

# „Inteligentné“ tepelné čerpadlá. Prísľub budúcnosti s nízkymi emisiami

Energetika bez uhlia – s vysokým podielom nepružných zdrojov ako veterné či jadrové elektrárne – znamená, že vyváženie výroby a dopytu sa nezaobíde bez nástupu nových zdrojov. Inak sa môže stať opak, že dopyt bude obmedzovaný množstvom vyrábanej energie. Na strane spotreby stále rastie spotreba elektrickej energie pri výrobe tepla či doprave, čo môže v čase špičkovej spotreby viesť k preťaženiu distribučných sietí.

Jedným z perspektívnych riešení z hľadiska vyváženia dopytu a výroby a pri strážení odberových špičiek v distribučných sieťach sa javí „inteligentná“ prevádzka tepelných čerpadiel. V predložennom článku sa pozrieme na tri prípadové štúdie z Nemecka, Dánska a Švajčiarska, kde boli tepelné čerpadlá použité ako súčasť technológií, vďaka ktorým sa podarilo vyriešiť nové výzvy.

## Tepelné čerpadlá môžu pomôcť pri tvorbe budúcnosti s nízkymi emisiami

Pre trhy, kde narastá podiel „nepružných“ zdrojov – elektrární pracujúcimi s obnoviteľnými zdrojmi a jadrových elektrární, prináša schopnosť riadenia tepelných čerpadiel úplne nové možnosti. Aj na trhoch, kde vyváženie výroby a dopytu nie je až také kritické, môže „inteligentnejšia“ prevádzka tepelných čerpadiel priniesť nemalé prínosy a posilniť tak postavenie tepelných čerpadiel ako technológie budúcnosti.

Energetická spoločnosť Vattenfall Europe z Nemecka spustila systém riadenia, ktorý zasiela signály do tepelných čerpadiel podľa deň dopredu známej predpovede cien na energetickom trhu. Pilotné projekty v Belgicku, Holandsku a Dánsku začali tiež s „inteligentným“ využívaním tepelných čerpadiel.

## Zníženie preťaženia v sieťach bude rozhodujúce

Rozširovanie elektrických vozidiel napreduje veľmi rýchlo a preto bude mať čoraz väčší význam a hodnotu inteligentné využívanie tepelných čerpadiel. Operátori elektrizačných sústav vo Švajčiarsku a Nemecku riadia aj prevádzku tepelných čerpadiel, aby počas odberových špičiek predchádzali preťaženiu siete.

## Čo to ale znamená pre trh tepelných čerpadiel?

Inteligentná prevádzka tepelných čerpadiel si bude vyžadovať:

- Zabudovanie nových riadiacich a komunikačných možností – to už je skutočnosťou v rámci všetkých inštalácií tepelných čerpadiel vo Švajčiarsku, ale nie na ostatných trhoch.
- Zabezpečiť uskladnenie tepla. Kde v systéme neexistuje dostatočná zotrvačnosť (napr. prostredníctvom podlahového vykurovania alebo tepelnej štruktúry budovy), tam s rastom požiadaviek na kapacitu uskladnenia tepla rastie aj nárok na flexibilitu času prevádzky – a teda aj riaditeľnosť – tepelných čerpadiel.

## Prípadová štúdia 1: Virtuálna elektráreň Vattenfall Europe

Vattenfall Europe, jedna zo štyroch najväčších nemeckých energetických spoločností, spustila virtuálnu elektráreň s cieľom riadiť prevádzku tepelných čerpadiel a kogeneračných jednotiek podľa veľkoobchodných cien na energetickom trhu. Je to dôsledok rastúcej nestálosti energetického trhu Nemecka spôsobenej výrazným prenikaním veterných elektrární tak v tejto ako aj okolitých krajinách. Táto nestálosť sa ešte viac zvýrazní v budúcnosti. V počiatkovej fáze pracoval Vattenfall s tepelnými čerpadlami Stibel Eltron a v súčasnosti už riadi prevádzku okolo 20 malých a stredných systémov (< 25 kWh).

## Virtuálna elektráreň

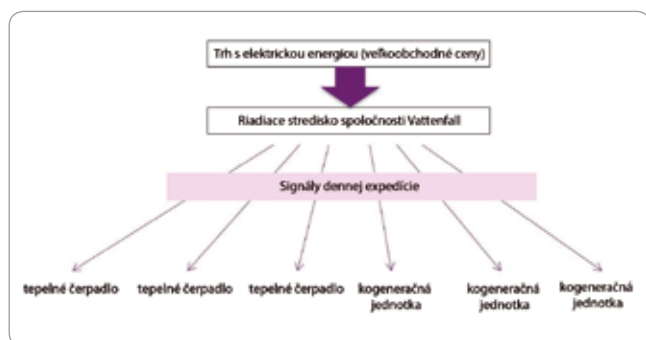
V rámci projektu je riadených 20 tepelných čerpadiel a 10 kogeneračných jednotiek, ktoré spoločne nahrádzajú 6000 bytových jednotiek alebo spotrebu vo výške 30 MW. Spoločnosť Vattenfall

Hlavné ciele	Vyváženie výroby a dopytu	Vyváženie výroby a dopytu / zníženie preťažovania	Zníženie preťažovania
Prípadová štúdia	Vattenfall Europe – virtuálna elektráreň (Nemecko)	Dánsko – pilotný projekt Inteligentných tepelných čerpadiel	Švajčiarsko – tarify pre tepelné čerpadlá
Popis projektu	Iniciatíva elektrárrenskej spoločnosti zameraná na ovplyvnenie prevádzky tepelných čerpadiel a kogeneračných tepelných elektrární podľa deň vopred známeho cenníka energie. Je to spôsobené rastúcim nasadzovaním veterných elektrární v rámci nemeckého energetického trhu a okolitých krajínach	Pilotný projekt s podporou vlády zameraný na testovanie „inteligentných“ tepelných čerpadiel ako mechanizmu na riešenie rastúcich výziev dánskej energetiky – pripravovaného masívneho nárastu veterných elektrární spôsobí nevyrovnanosť medzi výrobou a dopytom a preťaženosť distribučných sietí	Pretrvávajúce ceny poskytované väčšinou švajčiarskych operátorov na trhu s elektrickou energiou im umožňuje riadiť prevádzkový čas tepelných čerpadiel. Toto slúži ako nástroj zníženia uzkych miest v distribučných sieťach.
Kľúčové spoločnosti	Vattenfall Europe Stibel Eltron	Dánska technoloická univerzita Energetická agentúra Dánska Energinet.de	Lokálni sieťoví operátori Švajčiarska vláda Švajčiarska spoločnosť pre tepelné čerpadlá (FAWA)
Trvanie projektu	Spustenie projektu október 2010; celoplošné nasadenie 2012	Prvotný zber údajov 2010/2011, úplne spustenie zima 2011/2012. Celoplošná účasť v projekte po roku 2012	Operátori sietí začali s ponukou už začiatkom 90-tych rokov minulého storočia
Veľkosť projektu	30 tepelných čerpadiel/kogeneračných systémov, spolu výkon 30 MW. Cieľom do roku 2011 je rozšírenie projektu a dosiahnutie výkonu 500 MW.	V počiatkovej fáze projektu bude zapojených 300-400 domácností	Okolo 80% operátorov z celkového počtu 900 subjektov ponúka tarify, pričom 50-90% inštalovaných tepelných čerpadiel je riadených týmto spôsobom
Dôsledky	Náklady spoločnosti Vattenfall na chod tepelných čerpadiel možno znížiť tým ovplyvňovaním ich prevádzky. Keďže ceny na trhu sú stále nestabilnejšie, tento spôsob bude neustále zvyšovať cenovú výhodu tepelných čerpadiel.	Ak možno prevádzku tepelných čerpadiel riadiť v rozsahu hodín, môže to mať veľký dopad na trh, kde sa presudzuje veľa nepružných zdrojov energie – vietor, jadro	Operátori švajčiarskej distribučnej siete majú k dispozícii významné riaditeľné zdroje, čo im umožňuje predchádzať veľkým výkyvom v dopyte počas odberových špičiek. To predstavuje veľkú príležitosť aj pre iné trhy, kde dopyt po tepelných čerpadlách rastie.

Tab. Prehľad aktivít zameraných na inteligentné využívanie tepelných čerpadiel v Nemecku, Dánsku a Švajčiarsku



dúfa, že do konca roku 2011 zvýši počet systémov tak, aby predstavovala ekvivalent 100 000 bytových jednotiek, alebo odber na úrovni 500 MW.



Obr. 1

Virtuálna elektrárň spoločnosti Vattenfall má nasledujúce vlastnosti:

- Celá inteligencia virtuálnej elektrárne je sústredná do riadiaceho strediska. Toto na základe cien energie známych deň vopred generuje expedičné programy pre každé tepelné čerpadlo a kogeneračnú jednotku.
- Inovované boli komunikačné a riadiace systémy každého tepelného čerpadla, aby tieto boli schopné prijímať uvedené programy a aj na ne reagovať.
- Elektrárň vlastní každú jednotku a predáva zákazníkom teplo.
- Ak sa nedosiahne koncovým zákazníkom požadovaná úroveň komfortu, môže distribučný program zákazník zrušiť.

Aj keď Vattenfall začal pôvodne spolupracovať s firmou Stiebel Eltron, je prístupný spolupracovať aj s inými výrobcami. Od výrobcov tepelných čerpadiel však vyžaduje, aby zapracovali do svojich čerpadiel riadiacu a komunikačnú funkcionality.

## Prípadová štúdia 2: Spustenie inteligentných tepelných čerpadiel v Dánsku

Dánsky sieťový operátor Energinet.dk spustil výskumný projekt s názvom Inteligentné tepelné čerpadlá spoločne s Dánskou technickou univerzitou a Dánskou energetickou agentúrou (štátna organizácia).

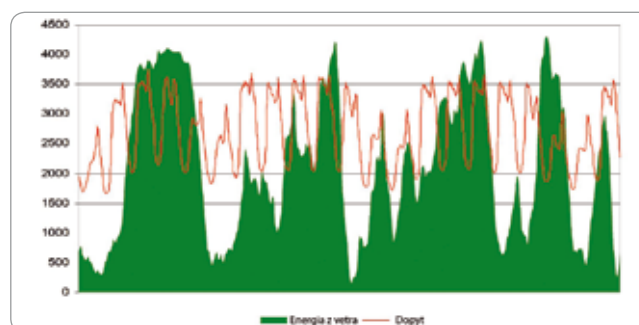
Vznik projektu bol motivovaný nezhodou medzi výrobou a dopytom, čo bol pre Dánsko problém posledných dvadsiatich rokov. Za tento čas sa totiž zvýšila výroba elektrickej energie z vetra na viac ako 50%.

Dvomi základnými problémami sú:

- vyvázenie vysokej úrovne neprispôbitelnej/neodhadnuteľnej výroby elektrickej energie z vetra s dopytom
- predchádzanie úzkym miestam v distribučnom systéme spôsobovaných veľkým nárastom spotreby elektrickej energie

## Náročná úloha pre Dánsko: plán výroby/spotreby energie do roku 2025

Kapacita výroby elektrickej energie z vetra bude zo súčasných 3 GW rásť do roku 2025 až na úroveň 6 GW, čo zabezpečí 50% spotreby elektrickej energie v Dánsku ale zároveň spôsobí veľkú nevyváženosť v systéme.



Obr. 2 Zdroj: Energinet.dk

Dánska vláda usúdila, že inteligentné tepelné čerpadlá môžu pomôcť pri riešení uvedeného problému a rast trhu s tepelnými čerpadlami podporila aj iniciatívou týkajúcou sa výmeny naftových/plynových kotlov. Cieľom iniciatívy je zabezpečiť výmenu 10% kotlov v priebehu niekoľkých nasledujúcich rokov.

Projekt Inteligentných tepelných čerpadiel je pilotný projekt, ktorého cieľom je otestovať riadenie tepelných čerpadiel ako mechanizmu na vyrovnanie spotreby v čase špičkovej dodávky elektrickej

energie a z veterných elektrární. Do pilotného projektu sa zapojí 300 až 400 domácností a ak bude projekt úspešný, bude v Dánsku realizovaný celoplošne. Účastníci pilotného projektu získajú 5-10% zľavy na ich štandardné tarify za elektrinu. Počiatočný zber údajov sa realizoval na začiatku roku 2011 a v tomto období (koniec roku 2011 a celý rok 2012) by mal prebiehať samotný projekt.

Primárnym cieľom je zistiť, ako sa dokážu budovy a systémy kúrenia vysporiadať s pripojenými tepelnými čerpadlami, ktoré budú ovládané spôsobom zapni/vypni. Okrem toho bude potrebné zistiť, na ako dlho možno tepelné čerpadlá vypnúť pre rôzne typy budov.

Z pohľadu výskumu sa bude potrebné zaoberať týmito otázkami:

- Vývoj riadiacich systémov: Vytvorený bol otvorený riadiaci systém použiteľný pre tepelné čerpadlá všetkých zúčastnených výrobcov, umožňujúci dvojcestnú komunikáciu medzi tepelným čerpadlom a sieťovým operátorom. Cieľom je možnosť riadiť viac ako 1000 tepelných čerpadiel spolu, čo predstavuje virtuálnu elektráreň.
- Testovanie fyzikálnych a konštrukčných charakteristík budov: Táto časť projektu má za cieľ zistiť, ako ďaleko možno posunúť prevádzku tepelného čerpadla pri zohľadnení tepelných vlastností konkrétnych typov stavieb (napr. ako dlho dokáže konštrukcia budovy „uskładniť“ teplo) a vyhodnotiť vplyv veľkosti tepelného čerpadla a zásobníka tepla na možnosť prevádzky s časovým posunom.

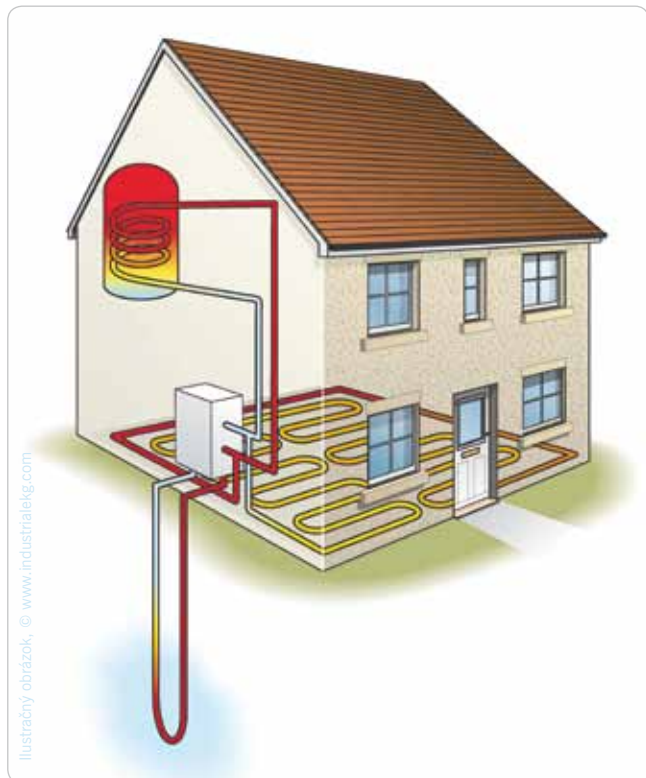
### Súvisiace dôsledky a závery

Štruktúra stavby je kľúčová: veľké budovy s hrubými stenami sú schopné udržať dvojnásobne viac tepla ako budovy s tenkými stenami, zásobníkmi a malým tepelným čerpadlom.

Prevádzka s časovým posunom (time-shifting) je možná len pre pár hodín (viac ako dvojhodinová perióda, ktorá je bežne uvádzaná v tarifikách vo Švajčiarsku a Nemecku) – možno aj jeden deň v závislosti od štruktúry stavby.

### Prípadová štúdia 3: Švajčiarske tarify pre tepelné čerpadlá

Sieťoví operátori vo švajčiarsku riadia tepelné čerpadlá s cieľom predchádzať preťaženiu siete už od 90-tych rokov minulého storočia. Táto aktivita išla ruka v ruku s rastom trhu tepelných čerpadiel

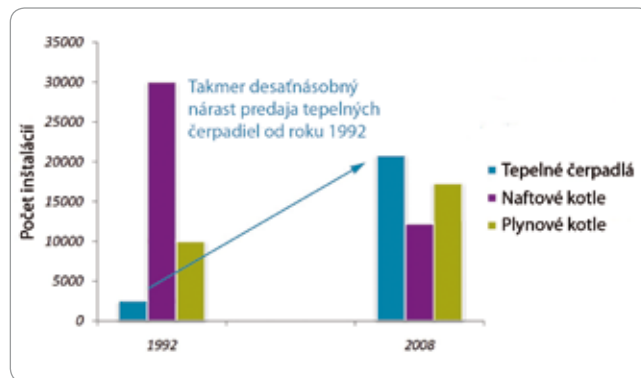


vo Švajčiarsku. Program podpory predaja tepelných čerpadiel (podporovaný vládou a vedený Švajčiarskou asociáciou tepelných čerpadiel, FAWA) sa začal už v roku 1992 a už na začiatku boli dané odporúčania operátorom siete, aby títo ponúkli tarify umožňujúce riadenie prevádzky tepelných čerpadiel.

Okolo 80% z približne 900 sieťových operátorov vo Švajčiarsku v súčasnosti ponúka tarify pre tepelné čerpadlá. Zákazníci na oplátku prijímajú podstatne lacnejšiu elektrickú energiu (o 20 až 40% lacnejšiu, ako sú štandardné ceny). Cez tieto tarify je v súčasnosti prostredníctvom sieťových operátorov riadených 50 až 90% všetkých nainštalovaných tepelných čerpadiel vo Švajčiarsku (cca 100 000 tepelných čerpadiel). To predstavuje významný kontrolovateľný zdroj – obzvlášť ak si uvedomíme, že do roku 2020 by malo byť nainštalovaných celkom 400 000 tepelných čerpadiel.

Výzva pre Švajčiarsko: Elektrifikácia trhu vykurovania pre domácnosti 1992 – 2008

Prieknik tepelných čerpadiel na začiatku 90-tych rokov minulého storočia zmenil domáci trh s teplom. Tepelné čerpadlá sa z minoritného trhového podielu v 90-tych rokoch prepracovali za desaťročie na popredné pozície pri výbere zdroja tepla. Tento nárast prinieslo nasadenie tisícok tepelných čerpadiel, ktoré mali pomôcť pri riešení problémov distribučnej elektrizačnej siete. Sieťoví operátori aj s podporou vlády odpovedali na tento trend špeciálnymi tarifikami.



Obr. 3 Viac ako 150 000 tepelných čerpadiel inštalovaných vo Švajčiarsku má zásadný vplyv na stabilitu rozvodnej siete (zdroj: Delta Energy & Environment, 2011; údaje – Swiss Federal Office of Energy, 2009)

Charakteristiky riešenia zo Švajčiarska:

- tepelné čerpadlá dokážu odpovedať na signály z energetických spoločností, odpájajú sa v čase špičiek a zapínajú sa v čo najkratšom čase počas mimošpičkových odberov
- tepelné čerpadlá sa zvyčajne vypínajú počas dvoch jednohodinových období za deň (minimálne 1 hodinu za deň, maximálne 3 x 2 hodiny za deň)
- sofistikovaná 2-cestná komunikácia je vo Švajčiarsku štandardom pre všetky riadiace systémy tepelných čerpadiel (čo nie je štandardom vo väčšine rozvíjajúcich sa trhov s tepelnými čerpadlami, kde len niektoré tepelné čerpadlá sú pripravené na „inteligentnú“ prevádzku)
- ak systém sám o sebe nemá dostatočnú schopnosť pre udržanie tepla, vyžaduje sa inštalácia zásobníkov tepla.

Spoločnosť Delta Energy & Environment Ltd. ako autor tohto článku ďakuje spoločnostiam Planair SA, Vattenfall Europe, Dánskej technologickej univerzite a Energinet.dk za ich čas.

Zdroj: „Smart“ Heat Pumps: Enablers of a Low Carbon Future, White Paper, Delta Energy & Environment Ltd., február 2011.

-tog-