



Monitoring městského mikroklimatu a environmentálních podmínek (pilotní území kampusu UJEP)

Výzkumný program představuje instalaci automatické meteorologické stanice (AMS) a výparoměru v areálu Univerzity Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem. Cílem je získat unikátní klimatologická data přímo z městského prostředí, kde běžně standardní stanice chybí. Systém umožní sledovat vliv městské zástavby na řadu environmentálních prvků (teplotu, vlhkost a proudění vzduchu). Získaná data budou využita nejen pro vědecký výzkum, ale také ve výuce. Projekt navazuje na metodické pokyny ČHMÚ a rozšiřuje možnosti monitoringu tzv. městského tepelného ostrova.

Tato zpráva představuje výzkumný program zaměřený na využití automatické meteorologické stanice (AMS) a výparoměru. Obě zařízení jsou koncipována jako jednotný systém, který bude instalován na pozemku kampusu Univerzity Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem, kde umožní realizaci řady výzkumných aktivit v oblasti klimatologie, studia městského mikroklimatu, monitoringu environmentálních podmínek. Data poskytovaná systémem AMS budou také aktivně využívána při výuce a jako zdroj pro studentské práce.



AMS ZAJISTÍ SBĚR VYSOCE PŘESNÝCH DAT, KTERÁ JSOU NEZBYTNÁ PRO TŘI KLÍČOVÉ PILÍŘE ČINNOSTI:

1. Výzkum: Kontinuita klimatických řad a studium městského mikroklimatu.
2. Výuka: Praktická aplikace v geografických, technických a environmentálních oborech.
3. Provoz: Monitoring podmínek pro správu budov a zeleně.

LOKALIZACE A VÝZNAM UMÍSTĚNÍ V AREÁLU KAMPUSU

Umístění stanice v centru města je z vědeckého hlediska zcela zásadní. Většina standardních stanic Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ) je situována na okrajích měst, aby data nebyla ovlivněna zástavbou.

Instalací AMS přímo v kampusu budou k dispozici unikátní data o tzv. městském tepelném ostrově. Bude možné kvantifikovat, jak nepropustné plochy, budovy fakulty a absence rozsáhlejší zeleně ovlivňují teplotu, vlhkost a proudění vzduchu ve srovnání s volnou krajinou. Tato data mají mimo jiné potenciál využití při plánování rozvoje univerzity. V kombinaci s daty ČHMÚ bude možné sledovat gradient vybraných dat v rámci města a mimo něj. Výběr místa byl zvolen na základě metodického předpisu ČHMÚ (Židek a Lipina 2003).

TECHNICKÁ SPECIFIKACE A POPIS MOŽNOSTÍ VYUŽITÍ

Objednávka stanice byla konfigurována s ohledem na maximální přesnost. Součástí dodávky jsou klíčové senzorické systémy, které pokrývají základní i pokročilé meteorologické proměnné.

KOMBINOVANÝ SNÍMAČ TEPLOTY A VLHKOSTI VZDUCHU

Jedná se o základní prvek stanice, umístěný ve standardním radiálním krytu ve výšce 2 metry nad terénem.

Možnosti využití:

Základní klimatologie: Stanovení průměrných denních teplot, teplotních maxim a minim.

PŘÍZEMNÍ TEPLOMĚR

Tento specializovaný senzor je umístěn 5 cm nad povrchem.

Možnosti využití:

Detekce přízemního mrazu: Sledování výskytu přízemních mrazů i v obdobích, kdy teplota ve 2 metrech neklesá pod bod mrazu.

Pedologie a biologie: Studium vztahu mezi teplotou půdy/povrchu a aktivitou půdních organismů či vegetačním klidem rostlin v areálu.

VÝPAROMĚR (EVAPORIMETR)

Zařízení pro měření výparu z vodní hladiny, což je v městském prostředí kritická veličina, jejíž studium by poskytovalo jedinečné informace o hydrologické bilanci.

Možnosti využití:

Monitoring sucha: Sledování hydrologické bilance a rizika sucha v mikroklimatu kampusu.

Klimatické modelování: Výpar je klíčovým parametrem pro energetickou bilanci povrchu.

ULTRAZVUKOVÝ SNÍMAČ RYCHLOSTI A SMĚRU VĚTRU

Pro měření proudění vzduchu byla zvolena nejpokročilejší dostupná technologie – statický ultrazvukový anemometr. Na rozdíl od klasických miskových či vrtulových anemometrů neobsahuje žádné pohyblivé části, což je pro bezúdržbový provoz klíčové.

Možnosti využití a výhody zvolené technologie:

Rozptylové podmínky: Přesné určení směru šíření exhalací z dopravy v okolí kampusu, a to i při velmi slabém větru.

Komplementace dat ČHMÚ: Data AMS mohou poskytnout informace o pohybu vzduchových mas v intravilánu města.

Vysoká citlivost: Měří již od nulové rychlosti (startovací práh 0,01 m/s), zatímco mechanické anemometry potřebují k roztočení vítr o síle cca 0,5–1 m/s.

VÁHOVÝ SNÍMAČ SRÁŽEK

Oproti běžným „člunkovým“ srážkoměrům, které jsou náchylné k ucpání a chybám při silných deštích, byl zvolen přesný váhový systém, minimalizující potřebu pravidelné údržby.

Možnosti využití:

Hydrologie: Přesný záznam průběhu srážkové činnosti

Návaznost dat: V kontextu datové sady z dalších senzorů, doplňují srážkové informace vývoj sledovaných fenoménů (tepelný ostrov města, stav vegetace).

SNÍMAČ SLUNEČNÍHO ZÁŘENÍ

Jedná se o senzor měřící globální radiaci, tedy sumu přímého a difuzního slunečního záření dopadajícího na vodorovnou plochu.

Možnosti využití:

Klimatologie: Data umožní sledovat změny v oblačnosti a energetickou bilanci povrchu v centru města.

SNÍMAČ BAROMETRICKÉHO TLAKU VZDUCHU

Digitální barometr je nezbytným doplňkem pro komplexní meteorologická měření.

Možnosti využití:

Sledování počasí: Jedná se o základní prvek, nezbytný při sledování meteorologických dat.

Výuka: Demonstrace přechodu tlakových níží a frontálních systémů v reálném čase.

NÁVAZNOST NA HISTORICKÁ DATA A KONTINUITA

Jednou z největších hodnot v klimatologii je délka a homogenita časové řady. Katedra geografie disponuje fragmentovanými záznamy z minulých let (manuální měření, studentské práce). V rámci manuálních měření docházelo k dlouhodobému záznamu základních meteorologických dat, a to na dvou místech v areálu kampusu. Jedním z cílů těchto záznamů byla identifikace potenciálního lokálního gradientu hodnot. Automatický záznam dat již minulosti částečně probíhal, avšak z technických důvodů nebylo možné získávat souvislé časové řady. S novou AMS je plánována integrace těchto dat a zajištění jejich pokračování na profesionální úrovni.

Studentské záznamy byly prováděny primárně z edukativních důvodů a zahrnovaly širokou škálu environmentálních parametrů (pasportizace dřevin, analýza hlukové zátěže, záznamy meteorologických dat). Vzhledem k charakteru těchto dat, byly záznamy prováděny nepravidelně, ale poskytly sady dat na jejichž základě by bylo možné implementovat odborný monitoring.

Díky instalaci AMS bude možné eliminovat lidské chyby při odečtech a zejména provádět automatický dlouhodobý monitoring. AMS dále umožňuje přímé napojení na internetovou síť univerzity a fungovat jako nezávislý datový server. Díky tomu bude mít AMS potenciál ke zpřístupnění dat přes webový portál uživatelům nejen v rámci sítě, ale také veřejnosti nebo zainteresovaným subjektům. Tím fakulta získá významné postavení partnera v oblasti monitoringu klimatu.

UPLATNĚNÍ VE VÝUCE A PODPORA VĚDY

Přítomnost stanice mění způsob výuky z teoretického na praktický („Research-based learning“).

Geografie a Fyzická geografie:

Studenti nebudou pracovat s anonymními daty z učebnic, ale s daty, která sami vidí vznikat. Mohou analyzovat vývoj meteorologických dat.

Informatika a Data Science:

Stanice bude generovat tisíce záznamů denně. Pro zainteresované to představuje ideální „Big Data“ zdroj, umožňující další zpracování (tvorba databází, „učení“ modelů) (Zhan et al. 2023; Ben Bouallègue et al. 2024)

Environmentalistika:

AMS má potenciál poskytovat data o vývoji tepleného ostrova města a vlivu klimatických změn na vegetaci. Instalací dílčích senzorů (např. v blízkosti vegetace) v areálu kampusu bude možné sledovat změny a případný gradient dat (Matzarakis a Mayer 2015; Jamei et al. 2016; Chokhachian and Iranmanesh 2022).

PŘEKÁŽKY A PŘÍLEŽITOSTI

Pro co nejefektivnější využití zakoupených nástrojů v rámci projektu RUR, byla zvolena jejich instalace v oploceném pozemku před budovou CPTO, viz obr.1. Toto umístění je zásadní pro co nej přesnější záznam meteorologických dat, aniž by docházelo k jejich zkreslování např. vlivem blízkých budov.

Pro maximální využití zakoupených prostředků je však naprosto nezbytný přístup k elektrické síti a dle možností i ethernetového připojení. V současné době je vybraná pozice z tohoto hlediska zcela izolována. Doposud je na pozemku instalován starší model AMS, který je možné dočasně napájet bateriově. Z hlediska dlouhodobého využití je však tato možnost zcela nedostatečná a instalace nové AMS představuje naprosto ideální příležitost k zavedení připojení.

Díky tomu by bylo možné pozemek využívat jako prostor k plnohodnotnému monitoringu meteorologických jevů, a to instalací dalších přístrojů.

Například:

Disdrometr – pokročilá detekce a analýza typu srážek,
Ceilometr – záznam výšky základny oblačnosti.

Napojení pozemku na síť by zároveň umožnilo instalaci zabezpečovacích zařízení a ochrany instalovaných přístrojů.

ZÁVĚREČNÉ SHRNU TÍ

CZ

Instalace automatické meteorologické stanice umožní záznam dat meteorologických prvků v reálném čase. Technické vybavení stanice zároveň umožní efektivní manipulaci a zveřejnění dat. Tímto způsobem bude univerzita aktivně přispívat k veřejné službě občanům a současně vytvoří prostor pro detailní sledování vývoje environmentálních podmínek v rámci města. Vyhodnocování dat umožní v průběhu let objektivně hodnotit vývoj lokálních klimatických podmínek. Zařízení bude instalováno v prostoru, který byl zvolen s ohledem na přesnost měření a minimalizaci vnějšího ovlivnění, například blízkostí budov. Široký potenciál stanice a jejího umístění umožňuje budoucí rozvoj kvalitního monitoringu, a to například instalací dalších zařízení.

FINAL SUMMARY

EN

The installation of an automatic meteorological station will enable the recording of meteorological elements in real time. The station's technical equipment also allows for efficient handling and publication of data. In this way, the university will actively contribute to public services for citizens, while simultaneously creating an opportunity for detailed monitoring of environmental conditions within the city. The evaluation of data will make it possible to objectively assess the development of local climatic conditions over the years. The equipment will be installed in a location chosen with regard to measurement accuracy and the minimisation of external influences, such as the proximity of buildings. The wide potential of the station and its placement allows for future development of quality monitoring, for example through the installation of additional devices.

BEN BOUALLÈGUE, Z., CLARE, M.C.A., MAGNUSSON, L. A KOL. (2024) *The Rise of Data-Driven Weather Forecasting: A First Statistical Assessment of Machine Learning-Based Weather Forecasts in an Operational-Like Context*. Bulletin of American Meteorological Society 105, E864–E883. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-23-0162.1>

CHOKHACHIAN, A., IRANMANESH, A. (2022) *Decoding Cool Urban Forms: Using Open Data to Build a Dialogue Between Microclimate and Configurational Morphology in Urban Environments*. In: CHOKHACHIAN A, HENSEL MU, PERINI K (eds) *Informed Urban Environments*. Springer International Publishing, Cham, 89–107.

JAMEI, E., RAJAGOPALAN, P., SEYEDMAHMOUDIAN, M., JAMEI, Y. (2016) *Review on the impact of urban geometry and pedestrian level greening on outdoor thermal comfort*. Renewable and Sustainable Energy Review 54, 1002–1017. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.10.104>

MATZARAKIS, A., MAYER, H. (2015) *Importance of urban meteorological stations – the example of Freiburg, Germany*.

ZHAN, C., JIANG, W., ZHENG, Y. A KOL. (2023) *A data-driven study of active meteorological stations and the factors motivating their establishment*. Sustainable Energy Technologies and Assessment 57, 103147. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2023.103147>

ŽIDEK, D., LIPINA, P. (2003) Metodický předpis č. 13: Návod pro pozorovatele meteorologických stanic ČHMÚ. ČHMÚ, Ostrava.



Spolufinancováno
Evropskou unií

Ministerstvo životního prostředí

UNIVERZITA J. E. PURKYNĚ V ÚSTÍ NAD LABEM

AUTOŘI

Lukáš Vaverka*

*korespondenční autor lukas.vaverka@ujep.cz

VYDAVATEL

Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem www.ujep.cz

Titulní ilustrace: generováno pomocí AI (ChatGPT, OpenAI).

Výzkumná zpráva/metodika/koncepce byla vytvořena v rámci projektu
RUR – Region univerzitě, univerzita regionu, reg. č. CZ.10.02.01/00/22_002/0000210.