

energy

JARO/LÉTO 2018

for life & more

inovace – invence – inženýring – infrastruktura – energetika – ekonomika – ekologie – enviro

VÝVOJ ENERGETIKY

mění se regulace
a technologie

INTELIGENTNÍ REGIONY

pro udržitelný rozvoj

PARNÍ OTOPNÉ

soustavy v průmyslu

BOŘEK LIZEC

CHICAGO město plné energie



99 CZK

ENEXGROUP

energy & transport & telco & infra

Energy & Construction

- Technicko - inženýrská činnost
- Stavebně – technická a realizační činnost
- Zajištění realizačních prací, dodávek technologických zařízení a energetických celků
- Zajištění stavebních prací, dodávek stavebních materiálů, výrobků a technologií

Transportation & Infrastructure

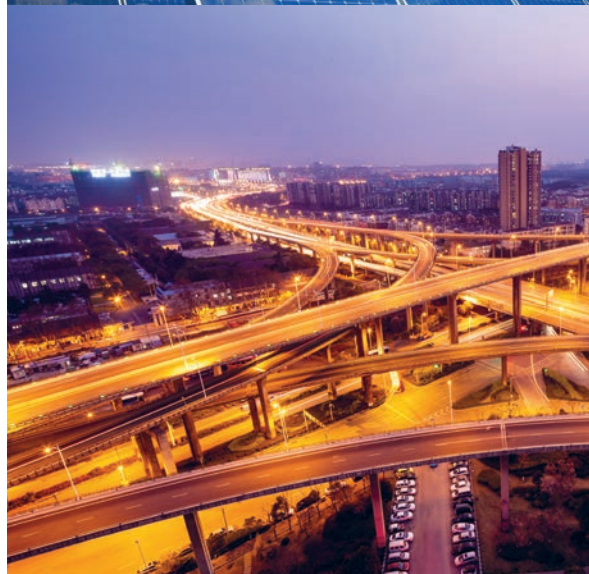
- Provádění a zajišťování činností v oblastech dopravy a dopravní infrastruktury

ISO a kvalifikace

- Uplatňování ISO norem v práci společnosti
- Osvědčení od renomovaných firem na specializované činnosti

ENEX GROUP s.r.o.
Biskupský dvůr 2095/8
110 00 Praha 1

e-mail: enex@enexgroup.cz
www.enexgroup.cz



EDITORIAL

Vážení čtenáři,

dostává se Vám do rukou nové číslo magazínu **NEW energy for life and people**, které pokračuje v novém trendu změn, kterých jste si mohli povšimnout již v předcházejícím čísle. Jako každé periodikum, tak nemůžeme i my zůstat nestranní k významnému výročí a to k oslavám 100. výročí založení Československa. Pro redakci magazínu je to významné i tím, že magazín **NEW energy for life and people**, byl poctěn jako jeden z mála být mediálním partnerem oslav založení Československé republiky, které se budou konat s měsíčním předstihem v září tohoto roku v Chicagu v USA. Proč zrovna tam, o tom si můžete přečíst více v rozhovoru s Bořkem Lízecem, generálním konzulem ČR v Chicagu. Uvedené město a americký Středozápad sehrál totiž při vzniku naší novodobé státnosti klíčovou roli a bez pomoci místních Čechoameričanů a dalších přátel by Československo zřejmě nevzniklo.

Kromě pozvánky na tyto oslavy do USA, v magazínu **NEW energy for life and people** naleznete i další zajímavé texty a články z oblasti energetiky.

Vždyť energetika je důležitou a každodenní součástí našeho života, za kterou stojí jenom lidé se svými úspěchy, ale také i se svými starostmi, kterých bývá o poznání více.

Věříme, že každý z Vás nalezne na stránkách magazínu **NEW energy for life and people** to svoje zaměření. K tomu Vám přejeme příjemné prožití letního času a dovolených a hezké počtení na stránkách magazínu **NEW energy for life and people**.

Redakce

■	OSLAVY 100. VÝROČÍ ZALOŽENÍ ČESKOSLOVENSKA – rozhovor s Bořkem Lízecem	4 - 5
■	CHICAGO, MĚSTO PLNÉ ENERGIE	6 - 7
■	VÝVOJ ENERGETIKY v kontextu měnící se regulace a technologií	10 - 31
■	POHL J.: Elektrická vozba na železnici a obnovitelné zdroje energie	34 - 40
■	INTELIGENTNÍ REGIONY	41 - 42
■	Diagnostický vlak DJ NDT	44 - 45
■	ENERGETICKÉ VYUŽÍVÁNÍ ODPADŮ A ALTERNATIVNÍCH PALIV 1989-2017	46 - 48
■	KUBÍN M.: Parní otopné soustavy v průmyslu - 2. pokračování	50 - 53
■	ANDRÁS B., KAJTÁR L.: Evolution of a CFD model in comfort researches	54 - 58
■	ANDRÁS B., KAJTÁR L.: Numerical evaluation of the thermal comfort in public buildings under various indoor air velocity conditions	59 - 61

energy
for life & people

Vydavatel:

ENEX GROUP s.r.o.
Biskupský dvůr 8, 110 00 Praha 1, Česká republika
e-mail: enex@seznam.cz
e-mail: enex@enexgroup.cz

ENEX GROUP s.r.o.
Bajkalská 25, 827 18 Bratislava, Slovenská republika
e-mail: enex@enexgroup.sk

Registrované: MK ČR pod číslem E 16386

Grafické zpracování: X2015 s.r.o.

Všetky články v magazínu vyjadřují názory a stanoviska autorů a nemusí se zhodovat s názory redakce a vydavatele.
Za pravdivost inzerce zodpovídá zadávatel.

Oslavy 100. výročí založení Československa Kde jinde, když ne v Chicagu?!



Bořek Lizec, generální konzul ČR v Chicagu



V Chicagu se uskuteční jedny z největších oslav 100. výročí založení Československa. Proč právě v tomto městě?

Chicago a americký Středozápad sehrály při vzniku naší novodobé státnosti klíčovou roli. Bez pomoci Charlese Crana, místních Čechoameričanů a dalších přátel by Československo zřejmě nevzniklo. Slavné příběhy, které obnovení naší státnosti po třech staletích provázely, byly bohužel také vlivem dlouhých období nesvobody v naší zemi pozapomenuty. 100. výročí vzniku Československa je vynikající příležitostí si je připomenout. Nesporně si to zaslouží.

Rád zdůrazňuji, že 100. výročí vzniku Československa je nejvýznamnějším výročím v naší moderní národní historii. Osobně si velice vážím, že mohu jako generální konzul zastupovat Českou republiku v Chicagu právě v tomto období. Přicestují sem nejvyšší představitelé naší země, aby vyjádřili poděkování Čechoameričanům a zástupcům zdejších rodin a institucí, bez jejichž pomoci bychom se před sto lety neobešli. Oslav se zúčastní hosté z celých Spojených států a dalších zemí. I proto jim věnuji mimořádnou pozornost. Jsem také vděčný spoustě podporovatelů, kteří mi většinou sami nabídli svou pomoc, protože význam oslav vnímali stejně. Patří mezi ně především hlavní sponzor oslav Česká zbrojovka.

Popsal byste nám alespoň stručně, v čem význam Chicaga pro naši státnost spočívá?

Tomáš Garrigue Masaryk poprvé přicestoval do Chicaga v roce 1902, a to na pozvání rektora Chicagské univerzity Williama Harpera a chicagského průmyslníka a filantropa Charlese Crana. Sérii jeho zdejších přednášek financovala Cranova nadace. Při této návštěvě a poté v roce 1907 TGM přednášel o „české otázce“ také na dalších významných fórech a především získal představu o rozsahu a významu místní krajanské komunity.

A krajané mu poté výrazně pomohli...

Ano. Když v roce 1914 TGM zahájil kampaň za vytvoření Československa, mohl se na své česko-americké přátele obrátit se žádostí o pomoc. Dá se říci, že finanční náklady na vznik Československa nesli na svých bedrech právě američtí krajané. Do konce roku 1918 poskytli TGM přibližně 1,5 milionu dolarů. Následně „své“ nové republiky v průběhu roku 1919 zaslali materiální a finanční pomoc dokonce v hodnotě 7 milionů dolarů. Přibližně třicet tisíc Čechoameričanů také na výzvu TGM vstoupilo do americké či československé armády.



Vítání TGM na Michigan Avenue

Masaryk byl přesvědčený, že slovo USA bude klíčové pro poválečné uspořádání Evropy. K rozhodujícím jednáním do Washingtonu cestoval v roce 1918 napříč Spojenými státy. Pokoušel se získat co největší pozornost amerických médií, a zvýšit tak podporu pro vytvoření Československa u americké veřejnosti. Chicago, v té době zřejmě druhé největší české město po Praze, jej v tomto směru rozhodně nezklamalo. Dne 5. května 1918 přišlo TGM do centra města přivítat 200 tisíc příznivců.



Stokoruna první Československé republiky s vyobrazením dcery Charlese Crana Josephine od Alfonse Muchy

Tím ale pomoc Chicaga a Středozápadu nekončila, že?

Rozhodně ne. Na pomoc přátel z této části Spojených států se mohl TGM spolehnout i ve Washingtonu. Ústřední roli sehrával už poněkolkáté Charles Crane. Crane významně finančně i jinak podporoval prezidentské kampaně Woodrowa Wilsona a byl jeho váženým poradcem. Profesora Masaryka prezidentovi – profesorovi Woodrowu Wilsonovi představil jako „nej-



Charles Crane s TGM

významnějšího slovanského vůdce světa a jednoho z pultuctu předních státníků.“ Prezident Wilson profesora Masaryka opakovaně přijal a víme, k jakému závěru se nakonec ohledně vzniku Československa přiklonil. Dodejme, že při jednáních o „československé otázce“ s prezidentem Wilsonem a dalšími představiteli americké administrativy TGM podporovala i řada krajanů ze Středozápadu, například kongresman Adolf Sa-

bath z Chicaga a soudce nejvyššího soudu USA Louis Brandeis z Kentucky. A toto je jen zlomek „české“ chicagské historie. V současné době pracuji na knize, která se bude věnovat také zásluhám Chicaga o obnovu ČSR po druhé světové válce a slavným chicagským Čechům.

Na co se mohou účastníci oslav těšit? Co byste z jejich programu vyzdvihl?

Oslavy se uskuteční ve dvou sériích, na konci září a na začátku listopadu. Hlavní galavečer se bude konat 28. září, tedy v Den české státnosti, v historických prostorách Union League Club. Na pozvání tohoto klubu TGM v Chicagu pomluvil k nejlivnějších Chicaganům pouhých 18 dní před vyhlášením první Československé republiky. V rámci oslav vystoupí v Chicagu Česká filharmonie a také „Čeští rockoví lvi“ Petr Janda a Jim Peterik. Chicagan českého původu Jim Peterik je mimo jiné spoluautorem jedné z neslavnějších rockových písní Eye of the Tiger. Na jeho společné vystoupení s nejslavnějším českým rockerem se těším. Nabídneme také například výstavu Alfonse Muchy, Albína Poláška a Vojtěcha Preissiga, tři slavných výtvarníků, kteří měli silné vazby k Chicagu a také svou tvorbou pomáhali budovat Československo. V neposlední řadě se výročí pokusíme maximálně využít ve prospěch českých firem, mimo jiné prostřednictvím prezentací, seminářů a společenských akcí.

Redakce magazínu NEW ENERGY děkuje za poskytnutý rozhovor.



Jim Peterik



CHICAGO

město plné energie

Bořek Lizec, generální konzul ČR v Chicagu

Chicago je jedním z nejatraktivnějších moderních měst na světě. V metropolitní oblasti „větrného města“ žije přibližně stejně obyvatel jako v České republice. Je přirozeným politickým, hospodářským i kulturním centrem Středozápadu USA. Sídí zde také úctyhodný počet globálních firem, včetně Boeingu, Motoroly, či McDonalds, přední světové burzy Chicago Mercantile Exchange a Chicago Board Options Exchange a špičkové vědecko-výzkumné instituce a univerzity. Cíleně jsou rozvíjeny kapacity pro vývoj nových technologií, tzv. „technologický ekosystém“. Každým rokem vznikají nové inkubátory, akcelerační programy, investiční fondy a další instituce. Úspěch Chicaga se odvíjí od řady přirozených předností. Důležitá je jeho centrální poloha v rámci USA, kde plní roli obchodní křižovatky. Již indiáni využívali spojení s Atlantickým oceánem a Mexickým zálivem prostřednictvím Velkých jezer a řeky Mississippi, na které později navázaly železniční tratě. Chicagské letiště O'Hare je dnes co do počtu přijímaných a vypravovaných letů druhé na světě a je ještě doplněno letištěm Midway. Mimořádná je kvalita komunikační infrastruktury, díky níž zde najdeme zřejmě nej kvalitnější propojení superpočítačů na světě. Důležitá je také místní strojírenská tradice a zázemí silných společností v dalších oborech co by potenciálních klientů pro nové technologie. Budoucí hospodářský rozvoj města bude podporovat rezervoár pitné vody v Michiganském jezeře a obecně kvalita života, kterou nabízí. Impresivním centrem rozvoje nových technologií je Chicago také v oblasti energetiky. Vedle přítomnosti výzkumných center a univerzit, které v této oblasti dlouhodobě dosahují průlomových výsledků, k tomuto přispívá také produkce etanolu koncentrovaná na Středozápadě USA a přítomnost významných energetických firem.

Český Středozápad

Chicago a Středozápad USA jsou také tradičním centrem české imigrace, a to od poloviny 19. století. Východní pobřeží bylo v té době už značně osídlené, a tak přistěhovalci pokračovali na lodích po Velkých jezerech do Chicaga a odsud případně dále do Iowy, Nebrasky, Wisconsinu, Minnesoty a dalších států. Ze sčítání lidu v USA vyplývá, že jen v Illinois a zmíněných čtyřech státech se k českému původu hlásí přibližně půl miliónu obyvatel. České kořeny jich má přitom ještě více. Krajané v USA jsou na svůj původ hrdí a jsou připraveni České republice pomáhat. Dá se říci, že takto silná krajanská komunita nemá ve světě obdobu. Čechoameričané významně zvyšují náš potenciál využívat příležitosti, které Chicago a americký Středozápad nabízí. Na Generálním konzulátu v Chicagu působím s přestávkou téměř sedm let. I z následujícího textu bude zřejmé, jak často při rozvíjení česko-amerických vztahů s Čechoameričany spolupracuji.

Chicagská univerzita

Chicagská univerzita je nejprestižnější místní univerzitou světového významu. Historicky je s ní spojeno osmdesát pět nositelů Nobelovy ceny. Byla založena v roce 1890 a skládá se ze šesti fakult. S hrála důležitou roli v rozvoji řady vědeckých disciplín. Vznikla zde například „Chicagská ekonomická škola“ a uskutečnila se první kontrolovaná jaderná reakce. Univerzita má pozoruhodné historické vazby k ČR, jako profesori zde mimo jiné působili prezidenti Masaryk a Beneš. Aktuálně nejvýraznějším projektem česko-americké spolupráce v rámci univerzity je zapojení českých vědců do výzkumu ve

Fermilabu, starší období CERN. Do systému univerzity patří spolu s Fermilabem také další „národní“ laboratoř Argonne. Národní laboratoř Argonne

Do dějin se ANL zapsala svou účastí na projektu Manhattan. Vyvinut zde byl první atomový reaktor, potažmo první jaderná puma. Aktuálně ANL vyhlásilo americké federální ministerstvo energetiky národním energetickým hubem. Výraznou roli v tomto směru hraje Společné centrum výzkumu ukládání energie. Cílem pětiletého programu s investicí 125 miliónů dolarů je vytvořit pětikrát větší úložné energetické kapacity za pětinu nákladů v průběhu pěti let. Vývoj je zaměřen na baterie, palivové články a jiné prostředky na ukládání energie jak pro elektrické gridy, tak dopravu, přičemž v centru pozornosti jsou elektromobily a ukládání energie z obnovitelných zdrojů. ANL spolupracuje s automobilovým průmyslem, a to nejen při vývoji baterií, ale také hybridních vozidel a efektivnějšího spalovacího motoru. Centrum pro dopravní výzkum vede krajan Glenn Keller. ANL se zabývá také koncepty inteligentních měst a inteligentních energetických sítí a nanotechnologiemi. Chce posílit své napojení na obchodní sféru, spolupracovat s koncerny a podporovat vznik start-upů prostřednictvím tzv. „spin off“ konceptu. ANL spolupracuje se 60 zeměmi světa. Oficiální spolupráce s ČR není navázána, ale jednotliví čeští vědci v ANL již působili. ANL nabízí využívání některých kapacit zdarma (na základě soutěže vycházející z vědeckých



kritérií). Úzkou vazbu na ANL má Institut pro molekulární inženýrství. Za současné limity v rozvoji ukládání energie jsou považovány poměrně nízká kapacita a výkonnost baterií, nízká tempa dobíjení a čerpání energie, omezená trvanlivost a nízká výkonnost baterií při nízkých a vysokých teplotách. Zdá se, že klíčem k překonání těchto problémů je vývoj nových materiálů a struktur na molekulární úrovni. Právě to bylo důvodem vzniku tohoto institutu. ANL založil také Integrované centrum Středozápadu pro výpočetní vývoj materiálů. Prostřednictvím superpočítače MIRA Chicagské univerzity, aktuálně šestého nejvýkonnějšího počítače na světě, a speciálního softwaru jsou jako teoretické modely vyvíjeny zcela nové materiály prostřednictvím „několikageneračního křížení“. Ty úspěšné jsou poté testovány v Centru pro nanomateriály a prostřednictvím vysoce výkonného rentgenu „Advanced Photon Source“.

Další illinoiské univerzity

Energetickými inovacemi se zabývají také další univerzity. Na Severoillinoiské univerzitě dlouhodobě působí

profesor Petr Vanýsek (zároveň v CEITEC), jehož výzkum je zaměřený mimo jiné na elektrochemii elektrolitických interfaců. Součástí Severozápadní univerzity je Institut pro udržitelnost a energii, který zkoumá materiály pro baterie a solární panely. Mimořádné postavení na této univerzitě má profesor Zdeněk Bažant, zabývající se stavebním a ekologickým inženýrstvím, strojním inženýrstvím a materiálovými vědami. Součástí Illinoiského technologického institutu jsou Wangerův institut pro výzkum udržitelné energie, Galvinovo centrum pro elektrické inovace a Univerzitní technologický park sloužící jako startupový hub. Campus ITI funguje jako microgrid. V partnerství s energetickou společností ComEd pracuje ITI na rozšíření gridu do okolních čtvrtí. V roce 2014 podepsal ITI memorandum o spolupráci s ČVUT. Alespoň za zmínku stojí také Illinoiská univerzita v Chicagu s Centrem pro energetické zdroje a Illinoiská univerzita v Urbana Champaign se dvěma superpočítači Blue Waters a iForge a největší on-line úložnou kapacitou na světě.

Chicagské startupové huby

Na oblast energetiky se výlučně specializuje Energy Foundry. Jeho iniciační kapitálový vklad pochází od energetických společností ComEd a Ameren. V investicích a kontraktech hub pro své firmy získal během prvních čtyř let 82,5 mil. USD a vytvořil 4500 pracovních míst. Chicago Innovation Exchange byl zřízený Chicagskou univerzitou a jeho podporu a zázemí mohou zdarma využívat také například čeští doktorandi ve Fermilab. V Centru 1871 města Chicaga působí řada akceleračních programů, například etablovaný Tech Stars, který vítězům výběrového řízení (cca. 10 firmám z 900 přihlášených) nabízí 118 000 dolarů a intenzivní poradenský a tréninkový program. Výměnou Star Tech získává sedmi až deseti procentní podíl ve firmě. Centrum také připravuje programy pro firmy z jiných zemí, spolufinancované z programu Horizont 2020. Všechna tři centra jsou otevřena možnosti členství českých firem, a to za podmínek, které se zdají v celoamerickém srovnání výhodné. Měsíční členský poplatek se pohybuje od 300 do 400 USD.

Na viděnou v Chicagu!

Soupis zajímavých chicagských projektů a příležitostí není zdaleka úplný. Další kapitolou by mohly být kapitálové fondy, které do nových technologií v oblasti energetiky investují. I v nich bychom mimochodem našli krajanské stopy, stejně jako v chicagské administrativě, či právních firmách, které mohou pomoci s právní ochranou výsledků výzkumu. Stejně jako v jiných oborech se také v energetice snažím české-chicagskou spolupráci podporovat a iniciovat. V roce 2016 jsme do Chicaga na týdenní misi pozvali zástupce ČVUT, VŠB – Technické univerzity v Ostravě, Masarykovy univerzity, Západočeské univerzity, AV ČR, Energocentra Plus, Instar ITS a také zastupitele hlavního města Prahy. Do Prahy v loňském roce naopak směřovali chicagští odborníci na implementaci konceptu Smart City. Vážím si možnosti představit energií nabitě Chicago čtenářům New Energy a budu se těšit na případnou spolupráci s některými z vás.



CHICAGO

CZECH CENTENNIAL CELEBRATIONS CHICAGO



Friday, September 28, 6 pm

MAIN EVENT – CZECH CENTENNIAL GALA

@ Union League Club of Chicago (65 Jackson Blvd, Chicago)

Donation: \$175

Concert

"Czech Rock Lions"

Jim Peterik & Petr Janda

Czech-American & Czech Music Legends Sharing a Stage

Art Exhibition

"Carving Destiny"

Alphonse Mucha, Albin Polášek & Vojtěch Preissig

Great Artists & Czech Patriots with Strong Chicago Connections

Dancing to the Music of The Swings

Dinner by a Top Czech Chef

Special Guests, Historic Presentation & More

Saturday, September 29, 10 – noon

Special Viewing – "Carving Destiny" Art Exhibition

@ Union League Club of Chicago (65 Jackson Blvd, Chicago)

Free Admission (Reservation Required)

Saturday, September 29, 2 - 4 pm

Special Guided Tour - Bohemian National Cemetery

(5255 N Pulaski Rd, Chicago)

Free Admission (Reservation Required)

Saturday, September 29, 6 pm

Czech Centennial Night

@ Sokol Tabor Hall (1602 Clarence Ave, Berwyn)

Petr Janda, The Swings, Euroband, Divadlo Bohemia & More

Donation: \$19.18

Saturday - Sunday, September 29 - 30

79th Moravian Day

@ Lithuanian World Center (14911 E 127th, Lemont)

Saturday – Welcoming Dance 7 pm

Sunday - Holy Mass 10 am, Main Program 2 pm

Jiří Helán & Band, Dancers & Singers of United Moravian Societies & Guests

Donation: \$20 (each day)

Saturday, November 3, 6:30 pm

Czech Swing in the Chicago Clouds

Jan Smigaj & Guests in Concert

@ Mid-America Club - 80th floor (200 E Randolph Dr, Chicago)

Cocktail Reception

Free Admission (Reservation Required)

Sunday, November 4, 3 pm

Czech Centennial Concert

The Czech Philharmonic in Chicago

@ Chicago Symphony Center (220 S Michigan Ave, Chicago)

Antonín Dvořák: New World Symphony in B minor, Op.104 & Cello Concerto

Special Reception

Czech Philharmonic will also perform @ Great Hall – Wharton Center, East Lansing, MI (Oct. 30), Hill Auditorium, Ann Arbor, MI (Nov. 1) & Other US Venues

Main Platinum Sponsor



Golden Sponsor



Official Airline



Organizer



Consulate General of the Czech Republic
in Chicago

Partners



More Information, Donations & Tickets
www.czechcentennialchicago.cz



"Consulate General of the Czech Republic in Chicago"



"Borek Lizec"

Arthur D Little

VÝVOJ ENERGETIKY V KONTEXTU MĚNÍCÍ SE REGULACE A TECHNOLOGIÍ

XIV. Mezinárodní energetické fórum tvořilo diskusní platformu pro zástupce energetických společností, telekomunikačních operátorů, regulátorů, poskytovatelů energetických služeb a řešení pro chytrá města. Účastníci měli možnost vyslechnout i diskutovat nové strategie energetických společností, vývoj regulace, rozvoj vysokorychlostního internetu a jeho financování, stejně jako modely chytrých měst ve střední Evropě.

Klíčovými tématy konference bylo:

- Priority nové vlády ČR v oblasti energetiky
- Stav projednávání „zimního balíčku“ EU a možné dopady na národní trhy
- Aktuální trendy energetiky a jejich dopad na trh ve střední Evropě
- Reakce na priority národních regulátorů při adresování změn na energetickém trhu
- Měnící se potřeby a role zákazníků na energetickém trhu
- Aktuální výzvy a strategická agenda operátorů (energetické) infrastruktury



Dean Brabec
Managing partner společnosti Arthur D. Little

Klíčové závěry XIV. ročníku Mezinárodního energetického fóra „Vývoj energetiky v kontextu měnící se regulace a technologií“

Priority nové vlády ČR v oblasti energetiky, stav projednávání „zimního balíčku“ EU a možné dopady na národní trhy, reakce na priority národních regulátorů při adresování změn na energetickém trhu, aktuální výzvy a strategická agenda operátorů energetické infrastruktury a měnící se potřeby a role zákazníků na energetickém trhu, to byla hlavní témata XIV. ročníku Mezinárodního energetického fóra. To proběhlo dne 15. března 2018 v pražském hotelu Grand Majestic Plaza za účasti zástupců významných evropských i národních subjektů odvětví energetiky a telekomunikací.

„Vzhledem ke zkušenostem Arthur D. Little ze strategických projektů pro energetické subjekty ve střední a jihovýchodní Evropě, si uvědomujeme potřebu uspořádat konferenci, na které mohou být diskutovány zásadní otázky pro další vývoj tak důležitého odvětví, jakým je energetika.“ říká Dean Brabec, Managing Partner CEE Arthur D. Little. „Těší mě, že se nám podařilo zprostředkovat názory a diskusi důležitých postav evropského podnikatelského prostředí a že odbornou záštitu převzaly Energetický regulační úřad, Hospodářská komora ČR a Ministerstvo průmyslu a obchodu.“ dodává Brabec.

Úvodního slova se ujal Vladimír Dlouhý, prezident Hospodářské komory ČR, který se zaměřil na otázku konkurenceschopnosti českého průmyslu. „Pokud chceme, aby některá zařízení přežila do roku 2035 a nastartovala se výstavba zdrojů nových, není nutné neustále podporovat export elektřiny a energy-only market. Pro zajištění financování nových (jaderných) zdrojů bude nutné investorům nabídnout záruky např. formou contract for difference, podobně jako to učinila Velká Británie“, poznamenal Dlouhý. Závěrem prezident Hospodářské komory uvedl, že zvažovaná výstavba jaderného zdroje může pomoci růstu konkurenceschopnosti českého průmyslu i přes jeho

vysoké náklady. „Podpora jaderné energetiky je otázka politická a úkol Vlády. Když na to průmysl jejím včasným rozhodnutím připravíme, zvládneme to.“, dodal Dlouhý.

Podle Tomáše Malatinského, poradce ministra Ministerstva průmyslu a obchodu, počítá vláda s dostavbou jádra v kombinaci se špičkovými zdroji na plyn, protože prioritou ČR je bezpečnost a dostupnost energií. Vláda bude hledat finanční nástroje pro podporu dostavby jádra a dalších zdrojů. Nový jaderný zdroj musí být uveden do provozu nejpozději v roce 2040. V oblasti další podpory OZE se bude připravovat aukční systém, jehož parametry budou nastavovány pomocí vyhlášek spíše než změnou zákonů, protože toto bude cesta rychlejší a efektivnější.

O nesoběstačnosti České republiky v zásobě ropy, ropných produktů a plynu, hovořil Pavel Švagr, předseda, Správy státních hmotných rezerv. Zdůraznil, že by měla být otevřena diskuse na téma agenturního či hybridního modelu přístupu ke státním hmotným rezervám a to nejenom v plynárenství.

Jiří Plešek, předseda Komise pro energetiku AV ČR představil výzkumné projekty v oblasti jaderné energetiky a skladování energií, které mohou umožnit „revoluční změnu energetiky“. „Musíme více využívat vědu, evoluční přístup nám nepomůže.“ zhodnotil Plešek. Jako příklad uvedl zapojení AV ČR do výzkumného projektu Sunrise s rozpočtem 1 mld. EUR, který zkoumá možnosti fotosyntézy pro přímou výrobu paliv a hnojiv.

Generální sekretář asociace evropských energetických burz EUROPEX, Christian Baer, poznamenal, že plány České republiky v oblasti energetické politiky přehlíží cíle a politiku EU při tvorbě jednotného trhu s elektřinou. „Řešením nemůže být postavení phase shifters na hranici s Německem, ale jasná pozice České republiky ohledně budoucí spolupráce se sousedními státy“ poznamenal Baer a apeloval na prosazování tržních principů při návrhu a implementaci evropské legislativy.

David Kučera, generální sekretář, Power Exchange Central Europe, a.s. zhodnotil aktuální ceny elektřiny na burze a představil odhady jejich dalšího vývoje, kdy cílové pásmo cen vidí na 24–45 EUR za MWh. „Další pokles cen bude způsoben solárními elektrárnami. Jen není shoda na čas, kdy tak nastane. Různé odhady hovoří o letech 2028, 2030 nebo 2050.“ Kučera by proto doporučoval s rozhodnutím o výstavbě jaderného zdroje v ČR vyčkat, než se prokáže, zda je jádro správnou cestou i pro ČR a neohrozí její konkurenceschopnost.

Martin Novák, místopředseda ČEZ, a.s., představil strategické cíle skupiny ČEZ, která se bude muset transformovat po vzoru jiných významných energetik v Evropě. Zmínil také nutnost aktualizace státní energetické koncepce a v této souvislosti poznamenal, že ČEZ musí plnit svou celospolečenskou roli stejně jako dostát svým finančním závazkům. Prioritou ČEZ jsou OZE a rozšiřování služeb koncovým zákazníkům, avšak tradiční energetika zůstává prozatím nepostradatelnou součástí energetiky, a tedy i podnikání skupiny ČEZ.

Tomáš Varcop, CEO, innogy Energie s.r.o. představil strategii společnosti, která je zaměřena na poskytování služeb zákazníkům a je založena na inovacích a vlastních technologiích. „Naše strategie počítá s řízeným poklesem dosavadního core businessu a jeho nahrazení inovativními a komplexními službami“, komentoval aktuální vývoj Varcop.

Přednášky zástupců klíčových energetik uzavřel Jiří Feist, člen představenstva EP Energy a.s., odpovědný za strategii. Skupina EPH prošla transformací avšak s odlišnou strategií od ostatních hráčů na trhu. „Soustředíme se na klasickou výrobu i na regulovaný business. Nejsme private equity, ale etablovanou energetikou s EBITDA přesahující 1,7 miliardy EUR.“, uvedl Feist. Většina zisku EPH pochází z regulovaných aktiv, protože energetický trh nefunguje. Feist toto ilustroval faktem, že velkoob-

chodní cena elektřiny výrazně klesla, ale cena pro konečného zákazníka naopak významně narostla. Tento stav, podle Feista, ještě dalších 10 let potrvá.

Zástupci ERÚ a provozovatelů distribučních sítí se shodli na potřebě nastavení nového regulačního rámce, který bude stabilní a umožní naplnění představených strategických vizí. Distribuční společnosti budou více než kdy dříve digitální a blíže zákazníkům. Výzvou k řešení bude také odklon od vertikální integrace a definování nových pravidel unbundlingu, protože bude nutné zajistit, aby zákazník měl maximální užitek z toho, co provozovatel regulované distribuční infrastruktury může nabídnout díky digitalizaci procesů, rozvoji Smart Grid nebo skrze komplexní obsluhu odběrných míst.

Závěrečný panel věnovaný novým segmentům trhu potvrdil dynamický rozvoj energetických služeb a aktivního řízení spotřeby u zákazníků. „Segment ESCO rostl v uplynulém roce o více než 33% a tento růst bude pokračovat stejným tempem i v příštích letech“, uvedl člen představenstva ČEZ ESCO a.s. Martin Řezáč. Jeho názor potvrdil Mark Crowels, zástupce společnosti REstore, která je jedním z největších agregátorů poptávky v Evropě. „Poskytování podpůrných služeb operátorům sítí v EU prostřednictvím on-line řízení spotřeby velkých zákazníků i domácností vykazuje již dnes výborné a měřitelné výsledky“, uvedl Crowels.

Na závěr shrnul Dean Brabec závěry konference, která potvrdila odklon od vertikální integrace odvětví ilustrovaný oznámenou restrukturalizací skupin E.ON a innogy, potlačení potřeby unbundlingu poskytování (výhradně) energetických sítí a také potvrdila trend vyšší konkurenceschopnosti zelené elektřiny. Zároveň vítězí v prioritách české energetické politiky bezpečnost a spolehlivost dodávek nad spoluvytvářením jednotného trhu s elektřinou, což může zhoršit dostupnost energií v budoucnu.

XIV MEZINÁRODNÍ ENERGETICKÉ FÓRUM

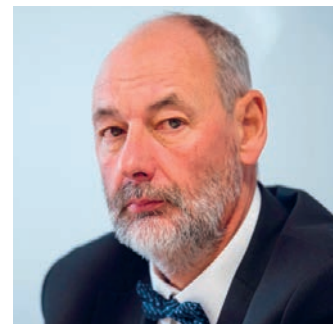
VÝVOJ ENERGETIKY V KONTEXTU MĚNÍCÍ SE REGULACE A TECHNOLOGIÍ

15. března 2018

Hotel Grand Majestic Plaza

VÝVOJ ENERGETIKY V KONTEXTU MĚNÍCÍ SE REGULACE A TECHNOLOGIÍ

ing. Tomáš Malatinský, MBA
poradce ministra MPO



PRIORITY VLÁDY ČR V OBLASTI ENERGETIKY

Priority nové vlády ČR v oblasti energetiky

XIV. Mezinárodní energetické fórum

15. března 2018

Hotel Grand Majestic Plaza



Ing. Tomáš Malatinský, MBA
Poradce ministra
Ministerstva průmyslu a obchodu

Priority vlády ČR v oblasti energetiky

- zásadní prioritou je zajištění energetické bezpečnosti, soběstačnosti, ohleduplnosti k životnímu prostředí a konkurenceschopné a sociálně únosné ceny energií
- výroba elektrické energie bude zajištěna mixem zdrojů založeným na rostoucím podílu jaderné energetiky a obnovitelných zdrojů, a naopak postupným poklesu výroby v uhelných elektrárnách
- zajištění přípravy výstavby nových jaderných bloků dle platné Státní energetické koncepce včetně definice modelu financování a výstavby v potřebných termínech, jakož i výstavbu trvalého hlubinného úložiště radioaktivního odpadu
- zachování stávajících těžebních limitů hnědého uhlí

Priority nové vlády ČR v oblasti energetiky

Ing. Tomáš Malatinský, MBA
Poradce ministra
Ministerstva průmyslu a obchodu

Priority vlády ČR v oblasti energetiky

- podpora snižování primární a konečné spotřeby energie (potenciální náhrada určitého podílu energetických zdrojů) – zateplování, využívání energeticky účinných technologií a spotřebičů, decentrální obnovitelné zdroje, chytré energetické projekty, jako jsou chytré regiony, chytrá města, chytré sítě a inteligentní domácnosti
- dosahování úspor energie zejména v budovách v souladu se Strategií renovace budov, která je obsažena v Národním akčním plánu energetické účinnosti
- efektivnější strukturování investičních dotací na podporu úspor energie
- přijetí opatření naplňování závazků v oblasti energetické účinnosti do roku 2020 a pro období v letech 2021 až 2030 – dodatečná energeticky úsporná opatření
- zavedení širokého a funkčního spektra finančních nástrojů a technické asistence v kombinaci s dotačními programy
- zavedení dobrovolných dohod mezi podnikatelským a státním sektorem
- větší propagace způsobů snižování spotřeby energie a dosažení změny povědomí o úsporách energie

Priority nové vlády ČR v oblasti energetiky

Ing. Tomáš Malatinský, MBA
Poradce ministra
Ministerstva průmyslu a obchodu

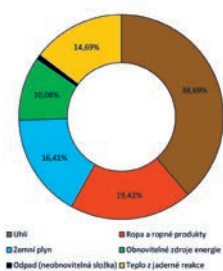
Priority vlády ČR v oblasti energetiky

- zajištění přiměřenosti poskytované provozní podpory pro obnovitelné a další podporované zdroje energie;
- u nových obnovitelných zdrojů podpora především lokální výroby elektrické energie nebo tepla s co největší spotřebou nebo akumulací v místě výroby, tedy bez dalších provozních dotací a zjednodušení podmínek pro drobné výrobce elektrické energie z obnovitelných zdrojů pro vlastní spotřebu

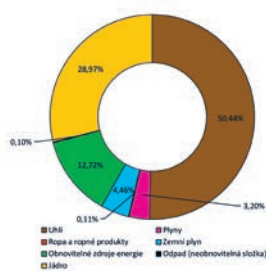
Priority nové vlády ČR v oblasti energetiky

Ing. Tomáš Malatinský, MBA
Poradce ministra
Ministerstva průmyslu a obchodu

Srovnání zastoupení paliv v primárních energetických zdrojích (bez elektřiny a tepla) v roce 2016

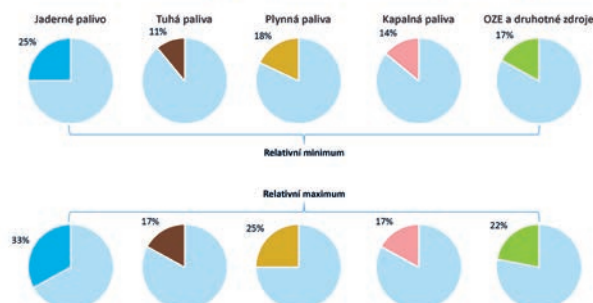


Srovnání zastoupení paliv na hrubé výrobě elektřiny v roce 2016



Zdroj: Energetická bilance dle metodiky EUROSTAT (1.12.2017)

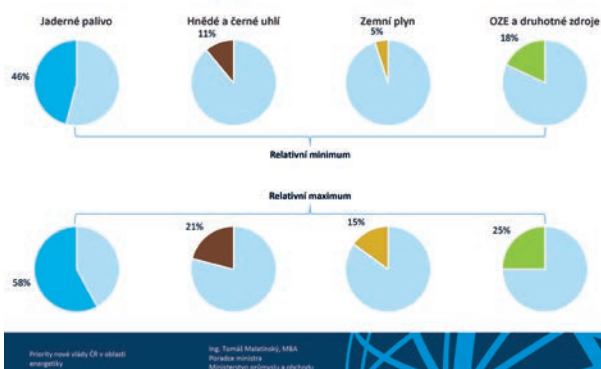
Cílové koridory pro primární zdroje energie



Priority nové vlády ČR v oblasti energetiky

Ing. Tomáš Malatinský, MBA
Poradce ministra
Ministerstva průmyslu a obchodu

Cílové koridory pro hrubou výrobu elektřiny



Očekávané změny energetického mixu do roku 2030

➔ Tuhá paliva (zejména hnědé a černé uhlí):

- postupný pokles těžby hnědého a černého uhlí – útlum konvenčních zdrojů do roku 2030 na úroveň cca až 2,7 GW
- pokračující tlak na dekarbonizaci a ochranu ovzduší – zpříšňující se emisní limity (příklad závěrů o BAT)
- nutná částečná náhrada uhlí při výrobě tepla

➔ Zemní plyn:

- očekávaný nárůst spotřeby plynu jako náhrady uhlí – malé kogenerace (případně mikro kogenerace)
 - vyšší využití v sektoru dopravy ve formě CNG (případně LNG pro nákladní vozidla)
- Priority nové vlády ČR v oblasti energetiky
Ing. Tomáš Matoušek, MBA
Poradce ministra
Ministerstva průmyslu a obchodu

Očekávané změny energetického mixu do roku 2030

➔ Obnovitelné zdroje energie:

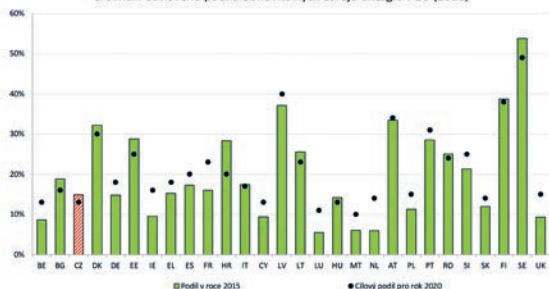
- ČR již splnila cíl na úrovni 13% do roku 2020
 - v posledních cca 3 letech však podíl OZE na konečné spotřebě stagnuje
 - v blízké době musí ČR určit svůj příspěvek k evropskému podílu do roku 2030 (evropský cíl – 27% versus 35% - stále se vyjednává)
 - stále probíhá vyjednávání klíčové legislativy EU (směrnice o obnovitelných zdrojích energie)
- Priority nové vlády ČR v oblasti energetiky
Ing. Tomáš Matoušek, MBA
Poradce ministra
Ministerstva průmyslu a obchodu

Očekávané změny energetického mixu do roku 2030

➔ Obnovitelné zdroje energie:

- probíhají práce na nastavení nového rámce podpory (v rámci zákona o POZE) po roce 2020 s důrazem na tržní mechanismy
 - a) pro malé zdroje do 1 MW již nebudou používány podpory formou výkupních cen, ale pouze podpora formou hodinového zeleného bonusu. Jedná se o nejmodernější, nejvíce „protržní“ a finančně nejefektivnější formu podpory pro malé zdroje, která je velmi úzce vázaná na aktuální tržní cenu elektřiny.
 - b) pro zdroje nad 1 MW bude zavedena podpora formou soutěžních nabídkových řízení (aukce). Jedná o „protržní“ princip pro tyto zdroje, který navíc vyplývá také jako povinnost z legislativy EU pro poskytování státní podpory.
- Priority nové vlády ČR v oblasti energetiky
Ing. Tomáš Matoušek, MBA
Poradce ministra
Ministerstva průmyslu a obchodu

Srovnání celkového podílu obnovitelných zdrojů energie v EU (2016)



ČR již dosáhla svého cíle podílu obnovitelných zdrojů pro rok 2020. ČR nyní musí určit dosažitelný příspěvek OZE k evropskému cíli do roku 2030.

Zdroj: Podíl OZE dle metodiky EUROSTAT za rok 2016

Priority nové vlády ČR v oblasti energetiky
Ing. Tomáš Matoušek, MBA
Poradce ministra
Ministerstva průmyslu a obchodu

Očekávané změny energetického mixu do roku 2030

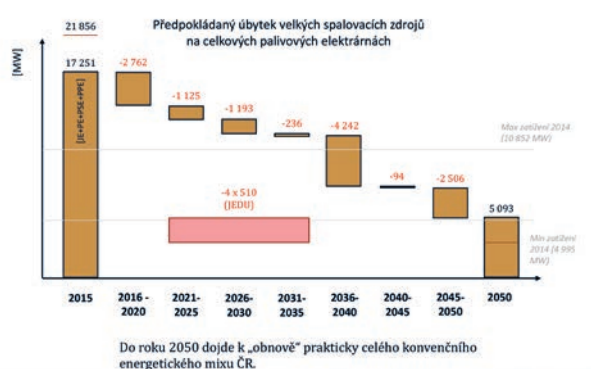
➔ Kapalná paliva (zejména ropa a ropné produkty):

- stále významná role kapalných, zejména fosilních paliv v sektoru dopravy, ale také v ostatních sektorech (př. chemický průmysl)
 - dekarbonizace dopravy – relativně problematická v porovnání s ostatními sektory
 - velký důraz EU na zvýšení podílu OZE v dopravě (14% do roku 2030) – diskuse o udržitelnosti biopaliv první generace
 - probíhá vyjednávání o poklesu emisních limitů v dopravě do roku 2030 – může být prohibitivní pro některé spalovací motory (zejména naftové)
 - důležitý faktor – pokračování rozvoje alternativních paliv (elektromobilita, CNG/biometan, LNG, vodík atd.)
- Priority nové vlády ČR v oblasti energetiky
Ing. Tomáš Matoušek, MBA
Poradce ministra
Ministerstva průmyslu a obchodu

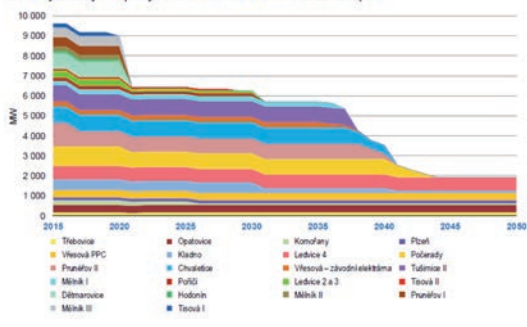
Očekávané změny energetického mixu do roku 2030

➔ Jaderná energetika:

- jaderná energetika má přibližně třetinový podíl na hrubé výrobě elektrické energie
 - jaderné elektrárny patří mezi bezemisní zdroje a dosažení dlouhodobých emisních cílů je bez příspěvku jaderné energetiky v kontextu ČR v podstatě nespílitelné
 - v horizontu do roku 2030 je důležité zejména vytvořit podmínky pro dlouhodobí provoz stávající jaderné elektrárny Dukovany
 - pro pokračování přípravy rozvoje výstavby nových jaderných bloků je nutné rozhodnout o investičním modelu výstavby a financování => probíhá finalizace materiálů potřebných pro rozhodnutí
- Priority nové vlády ČR v oblasti energetiky
Ing. Tomáš Matoušek, MBA
Poradce ministra
Ministerstva průmyslu a obchodu



Útlum významných tepelných elektráren ES ČR – varianta Koncepční

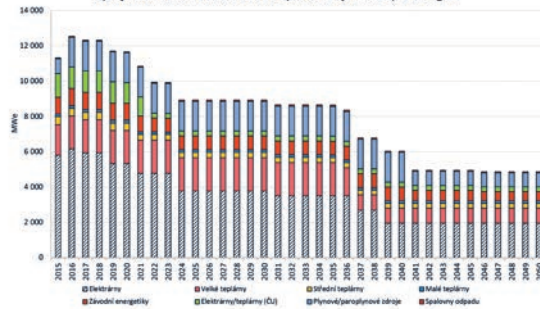


Zdroj: Očekávané rovnováhy mezi elektřinou a plynem (OTE, 2017)

Priorita nové vlády ČR v oblasti
energetiky

Ing. Tomáš Malinský, MBA
Předseda ministerstva
Ministerstva průmyslu a obchodu

Vývoj elektrického instalovaného výkonu dle jednotlivých kategorií



Očekávaný pokles instalovaného výkonu pro 81 největších zdrojů.

Priorita nové vlády ČR v oblasti
energetiky

Ing. Tomáš Malinský, MBA
Předseda ministerstva
Ministerstva průmyslu a obchodu

Rozmístění zdrojů elektriny a tepla na zemní plyn – Varianta Koncepční

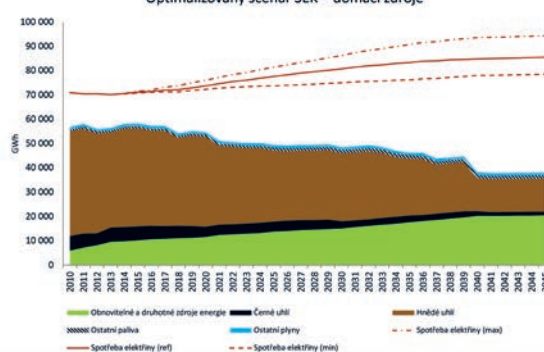


Zdroj: Očekávané rovnováhy mezi elektřinou a plynem (OTE, 2017)

Priorita nové vlády ČR v oblasti
energetiky

Ing. Tomáš Malinský, MBA
Předseda ministerstva
Ministerstva průmyslu a obchodu

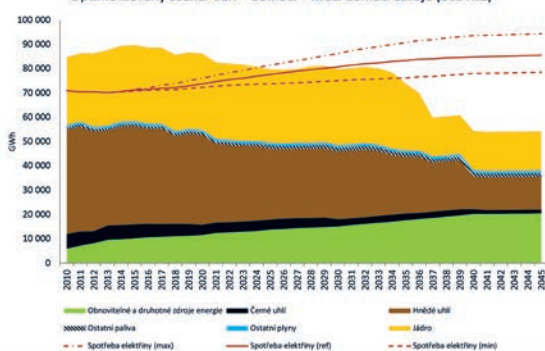
Optimalizovaný scénář SEK – domácí zdroje



Priorita nové vlády ČR v oblasti
energetiky

Ing. Tomáš Malinský, MBA
Předseda ministerstva
Ministerstva průmyslu a obchodu

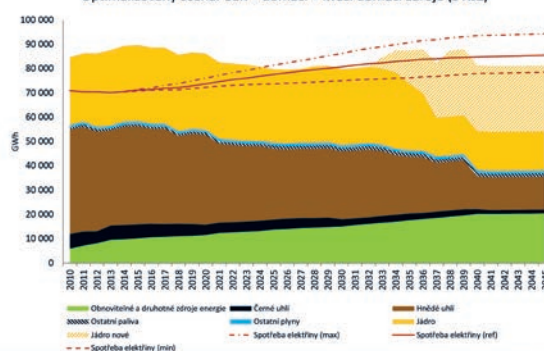
Optimalizovaný scénář SEK – domácí + kvazi domácí zdroje (bez NIZ)



Priorita nové vlády ČR v oblasti
energetiky

Ing. Tomáš Malinský, MBA
Předseda ministerstva
Ministerstva průmyslu a obchodu

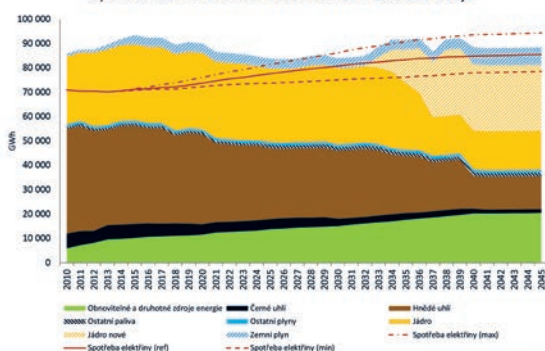
Optimalizovaný scénář SEK – domácí + kvazi domácí zdroje (s NIZ)



Priorita nové vlády ČR v oblasti
energetiky

Ing. Tomáš Malinský, MBA
Předseda ministerstva
Ministerstva průmyslu a obchodu

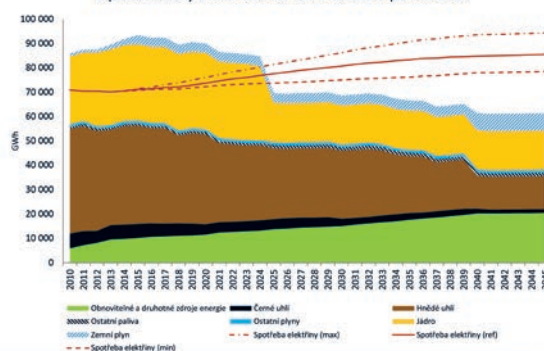
Optim. scénář SEK – domácí + kvazi domácí + dovážené zdroje



Priorita nové vlády ČR v oblasti
energetiky

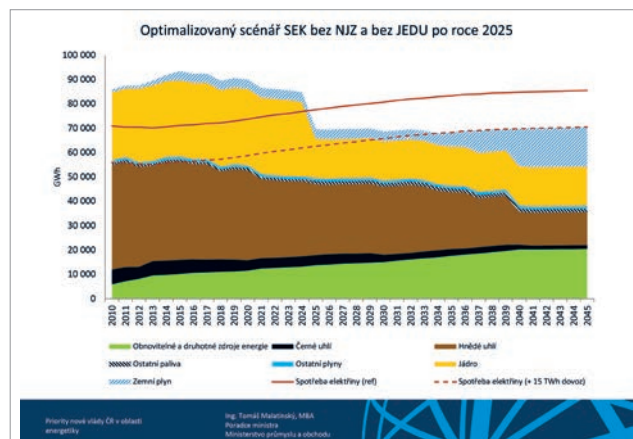
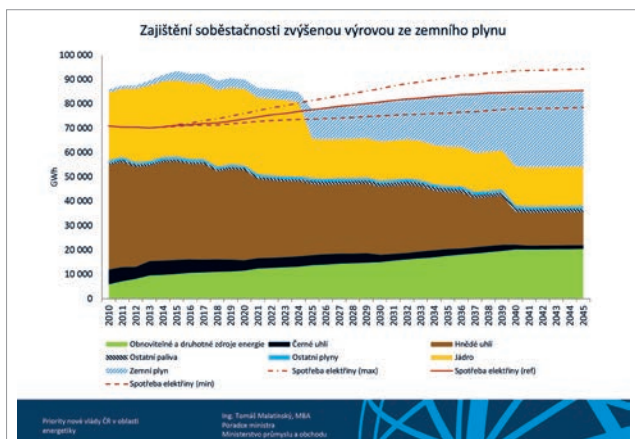
Ing. Tomáš Malinský, MBA
Předseda ministerstva
Ministerstva průmyslu a obchodu

Optimalizovaný scénář SEK bez NIZ a bez JEDU po roce 2025



Priorita nové vlády ČR v oblasti
energetiky

Ing. Tomáš Malinský, MBA
Předseda ministerstva
Ministerstva průmyslu a obchodu



VÝVOJ ENERGETIKY V KONTEXTU MĚNÍCÍ SE REGULACE A TECHNOLOGIÍ

Vladimír Dlouhý
prezident - Hospodářská komora České republiky

ČESKÁ ENERGETICKÁ POLITIKA



HOSPODÁŘSKÁ KOMORA ČESKÉ REPUBLIKY
www.komora.cz

Česká energetická politika

Vladimír Dlouhý
prezident
Hospodářská komora České republiky

XIV. mezinárodní energetické fórum
Arthur D. Little, Praha, 15. března 2018

HOSPODÁŘSKÁ KOMORA ČESKÉ REPUBLIKY
www.komora.cz

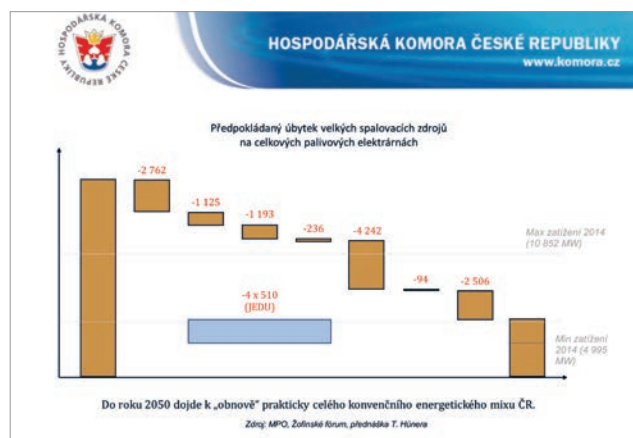
Výchozí předpoklady (1)

- Dvě riziková období před námi
 - První polovina 20.let
 - První polovina 30 let
 - Z pohledu dnešních rozhodnutí – klíčový rok 2022
- Energetická bezpečnost a soběstačnost
 - Dlouhodobě vyrovnaná fyzická bilance elektřiny
 - Import elektřiny není bezpečnou alternativou
 - Jiná situace u tepla (jsme dovozci zemního plynu)
- Evropská směrnice IED 2010/75/EU
 - Není úniku
 - Výjimky možné jen individuálně, pouze pro zdroje, "mírně" nesplňující zpřísněné limity BAT

HOSPODÁŘSKÁ KOMORA ČESKÉ REPUBLIKY
www.komora.cz

Výchozí předpoklady (2)

- Cenový nárůst emisních povolenek ve 20. letech
 - Možná kompenzace pro výrobce – vyšší poptávka po uzavření některých zdrojů po roce 2022
 - Střednědobě vytěsňuje fosilní zdroje ze základního pásma do vykrvávání flexibility
- Rok 2022 – úbytek cca 4000 MW instalovaného fosilního výkonu
- Další provoz JE Dukovany – ukončení 2035, 2045?, 2055?





HOSPODÁŘSKÁ KOMORA ČESKÉ REPUBLIKY
www.komora.cz

Energetická politika – obecné kroky

- Do roku 2035 či 2040 (cca 20 let) stabilizovat portfolio vybraných zdrojů
- Přemýšlet o podpoře rezervního či občas užívaného výkonu podobně, jako v sousedním Německu i v jiných státech. Obecně jde o úsporu nákladů výroben, které čekají a jsou v záloze při výpadku jiného zdroje.
- Hledat motivační systém pro investory do nových zdrojů.
 - To platí nejenom pro zdroje pásmové – jaderné, ale i pro zdroje špičkové poskytující flexibilní dodávky (obvykle plynové). V současně nastaveném prostředí chybí návratnost a motivace investorům u obou typů zdrojů.



HOSPODÁŘSKÁ KOMORA ČESKÉ REPUBLIKY
www.komora.cz

Energetická politika – bezemisní energetika

- Pokračovat v přípravách na výstavbu jaderného bloku. V roce 2035 budeme pravděpodobně potřebovat nový zdroj. Bez projektu a přípravy, zahájené okamžitě, jej nebudeme schopni postavit.
- Urychleně zavádět a integrovat dostupné prvky decentrálního režimu soustav, aby byly v základu v roce 2022 funkční. Nelze počítat s dalším exportem elektřiny a tím i přebytkem regulačního výkonu na straně zdrojů.
- S tím souvisí i skutečnost, že podle IEA má digitalizace energetiky významný vliv v oblasti úspor i zavádění obnovitelných zdrojů. Přehlížet tyto prvky ve prospěch fosilní energetiky je technologická, morální i politická sebevražda.



HOSPODÁŘSKÁ KOMORA ČESKÉ REPUBLIKY
www.komora.cz

Energetická politika – fosilní energetika

- V sousedním Německu mají v úmyslu ponechat si zhruba 37% energetického mixu ve fosilní výrobě a během dvaceti let postupně odstavovat. Podobný scénář je indikován i u nás.
- Fosilní zařízení, která mohou být určena k takovému přežití, musí být ekologizována a musí mít palivo (v dané politické situaci výhradně v mezích těžebních limitů).
- Kromě BAT doporučujeme zavést pojem „near BAT“, tedy řešení, které už zprůšněnou normu splňuje z hlediska omezení škodlivosti a liší se nevýrazným způsobem.
- V teplárenství hlídat při udělování výjimek splnění jiné směrnice o vysoce účinné kogeneraci.



HOSPODÁŘSKÁ KOMORA ČESKÉ REPUBLIKY
www.komora.cz

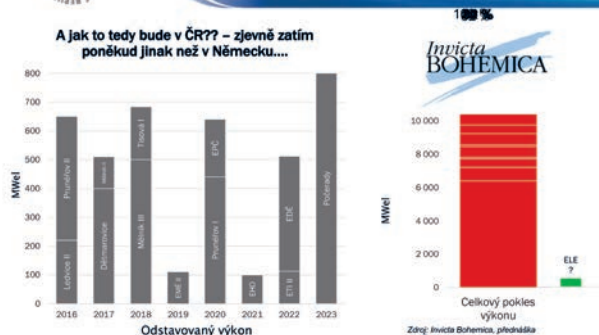
Energetická politika – řízení rizik

- Počítáme se „střední“ dobou přežití Dukovan do roku 2035. V případě, že by se EU rozhodla, že jaderné zdroje starší 40 let nemohou být v provozu, znamená to v našem případě rok 2025.
- Pokud chceme, aby některá zařízení přežila do roku 2035, není nutné neustále podporovat export elektřiny a „energy only market“. V sousedním státě zavádějí kapacitní platby. Takový systém je i přijatelnější pro ekologicky smýšlející vrstvy, pro které představuje export elektřiny z 50% fosilního mixu dost zásadní problém (ten dopadá i na vládu, jež toto podporuje).
- Z hlediska byznysu znamená výše uvedené namísto 15 let zažitého scénáře levného exportu a drahých poplatků umožnit levný import přebývajících německých obnovitelných elektřin a rezervu, který může být draho prodán do Německa v době jejich nedostatku.



HOSPODÁŘSKÁ KOMORA ČESKÉ REPUBLIKY
www.komora.cz

A jak to tedy bude v ČR?? – zřejmě zatím poněkud jinak než v Německu....

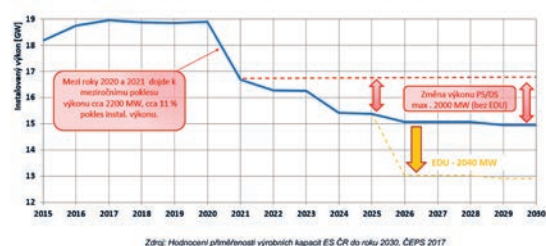


Další nemáme zatím tzv. „teplo uhlí“ po ukončení Měty na ÚSA od 2024 pro: Energetiku Unipetrol, Tepelnou Třinec, TOT, TST, En, Spolana a další tepárny...



HOSPODÁŘSKÁ KOMORA ČESKÉ REPUBLIKY
www.komora.cz

Vývoj Instalovaného výkonu zdrojů nad 10 MW využívajících fosilní paliva.



VÝVOJ ENERGETIKY V KONTEXTU MĚNÍCÍ SE REGULACE A TECHNOLOGIÍ

Vladimír Outrata
Energetický regulační úřad



STRATEGIE A PRIORITY ERÚ V OBLASTECH TRHU, REGULACE A OCHRANY SPOTŘEBITELE

ERÚ
Energetický regulační úřad

Strategie a priority ERÚ
v oblastech trhu, regulace
a ochrany spotřebitele

Vladimír Outrata

XIV. Mezinárodní energetické fórum
„Vývoj energetiky v kontextu měnící se regulace a technologií“

15. března 2018

ERÚ
Energetický regulační úřad

Obecné hodnoty a principy ERÚ

Nezávislost, profesionalita, odbornost a otevřenost

- Prosazování zájmů České republiky - silné postavení v evropských strukturách, spoluvytváření pozice ČR (WP, NS2).
- Profesionální nastavení vztahů s ostatními orgány státní správy.
- Komplexní a provázaný přístup ke všem agendám (ochrana spotřebitele, regulace a rozvoj trhu).

ERÚ
Energetický regulační úřad

Priority ERÚ
Spotřebitel a jeho ochrana

- ❑ Informovanost spotřebitele
 - Široká energetická informovanost spotřebitelů, školení školitelů (spolupráce s Asociací občanských poraden, dTest aj.)
- ❑ Ochrana spotřebitele
 - Silná ochrana spotřebitele – **příprava účinné legislativy** – práce v podvýboru PSP ČR pro ochranu spotřebitele.
 - Posílení ochrany proti neetickým praktikám:
 - Zprostředkovatelé (vč. aukcí) – zpřísnění podmínek (např. požadavek na odbornost a evidenci), posílení kontrol (adhezní smlouvy, LED žárovky, vydávání se za jinou společnost apod.).
 - Novela EZ – omezit extrémně dlouhé vázací doby u smluv na dobu určitou, povinnost sdělit datum ukončení dodávek, upřesnit podmínky při automatickém obnovení smlouvy, zpřísnit telefonický prodej atd.
- ❑ Vzor etického kodexu pro obchodníky

ERÚ
Energetický regulační úřad

Priority ERÚ
Regulace a regulované subjekty

- ❑ Vyvážená regulace
 - Vyváženost a stabilita cen pro zákazníky, ale nikoli podinvestovanost - investice zajišťují bezpečnost dodávek.
 - Podpora využití stávající infrastruktury před novými investicemi.
 - Podpora nových efektivních investic a redukce neefektivních investic. (ERÚ zavede systém posuzování efektivity investic.)
- ❑ Regulované subjekty
 - Motivace k optimalizaci a snižování nákladů (profit-sharing).
 - Omezení a redukce nadměrného zadlužování a udržení financí v sektoru.

ERÚ
Energetický regulační úřad

Priority ERÚ
Trh s energiemi

- ❑ Dosažení vysoce likvidního trhu s elektřinou a plynem - moderní nástroje, dlouhodobé produkty - spolupráce zejména s OTE.
- ❑ Zajistit vysokou úroveň bezpečnosti a kvality dodávek energií - např. BSD v plynu, kapacitní trhy v elektro.
- ❑ Začlenit decentralizaci výroby, akumulaci elektrické energie, P2G, LNG a další nové trendy do legislativy.
- ❑ Integrace s relevantními trhy – XBID, D+1 market coupling.
- ❑ Implementovat strategii pro dlouhodobou udržitelnost českého teplárenství.

ERÚ
Energetický regulační úřad

Hlavní výzvy roku 2018

- Aktivní lobbying WP v ACER, EP a při tvorbě pozice ČR.
- Podpora využití existující plynárenské tranzitní infrastruktury.
- **Novela EZ / věcný záměr nového EZ – spolupráce s MPO.**
- Příprava pravidel 5. RO.
- Připravit model změny tarifního systému elektro (ZTS) pro implementaci v dalších letech.
- Vytvoření nového modelu regulace v teplárenství.
- Vydát vzor etického kodexu.

Hlavní výzvy roku 2018



- Spolupráce s MPO v oblasti jasné definice BSD a implementace přijatelné solidarity v plynárenství.
- Spolupráce s MPO v oblasti implementace licence na akumulaci elektrické energie.
- Implementace účinných nařízení - Networkcodes – el. i plyn – CACM, FCA, RFG, DCC, HVDC, EBGL, SOGL, TAR.
- Řešení problému rekonstrukce a modernizace POZE.

Hlavní aktuální témata WP (názor ERÚ na body, kde je v souladu s pozicí CEER)



- Směrnice o trhu s el. energií
 - Dynamická cena nesmí být povinností, ale možností.
 - Agregátoři nesmí být zvýhodněni oproti ostatním účastníkům trhu.
 - Právo na chytré měřidlo pouze při respektování souvisejících nákladů.
 - Lokální energetická společenství nesmí narušit hospodárné fungování distribučních soustav.
- Nařízení o trhu s elektřinou
 - Harmonizace distribučních tarifů není přínosná, stačí nediskriminační podmínky.
 - Musí být odstraněn *priority dispatch* pro OZE, zejména při řízení soustavy.
 - Efektivní přidělování přeshraničních kapacit jako základ integrovaného trhu a omezení kruhových toků skrze dělení nabídkových zón.

Akumulace energie – komplexní pohled



- Je třeba vyjasnit, které technologie jsou pro užití v ČR vhodné z hlediska krátkodobého (sekundy až hodiny) – supravodivé+mechanické+baterie, střednědobého (hodiny až týdny) – přečerpávací el. či sezónního uskládování – P2G.
- Je potřeba kvantifikovat potřebné cílové výkony pro jednotlivé kategorie.
- Je třeba vyřešit potřebu centralizace či decentralizace akumulačních technologií.
- Je třeba brát v úvahu technické možnosti akumulačních technologií i z hlediska frekvenční i nefrekvenční regulace.



VÝVOJ ENERGETIKY V KONTEXTU MĚNÍCÍ SE REGULACE A TECHNOLOGIÍ

Jiří Plešek
Ústav termomechaniky AV ČR

PŘÍSPĚVEK DO DISKUSE O ENERGETICKÉ SOBĚSTAČNOSTI



Příspěvek do diskuse o energetické soběstačnosti

XIV. mezinárodní energetické fórum, 15. 3. 2018, Praha

Jiří Plešek, Ústav termomechaniky AV ČR / Komise pro energetiku AV ČR



Příspěvek do diskuse o energetické soběstačnosti

Komise pro energetiku AV ČR

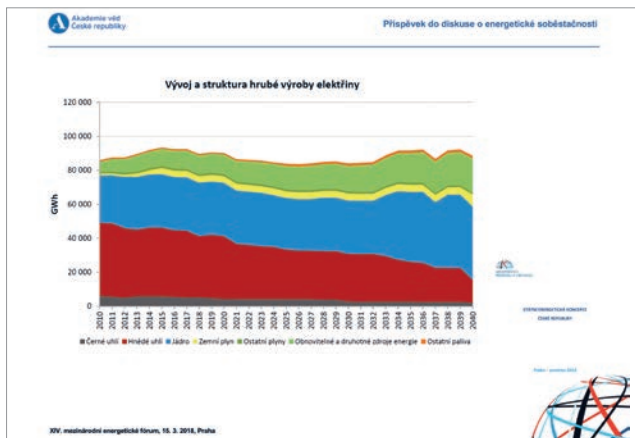
- Interní poradní orgán AV ČR
- Vytipovává výzkumné směry v AV ČR
- Není primárně určena k formulování názorů navenek
- Připravenost ke spolupráci na expertizách

Předseda:
Jiří Plešek

Mistopředseda:
Václav Pačes

Členové:
Antonín Fejfar
Dana Drábová
Lubomír Lízal
Radek Šrám
Vladimír Wagner
Václav Čilek
Karel Aím
Petr Buryan
Martin Durdiovič
Eduard Hukous
Ladislav Kavan
Radomír Pánek
Miroslav Punčochář
Jan Rídsky
Jan Salanda
Jaroslav Šebek

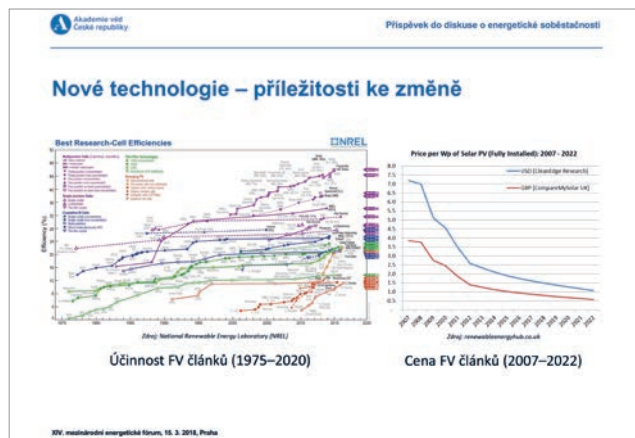
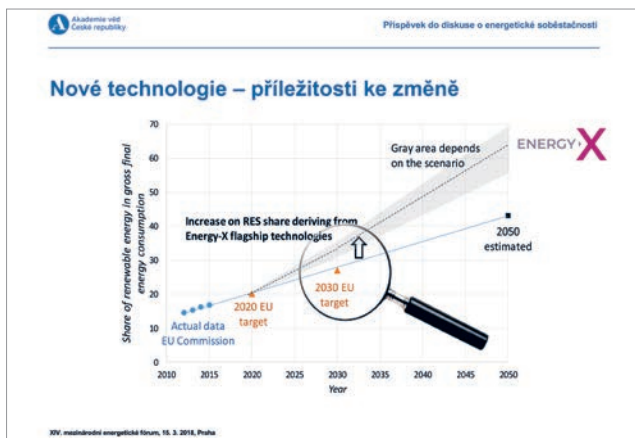
XIV. mezinárodní energetické fórum, 15. 3. 2018, Praha



Emisní limity

- Negativní vliv Hg, As, AsH₃, PH₃, SO₂, NO_x na životní prostředí a lidské zdraví je prokazatelný
- Hg: nové limity jsou obtížně technicky splnitelné a je nutné je řešit v návaznosti na další emise
- NO_x: limity pro UE dle 2010/75/EU (IED) přijatelné, další snižování by mohlo vést ke snížení příkonu z UE až o 40 % po r. 2022 (nevyplácí se ekologizace)

XIV. mezinárodní energetická fórum, 15. 3. 2018, Praha



Strategie AV21

- Naděje a rizika digitálního věku
- Systémy pro jadernou energetiku
- Účinná přeměna a skladování energie
- Přírodní hrozby
- Nové materiály na bázi kovů, keramik a kompozitů
- Diagnostické metody a techniky
- Kvalitní život ve zdraví i nemoci
- Potravinový pro budoucnost
- Rozmanitost života a zdraví ekosystémů
- Molekuly a materiály pro život
- Evropa a stát: mezi barbarstvím a civilizací
- Paměť v digitálním věku
- Efektivní veřejné politiky a současná společnost
- Formy a funkce komunikace
- Globální konflikty a lokální souvislosti: kulturní a společenské výzvy
- Vesmír pro lidstvo
- Preklinické testování potenciálních léků
- Světlo ve službách společnosti

Akademie věd České republiky

Strategie AV21

Výzkumný program SYSTÉMY PRO JADERNOU ENERGETIKU

- Vývoj materiálů pro pokročilá jaderná zařízení
- Seismické ohrožení jaderných zařízení
- Jaderná data pro fúzi a pokročilé jaderné systémy
- Příprava odborníků pro výzkum a provoz jaderných zařízení
- Výzkum sociálních aspektů jaderné energetiky

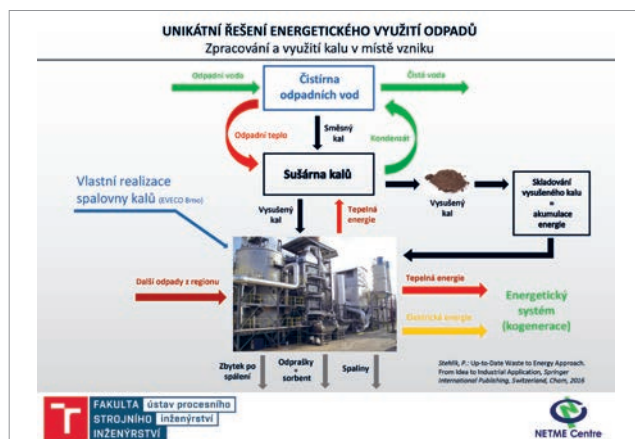
Akademie věd České republiky

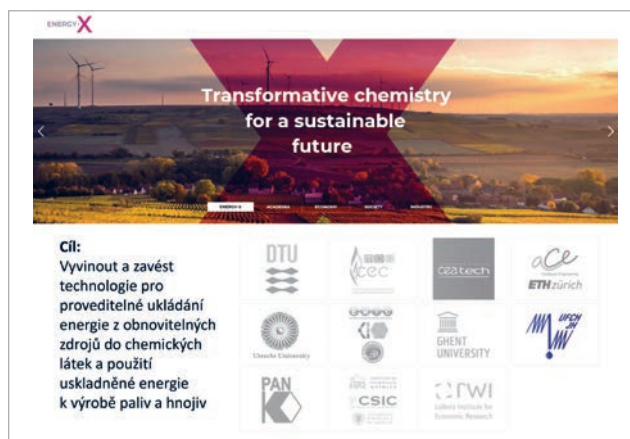
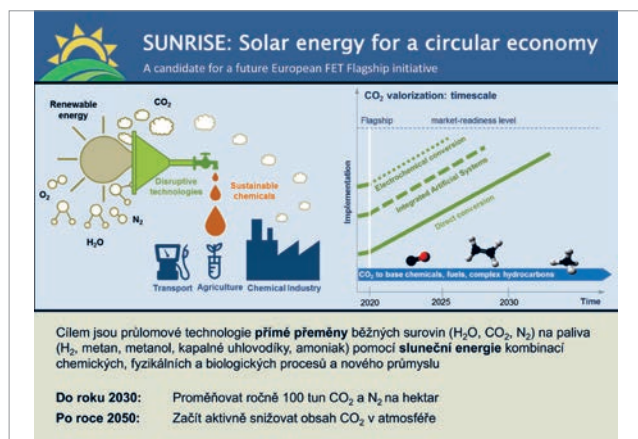
Strategie AV21

Výzkumný program ÚČINNÁ PŘEMĚNA A SKLADOVÁNÍ ENERGIE

- Materiály pro konverzi energie
- Effektivní využití obnovitelných zdrojů energie
- Inteligentní přenos energie
- Skládování tepelné energie
- Skládování energie v sotrvačnicích
- Nová paliva pro účinné a čisté spalování
- Přímá přeměna sluneční energie na vodík

Akademie věd České republiky

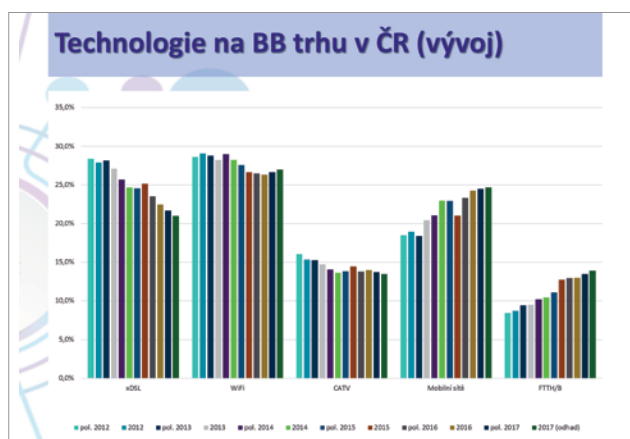
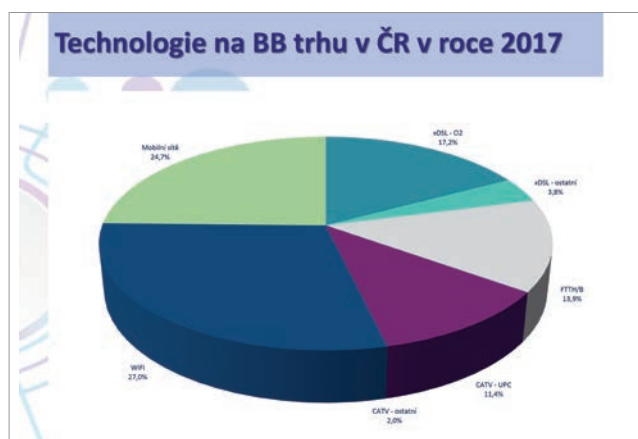
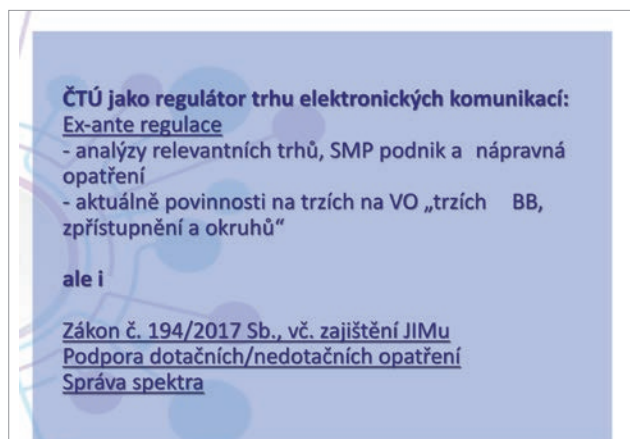




VÝVOJ ENERGETIKY V KONTEXTU MĚNÍCÍ SE REGULACE A TECHNOLOGIÍ

Marek Ebert
Český telekomunikační úřad

PASIVNÍ INFRASTRUKTURA A DALŠÍ MOŽNOSTI PODPORY ROZVOJE DATOVÝCH SÍTÍ



Primárně ne regulace, ale usnadnění výstavby

- na podporu budování moderních NGN/NGA sítí:

Zákon č. 194/2017 Sb. opatření ke snižování nákladů ...

(Implementace směrnice EPaR 2014/61)

Dopad nejen na Telco a Energo sektor

Pozitivní zkušenost ze spolupráce na přípravě

ČTÚ jako jednotné informační místo (JIM)

- **Základní opatření pro zprostředkování a výměnu informací o fyzické infrastruktuře.**
- Zprostředkovává informace **mezi oprávněnou a povinnou osobou**
- **Zajišťuje a zveřejňuje:**
 - informace nezbytné pro zavádění prvků vysokorychlostních sítí
 - rozhodnutí podle zákona **ve sporných řízeních**,
 - vzorové smlouvy pro vybrané typy přístupů,
 - odkazy na informace povinných osob získaných podle zákona.

Další působnost ČTÚ ...

Rozhodování sporů o realizaci opatření

(přístup do FI, poskytnutí informací atd.)

- V případě energo podniků závazné stanovisko ERU

Včetně rozhodování o ceně (ve sporu)

- Princip nákladové orientace (zveřejnění modelu na www.ctu.cz)
- Ale i zohlednění **dopadů na plán a realizované investice**

Zveřejnění vzorových návrhů smluv o:

- přístupu do technické infrastruktury
- koordinaci stavebních prací
- průzkumu fyzické infrastruktury

<https://www.ctu.cz/vzory-smluv>

Dosavadní zkušenosti (stav k 15. 3. 2018)

Zatím pouze (mimo informačních dotazů):

- **4x požadavek na mín. soubor informací (SMI)**
 - Pouze v jednom případě směrem k energo podniku
 - ČEZ Distribuce, podpěry NN vedení v oblasti Bruntálu

2x návrh na rozhodnutí ve věci přístupu k tobě uvnitř budovy

Pozitivní poznatek v přístupu v energo sektoru

- Zveřejnění podmínek možného využití TI a vzorů žádostí a návrhu smluv ze strany E.On a ČEZ

Rozsah vyžadovaných přístupů u VO nabídky

Velkoobchodní přístup k datovanému toku	Přístup k pasivní infrastruktuře (kabelové a optické vedení, stopy, výše napětí)	Fyzické sdílení optického vedení	Virtuální sdílení optického vedení (VOLA)	Přístup k datovému toku (Bitstream)
Aktivní optická síť (sítě bod-bod, P2P)	ANO	ANO	ANO	ANO
Pasivní optická síť (sítě bod-mnoha, P2MP)	ANO	ANO (WDM polud síť umožňuje)	ANO	ANO
FTTcab + vektorované VDSL	ANO	NE	ANO	ANO
Výplně kabelové sítě (standard DOCSIS 3.X a výše)	ANO	NE	ANO	ANO
Bezdrátové sítě	ANO	NE	ANO	ANO

V případě bezdrátových sítí je povinnost poskytnout VULA realizována v podobě přístupu k datovému toku na úrovni Central Office

Akční plán nedotační podpory

- především opatření pro:

- Eliminaci nepřiměřených vícenákladů
- Zjednodušení kolaudačního řízení u některých technicky nenáročných staveb sítí EK
- Sdílení vnitřních komunikačních vedení
- Zjednodušení procesu vyvlastnění
- Možnosti výstavby v památkové zóně
- Pravidla pro výši náhrad za zřizování věcných břemen
- Dostupnost informací i o **neveřejné pasivní infrastruktuře** za účelem sdílení

Komunikační sítě energo sektoru ...

Z pohledu ČTÚ není problém při vstupu na trh jako

- oznamovaný podnikatel v EK
- možnost retail i VO trh
- ZEK jako závazný rámec (práva/povinnosti)

Chápeme potřebu specifických komunikačních potřeb pro řízení a obsluhu energo provozu, **nícméně z pohledu rozvoje smart řešení preferuje kooperaci s telco sektorem**

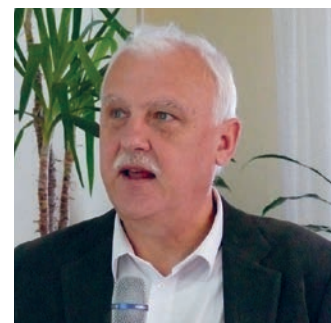
- potenciál budoucích 5G sítí pro využití napříč sektory (vertikals)
- záměr aukcí kmitočtů pro 5G v horizontu roku 2019 (první 700 MHz, 3,5 GHz, následně pak i pásmo 26 GHz)



VÝVOJ ENERGETIKY V KONTEXTU MĚNÍCÍ SE REGULACE A TECHNOLOGIÍ

Karel Šimeček
SVSE - Sdružení velkých spotřebitelů energie

BUDOUCÍ ROLE SPOTŘEBITELŮ NA ENERGETICKÉM TRHU



BUDOUCÍ ROLE SPOTŘEBITELŮ NA ENERGETICKÉM TRHU.

XIV. MEZINÁRODNÍ ENERGETICKÉ FÓRUM

Karel Šimeček - SVSE
Praha 15.3.2018

Klíčové vlivy na vývoj bilance nabídky a poptávky na trzích s energiemi

Poptávka	Nabídka
➔ Růst spotřeby firem (ekologie, konjunktura, robotizace) ➔ Růst spotřeby domácností – životní úroveň ➔ Podpora úspor, cíle ve snižování spotřeby (EED) ➔ Cíle ve snižování emisí – EU ETS ➔ Elektromobilita a H2 technologie (na úkor spotřeby ropy)	➔ Podpora růstu decentrální produkce z OZ a akumulace ➔ Rozvoj sítí a systému DSR k lepšímu celoevropskému využití výrobních kapacit ➔ Diverzifikace dodávek plynu ➔ Růst nákladů u výroby z fosilních paliv, vliv EU ETS ➔ Omezování výroby JE ?

Snížení vlivu cen jako regulátora S/D balance

Budou se chovat velcí spotřebitelé jinak? NEBUDOU

- Zlepšování vyjednávací pozice na celoevropském trhu s energiemi dle vývoje bilance nabídka - poptávka.
- Investice do energetické účinnosti technologických procesů k udržení konkurenceschopnosti cen svých výrobků
- Využívání možností svých technologií a nabídek nových zařízení k dalšímu rozvoji vlastní produkce energií. Návrhovat ovlivní i poměr komoditní a regulované složky ceny

Energetika nebude core business pro jiná průmyslová odvětví, ale zůstává důležitou výrobní službou. Prioritou firem zůstanou investice do vlastní výroby

- Tradiční energetiky se musí zbavit oligopolního chování a budovat své pozice v rámci evropské (zatím) konkurence

Očekávání od Electricity Market Design



- Jasná volba pro "Energy-only market" (EOM) Deformace trhu je třeba odstraňovat (přednostní přístup, dotace, price caps,...). Deformace se odstraňovat vyváženým způsobem, aby se zabránilo, že stávající nevýhody pro některé strany trhu jsou konsolidovány a zavádějí se nové. Vyhnout se potřebě zvláštní odměny za výrobní kapacity nebo flexibilitu.
- Upřednostnit princip odezvy na poptávku (demand side response) IFIEC návrh čl. 2. 11.: Mezi koncovým odběratelem a dodavatelem elektřiny by měl být uzavřen obchodní kontrakt s dynamickým stanovení ceny elektřiny, která odráží cenu na spotovém či denním trhu v intervalech odrážejících tržní změny, což umožňuje koncovým zákazníkům reagovat na cenové signály
- Vyšší tržní využití propojovacích kapacit Konfigurace nabídkových zón, musí být navrženy tak, aby se maximalizovala ekonomická efektivita a přeshraničních obchodních příležitostí při zachování bezpečnosti
- Integrace OZE do trhu Úplná eliminace přednostního přístupu pro všechny technologie, úplná zodpovědnost za odchylky. Podpora pouze časově omezená, technologicky neutrální, zaměřená pouze na nezářivé technologie, nákladově konkurenceschopná (aukční princip). Konzistentní systém podpory mezi členskými státy EU.
- Kapacitní Mechanisms pouze jako poslední možnost časově omezená Nefinancovat nadvýrobu, uplatnění bez navýšení regulované složky ceny pro globální EIT

Očekávání od Electricity Market Design



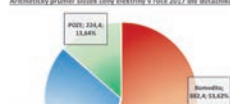
- Vyšší cenová konkurence efektivnějším zahraničním obchodem
- Rozšíření způsobu nákupu komodity – dynamické stanovení cen
- Zvýšení a lepší využití vlastní výroby energií, zejména kogenerační výroby z odpadních a druhotných zdrojů
- Návrhovat vlastní investice do OZE i bez podpory
- Podpora investic do opatření pro úspory energie s delší dobou návratnosti
- Snižování až do odstranění poplatku na POZE
- Výhodnější regulované poplatky při vysokém využití sítí
- Odstranění současných nevýhod provozovatelů LDS

Vývoj a nabídka
technologí

Regulace

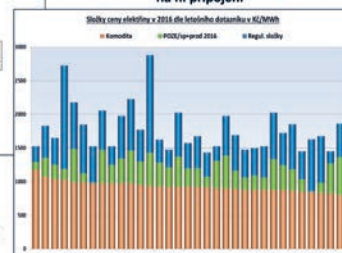
Struktura ceny elektřiny VVN v ČR v roce 2017

Aktuelní průměrné složky ceny elektřiny v roce 2017 dle datového

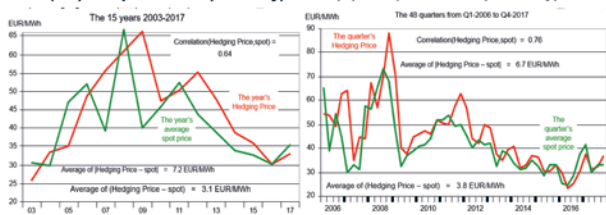


Zájem spotřebitelů je pokles regulované složky, která nepodléhá tržnímu prostředí, ale může být výsledkem politické objednávky nebo tlaku regulovaných subjektů a žadatelů o dotace

Na pokrytí nákladů sítí se budou muset vhodnou formou podílet všichni účastníci trhu na ní připojení

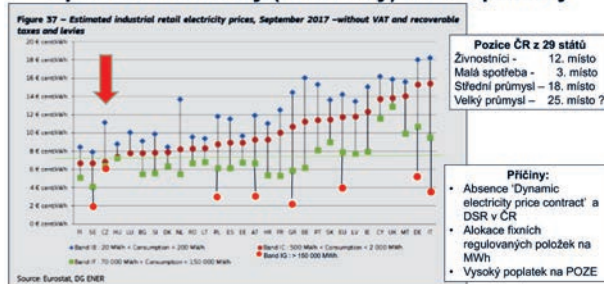


Porovnání vývoje hedgingových a spotových cen (Cal) vs. spot market (Germany) (Q) vs. spot market (Germany)



Dvojstranné kontrakty mezi výrobcem a koncovým zákazníkem s dynamickou tvorbou ceny dle vývoje spotového a krátkodobého denního trhu jsou výhodnější než nákupy forwardových produktů nebo zavádění energetických dispečinků ve firmách

V ČR mají nejvýhodnější ceny větší podniky s malou spotřebou elektřiny (montovny) a malé podniky



„Čistá energie pro všechny Evropany“ je typický politický slogan, bezobsažný

- Plyn jsou vlivem difuze šířeny celosvětově. Pokud není evropské klimatické hnutí následováno ostatními, nemá smysl.
- Prach, SO_x, NO_x a částečně CO₂ lze zachycovat nebo transformovat. Problémem je dopad těchto nákladů na konkurenceschopnost producentů.

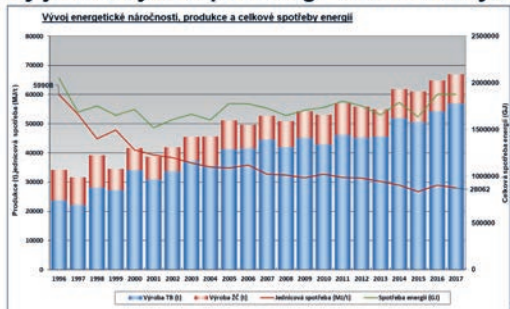
Ekologická opatření mohou cílit jen na kontinentální podnikání. Globálně operující průmysl v EU nesmí ztratit konkurenceschopnost, jinak je nahrazen výrobou jinde.

- Odvětví ohrožená „carbon leakage“ musí mít kompenzace v systému EU ETS

Úspory energií

- Nákladové úspory, energetické nevyjímaje, jsou „never-ended story“ každého dobrého podniku.
 - Rychle návratné úspory jsou již dávno realizované, další zvýšení energetické efektivity dosahují firmy vývojem svých technologií a modernizací zařízení. Investice jen při dobré návratnosti nebo za podpory dotačních titulů
 - Podnikové energetici jsou partnery výrobních technologií, a dále zodpovídají za modernizaci rozvodů a vlastní výroby energie. Jsou lídři energetického managementu
- SVSE a IFIEC prosazují, aby do cílů EED byla v případě průmyslu započítána jednicová a ne absolutní spotřeba energie, aby nebyl ohrožen rozvoj výrobních kapacit a podílů na světových trzích jeho výrobků**

Příklady jednicových úspor energií versus růst výroby



VÝVOJ ENERGETIKY V KONTEXTU MĚNÍCÍ SE REGULACE A TECHNOLOGIÍ

Martin Novák
Místopředseda představenstva a ředitel divize finance ČEZ, a.s.

STRATEGIE A BUDOUCÍ ROLE SPOLEČNOSTI ČEZ



Z EVROPSKÉ KLIMATICKO-ENERGETICKÉ LEGISLATIVY PLYNE I ŘADA DOMÁCÍCH ÚKOLŮ PRO ČESKOU REPUBLIKU A DALŠÍCH NÁVAZNÝCH ROZHODNUTÍ

Transpozice směrnice o podpoře obnovitelných zdrojů energie do zákona o podpoře OZE (2018-2019)

Transpozice směrnice o energetické účinnosti (EED) a směrnice o energetické náročnosti budov (EPBD) do zákona o hospodaření energií (2018-2019)

Transpozice směrnice o společných pravidlech pro vnitřní trh s elektřinou do Energetického zákona a navazujících předpisů (2018-2019)

Transpozice revize směrnice EU ETS v ČR a příprava využití podpůrných mechanismů ze strany ČR, včetně komunikace s Evropskou komisí (2018)

Předložení a vyjednání Vnitrostátního integrovaného energeticko-klimatického plánu určí trajektorii energetiky v ČR v nejbližší dekádě (2018-2019)

Rozhodnutí o investičních podmínkách NJZ definuje další postup pro výstavbu (2018)

Harmonizace market designu nastaví podmínky pro kapacitní trh, přeshraniční kapacity, podpůrné služby a bezpečnost dodávek (do 2025)

Souhrn těchto pokladů a opatření ve svém důsledku znamená aktualizaci SEK



8

SKUPINA ČEZ

TRANSFORMACE ČEZ JE ALTERNATIVOU JEHO DALŠÍHO SMĚŘOVÁNÍ V KONTEXTU EVROPSKÉ ENERGETIKY A SEK

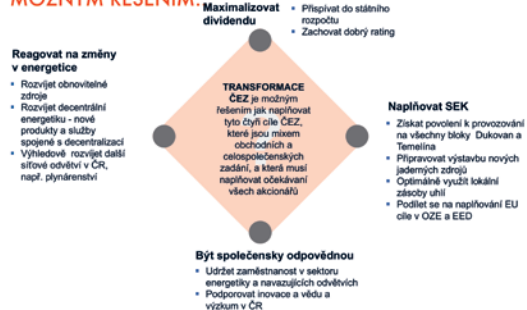
1. **Tradiční energetika je pod rostoucím tlakem, dochází k výrazným změnám**
 - Klesající ziskovost znesnadňuje tradičním energetikám plnit roli ve stabilizaci energetických konceptů
 - Pro dlouhodobou udržitelnost musí energetika reagovat na trendy a zaměřit se na obnovitelné zdroje a decentralní energetiku
2. **Dochází k postupnému poklesu významu hlavního ekonomického motoru ČEZ – tradiční energetiky**
 - Schopnost tradiční energetiky být dividendovým titulem klesá
 - Způsobující se ekologická legislativa na provoz uhelných elektráren a dotů a rostoucí požadavky na bezpečnost provozu jaderných elektráren
3. **Skupina ČEZ musí plnit nejen obchodní, ale také celospolečenské cíle, všechny cíle nemůže naplnit maximálně**
 - 4 protichůdné cíle Skupiny ČEZ:
 - Maximalizovat dividendu
 - Naplnit platnou SEK
 - Reagovat na změny v energetice
 - Být společensky odpovědnou společností
4. **Pro nalezení optimálního míru cílů je nutné najít odpověď na dvě hlavní otázky**
 - Kde je rovnováha mezi dividendou a investicemi do změn v energetice?
 - Jak zajistíme naplnění SEK a výstavbu NJZ?



9

SKUPINA ČEZ

SKUPINA ČEZ MUSÍ PLNIT JAK OBCHODNÍ TAK CELO-SPOLEČENSKÉ CÍLE, VŠECHNY NEMŮŽE NAPLNIT MAXIMÁLNĚ, TRANSFORMACE JE MOŽNÝM ŘEŠENÍM.



10

SKUPINA ČEZ

VÝVOJ ENERGETIKY V KONTEXTU MĚNÍCÍ SE REGULACE A TECHNOLOGIÍ

David Kučera
Generální sekretář PXE

OČEKÁVANÝ VÝVOJ CEN A JEHO IMPLIKACE



Očekávaný vývoj cen a jeho implikace

David Kučera
generální sekretář PXE

XIV. Mezinárodní energetické fórum
Praha, 15. března 2018

pxe

part of ees group

Historický vývoj cen v ČR Dodávka elektřiny z základním zatížením na rok dopředu



© 2018 XIV. Mezinárodní energetické fórum

- EÚ sa kvôli schváleným politikám snaží štruktúrne zmeniť energetický sektor – milníky 2020, 2030, 2050:
 - boj so zmenou klímy (znižovanie CO₂, implementácia OZE),
 - bezpečnosť dodávok/ener. nezávislosť (diverzifikácia, implementácia OZE),
 - znižovanie spotreby energie - energetická efektívnosť (znižovanie CO₂, najmä priemysel a budovy).
- Európska únia chce dosiahnuť nízkouhlíkové hospodárstvo (Energy Roadmap 2050) – uhlíková neutralita (čo vypustím to zachytím).
- Zemný plyn je objektívne najekologickejšie, cenovo dostupné, spoľahlivé, účinné a bezpečné fosílné palivo, ktoré umožní cestu k nízkouhlíkovému hospodárstvu.

"If extracted safely," Mr. ... said of natural gas, "it's the bridge fuel that can power our economy with less of the carbon pollution that causes climate change."



Výsledky štúdie IRENA

- Štúdia Medzinárodnej agentúry pre obnoviteľnú energiu (IRENA) z februára 2018, ktorú si objednala EÚ Komisia:
 - 34% podiel OZE pre EÚ;
 - pre SK podiel OZE na úrovni maximálne 21% (2030).

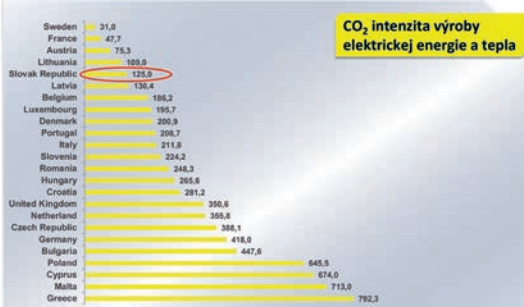
Ako by mal byť daný cieľ OZE v SR splnený?

- Cieľ pre SR 2020 14%,
- pre 2030 tak zostane splniť 7% (21%-14%),
- nahradenie uhlia v sektore vykurovania môže zabezpečiť zvýšenie podielu OZE +3,4%,
- z potenciálneho cieľa pre rok 2030 by teda zostávalo naplniť dodatočných 3,6% (7%-3,4%),
- podľa IRENA tieto ďalšie opatrenia v SR smerovať do:
 - dopravy,
 - priemyslu,
 - budov (napr. ZP + solár)



- V SR je potrebné zohľadniť 4 špecifiká:
 - v produkcii CO₂
 - na obyvateľa a
 - na kWh vyrobenej elek. a tepla

patríme už teraz medzi TOP krajiny (s najnižšími hodnotami);
 - plniť ciele od EÚ v poradí podľa princípu value-for-money;
 - kvalita ovzdušia veľký problém, najmä lokálne kúreniská;
 - nárast cien energií pre občanov a firmy = mimoriadna citlivosť.



- (g CO₂/kWh)
- Zdroj: spracované na základe údajov o emisiách z UNFCCC a výrobe elektrickej energie z IEA

- Zelená energetika vyžaduje dodatočné verejné náklady => potreba minimalizovať dopad na životnú úroveň obyvateľov SR.
- Dôležité, aby bol prechod ekonomicky efektívny - výber z viacerých možností podľa princípu „value-for-money“ = verejné náklady prepočítané na úsporu emisií CO₂ (€/CO₂):

Projekt	€/t CO ₂	Projekt	€/t CO ₂
Ekologická tepláreň Martinák (nahrádza U za ZP/biom)	0	ŠFRB*: Zateplenie bytového domu – palivo biomasa	bez úspor emisií
40 MW kotol na h. uhlie – prechod na biomasu (50% dotácia na CAPEX)	2	Zelená domácnosť: slnečný kolektor + kotol na ČU	151
Zelená domácnosť: zámena kotol ČU/kotol biomasa	16	Zelená domácnosť: zámena kotol na ZP za TČ	67
Zelená domácnosť: zámena kotol ZP/kotol biomasa**	27	ŠFRB*: Zateplenie bytového domu – palivo ZP	58
ŠFRB*: Zateplenie bytového domu – palivo ČU	35	Zelená domácnosť: zámena kotol ČU za TČ	39

*Vypočítané na priemerný projekt (zdroj: Výročná správa ŠFRB 2016)

**Uvedené ale princípu zhoršenie emisií TČ.

V súlade s princípom value-for-money by najlacnejšie ekologické technológie mali nahrádzať najšpinavšie zdroje.

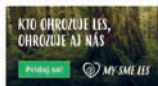
- Podľa údajov EEA na Slovensku ročne ako následok zlého ovzdušia predčasne zomrie skoro 6000 ľudí.
- Zemný plyn je ekologickým a pritom cenovo konkurencieschopným palivom tu a teraz.
- Podľa SHMÚ využíva minimálne 20% rodinných domov v SR na vykurovanie kotly na tuhé palivá (najmä drevo), ktoré dramaticky prispievajú k zhoršovaniu kvality ovzdušia v SR; ubúdanie lesov patrí medzi tri najväčšie výzvy životného prostredia SR (IEP 1/2017).



Smogové situácie SR, 7.3.2018



oplyne.info: Náklady na spotrebu tepla a energií ako súčet investičných a prevádzkových nákladov, prepočítané na 1 rok.



1. „Byť ešte lepší v tom, v čom sme dobrí“ (do 2030)

Zabezpečujeme spoľahlivé teplo domova pre viac ako 1,4 mil. domácností a urobíme maximum pre to, aby to tak aj ostalo = marketing objektívne pozitívnych vlastností zemného plynu.



Optimálna budúcnosť plynu v SR do 2030:

- ekologické plynové kondenzačné kotly a moderné OZE zariadenia namiesto lokálnych kúrenísk na tuhé palivá;
- v systémoch CZT perspektívna náhrada uhlia za zemný plyn/biomasu;
- renesancia plynových elektrární ako backup OZE elektriny.

2. Rozvojové projekty (2030-2050 and beyond)

Budúcnosť SPP-D = distribúcia „GreenGas-u“



SPP-D neodmieta prechod na OZE, ale aktívne sa zaoberá o možnosti integrácie GreenGas (biometán, vodík, syntetický plyn z OZE) do distribučnej siete a postupne tieto plyny bude testovať v sieti a u spotrebiteľov.

VÝVOJ ENERGETIKY V KONTEXTU MĚNÍCÍ SE REGULACE A TECHNOLOGIÍ

Jiří Feist
EP ENERGY - ředitel pro strategii

STRATEGY AND FUTURE ROLE OF EPH IN THE MARKET



Strategy and future role of EPH in the market

March 2018

EPH

EPH is a unique European energy group owning and operating a well diversified infrastructure & power generation portfolio

EPH overview

- EPH is a vertically integrated energy group that owns and operates assets in the Czech Republic, Slovakia, Germany, Italy, the UK, Poland and Hungary with seat in Prague
- 2016 adjusted EBITDA reached EUR 1.7bn on a fully consolidated basis¹
- Vast majority of EBITDA is generated either from regulated or long-term contracted businesses concentrated within EP
 - Gas transmission in Slovakia
 - Gas and Power Distribution in Slovakia
 - Gas storage in the Czech Republic and Slovakia
 - Heat infrastructure in the Czech Republic and Hungary
- Other activities are in process of being consolidated under EP Power Europe ("EPPE") and comprise of lignite mining and electricity generation (including related activities) mainly in Slovakia, Germany, Italy and the UK
- Via its status in Slovenská elektrárna, EPH has also expertise in operation of nuclear power plants
- EPH's companies operate with over 25,000 employees, out of which more than 16,000 in Germany
- Companies operated by EPH generate over 100 TWh of power, which places it as the 7th largest power producer in Europe
- EPH extracts over 60 million tons of coal annually, which places it as the second largest coal producer in Europe

KPIs of the Group (2016)²

Natural Gas			
Gas transmission capacity	both	80.3	
Gas transmission / distribution	both	60.5 / 4.7	
Gas storage capacity	both	3.8	

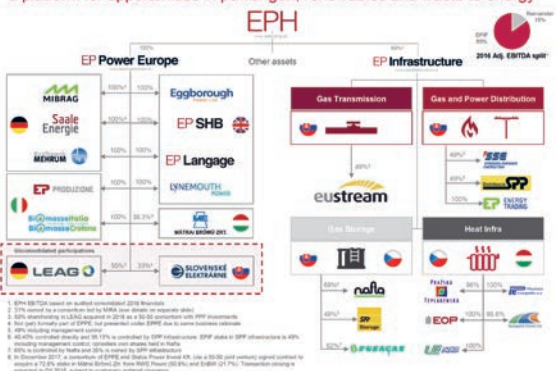
Heat and Power			
Installed capacity (net)	GW _{th}	24.4	
Power production (gross)	TWh _{th}	108.7	
Power distribution	TWh _{th}	5.9	
Heat production	PJ (TWh _{th})	30.8 (8.6)	
Heat distribution	PJ (TWh _{th})	18.3 (4.5)	



Geographic presence of EPH



All infrastructure assets are grouped under EPH, while EPPE offers a platform for opportunities in power gen, renewables and waste to energy



Why we have success story on the market

- EPH has a favourable business mix and financial profile compared to large European integrated utilities - around 24.3 GW of installed capacity,
- EPH shows a strong asset base with reasonable leverage levels
- EPH is an important regional infrastructure player with strong and stable financial performance with adjusted EBITDA of over EUR 1.7bn
- EPH has global market strategy for asset value chain hedging – technology x commodities x national markets
- EPH has individual strategies across involved markets based on market position versus regulatory asset operation
- EPH has experienced and well-structured stable management team
- EPH has strategic alliances and partners

EP Infrastructure highlights

EP Infrastructure

- EPH operates critical energy infrastructure
 - Active in gas transmission, gas and power distribution, heating infrastructure and gas storage
 - Our assets are regulated and/or long-term contracted
- Track record of stable and resilient performance
 - EPH has historically achieved a solid track record of growth through value-accretive acquisitions and organic growth projects, which now turns into stable and resilient performance
 - Further development and optimization opportunities as well as selective bolt-on M&A opportunities provide potential avenues for continued growth
- Large diversified asset base
 - Diversified across multiple types of infrastructure, which contributes to EPH's stability
 - No exposure to a single asset type
- Partnership with public entity further contributes to high degree of stability
 - Aligned goals and targets with local public partners, while keeping management control
 - Both EPH and EPPE are private enterprises with shareholder interests as main priority
- Strong cash flow generation
 - Substantial increase EBITDA (EUR 1.4bn in 2016¹), with strong cash conversion (approx. 67% in 2016¹)
 - Some of the networks we operate are newly-built or have been rebuilt recently
 - Regulatory framework motivates us to optimize (not maximize) investments
- Value-driven management team with proven track record
 - Experienced and well-structured stable management team
 - Proven track record in spotting and extracting value, implementation and integration

¹ EBITDA is based on audited consolidated 2016 financials. EBITDA calculated as operating profit plus depreciation and amortization less negative goodwill (if relevant) on a 100% basis.
² Definition: EBITDA - Cash - Tax point - EBITDA - Cash adjusted for "valued expenditures, relating to long-term and intangible assets less amortization rights" based on audited consolidated 2016 financials.

EP Power Europe highlights

EP Power Europe

- EPPE owns and operates a fleet of safe and controllable power generation and renewable assets
 - EPPE owns operations across developed markets including Italy, the UK and Germany with focus on power generation and sophisticated renewable energy (biomass)
 - Through a fleet of controllable power plants, EPPE provides for security of supply given that solar and wind renewables with their limited load factor are able only to partially cover for power demand
 - Post completion of conversion of the Lynemouth to biomass power plant 60% of the EPPE group EBITDA coming from the regulated activities (CFD contract and capacity markets in UK, Green Energy subsidy and must-run contract in Italy) and contracted activities (Germany)
- Low leverage, strong and predictable cash-flow generation
 - Substantial part of profit and cash-flow generation will be generated from regulated and contracted activities (see above)
 - Post completion of the Lynemouth project cash conversion around 60%
 - Diversified EBITDA and FCF split mainly among developed markets of Italy, UK and Germany
- Low leverage and conservative funding strategy
 - Conservative financing structure with current net leverage (including EPH debt, which is attributable to EPPE) below 2x EBITDA
 - Targeted refinancing of the EPPE Group to achieve repayment of the loans provided by EPH to achieve ring-fencing of the EPPE from the rest of EPH group
- Focus on costs and assets optimization
 - Strong and successful track-record of EPH in costs and assets management and optimization of acquired assets (e.g. EPP group, SE, renegotiated LTSA in EPP, etc.)
 - In most cases we have been able to improve a costs base by 10-20% or even more
- Balanced and diversified fuel mix
 - EPPE's power generation portfolio provides a balanced and diversified mix of thermal, nuclear, hydro and biomass power plants.
 - Favorable position in the merit order and / or strong market position of EPPE power generation assets in respective markets

¹ 400MW Lynemouth hybrid power plant in the UK currently undergoing a conversion to 100% biomass fuelled unit.

EP Power Europe strategic highlights

EP Power Europe

- ▢ **Active participant in power generation market transition**
 - Current economic and political environment with almost no new construction of reliable base load capacities and expected huge decommissioning of existing ones will lead to difficult and unsustainable situation on the power markets with potential capacity shortages in the future
 - EPPE expects that markets will need to undergo fundamental changes (e.g. market consolidation, closure of loss-making excess capacities, introduction of capacity market schemes etc.) to re-establish stable and secure electricity supplies
 - EPPE already plays an active role in this transition
- ▢ **Prudent and disciplined acquisition strategy**
 - Long-term track-record of EPPE in prudent, conservative and disciplined acquisitions
 - EPPE has been able to acquire critical generation assets substantially below their replacement values and has adopted an individual strategy for each market, i.e. no substantial equity requirements for acquisition of existing EPPE assets.
 - Acquisition in selected and predefined markets, focus on
 - power generation on markets where the capacity market was or will be shortly implemented and
 - sophisticated renewables (biomass and biogas) and waste to energy – non-consolidated and fragmented market
- ▢ **Responsible and sustainable operations**
 - EPPE is committed to operate its portfolio responsibly with aim to gradually reduce environmental footprint, meet interests of all stakeholders and stands ready to meet its liabilities, particularly associated with future decommissioning and re-cultivations
- ▢ **Value-driven management team with proven track record**
 - EPPE is very experienced operator of power generation assets (track record since 2004) with focus on costs and optimal dispatch profile
 - Successful combination of experienced managers from EPPE and management of acquired companies with long-term track-record of managing power generation assets
 - Proven track record in spotting and extracting value and synergies

EU strongly interconnected system - advantage or disadvantage?



EP Power Europe strategy

EP Power Europe

Current situation in energy markets

- **The current situation in the European electricity markets with low electricity prices restricts construction of new energy sources and maintenance of existing sources in order to maintain sufficient capacity and security of supply**
- **Renewable sources are not yet able to satisfy these needs and they will always cover only a part of this needs given their limited load factor and the fact that they must be supported with energy sources with managed diagram**
- **Such situation is not sustainable and varies by the market, however, the most critical state has been reached in the UK where a capacity shortage is a real threat. Other markets will reach this point in the future**
- **We expect fundamental changes in the electricity generation market**
- **These changes will include market consolidation, closure of excess capacity or introduction of capacity markets schemes**

EP Power Europe strategy

EP Power Europe

EPPE strategy

- **The market situation and related economic impacts force traditional large utilities to divest power generation assets that are important (critical) for the proper functioning of national markets**
- **Valuations are well below the replacement value of these assets**
- **We believe that the markets in the UK, Italy and Germany will undergo necessary and fundamental transition and consolidation to establish stable and secure electricity supplies**
- **Given the specific of each market, EPPE has adopted an individual approach and strategy towards all our operations while being strictly committed to operate its portfolio responsibly, to gradually reduce environmental footprint and meet the interests of all stakeholders**

EPPE will continue to seek attractive opportunities to invest in carefully selected assets within these markets





Arthur D Little

PROPOJENÍ STRATEGIE, TECHNOLOGIÍ A INOVACÍ

**První poradenská společnost
na světě od roku 1886**

Expertiza v oblasti energetiky:

- **Strategie a business modely:** Podpora při tvorbě strategie, nové business modely, Due Diligence, sestavení business plánu, definování a nastavení KPIs, podpora implementace strategických projektů
- **Inovace a nové technologie:** Strategie a implementace SMART technologií, Smart Cities, rozvoj datových sítí, využití IT a BigData pro tvorbu nových produktů, digitalizace procesů
- **Regulace:** Strategie regulace a modelování scénářů, tvorba pravidel regulace, regulační účetnictví a reporting; vyjednávání s regulačními autoritami
- **Asset Management:** Strategie správy a údržby majetku, optimalizace údržby a investic, prioritizace investic, řízení údržby na bázi rizik, snižování technických a netechnických ztrát v sítích
- **Řízení hodnoty zákaznického portfolia:** Segmentace zákazníků, tvorba produktů, kalkulace cen, strategie nákupu komodit, portfolio risk management, příprava marketingové strategie, řízení obsluhy zákazníků
- **Zvýšení výkonnosti a nové výnosy:** Nové zdroje výnosů v oblasti nekomoditních služeb, optimalizace nákladů, zvýšení efektivity provozních procesů včetně optimalizace časových norem, strategie sourcingu a nastavení sdílených služeb
- **Obnovitelné zdroje:** Vyhledávání investičních příležitostí, technické a komerční Due Diligence, strategie rozvoje a řízení portfolia OZE

Arthur D Little

Arthur D. Little s.r.o., Danube House,
Karolinská 650/1, 186 00 Praha 8, Czech Republic
Tel.: +420 224 941 303, Fax: +420 224 941 302
www.adlittle.cz

19TH INTERNATIONAL CONFERENCE & EXHIBITION ON LIQUEFIED NATURAL GAS



LNG2019

SHANGHAI 

1-5 APRIL

PRESENTED BY



HOSTED BY



SUPPORTED BY

SHANGHAI MUNICIPAL
PEOPLE'S GOVERNMENT

EARLY BIRD
REGISTRATION
DEADLINE
**2 NOVEMBER
2018**

Ing2019.com

Legionářská 1085/8, 779 00 Olomouc
tel: +420 585 570 444, fax: 585 570 412
e-mail: moravia@moravia.cz, www.moravia.cz

projektová, inženýrská a konzultační společnost
držitel certifikátů ČSN EN ISO 9001:2009 a ČSN OHSAS 18001:2008



NABÍZÍME INVESTORŮM V CELÉ ČESKÉ REPUBLICE KVALIFIKOVANÉ SLUŽBY V OBLASTI PŘÍPRAVY INVESTIC

MORAVIA CONSULT Olomouc a.s. je renomovanou projektovou, inženýrskou a konzultační společností, dlouhodobě úspěšně působící na našem trhu. Specializuje se na projektovou přípravu železničních, silničních a pozemních staveb všech stupňů v garantované kvalitě.



Elektrická vozba na železnici a obnovitelné zdroje energie

Ing. Jiří Pohl, Siemens, s.r.o., Mobility Division, Engineering Mainline Transport



Úvod

Doprava a energetika jsou dva strategické obory, které spolu úzce souvisejí. To platí pro minulost, současnost i budoucnost. Až do sedmáctého století žili lidé v rovnováze s přírodou. Spotřebovávali jen tu energii, kterou aktuálně vytvářelo slunce. A to zejména fotosyntézou, která v rostlinách mění energii slunečního záření na energii paliv, respektive na energii potravy pro živé tvory. Lidé se též naučili využívat energii proudící vody (vodních toků) a proudícího vzduchu (větru), zejména k pohonu mlýnů. Šlo o reprodukovatelné principy, které mohly dlouhodobě fungovat (a skutečně dlouhodobě fungovaly), neboť primárně využívaly energii slunečního záření, kterou vnímáme jako nekonečnou. Dnes tyto zdroje nazýváme obnovitelnými, v té době však byly poměrně málo vydatné.

Fosilní uhlovodíková paliva

Ve fosilních uhlovodíkových palivech získalo (a dosud získává) lidstvo obrovský zdroj energie. Aktuálně připadá na každého občana ČR denní spotřeba energie 134 kWh, z toho 102 kWh činí fosilní paliva (13 kWh černé uhlí, 37 kWh hnědé uhlí, 28 kWh ropné produkty, 24 kWh zemní plyn) – viz [8]. Naše denní spotřeba fosilních uhlovodíkových paliv je více než stonásobkem energie, kterou je člověk za den schopen respektive ochoten svými svaly k práci vynaložit (0,5 až 1 kWh). Energetická dotace v podobě fosilních paliv umožnila lidstvu do té doby netušený rozvoj průmyslu, dopravy a bydlení, který návazně přinesl i výrazné zvýšení kultury práce, vzdělanosti, sociální péče, zdravotnictví a dalších hodnot.

Zákon zachování hmoty

Avšak nelze zapomenout ani na zákon zachování hmoty. Uhlík, který tvoří podstatnou část struktury fosilních uhlovodíkových paliv, se jejich spalováním neztrácí, jen se v podobě oxidu uhličitého stěhuje z podzemí na oblohu. Vedle přirozeného koloběhu oxidu uhličitého v přírodě (při fotosyntéze jej rostliny z ovzduší

odebírají, při tlení či spalování se do ovzduší vrací zpět) existuje v důsledku spalování fosilních paliv i další forma produkce oxidu uhličitého. Ta je způsobena lidskou (antropogenní) činností – těžbou a spalováním uhlí, ropy a zemního plynu.

Objem této produkce a následného transferu oxidu uhličitého do zemského obalu je velmi značný. Jde o velká množství, neboť jeden atom uhlíku (atomová hmotnost 12) na sebe voxiidu uhličitým váže dva atomy kyslíku (atomová hmotnost 16). Spalováním vzniklý oxid uhličitý má proto 3,67krát vyšší hmotnost než spálený uhlík. Například spálením jednoho litru nafty o specifické hmotnosti 0,83 kg/litr a s obsahem uhlíku 87 % vzniká 2,65 kg oxidu uhličitého, který při normálním tlaku (při měrné hmotnosti 1,9 kg/m³) zaujímá prostor 1 400 litrů.

K původnímu množství oxidu uhličitého v zemském obalu, které v době předindustriální činilo kolem 3500 miliard t oxidu uhličitého, bylo spalováním fosilních paliv přidáno dalších 1 500 miliard t oxidu uhličitého, tedy aktuálně je v zemském obalu již 5 000 miliard t oxidu uhličitého. Jeho koncentrace vzrostla z původních 280 ppm (miliontin) na současných 400 ppm.

Změny klimatu

Růst koncentrace oxidu uhličitého v zemském obalu způsobuje zvýšení jeho tepelně izolačních schopností. Důsledkem je zvýšení střední teploty Země. Ta se již proti době předindustriální zvýšila přibližně o 1 °C a její další zvyšování představuje pro lidstvo velkou hrozbu klimatických změn, které již reálně probíhají a mají nepříznivý dopad na obyvatelstvo (sucho, extrémní výkyvy počasí,...) a způsobují značné hospodářské škody, velké sociální rozdíly a potenciálně i politické a válečné konflikty.

Závislost mezi spotřebou fosilních paliv a klimatickými změnami má integrační charakter, lze jej přirovnat k napouštění vany vodou. Jednou do ovzduší předaný oxid uhličitý v něm zůstává. V časovém měřítku lidského vnímání věku není spalováním fosilních paliv vzniklý oxid uhličitý ze zemského obalu nijak

odbourávání. Jeho koncentraci v zemském obalu proto nelze snížit zpět na hodnoty let minulých, klimatické změny jsou tudíž (z pohledu lidského vnímání času) nevratné. Lze je však ustálit na určité dosažené hodnotě a dále je již nezvyšovat, a to postupným (programově řízeným) zastavením používání fosilních paliv.

Úspory energie zdrojem

V říjnu roku 2014 byl na summitu EU k otázkám energetiky a klimatu přijat cíl snížit do roku 2030 antropogenní emise oxidu uhličitého o 40 %, a to jednak zvýšením podílu obnovitelných zdrojů na 27 % a zvýšením energetické účinnosti o 27 % (viz dokument EU SN/79/14). V listopadu loňského roku byl druhý z dílčích cílů přehodnocen a v Zimním energetickém balíčku bylo navrženo zvýšit energetickou účinnost do roku 2030 o 30 %. V řadě odvětví národního hospodářství se daří energetickou účinnost zvyšovat. Jak v průmyslu, tak i v domácnostech jsou programově aplikovány moderní technologie s cílem snížit energetickou náročnost výroby, vytápění a dalších činností. Účinným nástrojem k tomu je pochopitelně i podpora z veřejných zdrojů (EU či státních).

Avšak nelze opomenout i dva stále sílící trendy:

- významná část podnikatelské sféry, zejména nadnárodní korporace, se hlásí k hodnotám a principům udržitelného rozvoje. Sama si o své vůli dobrovolně stanovuje vyšší cíle, než jaké stanoví dohody přijaté na úrovni OSN a EU, respektive než jak určují svými zákony jednotlivé státy. Patří to k jejich firemní kultuře. Velmi dobře si uvědomují nejen odpovědnost za desítky i více let vytvářený kapitál, který spravují, ale i odpovědnost za své produkty, kterými ovlivňují chování lidstva. Zpravidla jsou tyto podnikatelské subjekty mnohem tradičnější a podstatně stabilnější než politické režimy. Mají pečlivě zpracované strategické vize, které jsou mnohem dlouhodobější než volební období v parlamentních demokraciích. Obchodní zájem podnikatelského prostředí na pokojném fungování světa a trhu je zcela logický. K tomu navíc přistupuje i dějinná zkušenost, že včasná orientace na inovativní trendy a moderní technologie je mnohem jistější cesta k úspěchu než setrvačné lpění na hodnotách a zvycích minulosti,
- pokročilým vývojem techniky a zvyšováním počtu aplikací (četnosti výroby) se jak úsporná opatření (nástroje ke zvýšení energetické účinnosti), tak i mnohé obnovitelné zdroje postupně stávají ekonomicky samofinancovatelnými. Nevyplácí se energiemi plýtvat a nevyplácí se užívat fosilní paliva. Dotace proto nejsou určeny pro dlouhodobou sanaci ztrátových provozů, ale pro uvedení nových technologií v život, který pak bude tržními mechanismy pokračovat dál.

Trendy v energetice

Současné dění v energetice charakterizuje programový odklon od používání fosilních paliv a intenzivní nástup obnovitelných zdrojů elektřiny.

Obnovitelné zdroje energie

Stále více jsou aplikovány tři základní způsoby přeměny energie slunečního záření na elektrickou energii:

- přímá přeměna energie slunečního záření na elektřinu

ve fotovoltaických článcích solárních elektráren. Moderní komerčně používané plošné systémy (křemíkové panely) dosahují účinnost kolem 18 %. Pochopitelně je rozumné používat k instalaci solárních elektráren především jinak nevyužitelné plochy, například střechy budov, nikoliv zemědělskou půdu. Avšak na druhé straně je potřebné vnímat, že fotovoltaické elektrárny dosahují zhruba stokrát vyšší účinnost přeměny energie slunečního záření, než pěstování energetických plodin, které je navíc náročné i na spotřebu vody a agresivních umělých hnojiv, zejména fosfátů.

Pěstování řepky je energeticky hluboce neefektivní, přeměna energie slunečního záření v energii metylesteru řepkového oleje (bionafta) dosahuje po odečtení vlastní (výrobní) spotřeby pouhých 0,08 %. Tedy 225 krát méně než dnes běžně používané fotovoltaické panely. Přitom aplikace biopaliv ve spalovacích motorech snižuje díky nízké účinnosti Carnotova cyklu efekt celého řetězce na třetinu. Potíže alergiků, velká spotřeba lidské práce, fosforečných hnojiv i jedovatých pesticidů dokresluje marnost tohoto počínání. Fotovoltaická elektrárna na ploše 1 ha nezemědělské půdy má stejný výsledný energetický efekt jako 400 ha polí s řepkou.

V kontrastu s tím jsou ve stádiu vývoje fotovoltaické články s prostorovou (3D) strukturou, které mění v elektřinu širší část spektra slunečního záření, čímž dosahují účinnost kolem 40 %, což je 500 krát více než řepkové pole,

- nepřímá přeměna energie slunečního záření na elektřinu prostřednictvím potenciální (polohové, gravitační) energie vody, uskutečňovaná v hydroelektrárnách na vodních tocích. Jde o velmi efektivní způsob využití přirozeného koloběhu vody v přírodě, při kterém vypařování zvyšuje potenciální energii vody. Možnosti aplikace vodních elektráren jsou však limitovány reliéfem krajiny, množstvím a vydatností vodních toků, jejich hydraulickým potenciálem,

- nepřímá přeměna energie slunečního záření na elektřinu prostřednictvím kinetické energie proudícího vzduchu ve větrných elektrárnách. V současnosti zažívá tento obor velký rozvoj.

Farmy sestavené z jednotlivých větrných turbín o výkonu kolem 5 MW jsou v současnosti budovány především na moři, kde překáží méně než v krajině a kde jsou větry intenzivnější a stálejší než nad pevninou. Po zvládnutí technologie budování pevných elektráren na pobřežních mělčinách vznikají i vysoce výkonné plovoucí (avšak ukotvené) elektrárny. Ty jsou vhodné pro mořská pobřeží s prudce klesajícím dnem, typické pro některé přímořské státy. Výhodou větrných elektráren je ve srovnání se solárními elektrárnami výrazně vyšší časové využití instalovaného výkonu a s tím související stálost dodávaného výkonu, lépe odpovídající časovému průběhu spotřeby. Vítr působí na rozdíl od slunce vzimě i večer, kdy je vysoká poptávka po elektrické energii.

Vedle toho existují i další způsoby využívání obnovitelných zdrojů energie, jako například bioplynové či geotermální systémy.

Tématem je pochopitelně transfer elektrické energie obnovitelných zdrojů z míst její výroby k místům její spotřeby (dálkové elektrické přenosy, a to stále více s uplatněním vysokonapěťových stejnosměrných systémů) a vyrovnávání bilance okamžitého výkonu.

Bilance výroby a spotřeby elektřiny

Společnou nevýhodou všech tří výše popsaných způsobů (solární, vodní a větrné elektrárny) jsou jejich nerovnoměrné rozmístění v krajině, což je dáno vazbou na určité specifické podmínky, respektive předpoklady, časově nestálý průběh výkonu a omezené možnosti jeho řízení. Zejména solární a větrné elektrárny se chovají nepredikovatelně a neovlivnitelně. Tradiční tepelné elektrárny spalující fosilní paliva taková omezení neměly. Jejich okamžitý výkon lze uvědoměle řídit tak, jak vyžaduje poptávka po spotřebě elektřiny. Nezbytnou součástí přechodu na bezemisní elektroenergetiku jsou proto opatření k vyrovnaní okamžité výroby a spotřeby elektrické energie:

- diverzifikace zdrojů, tedy kombinování více druhů elektráren srůznou závislostí na přírodních podmínkách s cílem vzájemné zastupitelnosti,
- budování obnovitelných zdrojů v místě spotřeby (typicky: domácí střešní solární elektrárny respektive kogenerační jednotky), případně i akumulace energie – distribuovaná energetika s minimálními nároky na přenosová vedení,
- dálková přenosová vedení propojující geografické oblasti spříznivými podmínkami pro budování elektráren (typicky: větrná pobřeží) směry spotřeby elektřiny (typicky: města, průmyslové zóny),
- chytré elektrické sítě (smart grids) a chytré elektrické spotřebiče, které si na principu internetu věcí (Průmysl 4.0) nakupují a využívají elektrickou energii v době její hojnosti a na místech její hojnosti, kdy je též nejlevnější. Ty mají široké pole racionálního uplatnění i v dopravě, například v oblasti optimálního řízení nabíjení akumulátorů aktuálně dopravně nevyužitých parkujících elektrických automobilů,
- úložiště elektrické energie, umožňující akumulaci přebytečné elektřiny v době převisu její nabídky nad spotřebou a její uvolňování v době převisu poptávky po elektřině nad její okamžitou výrobou. Ta využívají různé fyzikální principy (změna polohové energie vody, elektrochemické akumulátory, tepelné akumulátory, ...). Patří k nim i elektrolyzéry, přeměňující elektřinu na vodík (H_2), který je z důvodu snazší zpracovatelnosti transformován na metan (CH_4). Tím je vytvořen obnovitelný zdroj zemního plynu.

Cenové mechanismy a nástroje

Je pochopitelné, že v první fázi zavádění nových technologií je jejich finanční podpora z veřejných zdrojů nutností, jinak by se neprosadily vedle již zavedených a široce využívaných a rozprostřených tradičních principů, které již mají období vysokých vývojových a zřizovacích nákladů dávno za sebou, a nyní již těží z výhod z rozsahu a z výhod ze struktury.

Na druhé straně nelze dotacemi příliš deformovat cenu elektřiny a trh s elektřinou, neboť právě v čase a v geografické poloze proměnná cena elektřiny jsou velmi účinným nástrojem ke zdravému rozvoji energetiky:

- v čase proměnná cena elektřiny je motivací k vývoji inovativních technologií v oblasti akumulace (ukládání, skladování) elektrické energie a k investicím do jejich výstavby,
- v závislosti na geografické poloze proměnná cena elektřiny je motivací k vývoji inovativních technologií v oblasti

dálkových přenosů elektrické energie a k investicím do jejich výstavby.

Se správnou funkcí trhu souvisí i internalizace externalit, důsledně neanonymní uplatnění zásad „uživatel platí“ a „znečišťovatel platí“. K rovnováze veřejných financí nestačí nabídat subjekty radami, aby pilně vytvářely hodnoty a aby rozumně utrácely. Tyto úkoly musí být jasně definovány a důsledně vyžadovány. Hospodaření s veřejnými penězi je proto tradičně řízeno finančním rozpočtem.

Cena elektřiny

Při určitém zjednodušení lze spotřebitelskou cenu elektřiny odebrat z distribuční sítě rozdělit na tři složky:

- a) platba za spotřebovanou energii (kWh), která kryje náklady spojené s výrobou elektřiny,
- b) platba za služby distribuční soustavy, která kryje náklady spojené s fungováním přenosové soustavy a distribuční sítě, tedy s tím, že spotřebitel dostane sjednaný výkon (kW) v čase a v místě, kde jej potřebuje,
- c) příspěvek na obnovitelné zdroje, kterým spotřebitel přispívá subjektům, které se již dobrovolně rozhodli nahrazovat neperspektivní fosilní zdroje výrobou elektřiny z obnovitelných zdrojů, ačkoliv to ještě není finančně výhodné (náklady a přiměřený zisk převyšují tržní cenu elektřiny).

Elektrická energie a železnice

Výše uvedená tříložková cena elektřiny se v ČR vztahuje na všechny spotřebitele, včetně železnice. V některých zemích EU však tomu tak není, železnice je osvobozena od platby příspěvku na obnovitelné zdroje. Logicky proto i v ČR vznikají iniciativy respektive diskuse, směřující k oproštění železnice od této platby.

Cílem následujícího textu není posouzení oprávněnosti požadavku na osvobození železnice zprávného hlediska, tedy z úhlu pohledu zákonů (k tomu existují povolanejší osoby), ale z úhlu pohledu fyziky a ekonomiky. Přitom jsou posuzovány tři kategorie:

- a) uplatnění obnovitelných zdrojů na železnici,
- b) vnímání extramodálních úspor jako obnovitelného zdroje,
- c) motivace k energeticky a klimaticky úsporným technologiím.

Uplatnění obnovitelných zdrojů na železnici

Tak jako v jiných odvětvích lidské činnosti vznikají i nápady na uplatnění obnovitelných zdrojů na železnici. Za pozornost nepochybně stojí myšlenka přímého solárního napájení autonomního nákladního vlaku. Každý jeho vůz je opatřen střešními fotovoltaickými panely a trakčním motorem tomu odpovídajícího nevelkého výkonu. Ráno po východu slunce se vlak rozjede, pohybuje se po rovné přímé trati rychlostí kolem 30 km/h a večer po západu slunce se zastaví o cca 300 km dále.

Avšak na železnici existuje i obvyklejší a mnohem rozšířenější řešení, a tím je rekuperační elektrodynamické brzdění. Tradiční na železnici zavedenou formou brzdění vlaků a posunujících

dílů je ztrátové brzdění. A to jak třecí, se špalíkovou či kotoučovou brzdou, tak i dynamické, kdysi parním strojem (Riegenbachova protitlaková brzda), později hydrodynamické a elektrodynamické odporové. Jejich společným znakem je přeměna kinetické energie vlaku (zastavovací, respektive zpomalovací brzdění) či potenciální energie vlaku (spádové brzdění) v teplo.

Rozvoj elektrotechniky, zejména polovodičových měničů a elektronického řízení, umožňuje vybavovat elektrická trakční vozidla rekuperační brzdou. Trakční motory vozidel pracují při její činnosti jako generátory, vyrábějí elektrickou energii a navrací ji do trakčního vedení, ze kterého ji odebírají a využívají jiná vozidla. Na střídavém systému 25 kV ji též navrací přes trakční transformovny do distribuční soustavy, a to dosud bezplatně. Za pozornost stojí následující srovnání obnovitelných zdrojů na železnici a mimo železnici.

Obnovitelné zdroje na bázi využití potenciální energie

Mimo železnici

Léta protékala voda z vrchu do údolí bez užítu, její potenciální energie se měnila v peřejích v teplo. Podnikatel investuje do nákupu technického zařízení (vodní turbíny s generátorem), které mění potenciální energii vody na elektrickou energii a tuto dodává do distribuční sítě a je za to odměňován nadstandardní výkupní cenou.

Fyzikální princip přeměny potenciální energie vody na elektřinu popisuje vztah: $E = \eta \cdot m \cdot g \cdot h$

E ... získaná elektrická energie

η ... účinnost,

m ... hmotnost,

g ... tíhové zrychlení,

h ... rozdíl výšek.

Na železnici

Léta sjížděly vlaky z vrchu do údolí bez užítu, jejich potenciální

energie se měnila vbrzdách v teplo. Podnikatel investuje do nákupu technického zařízení (systém elektrodynamické brzdy, který využívá trakční motoru jako generátor), které mění potenciální energii vlaku na elektrickou energii a její přebytek dodává zdarma do distribuční sítě. Při odběru energie z distribuční sítě pro stoupání vlaku vzhůru platí též poplatek za obnovitelné zdroje.

Fyzikální princip přeměny potenciální energie vlaku na elektřinu popisuje vztah: $E = \eta \cdot m \cdot g \cdot h$

E ... získaná elektrická energie

η ... účinnost,

m ... hmotnost,

g ... tíhové zrychlení,

h ... rozdíl výšek.

Obnovitelné zdroje na bázi využití kinetické energie

Mimo železnici

Léta proudil vítr bez užítu, kinetická energie vzduchu se měnila v listech stromů v teplo. Podnikatel investuje do nákupu technického zařízení (větrné turbíny s generátorem), které mění kinetickou energii vzduchu na elektrickou energii a tuto dodává do distribuční sítě a je za to odměňován nadstandardní výkupní cenou.

Fyzikální princip přeměny kinetické energie vzduchu na elektřinu popisuje vztah: $E = \eta \cdot 0,5 \cdot m \cdot v^2$

E ... získaná elektrická energie

η ... účinnost,

m ... hmotnost,

v ... rychlost.

Na železnici

Léta zastavoval vlak bez užítu, kinetická energie zpomalujícího se vlaku se měnila vbrzdách v teplo. Podnikatel investuje do nákupu technického zařízení (systém elektrodynamické brzdy, který využívá trakční motor jako generátor), které mění kinetickou



energii vlaku na elektrickou energii a její přebytek dodává zdarma do distribuční sítě. Při odběru energie z distribuční sítě pro rozjezd vlaku platí též poplatek za obnovitelné zdroje.

Fyzikální princip přeměny kinetické energie vlaku na elektřinu popisuje vztah:

$$E = \eta \cdot 0,5 \cdot m \cdot v^2$$

E ... získaná elektrická energie

η ... účinnost,

m ... hmotnost,

v ... rychlost.

Jak vyplývá z obou srovnání, naplňuje rekuperační brzdění princip využívání obnovitelných zdrojů:

- spádové brzdění pracuje na stejných principech využití dříve nevyužívané potenciální energie, jako vodní elektrárny,
- zastavovací brzdění pracuje na stejných principech využití dříve nevyužívané kinetické energie, jako větrné elektrárny.

Principem poplatku za obnovitelné zdroje je spoluúčast těch, kteří nevložili vlastní kapitál do budování technických zařízení pro využití obnovitelných zdrojů elektrické energie, financování těchto zařízení jinými subjekty. Železnice však není na straně těch, kteří nevložili vlastní kapitál do budování technických zařízení pro využití obnovitelných zdrojů elektrické energie, nýbrž na straně těch, kteří vložili vlastní kapitál do budování technických zařízení pro využití obnovitelných zdrojů elektrické energie. To platí jak pro dopravce, tak pro provozovatele dráhy (SŽDC), neboť zákon o dráhách č. 266/1994 nařizuje provozovateli dráhy řídit se směrnicemi propojitelnosti. Technická specifikace pro interoperabilitu subsystému energie TS ENE ukládá provozovateli dráhy povinnost zajistit pro vozidla podmínky pro rekuperaci brzdové energie. Z hlediska těchto skutečností je zřejmé, že požadavek na osvobození železnice od poplatku na podporu obnovitelných zdrojů v ceně elektřiny je oprávněný, neboť díky využívání rekuperačního spádového i zastavovacího brzdění je sama ve své lokální distribuční síti, kterou pevná trakční zařízení představují, provozovatelem obnovitelných zdrojů energie.

Energetická, klimatická a environmentální politika EU a ČR

Cílem politiky ochrany klimatu Evropského společenství je zastavit další oteplování Země, a to programovým odklonem od používání fosilních paliv. K tomu jsou využívány dva nástroje:

- zvýšení podílu obnovitelných zdrojů energie,
- zvýšení energetické účinnosti.

Aktuální dokumenty (Závěry o rámci politiky v oblasti klimatu a energetiky do roku 2030 - SN 79/14 z 23. 10. 2014 a Zimní energetický balíček EU ze 30. 11. 2016) kvantifikují cíl i oba nástroje v úrovni roku 2030 následovně:

- snížit produkci oxidu uhličitého (tedy snížit spotřebu energie fosilních paliv) o 40 %,
- zvýšit podíl obnovitelných zdrojů na 27 %,
- zvýšit energetickou účinnost (tedy snížit spotřebu energie) o 30 %.

Česká republika patří v přepočtu na jednoho obyvatele mezi státy s nejvyšší spotřebou energie a zejména mezi státy s nejvyšší

spotřebou energie fosilních paliv a tedy i s nejvyšší produkcí oxidu uhličitého. Již v úvodu zmíněnou produkcí přibližně 11 t CO₂ na obyvatele a rok předstihuje nejen průměr světa, ale i průměr EU a dokonce i Čínu. Tato varovná skutečnost je omlouvána tvrzením, že Česká republika je průmyslovou zemí. Tato argumentace je však lichá. Podle analýzy Ministerstva průmyslu a obchodu ČR, uvedené v Aktualizaci Národního akčního plánu energetické účinnosti ČR, je podíl dopravy na konečné spotřebě energie v ČR (29 %) téměř na úrovni podílu průmyslu v ČR (32 %). Mimořádně závažný je fakt, že v kontrastu s klesající spotřebou energie v průmyslu (v rozmezí let 2010 až 2015 poklesla o 4 %) a v domácnostech (v rozmezí let 2010 až 2015 poklesla o 2 %) má spotřeba energie v dopravě rostoucí tendenci (v rozmezí let 2010 až 2015 vzrostla o 4 %). To je do budoucích let naprosto nepřijatelné, zásadní změny jsou nutností.

Obnovitelné zdroje na bázi extramodálních úspor energie

Zanalýzy matematického energetického a uhlíkového modelu dopravy, jakožto zroboru statistických dat je zřejmé, že vměrné spotřebě energie (kWh/oskm, kWh/netto tkm) a vměrné uhlíkové stopě (g CO₂/oskm, g CO₂/netto tkm) jsou mezi jednotlivými dopravními módy zásadní rozdíly. Přitom je realitou, že dominantním dopravním módem je v ČR jak v oblasti přepravy osob, tak v oblasti přepravy věcí automobilová doprava, která ve srovnání s železnicí s elektrickou vozbou má jak v osobní, tak i v nákladní dopravě zhruba 7,5krát vyšší měrou energetickou náročnost. Podobně vyznívá i porovnávání v oblasti produkce oxidu uhličitého, kde je na straně železnice strategickou výhodou převažující vazba na elektrickou vozbu a tím na programově se snižující uhlíkovou stopu elektřiny (viz strukturální změny elektrárenství od emisních k bezemisním zdrojům).

Ke snížení energetické náročnosti dopravy jsou dvě možné cesty:

- zvýšení energetické účinnosti v rámci jednotlivých dopravních módů (intramodální úspory),
- převedení příslušné přepravy z energeticky náročného dopravního módu na energeticky úspornější dopravní mód (extramodální úspory).

V kontrastu s omezenými možnostmi intramodálních úspor jsou přínosy extramodálních úspor řádově větší. Například při převodu osobní či nákladní automobilové dopravy na železnici dochází k úspoře cca 87 % spotřeby energie, neboť energetická spotřeba železnice s elektrickou vozbou je zhruba 7,5krát menší než energetická spotřeba automobilů. Fyzikálně jde o součin 3krát nižšího trakčního odporu (ocelová kola s nízkým součinitelem valivého odporu versus pneumatiky a nižší aerodynamický odpor skupin vozů tvořících vlak oproti samostatně jedoucím vozidlům) a 2,5krát vyšší účinnosti trakčního pohonu (elektromotor versus spalovací motor): $3 \cdot 2,5 = 7,5$. Přitom dochází k náhradě do budoucna neakceptovatelných fosilních paliv elektrickou energií předpokladem budoucí výroby výhradně v bezemisních (obnovitelných) zdrojích, tedy s perspektivně nulovou uhlíkovou stopou.

Přesun přepravy z původního energeticky více náročného dopravního módu na cílový energeticky méně náročný dopravní mód, který je nutnou podmínkou aktivace extramodálních úspor je podmíněn splněním dvou podmínek:

- cílový dopravní mód musí být kapacitně schopen zajistit převedené přepravy,
- cestující (v případě přepravy osob), respektive přepravce (v případě přepravy věcí), musí být motivován cenou a kvalitou cílového dopravního módu, aby změnil své dosavadní dopravní chování, tedy aby opustil původní energeticky více náročný dopravní mód a přešel na cílový energeticky méně náročný dopravní mód.

Plnění usnesení vlády ČR č. 978/2015

Úspory fosilních paliv pro pohon dopravních prostředků jsou spojeny nejen s poklesem globálních exhalací, ovlivňujících zemské klima, ale i s poklesem lokálních exhalací (emisí procesů spalování), které poškozují zdraví obyvatelstva i přírodu. V zájmu ochrany zdraví obyvatelstva a přírody přijala vláda ČR svým usnesením č. 978/2015 Národní plán snižování emisí [5], navržený Ministerstvem životního prostředí a motivovaný péčí o zdraví národa. Ten ukládá Ministerstvu dopravy ČR úkol převést do roku 2030 ze silnic na železnice 30 % nákladní dopravy. V roce 2015 činily podle Ročenky dopravy 2015 [6] přepravní výkony silniční nákladní dopravy v ČR 57,2 miliard netto tkm/rok a přepravní výkony železniční nákladní dopravy v ČR 15,3 miliard netto tkm/rok. Při extrapolaci trendu růstu přepravních výkonů silniční nákladní dopravy podle skutečnosti let 2010 až 2015 (střední nárůst 1,1 miliard tkm/rok) by byly v roce 2030 přepravní výkony silniční nákladní dopravy v ČR 73,3 miliard netto tkm/rok. Z toho je Ministerstvu dopravy uložen vládou ČR úkol převést na železnici 30 %, tedy 22 miliard netto tkm/rok.

Při extrapolaci trendu růstu přepravních výkonů železniční nákladní dopravy podle skutečnosti let 2010 až 2015 (střední nárůst 0,3 miliard tkm/rok) by byly v roce 2030 přepravní výkony železniční nákladní dopravy v ČR 19,7 miliard netto tkm/rok. S přičtením 22 miliard netto tkm/rok převedených podle výše citovaného vládního úkolu ze silnice na železnici, vychází pro rok 2030 přepravní výkony železniční nákladní dopravy v ČR 41,7 miliard netto tkm/rok. To je 2,73 násobek skutečnosti roku 2015.

Při předpokládání lineárního nárůstu přepravních výkonů nákladní železniční dopravy pro naplnění cílů roku 2030 tak, jak je stanoví Usnesení vlády ČR č. 978/2015 vychází potřebný každoroční meziroční nárůst přepravních výkonů železniční nákladní dopravy v ČR o 1,8 miliardy netto tkm/rok.

Jak vyplývá z Ročenky dopravy 2016 došlo sice v ČR v roce 2016 k nárůstu přepravních výkonů nákladní železniční dopravy vůči roku 2015, avšak jen o 0,4 miliardy netto tkm/rok, nikoliv o požadovaných 1,8 miliardy netto tkm/rok, které jsou nutné pro splnění úkolu, který vláda ČR stanovila ve svém usnesení č. 978/2015. Tato skutečnost dokládá, že motivace přepravců k preferenci železniční dopravy před dopravou silniční, a tím k aktivaci přínosu extramodálních úspor (ty budou při splnění požadavku usnesení č. 978/2015 na převod 30 % nákladní dopravy ze silnic na železnici v cílovém stavu k roku 2030 činit 4,8 miliardy kWh/rok), je nedostačující. Při pokračování současného tempa růstu přepravních výkonů nákladní železniční dopravy by cíle ČR vochrane zdraví podle Ministerstvem životního prostředí zpracovaného Národního plánu snižování emisí nebyly splněny. Proto je plně na místě zvýšit atraktivitu železniční dopravy. Jako jedno z přijatých opatření může pozitivně působit snížení cen

dovozného v důsledku snížení nákladů na železniční dopravu tím, že v ceně elektrické energie pro železnici nebude účtován příspěvek na obnovitelné zdroje. To se pochopitelně týká nejen nákladní, ale i osobní dopravy, neboť i osobní automobily se významně podílejí na produkci zdraví škodlivých polutantů. Též i osobní železniční dopravě je značný potenciál extramodálních úspor energie při převedení části silniční dopravy na energeticky a environmentálně úspornější dopravu železniční.

Osvobození železnice od platby příspěvku na obnovitelné zdroje v ceně elektrické energie je důležitým stimulačním faktorem k přesunu části silniční dopravy na železnici. Vede k aktivaci významných extramodálních úspor energie, a tím i ke splnění usnesení vlády ČR č. 978/2015 – Národní plán snižování emisí.

Motivace k energeticky a klimaticky úsporným technologiím

V současnosti jsou obnovitelné zdroje elektrické energie dotovány, neboť s jejich budováním spojené náklady převyšují výnosy z prodeje elektrické energie za běžné tržní ceny. Ale úhrada rozdílu mezi náklady na elektrickou energii z obnovitelných zdrojů a tržní cenou elektřiny není programem do budoucna. Cílem OSN i EU a ČR je úplný odklon od používání fosilních paliv (uhlí, ropy a zemního plynu), neboť jedině úplným ukončením jejich spalování lze zastavit růst koncentrace oxidu uhličitého v zemské atmosféře a s ním i růst oteplování Země. Vývoj energetiky proto programově směřuje k výhradnímu používání pouze obnovitelných zdrojů energie. Obnovitelné zdroje nebudou žádnou výjimečnou kategorií, jiné než obnovitelné zdroje zaniknou. V delším horizontu proto nemohou být obnovitelné zdroje dotovány, energetiku nelze subvencovat jako celek.

Stíny minulosti

Situace v ČR je však odlišná. Chybou Poslanecké sněmovny Parlamentu ČR byl při projednávání zákona o podpoře solárních elektráren přijat nevhodný poslanecký pozměňovací návrh. Původní text zákona uváděl, že při poklesu investičních nákladů v důsledku poklesu cen fotovoltaických zařízení bude úměrně tomu snížena i výkupní cena elektřiny. Pozměňovací návrh doplnil limit snížení výkupních cen „nejvýše však o 5 % ročně“. Krátce po vstoupení zákona v účinnost však došlo vlivem zvýšení početnosti výroby fotovoltaických panelů k prudkému poklesu jejich ceny na 50 %. Ve všech zemích úměrně tomu poklesly výkupní ceny elektřiny, jen v ČR zůstaly v úrovni 95 %, neboť zákon neumožňoval snížit ji pod tuto mez.

Dopad na železnici

Smyslem solidárního příspěvku spotřebitelů elektrické energie na obnovitelné zdroje je zajištění budoucnosti. Je na čase oddělit od sebe minulost a budoucnost. Náklady ČR spojené s podporou obnovitelných zdrojů jsou však v ČR v zásadě mandatorním výdajem, jehož kořeny leží v minulých chybách. Jen minimálně plní roli podpory budoucího zdravého rozvoje energetické základny. V analogii jde spíš o splácení dluhů z uplynulých let, než o stipendia pro nadané studenty.

Dopady příspěvku na obnovitelné zdroje a díky tomu vysoké ceny

elektrické energie na železniční dopravu v ČR jsou tristní. Vozba vlaků má dvě alternativy: naftovou a elektrickou. Na tratích bez elektrizace nebyla jiná možnost, než používat vozidla poháněná naftou, ale na tratích, které byly na náklady státu elektrizovány, by se logicky dalo očekávat výhradní použití elektrické vozby. Ale není tomu tak. Nejen dopravci, ale i objednatelé dopravy v závazku veřejné služby (kraje) nezřídka i na elektrizovaných tratích provozují (respektive objednávají) vozidla poháněná naftou s poukazem, že je již vlastní, ale elektrická vozidla by museli nakoupit. Je realitou, že tuto argumentaci podporuje i vysoká cena elektrické energie, zahrnující i příspěvek na obnovitelné zdroje.

Projevem důsledků diskriminace elektrické vozby, ovlivněné i účtováním příspěvku na obnovitelné zdroje, je nákup nových vozidel poháněných naftou k provozu vlaků osobní dopravy na již elektrizovaných tratích, podpořený finančními prostředky z EU z programu OPD 1. Ta nahradila starší elektrická vozidla. K tomuto negativnímu vývoji došlo v Karlovarském kraji (trať Cheb – Most), Plzeňském kraji (trať Plzeň – Cheb) a v kraji Vysočina (trať Havlíčkův Brod – Jihlava – Horní Cerekev a Havlíčkův Brod – Žďár nad Sázavou).

Plnění usnesení vlády ČR č. 362/2015

Vláda České republiky přijala svým usnesením č. 362/2015 Státní energetickou koncepci [8], navrženou Ministerstvem průmyslu a obchodu. Ta pro dopravu stanoví v rozmezí let 2015 až 2030:

- snížit spotřebu ropných produktů o 8 889 mil. kWh/rok,
- zvýšit spotřebu elektrické energie o 1 944 mil. kWh/rok.

Významným nástrojem k tomu je elektrizace železnic. Vlivem vyšší účinnosti elektrického pohonu vůči spalovacím motorům a díky elektrickou vozbou umožněné aplikaci rekuperačního brzdění lze ušetřit při náhradě naftového pohonu pohonem elektrickým velké množství energie, a to zejména energie fosilních paliv. Užitím 1 kWh elektrické energie lze díky elektrické vozbě ušetřit podle charakteru provozu 3 až 4,5 kWh energie nafty.

S vědomím této energetické a environmentální úspornosti elektrické vozby navrhla SŽDC rozsáhlý plán elektrizace tratí. V souladu s tímto plánem již Centrální komise Ministerstva dopravy ČR schválila studie proveditelnosti k elektrizaci dalších 371 km železničních tratí (včetně podlimitních projektů). Elektrizací dalších železničních tratí budou vytvořeny nejen předpoklady pro docílení významných intramodálních úspor energie (náhrada naftového pohonu s nízkou účinností pohonem elektrickým s vyšší účinností plus efekt rekuperace brzdové energie), ale elektrizace tratí též přispěje i ke zvýšení atraktivity železniční dopravy. Ta vede ke vzniku značných extramodálních

úspor v souvislosti s přechodem silniční dopravy na atraktivnější dopravu železniční.

Závěr

Doprava a energetika jsou dosud řízeny odděleně. Výsledkem je neutěšený stav, kdy spotřeba energie pro dopravu trvale roste a její hodnota se již blíží spotřebě energie v průmyslu. Současná 97 % závislost energie pro dopravu v ČR na uhlovodíkových palivech, jejichž spalováním vznikají nebezpečné klimatické změny i zdraví škodlivé látky, je již v blízké budoucnosti neudržitelná. Skutečnost, že dopravci z ekonomických důvodů provozují i na elektrizovaných tratích vozidla poháněná naftou, a to i na objednávku krajů a s finanční podporou krajů i státu, je alarmující. Vrcholem těchto deformací je s podporou z fondů EU již uskutečněný i plánovaný nákup nových naftou poháněných vozidel, určených pro trať již elektrizované nebo zařazené v plánu elektrizace.

Je velmi potřebné řešit téma dopravy a energetiky společně. Jedním z jasných a snadno a rychle proveditelných opatření je odstranění ekonomických deformací, které vedou dopravce i objednatele dopravy k energeticky nesprávným rozhodováním a jednáním. Mezi jinými jde o odstranění nynější diskriminace elektrické vozby příspěvkem na obnovitelné zdroje, kterým klimaticky a environmentálně nepříznivá naftová vozba zatížena není. To se týká jak železniční, tak i městské dopravy.

Literatura

- Jiří Pohl, *Vize rozvoje elektromobility*, Vědeckotechnický sborník ČD č.42/2016
- Roman Štěrbá, *Poplatky za obnovitelné zdroje energie znevýhodňují ekologickou elektrickou trakci na přepravním trhu*, Vědeckotechnický sborník ČD č. 43/2016
- Jaroslav Tichý, *Využití fotovoltaických článků k přímému napájení železničních vozidel*, Diplomová práce DF JP Univerzita Pardubice 2012
- *Aktualizace Národního akčního plánu energetické účinnosti ČR*, MPO ČR 2017
- *Národní plán snižování emisí ČR*, MPO ČR 2015
- *Ročenka dopravy 2015*, MD ČR 2016,
- *Ročenka dopravy 2016*, MD ČR 2017,
- *Státní energetická koncepce ČR*, MPO ČR 2015

převzato: Vědeckotechnický sborník ČD č.44/2017 (redakčně zkráceno)



Výzkumný projekt

INTELIGENTNÍ REGIONY

Řešitel

ÚSTAV TECHNICKÝCH
ZAŘÍZENÍ BUDOV



VYSOKÉ UČENÍ FAKULTA
TECHNICKÉ STAVEBNÍ
V BRNĚ

Informační modelování budov a sídel,
technologie a infrastruktura
pro udržitelný rozvoj



www.intelligentniregiony.cz
smart@fce.vutbr.cz

Projekt „Intelligentní regiony - informační modelování budov a sídel, technologie a infrastruktura pro udržitelný rozvoj“ č. TE02000077 je podporován programem Centra kompetence Technologické agentury České republiky.

Cílem projektu je vytvořit multidisciplinární a interdisciplinární systém spolupráce mezi podniky a výzkumnými organizacemi pro rozvoj energeticky účinných a k životnímu prostředí šetrných technologií, systémů, zařízení, komponent, metodik a strategií pro inteligentní budovy v regionech.



**Informační modelování
území**

digitalizace informací
o stavebních objektech,
prostorové analýzy nad 3D
modelem města

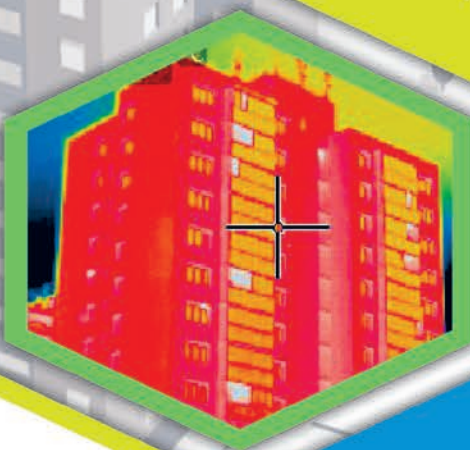
**Energetický
management a online
sledování spotřeb
energií**

online monitoring spotřeb
energií s využitím internetu
věcí

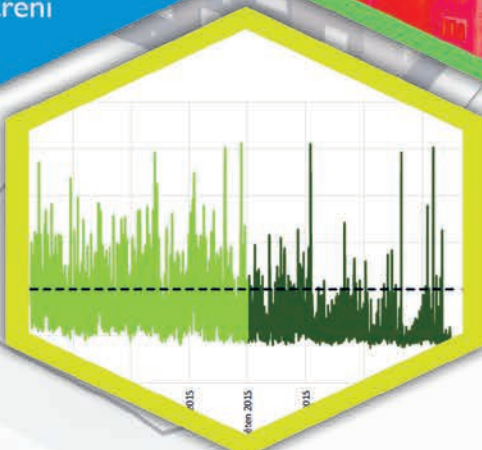
**Monitoring a
vyhodnocení kvality
vnitřního prostředí**
monitoring teploty, vlhkosti
a CO₂ pro administrativní
budovy, bytové domy a školy



**Energetické posouzení
budov a efektivní
využívání energií**
dynamické simulace potřeb
energií a ekonomické
hodnocení úsporných
opatření



**Modelování tepelných
sítí a optimalizace
energetických toků**
modelování přenosu energie
mezi sítěmi a budovami a
ukládání energie



**3D zachycení a
digitalizace reality**
laserové skenování území,
3D modelování budov,
vegetace a infrastruktury

Kongresové centrum Praha

zaručená úspora energie
a nákladů díky metodě EPC

optimalizace spotřeby energií

Rekonstrukce technického zázemí šetří ročně miliony

Společnost ENESA ze skupiny firem ČEZ ESCO realizovala v budově Kongresového centra Praha (KCP) jeden z největších tuzemských projektů garantovaných energetických úspor (EPC), který při počáteční investici 126 mil. Kč ušetří ročně na energiích 21,6 mil. Kč a umožňuje snížit jejich spotřebu až o 30%.

Investici si vyžádaly modernizace centrální kotelny se 4 novými výkonnými kotli a nová kogenerační jednotka pro výrobu elektřiny a tepla. Důkladnou rekonstrukcí prošel i systém vzduchotechniky, řízený pomocí čidel CO₂, který umožňuje optimalizaci objemu energie na ohřátí, příp. chlazení vzduchu v sálech. Další úspory přináší nové LED osvětlení s plynulou regulací intenzity a individuální systém kontroly teploty (IRC) v jednotlivých místnostech. Dohled nad energetickým provozem řídí centrální dispečink s novou vizualizací technologických procesů.

www.cezesco.cz



ČEZ ESCO

ENERGY
SERVICE
COMPANY



NDC ON
logic

Realizace řešení Vašeho projektu intelligentně a s Vámi.

› efektivní a výkonné ICT systémy pro dopravu, energetiku, telco, zdravotnictví, environmentální a agro průmysl › inteligentní dopravní systémy, inteligentní dopravní management a jiné systémové integrace související s automatizací a robotizací průmyslu a infrastruktury › systémová integrace a poskytování ICT služeb zákazníkovi "na míru" › sofistikované úlohy v automatizaci › realizace zpracování a vyhodnocování tzv. velkých dat "big data" › unikátní SW řešení na míru našeho zákazníka motivované efektivností jeho provozu, výroby, služeb úsporou provozních financí zákazníka



THE SMART SOLUTION

**EFEKTIVNÍ
INTELIGENTNÍ
IT A ICT
SYSTÉMY**

- INFORMAČNÍ A KOMUNIKAČNÍ TECHNOLOGIE
- INTELIGENTNÍ IT SYSTÉMY ŘEŠENÍ
- MĚŘICÍ SYSTÉMY, DIAGNOSTICKÉ A METROLOGICKÉ SYSTÉMY
- SPRÁVA "BIG DATA", DATOVÉ FARMY, DATA WAREHOUSING A DATABÁZOVÉ SYSTÉMY

■ www.ndconlogic.cz

Diagnostický vlak DJ NDT



SŽDC v posledním období investuje nemálo finančních prostředků do obnovy svých speciálních vozidel. Po nákupu strojů pro údržbu a opravy železniční infrastruktury se do popředí dostává i otázka měřicích a diagnostických prostředků, které provozuje TÚDC (Technická ústředna dopravní cesty).

V roce 2014 vyhlásila SŽDC výběrové řízení na dodání ucelené tří vozové diagnostické jednotky nedestruktivního měření tratí (DJ NDT). Vítězem výběrového řízení se v březnu 2015 stala firma NDCon LOGIC a.s. z Prahy. Samotnou přestavbu vozidel zadala subdodavatelsky firmě CZ LOKO, která ji z důvodu zaplnění vlastních výrobních prostor provedla v najaté hale v DKV Česká Třebová. Dodávku měřicího podvozku zajistila jako druhý subdodavatel společnost MÁV Központi Felépítményvizsgáló z Maďarska. Vlastní měřicí systémy dodaly firmy PLR (Magdeburg) a Tvema (Moskva). Dokončenou jednotku firma NDCon Logic představila na Czech Raildays tohoto roku a společně s kooperanty ji v červnu 2017 slavnostně předala SŽDC.

Oproti dosavadní praxi se nejedná o pouhý měřicí vůz, ale po vzoru světových železnic o ucelenou obousměrnou jednotku. DJ NDT vznikla z modernizovaných starších vozů a skládá se z řidičského, měřicího a hnacího vozu. Souprava o délce 73,8 m má maximální rychlost 110 km/h, celkovou hmotnost 150 t (hnací vůz 58 t, měřicí vůz 49 t, řidičský vůz 42 t) a nejvyšší hmotnost na nápravu 16 t.

Hnací vůz 99 54 9 162 002-2 vznikl přestavbou motorového vozu 850.006. Kabina strojvedoucího je konstruována pro práci tří osob - strojvedoucího, pilota a obsluhu lokalizačního systému HOST (standardní systém u TÚDC). Řídicí systém DJ NDT je vybaven automatickou regulací rychlosti.

Vložený měřicí vůz 99 54 9 362 003-4 vznikl přestavbou z poštovního vozu řady Postw. Mezi běžnými podvozky je nově umístěn měřicí podvozek, který se nachází v bezprostřední blízkosti měřicí místnosti a slouží pro nesení a vedení vlastních měřicích systémů. Diagnostická jednotka je schopna detekovat defektoskopické vady při rychlosti až 70 km/h.

V měřicím voze je na stanovišti měřičů umístěno vše potřebné pro kontrolu správné funkce všech měřicích systémů. Na obrazovce operátoři kontrolují rozpínání měřicího podvozku; pod pojmem rozpínání se rozumí přizpůsobování šířky podvozku aktuálnímu rozchodu, tedy rozchodu 1 435 mm zvětšenému nebo zmenšenému o příslušné tolerance, aby měřicí kola byla vždy ve styku s kolejnicí (za tím účelem má měřicí podvozek dělený rám). Pro orientaci mají operátoři k dispozici snímky po 20 m z přední i zadní kamery, jež jsou

ukazovány rovněž na obrazovce. Měření je možné provádět při rychlostech do 70 km/h na bezstykových tratích, resp. do 50 km/h na stykovaných kolejích, ovšem v závislosti na geometrické poloze koleje může být rychlost i nižší. Plánovaný denní výkon měření je cca 200 km.

Technologické počítače všech měřicích systémů (VT, UT, ET plus PC pro správu dat) jsou rozloženy do dvou stojanů, které jsou zabudovány přímo nad měřicím podvozkem. Všechny technologické počítače jsou kryty zálohou UPS pro doměření a uložení naměřených dat, v případě výpadku elektrické energie.

Řídicí vůz 99 54 9 362 004-2 vznikl přestavbou z obytného vozu dřívější soupravy DS NDT (Diagnostická souprava nedestruktivních technologií) pro defektoskopické měření vad kolejnic. V řídicím voze jsou další tři lůžková kupé pro potřeby posádky, kuchyňka a sociální zázemí, konferenční místnost. Vytápění celé jednotky je zajištěno pomocí naftového systému firmy Eberspächer a elektrickým kotlem. Klimatizace je dosazena v obytných částech v celé jednotce.

Pro udržení kontaktu (správné vazby) mezi sondou UT a kolejnicí se používá voda, pro níž jsou nádrže o celkovém objemu 12 000 l rozmístěny v celé jednotce. Toto množství technologické vody vyjde zhruba na jeden týden měření. Po vyčerpání zásob je nutné doplnění vody, k čemuž se využívají hasičské složky, které jsou nejoperativnější.

Režim měření vychází sezónně na období duben - říjen, a to kvůli vířivým proudům, které jsou měřitelné jen do venkovních teplot -5 °C, a kvůli vodě, aby nezamrzala (nemrzoucí směs se nepoužívá z ekonomických důvodů). S jednotkou budou měřeny především hlavní a předjízdové koleje, zatímco staniční koleje, výhybky a výhybkové konstrukce a tratě s nižší kvalitou geometrických parametrů koleje bude SŽDC nadále zajišťovat pomocí ručních defektoskopických přístrojů. V zimním období se tedy diagnostika sítě pomocí DJ NDT neprovádí, a proto je potřebné rozvrhnout kontroly tak, aby všechny tratě byly zkontrolovány v intervalech dle platných předpisů.

Práce na přestavbě vozů byly zahájeny v letních měsících roku 2015. V druhé polovině roku 2016 byla DJ NDT postupně výrobně dokončována a počátkem listopadu 2016 se provádělo měření a zkušební jízdy v okolí České Třebové. Zkoušky byly dokončeny v letošním dubnu a nyní bude do konce sezóny 2017 probíhat zkušební provoz jednotky, kdy bude sledována spolehlivost prováděných měření. Zahájení pravidelného provozu se předpokládá se začátkem měřicí sezóny 2018.

Energetické využívání odpadů a alternativních paliv v období 1989 – 2017



Energetickým využitím odpadů se rozumí spalování tuhých komunálních, nemocničních a průmyslových odpadů, jakožto i využívání tzv. alternativních paliv, která mají v odpadech svůj původ a to pouze v těch případech, kdy je vyrobená energie využívána a spalovaný odpad má pro její výrobu energetický přínos. Toto zjišťování slouží pro účely bilancování energetiky v ČR a nemůže odrážet všechny aspekty problematiky spalování odpadů (certifikace paliv, podíl biologicky rozložitelných složek atd.). Základním zdrojem aktuálních informací o zařízeních využívajících odpady je databáze ČHMÚ „Seznam spaloven odpadů v ČR“ v členění: zařízení pro tepelné zpracování odpadu; zařízení pro tepelné zpracování průmyslového a nemocničního odpadu; zdroje znečištění ovzduší povolené pro spoluspalování odpadu. Provozovatelé těchto zařízení a další subjekty jsou obesíláni výkazy energetické statistiky MPO ČR. Vzhledem k tomu, že tyto výkazy neumožňují plně zjišťovat energetické informace za jednotlivé dílčí kategorie spalovaných odpadů, či jednotlivé druhy alternativních paliv, bylo nutno přijmout určitá zjednodušení. Jednotlivá zařízení byla dle logiky rozdělena do těchto dílčích kategorií podle převažující vsázky, či technologie:

- Spalovny tuhého komunálního odpadu (ZEVO)
- Spalovny průmyslového a nemocničního odpadu
- Využívání odpadů a alternativních paliv v cementárnách a vápenkách
- Využívání odpadů a alternativních paliv v energetickém sektoru

Vzhledem k tomu, že je v tomto zkráceném přehledu sledováno pouze spalování odpadu, které slouží k výrobě energie, liší se výsledné hodnoty o hmotnosti takto využitého odpadu se souhrnnými hmotnostmi veškerého spáleného odpadu v ČR. Proto nejsou data publikovaná v tomto zkráceném přehledu srovnatelná s daty odpadového hospodářství ČSÚ a MŽP.

- Uvažovány jsou jen ty spalovny průmyslového a nemocničního odpadu, které ho skutečně energeticky využívaly a to včetně vlastní technologické spotřeby, přičemž spalovny průmyslového odpadu mohou spalovat též komunální odpad a naopak.
- Pro data od roku 2003 byly upřednostněny statistické výkazy MPO a ERÚ.
- Pro léta 1996–2002 bylo přednostně využito dat ČHMÚ, resp. starších databází spaloven odpadu.
- Pro léta 1988–1999 bylo možno použít jen přibližných

odhadů o provozu jednotlivých spaloven.

- U řady spaloven nebezpečného a průmyslového odpadu nejsou exaktně známy hodnoty výhřevností spalovaného odpadu ani vyrobeného a využitého tepla, problematický je odpočet podpůrného paliva.
- Vlastní spotřeba tepla na čištění spalin může být u některých spaloven velmi významná a může tak zkreslovat informace o možném využití odpadního tepla.

Publikovaná data v národní metodice se mohou, vzhledem k odlišné metodice výpočtu tepelné energie a rozdělení paliv, lišit od dat dosud publikovaných v databázích Eurostatu, nicméně výchozí databáze pro zpracování obou statistik jsou stejné. Není-li u tabulek a grafů uvedeno jinak, zdroj dat je MPO ČR.

Spalovna je technologické zařízení sloužící ke spalování odpadu. Spalovny lze rozlišit na základě toho, zda spalují odpad samostatně nebo s příměsí ušlechtlejšího paliva, podle toho, zda využívají energii uvolněnou při spalovacím procesu k výrobě tepla nebo elektrické energie, nebo podle toho, zda spalují nebezpečné, komunální, či další druhy odpadu.

Spalovny tuhého komunálního odpadu (ZEVO).

V České socialistické republice byla jako první uvedena do provozu spalovna v Brně (dnes SAKO Brno, a.s.), vybudovaná v letech 1984–1989. Celková kapacita staré spalovny činila 240 tis. tun odpadu ročně, nebyla však nikdy zcela využita. Na počátku 21. století prošla spalovna rozsáhlou rekonstrukcí. Byly vybudovány dvě zcela nové linky na spalování odpadů, tím byla kapacita spalovny SAKO zvýšena na 248 tis. tun odpadů ročně. V rámci projektu byla postavena nová odběrová parní kondenzační turbína o výkonu 22,7 MW, která umožňuje provozování spalovny na optimální výkon i v obdobích s minimálním odběrem tepla. Spalovna po rekonstrukci je v trvalém provozu od podzimu 2011.

První projekční práce na výstavbě nové spalovny na likvidaci tuhého komunálního odpadu v Praze byly zahájeny koncem 70. let minulého století. V roce 1987 byl dokončen projekt a v září 1988 byla zahájena výstavba. Po mnoha peripetích bylo „Zařízení na energetické využití odpadu“ ZEVO Malešice uvedeno do provozu na podzim roku 1998. Ve spalovně proběhla na počátku 21. století rozsáhlá modernizace týkající se čištění spalin a výstavby kogenerační jednotky. Turbína o výkonu 17,6 MW byla uvedena do provozu v roce 2010. Spalovna je provozována společností Pražské služby, a.s. a její celková kapacita činí 330 tisíc tun odpadu ročně.

Další moderní spalovna komunálního odpadu byla v České republice uvedena do provozu v Liberci. Její výstavba byla zahájena v roce 1997 a v roce 2000 byla spalovna uvedena do trvalého provozu. Je vyprojektována na kapacitu 96 tisíc tun odpadu za rok. Ve spalovně je osazeno zařízení na výrobu elektrické energie o instalovaném výkonu 4,5 MW.

Zatím poslední projekt výstavby zařízení na energetické využití komunálního odpadu je realizován v Chotíkově u Plzně společností Plzeňská teplárenská, a.s. Jedná se o spalovnu s roštovým topeništěm, která je provozována jako kogenerační zdroj o elektrickém výkonu 10,5 MW a tepelném výkonu 31,7 MW. Tepelná energie je dodávána do SZT Plzeň.

Celková kapacita je 95 tisíc tun komunálního odpadu za rok. Spalovna byla v polovině roku 2016 uvedena do zkušebního provozu.

Mimo spaloven komunálního odpadu jsou v ČR v provozu také spalovny odpadu průmyslového. Ty byly budovány v druhé polovině 20. století především ve velkých chemických závodech. V České republice je momentálně v provozu 22 spaloven průmyslových a nemocničních odpadů, mezi kterými lze uvést průmyslové spalovny v lokalitách: Ústí nad Labem, Valašské Meziříčí, Zlín – Malenovice, Plzeň – Koterov, Jablonec, Kolín, Kralupy, Trmice, Ostrava, Prostějov, Pustiměř, Nové Město na Moravě, Jihlava a Strakonice.

Dále jsou v provozu spalovny v nemocnicích v Hradci Králové, Pardubicích, Benešově, Trutnově, Motole, Znojmě, Uherském Hradišti a v Luži – Košumberku.

Využívání alternativních nebo náhradních paliv a odpadů v cementářských pecích se datuje do první poloviny 80. let 20. století, kdy v rotačních pecích cementáren v Mokré a Čížkovicích bylo zahájeno spalování pneumatik. K výraznějšímu zájmu o využívání netradičních paliv v cementárnách došlo až po roce 1991. Nejprve bylo zahájeno využívání kapalných alternativních paliv a rozšiřováno používání drcených pneumatik a pryže. Postupně byla zařazována další alternativní paliva, jako například paliva vyrobená z vytríděných odpadů (TAP, TTS, ASAPAL, PALOZO a další), paliva vyrobená při likvidaci starých ekologických zátěží (Kormul, SNO, paliva z ostravských lagun a jim podobná), masokostní moučka, kafilerní tuk a další. TAP z průmyslových či živnostenských odpadů a z třídících linek separovaného komunálního odpadu vyrábí několik společností, např. OZO Ostrava s.r.o., Marius Pedersen a.s., FCC Česká republika, s.r.o., Rumpold s.r.o., AVE CZ odpadové hospodářství s.r.o., EcoWasteEnergy s.r.o. aj. Větší část TAP je vyráběna v České republice, zbytek pochází z dovozu ze zahraničí. V současné době dosahuje roční spotřeba alternativních paliv a odpadů v cementárnách a vápenkách zhruba 400 tisíc tun.

Využívání alternativních paliv ve velkých energetických zařízeních dosud nepřekročilo stadium spalovacích zkoušek. Od roku 2007 probíhá pokusné a provozní spalování omezeného množství paliv TAP v řadě energetických zařízeních. Historicky výjimečné spalovací zkoušky proběhly v roce 2007 v elektrárně Dětmarovice, kde bylo spalováno palivo NOLO 1 vyrobené při sanaci ekologické zátěže. Do této části statistiky je zařazeno i spalování odpadů (paliv) v závodních energetikách pocházejících z vlastní průmyslové výroby, které nelze podle metodiky Eurostatu zařadit do kategorií klasických paliv. Nejedná se však o významná množství.

Rozdělení alternativních paliv zařazených v přehledu

- Kapalná alternativní paliva a odpady: ZPO; surový odpadní benzín; SLO; OXO; OSB; odpadní ředidla; odpadní oleje; KAP; ETO 10; ETO; Energooil; AROL aj.
- OZE: MKM; kafilerní tuk; čistírenské kaly; Lipix aj.
- Pneu: Pneumatiky celé i drcené; TAP Pryž; Paltas; ALTPAL MP05 aj.

- Tuhá aditivní paliva: Kormul; sludge; SNO; TPS NATUR; paliva a odpady z lagun; aj.
- Tuhá alternativní paliva: ASAPAL; TAP RUMPOLD; TTS O; TAP Lafarge; Paloza; Paloza II; S.E.R.B.– REKLA; nerozlišená TTS; dovozová TAP, SRF aj.
- Odpad – deklarovaný průmyslový odpad a jinam nezařazený odpad

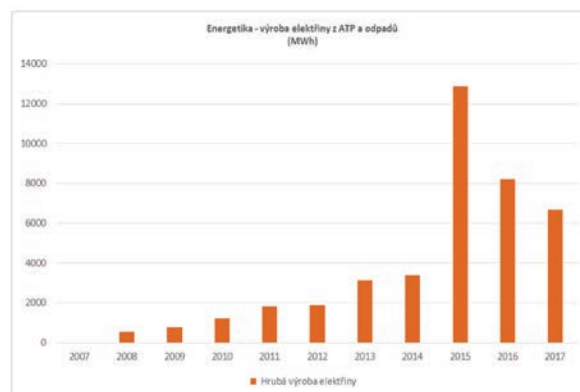
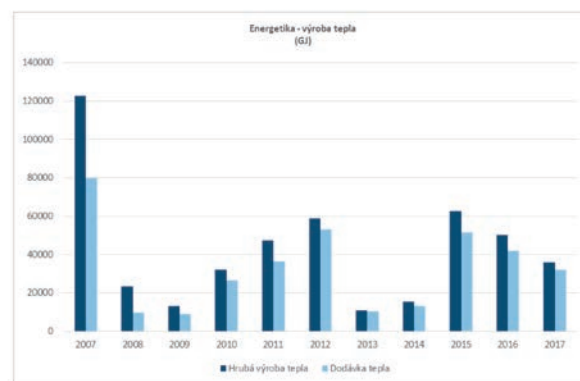
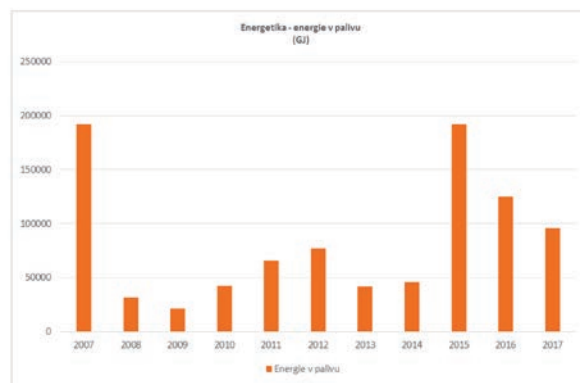
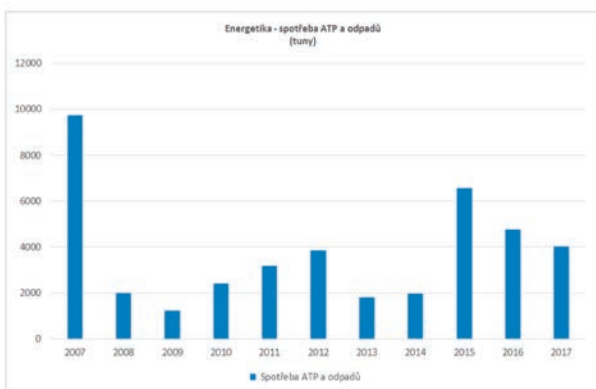
Použité zkratky

- TKO tuhý komunální odpad
- BRKO biologicky rozložitelná část komunálního odpadu
- PRO průmyslový odpad
- ATP alternativní palivo
- MKM masokostní moučka
- NO nebezpečný odpad
- TAP tuhá alternativní paliva
- ZEVO zařízení energetického využití odpadů
- ERÚ Energetický regulační úřad
- MPO Ministerstvo průmyslu a obchodu
- ČHMÚ Český hydrometeorologický ústav
- ČSÚ Český statistický úřad

zdroj: www.mpo.cz

Využívání alternativních paliv a odpadů v energetice

Rok	Spotřeba ATP a odpadů	Energie v palivu	Hrubá výroba elektřiny	Hrubá výroba tepla	Dodávka tepla
	tuny	GJ	MWh	GJ	GJ
2007	9 745	191 966	0	122 570	79 756
2008	2 002	31 327	553	23 300	9 692
2009	1 228	21 267	763	13 194	8 856
2010	2 420	42 005	1 230	32 065	26 444
2011	3 189	65 449	1 828	47 161	36 375
2012	3 875	76 925	1 874	58 754	52 923
2013	1 807	41 862	3 125	10 947	10 171
2014	1 978	45 912	3 383	15 448	13 168
2015	6 567	191 935	12 851	62 624	51 588
2016	4 765	125 160	8 221	50 229	41 959
2017	4 026	95 951	6 674	35 920	31 924



[O nás](#)
[Články](#)
[Časopis](#)
[Publikace](#)
[Katalog firem](#)
[Kalkulátory](#)
[Ke stažení](#)
[Kontakt](#)

Kategorie článků

kotle a kotelný

hořáky

otopné soustavy

otopná tělesa

krby a kamna

příprava teplé vody

centrální zásobování teplem

chyby a poruchy

výměníky

rekuperační

kogenerace

potrubí a armatury

nářadí a přístroje

měření a regulace

software

montáž

servis

chladicí soustavy

čerpadla

klima

mikroklima

teplonosné látky

ventilátory

voda

sanitární technika

ekologie

tepelná čerpadla

akumulace energie

izolace

obnovitelné zdroje energie

tradiční zdroje energie

spalinové cesty

vzdělávání

společnost

bezpečnost a zdraví

výstavy a veletrhy

historie

legislativa

ekonomika a obchod

Katalog firem

Aktuální vydání časopisu

Předplatné

Archiv

tipy a triky, recenze, návody

Nejnovější články

voda

Ferrox TF1 Total Filtr

15.05.2018

měření a regulace

Experimentální měření výměníku tepla

15.05.2018

vzdělávání

Alternativní zdroje energie 2018

15.05.2018

Katalog firem

Vyberte lokalitu

Vyberte kraj

ROTHENBERGER nářadí a stroje, spol. s r.o.

Praha

wilo

WILO CS, s.r.o.

Čestlice

REHAU

REHAU, s.r.o.

Čestlice

WOLF

WOLF Česká republika s.r.o.

Brno

AUDRY

AUDRY CZ a.s.

Hradec Král.

Kalendář akcí

14.05.2018 - 18.05.2018

IFAT

15.05.2018 - 18.05.2018

AQUATHERM KYJEV

16.05.2018 - 17.05.2018

IEEX

16.05.2018 - 19.05.2018

CLIMATAQUATEX

16.05.2018

Řešení a trendy pro snižování energetické náročnosti budov

17.05.2018

Technologie pro systémy zásobování teplem

- snadné a rychlé vyhledávání
- články předních odborníků
- rozsáhlý archiv
- bezplatný přístup do všech sekcí
- přehledný katalog firem →→→
- možnost prezentace Vaší firmy
- aktuální kalendář akcí
- vlastní kanál na YouTube
- nová služba pro projektanty, obchodníky a servis

Parní otopné soustavy v průmyslu

Dr. Ing. Milan Kubín, ENEX GROUP s.r.o., Praha

2. část

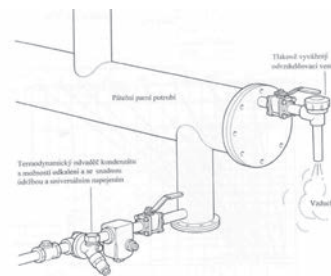


Pokračování článku z předchozího čísla magazínu NEW ENERGY

● odvzdušnění

Při najíždění parní soustavy po odstávce zařízení do provozu je parní potrubí obvykle plné vzduchu. Dále do parního potrubí spolu s párou vstupují i nezkondenzovatelné plyny, i když jejich běžný podíl je ve srovnání s párou velmi malý. Nezkondenzovatelné plyny se hromadí v parním potrubí a také v parních prostorech parních spotřebičů a výměníků tepla, kde často zůstanou po celou dobu provozu, pokud se nepodniknou kroky k jejich odstranění. Automatické odvzdušňovače pro parní soustavy nejsou nic jiného než termostatické odvaděče kondenzátu, které jsou umístěny nad nejvyšší možnou hladinou kondenzátu, takže se jimi může odvádět pouze vzduch nebo parovzdušná směs. Nejvýhodnější umístění automatických odvzdušňovačů je na konci páteřního parního potrubí a na konci odboček velkých průměrů. Na obr. 13 je znázorněno použití T kusu, který zajišťuje odvzdušnění a zároveň napojení odvaděče kondenzátu pro odvodnění. Vyústění odvzdušňovacího potrubí musí být do bezpečného místa tak, aby nedošlo k případnému ohrožení osob. V technické praxi se často odvzdušňovací potrubí napojuje do kondenzátního potrubí, kde je atmosférický tlak a odvzdušnění se provede až ve sběrné nádrži

kondenzátu. Toto řešení způsobuje vyšší korozi kondenzátního potrubí a nelze jej použít tam, kde je možnost určitého přetlaku v kondenzátním potrubí.



Obr. 13 Odvodnění a odvzdušnění na konci potrubí

● kompenzace tepelných dilatací

Každé potrubí je obvykle montováno při teplotě okolního vzduchu. Potrubí, kterým proudí horké kapaliny, voda nebo pára, se zahřeje na vyšší teplotu, než je teplota okolního vzduchu. Důsledkem ohřátí potrubí a tepelné roztažnosti materiálu potrubí vznikají délkové dilatace potrubí. Velikost dilatace je

možné snadno spočítat nebo odečíst z příslušného grafu. Potrubní trasa musí být dostatečně pružná, aby byla schopna vyrovnat délkové dilatace jednotlivých úseků při zahřívání na provozní teplotu. V mnoha případech má potrubní trasa dostatečné přirozené kompenzační schopnosti díky vhodné délce a velké členitosti potrubí (oblouky, kolena, atd.) a nevznikají tak přídavná napětí od délkových dilatací. V ostatních případech je nutné zabudovat kompenzátory délkových dilatací do potrubní trasy. Délkové dilatace potrubí je nutné vzít do úvahy zejména tam, kde je provedeno odvodnění páteřního parního potrubí do souběžného kondenzátního potrubí. V takovém případě (viz obr. 14) je nutné pamatovat na vzájemné dilatace obou potrubí. Teplota parního potrubí je o mnoho vyšší než teplota vratného kondenzátního potrubí a obě přípojná místa se vzájemně posouvají při najíždění systému do provozu. Potrubí spojující sestavu odváděče kondenzátu a vratné kondenzátní potrubí musí umožňovat vzájemné dilatace potrubí, aby nedošlo k nepřípustnému namáhání spojovacího potrubí. Rozsah dilatací páteřního potrubí a odboček je možné snížit předpětím za studena při vlastní montáži potrubí. Nejprve se stanoví celkový přírůstek délky potrubí pro každý úsek mezi pevnými body potrubní trasy. Potrubí se při montáži zkrátí o polovinu vypočtených přírůstků délky a přitažením šroubů a matic přírub se potrubí prodlouží do požadované délky a vznikne předpětí v jednom směru. Při ohřívání potrubí (najíždění parní soustavy do provozu) se potrubí prodlouží o polovinu přírůstků délky a není namáháno napětím. Při dosažení provozního stavu se potrubí prodlouží opět o polovinu přírůstků délky a v potrubí vznikne napětí opačného směru. Výsledkem je nahrazení mřivého napětí v potrubí střídavým napětím, které je z hlediska namáhání materiálu méně nebezpečné, což vede k lepšímu využití materiálu (menší tloušťka stěn). V praktických podmínkách je do potrubí, mezi přírubami, vložen vyrovnávací kus, který má poloviční délku, než je celkový přírůstek délky potrubí. Po zakotvení potrubí se vyrovnávací kus odstraní, příruby potrubí se přitáhnou šrouby a tím vznikne předpětí v potrubí, které vyrovná polovinu dilatace. Situace je znázorněna na obr. 15. Zbývající část dilatace je pohlcena přirozenou dilatační schopností potrubí. Pokud potrubí nemá dostatečnou dilatační schopnost, je nutné montovat kompenzátory tepelných dilatací. Kompenzátory dilatací jsou různé konstrukce. Pro zachycení délkových roztažností potrubí se nejvíce používají:

a) dilatační smyčka

Kompenzátor se skládá z potrubí, které je stočeno do smyčky. Montuje se přednostně ve vodorovné poloze, aby byl možný bezproblémový odtok kondenzátu. Potrubí kompenzátoru musí klesat ve směru proudění kondenzátu, tj. výstupní strana prochází pod vstupní stranou. Smyčka nevyvozuje sílu působící proti dilataci jako u některých jiných kompenzátorů, ale vlivem tlaku páry uvnitř smyčky má kompenzátor mírnou snahu se rozvinout. Tento jev působí dodatečné pnutí na přírubách. Dilatační smyčka je znázorněna na obr. 16.-

b) U kompenzátor a lyrový kompenzátor

Tyto typy kompenzátorů se používají v případech, pokud je dostatek prostoru. Ze stejných důvodů jako dilatační smyčka (tj. bezproblémový odtok kondenzátu) se montují přednostně ve vodorovné poloze. U těchto typů kompenzátorů nedochází ke

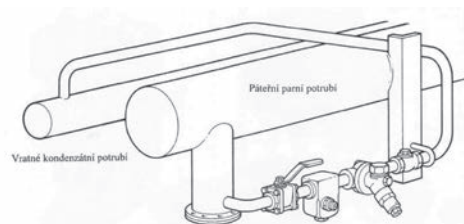
snaze o rozevření konců smyčky od sebe vlivem přetlaku páry, ale ve smyčce vzniká mírný narovnávací efekt. K tomu dochází vlivem tvaru smyčky, vznikající síly jsou však osově a nezpůsobují narušení sousosty přírub. Pokud je U kompenzátor nebo lyrový kompenzátor namontován ve svislé poloze obloukem nahoru, potom musí být odvodňované místo na vstupní straně kompenzátoru. U kompenzátor může být vyráběn z rovného potrubí požadovaných délek a kolien. Návrhový diagram je možné použít do maximálních tlaků páry 17 bar a teplot 260° C a neumožňuje použití montáže s předpětím za studena. Měděné kompenzátory se používají na měděných kondenzátních potrubích, které se používají v zahraničí pro svou vysokou korozní odolnost. Lyrový kompenzátor je znázorněn na obr. 17.

c) ucpávkový kompenzátor

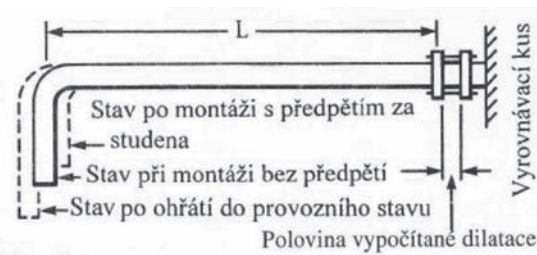
Ucpávkový kompenzátor jsou často používány pro své minimální prostorové nároky. Při použití ucpávkových kompenzátorů je nutné dostatečné ukotvení potrubí, neboť tlak páry působící na mezikružní posuvné části kompenzátoru, má tendenci odtlačovat posuvné části kompenzátoru a působit proti silám vyvozených dilatací. Porušení sousosty způsobí, že se kompenzátor prohne. Pravidelná údržba ucpávky je nutná. Ucpávkový kompenzátor je znázorněn na obr. 18

d) vlnovcový kompenzátor

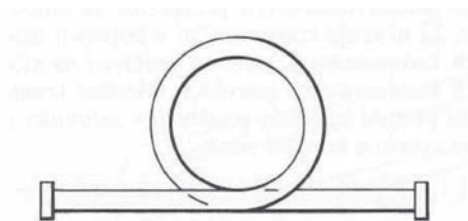
Jednoduchý vlnovcový kompenzátor (obr.19) má výhodu armatury nevybočující z obrysu potrubí (malé prostorové požadavky) a také nepotřebuje ucpávku, která vyžaduje pravidelnou údržbu. Vlnovcový kompenzátor má stejné nevýhody jako ucpávkový kompenzátor (tj. dostatečné ukotvení potrubí), neboť přetlak páry uvnitř kompenzátoru má snahu roztáhnout vlnovec. Vlnovcový kompenzátor, pokud je vložen do dilatační sestavy (obr. 20), může zachycovat nejen osově dilatace, ale i boční a úhlové dilatace. Z hlediska optimálního zachycování tepelných dilatací je nutné, aby bylo parní potrubí dobře ukotveno v místech mezi pevnými body. Vhodně provedené ukotvení a správně provedená kompenzace tepelných dilatací parního potrubí musí též zajistit za provozu nezávislý sklon potrubí, který je nutný z důvodů dobrého odvodnění. Na obr. 21 uvedena ukázka typického pevného bodu, který využívá příruby potrubí nebo systém třmenu a návarků.



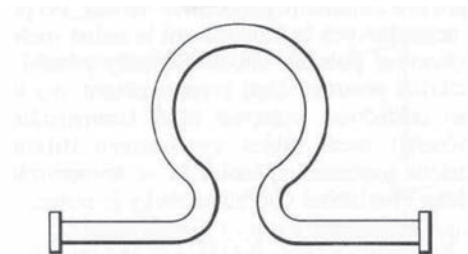
Obr. 14 Pružné napojení na vratné kondenzátní potrubí



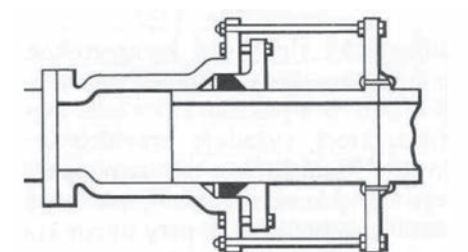
Obr. 15 Montážní předpětí potrubí



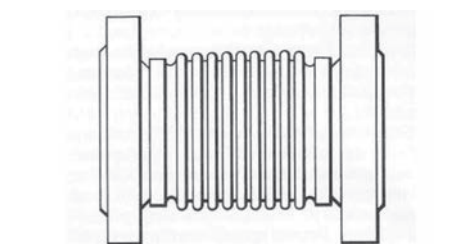
Obr. 16 Dilatační smyčka



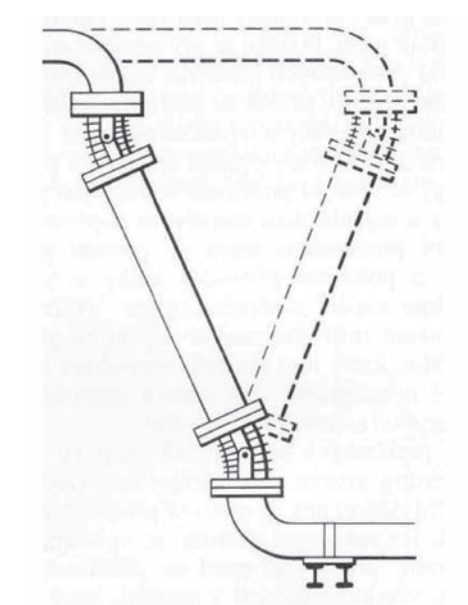
Obr. 17 Lyrový kompenzátor



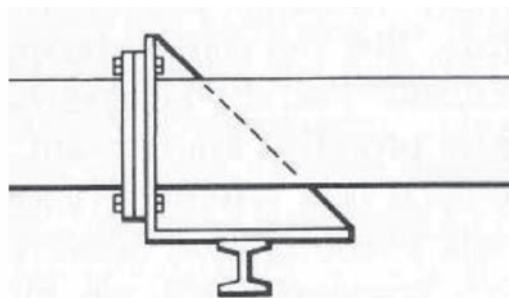
Obr. 18 Ucpávkový kompenzátor



Obr. 19 Vlnocový kompenzátor



Obr. 20 Vlnocový kompenzátor v dilatční sestavě potrubí



Obr. 21 Pevný bod potrubí

● snižování tepelných ztrát potrubí

Přehled vyráběných druhů tepelně izolačních materiálů a určení optimální tloušťky tepelné izolace není předmětem tohoto příspěvku. Je jasné, že má-li pracovat systém rozvodu páry co nejefektivněji, je nutné podniknout všechny nezbytné kroky, které omezí tepelné ztráty potrubí na ekonomické minimum. Ekonomicky nejvýhodnější druh a tloušťka tepelné izolace závisí na investičních nákladech tepelné izolace, ceně tepla přenášeného parou, na světlosti potrubí a jeho teplotě. Mnohé firmy považují za účelné propočítat a sestavit do tabulky ekonomicky nejvýhodnější tloušťky tepelné izolace pro všechny druhy a světlosti potrubí, pro každou určitou pracovní teplotu a s přihlédnutím k výrobním nákladům na teplo v dané společnosti firmě. Tabulka 2 udává tepelné ztráty neizolovaného vodorovného parního potrubí pro rozmezí teplot okolního vzduchu 10 až 21° C. Tyto ztráty jsou vypočteny na jednotku délky potrubí a pro podmínky volné konvekce. Na velmi exponovaných venkovních místech mohou být ztráty na jednotku délky potrubí troj- až pětinasobné (větrné lokality). Vhodně provedená izolace parního potrubí musí snížit tepelnou ztrátu potrubí na 5 až 10 % hodnot neizolovaného potrubí, přičemž účinek větru je také velmi potlačen. Tepelná účinnost izolace závisí na struktuře uzavřených vzduchových komůrek, které vytváří struktura inertního materiálu, např. minerální nebo skleněná vlna, různé pěnové materiály, atd. Je nutné, aby se materiál tepelné izolace nepotřhal a nebyl nasáklý vodou. Proto je nezbytné provádět ochranu tepelné izolace proti povětrnostním vlivům a poškození, zejména při venkovním umístění parního potrubí. Tepelná ztráta parního potrubí, které je obklopeno vodou nebo vodou nasáklou izolací, může být až 50 krát větší než tepelná ztráta stejného potrubí, které je obklopeno vzduchem. U parních potrubí, která vedou podmáčenou zeminou nebo kanály, kde je riziko zaplavení, musí být ochrana parního potrubí věnována náležitá péče. Je nutné mít na zřeteli, izolovat všechny horké části parního rozvodu včetně přírubových spojení potrubí, ventilů a ostatních armatur či tvarovek. Dříve bylo běžné neizolovat přírubové spoje potrubí, ventily a tvarovky z důvodů umožnění přístupu ke šroubovým spojmám pro usnadnění údržby. To znamenalo, že cca 0,3 m parního potrubí před přírubou nebylo záměrně izolováno a tím docházelo ke zbytečným tepelným ztrátám. (Tab. 2)

● ostatní

Nezastupitelnou roli pro správnou funkci celé parní soustavy mají odvaděče kondenzátu. Odvaděče, které odvodňují páteřní parní rozvody, musí být schopné bezchybně pracovat při maximálním tlaku páry v potrubí a zároveň musí mít dostatečnou kapacitu pro odvádění kondenzátu při daném diferenčním tlaku. První požadavek je možné splnit celkem lehce, neboť maxi-

Tepl. rozdíl pára vzduch K	Průměr potrubí									
	15 mm	20 mm	25 mm	32 mm	40 mm	50 mm	65 mm	80 mm	100 mm	150 mm
K	W/m									
56	54	65	79	103	108	132	155	188	233	324
67	68	82	100	122	136	168	198	236	296	410
78	83	100	122	149	166	203	241	289	360	500
89	99	120	146	179	205	246	289	346	434	601
100	116	140	169	208	234	285	337	400	501	696
111	134	164	198	241	271	334	392	469	598	816
125	159	191	233	285	321	394	464	555	698	969
139	184	224	272	333	373	458	540	622	815	1133
153	210	255	312	382	429	528	623	747	939	1305
167	241	292	357	437	489	602	713	838	1093	1492
180	274	329	408	494	556	676	808	959	1190	1660
194	309	372	461	566	634	758	909	1080	1303	1852

Tab. 2- Tepelné ztráty neizolovaného vodorovného parního potrubí při teplotách okolního vzduchu 10 až 21 °C a při volné konvekci (bez účinku větru)

mální pracovní tlak v potrubí je znám nebo jej lze snadno zjistit. Množství kondenzátu, které vznikne vlivem tepelných ztrát potrubí při daných provozních podmínkách a které musí odvádět kondenzát odvádět, může být vypočítáno nebo s dostatečnou přesností odečteno přímo z příslušné tabulky (viz odborná literatura). Musí být pamatováno i na to, že odvaděče kondenzátu, které odvodňují rozdělovače páry bezprostředně za kotlem, musí být schopny odvést vodu, která je unášena párou. Voda se dostane do páry přestříkem z kotle. Je proto vhodné dimenzovat kapacitu jednoho nebo více odvaděčů kondenzátu na rozdělovači cca na 10 % jmenovitého výkonu kotle. Velikost ostatních odvaděčů kondenzátu se sníženou kapacitou a s připojovacím rozměrem DN 15, pokud odvodňují parní potrubí o délce 50 m, je ve většině případů dostatečná. Pouze u kombinace velmi vysokých tlaků (nad 70 bar) a potrubí velkých světlostí je nutné použít větší odvaděče kondenzátu. Více pozornosti se musí věnovat návrhu odvaděčů kondenzátu pro parní potrubí, které se často najíždí a opět odstavuje. Musí se také vzít v úvahu, jak rychle má parní soustava najet na provozní tlak a teplotu. Jestliže je potřeba najet parní soustavu do 20 minut, potom vznikne trojnásobné množství kondenzátu oproti hodinovému množství kondenzátu. Během první fáze ohřívacího procesu se bude intenzita kondenzace minimálně rovnat průměrné intenzitě. Tlak v potrubí bude pouze nepatrně nad atmosférickým tlakem, tj. asi 0,07 bar nad atmosférickým tlakem. To znamená, že kapacita odvaděče kondenzátu bude úměrná okamžitému diferenčnímu tlaku. V takových případech, tj. tam, kde často najíždí parní soustava do provozu, je doporučeno použít odvaděč kondenzátu s normální kapacitou o světlosti DN 15. Větší odvaděče kondenzátu jsou zbytečně drahé a ke konci své životnosti se jimi ztrácí více páry vlivem většího počtu netěsností. Před výběrem vhodného typu odvaděče kondenzátu je nutné vzít v úvahu několik aspektů:

a) Odvaděč kondenzátu musí odvádět kondenzát o teplotě sytosti nebo velmi blízko pod teplotou sytosti, kromě případů, kdy jsou mezi odvodňovaným místem a odvaděčem kondenzátu dostatečně dlouhé chladicí úseky. To znamená, že je nutné volit mezi mechanickými odvaděči kondenzátu (plovákové,

zvonové) nebo termodynamickými odvaděči kondenzátu.

b) Pokud jsou odvaděče kondenzátu umístěny ve venkovním prostředí a hrozí riziko zamrznutí, je nutné použít termodynamické odvaděče kondenzátu, ve kterých při provozu nezůstává kondenzát. Pokud dojde po přerušení provozu k zaplavení odvaděče kondenzátem a kondenzát zamrzne v odvaděči, nehrozí nebezpečí poškození. Při opětovném najetí parní soustavy se odvaděč sám rozmrazí.

c) Na odvodnění odlučovačů vodních kapek na potrubí těsně za výstupem z parního kotle, vyvíječe páry nebo u jiných aplikací, kde vzniká časově proměnlivé množství kondenzátu, se s výhodou používají plovákové odvaděče kondenzátu.

d) Pro odvodnění dlouhých potrubních úseků nebo pro odvodnění potrubí o velkém průměru se s oblibou používají zvonové odvaděče kondenzátu, zejména při nepřetržitém provozu parní soustavy. Poškození mrazem je méně pravděpodobné. Při použití zvonových odvaděčů kondenzátu pro odvodnění krátkých potrubí nebo potrubí o malém průměru je nutné věnovat náležitou péči správnému dimenzování, neboť zvonové odvaděče kondenzátu jsou náchylné k propouštění páry při malém zatížení a ztrácejí tak své výhodné vlastnosti. Všeobecně je však nejvhodnější termodynamický typ odvaděče kondenzátu v nejrůznějších variantách. Typy nejvíce používaných odvaděčů kondenzátu jsou na obr. 22. Tam, kde se přehřátý kondenzát vrací do zpětného potrubí čerpaného chladného kondenzátu, je vhodné použít termostatické kapslové odvaděče, případně též ve spojení s injekční tryskou, tlumící vznikající rázy.



Obr. 22 Různé typy používaných odvaděčů kondenzátu

Pokračování článku v příštím čísle magazínu.

Evolution of a CFD model in comfort researches

Balázs ANDRÁS, László KAJTÁR

Budapest University of Technology and Economics, Hungary

Abstract

People living in developed countries spend most of their lives indoors. The achievement of the ideal thermal environment is highly important from the point of view of comfort, health and productivity.

Another important aspect of the planning of indoor environment is the reduction of the energy demand. Due to the opposite tendency of the before mentioned two requirements, providing acceptable indoor thermal conditions with the least energy consumption is a problem of optimization.

In thermal comfort researches the use of human experiments is absolutely necessary because this is the only way measured data can be harmonized with actual human comfort response. This method is extremely time consuming and often costly.

This paper presents a Computational Fluid Dynamics model created by us, which simulates the heat exchange between the human body and the environment, thus the thermal comfort. This model is an optimal tool to support the comfort and energetic research.

Introduction

The ideal thermal indoor environment is absolutely necessary from the point of view of human well-being and productivity. The purpose of a building service system is to provide the required indoor parameters with the least energy consumption. A plausible method for the investigation of the thermal comfort and the energy consumption which is obtained by providing the optimal parameters could be the use of a thermal comfort chamber. In this case the achievement of the stationary thermal conditions in the comfort chambers is time consuming. Additionally, because these researches involve human experiments, this research process could be also costly. The numerical simulation can help to find the relevant parameter groups which should be examined throughout human experiments.

The method used in the current research is the finite volume method, which divides the space in finite volumes and operates with conservation laws. In order to evaluate the combined effect of the discomfort parameters, a virtual model of the real comfort chamber was created, in which the measurements will take place.

The other element of the mathematical model is the model of a human body. This element has the purpose of evaluating

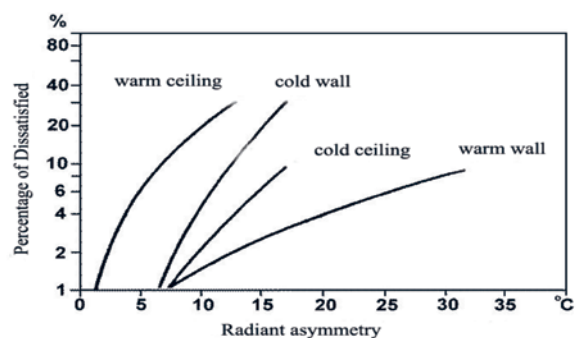
the heat exchange between the human body and the thermal environment, thus the thermal comfort.

In this paper we created a mathematical model which allows us to determine the relevant parameter groups which should be examined in order to understand the combined effect of draft and radiant thermal asymmetry. These parameter groups should be evaluated with human experiments, in order to find some mathematical correlation and formula for the description of the phenomenon. In this way the calculated data can be translated to human responses, to thermal comfort.

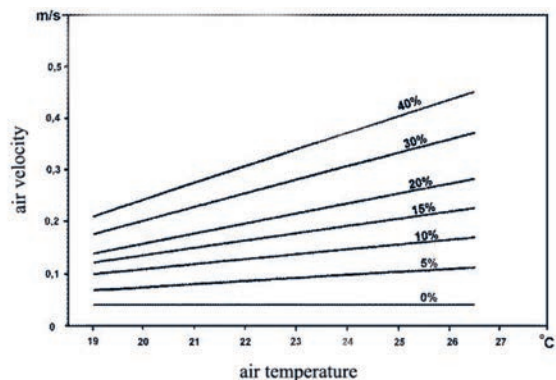
Research of the Local Discomfort Parameters

The most often used model for the evaluation of the thermal comfort in indoor spaces is the PMV-PPD method, which is included in most of the international thermal comfort standards. This method allows the analysis of thermal comfort by taking into account the combined effect of six parameters.

The addition of the method are the local discomfort factors. These allow the evaluation of the draft, the radiant thermal asymmetry, floor surface temperature, vertical air temperature difference. Diagrams which show the effect of these local discomfort factors on the thermal comfort are available.



The effect of the radiant thermal asymmetry is shown in the 1. figure



The combined effect of the air velocity and temperature can be evaluated with the figure 2

The above mentioned procedures are used to evaluate the new and existent public buildings.

Purpose of the numerical simulation

In reality the effects of the local thermal discomfort factors appear simultaneously. Referring to this problem there are no calculation and planning methods or the available information is insufficient.

In order to elaborate a new planning method which secures the proper thermal comfort and the optimal thermal working environment and also the most favorable energy consumption in the public buildings, numerical simulations and instrumental and human subject measurements in thermal comfort chamber are necessary.

Human experiments are both time consuming and expensive, so it is of vital importance to develop a suitable method which helps decrease the number of human experiments and offers a qualitative explanation for the processes. Thus, the role of the numerical method is to decrease the research time by offering an adequate description of the process.

Steps of making the model

The CFD (Computational Fluid Dynamics) method is an adequate tool for examining the combined effect of the radiant thermal asymmetry and the draft. This approach uses the method of finite volumes. The elements are calculated in a discrete mesh space. In every space fragment we can find the value of the variables designated to the current space fragment. The following steps were used in the construction of the mathematical model:

- Preparing the geometrical model
- Generating the mesh
- Designating the boundary conditions
- Choosing the physical model
- Recording the numerical parameters
- Initializing the result
- Making the iterative calculations
- Evaluating the results

Results

With the help of the CFD method we created a model which is suitable for the joint inspection of the effects of local discomfort factors. The process started with preparing the geometrical model, followed by generating the mesh and designating the boundary conditions. After these steps the mathematical schemes were applied to the geometrical model, using the defined boundary conditions.

After processing the results we find the change of the surface

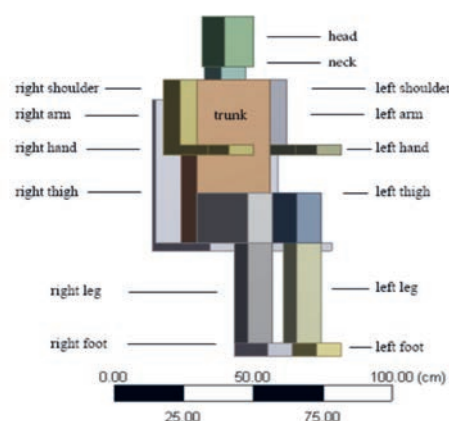
temperature of the modeled human body, depending on the air velocity and on the radiant asymmetry.

The construction of the model

The geometrical model

When giving the geometrical data of the mathematical model we defined the Macskásy comfort chamber of the Budapest University of Technology and Economics (Department of Building Services and Process Engineering), as well as a virtual thermal human body. Figure 3. (Fig. 3) shows the virtual thermal human body. Table 1 shows the dimensions.

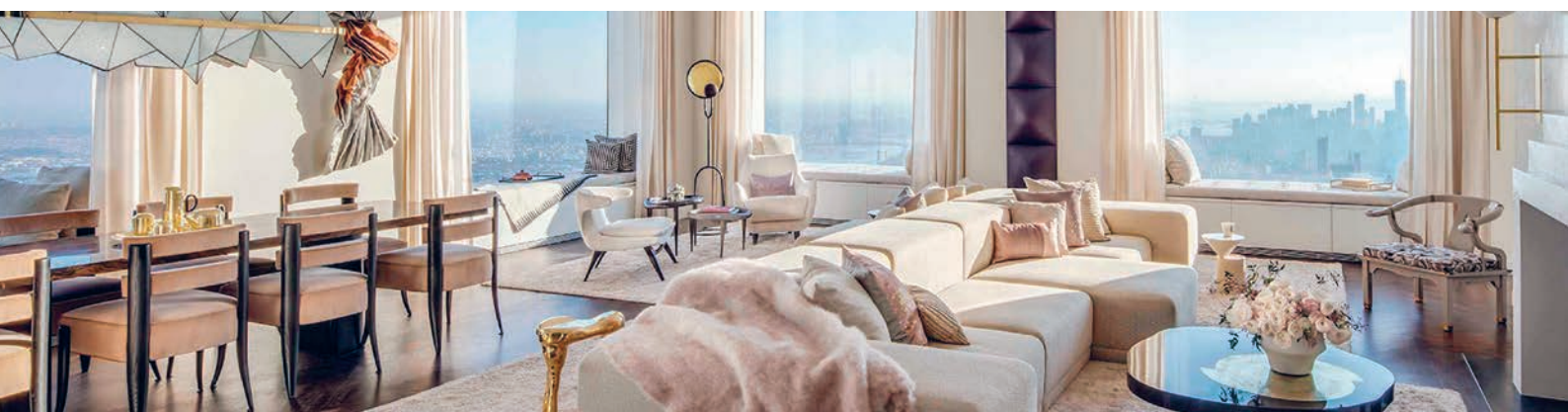
When defining the size of the comfort chamber we took into



Model of the thermal manikin

Surface number	Surface name	Surface [m ²]
1	Head	0,122
2	Neck	0,02
3	Trunk	0,458
6	Right shoulder	0,092
7	Right arm	0,052
8	Right hand	0,037
9	Right thigh	0,25
10	Right leg	0,16
11	Right foot	0,045
12	Left shoulder	0,092
13	Left arm	0,052
14	Left hand	0,037
15	Left thigh	0,25
16	Left leg	0,16
17	Left foot	0,045
TOTAL SURFACE [m ²]		1,872

Surface of the body parts



account the characteristic information of the laboratory of our Department concerning the geometrical data of the laboratory, the place and geometry of the air diffusers.

The fresh air is blown into the measurement chamber in the middle tract of the comfort chamber, through an adjustable diffuser, which reaches through the whole length of the comfort chamber. The in-blown air exits the comfort chamber through four openings, getting first into the external space and then outdoors.

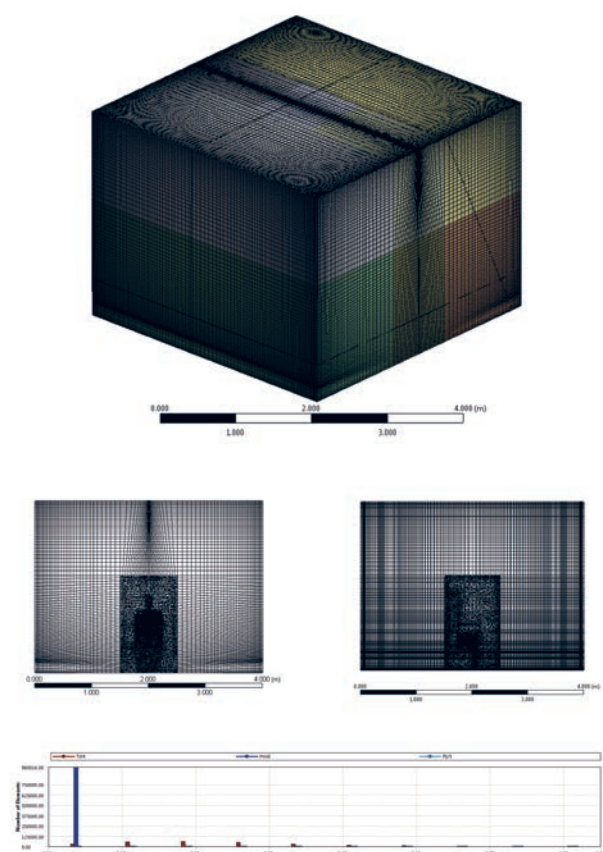
The dimensions of the chamber are: height: 3m, width 4m, length 4m. The geometry of the chamber is shown on Figure 5 (Fig. 5).

The generated mesh

In generating the mesh we opted for the hexa mesh. For this we split the space into eight space parts, netted the less complicated space parts with hexa mesh, and the more complicated space parts around the artificial human body with tetra mesh.

To assure the usability of the turbulence model we had to condense the mesh next to wall limit layers. In addition, the mesh was also condensed next to inlets and outlets, as well as in space parts where the gradient of the measured values are expected to rise by leaps.

In the mesh created according to these principles, the resulted element number is 1,1 million; the cell skewness and the mesh are shown on Figure 4 (Fig.4).



The generated mash

Defining the boundary conditions

This model is set out to examine the combined effect of asymmetrical radiation and of draught - this is why we must take the following issues into account:

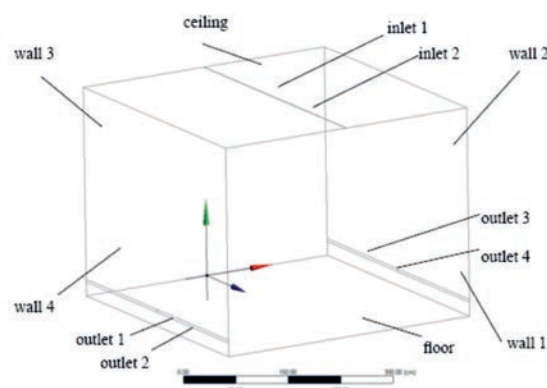
- the temperature of the walls, ceiling and floor can be set to different values,
- it is also possible to set the direction and speed of the air blown into the chamber through the diffusers placed next to each other on the ceiling,
- each one of the outlets on the side of the walls have the same mass flow rate ,
- the surfaces of the human body model can be given separate parameters per each body part.

There are two possibilities when defining the boundary conditions of the human body model. First, we can define the surface temperature of the different body parts. This way through the constant surface temperature we can observe the heat exchange between the surface and its environment.

Second, it is possible to define a heat flow between the human body part and the environment. This way the surface temperature changes when the different environment parameters are altered.

The second approach offers a more suitable model of the human adaptation. With such results it is possible to examine the correlation between surface temperatures caused by changing temperature conditions and the subjective thermal comfort effect defined through human experiments.

The Boundary conditions are shown in table 2 (Tab. 2) and figure 4 (Fig. 4).



Boundary conditions

Defining the air temperature

By definition we can talk about the effects of the local discomfort factors when PMV=0, but the thermal comfort is still not ideal. For the combined examination of draught and radiant thermal asymmetry we must achieve a temperature environment which is ideal according to the PMV model.

No	Name of the boundary conditions	Value	M. U.
1	Inlet 1	Depends on the massflow rate	[m/s]
2	Inlet 2	Depends on the massflow rate	[m/s]
3	Outflow1	25	[%]
4	Outflow1	25	[%]
5	Outflow1	25	[%]
6	Outflow1	25	[%]
7	Body	70	[W/m ²]
8	Wall 1	Depends on the asymmetry	[°C]
9	Wall 2	Depends on the asymmetry	[°C]
10	Wall 3	Depends on the asymmetry	[°C]
11	Wall 4	Depends on the asymmetry	[°C]
12	Ceiling	Depends on the asymmetry	[°C]
13	Floor	Depends on the asymmetry	[°C]

The factors influencing the PMV model are the following:

- relative humidity,
- air temperature,
- relative air velocity,
- mean radiant temperature,
- insulation of the clothing,
- metabolic rate.

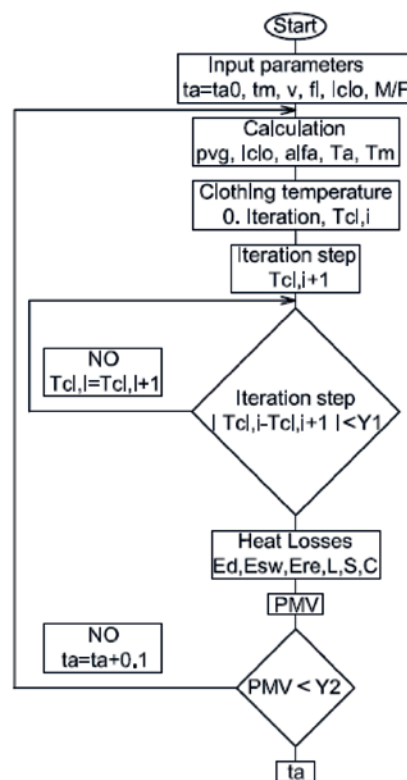
In our case we keep the two parameters which depend on the human factor at a constant level: the activity level and the thermal insulation of the clothing (Icl=1 clo, M/FDU=1,2)

The mean radiant temperature formed at a certain point of the space depends on the delimiting structures, as well as geometry and position - meaning that is correlated with the position of the human model in the space. In the cases analysed here we kept the humidity at a constant level of 50%.

The air velocity depends on the geometry of the diffuser and the mass flow rate. The air temperature can be defined through a computer program developed by us.

The starting data of the algorithm are the six parameters which influence the PMV value. By using this starting data the program makes an iterative calculation of the surface temperature of the clothing, as well as the heat loss caused by sweating, evaporation and exhalation. This way the PMV value can be calculated.

The calculation is iterative, if the stopping criteria is not fulfilled, the program runs again changing the environment temperature. The calculation is over when PMV is zero, meaning that the thermal environment is ideal. In these conditions the local discomfort factors and their effect on the thermal comfort can be examined. Figure 6 (Fig. 6) shows the calculation algorithm.



Air temperature – calculation algorithm

Applied mathematical models

For modelling the combined effects of radiant asymmetry and draught we need to apply models of radiation and turbulence.

In this case we used the following models:

- S2S (surface to surface) – radiation model,
- k-epsilon – turbulence model.

According to the S2S model the radiation heat exchange between two surfaces depends on size, distance and direction. This model is based on the Stefan-Boltzmann radiation principle, and it groups the characteristic parameters in a function called 'view factor'.

The energy flux leaving the surface:

$$q_{out,k} = \epsilon_k \sigma T_k^4 + \rho_k q_{in,k}$$

where $q_{out,k}$ - is the energy flux leaving the surface,

where ϵ_k - is the emissivity,

where σ - is the Stefan-Boltzmann constant,

where $q_{in,k}$ - is the energy flux incident on the surface from the surroundings.

The turbulence model applied here is the k-epsilon model, which operates with the turbulence kinetic energy (k) and its rate of dissipation (epsilon).

These two variables can be calculated with the below transport equations:

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho k) + \frac{\partial}{\partial x_i}(\rho k u_i) = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \right) \frac{\partial k}{\partial x_j} \right] + G_k + G_b - \rho \varepsilon - Y_M + S_k$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho \varepsilon) + \frac{\partial}{\partial x_i}(\rho \varepsilon u_i) = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\varepsilon} \right) \frac{\partial \varepsilon}{\partial x_j} \right] + C_{1\varepsilon} \frac{\varepsilon}{k} (G_k + C_{3\varepsilon} G_b) - C_{2\varepsilon} \rho \frac{\varepsilon^2}{k} + S_\varepsilon$$

where G_k - generation of turbulence kinetic energy due to the mean velocity gradients,

where G_b - generation of turbulence kinetic energy due to buoyancy,

where $C_{1\varepsilon}$, $C_{2\varepsilon}$, $C_{3\varepsilon}$ - constants,

where σ_k , σ_ε - turbulent Prandtl numbers for k and ε ,

where S_k , S_ε - source terms.

Determining the surface temperature

Following the above mentioned methodology it is possible to define the velocity and temperature field created in a given space.

Besides calculating the heat flux from a surface, the air velocity and temperature, in the before mentioned CFD model it is also possible to calculate the surface temperature of the human body.

If the heat flux between the human body and the thermal environment can be considered constant, than a possible way of quantifying the thermal comfort and the discomfort caused by the combined effect of the discomfort parameters is to determine surface temperature of the human body.

If the surface temperature is known for the case where the examined local discomfort factors are not present in the space, and the PVM is zero (meaning that the thermal environment is ideal), then it is possible to compare this surface temperature with cases where the discomfort parameters are present at the same time in the inner space.

Conclusions

After making the numerical modelling of the heat exchange between the human body and the thermal environment we can conclude that:

- a/** CFD models can be used in comfort researches,
- b/** the aim of the created Computational Fluid Dynamics model is to support the discomfort researches and to minimize the parameter groups that has to be analyzed with human subjects,
- c/** in order to analyze the combined effect of the draft and the radiant thermal asymmetry the proper mathematical models are the k-epsilon turbulence and the surface to surface radiation models,
- d/** a correlation between the human surface temperature in different thermal asymmetry and draft conditions and the thermal discomfort should be analyzed.

References

1. BÁNHIDI, L., KAJTÁR, L. *Komfortelmél. Műegyetemi Editor*, 2000, pp36.
2. BÁNHIDI, L., KAJTÁR, L. *Komfortelmél. Műegyetemi Editor*, 2000, pp37.
3. ANSYS Workbench Users Guide.
4. ANSYS Workbench Users Guide.



Numerical Evaluation of the Thermal Comfort in Public Buildings under Various indoor Air Velocity Conditions

Balázs ANDRÁS, László KAJTÁR

Budapest University of Technology and Economics, Hungary

Introduction

With the evolution of the technology and the newer and newer developments and results in the field of physiology, ergonomics, psychology and other disciplines, the human-building-energy relation is continuously re-evaluated. The planning of closed spaces is an optimization, which has the purpose to secure the best comfort environment possible with the minimum amount of energy.

A crucial part of the human comfort is the thermal comfort. In order to be able to evaluate the thermal environment it is highly important to know the parameters which influence the thermal comfort and the effects of the changes of these parameters. The most widely known mathematical model which describes the human thermal comfort is the PMV (Predicted Mean Vote) model, which takes into account the effect of six comfort parameters.

The purpose of this paper is the evaluation of the thermal comfort using the PMV model in office buildings using ceiling heating and cooling under different air velocity values.

The following questions are to be answered:

- According to the PMV model, the increase of inside air velocity has bigger effect on the thermal comfort in summer or in winter?
- Which are the limit values for the air velocity in summer and winter cases according to the PMV model?

Thermal sensation

The human comfort is influenced by the characteristic temperatures of the space and its distribution and fluctuations. The generated sensation is a subjective state and it can be defined as thermal sensation. According to the PMV model, the thermal sensation is influenced by six parameters:



- the air temperature,
- the mean radiant temperature,
- the relative humidity of the air,
- the air velocity,
- the metabolic rate,
- the thermal insulation of the clothing.

The result of the calculation is a PMV value in an interval of $\{-3,3\}$ which reflects the thermal comfort in the given point of the space. The meanings of the values are as follows:

- -3: Cold;
- -2: Cool;
- -1: Slightly cool;
- 0: Neutral;
- 1: Slightly warm;
- 2: Warm;
- 3: Hot.

Methodology

The evaluation of the thermal comfort in the offices using ceiling heating and cooling was done numerically. The calculations were conducted with a self-developed software, and the steps of the research were the following:

- Determination of the parameters in winter and summer cases.
- Determination of the mean radiant temperature taking into account the surface temperatures, thus the outside air temperature, the inside air temperature, and the heat transfer coefficient of the construction elements.
- Determination of the optimal indoor air temperature, taking into account the outside temperature and the minimal air velocity.
- The evaluation of thermal comfort with the change of the air velocity and drawing the conclusions.

Evaluation of thermal sensation

The criterion of the thermal comfort is the thermal balance of the organism with the least possible adaptation. The calculations of the current paper are based on the PMV comfort model. This approach is based on the principle of heat balance, which has the following form:

$$H - E_d - E_{sw} - E_{re} - L = K = S + C$$

where:

- H – metabolic rate;
- E_d – moisture diffusion heat loss through the skin;
- E_{sw} – evaporation heat loss;
- E_{re} – heat loss due to the latent heat of the respiration;
- K – heat transfer from the surface of the human body to the outside surface of the clothing;
- S – radiant thermal heat loss from the surface of the clothing;
- C – heat loss due to convection.

The before mentioned equation is the base of the PMV (Predicted Mean Vote), which shows the average of the thermal

comfort votes for a big enough group. The PMV equation has the following form:

$$PMV = [0,303 \cdot \exp(-0,036 \cdot M) + 0,028] \cdot \left[\frac{(M - W) - 3,05 \cdot 10^{-3} \cdot \left[\frac{5733 - 6,99 \cdot (M - W) - p_a}{(M - W) - p_a} \right]}{-0,42 \cdot [(M - W) - 58,15] - 1,7 \cdot 10^{-5} \cdot M \cdot (5867 - p_a) - 0,0014 \cdot M \cdot (34 - t_a) - 3,96 \cdot 10^{-8} \cdot f_{cl} \cdot (t_{cl} + 273)^4 - (t_{cl} + 273)^4} - f_{cl} \cdot h_c \cdot (t_{cl} - t_a) \right]$$

where:

- t_{ks} - mean radiant temperature,
- t_a - ambient temperature,
- t_{cl} - the mean temperature of the clothing,
- M - mechanical work,
- F_{DU} - the Du Bois surface,
- I_{cl} - thermal insulation of the clothing

The PPD index (Predicted Percentage of Dissatisfied) shows the percentage of those subjects who are not satisfied with their thermal environment. It can be determined from the PMV index.

Numerical simulation

The purpose of this paper is to evaluate the thermal comfort in public buildings which have ceiling heating and cooling. Therefore an algorithm is needed which calculates the above presented PMV and PPD comfort indexes and the optimal air temperature which allows the ideal thermal comfort ($PMV=0$). This task is done by a self-developed software. The logic of the calculation is shown on Figure 1.

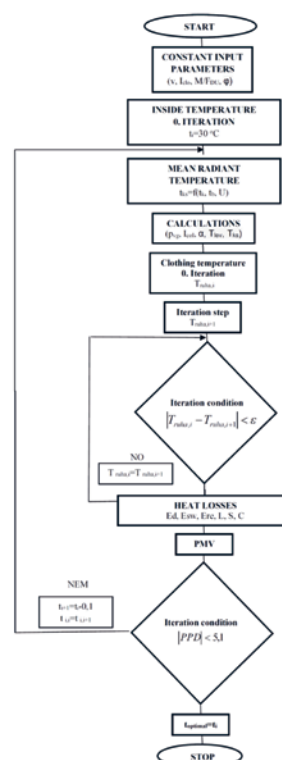


Figure 1: Calculation diagram of the PMV, PPD indexes

The algorithm shows an iterative calculation.

The inlet parameters are the following:

- Air velocity (m/s);
- Clothing insulation (clo);
- Metabolic rate (M/F_{DU});

- Relative humidity (%).

The purpose of the outer iterative step is to determine the proper indoor air temperature. This calculation is iterative and the initial air temperature value is set on $t_i=30^\circ\text{C}$. This initial value is decreased in every iteration step until the PPD is less than 5,1. In this way the ideal air temperature can be determined.

The inner iterative step is necessary because the heat exchange between the human body and the environment can only be determined by knowing the surface temperature of the clothing. This temperature can only be determined with an iterative calculating. Therefore, in order to calculate the PMV index, a cyclical calculation is needed which defines a clothing temperature and a convective heat transfer coefficient in every calculation step. As a first iteration the software defines a first temperature value taking into account the thermal insulation of the clothing and the air temperature.

An ending criteria is needed in case the calculation is divergent, in this case this criteria is ϵ . The program also uses two auxiliary variables which are necessary for the iteration.

In order to achieve convergence, during the calculation of the actual clothing temperature the previous temperature value should be taken into account $([A+B]/2)$. This step secures the convergence of the algorithm.

With this method the heat fluxes mentioned in the 3.1 chapter can be calculated, and the PMV value can be calculated by using this heat loss parameters. Once the PMV index is known the PPD can be determined.

The final purpose of the calculation is to determine the optimal indoor temperature for which the office areas using ceiling heating and cooling and characterized with a minimal indoor air velocity have the optimal thermal comfort.

Calculation parameters

The PMV is influenced by the six parameters presented in the 2nd chapter of the paper. In order to calculate the comfort indexes, the mean radiant temperature has to be determined. This parameter depends on the surface temperature of the construction elements.

This paper analysed office chambers with only one outside wall and 40% of glazing. The construction elements had the following heat transfer coefficient:

$$U_{\text{wall}}: 0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{\text{window}}: 1,15 \text{ W/m}^2\text{K}.$$

Once the heat transfer coefficient, the inside temperature and the outside temperature are known, the heat flux through the building element can be determined. The inside surface temperature of the walls can be calculated using the heat flux. Figure 2 shows the heat flux through a multi-layer wall.

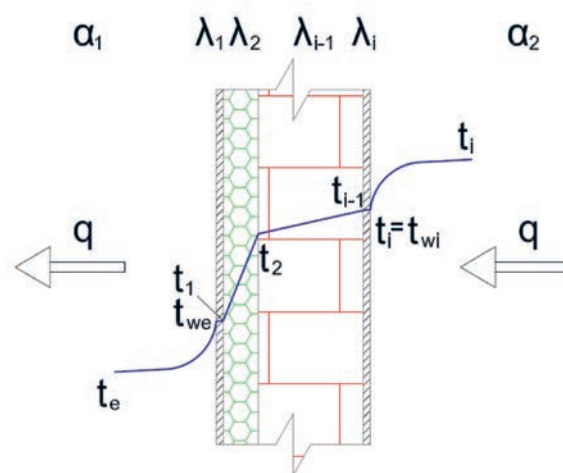


Figure 2: Heat transfer through a multi-layer wall
where:

- α_i - convective heat transfer coefficient between the wall and the inside space;
- δ - thickness of the layer;
- λ - conduction coefficient;
- α_e - convective heat transfer coefficient between the wall and the outside space;
- q - heat flux;
- t_e - exterior temperature;
- t_i - interior temperature;
- t_{we} - exterior wall temperature;
- t_{wi} - interior wall temperature.

The indoor air temperature is determined by the iterative method presented in chapter 3.2. The goal of that calculation is to determine the indoor air temperature for which the indoor thermal comfort is optimal.

Once the air temperature and the mean radiant temperature are set, the other four parameters that influence the thermal comfort have to be determined. These parameters have the following values:

Winter case:

- air velocity: under 0,15 m/s;
- thermal insulation of clothing 1 clo;
- metabolic rate 1,2 met;
- relative humidity 50%.

Summer case:

- air velocity: under 0,18 m/s;
- thermal insulation of clothing 0,8 clo;
- metabolic rate 1,2 met;
- relative humidity 50%.

Results

Diagram 1 shows the PMV values in function of the inside air velocity in winter case. As the diagram shows, the thermal comfort doesn't change when the inside air velocity is between 0 and 0,15 m/s. The constant tendency is changing after the before mentioned velocity value increases.

The numerical analysis was conducted under different indoor

velocity conditions between the minimal velocity values and 1 m/s. The PMV in the extreme situation of 1 m/s in winter case is 0,77.

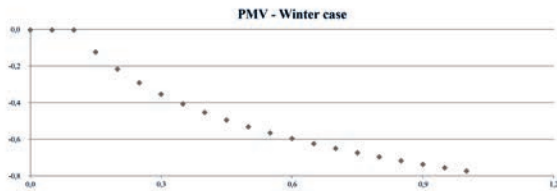


Diagram 1: PMV values in function of the inside air velocity – Winter case

Diagram 2 shows the PPD value in function of the inside air velocity. The PPD has an almost constant character until the air velocity reaches 0,15 m/s after that tendency of the curve changes and the PPD value starts to rise. The percentage of dissatisfied is still under 6% when the air velocity becomes 0,2 the exact PPD value at this point is 5,98.

This means that at this velocity value the PMV index still satisfies the conditions of first office category according to the international standards (EN15251, CR 1752). This air velocity value can be found in the before mentioned international standards, where the accepted velocity in winter case is 0,15 m/s.

In the extreme situation when the air velocity is 1 m/s, the PPD value rises to 17,7%.

Diagram 3 shows the PMV values and Diagram 4 shows the

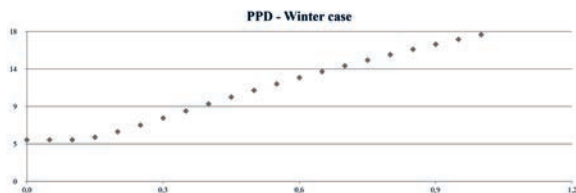


Diagram 2: PPD values in function of the inside air velocity – Winter case

PPD values is function of the inside air velocity in summer. In this case the constant tendency is held longer. The value where the PMV starts sinking is around 0,18 m/s. This correlates with the before mentioned comfort standards.

The PPD value, and thus the disappointment towards the thermal comfort is greater than is the winter case. The PPD value in the summer in the 1 m/s case is 19,5 %, which is 10 % more than the disappointment rate calculated in the winter case.

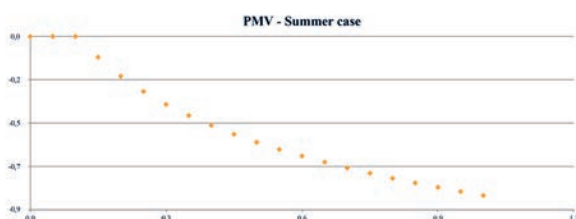


Diagram 3: PMV values in function of the inside air velocity – Summer case

Conclusions

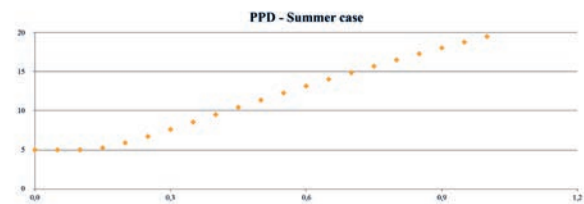


Diagram 4: PPD values in function of the inside air velocity – Summer case

The following conclusions can be made:

- Small air velocity values do not influence the thermal comfort in closed spaces.
- Air velocity under 0,15 m/s in winter case and under 0,18 m/s in summer case leads to a PPD value under 6 %, which corresponds with the criteria for the best office category in the international standards (as CR1752 or EN15251).
- In summer case the tendency of the PPD and PMV growth is more accentuated then in winter case.
- The percentage of dissatisfied in summer extreme air velocity conditions (1 m/s) is 10% bigger (19,5 %) than in winter conditions (17,7 %).
- In this paper the effect of the local discomfort parameters were not taken into account.
- According to the local discomfort parameters theory, the temperature of the ceiling in ceiling heating conditions should not exceed 27 oC. This would mean that the upper limit of the heat flux from the surface to the inside space would be 40 W. The curve describing the PD in function of ceiling thermal asymmetry should be used with reservation.

Literature

1. András Balázs: *Irodahelyiségek levegő hőmérsékletének optimalizálása hőkomfortra*, Magyar Épületgépészet 2015/1-2.
2. Bánhidi László: *Ember -Épület- Energia*, Akadémiai Kiadó Budapest, 1994.
3. Bánhidi László: *Zárt terek hőérzeti méretezése*, Műszaki Könyvkiadó, 1976.
4. Bánhidi László: *Kajtár László: Komfortelmélet*, Műegyetemi Kiadó, 2000.
5. Nyers J., Tomic S., Nyers A.: *Economic Optimum of Thermal Insulating Layer for External Wall of Brick – Polytechnica Hungarica Vol. 11, No. 7*
6. Nyers J., Nyers A.: *COP of Heating-Cooling System Heat Pump – 3. IEEE International Symposium*
7. Petras D., Lulkovicova O., Takács J., Fűri B.: *Obnovitelne zdroje energie pre nizkoteplotne systemy.*
8. Takács J.: *Energeticky managment v odovzdavacich staniach tepla*
9. Takács J.: *Vyuzivanie geotermalnej energie v arealoch vekreacnych zariadeni.*
10. Zöld András: *Épületgépészet 2000- Alapismeretek*, Épületgépészet Kiadó Budapest, 2000.
11. MSZ CR 1752
12. MSZ EN 15251

Moje srdeční záležitost.



energy
for life & people

www.magazinenergy.cz

60. < MEZINÁRODNÍ STROJÍRENSKÝ VELETRH —>

MSV

**1.–5. 10. 2018
BRNO**



BVV
Veletrhy
Brno

