

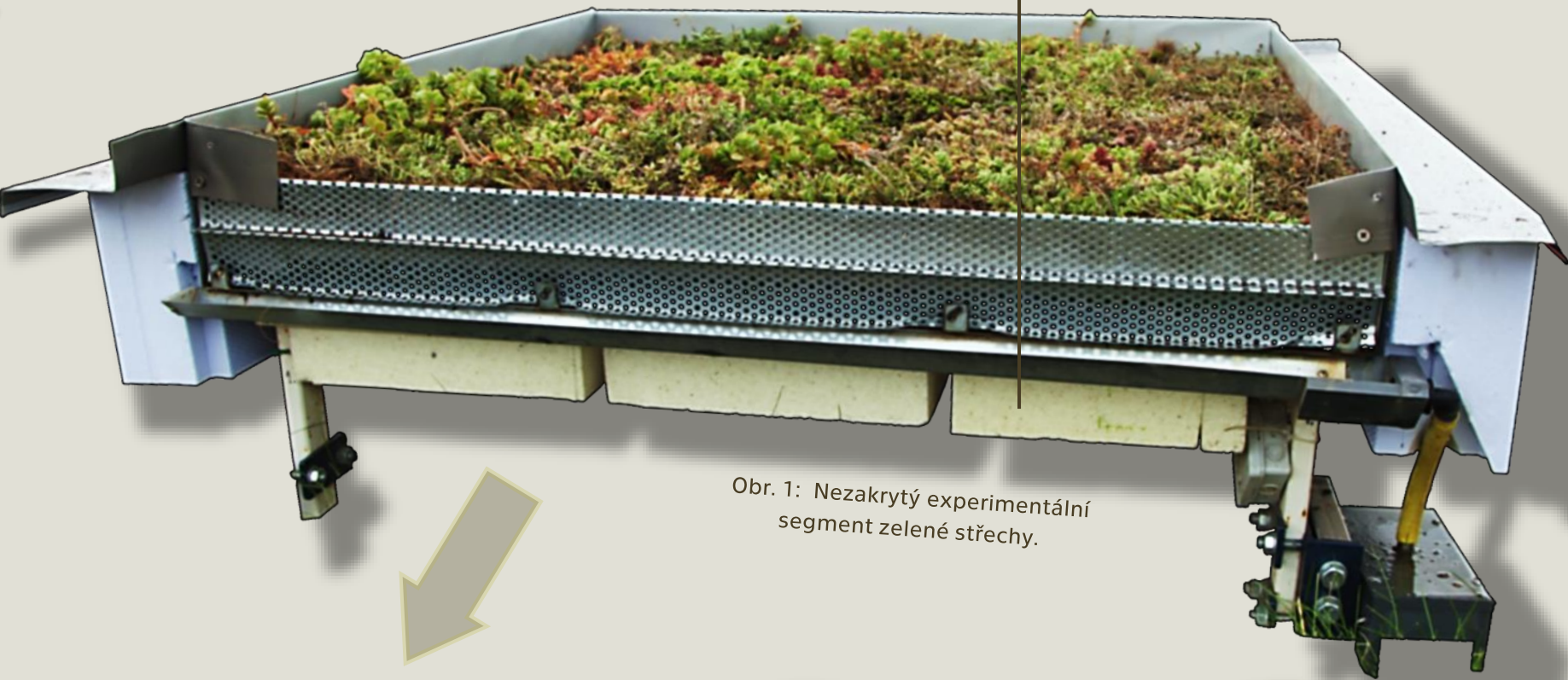
MODELOVÁNÍ HYDROLOGICKÉ ODEZVY ZELENÝCH STŘECH – AKTUÁLNÍ VÝZVY

VOJTĚCH SKALA, MICHAL DOHNAL



POPIS EXPERIMENTU

Data z dlouhodobého monitoringu, jejich analýza a numerického modelování hydrologického režimu experimentálních segmentů zelených střech jsou použity ke studiu aktuálních výzev v této oblasti. Těmi jsou kombinaci drenážní vrstvy, geotextílie a substrátu antropogenního původu s nejasnou hydrologickou odpovědí, modelování umělých závlah, korektní uvážení extrémních podmínek, které na zelených střechách panují, nebo zahrnutí vegetace s rozdílným mechanismem fixace uhlíku při fotosyntéze, než je běžné. Segmenty jsou umístěny na střeše budovy Univerzitého centra energeticky efektivních budov ČVUT v Praze (UCEEB, Obr. 2). Segmenty (plocha 1 m², Obr. 1) obsahují 60 mm substrátu pro extenzivní zelené střechy a jsou osázeny rozchodníkovými řízký, respektive pokryty rozchodníkovým kobercem se 40 mm substrátu. Použité substráty jsou komerční směsi určené pro extenzivní zelené střechy. Odtok je registrován překlopným průtokoměrem, vlhkost substrátu je měřena TDR čidly. Jeden ze segmentů je navíc kontinuálně vážen. K dispozici jsou také kompletní měření z blízké meteorologické stanice.



SUBSTRÁT A VEGETACE	60 mm
FILTRAČNÍ GEOTEXTILIE	1 mm
DRENÁŽNÍ VSTVA	25 mm
OCHRANNÁ GEOTEXTILIE	4 mm
HYDROIZOLACE	1 mm
TEPELNÁ IZOLACE	100 mm



Schematizace vertikálního profilu zelené střechy pro modelování.



Nopová fólie a geotextilie po třech letech provozu.



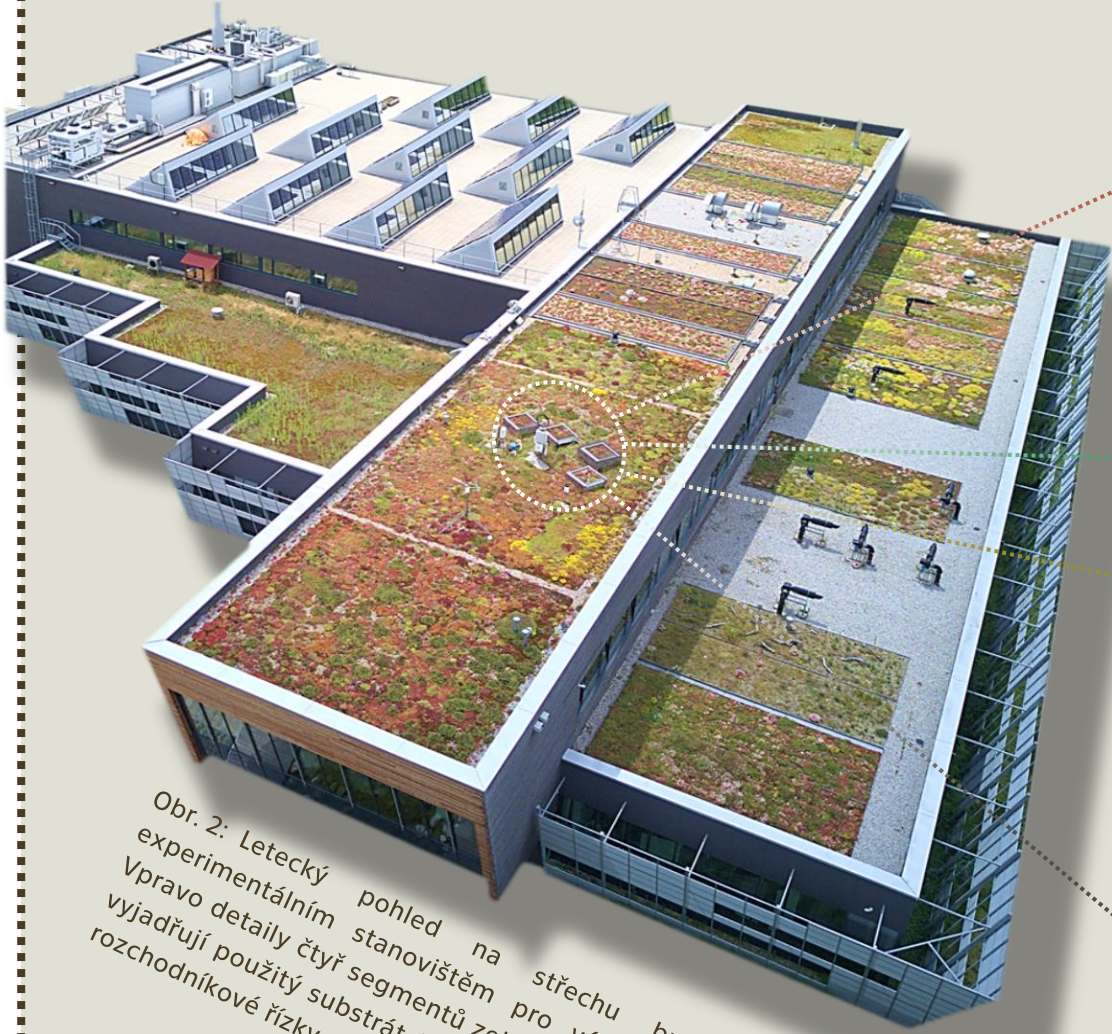
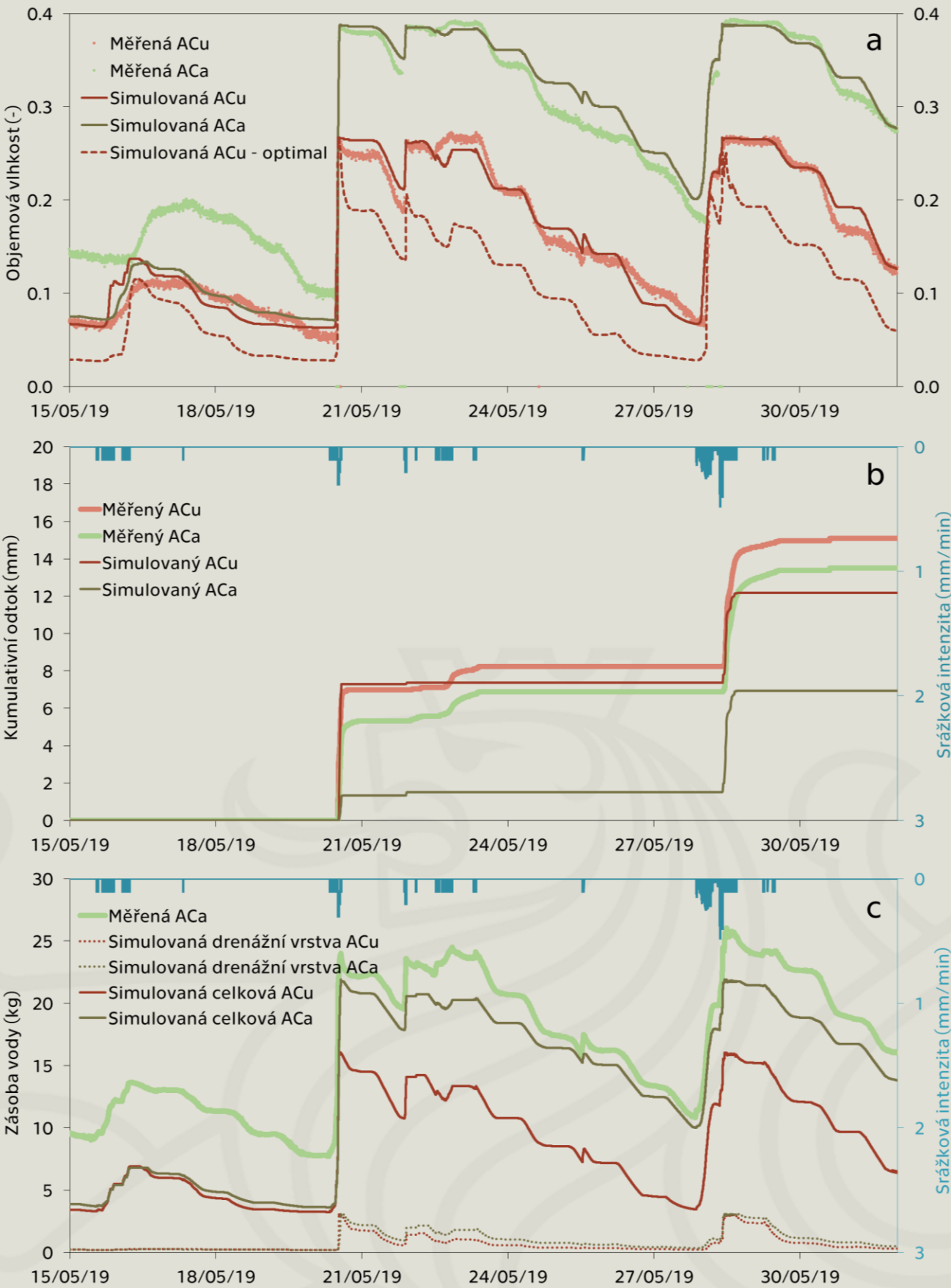
Použitý rozchodníkový koberec na kokosové rohoži.



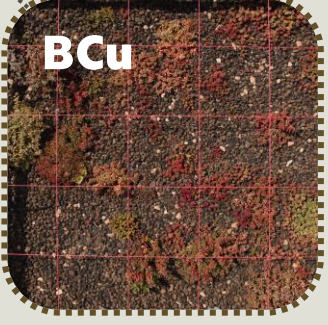
FYZIKÁLNĚ ZALOŽENÝ MODEL

Hydrologická reakce zkoumaných segmentů je průběžně vyhodnocována a simulována jednorozměrným modelem, numericky řešícím dvojici Richardsovy rovnice. Model zahrnuje dvě vzájemně komunikující domény proudění s rozdílnými hydraulickými vlastnostmi umožňující adekvátní reprezentaci substrátu zelené střechy. Hydraulické vlastnosti substrátu jsou parametrizovány modelem van Genuchtena-Mualem. Vstupní data do modelu jsou stanovena jednoduchým intercepčním modelem. Vybrané hydraulické parametry modelu jsou optimalizovány algoritmem Levenberga-Marquardta.

Obr. 3: Výsledky modelu pro segmenty ACu a ACA v porovnání s měřenými veličinami: (a) objemová vlhkost v hloubce 3 cm po povrchu, (b) kumulativní odtok, (c) aktuální zásoba vody (měřená zásoba je ze segmentu ACA s vyšší pokrývností a pravděpodobně vyšší retenční kapacitou, u segmentu ACu neměřena).



Obr. 2: Letecký pohled na střešní budovy UCEEB s experimentálním stanovištěm pro výzkum zelených střech. Vpravo detaily čtyř segmentů zelených střech (názvy segmentů vyjadřují použitý substrát A – Acre, B – BBcom a vegetaci Cu – rozchodníkový koberec).



VÝSLEDKY

Užitím zvoleného modelu bylo v minulosti prokázáno, že je možné úspěšně simulovat hydrologickou reakci segmentů zelených střech včetně drenážní nopové fólie a kořenového odběru vegetace, kterou jsou segmenty osázeny. Aplikace duální verze modelu prokázala, že je tímto způsobem možné dále zvýšit přesnost modelové předpovědi s ohledem na aktuální zásobu vody a vlhkost. Lepší porozumění hydrologickému režimu zelených střech může v budoucnu vést k návrhu souvrství, která budou lépe plnit požadovanou funkci.

PUBLIKOVANÉ STUDIE

- Skala, V., Dohnal, M., Votrubová, J., Jelínková, V., 2019. The use of simple hydrological models to assess outflow of two green roofs systems. Soil Water Res. 14 (2), 94–103.
- Skala, V., Dohnal, M., Votrubová, J., Vogel, T., Dušek, J., Šácha, J., Jelínková, V., 2020. Hydrological and thermal regime of a thin green roof system evaluated by physically-based model. Urban For. Urban Green. 48.



RESEARCHGATE LINK vojtech.skala@fsv.cvut.cz

PODĚKOVÁNÍ

TATO PRÁCE VZNIKLA V SOUVISLOSTI S ŘEŠENÍM PROJEKTU GAČR 20-007885. DODATEČNÁ PODPORA BYLA POSKYTNUTA Z GRANTU STUDENTSKÉ GRANTOVÉ SOUTĚŽE ČVUT Č. SGS21/050/OHK1/1T/11. EXPERIMENTÁLNÍ MĚŘENÍ BYLA PODPÓŘENA NÁRODNÍM PROGRAMEM UDRŽITELNOSTI I, MINISTERSTVA ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY S ČÍSLEM LO1605.