

Ing. Luboš FOREJT,
Ing. Petra ŠTÁVOVÁ,
ČVUT v Praze, Strojní fakulta
Ústav techniky prostředí



Ústav techniky prostředí

Rešerše klimatických databází pro energetické simulace polní nemocnice

Weather Data Around the World for Energy Simulations of Field Hospital

Recenzent
prof. Ing. Karel Hemzal, CSc.

Polní nemocnice je mobilní vojenský komplex, který může být vyslán téměř do kteréhokoliv klimatu na světě. Systém klimatizace, větrání a vytápění této nemocnice je v současné době modernizován. K jeho návrhu budou použity počítačové energetické simulace, tedy postup, který v současnosti poskytuje nejspolehlivější výsledky.

Pro přesné určení energetické náročnosti budov a klimatizačních systémů potřebuje simulační software databázi počasí, kterému bude budova vystavena. V současné době je na trhu k dispozici několik druhů klimatických databází. Všechny obsahují klimatická data, která se nicméně mohou výrazně lišit. Proto je nutné databázi počasí před použitím pečlivě vybrat. Databáze lze spolehlivě získat pro lokality ve Spojených státech, západní Evropě a Japonsku. V některých neobvyklých geografických oblastech (přepokládané místo nasazení polní nemocnice) např. Jižní Amerika, Afrika a jižní Asie jsou však meteorologická data těžko dostupná.

Tento článek je přehledem dostupných klimatických databází a doporučuje vhodný postup při jejich výběru pro energetické simulace budov vojenské mobilní nemocnice a klimatizačních jednotek v různých neobvyklých geografických oblastech světa.

Klíčová slova: klimatická databáze, polní nemocnice, energetická simulace

Field hospital is a military mobile complex to be deployed in almost any climate around the world. Heating, ventilation and air-conditioning (HVAC) system for the field hospital units is being re-designed. State-of-the-art computer simulation software will be used for design of system under variety of specific outdoor conditions.

In order to calculate energy balance, simulation software requires weather data to which buildings are exposed to. Currently there are several weather data sets available on the market. All contain weather data but they may differ significantly. Therefore they should be carefully selected prior their use. Even though lots of databases are available, there is poor access to proper data outside of U.S., Western Europe and Japan, and in non-typical regions in terms of simulation exercises (e.g. South America, Africa and South Asia).

This paper reviews weather data sets and recommends suitable data for energy simulations to design and analyze long-term performance of HVAC unit in various non-typical geographical locations around the world.

Key words: Weather data, field hospital, energy simulations

ÚVOD

Česká polní nemocnice je komplex, který poskytuje většinu služeb tradiční nemocnice např. operační sály, laboratoře, počítačový tomograf, rentgen, atd. V polní nemocnici jsou tato oddělení rozdělena do samostatných objektů – většinou kontejnerů, které mají výšku ~2,1 m a podlahovou plochu 18 až 36 m². Všechny tyto objekty jsou vzájemně propojeny. Na rozdíl od běžně simulovaných budov, kontejnery jsou mnohem menší, mají zanedbatelnou akumulaci tepla stěnami a většinou nemají okna. Polní nemocnice mohou být vyslány na téměř kterékoli obyvané místo na světě, tj. do klimatu v rozsahu od chladných oblastí (teplota až -30 °C a relativní vlhkost ~100 %) do horkých oblastí (50 °C a 10 %) včetně teplých a vlhkých tropů (32 °C a 70 %).

Klimatické podmínky jsou každý rok odlišné a průměrná teplota na Zemi dosahuje meziročních výkyvů až o 0,4 K. Navíc tato teplota za posledních 100 let vzrostla o cca 1 K [1]. Z tohoto důvodu by měla být data používána pro návrh a prognózu chování klimatizačního zařízení pravidelně aktualizována a uvážlivě vybírána.

Ruční výpočet tepelné zátěže z jednoduchých klimatických údajů většinou v porovnání s počítačovými simulacemi předimenzuje požadovaný výkon klimatizačního zařízení [2]. Mobilní nemocnice jsou budovy s velmi proměnnou vnitřní i vnější tepelnou zátěží, čímž se stává ruční výpočet komplikovanější. Proto budou pro návrh systému a energetické bilance objektů polní nemocnice použity počítačové simulace.

Moderní postupy (tj. bilance spotřeby energie budov a systémů) počítačovými simulacemi vyžadují vhodný roční soubor hodinových klimatických dat. Tyto soubory obvykle obsahují teplotu, intenzitu sluneční radiace, vlhkost, směr a rychlost větru. Nejmodernější simulace budov vyžadují i databáze obsahující navíc např. jas oblohy, radiační teplotu oblohy, pokrývku sněhu nebo koncentrace plynů (CO, CO₂, NO_x, O₃), pyly, aj. [3].

Meteorologická data jsou obvykle měřena meteorologickými ústavy nebo jinými oprávněnými institucemi v příslušných geografických oblastech a to s daným časovým krokem zaznamenávání dat (např. hodinová či denní). Z desetiletého až třicetiletého měřeného období jsou poté sestavovány databáze průměrných, extrémních, téměř extrémních nebo typických dat. Tento článek shrnuje, jakým způsobem jsou tyto databáze utvářeny, co obsahují a pro jaké použití jsou preferovány.

V závěru je doporučena volba klimatické databáze vhodné z hlediska energetických simulací objektů a klimatizačního zařízení polní nemocnice.

ROZDĚLENÍ KLIMATICKÝCH DATABÁZÍ

Klimatické databáze se od sebe liší způsobem, kterým byly vytvořeny, množstvím a typem nabízených dat, dosažitelností dat v požadovaných lokalitách, přesností, dostupností a aplikovatelností.

Databáze dlouhodobých průměrů

Jedním ze základních typů databází je soubor dlouhodobých měsíčních průměrů. Obvykle je databáze sestavena na základě desetiletého až třicetiletého souboru měřených dat. Dlouhodobé průměry se rovněž často využívají jako referenční při kontrole nově sestavených klimatických databází vytvořených za účelem energetických simulací.

Databáze téměř extrémních dat

Dalším způsobem zpracování souboru naměřených dat je sestavení databáze téměř extrémních dat. Téměř extrémní data (resp. teploty suchého teploměru a teploty rosného bodu) v období jednoho, dvou, tří, pěti a sedmi dnů jsou dostupná pro Severní Ameriku [4] a Evropu [5]. Výběr dat je však často založen pouze na teplotě vzduchu bez přihlédnutí k vlivu sluneční radiace a účinku větru. Tento typ databáze je vhodný pro energetické simulace budov a návrh klimatizačního zařízení [6].

Databáze typických klimatických dat

Severní Amerika

V této kapitole jsou shrnuty pouze ty nejběžněji používané klimatické databáze, které byly vytvořeny pro Severní Ameriku. Důvodem je ukázat spíše odlišnosti v přístupu k sestavování typických roků, nežli úplný a detailní přehled.

Jedna z nejrannějších hodinových klimatických databází, speciálně navržená pro energetické simulace budov je Test Reference Year (TRY) [7]. TRY obsahuje data o teplotě, vlhkosti, větru a oblačnosti pro 60 lokalit ve Spojených státech. Základní data TRY však neobsahují žádné údaje o sluneční radiaci. Dalším nedostatkem je způsob výběru dat. TRY jsou data jednoho skutečného historického roku z období od ~1948 do 1975. Metoda výběru spočívá ve vyřazování roků obsahujících měsíce s extrémně vysokými nebo extrémně nízkými průměrnými teplotami až do té doby, než zůstane jediný, spíše mírný rok.

Následně vznikla klimatická databáze Typical Meteorological Year (TMY) [8], která byla vyvinuta tak, aby se vyrovnala s omezeními TRY. Do databáze bylo přidáno celkem 26 lokalit, kde byla měřena sluneční radiace a 208 lokalit, kde byla sluneční radiace dopočítána z údajů o oblačnosti. Klimatická data byla sestavena z období od ~1952 do 1975. Databáze TMY je složena z dvanácti měsíců z různých let. Jednotlivé měsíce byly vybrány na základě váhových kritérií individuálních klimatických dat. Do databáze TMY byly zařazeny ty měsíce, které byly nejbližší k vážené dlouhodobé distribuci dané veličiny. TMY byla později vylepšena použitím nového období měřených dat (1961 až 1990) a vydána pod názvem TMY2 [9].

Pro lepší vystihnoutí typického ročního průběhu počasí, než je pouze vybraný reprezentativní rok nebo soubor vybraných měsíců, financovala společnost ASHRAE (American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers) výzkumný projekt, jehož cílem byla nová databáze Weather Year for Energy Calculations (WYEC) [10]. Databáze byla dokončena v roce 1983 a obsahuje typická data pro 51 lokalit v Severní Americe. Metoda výběru dat pro WYEC spočívala v tom, že pro každý měsíc v roce byl vybrán jeden měsíc se skutečnými hodinovými daty, jehož průměrná teplota byla nejbližší k dlouhodobému (30 let) průměru pro daný kalendářní měsíc.

Poté byly některé dny v měsíci vyměněny za dny z jiných let (ale ve shodném měsíci) tak, aby přiblížily průměrnou teplotu v daném měsíci co nejbližší k třicetiletému průměru. National Renewable Energy Laboratory (NREL) ve spolupráci s ASHRAE zpracovala stávající databáze WYEC a TMY a vytvořila WYEC2 obsahující 77 lokalit [11]. Databáze WYEC2 byla oproti WYEC vylepšena způsobem formátování dat TMY, byly přidány hodinové údaje o svítivosti oblohy (*sky luminance*), štičky s hodnocením kvality (záznam o procesu úpravy dat) a dále byl vylepšen model výpočtu sluneční radiace z dat o oblačnosti.

Lokality mimo Severní Ameriku

EN ISO 15927-4 [12] je nová mezinárodní norma, která slouží jako návod pro tvorbu typických klimatických roků z naměřených meteorologických dat. Norma vznikala na základě výsledků testování dvou modelů „evropského“ Test Reference Year (TRY) a Design Reference Year (DRY).

Evropský TRY používá metodu výběru podobnou TMY [8]. Metoda je založena na výběru dle teploty suchého teploměru, sluneční radiaci, vlhkosti, ale zanedbává vliv rychlosti proudění vzduchu. Výběr dat pro evropský TRY je stanoven tak, aby: a) průměrné hodnoty, b) frekvenční distribuce jednotlivých proměnných a c) implicitní korelace mezi různými proměnnými v každém měsíci, byly tak blízko jak je to jen možné k dlouhodobému průměru v příslušném kalendářním měsíci. Je doporučeno, aby databáze byla sestavována na základě alespoň desetiletého období naměřených dat. Pro každý měsíc v roce je nakonec vybrán měsíc s nejnižšími odchylkami.

DRY je pokusem modifikovat evropský TRY, aby ještě blíže vystihoval typický rok a to úpravami jednotlivých měsíců. Parametry, jako např. teplota suchého teploměru, sluneční radiace a vlhkost, se zanedbáním rychlosti proudění vzduchu, jsou upraveny výměnou jednotlivých dnů dny z jiných let, ale z odpovídajícího měsíce. Přestože je tato databáze nazývána Design Reference Year, jedná se o databázi vhodnou pro dlouhodobé energetické bilance, tj. nejedná se o rok s téměř extrémními daty, který by mohl být použit pro návrh (design) klimatizačního systému [6]. Z těchto dvou postupů byl zvolen DRY, aby tvořil základ nového standardu EN ISO 15927-4.

Japonská společnost SHASE vytvořila novou databázi klimatických dat, která je rozšířením původního Automated Meteorological Data Acquisition System (AMeDAS) určeného pro simulace energetických bilancí budov v Japonsku [13]. Rozšířený AMeDAS je obdobou TMY, DRY a evropského TRY. Klimatická data byla sestavena z patnáctiletého souboru historických dat. V Číně byla vytvořena databáze Typical Meteorological Year pro celkem 69 lokalit způsobem podobným jako u americké verze databáze TMY [14]. Čínské TMY byly vytvořeny ze šestnáctiletého souboru (1982 až 1997) dat naměřených na čínských letištích a z dat získaných od americké National Climatic Data Centre (NCDC). Několik dalších typických roků je vytvořeno obdobně z naměřených meteorologických dat např. v České republice, Řecku, Turecku, Egyptě či v Sýrii. Tyto databáze jsou většinou založeny na metodách, které byly zmíněny v předchozích odstavcích.

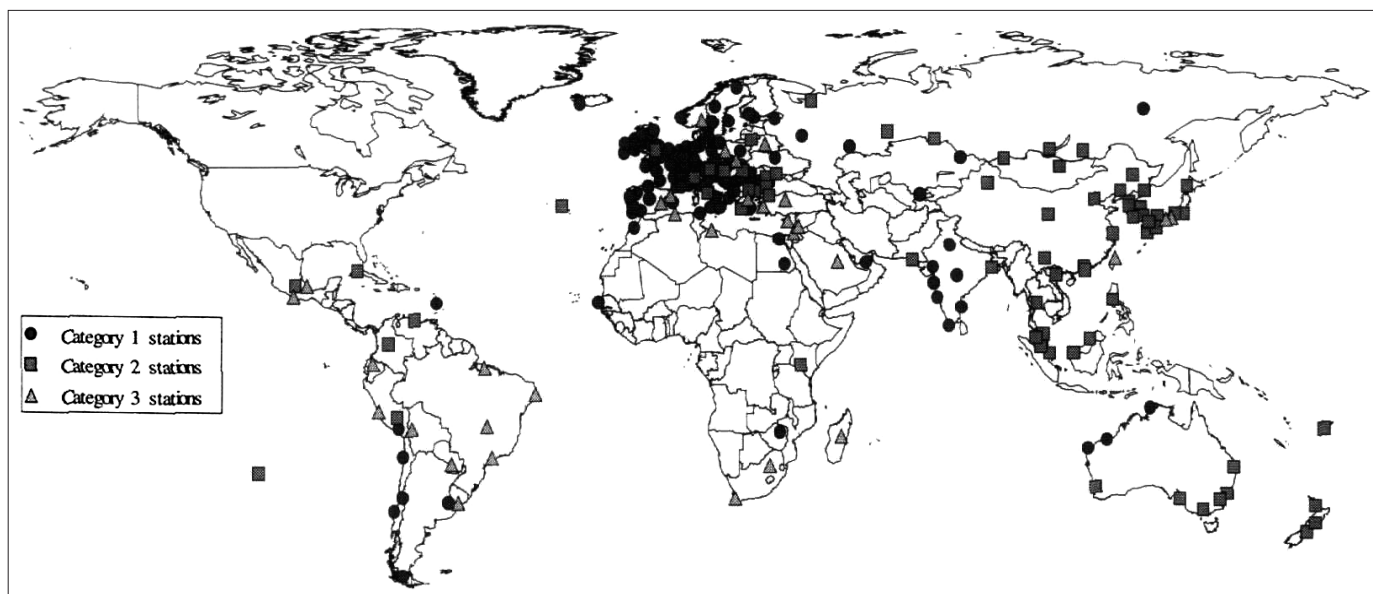
Celosvětové klimatické databáze

V databázi International Weather for Energy Calculations (IWEC) jsou dostupná data z celkem 227 míst mimo Severní Ameriku. Databáze byla vypracována pod projektem společnosti ASHRAE [15]. Pro výběr reprezentativních roků byla použita metodika TMY. Klimatický rok byl sestaven z 12 měsíců, které byly vybrány ze souboru dostupných kandidátů podle příslušných dlouhodobých měsíčních statistik založených na denní celkové radiaci, teplotě suchého teploměru, teplotě rosného bodu a rychlosti větru. Výběr se řídil váhami pro příslušný meteorologický parametr. Důraz byl kladen na denní sluneční radiaci (40 %) a průměrnou teplotu suchého teploměru (30 %).

Podle toho jak se choval model sluneční radiace ve srovnání s dlouhodobými daty byly IWEC soubory rozděleny do tří kategorií. Data kategorie 1 byla v dobrém souladu s naměřenými hodnotami, data kategorie 2 ve špatném souladu a pro kategorii 3 nebyla dostupná data pro porovnání. Kategorie 2 se vztahuje na tropické oblasti v tom směru, že model neumožňuje předpovídat tak široký rozsah radiace, jaká byla v dané oblasti pozorována. Přehled stanic IWEC ve světě je zobrazen na obr. 1 [16].

Databáze dlouhodobě měřených dat

Pro mnoho oblastí mimo Severní Ameriku, západní Evropu a Japonsko nejsou data potřebná pro simulaci budov lehce dostupná (viz. např.



Obr. 1 Umístění stanic IWEA ve světě (Thevenard and Brunger 2002b)

obr. 1). Nicméně pro většinu míst je možné nalézt dlouhodobé měsíční průměry základních meteorologických proměnných v registrech nebo meteorologických publikacích. „Weatherbank“ je jedna z firem, které nabízí placená hodinová nebo denní klimatická data. Denní data jsou dostupná od roku 1994. V některých případech jsou přístupné denní hodnoty již od poloviny 19. století. Některá neúplná data jsou doplněna dle klimatických znalostí příslušného regionu. Nabízené databáze obsahují přibližně 20 parametrů.

Společnost National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA) poskytuje za poplatek spojitá hodinová data odvozená z hodinových dat NCDC, námořních vojenských hodinových dat, atd. Tato databáze, nazývaná International Surface Weather Observations (INSWO) obsahuje hodinová synoptická data založená na měření přibližně 1500 stanic po celém světě v letech 1982 až 1997.

Příkladem komerčního softwaru, který umožňuje generování hodinových meteorologických dat pro libovolnou lokalitu na světě, je METEONORM [17]. Poslední verze (5.1) zahrnuje klimatická data z let 1961 až 1990 a to přibližně ze 7400 stanic po celém světě, přičemž 1000 z nich monitoruje i sluneční radiaci. Tato data, podložená také archívem Global Energy Balance Archive (GEBA) a Světovou meteorologickou organizací (WMO) obsahují většinou průměrnou měsíční teplotu vzduchu, relativní vlhkost, srážky, délku slunečního svitu a počet dnů kdy přšelo. Pro místa vzdálená od stanice více než 300 km je sluneční radiace interpolována dle záznamů ze satelitů.

Internetové zdroje klimatických dat

Dalším vydatným zdrojem volně dostupných klimatických dat je internet. Přehled o informačních zdrojích dává Ku [18], který uvádí jejich rozdělení do čtyř kategorií: stránky zaměřené na informace o počasí; meteorologické stanice a klimatické výzkumné instituty; zpravodajské a cestovatelské stránky; internetové adresáře a poskytovatelé internetu. Volné internetové zdroje výrazně převyšují počet placených, avšak nedávají žádné záruky co se týká přesnosti, spolehlivosti, úplnosti, aktualizací a počtu míst.

V rámci projektu zaštitěném společností ASHRAE (RP-1170) byl vyvinut nový systém, který umožňuje svým členům přístup ke zdrojům mezinárodních klimatických dat na stránkách společnosti. Tento globální zdroj klimatických dat GWDS (Global Weather Data Source) umožňuje uživatelům vybrat si zemi, typ dat (např. hodinová, měsíční), klimatické parametry a následně poskytuje informace, jak tato data získat [19].

Na internetu lze nalézt dokonce i kompletní historická data, obsahující též sluneční radiaci, avšak jen pro některé oblasti v Severní Americe. Data z ostatních regionů světa jsou podstatně méně kompletní, často jsou dostupné pouze údaje o průměrné měsíční teplotě a srážkách, ostatní informace chybí. Některé zdroje, které nabízejí data z většího počtu stanic nebo delšího období jsou např. tyto:

Energy plus – data měřená během posledních pěti let, data jsou často neúplná, ale je přístupný program, který je schopen mezery překlenout [20].

GCOS Surface Network (GSN) – denní, měsíční a roční průměry, většinou za posledních 40 let. Obsahuje klimatická data ze 439 stanic v 52 zemích světa, nezahrnuje však západní Afriku a jižní Asii [21].

NOAA „Climates of the world“ je dokument, který obsahuje průměrné a extrémní denní teploty pro více než 800 míst po celém světě [22]. Průměrné teploty jsou uvedeny pro leden, duben, červenec a říjen. Pro každé místo je vyčíslen průměrný měsíční úhrn srážek.

Weatherbase poskytuje klimatická data pro většinu zemí světa [23]. Obecně lze říci, že pro každou zemi je k dispozici několik měřených míst. Data obsahují roční a měsíční průměrnou teplotu a srážky odvozené za přibližně 30 let.

DISKUSE

Přehled nejběžněji používaných klimatických dat včetně jejich zdrojů a použití publikoval Harriman [24], viz tabulka 1. Důležitý je první a třetí sloupec, kde je popsán typ a vhodné použití. Tabulka 1 např. doporučuje použít dlouhodobé extrémy pro dimenzování zařízení, typický rok pro hodnocení dlouhodobého chování a spotřeby energie atd.

Pro atypické regiony jako jsou např. tropické oblasti Jižní Ameriky, oblasti v Africe a jižní Asii (země kde lze předpokládat nasazení polní nemocnice) jsou dostupné pouze dlouhodobé historické průměry. Ty je možné dále vyhodnotit a použít pro potřeby polní nemocnice, tj. přibližné extrémy pro dimenzování systémů klimatizace, větrání a vytápění a dlouhodobé průměry pro hodnocení dlouhodobého chování a spotřeby energie.

V závěru tohoto přehledu autor navrhuje uživatelům simulačních programů, aby se vyvarovali použití jediného klimatického roku, zejména pokud

se jedná a typ TRY, [7]. Žádný jednotlivý rok nemůže reprezentovat typické dlouhodobé cykly počasí [25, 26]. Místo toho je doporučena metodologie TMY2 a WYEC2 neboť lépe postihuje dlouhodobé průměry.

Argiriou [27] porovnal referenční klimatické roky s historickými klimatickými daty a zjistil, že použití referenčních roků je třeba pečlivě uvážit. Hlavní problém je, že každý referenční rok je vytvořen s ohledem na účel, kterému má sloužit, např. přesně předpovídat roční spotřebu energie „průměrné budovy“. Nicméně pro simulaci netypické budovy bez oken a přirozeného větrání (kontejner polní nemocnice) je relevantní zejména teplota, proto by měl být použit specifický TRY obsahující vyšší váhový koeficient pro teplotu. V případě simulací klimatizačních systémů je důležitá nejen teplota, ale i relativní vlhkost. Pro budovu s velkým procentem zasklených stěn může být dominantním parametrem sluneční radiace, zatímco pro bilanci jiné budovy to může být např. rychlost a směr větru. Referenční rok typu TRY (Evropa) nebo TMY (USA) předpokládá „průměrnou budovu“, avšak ve skutečnosti je mnoho budov netypických a v ideálním případě by každá z nich měla mít svůj vlastní TRY.

Tab. 1 Nejčastější typy a zdroje klimatických dat. Převzato z Harriman (1999)

Použití	Zdroj	Typ dat	Pokrytí	Vydavatel
Návrh zařízení	1997 ASHRAE Handbook – Fundamentals	Dlouhodobé extrémní hodnoty	1459 v USA a ve světě	ASHRAE, GRI
	Sekvence extrémní teploty a relativní vlhkosti		320 v USA a v Kanadě	ASHRAE
Monitorování a řešení problému při provozu	Archív hodinových klimatických dat	Hodinové záznamy teploty a vlhkosti	240 v USA a v Kanadě	GRI
Dlouhodobé hodnocení zařízení a spotřeby energie	Typical meteorological year 2 (TMY2)	Typická hodinová data	239 v USA a v Portoriku	GRI
	Weather years for Energy Calculations – 2 (WYEC2)		76 v USA	ASHRAE
	Canadian Weather Year for Energy Calculations (CWEC)		145 v Kanadě	AES
	Example Weather Year (EWY)		15 ve Velké Británii	CIBSE
	Test Reference Year (TRY) and Design Reference Year (DRY)		156 v Evropě, Rusku a Turecku	CEC
Simulace chování zařízení v určitém roce	Solar and Meteorological Surface Observational Network (SAMSON)	Hodinová data pro příslušný rok	237 v USA	NOAA
	Canadian Weather for Energy and Engineering (CWEEDS)		145 v Kanadě	AES
	Meteonorm		7405 po celém světě	GEBA, WMO
	International Surface Weather Observations (INSWO)		1500 po celém světě	NOAA

Tento postup by umožnil zachytit více než jen průměrné nebo typické podmínky a poskytnout tak výsledky simulací, které by vystihovaly nejistotu a proměnnost, jež je počasí vlastní [3].

ZÁVĚR

Před výběrem klimatických dat by měl být pečlivě zvážěn účel počítačových simulací a také typ a poloha hodnocené budovy.

Předložená rešerše klimatických dat ukazuje, že pro simulaci za účelem dimenzování systémů klimatizace, větrání a vytápění polní nemocnice, je možné použít přibližně extrémní klimatická data typu INSWO a Meteonorm. Vytvoření DRY přímo pro jednotku polní nemocnice z dostupných meteorologických dat se jeví jako nejlepší avšak zároveň nejsložitější přístup pro simulace dlouhodobého chování a odhadu spotřeby energie klimatizačního zařízení.

Pro většinu atypických zemí světa nebyla nalezena vhodná databáze obsahující typické roky. Navíc přístup k národním databázím v těchto

zemích je často komplikovaný, zejména pokud se zabýváme energetickými simulacemi.

Proto budou pro hodnocení výkonu klimatizační jednotky polní nemocnice v těchto regionech použity dlouhodobé průměry.

Tato studie byla financována projektem č. 907 950 9050.

Kontakt na autory: Lubos.Forejt@fs.cvut.cz, Petra.Stavova@fs.cvut.cz.

Použité zdroje:

- [1] Glick, D. : Oteplení a geologie. *National Geographic Journal-Czech Issue*, September 2004, s. 44–63.
- [2] Bowman, G, Holmes, M J, Levermore G J. : Comparison of manual load calculation using simplified weather data with simulation and hourly weather data. *ASHRAE Transactions: Symposia*, Vol. 106, 2000, s. 475–481.
- [3] Hensen, J. : Simulation of building energy and indoor environmental quality – some weather data issues. *Proc. Int. Workshop on Climate data and their applications in engineering*, Czech Hydrometeorological Institute in Prague, 1998.

- [4] Colliver, D G, Gates, R S, Zhang, H Y, Priddy, K T. : Sequences of extreme temperature and humidity for design conditions (RP828). *ASHRAE Transactions*, Vol. 104(1), 1998, s. 133–144.
- [5] CIBSE. Cible Guide J Weather Solar and Illuminance Data. *London: The Chartered Institution of Building Services Engineers*, 2002.
- [6] Levermore, G J, Doylend, N O. : North American and European hourly based weather data and methods for HVAC Building Energy Analyses and design by simulation. *ASHRAE Transactions: Symposia*, Vol. 108, 2002, s. 1053–1062.
- [7] NCDC. : Test Reference Year (TRY), tape reference manual, TD-9706. *Asheville, North Carolina: National Climatic Data Center, U.S. Department of Commerce*, 1976.
- [8] NCDC. : Typical meteorological year user's manual. TD-9734, hourly solar radiation – Surface meteorological observations. *Asheville, North Carolina: National Climatic Data Center, U.S. Department of Commerce*, 1981.
- [9] NREL. : User's manual for TMY2s (Typical Meteorological Years), NREL/SP-463-7668, and TMY2s, Typical Meteorological Years derived from the 1961-1990 national solar radiation databáze. *CD-ROM, Golden, Colorado: National Renewable Energy Laboratory*, 1995.
- [10] ASHRAE. : Weather Year for Energy Calculations. *Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers, Inc.*, 1985.
- [11] Stoffel, T L, Rymes, M D. : Production of the weather year for energy calculations version 2 (WYEC2) data files. *ASHRAE Transactions: Symposia*, Vol. 104, 198, s. 487–497.
- [12] EN ISO 15927-4:2005. : Hygrothermal performance of buildings – Calculation and presentation of climatic data – Part 4: Hourly data for assessing the annual energy use for heating and cooling. *International Organization for Standardization, Switzerland*
- [13] Akasaka, H, Hideyo, N, Soga, K, et al. : Development of expanded AMeDAS weather data for building calculation in Japan. *ASHRAE Transactions: Symposia*, Vol. 106, 2000, s. 455–465.
- [14] Zhang, Q, Huang, J, Lang, S. : Development of typical year weather data for Chinese locations. *ASHRAE Transactions: Symposia*, Vol. 108, 2002, s. 1063–1075.
- [15] Thevenard, D J, Brunger, A P. : The development of typical weather years for international locations: Part I, Algorithms. *ASHRAE Transactions: Research*, Vol. 108, 2002a, s. 376–383.
- [16] Thevenard, D J, Brunger, A P. : The development of typical weather years for international locations: Part II, Production. *ASHRAE Transactions: Research*, Vol. 108, 2002b, s. 480–486.
- [17] Meteonorm. : <http://www.meteotest.ch>.
- [18] Ku, A. : Weather Sources on the Web. *Free Pint*, ISSN 1460-7239, 1999, <http://www.freepint.co.uk/>.
- [19] Plantico, M S, Whitehurst, T, Creech, T G. : Web access to information on international weather data sources. *ASHRAE Transactions: Research*, Vol. 108, 2002, s. 487–496.
- [20] ENERGYPLUS. : www.eren.doe.gov/buildings/energy_tools.
- [21] GSN. : www.ncdc.noaa.gov/oa/climate/gsn/gsnmap.html.
- [22] NOAA. : International Surface Weather Observations. <http://ols.nndc.noaa.gov/plolstore/plsql/olstore.prodspcific?prodnum=C00442-CDR-A0001>.
- [23] Weatherbase. : <http://www.weatherbase.com>.
- [24] Harriman, L G, Colliver, D G, Quinn Hart, K. : New weather data for energy calculations. *ASHRAE Journal*, Vol. 41, no. 3, 1999, s. 31–38.
- [25] Crawley, D B. : Which weather data should you use for energy simulations of commercial buildings? *ASHRAE Transactions: Symposia*, Vol. 104, 1998, s. 498–515.
- [26] Huang, J. : The impact of different weather data on simulated residential heating and cooling loads. *ASHRAE Transactions: Symposia*, Vol. 104, 1998, s. 516–527.
- [27] Argiriou, A, Lykoudis, S, Kontoyiannidis, S, et al. : Comparison of methodologies for TMY generation using 20 years data for Athens, Greece. *Solar Energy*, Vol. 66, no. 1, 1999, s. 33–45.

ZNAČENÍ

AES	Atmospheric Environment Service (CA)
AMeDAS	Automated Meteorological Data Acquisition System (Jap)
ASHRAE	American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
CEC	Commission of the European Community
CIBSE	Chartered Institution of Building Services Engineers (UK)
CWEC	Canadian Weather for Energy Calculations
DRY	Design Reference Year
EWY	Example Weather Year (UK)
GEBA	Global Energy Balance Archive
GRI	Gas Research Institute (USA)
GSN	Global Surface Network
GWDS	Global Weather Data Source
INSWO	International Surface Weather Observations
IWEC	International Weather for Energy Calculations
NCDC	National Climatic Data Center
NOAA	National Oceanographic and Atmospheric Administration (USA)
NREL	National Renewable Energy Laboratory
SHASE	Society of Heating, Air-conditioning and Sanitary Engineers of Japan
TMY	Typical Meteorological Year (USA, EU)
TRY	Test Reference Year (EU, USA)
WMO	World Meteorological Organization
WYEC	Weather Year for Energy Calculations

