

## Případová studie

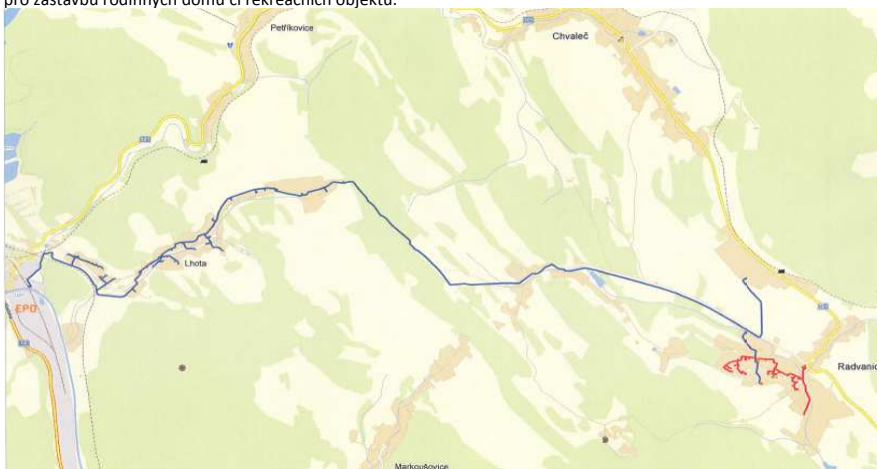
<b>Název projektu</b>	Studie variant teplofikace lokality Radvanice
<b>Lokalita</b>	50.566240, 16.055673
<b>Informace o majiteli/zadavateli</b>	Společnost ČEZ Teplárenská, a.s., je jako řízená osoba součástí koncernu řízeného společností ČEZ, a. s., jako řídicí osobou. Společnost ČEZ Teplárenská, a.s. zásobuje přibližně 7 500 odběrných míst a kromě více než 140 000 domácností jsou odběrateli tepla i nemocnice, úřady, školy a průmyslové podniky. Celková roční dodávka tepla činí okolo 9 000 TJ. Zásobuje teplem zákazníky ve 39 lokalitách v Ústeckém, Karlovarském, Středočeském, Pardubickém, Královéhradeckém, Moravskoslezském a Jihomoravském kraji, kde také exportuje teplo přes hranice, z Elektrárny Hodonín do slovenského města Holíč.
<b>Kontaktní osoba</b>	Ing. Alexej Hřebíček, +420 475 256 621, alexej.hrebicek@cez.cz

### Kontext zpracování studie

Vyhodnocení možnosti implementace solární tepelné soustavy v CZT Radvanice jako variantu řešení jež byla součástí komplexní analýzy jejímž cílem bylo zpracování výběrové studie zdrojové základny lokality Radvanice. Studie technicky a ekonomicky vyhodnocovala definované varianty optimalizace stávajícího stavu a možné decentralizace dodávek tepla.

### Popis stávajícího stavu

Teplo na vytápění a přípravu teplé vody je zajištěno dálkovými dodávkami z hnědouhelného zdroje Elektrárny Poříčí (EPO). Primární teplosnosnou látkou je pára o parametrech 1,1 MPa a teplotě 250 °C. Hlavní primární větví je parovod Krkonoše, ze kterého je za areálem EPO vedena odbočka parovodu Radvanice. Parovod Radvanice je v celkové délce cca 11 km veden přes Osady Lhota a Bezděkov dále převážně zalesněným územím až k uzavírací armatuře odbočky Radvanice. Vlastní parovod dále pokračuje k bývalým dolům Kateřina. Vzhledem k ukončené těžbě v lokalitě je tato část parovodu od odbočky Radvanice již uzavřena. Parovod je v celé své délce veden po povrchu převážně na cca 1m vysokých ocelových konzolách na betonových patkách se standardními kompenzátory a odkalovacími nikami. V některých místech je provedeno ocelové přemostění (křížování cest, lesnická činnost atd.). Kromě hlavního odběru páry v obci Radvanice jsou v osadách Lhota a Bezděkov realizovány dodávky tepla odbočkami parovodu (převážně v majetku ČEZ Teplárenská) bez vracení kondenzátu. Odběry slouží výhradně pro vytápění a částečně pro přípravu teplé vody pro zástavbu rodinných domů či rekreačních objektů.



Dimenze parovodu Radvanice odpovídá kapacitě dodávek pro uhelné doly Radvanice. Vzhledem k ukončení důlní činnosti v lokalitě jsou kapacity parovodu předdimenzované. Tato skutečnost vede k vyšším relativním tepelným ztrátám systému zejména v letním období.



Parovod Radvanice je ukončen ve dvou výměňkových stanicích. Zde je tepelná energie transformována na teplou vodu a dále distribuována. Jedná se o výměňkovou stanici:

**VS91**, která transformuje páru na vodu o parametrech 105/70°C PN 16 a zemním předizolovaným potrubím je rozvedena do objektů, kde je měřeno pouze teplo bez rozdělení na vytápění a přípravu TV. Z této VS je dále vedena jedna větev, která zásobuje 3 objekty (základní škola, jídelna a kulturní dům) o parametrech 90/70 PN 6 jako sekundár bez dodávek TV.



**VS92** je klasická sekundární výměňková stanice zásobující 4 trubním předizolovaným potrubím sídlištní celek - vytápěním 90/70 PN 6 a TV s centrální přípravou na VS 55°C.



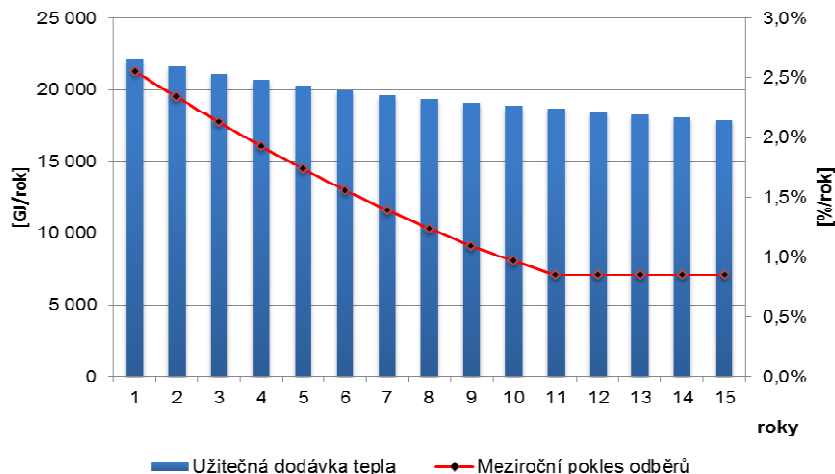
#### Spotřeba tepla

Lokalita odběru	Typ odběru	Úroveň předání	Počet odběrných míst	Užitečná dodávka [GJ/rok]
Lhota a Bezděkov	rodinné domy	primár	62	2 309
Radvanice	rodinné domy	primár	29	1 925
Radvanice	bytové domy/ bytové jednotky	primár	23	3 825
Radvanice	občanská vybavenost	primár	11	2 356
Radvanice	průmysl	primár	1	567
Radvanice	občanská vybavenost	sekundár ÚT	4	1 555
Radvanice	občanská vybavenost	sekundár TV	1	28
Radvanice	bytové domy	sekundár ÚT	9	9 046
Radvanice	bytové domy	sekundár TV	9	3 429
<b>Celkem</b>			<b>139</b>	<b>25 038</b>

### Perspektiva dodávek

Analýza perspektivy dodávek byla provedena ve dvou úrovních. Jednak byla posouzena úroveň zateplení a výměny původních otvorových konstrukcí u jednotlivých objektů - odběrných míst připojených na systém CZT a odhadnut potenciál energetických úspor, a tím snížení dodávek tepla na vytápění a jednak byly identifikovány objekty (zejména rodinné domy), které jsou situovány v blízkosti rozvodů CZT a nejsou připojeny, či mají přípojku, avšak teplo z CZT neodebírají.

Z hlediska úrovně tepelně technických vlastností konstrukcí jednotlivých objektů je možné konstatovat, že objekty jsou z velké části zatepleny, či mají alespoň výměněna okna za moderní plastová s izolačními dvojskly. Celkový potenciál úspor je na základě odborného odhadu na úrovni cca 27% z celkové spotřeby tepla na vytápění. Následující graf prezentuje postupné snižování odběru tepla v souvislosti se zlepšováním tepelně technických vlastností plášťů objektů.



Z hlediska odpojování konečných odběratelů od soustavy CZT je lokalita Radvanice značně specifická. Tato specifika jsou dána historií obce spojenou s důlní činností, svým umístěním v odlehle a environmentálně problematické části Trutnovska, absencí průmyslových odběrů a faktem, že obec není v současnosti plynofikována. Plošná aplikace substitučních zdrojů je tak značně omezená. Za současného stavu dodávek tepla parovodem Radvanice nehrozí masivnější odpojování většího počtu zákazníků.

### Řešené varianty

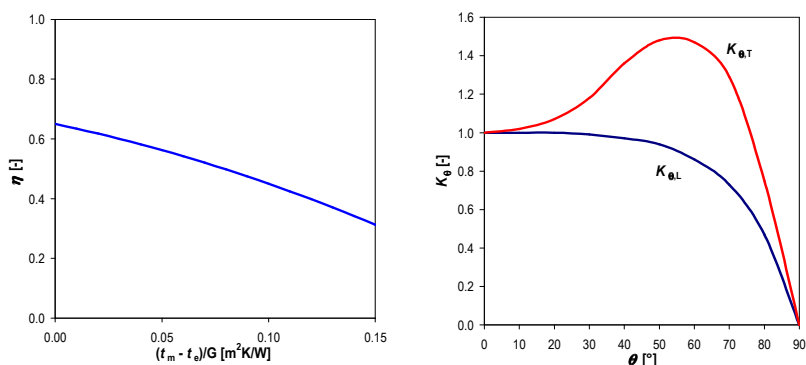
Označení varianty	Popis varianty
0a	Stávající stav - nulová varianta
0b	Zimní provoz parovodu, léto decentralní elektroohřev na primáru, centrální elektroohřev na sekundáru (využití stávajícího zařízení)
0c	Zimní provoz parovodu (včetně TV), léto decentralní elektroohřev - boilers v místě spotřeby
1a	Kotelna na biomasu - 100% pokrytí
1b	Zimní provoz kotelny na biomasu, léto decentralní elektroohřev na primáru, centrální elektroohřev na sekundáru (využití stávajícího zařízení)
1c	Zimní provoz kotelny na biomasu (včetně TV), léto decentralní elektroohřev - boilers v místě spotřeby
2	Kotelna na biomasu, tepelné čerpadlo pro ohřev TV sekundár a dohřev zpátečky ÚT sekundár
3a	5% pokrytí solární soustavou, špičkový zdroj - kotel na biomasu
3ax	5% pokrytí solární soustavou, instalace na střeše objektů, špičkový zdroj - kotel na biomasu
3b	15% pokrytí solární soustavou, špičkový zdroj - kotel na biomasu
3c	25% pokrytí solární soustavou, špičkový zdroj - kotel na biomasu
4	Kotelna na biomasu - 100% pokrytí + točivá redukce 300 kW
5a	Plynová kotelna - 100% pokrytí
5b	Plynová kotelna - 100% pokrytí + plynová kogenerační jednotka - pístový motor

### Varianty zahrnující solární tepelné soustavy

Předmětem variant bylo posouzení technických možností implementace solární soustavy v rámci soustavy centralizovaného zásobování teplem Radvanice s využitím simulačních analýz v programu TRNSYS. Solární soustava byla řešena ve variantách s pokrytím potřeby tepla 5, 15 a 25 % a dále 5 % s umístěním na střeše bytových domů (obrázek viz dále). Pro tyto hodnoty budou navrženy parametry solární soustavy (plocha solárních kolektorů, objem zásobníku tepla). Jako špičkový zdroj je uvažována kotelna na biomasu.

### Vstupní parametry

Simulační analýza v prostředí TRNSYS vycházela z okrajových podmínek stanovených zadavatelem, případně doplněných zpracovatelem na základě běžné projekční praxe v řešené oblasti centralizovaného zásobování budov teplem. Simulační prostředí TRNSYS využívá databáze hodinových klimatických údajů zpracovaných do tzv. typických meteorologických roků (formát TMY – typical meteorological year). Pro Českou republiku jsou oficiálně k dispozici pouze databáze z 5 lokalit: Praha, Kuchařovice, Churáňov, Hradec Králové a Ostrava. Požadavek zadavatele je provést analýzu pro klimatické podmínky nejbližší lokality - Hradce Králové (východní Čechy), navíc vzhledem k specifčnosti lokality bylo sluneční záření sníženo o 15% oproti TMY. Průměrná roční teplota je 8.3 °C. Celkový roční úhrn slunečního záření na vodorovnou plochu je 1078 kWh/(m<sup>2</sup>.rok) (po korekci 916 kWh/(m<sup>2</sup>.rok)), na plochu skloněnou 45° s jižní orientací je úhrn 1228 kWh/(m<sup>2</sup>.rok) (po korekci 1043 kWh/(m<sup>2</sup>.rok)). Velikost plochy solárních kolektorů je výsledkem analýzy pro dosažení požadovaného solárního pokrytí 5 %, 15 % a 25 %. V rámci řešené analýzy mají solární kolektory jednotně orientaci na jih a sklon 45°. Instalace kolektorů se předpokládá na terénu s průměrnou roční odrazivostí 20 %. Průtok solárními kolektory byl zvolen v režimu low-flow: cca 20 l/(h.m<sup>2</sup>) apertury kolektorů z důvodu minimalizace rozměrů potrubí. Teplonosnou kapalinou kolektorového okruhu je nemrznoucí směs na bázi propylenglykolu (ředění 50 / 50 % s vodou). Pro každou variantu byly na základě stanovené potřebné plochy solárních kolektorů určeny průtok teplonosné kapaliny, světlost potrubí a délka potrubí kolektorového okruhu.



Objem zásobníku tepla, určeného pro akumulaci tepelných zisků ze solárních kolektorů, je výsledkem analýzy pro dosažení požadovaného solárního pokrytí 5 %, 15 % a 25 %. Akumulační látkou je voda. Zásobník je koncepčně uvažován jako válec s poměrem výška/průměr přibližně rovným 1. Zásobník je uvažován nadzemní. Tepelná izolace zásobníku je v celém povrchu uvažována 30 cm při tepelné vodivosti materiálu 0,06 W/(m.K). Předpokládá se, že v zásobníku bude ideálně řízeno teplotní vrstvení objemu vnitřním stratifikačními vestavbami. Maximální teplota v zásobníku je stanovena 90 °C.

### Definice výstupních parametrů

Pro jasnou interpretaci výsledků jsou níže definovány základní parametry sledované v analýze.

Plochou solárních kolektorů  $A_k$  [m<sup>2</sup>] se rozumí plocha apertury, tzn. plocha otvoru (zasklení), kterým do solárního kolektoru vstupuje sluneční záření.

Objem vodního akumulačního zásobníku tepla  $V_w$  [m<sup>3</sup>] je objem vody uvnitř zásobníku (betonové nádrže, výkopového zásobníku).

Využité zisky ze solární soustavy  $Q_{ss,u}$  [GJ] jsou zisky předané ze solární soustavy do odběru tepla. Hranicí je nejčastěji výstup z akumulačního zásobníku nebo navazující výměník.

Měrné zisky solární soustavy  $q_{ss,u}$  [kWh/(m<sup>2</sup>.rok)] využité zisky ze solární soustavy  $Q_{ss,u}$  vztažené

k instalované ploše apertury  $A_k$  solárních kolektorů. Lze z nich odvodit úsporu z m<sup>2</sup> instalované plochy kolektorů solární soustavy a jsou určitým ekonomickým kritériem. Zároveň jsou měřítkem účinnosti solární soustavy (vydělením dopadlou sluneční energií).

Solární pokrytí  $f$  [%] (solární podíl) je procentní pokrytí celkové potřeby tepla tepelným ziskem ze solární soustavy (využitým ziskem).

### Souhrnné výsledky

solární pokrytí [%]	5	15	25
plocha kolektorů [m <sup>2</sup> ]	753	2 545	5 800
objem zásobníku [m <sup>3</sup> ]	38	510	1 450
měrné solární zisky [kWh/(m <sup>2</sup> .rok)]	528	493	390

### Ekonomické parametry variant se solární soustavou

V rámci studie byly ekonomické parametry vyhodnocovány podrobně na základě požadavků investora. Pro srovnání variant zahrnujících solární soustavu jsou níže prezentovány výsledné ceny tepla bez zahrnutí zisku a DPH v porovnání se stávajícími cenami tepla v lokalitě.

Varianta	z primárního rozvodu	ze sekundárního rozvodu	ve VS na ohřev TV	celkem
	[Kč/GJ]	[Kč/GJ]	[Kč/GJ]	[Kč/GJ]
STAV	379	481	456	-
1a	434	538	453	486
3a	460	570	479	514
3ax	473	585	491	528
3b	520	643	538	580
3c	554	685	572	618

### SDH plant opportunities & threats, benefits & limits

Na základě výstupů ekonomické analýzy je nasazení alternativních zdrojů energie reálné pro nízké podíly na celkových dodávkách tepla. Pro případnou implementaci solární soustavy hovoří minimální náklady na palivo, odpovídající pouze nákladům na elektrickou energii pro provoz oběhových čerpadel a regulace. Tato skutečnost zajišťuje stabilitu ceny tepla po celou dobu provozu soustavy, kdy jsou určujícím prvkem produkční ceny investiční náklady spojené s realizací projektu. Problémem může být zajišťování plochy pro instalaci solárních kolektorů, což může být komplikované jak v případě instalace na střechách (nájem ploch), tak v případě instalace na zemi (povolovací procesy, odpor veřejnosti). Z výše uvedeného je patrné, že oproti implementace solární soustavy zvyšuje výslednou cenu tepla v systému oproti variantě se samostatně realizovanou kotelnou na biomasu.

### Fotografie



### Autoři

This factsheet was prepared by David Borovsky and Matěj Malý (AF-CITYPLAN s.r.o.)



Intelligent Energy Europe Programme  
of the European Union

*The sole responsibility for the content of this publication lies with the authors. It does not necessarily reflect the opinion of the funding organizations. Neither the funding organizations nor the authors are responsible for any use that may be made of the information contained therein.*