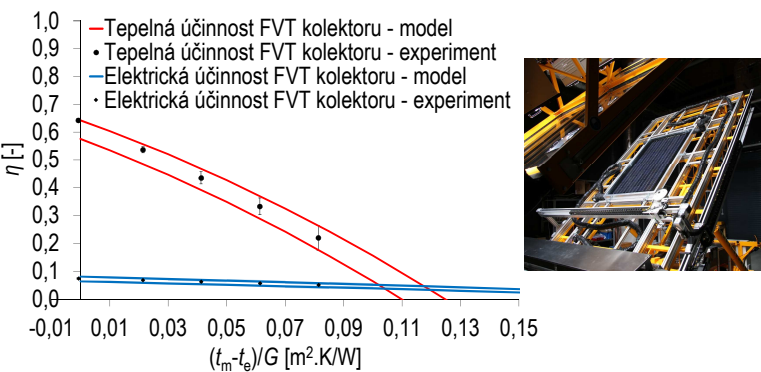


MOTIVACE A CÍLE PRÁCE

Disertační práce se zabývá problematikou zaskleného kapalinového fotovoltaicko-tepelného (FVT) kolektoru, který není takřka zastoupen na světovém trhu, přestože by jeho energetický přínos pro budovy mohl být významnější oproti ostatním konstrukčním typům FVT kolektorů či současným konvenčním solárním technologiím (solární fototermické kolektory a fotovoltaické panely). FVT kolektor díky kombinaci produkce tepla a elektrické energie může výrazně navýšit využití dopadlé sluneční energie na obálku budovy. Jedním z hlavních cílů disertační práce je matematické modelování a experimentální testování nového konceptu zaskleného FVT kolektoru, které povede k nalezení výhodného konstrukčního provedení kolektoru. Jako další hlavní cíl je vytvoření optimalizovaného prototypu FVT kolektoru na základě výsledků celoročních simulací a jeho nasazení na konkrétní měřené aplikaci. Kromě toho si práce klade za cíl zhodnotit energetický přínos FVT kolektoru v cílové aplikaci pro odlišné klimatické podmínky.

MATEMATICKÝ MODEL FVT KOLEKTORU

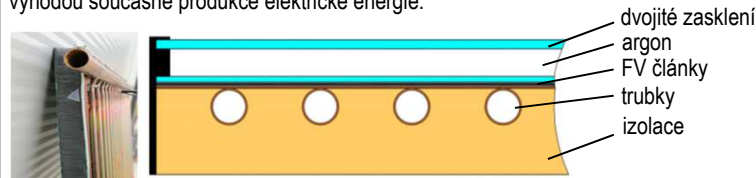
Byl vytvořen matematický model FVT kolektoru, který byl validován jak za ustálených (viz obr. 1), tak za proměnlivých podmínek. První verze modelu byla stacionární [1]. Později byl vytvořen i dynamický model, který byl rozšířen o tepelnou setrvačnost FVT kolektoru. Oba modely byly implementovány do simulačního prostředí TRNSYS jako nové komponenty. Poté bylo možné model využít pro optimalizaci konstrukce FVT kolektoru na základě celoročních simulačních analýz. Optimalizační analýzy byly zaměřeny například na tloušťku zadní izolace, geometrii tepelného výměníku, tloušťku vzduchové mezery v zasklení či aplikaci nízkoemisivního povlaku na povrch FVT absorberu.



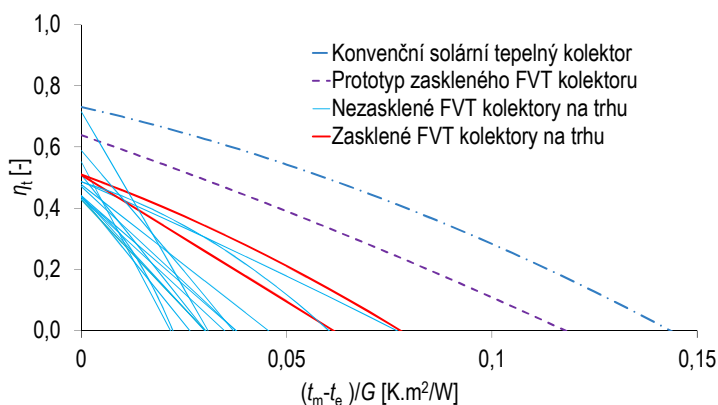
Obr. 1 Porovnání modelu a experimentu pro elektrickou a tepelnou účinnost FVT kolektoru (vlevo), fotografie FVT kolektoru během testování (vpravo)

PROTOTYP ZASKLENÉHO FVT KOLEKTORU

Zasklené FVT kolektory mají konstrukční omezení z hlediska maximální provozní teploty. Pokud je překročena maximální provozní teplota, dojde k termickému rozkladu etylenvinylacetátové laminace, kde jsou běžně zapouzdřeny FV články. Jako slibné technické řešení, které je současně předmětem disertační práce, se nabízí využití teplotně odolného polysiloxanového gelu pro zapouzdření FV článků místo konvenčního zapouzdření do etylenvinylacetátové laminace. Na obr. 2 je řez prototypem FVT kolektoru. Na obr. 3 je porovnání tepelné účinnosti prototypu s FVT kolektory na trhu. Prototyp vykazuje při nulových tepelných ztrátách tepelnou účinnost 64 % a elektrickou účinnost 7,4 %. V budoucnu by FVT kolektor mohl konkurovat zejména fototermickým kolektorům, protože vykazuje srovnatelný tepelný výkon s výhodou současné produkce elektrické energie.



Obr.2 FVT kolektor bez izolace a rámu (vlevo), řez FVT kolektorem (vpravo)



Obr. 3 Porovnání tepelné účinnosti prototypu FVT kolektoru s FVT kolektory na trhu

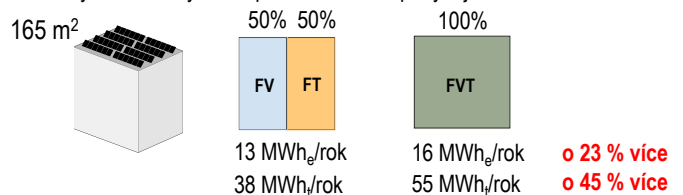
APLIKACE FVT KOLEKTORU

Energetický přínos byl hodnocen jak na základě výsledků simulačních analýz, tak na základě dvou měřených aplikací. Obě aplikace jsou vidět na obr. 4. První aplikace FVT kolektorů reprezentovala systém pro přípravu teplé vody v rodinném domě, instalace byla experimentálně měřena na střeše Fakulty Strojní Ústavu Techniky prostředí ČVUT v Praze. Druhá aplikace byla zaměřena na dlouhodobé vyhodnocení FVT kolektoru integrovaného do fasádního modulu. Aplikace s integrovaným FVT kolektorem byla měřena po dobu dvou let na experimentální ploše Univerzitního centra energeticky efektivních budov UCEEB ČVUT [2].



Obr. 4 Měřená aplikace na střeše Fakulty strojní (vlevo), měření energeticky aktivního fasádní modulu s integrovaným FVT kolektorem na UCEEB (vpravo)

Byly provedeny simulační analýzy pro přípravu teplé vody v bytovém a rodinném domě pro odlišné Evropské klimatické podmínky. Byl porovnán energetický přínos integrace FVT kolektoru do fasády s konvenční instalací FVT kolektorů na střechu bytového domu [3]. Na obr. 5 je dále uvedeno porovnání instalace střešního FVT systému a konvenčního systému s fototermickými (FT) kolektory a fotovoltaickými (FV) panely pro klimatické podmínky v Praze. Měrný tepelný zisk FVT systému v bytovém domě se pro tři Evropské lokace pohybuje v rozmezí 352 až 582 kWh/m². Elektrický zisk FVT systému pro tři lokace se pohybuje v rozmezí 63 až 149 kWh/m².



Obr. 5 Výsledky simulační analýzy FVT systému pro přípravu teplé vody v bytovém domě v Praze

ZÁVĚR

- Byl vytvořen stacionární a dynamický matematický model zaskleného FVT kolektoru, který byl následně implementován do simulačního prostředí TRNSYS jako nová komponenta
- Matematický model byl validován za ustálených a proměnlivých podmínek
- Implementovaný model byl využit pro optimalizaci konstrukce FVT kolektoru na základě výsledků ročních simulačních analýz
- Na základě výsledků optimalizace bylo vytvořeno několik prototypů FVT kolektoru
- Byl vyhodnocen energetický přínos FVT kolektoru jak na základě výsledků simulačních analýz cílové aplikace, tak na základě experimentálního měření dvou reálných aplikací

LITERATURA

- [1] POKORNÝ, N., T. MATUŠKA a B. ŠOUREK. Modeling of Glazed Liquid PV-T Collector with Use of Detail Model. Proceedings of the 14th International IBPSA Conference Building Simulation 2015, Hyderabad, India, ISBN 978-93-5230-118-8.
- [2] POKORNÝ, N. et al. Glazed PVT collector integrated into façade module. 12th International Conference on Solar Energy and Buildings - EuroSun 2018, Rapperswil, Switzerland, DOI 10.18086/eurosun2018.02.04
- [3] POKORNÝ, N. a T. MATUŠKA. Glazed Photovoltaic-thermal (PVT) Collectors for Domestic Hot Water Preparation in Multifamily Building. SUSTAINABILITY. 2020, vol. 12, no. 15, ISSN 2071-1050. DOI 10.3390/su12156071