosti při výpadcích) – podmínkou je takové zdroje mít (centrální či decentrální),**
- nebo využívat propojení s okolními zeměmi, tedy stát se součástí Evropského systému výroby a spotřeby elektřiny - podmínkou jsou náležitě výkonná přenosová vedení a existence takových zdrojů v zahraničí,**
- nebo využívat zásobníky pro vyrovnávání denního, případně i sezónního cyklu – podmínkou je takové zásobníky mít (centrální či necentrální),**
- nebo využívat automatické řízení spotřeby podle aktuální bilance sítě – podmínkou je takový systém mít (chytrá síť na bázi internetu věcí).**

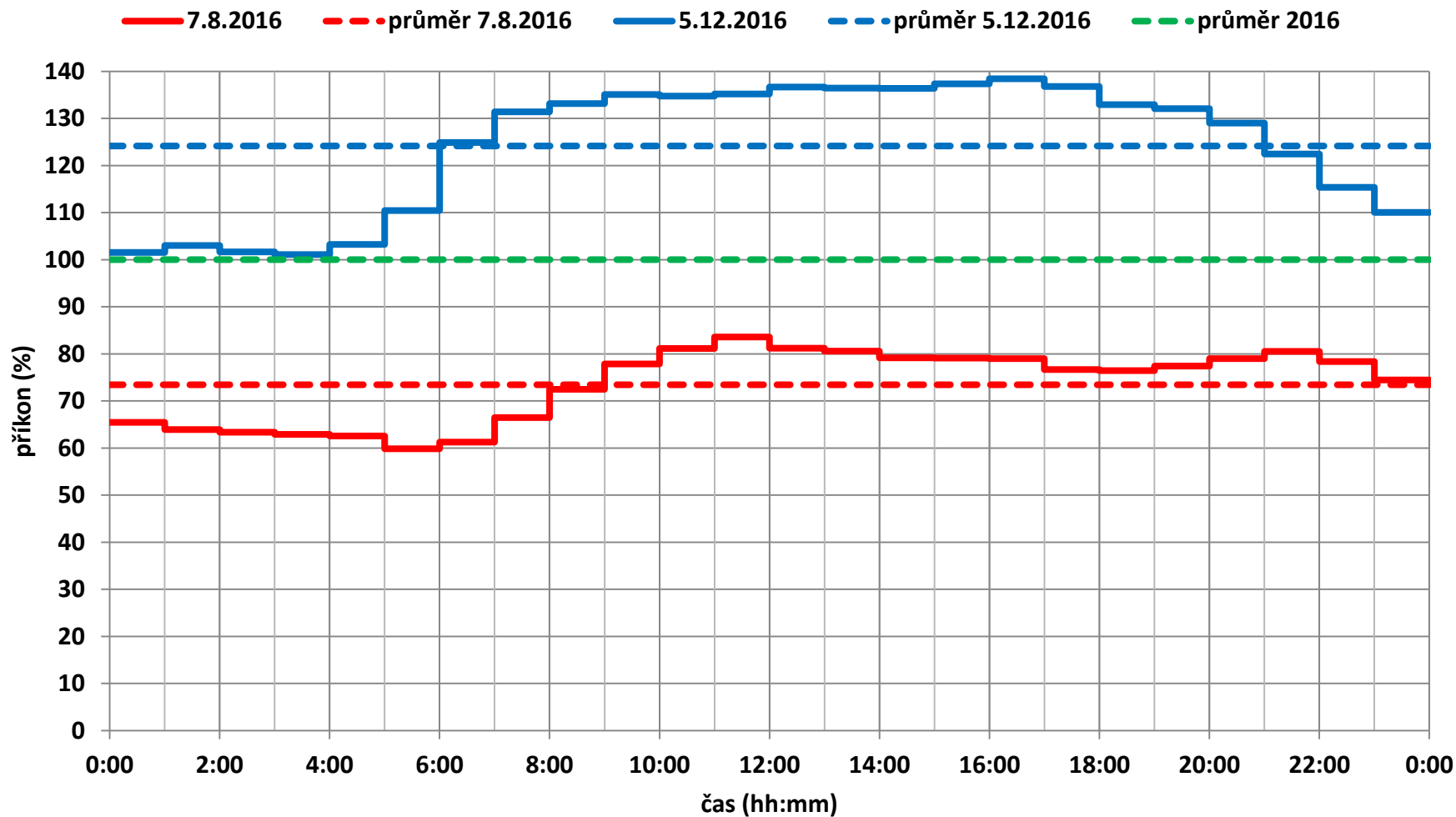
Denní průběh hrubé spotřeby elektrické energie v ČR (minimální letní den a maximální zimní den, podle EGU)

denní průběh hrubé spotřeby elektřiny v ČR



Denní průběh hrubé spotřeby elektrické energie v ČR (minimální letní den a maximální zimní den, podle EGU)

denní průběh hrubé spotřeby elektřiny v ČR



Vyrovnávání výkonu (výroby) a příkonu (spotřeby)

V energetice nestačí pouze rovnováha energií (středních výkonů), ale i rovnováha okamžitých výkonů.

Náhrada používání fosilních paliv k výrobě elektřiny v tepelných elektrárnách obnovitelnými zdroji (vodní, větrné a solární elektrárny) je spojena s přechodem od regulovatelných zdrojů k náhodně působícím zdrojům.

Tématem jsou proto nástroje k vyrovnávání výkonu a příkonu v elektrizační soustavě:

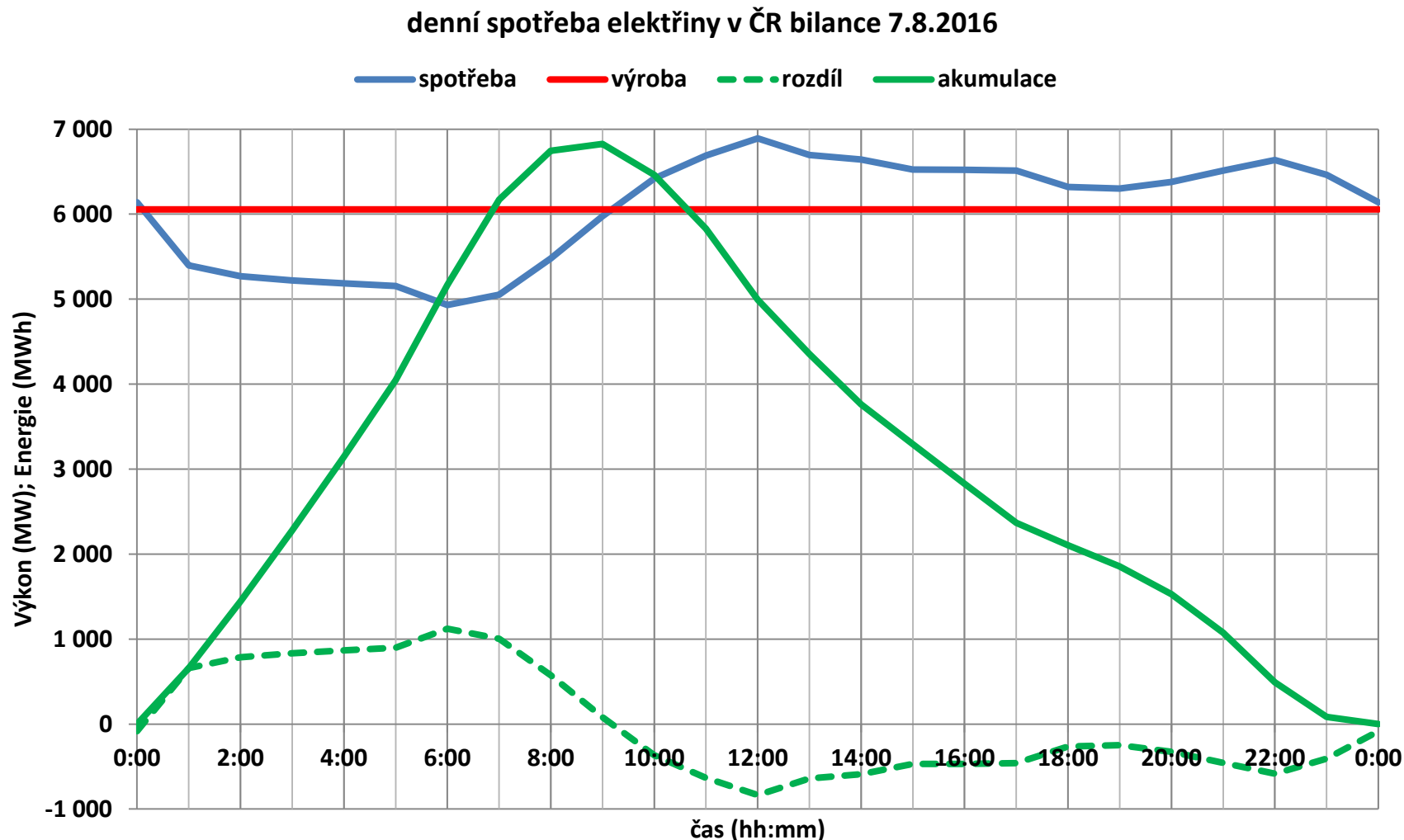
- úspory energie,**
- řízení spotřeby podle aktuální bilance sítě (internet věcí a služeb),**
- diverzifikace zdrojů, (mix různých druhů obnovitelných zdrojů**
- transevropské propojení teritorií s různými podmínkám pro výrobu a spotřebu,**
- zásobníky elektrické energie.**

Jak výroba, tak i spotřeba elektřiny se vyznačují denním i ročním cyklem.

Zásobníky energie proto mohou pracovat jak denním tak i v ročním cyklu.

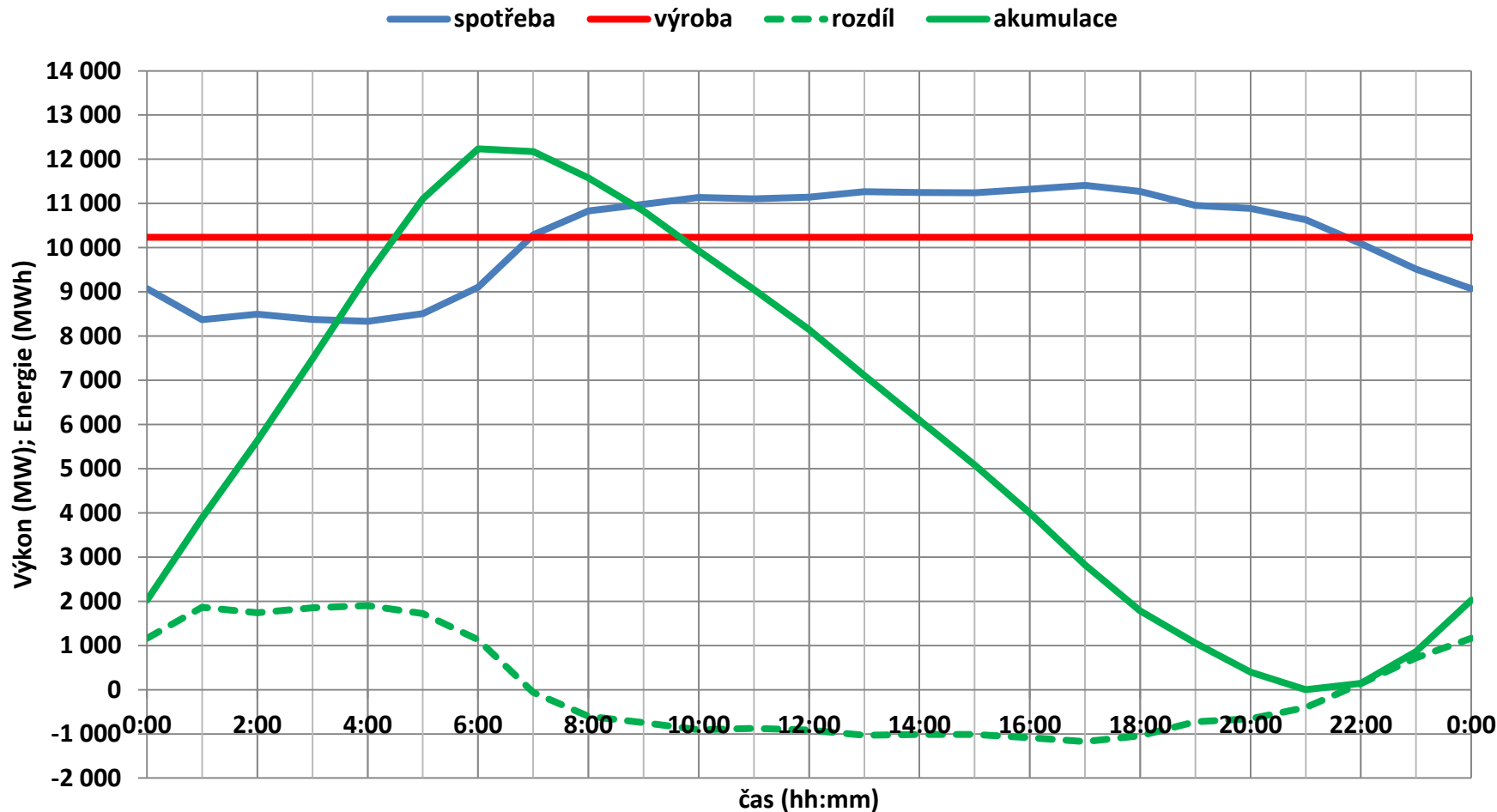
Tyto dva cykly se však řádově odlišují v množství ukládané energie.

Vyrovnávání denní bilance stálého výkonu 6,1 GW a proměnného příkonu akumulací 6,8 GWh (minimální letní den)

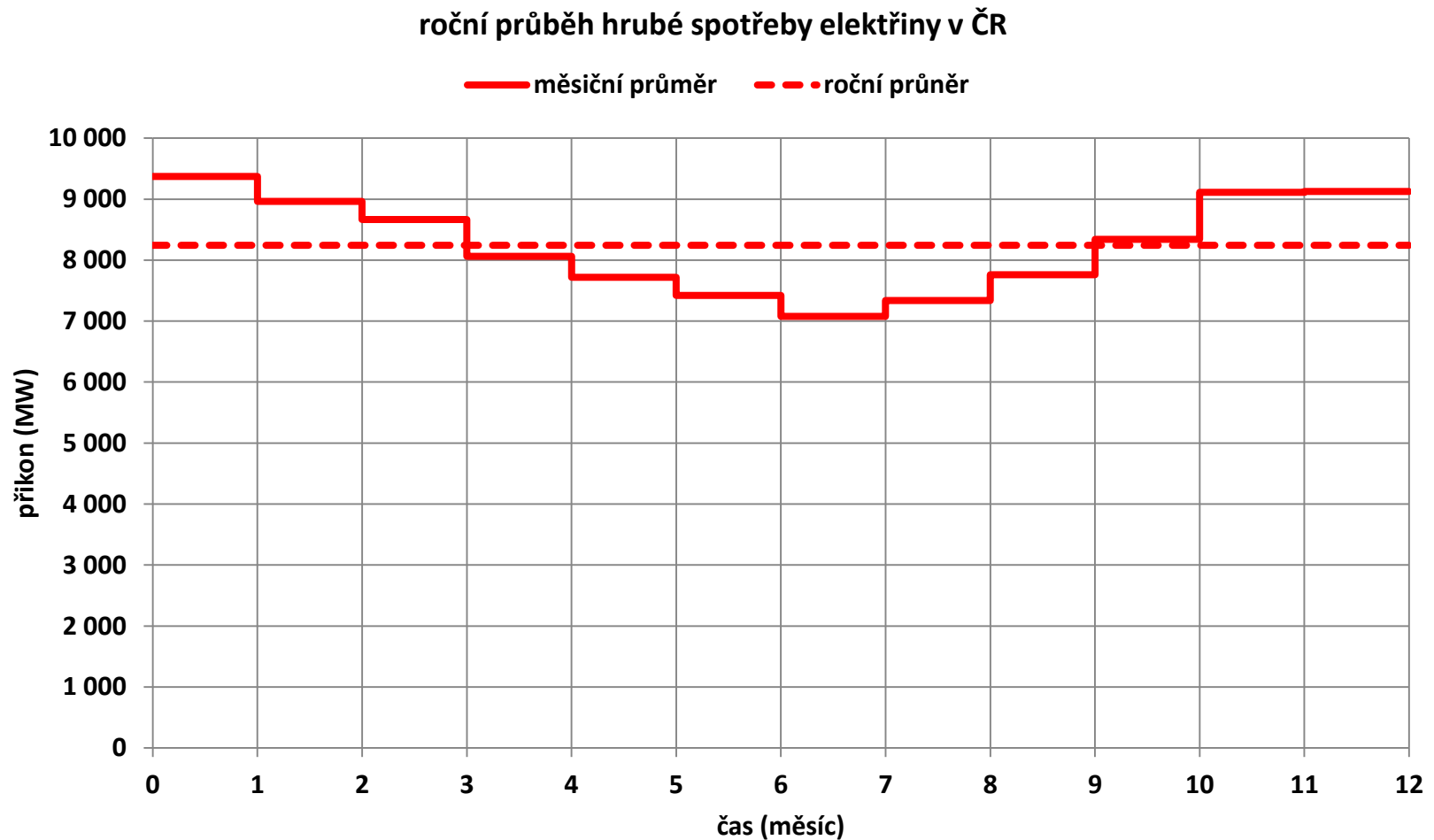


Vyrovnávání denní bilance stálého výkonu 10,2 GW a proměnného příkonu akumulací 12,2 GWh (maximální zimní den)

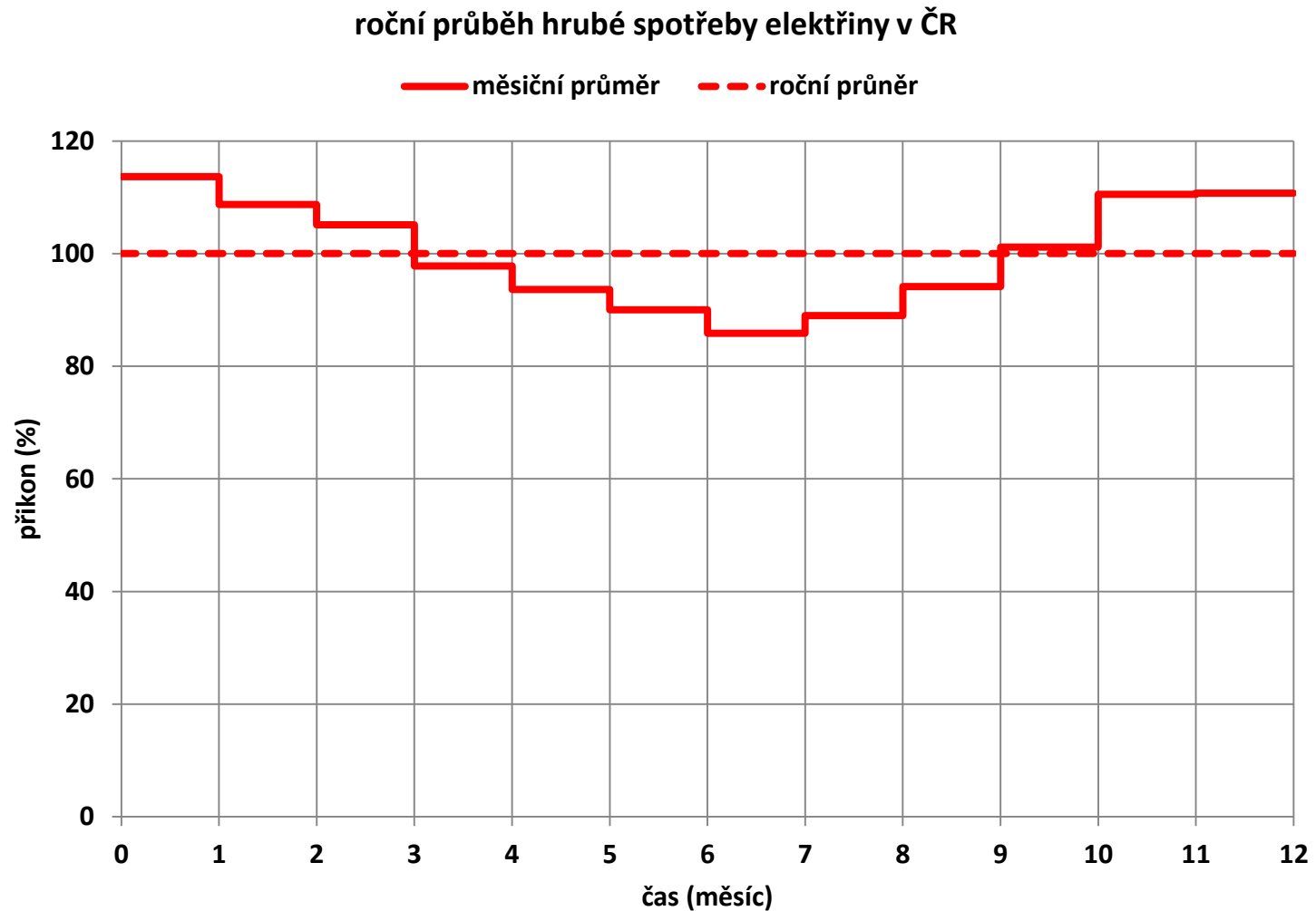
denní spotřeba elektřiny v ČR bilance 5.12.2016



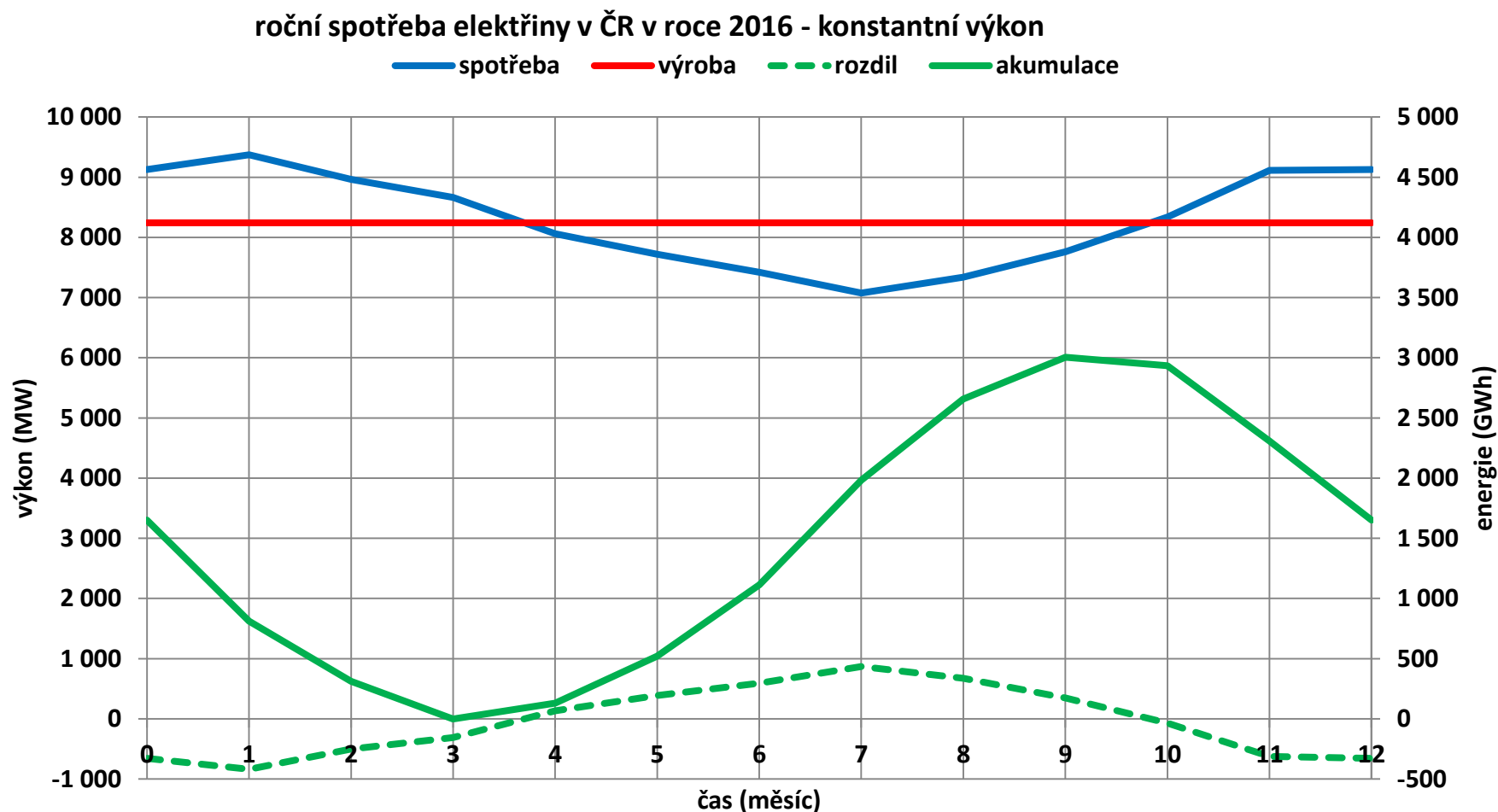
Roční průběh spotřeby – střední příkon 8,2 GW (podle EGU)



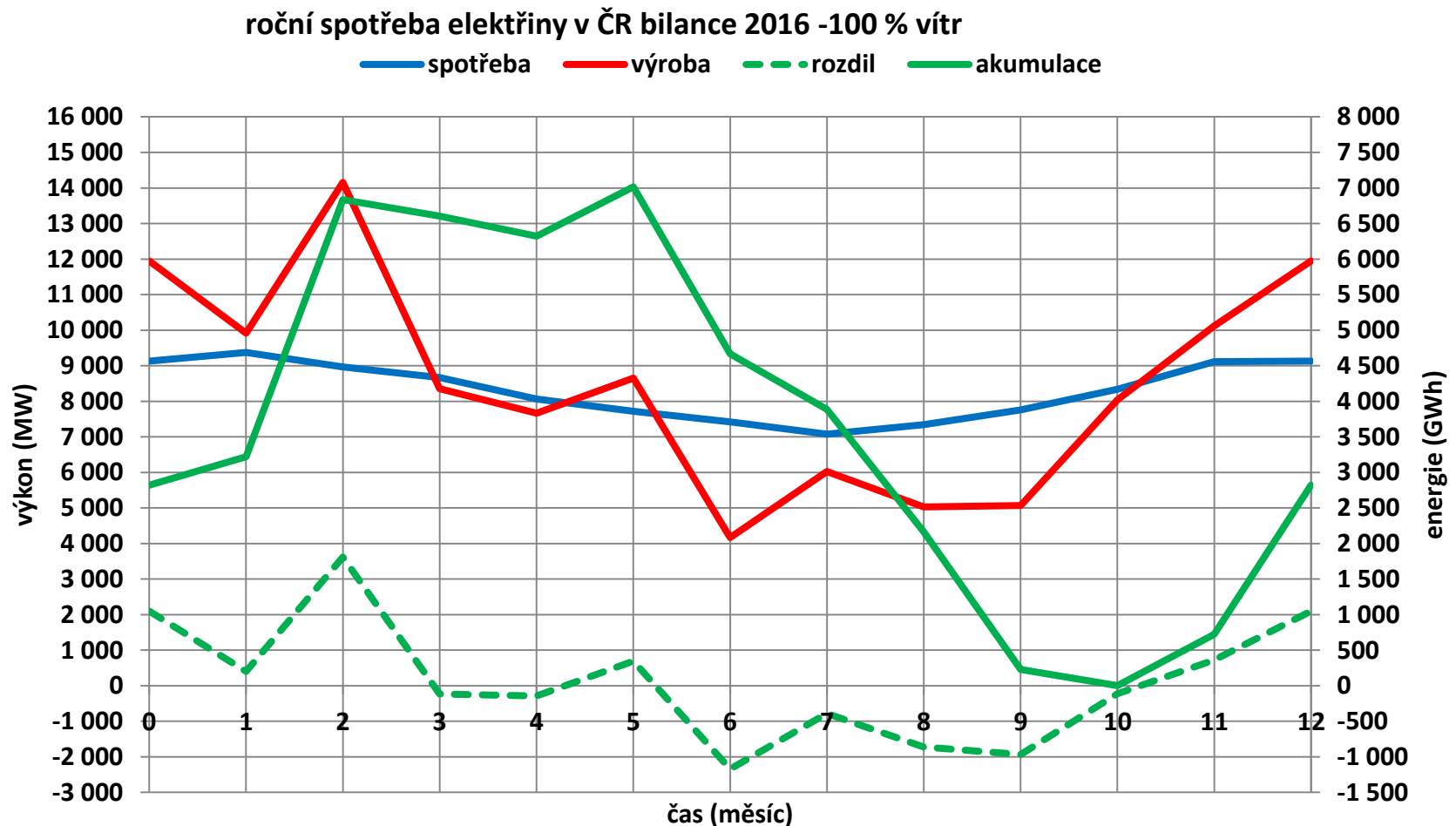
Roční průběh spotřeby – střední příkon 8,2 GW (podle EGU)



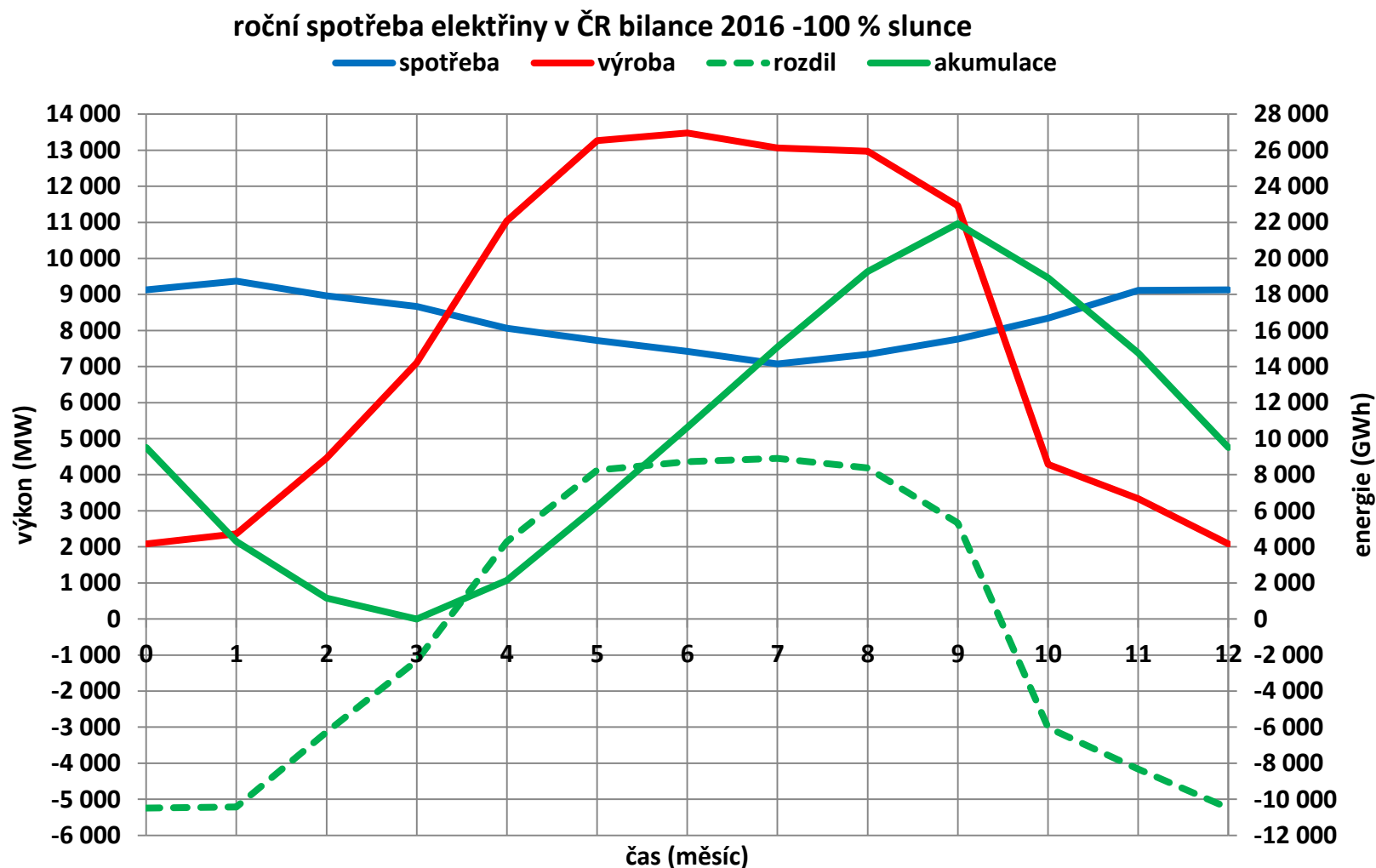
Vyrovnávání roční bilance 100 % stálého výkonu 8,2 GW a proměnného příkonu akumulací 3 TWh



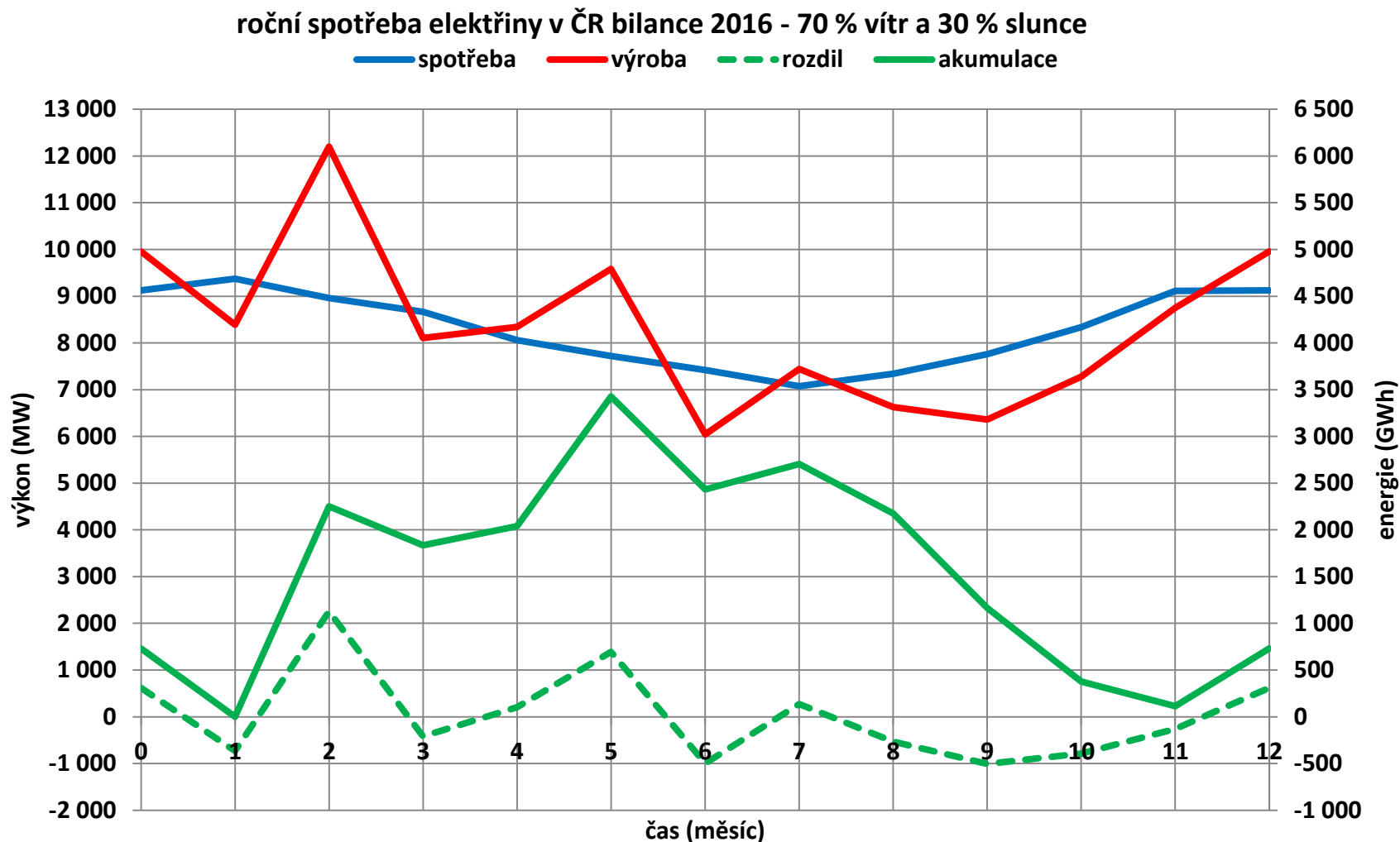
Vyrovnávání roční bilance proměnlivého 100 % větrného výkonu a proměnného příkonu (střední hodnota 8,2 GW) akumulací 7 TWh



Vyrovnávání roční bilance proměnlivého 100 % slunečního výkonu a proměnného příkonu (střední hodnota 8,2 GW) akumulací 22 TWh



Vyrovnávání roční bilance mixu proměnl. větrného a slunečního výkonu a proměnného příkonu (střední hodnota 8,2 GW) akumulací 3,4 TWh



Další pokles ceny FV elektráren

Situace se však již v blízké budoucnosti změní:

Na trh již přicházejí levné tištěné perovskitové (oxid titanito vápenatý CaTiO_3) fotovoltaiické články podle vynálezu polky Olgy Malenkiewitzové ze společnosti Saule Technologies.

Jejich výrobní náklady jsou na úrovni 25 % křemíkových FV článků a jsou velmi snadno aplikovatelné. Společnost Skanska koupila licenci na jejich aplikaci na pláštích budov a na protihlukových stěnách a začíná ji již letos využívat.

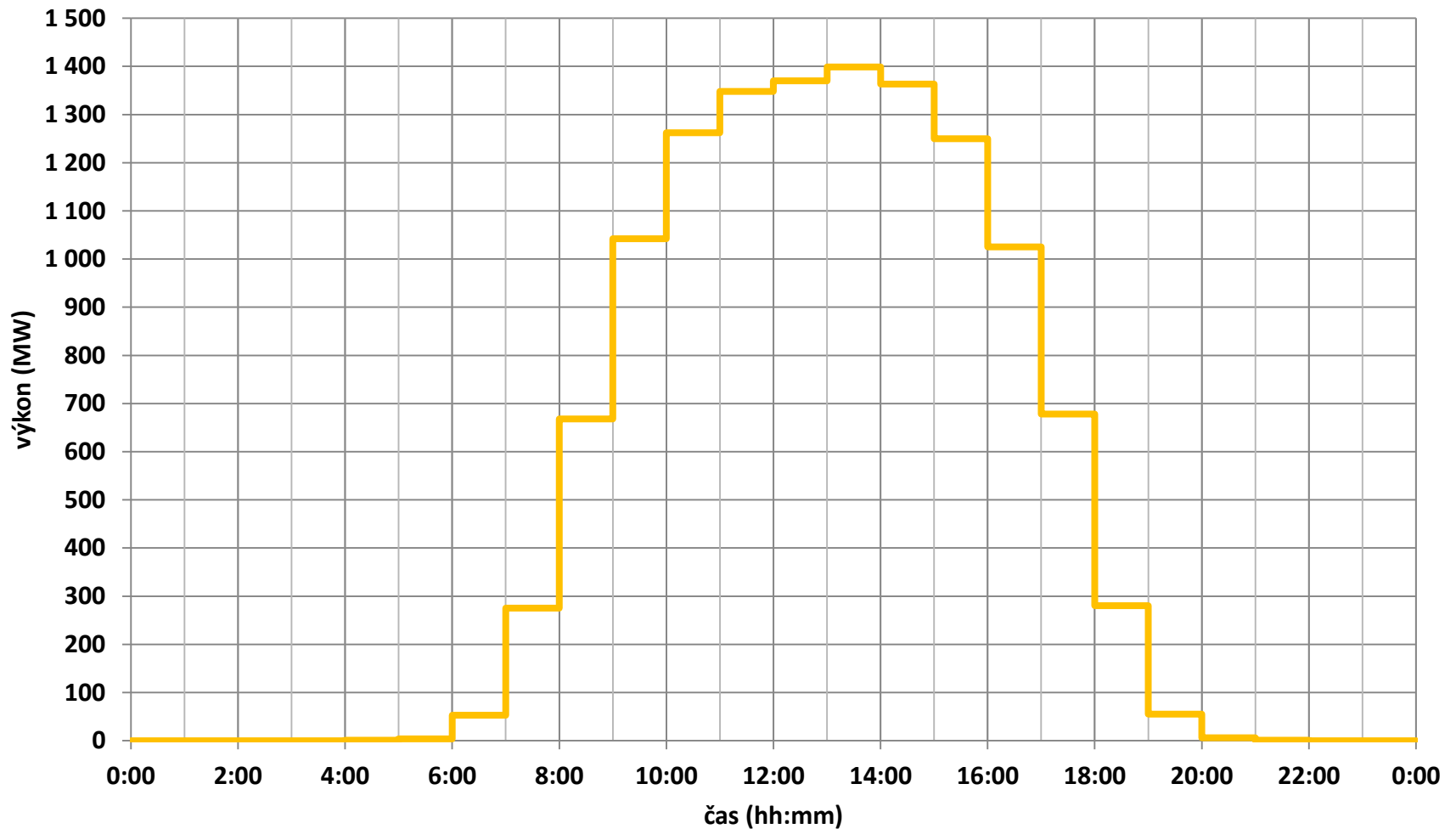
Lze předpokládat, že si jim lidé nezávisle na dotacích budou osazovat své domy.

Stačí 1 000 000 domů s instalací 25 m² FV článků (5 kWp) rázem v ČR klesne letní minimum spotřeby elektřiny na 0 GW a tím i potřeba konstantních zdrojů (jaderné reaktory, průtočné hydroelektrárny) na nulu.

Případné nevykupování přebytků FV energie do elektrizační soustavy omezí tento trend jen částečně (dojde k náhradě nákupu energie vlastní malovýrobou).

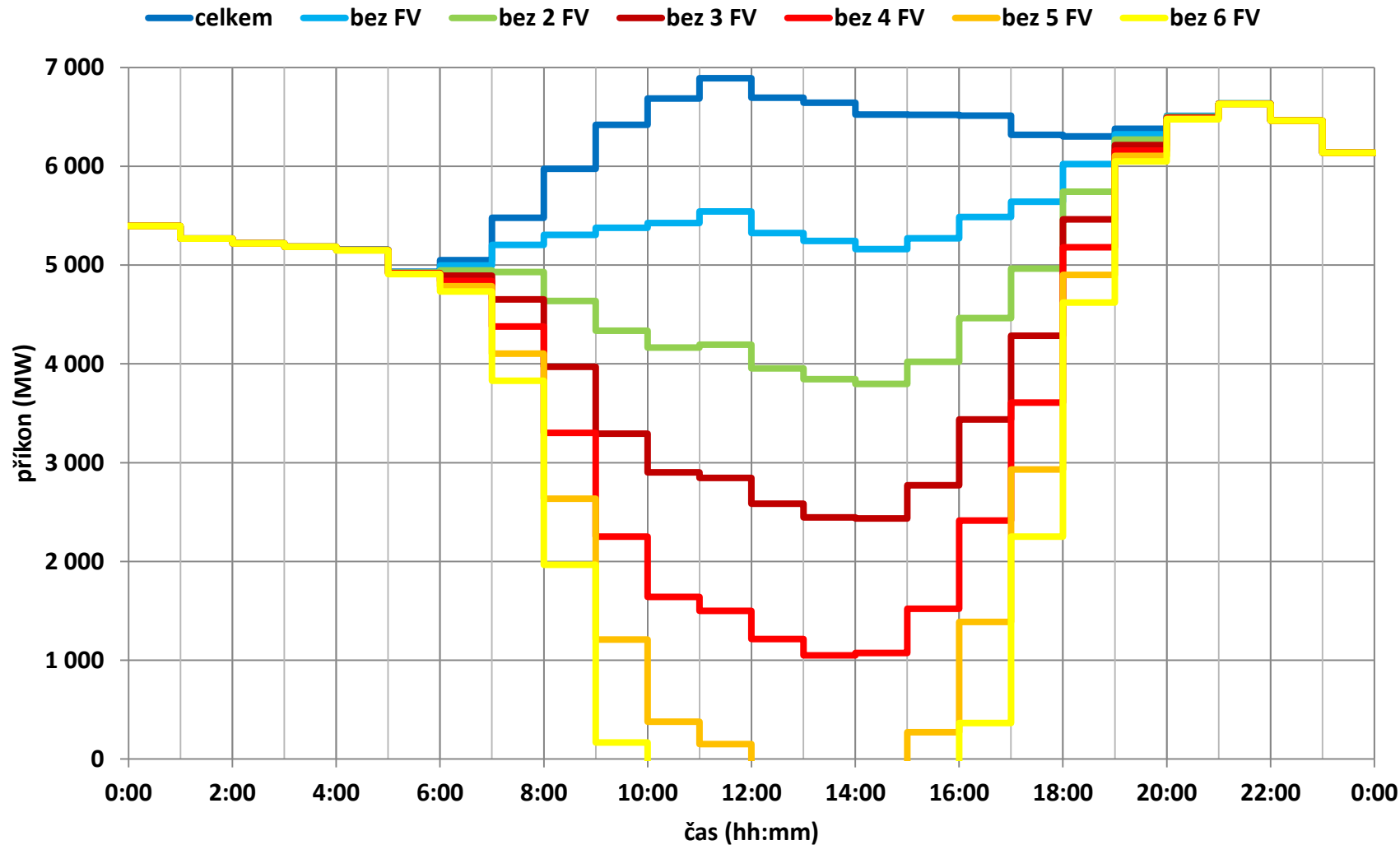
Denní průběh výkonu FV elektráren připojených k síti

denní průběh hrubé výroby FV elektřiny do sítě v ČR 7.8.2016



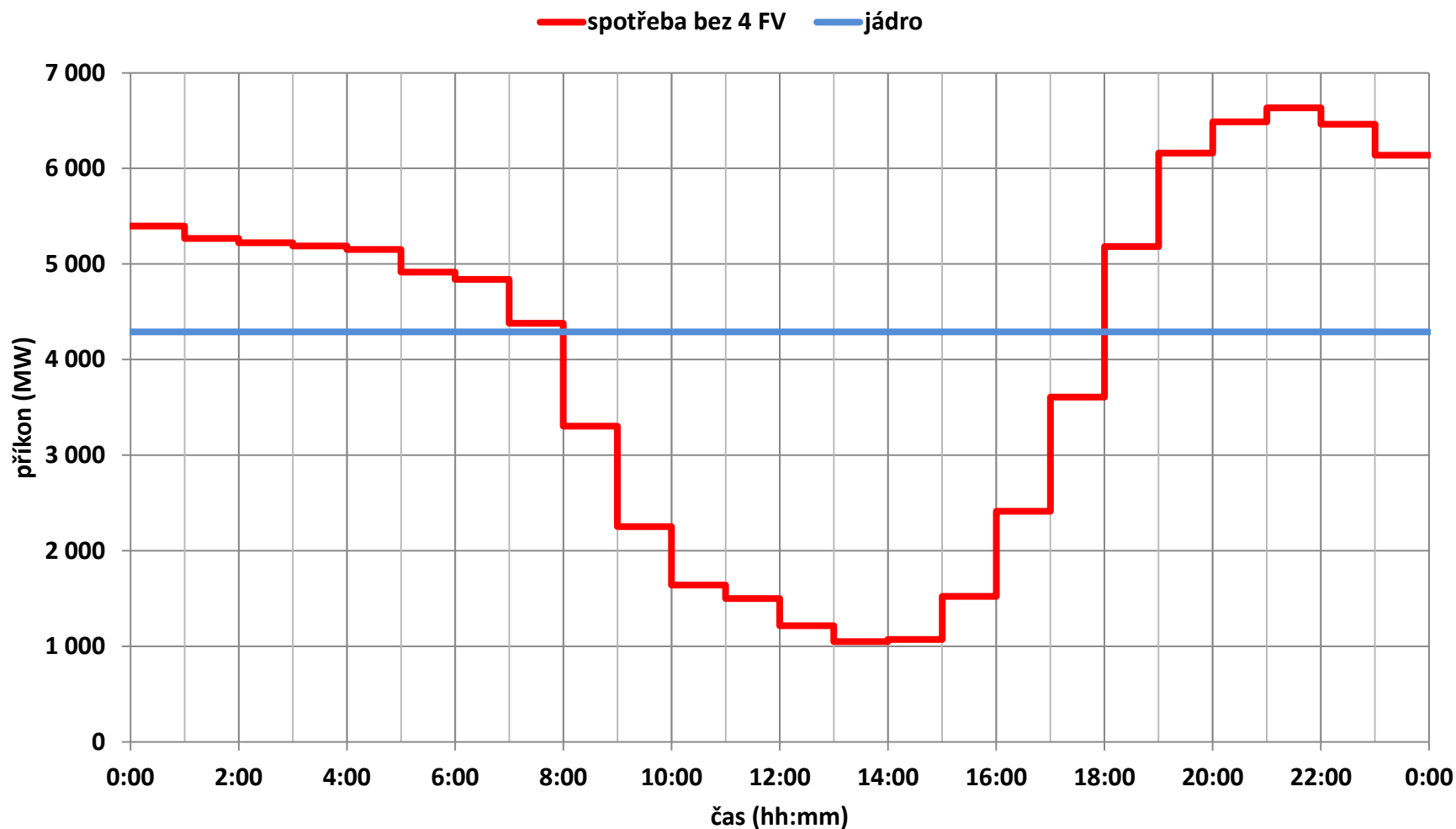
Predikce dalšího vývoje potřebného výkonu jiných než FV elektráren v ČR (postupný nárůst dalších FV instalací)

denní průběh hrubé spotřeby elektřiny v ČR 7.8.2016 (FV: 1 400 MWp)



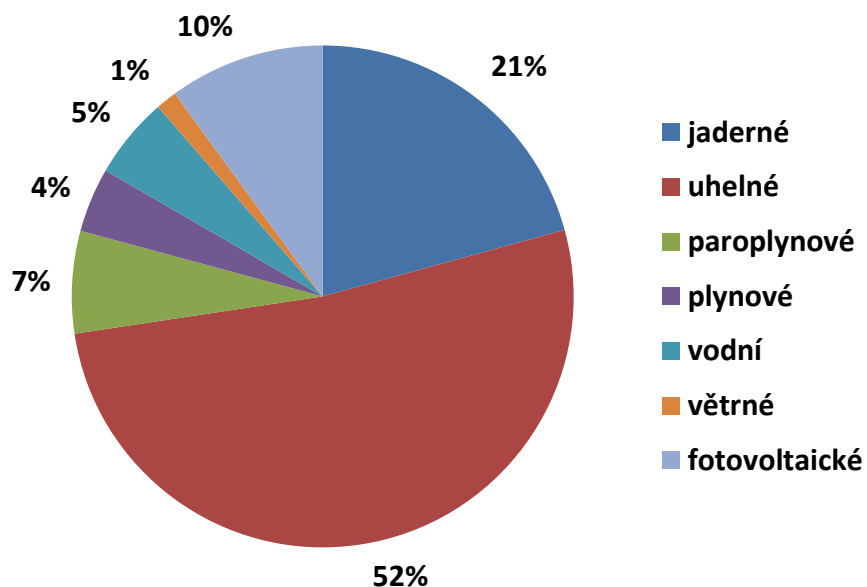
Predikce letního minima v nadcházející epoše levných (nedotovaných) střešních FV elektráren (podle 7.8.2016)

denní průběh hrubé spotřeby elektřiny v ČR letní minimum (FV: 4 x 1 400 MWp)

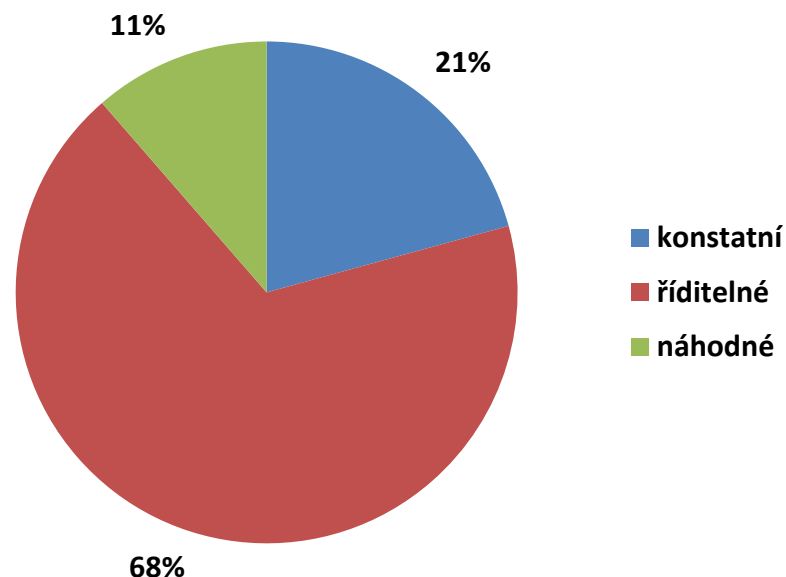


Struktura zdrojů výroby elektrické energie v ČR - výkony

struktura brutto výkonu elektráren v ČR v roce 2015

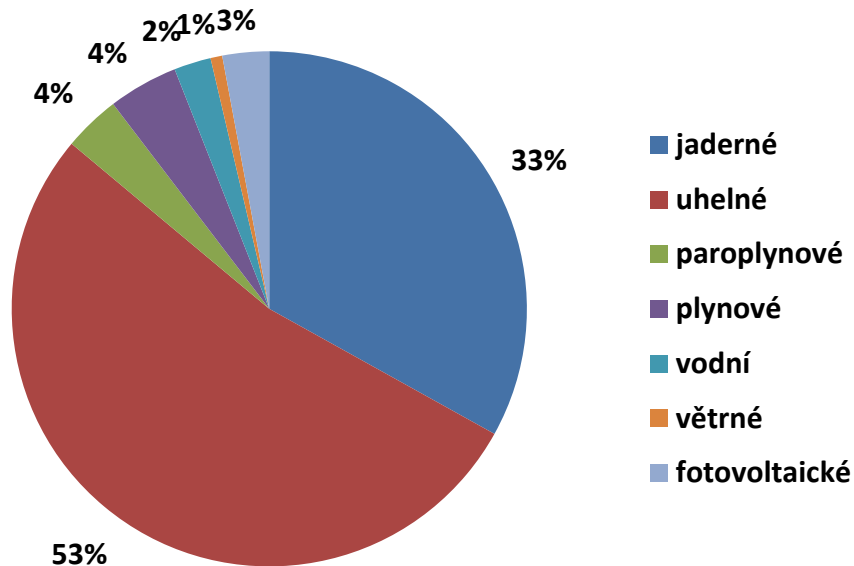


charakter zdrojů brutto výkonu elektráren v ČR v roce 2015

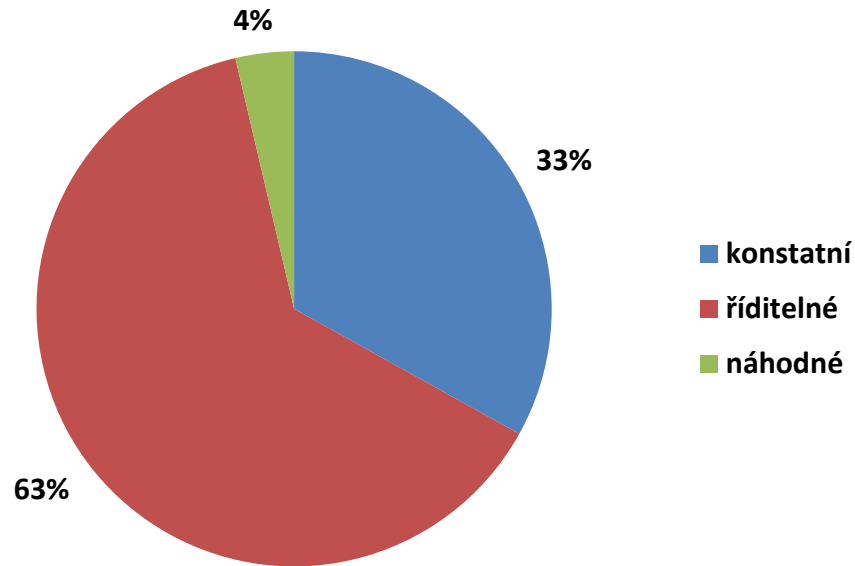


Struktura zdrojů výroby elektrické energie v ČR - energie

struktura netto výroby elektrické energie v ČR v roce 2015



charakter netto výroby elektrické energie v ČR v roce 2015



Omezená použitelnost jaderných elektráren

Budovat další jaderné elektrárny jako náhradu za emisně nepříznivé tepelné elektrárny spalující uhlí není šťastnou volbu. Šlo by totiž o náhradu říditelného zdroje konstantním zdrojem. S tím souvisí tři velmi podstatné záležitosti:

- běžně používané jaderné reaktory byly dosud navrhovány a používány pro trvalou práci stálým výkonem. K vyrovnávání bilance mezi výrobou spotřebou elektřiny jsou dosud v energetickém mixu využívány jiné typy elektráren (uhelné),

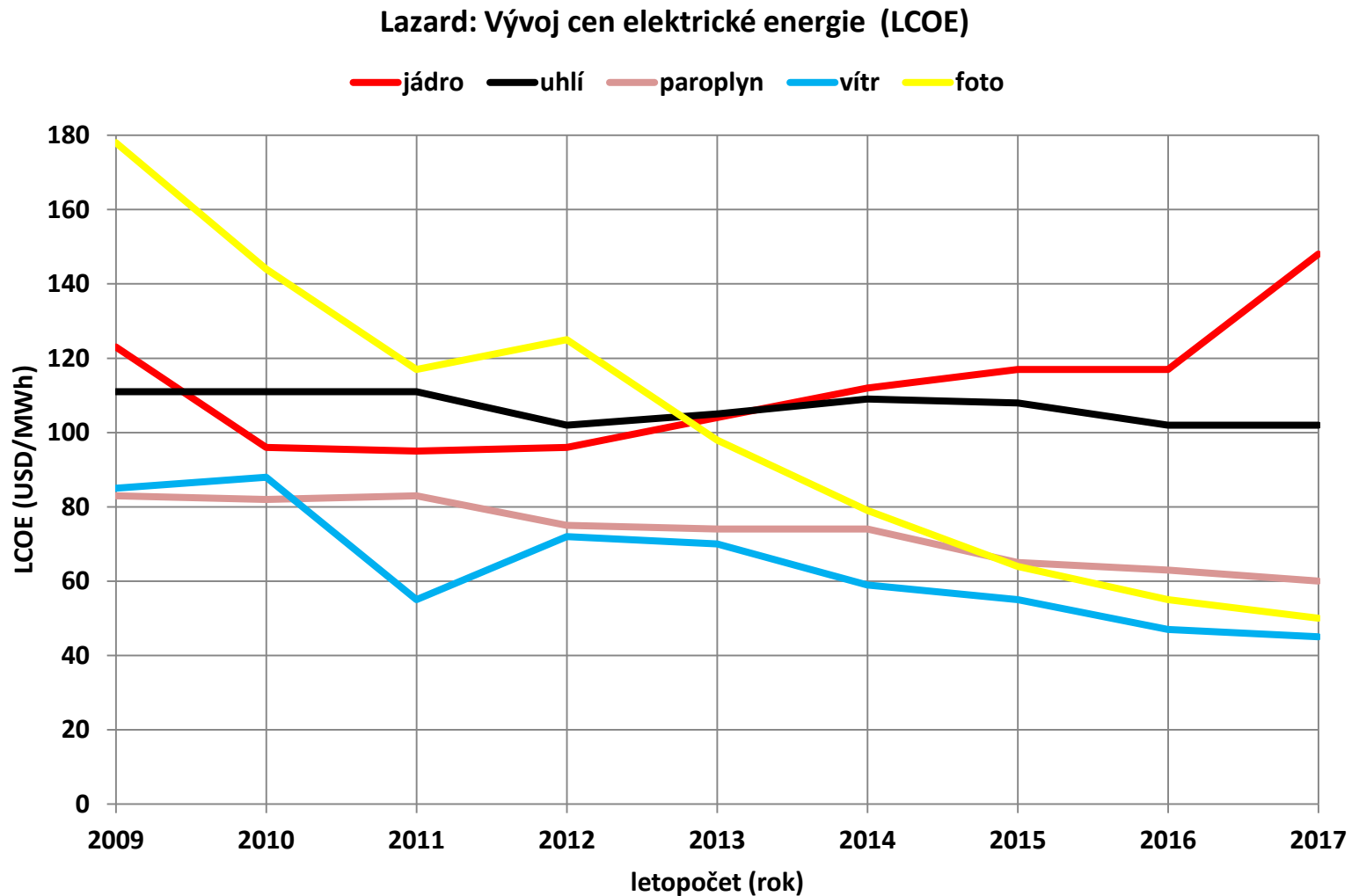
- menší než 100 % časové využití jaderné elektrárny ještě víc zhoršuje již tak špatnou ekonomiku jaderného zdroje. Cena elektrické energie z jaderného zdroje tak bude několikanásobně dražší, než z jiných zdrojů (včetně obnovitelných)

- časté zvyšování a snižování výkonu rektoru a s tím spojené změny teplot nejsou příznivé pro bezpečnost a spolehlivost jaderného zdroje.

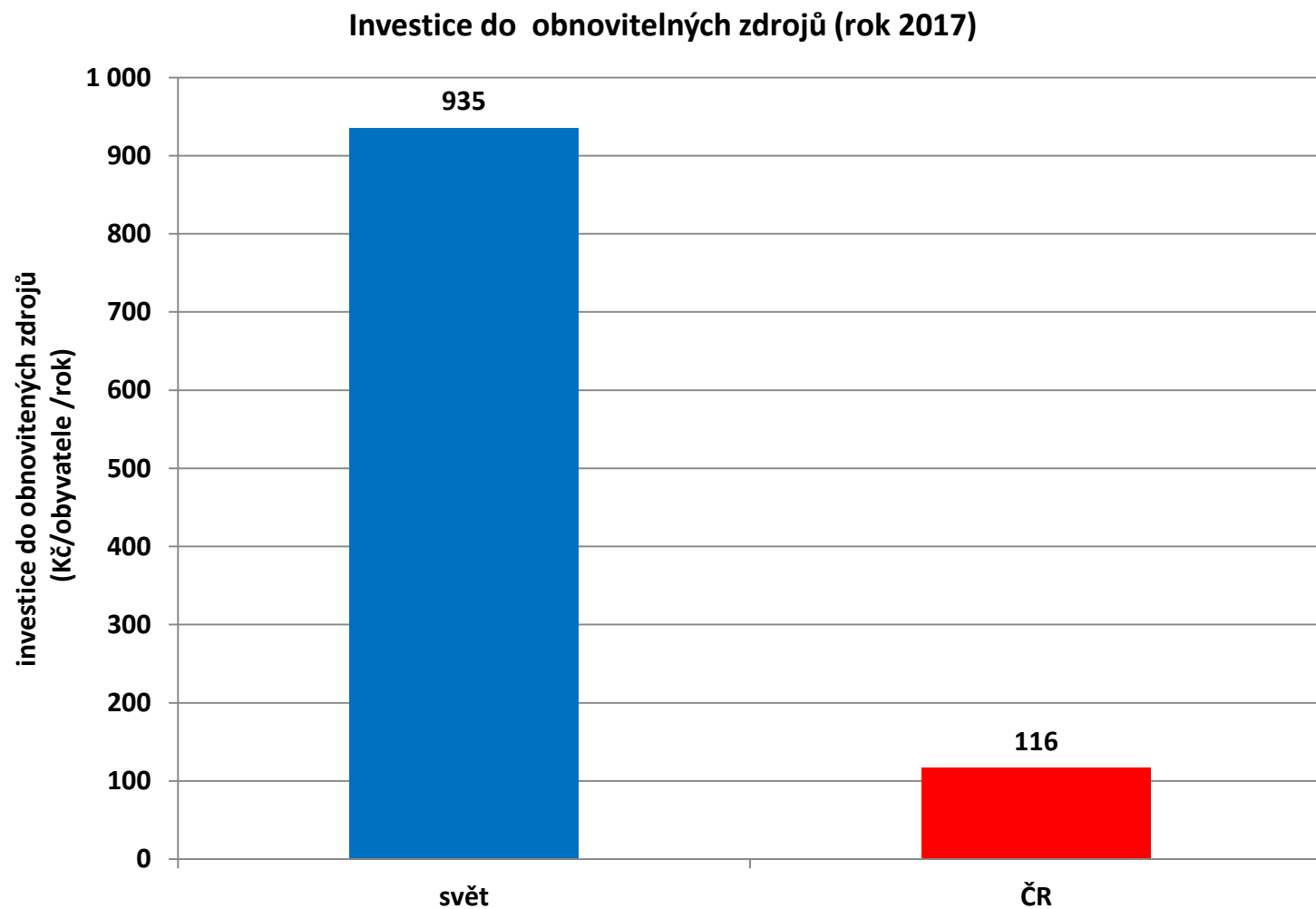
=> odstavované uhelné elektrárny nelze jednoduše naradit kombinací fixních (neřiditelných) a obnovitelných (náhodných) zdrojů - k vyrovnání okamžitého výkonu zdrojů a spotřeby je nutná buď významná akumulace, nebo export/import.

Vývoj cen elektrické energie v USA

LCOE: odpis investice je tak velký, aby došlo k úplné úhradě investice v době její životnosti



ČR a svět (podle BNEF)



Kombinovaná výroba tepla a elektřiny

Každopádně bude potřeba energií šetřit, tedy:

- Nepoužívat tepelný cyklus tam, kde není možnost využít jeho (60 %) ztrátové teplo (mobilní prostředky, velké centrální zdroje),**
- nepoužívat uhlovodíková paliva jakéhokoliv skupenství (pevné, kapalné i plynné) a jakéhokoliv původu (obnovitelného a dočasně ještě i fosilního) pouze jako zdroje tepla, ale vždy zároveň i jako zdroje elektřiny**

Zásadním tématem je hromadné zavedení malých (domácích) kogeneračních jednotek náhradou za tradiční plynové kotle (výroba zhruba 30 % elektřiny a 70 % tepla) a to na principu:

- a) spalovacího motoru s elektrickým generátorem (výroba zhruba 30 % elektřiny a 70 % tepla)**
- b) metanového palivového článku (výroba zhruba 60 % elektřiny a 40 % tepla)**

Palivem bude v první fázi dočasně zemní plyn a následně v druhé fázi syntetický metan (vyráběný v nočním odběrovém sedle elektřiny v mořských větrných farmách v řetězci větrná turbína – elektrolýza – metanizace – vtlačování do plynové sítě.

Časová flexibilita

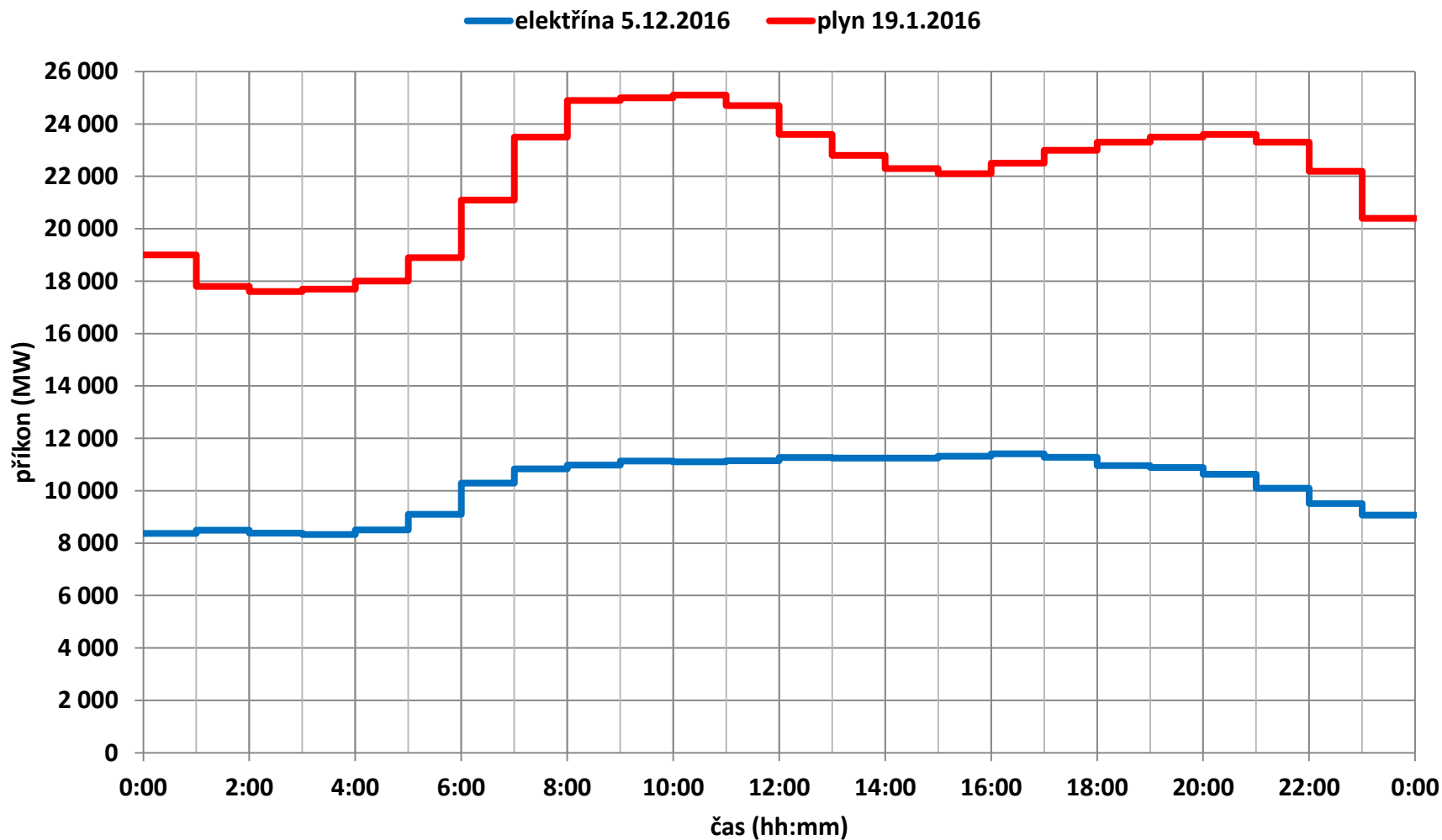
Zásadní problémem dekarbonizace elektroenergetiky je odklon od používání regulovatelných zdrojů, kterým jsou tepelné elektrárny.

Proto je potřebné kromě vytváření mezistátních sítí s diverzifikací zdrojů, úspor energie, akumulace elektrické energie a řízení spotřeby též hledat a budovat flexibilní zdroje elektřiny.

Tuto roli mohou plnit kogenerační jednotky (kombinovaná výroba elektřiny a tepla). Jejich zásadní výhodou je, že poptávka po elektřině má v ročním i v denním cyklu podobný průběh, jako poptávka po teple a tedy i po plynu.

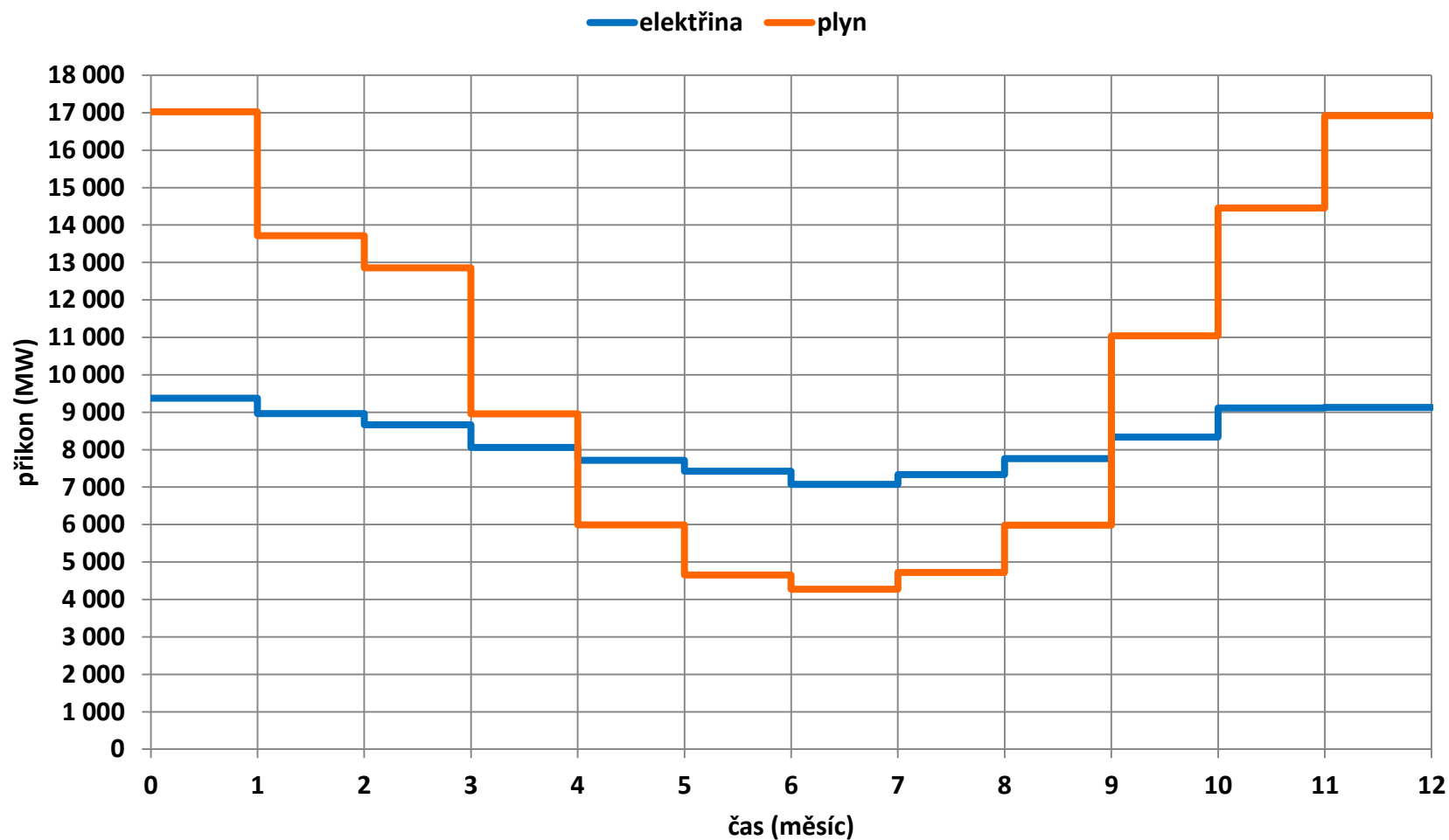
Denní průběh spotřeby plynu a elektřiny v zimě

denní průběh hrubé spotřeby elektřiny a plynu v ČR v chladném zimním dnu



Roční průběh spotřeby plynu a elektřiny

roční průběh hrubé spotřeby elektřiny a plynu v ČR



Komplementární rozvodné sítě

Velice zajímavé téma je existence dvou komplementárních a z části i redundantních přenosových a distribučních sítí – elektrické a metanové (včetně elektrických i metanových zásobníků) navzájem zastupitelných a propojitelných:

- elektrolizéry a metanizací ke konverzi energie elektřiny na energii metanu (plus využití ztrátového tepla),**
- palivovými články, respektive spalovacími motory s elektrickými generátory, ke konverzi energie metanu na energii elektřiny (plus využití ztrátového tepla).**

2 x 1 000 000 kW bez využití odpadního tepla, nebo 1 000 000 x 2 kW s využitím odpadního tepla?

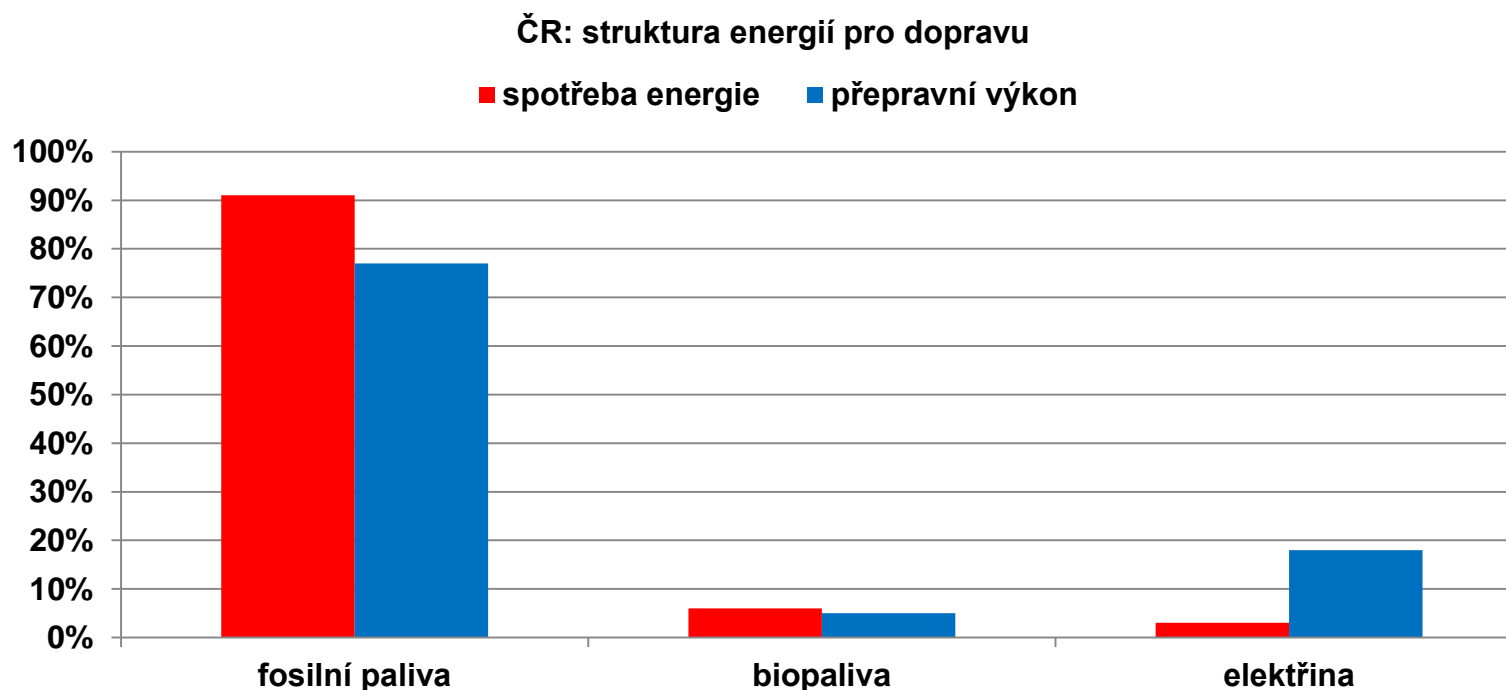
Téma: posoudit z technického, ekonomického i provozního hlediska proveditelnost malých plynových domovních kogeneračních jednotek (zhruba ve velikostní řadě elektrického výkonu 1 kW – 2 kW – 5 kW – 10 kW) určené pro výrobu elektřiny (jak pro místní spotřebu, tak pro distribuční síť) a pro výrobu tepla pro vytápění a pro teplou užitkovou vodu. Tedy v zásadě náhrada za současné plynové kotle pro domovní ústřední topení a pro uhřev teplé užitkové vody. Jednalo by se o vytvoření centrálně koordinované energetické sítě v ČR se zhruba milionem domovních zdrojů.

Alternativně je možno (podle vývoje stavu techniky) možno uvažovat i metanové palivové články. Cíl je společný – poskytnou občanům ČR dvě distribuční energetické sítě (elektrickou a plynovou), které jsou díky možným přeměnám plyn – elektřina (spalovací motor nebo palivový článek) a elektřina – plyn (elektrolýza plus metanizace) navzájem redundantní a propojují centralizovanou a decentralizovanou energetiku (zdroje, přenosová vedení, úložiště, spotřebiče).

Doplňěk: Energie pro dopravu

Spotřeba energie pro dopravu činí v ČR 18 kWh/obyvatele/den.

- fosilní paliva 91 % (zajišťují 77 % přepravních výkonů),**
- biopaliva 6 % (zajišťují 5 % přepravních výkonů) ,**
- elektřina 3 % (zajišťuje 18 % přepravních výkonů).**



Dekarbonizace mobility

Situace se však již v blízké budoucnosti změní:

Automobily se spalovacími motory budou nahrazeny elektrickou vozbou (z části silniční, z části kolejovou; z části liniově napájenou a z část akumulátorovou, tedy s určitou možností řízení spotřeby a se schopnosti generovat (po vyřazení z vozidel v důsledku částečného poklesu akumulační schopnost) akumulátory pro stacionární aplikace.

Přechod od automobilů se spalovacím motorem k elektrické vozbě znamená nejen náhradu ropných paliv elektřinou, ale i značné úspory energie:

- náhrada konvenčního automobilu elektromobilem: pokles spotřeby energie na 40 %,**
- náhrada konvenčního automobilu elektrickou železnici: pokles spotřeby energie na 15 %,**

Pro elektrizační soustavu bude znamenat náhrada spotřeby nafty a benzinu (nyní 56 TWh/rok) elektřinou zvýšení středního výkonu elektrizační soustavy o cca 1 až 2,6 GW (zvýšení roční spotřeby o 9 až 23 TWh/rok)

Nižší čísla platí pro přesun přeprav ze silnice na železnici, vyšší čísla platí pro ponechání silničních přeprav na silnici.

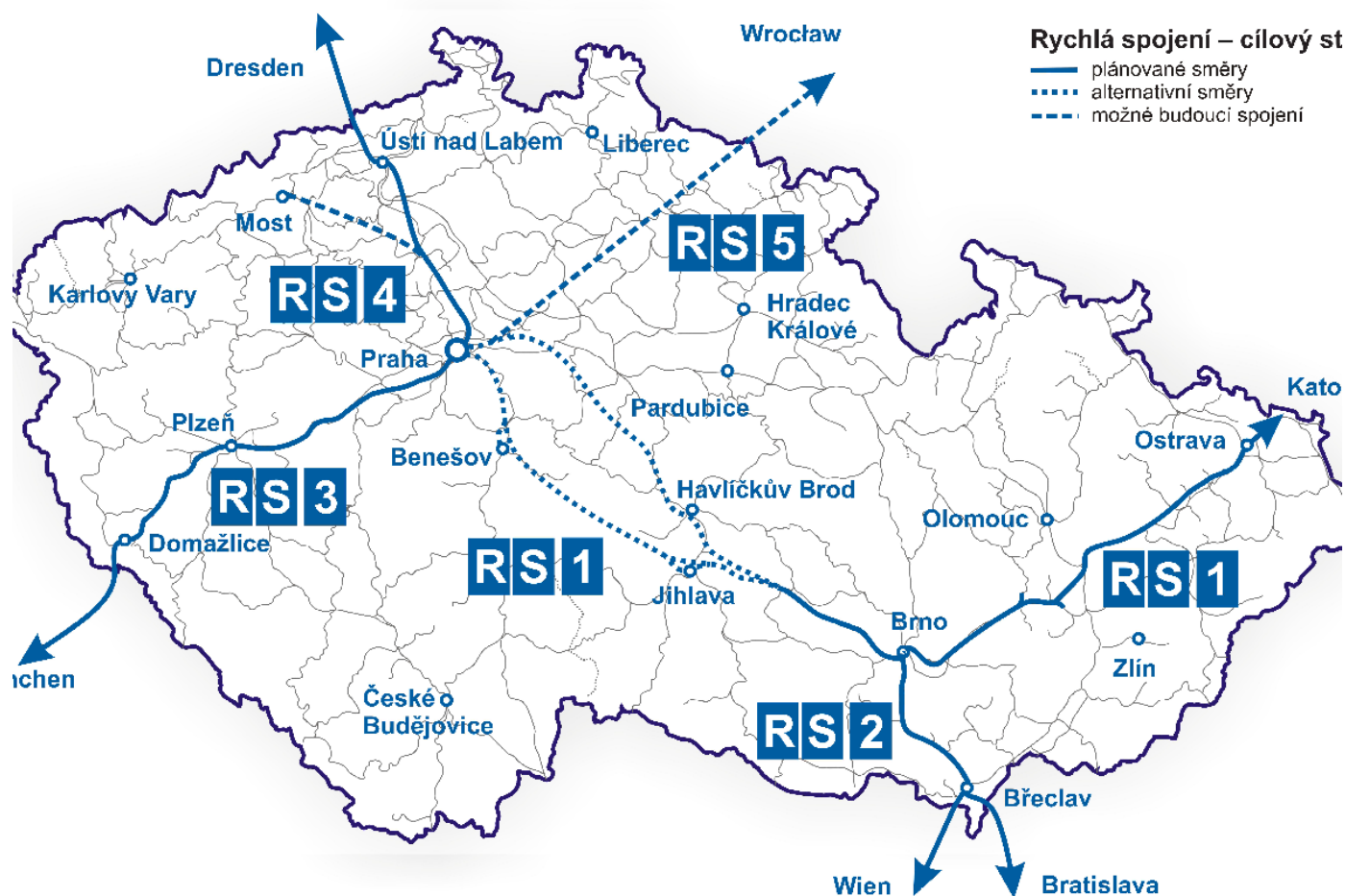
Společné řešení témat dopravy a energetiky

Evropská spolupráce při využívání obnovitelných zdrojů

Při chystaném budování vysokorychlostních železnic propojujících ČR s okolními zeměmi (v relacích severozápad – jihovýchod, jihozápad a severovýchod a sever – jih) postavit souběžně s nimi i vysokonapěťová vysoce výkonná dálková elektrická přenosová vedení, potřebná k propojení přírodních oblastí obnovitelných zdrojů:

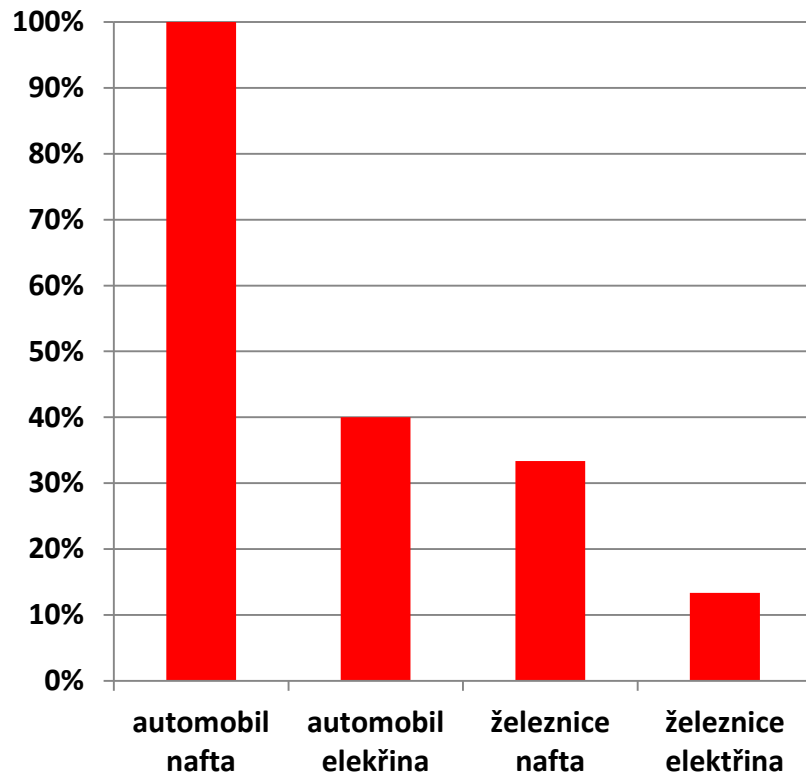
- větrném mořské parky na severu,**
- alpské vodní zdroje,**
- jižní solární elektrárny.**

Usnesení vlády ČR č. 389/207: vysokorychlostní železnice spojí ČR se zahraničím
Trasy přepravních proudů se velmi dobře shodují s trasami potenciálních toků elektrické energie z obnovitelných zdrojů.
Je smysluplné využít příslušnou územní ochranu i k vybudování vysokonapěťových přenosových vedení (viz Nařízení EU č. 1315/2013 o společných evropských koridorech).

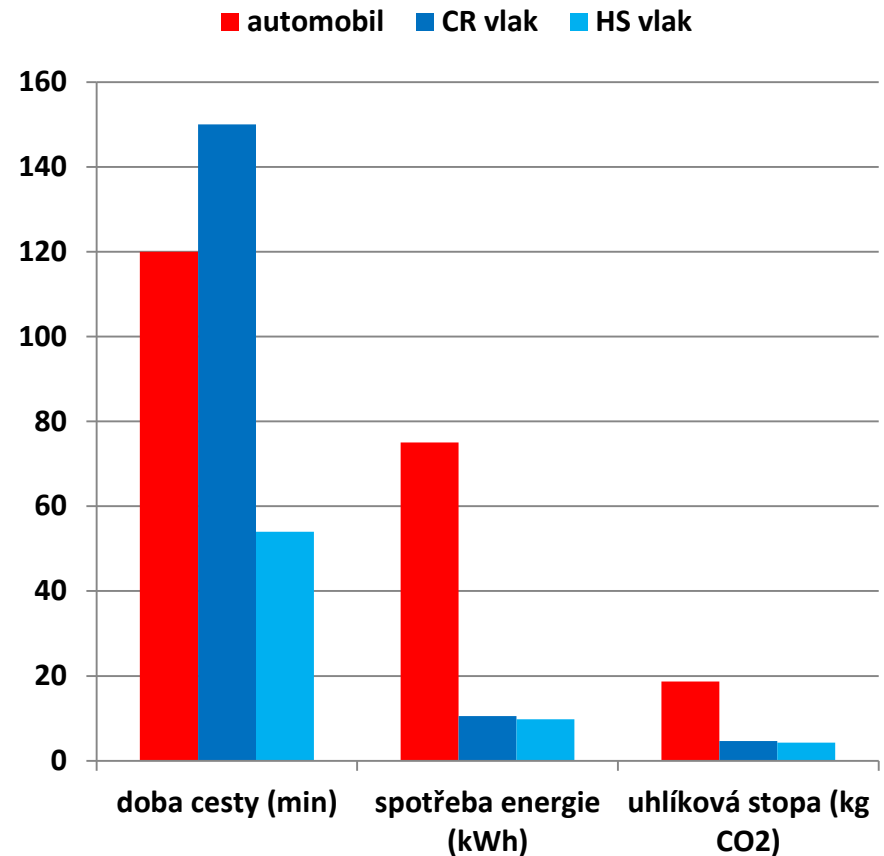


Dekarbonizace mobility je významným nástrojem k úsporám energie

poměrná energetická náročnost dopravy



jedna cesta jednoho cestujícího Praha - Brno



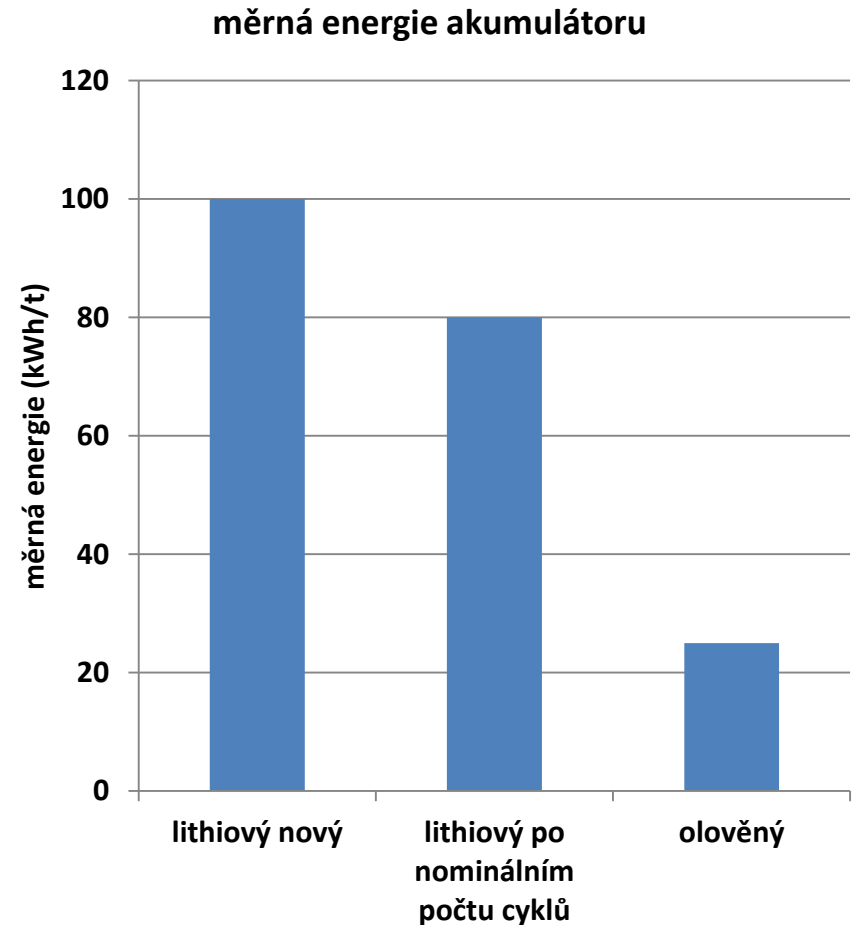
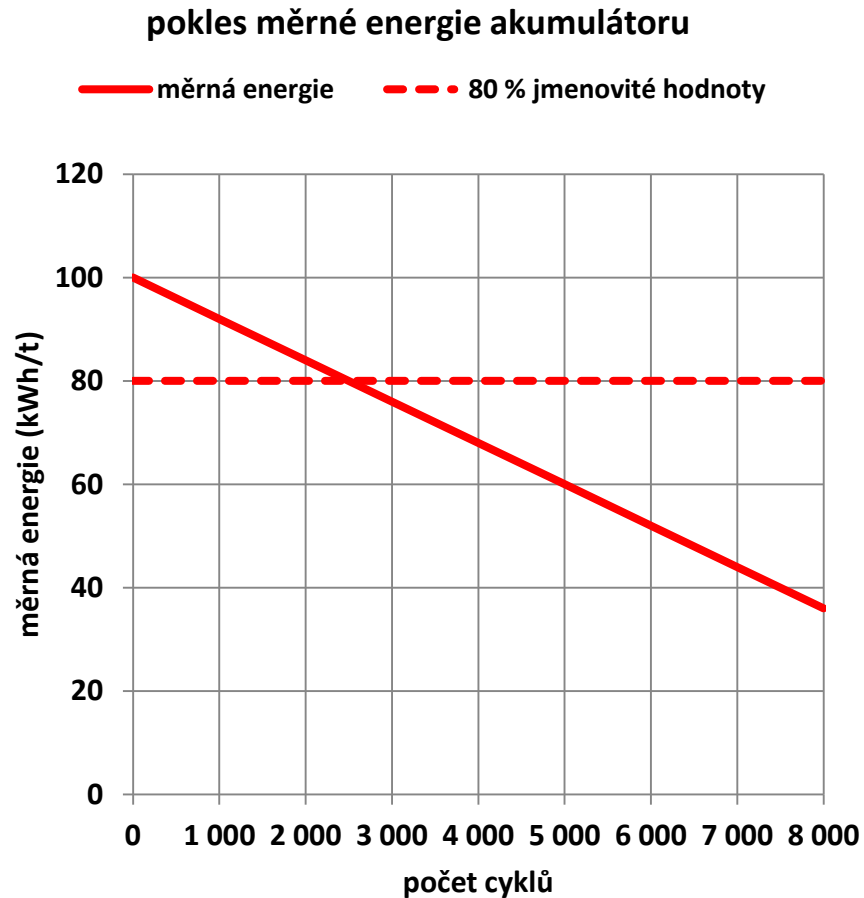
Společné řešení témat dopravy a energetiky

Druhý život akumulátorů z vozidel

Hromadný nástup vozidel s akumulátory (osobní automobily, autobusy, železniční vozidla) přinese velké množství akumulátorů, které budou po vyčerpání normativní životnosti (pokles jmenovité kapacity o 20 %) z vozidel vyřazovány. Avšak ve stacionárních aplikacích, kde nejsou přísné požadavky na hmotnost a rozměry, mohou být tyto akumulátory ještě dále používány.

Proto je rozumné koordinovat zavádění akumulátorových vozidel s budováním stacionárních úložišť elektrické energie.

Použití vyřazených akumulátorů z vozidel ve stacionárních úložištích elektrické energie (akumulační elektrárna Krátké Stráně)



Elektromobily

střední využití osobního automobilu v
ČR



V ČR je používán automobil především na krátké cesty:

- průměrná přepravní vzdálenost: 32 km,
- průměrný denní proběh: 29 km (tedy méně, než jedna jízda denně),
- průměrné denní využití: 24 min (tedy 23 hodin a 36 minut lze využít k nabíjení),
- cca 95 % jízd je na vzdálenost do 120 km.

Těmto požadavkům současné elektromobily plně vyhoví.

Pro průměrný denní proběh 30 km je potřebné doplnit energii 6 kWh, což umožní i běžná zásuvka 230 V / 16 A za dvě hodiny v průběhu nočního spánku uživatele automobilu. Nebo při čekání na parkovišti P + CH + R.

Stačí vybavit všechna místa, kde automobily běžně parkují (zejména po delší dobu), tedy u obytných budov, v zaměstnání, na veřejných prostranstvích obvyčejnými nabíjecími zásuvkami nízkého výkonu. A ty inteligentně řídit. Nabíjecí zásuvka je mnohonásobně levnější, než pozemek pro parkovací místo.

Obnovitelné zdroje pro elektrické automobily



Elektrina FV		
počet osobních automobilů v ČR		5 308 000
roční přepravní výkon osobních automobilů v ČR		72 255 000 000
střední obsazení osobního automobilu		1,30
roční běh osobního automobilu	km/rok	10 471
roční běh osobního automobilu	km/den	29
roční běh všech osobních automobilů v ČR		55 580 769 231
měrná spotřeba automobilu z distribuční sítě	kWh/100km	22
roční spotřeba jednoho automobilu	kWh/rok	2 304
roční spotřeba všech automobilů	kWh/rok	12 227 769 231
denní spotřeba jednoho automobilu	kWh/den	6,31
střední příkon jednoho automobilu	kW	0,263
střední příkon všech automobilů	kW	1 395 864
účinnost měničů a rozvodů	%	94
roční součinitel využití špičkového výkonu	%	12
špičkový výkon FV	kWp	2,33
účinnost FV přeměny	%	20
intenzita slunečního záření	W/m2	1 000
potřebná plocha FV	m2	12
součinitel využití plochy	%	67
potřebná plocha pole	m2	17
stupeň využití primární energie	%	12,6
poměr vůči metylesteru		157
měrná cena FV	Kč/kW	30 700
investice na jedno auto	Kč	71 572
investice pro všechna auta	Kč	379 902 720 482
plocha pole pro všechna auta	ha	9 235
plocha orné půdy v ČR	ha	3 000 000
k ploše orné půdy	%	0,31
osevná plocha řepky v ČR	ha	400 000
k ploše osevné plochy řepkou	%	2,31
osevná plocha řepky v ČR pro 6 % bisložku v naftě	ha	236 850
k ploše pro bisložku v motorové naftě	%	3,90
poměr ploch		26
osevná plocha řepky v ČR pro 100 % bionaftu	ha	3 947 498
k ploše pro 100 % bionaftu	%	0,23
poměr ploch		427

Účinnost FV článků je zhruba 200 krát vyšší, než účinnost přeměny energie slunce na energii metylestru řepkového oleje. Ten je navíc využíván ve spalovacích motorech, které jej využijí jen z jedné třetiny.

Ve výsledku je FV elektrárna 600 krát efektivnější, než pěstování řepky.

Zřízení FV elektráren na libovolné nepotřebné ploše odpovídající 2,3 % osevné plochy řepky zajistí výrobu elektřiny pro 100 % náhradu osobních automobilů v ČR elektromobily.

Řepka je v ČR pěstována na 400 000 ha, do nafty se přidává 6 % metylesteru řepkového oleje.

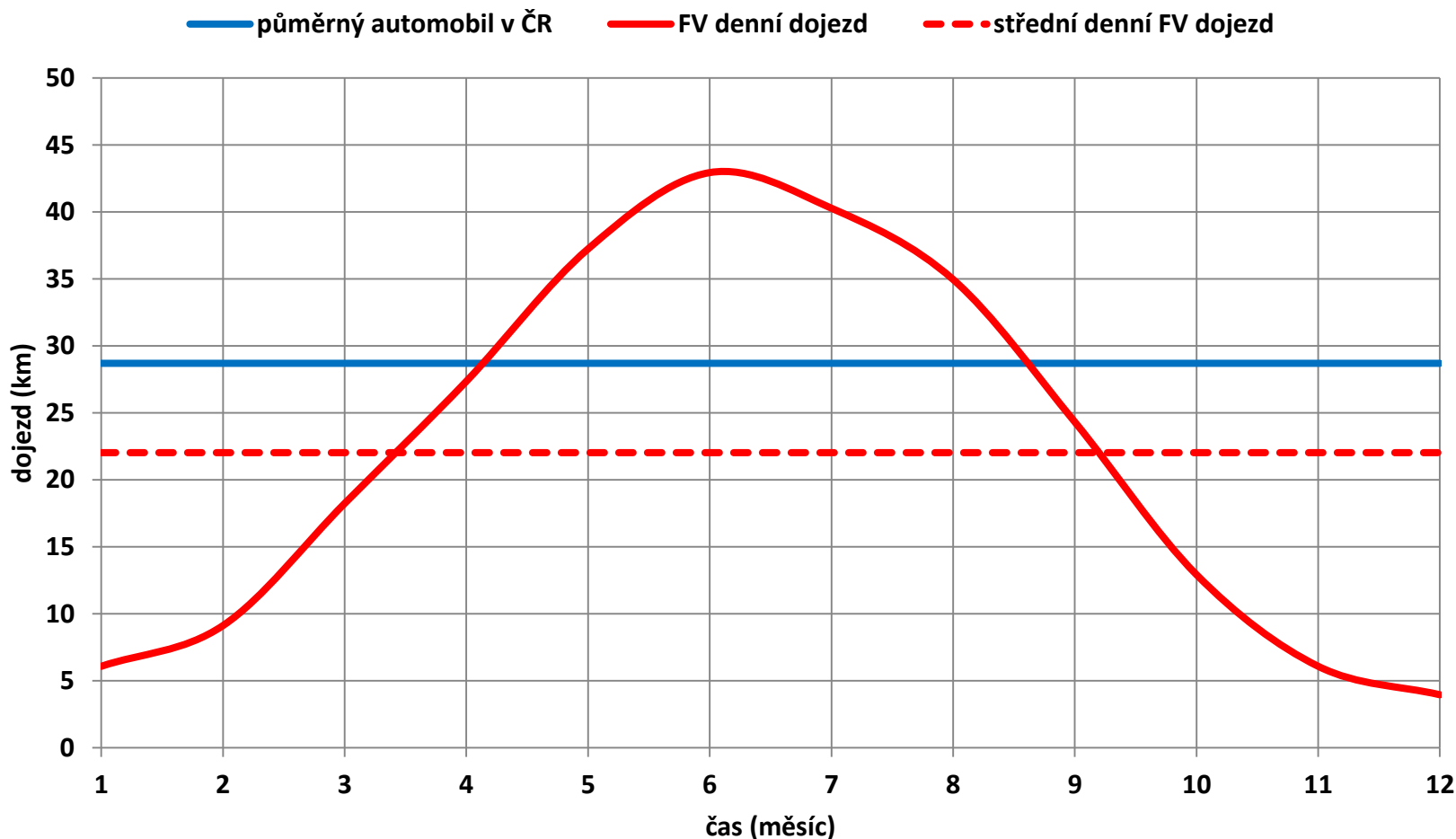
Energii pro 5 300 000 elektromobilů dokáže zajistit FV elektrárna na rozloze 9 200 ha.

Zbývající řepková pole lze zalesnit, metylester řepkového oleje nebude potřeba.

Použití povrchu karoserie automobilu k FV výrobě elektřiny (tiskuté perovskitové články)

=> od května do srpna se FV elektromobil stačí na průměrný denní dojezd automobilu v ČR nabít ze své karosérie – nepotřebuje nabíjení ze sítě

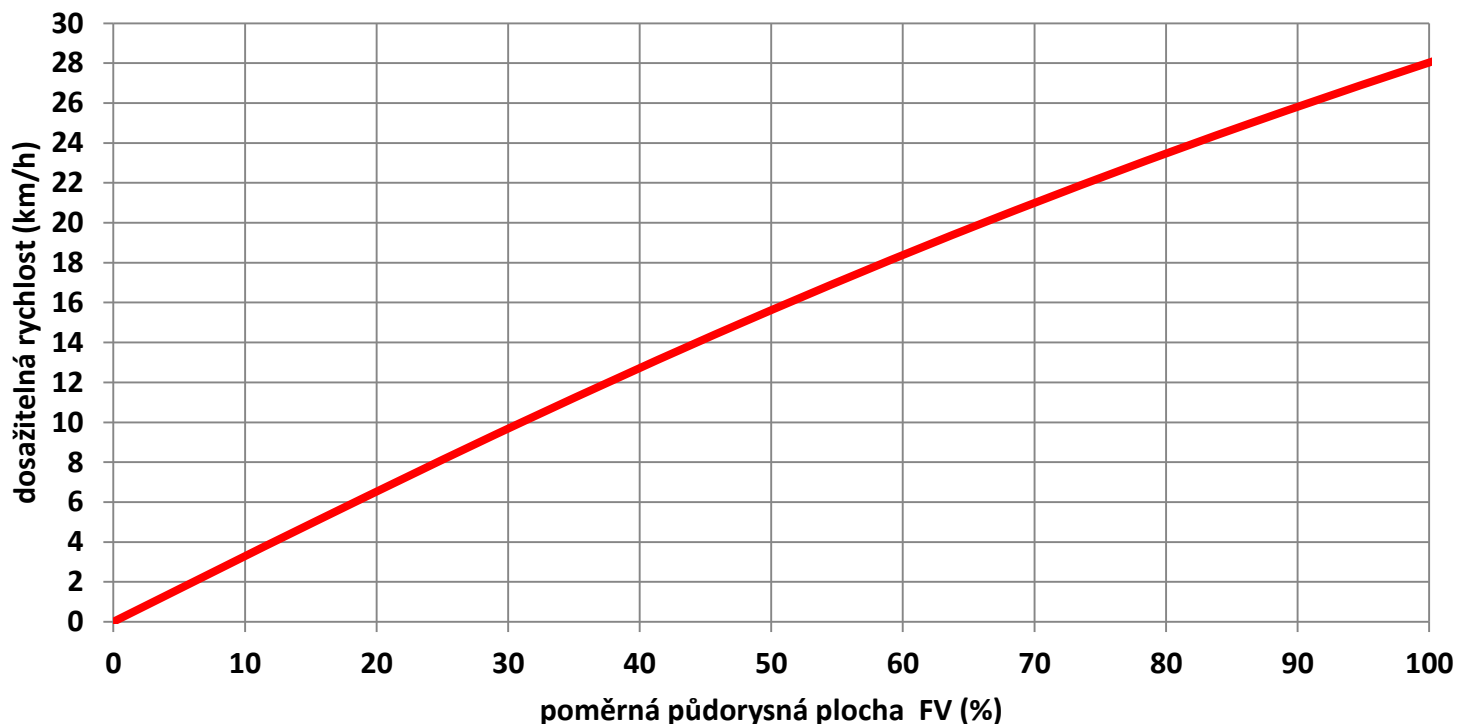
denní dojezd elektromobilu při povrchovém nabíjení 6 m²



Použití povrchu karoserie automobilu k FV výrobě elektřiny (tištěné perovskitové články)

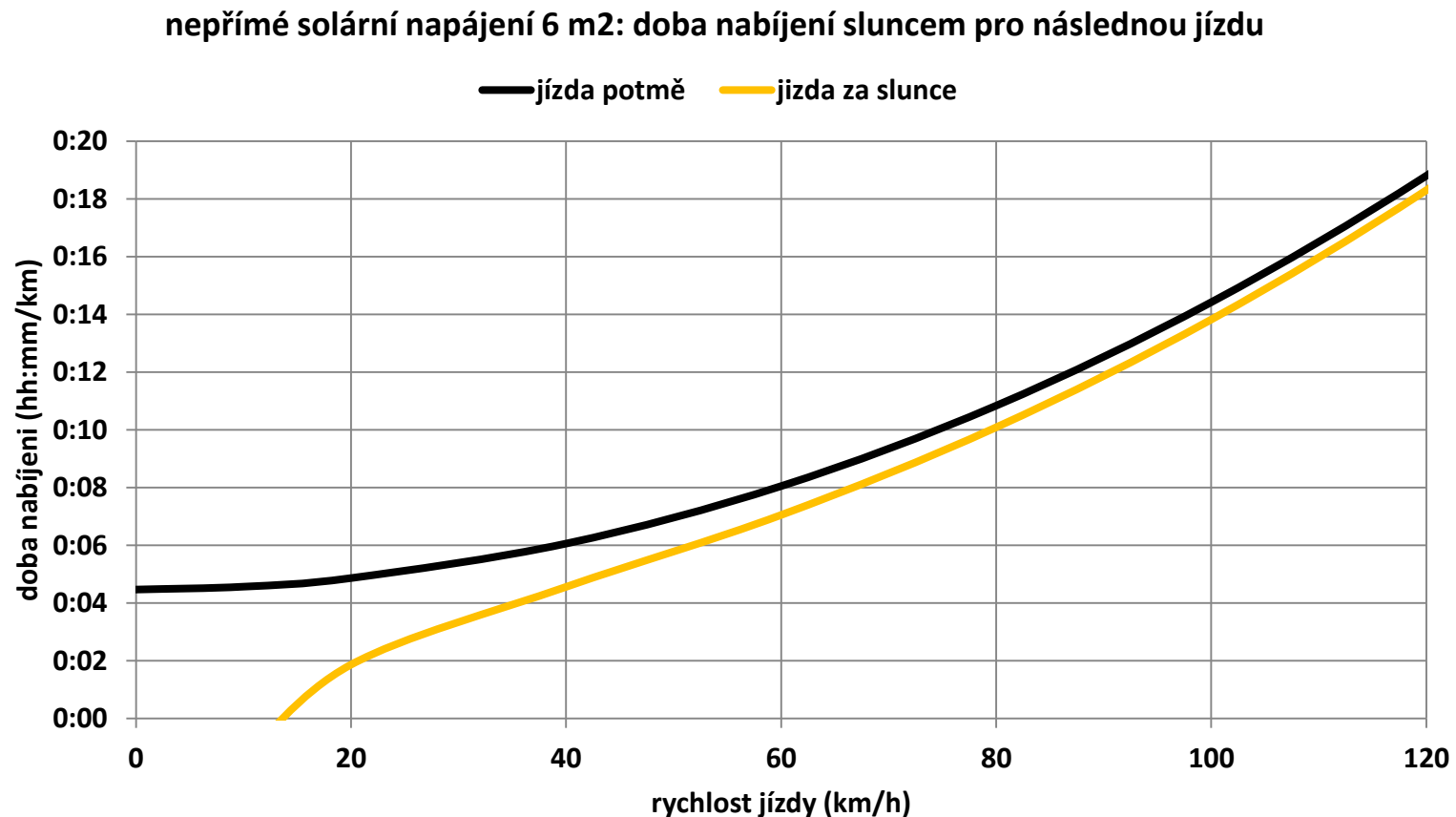
=> po vybití akumulátoru se za slunečního svitu dokáže FV elektromobil dopravit k
nejbližší zásuvce mnohem rychleji, než pochodující člověk s kanystrem k čerpací stanici.
A nemusí s těžkým kanystrem pěšky zpět k autu.

přímé solární napájení: dosažitelná rychlost jízdy na sluneční záření



Použití povrchu karoserie automobilu k FV výrobě elektřiny (tiskuté perovskitové články)

=> čtvrt hodiny slunečního svitu na zaparkovaný FV elektromobil stačí na 1 km následné jízdy rychlostí 100 km/h



Děkuji Vám za Vaši pozornost !