

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

<b>Název práce:</b>	<b>Odhad evapotranspirace městské zeleně v areálu Univerzitního centra energeticky efektivních budov ČVUT v Praze</b>
<b>Jméno autora:</b>	Bc. Lukáš Urban
<b>Typ práce:</b>	diplomová
<b>Fakulta/ústav:</b>	Fakulta stavební (FSv)
<b>Katedra/ústav:</b>	Katedra hydrauliky a hydrologie
<b>Oponent práce:</b>	Ing. Pavel Tachecí, Ph.D.
<b>Pracoviště oponenta práce:</b>	DHI a. s.

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

<b>Zadání</b>	<b>mimořádně náročné</b>
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Splnění jednotlivých úkolů zadání vyžaduje dobrou orientaci v (nejednoduché) problematice evapotranspirace, schopnost provést rešerši ve vědeckých publikacích (v angličtině), provést a vyhodnotit polní experiment, vyhodnotit a korektně interpretovat dlouhodobé měření, včetně zohlednění možných slabých míst použitých rovnic. Dle mého názoru jde vlastně o zadání uceleného výzkumného úkolu, což, odhaduji, není běžný standart pro diplomové práce.	

<b>Splnění zadání</b>	<b>splněno</b>
<i>Posuďte, zda předložená závěrečná práce splňuje zadání. V komentáři případně uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, nebo zda je práce oproti zadání rozšířena.</i>	
Zadání bylo dle mého názoru splněno beze zbytku, dílčí části řešení jdou i nad rámec pokynů k vypracování.	

<b>Zvolený postup řešení</b>	<b>vynikající</b>
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Postup diplomanta je zcela adekvátní problému, možnostem a dostupným datům.	

<b>Odborná úroveň</b>	<b>A - výborně</b>
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů. Posuďte též schopnost studenta vnímat řešenou problematiku v širších souvislostech a aplikovat inženýrský přístup při řešení</i>	
Celková odborná úroveň je velmi vysoká. Diplomant korektně aplikuje jak inženýrský přístup (například při hodnocení polních měření), tak přístup vědecký (například podrobné hodnocení citlivosti rovnic na vstupy).	

<b>Formální a jazyková úroveň, srozumitelnost práce</b>	<b>B - velmi dobře</b>
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku práce a její celkovou srozumitelnost</i>	
Práce je zcela srozumitelná, má výbornou formální a grafickou úroveň. Hodnocení snižuji na „velmi dobře“ z důvodu občasného výskytu pravopisných chyb, chybějících slov, a některých ne zcela vhodných formulací.	

<b>Výběr zdrojů, korektnost citací</b>	<b>A - výborně</b>
<i>Vyjáďte se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Posuďte výběr pramenů. Ověřte, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi.</i>	
Diplomant cituje jak hlavní prameny k tématu (učebnice, průvodce), tak vhodně vybrané zásadní publikace z významných světových odborných periodik. Výběr i citace jsou na odpovídající úrovni vědeckému článku.	

<b>Další komentáře a hodnocení</b>
Pokud se tak ještě nestalo, výsledky práce lze rozhodně doporučit k publikaci v zahraničním odborném periodiku.

### III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

Magisterská práce Bc. Lukáše Urbana je rozdělena do pěti kapitol textu plus seznam symbolů, abstrakt, reference a přílohy. Textová část má rozsah 73 stran. Celá práce má velmi dobrou formální úpravu. V posudku se nebudu zabývat vyjmenováním překlepů a drobných formálních či jazykových chyb, které se v práci občas vyskytují. Rád bych předeslal, že magisterskou práci jako celek hodnotím kladně a dále uvedené připomínky a dotazy kvalitu předložené práce zásadním způsobem nesnižují.

V úvodu diplomant objasňuje význam evapotranspirace (ET) a obtíže stanovení. Dále vytyčuje hlavní cíl práce: vyhodnotit údaje z meteorologických stanic na střeše a v blízkosti experimentálního centra ECEEB v Buštěhradě, vypočítat různými metodami evapotranspiraci pro dvě sezóny ze třech různých povrchů a porovnat výsledky terénního experimentu měření výparu z volné hladiny v různých částech střechy centra.

Následuje teoretická řešeršní část. Ta je zpracována pečlivě, v podrobnosti a širce záběru adekvátně vystihující složitost problému, současné poznání a v úrovni (dle mého hlediska) nadprůměrné pro diplomovou práci studenta. Diplomant chvályhodně rozlišuje a definuje potenciální evapotranspiraci, aktuální evapotranspiraci a evapotranspiraci referenčního porostu. Oceňuji, že jsou uvedeny i alternativní zdroje informací a metody výpočtu jednotlivých veličin a koeficientů rovnic (například Penman-Monteithova vztahu) než obvykle uváděná příručka FAO 56 (Allen et al., 1998). Zde mám pouze drobné připomínky, většinou jde spíše o formulační nepřesnosti:

- Str. 7: - Evaporaci se voda nenavrací do vodního cyklu, ale do atmosféry  
-Intenzita výparu z volné hladiny není určena pouze atmosférickými podmínkami (jak je ukázáno i v další části práce)  
- U větších vodních ploch vyšší rychlost větru nevyplývá z celkově hladšího povrchu, ale z nižší aerodynamické (makro)drsnoti
- Str. 8 - po přetrhání kapilár dochází k výparu vodních par zřejmě skrze póry půdní matrice?
- Str. 11 - potenciální evapotranspirace by nastala v místě pokrytém spíše souvislým ideálním porostem (namísto vzrostlým vegetačním porostem)

Na konci druhé kapitoly jsou uvedeny hlavní faktory, ovlivňující evapotranspiraci. Tuto podkapitolu by možná bylo (pro lepší přehlednost) vhodné zařadit v textu dříve.

Třetí kapitola zahrnuje popis lokalit prováděných měření, přístrojového vybavení, a vlastní provedení výparoměrného experimentu dne 25.6.2015 na střeše experimentálního centra. K uspořádání měření a provedení experimentu nemám připomínek, považuji je za promyšlené a zdařilé. Oceňuji zejména použití infračervené kamery pro snímkování teploty výparoměrných nádob a jejich okolí.

Ve čtvrté kapitole jsou popsány výsledky měření, na nich prováděné analýzy a dílčí závěry. V podkapitole 4.1 jsou porovnány úhrny evaporace z volné hladiny v nádobě zjištěné během dne měření na 12 stanovištích na střeše. Z výsledků je zřejmé, že poloha (závětrí a zastínění, orientace ke světovým stranám) má významný vliv (rozdíl až 17%) stejně jako umístění (uschlá zelená střecha versus betonové dlaždice). Dále jsou rozebrány průběhy intenzity výparu během dne a ukázána korelace s průběhem teploty vody (a nepřímo vzduchu) na vybraných stanovištích. Posléze je pro den experimentu vypočten pomocí sedmi metod z dat meteostanic denní úhrn a hodinové úhrny evapotranspirace. Hodinové intenzity vypočtené Penmanovou rovnicí jsou porovnány s měřenými hodnotami v jednotlivých nádobách, rozdíly analyzovány a diskutovány. Zde oceňuji vyvozené dílčí závěry, že zjištěné rozdíly nejpravděpodobněji pocházejí z předpokladů použitých při konstrukci Penmanovy rovnice, které, zdá se, nejsou v reálných případech vždy zcela splněny. V podkapitole 4.3 jsou vyhodnocena měření dvou meteostanic za období dvou vegetačních sezón pomocí pěti metod. Výsledky jsou porovnány a rozdíly analyzovány s ohledem na použité vstupy jednotlivých rovnic a použité předpoklady. Oceňuji provedení podrobné analýzy a její závěry považuji za nové a přínosné. Podkapitola 4.4 se zabývá odhadem toku tepla do půdy (třemi metodami) a odhadem povrchového odporu (třemi přístupy). Tyto parametry bývají často pouze odhadovány z nedostatku dat, proto oceňuji

provedenou podrobnou analýzu a porovnání. Podkapitola 4.5 obsahuje porovnání citlivosti až sedmi rovnic pro výpočet evapotranspirace na vstupní parametry.

Prosím o bližší vysvětlení věty (str. 33): „V praxi se naměřené hodnoty výparu korigují koeficientem nabývajícím hodnot v intervalu  $<0; 1>$  (nejčastěji je používána hodnota 0,7).“

Dále mi není jasné, jakému trendu odpovídá rozdíl dvou hodnot průměrné čisté radiace za sezóny 2015 a 2016 (str. 48 dole). Nejde spíše o prostý rozdíl?

Je nějaké vysvětlení pro odlišný průběh přízemní teploty 26/27.5.2015 ve stanici North-east (Obr. 28)?

Prosím o vysvětlení formulace „Zásadní pro výběr vhodného diagramu je průměrná infiltrační hloubka vyvolaná srážkovou událostí a četnost srážek.“ (str. 64)

Jaká je příčina nižších měsíčních úhrnů evapotranspirace podle Penman-Monteitha u odumřelé vegetace oproti holé půdě (Tab.10, měsíce březen, září, říjen)?

Jakým způsobem byly učeny meze rozsahu veličin pro citlivostní analýzu (kap. 4.5)?

Pátá kapitola obsahuje stručný závěr. Vzhledem k množství získaných poznatků bych očekával rozsáhlejší shrnutí (a začlenění do kontextu), nicméně základní informace jsou uvedeny dostačujícím způsobem.

Zde mám jen formulační poznámku: v práci byla skutečně podrobně porovnána měřená intenzita evaporace v různých místech střechy (a tím splněno zadání). Jde skutečně o vyhodnocení prostorové variability?

Celkové hodnocení: předložená práce byla zpracována precizně, dostatečně podložena teoretickými znalostmi a s provedenými závěry se do značné míry mohou ztotožnit. Dílčí nedostatky uvedené výše nesnižují můj výborný dojem. Vyroce hodnotím přínos několika dílčích zjištění. Je zřejmé, že tato diplomová práce jak zpracováním, tak odbornou úrovní patří k výrazně nadprůměrným.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **A - výborně**.

Datum: 31.1.2018

Podpis:



