

Technická zpráva o plnění Neinvestiční dotace MPO
č. 122142 – 9801

„Databáze referenčních klimatických roků pro území ČR“

Zadavatel: Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR

Příjemce dotace: Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ), Na Šabatce 17, 143 06 Praha 4
– Komořany

Řešitel: RNDr. Vít Květoň, CSc.

Další řešitelé: *ing. Gustav Pácl, Jiří Pokorný, ing. Milan Rybák, Bc. Hana Škáchová, RNDr. Anna Valeriánová, RNDr. Karel Vaniček, CSc., Mgr. Michal Žák, PhD.*

Praha 29. dubna 2010

1.1 Předmět zakázky

- Rozšířit stávající databázi šesti referenčních klimatických roků (zkráceně RKR) počítaných metodou, kterou stanovuje národní příloha k ČSN EN ISO 15927—4, a to pro výchozí období 1991-2005. Bude vytvořen 1 nový páteří referenční klimatický rok pro oblast Českomoravské vysočiny (pravděpodobně Příbryslav) a 5 doplňkových referenčních klimatických roků dle dostupnosti radiačních dat a potřeby prostorových interpolací, s přihlédnutím k hustotě osídlení (pravděpodobně Kadaň, Churáňov, Luká, Kuchařovice, Praha-Klementinum). Doplňkovými RKR se rozumí staniční RKR vytvořené s ohledem na výběr rokoměsíců v oblastech působnosti páteřních RKR.
- Zdokonalit prostorovou aproximaci RKR na úrovni okresů či katastrů s rozlišením výškových pásem nejméně 100 m v návaznosti na požadavky stávající legislativy při navrhování a posuzování tepelného a vlhkostního chování stavebních konstrukcí, provozu technických zařízení pro vytápění a chlazení a při posuzování energetické náročnosti budov. K tomu účelu bude využita širší databáze meteorologických dat ČHMÚ z období 1991-2005, dle potřeby i z delšího období. Budou využity i poslední znalosti a zkušenosti s obdobnou problematikou v zemích EU.
- Vytvoření a provozování internetové aplikace pro poskytování RKR na úrovni katastrů s rozlišením výškových pásem nejméně 100 m bez dalších poplatků ze strany uživatelů. Výchozím podkladem bude interní programová aplikace generace RKR vytvořená v rámci „**Investiční dotace MPO č. 122142-8903, Databáze meteorologických dat prezentujících klimatické podmínky na celém území ČR**“, která bude transformována do internetové aplikace zároveň se zdokonalenými realizovanými v rámci předchozích dvou bodů předmětu zakázky. Internetová aplikace bude provozována do uzavření oponentního řízení pouze interně, pak bez dalších poplatků ze strany uživatelů po dobu dvanácti měsíců. Po této době dle dohody s MPO.

1.2. Organizační řešení

Úkol byl řešen s maximálním využitím zkušeností a metod, uplatněných a dosažených při řešení „Investiční dotace MPO č. 122142-8903, Databáze meteorologických dat prezentujících klimatické podmínky na celém území ČR“ v roce 2008. Úkol byl řešen jednak přímo pracovníky ČHMÚ, jednak dodavatelsky s využitím práce externích organizací (firmy Clasic a Hardware&SoftwareServices) v oblasti zpracování dat a softwarových prací. Pro řešení byla široce využita datová základna ČHMÚ včetně technického a softwarového zázemí, např. vrstvy a software geografických informačních systémů. Při řešení byly využity metodické postupy Světové meteorologické organizace, zkušenosti meteorologických služeb okolních států a know how ČHMÚ.

1.3 Plnění úkolu

1.3.1 Rozšíření databáze staničních RKR

1.3.1.1 Výchozí hodinová data

Hodinová data byla zpracována pro období 1991–2005, v souladu s [4].

K dosavadním 6 základním páteřním stanicím RKR, které byly zpracovány v 1. etapě projektu (2008) [4] bylo pro vytvoření databáze RKR v r.2009 vybráno dalších 6 stanic, které jsou

spolu s dosavadní skupinou uvedené v Tab. 1. Výběr těchto stanic odrážel potřebu zpřesnění datové základny RKR pro dosavadních 6 základních oblastí ČR, vytvoření hranic nové, sedmé, oblasti (cca region Českomoravská vysočina s páteří stanicí Příbryslav) a možnost analýzy geografické závislosti (především výškové) jednotlivých meteorologických prvků – (viz kap. 1.1). Místo doplňkové stanice Praha Klementinum byla zvolena stanice Praha Karlov, protože na rozdíl od Klementina má měření globálního záření. Tato stanice, stejně jako Klementinum, ale nemá hodinová data, která byla proto interpolována s pomocí klimatických měření této stanice a hodinových měření stanic Praha Ruzyně a Praha Libuš.

Všechna data prošla formální a věcnou kontrolou. Chybějící data byla buď dopořizena (pokud existovalo měření a jeho výsledky nebyly digitalizovány) nebo doplněna lineární prostorovou interpolací s použitím údajů referenčních stanic, do značné míry s pomocí externích zakázek. Testovány byly hodinové změny teploty vzduchu, tlaku vodní páry, tlaku vzduchu a rychlosti větru, skokové změny byly prověřeny. Vzhledem ke změnám metodiky měření a zaznamenávání vlhkostních parametrů byly tyto parametry dle potřeby dopočteny z naměřených údajů teploty vzduchu a teploty rosného bodu, příp. relativní vlhkosti, a to podle vztahů doporučených WMO [2]. V případě větru se u malých rychlostí často vyskytuje tzv. proměnlivý směr “variable”, který byl pro účely RKR důsledně nahrazen náhodně vybranými směry z intervalu směrů vyskytujících se v časovém okolí výskytu směru “variable”.

Z hlediska potřeb datových souborů prvků slunečního záření GLB, DIF a DIR jsou na všech nových stanicích s výjimkou Příbryslavi k dispozici za celé období 1991-2005 přímá měření GLB. Z Kuchařovic a Tušimic jsou k dispozici navíc i měření DIF (1992-2005) - viz. Tab. 1. Na všech stanicích se také dlouhodobě měří sluneční svit SSV, který slouží k výpočtům datových souborů RKR prvků GLB, DIF a DIR na stanicích, kde se přímá měření některého z těchto radiačních toků neprovádí. Tato skutečnost značně zjednodušila vytvoření datových souborů pro nově vybrané páteří a doplňkové stanice.

1.3.1.2 Výchozí datové soubory – doplňkové stanice RKR

Potřeba vymezení jednotlivých oblastí RKR vyžaduje geografickou analýzu podkladových dat z co největšího počtu reprezentativních stanic. Pro stanovení hranic těchto oblastí i s ohledem na parametry složek slunečního záření byly v rámci řešení projektu vytvořeny databáze GLB, DIF a DIR ještě pro dalších 13 podpůrných stanic, které jsou uvedeny v Tab. 2.

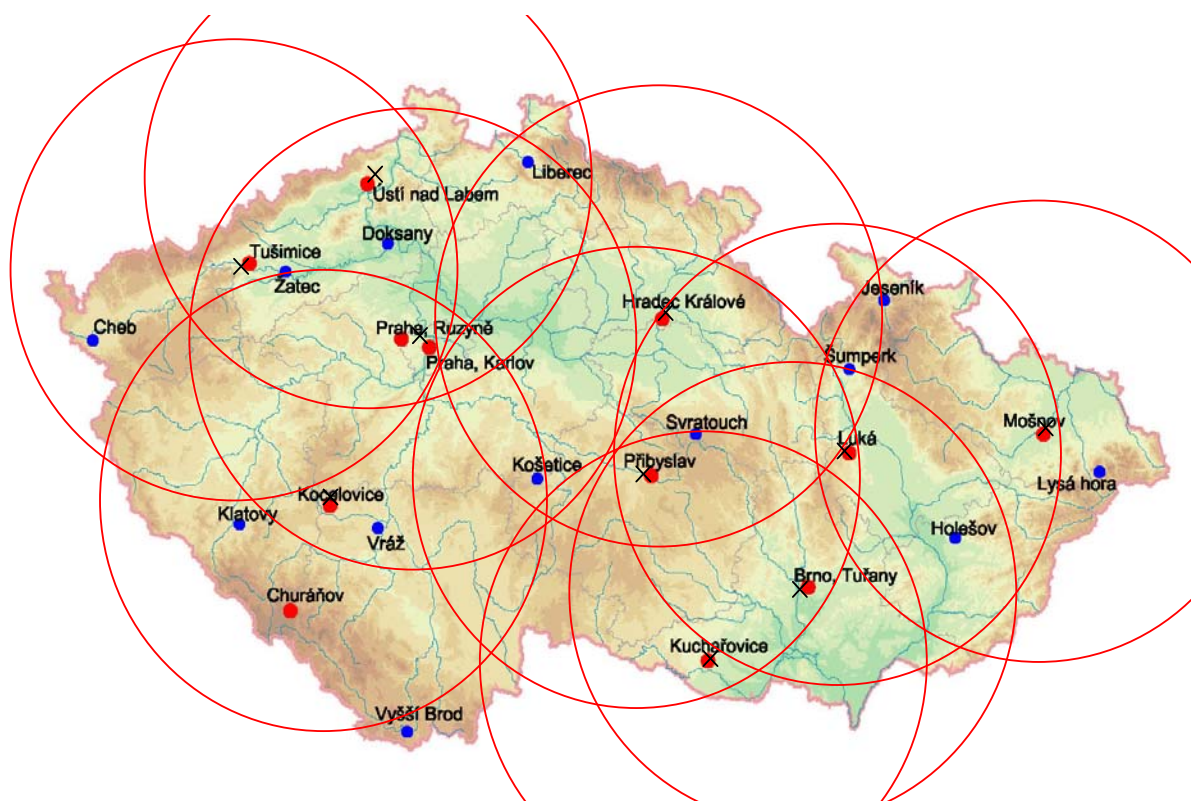
Jedná se většinou o profesionální stanice ČHMÚ umístěné v typických geografických a klimatických podmínkách ČR, na kterých jsou prováděna dlouhodobá měření slunečního svitu SSV a případně i GLB, umožňující vytvoření databázi hodinových hodnot GLB, DIF a DIR metodou popsanou v [6] a v následující kapitole 1.3.1.3. K těmto výpočtům byly použity referenční stanice radiační sítě ČHMÚ, jejichž zkratky jsou uvedeny v dolní části Tab. 1. Před jejich realizací ale bylo třeba nejprve digitalizovat soubory měření denních chodů hodinových sum slunečního svitu SSV/h pro ty stanice a období, které nebyly k dispozici z řešení úkolu [4] ani z databáze ČHMÚ ORACLE/CLIDATA. Jednalo se o měsíční soubory SSV/h uvedené v Tab. 3. Tato konverze z archivních výkazů do elektronické formy byla provedena formou externí zakázky. Po ukončení projektu budou tato data uložena do centrální klimatické databáze ČHMÚ.

Tab. 1: Seznam páteřních a doplňkových stanic RKR a referenčních stanic radiální sítě REF použitých k výpočtu GLB, DIF a DIR (X značí naměřená data z téže stanice).

Indikativ	Páteřní stanice RKR	Nadm. výška	GLB ref	DIF ref	SSV
Dosavadní páteřní stanice RKR (2008)					
B2BTUR01	Brno	241	KUCH	KUCH, KOSE	X
H3HRAD01	Hradec Králové	278	X	X	X
C1KOCE01	Kocelovice	519	X	KOSE, HRAD	X
O1MOSN01	Mošnov	250	PORU	HRAD, KOSE	X
P1PRUZ01	Praha-Ruzyně	364	PKAR	KOSE, HRAD	X
U1ULKO01	Ústí n. Labem	375	X	HRAD, KOSE	X
Nová páteřní stanice RKR (2009)					
P3PRIB01	Příbyslav	530	KOSE	KOSE, HRAD	X
Doplňkové stanice RKR (2009)					
C1CHUR01	Churánov	1118	X	KOSE, KUCH	X
B2KUCH01	Kuchařovice	334	X	X	X
O2LUKA01	Luká	510	X	HRAD, KUCH	X
P1PKAR01	Praha-Karlov	254	X	KOSE, KATU	X
U1KATU01	Tušimice	322	X	X	X
Referenční stanice radiální sítě REF - zkratky					
P3KOSE01	Košetice - KOSE		X	X	X
B2KUCH01	Kuchařovice - KUCH		X	X	X
O2LUKA01	Luká - LUKA		X		X
O1PORU01	Ostrava Poruba - PORU		X		X
P1PKAR01	Praha Karlov – PKAR		X		X
H3SVRA01	Svratouch - SVRA		X		X
U1KATU01	Tušimice – KATU		X	X	X
U1ULKO01	Ústí n. Labem - ULKO		X		X
C1KOCE01	Kocelovice - KOCE		X		X
H3HRAD01	Hradec Králové - HRAD		X	X	X

Tab. 2: Seznam doplňkových stanic RKR a příslušných referenčních stanic radiální sítě REF použitých k výpočtu *GLB*, *DIF* a *DIR* (X značí naměřená data z téže stanice).

Indikativ	Stanice RKR	Nadm. výška	GLB ref	DIF ref	SSV
U1DOKS01	Doksany	158	PKAR	KATU, HRAD	X
B1HOLE01	Holešov	224	LUKA	HRAD, KUCH	X
L3CHEB01	Cheb	483	KATU	KATU, KOSE	X
O1JESE01	Jeseník	465	PORU	HRAD, KOSE	X
L1KLAT01	Klatovy	430	KOCE	KOSE, KATU	X
P3KOSE01	Košetice	534	X	X	X
U2LIBC01	Liberec	398	ULKO	HRAD, KATU	X
O1LYSA01	Lysá hora	1320	PORU	HRAD, KOSE	X
H3SVRA01	Svratouch	737	X	KOSE, HRAD	X
O2SUMP01	Šumperk	328	LUKA	HRAD, KOSE	X
C1VRAZ01	Vráž	436	KOCE	KOSE, KATU	X
C2VBRO01	Vyšší Brod	559	KOCE	KOSE, KATU	X
U1ZATO01	Žatec	201	KATU	KATU, KOSE	X



Obr 1: Rozmístění páteřních (červené) a doplňkových (modré) stanic RKR a pokrytí území ČR jejich 100 km polygony.

Tab. 3: Digitalizované roční soubory denních chodů hodinových sum slunečního svitu *SSVh* z doplňkových stanic RKR

	Stanice	Období editace	Roční soubory
1	Holešov	1991-2005	15
2	Cheb	1991-2003	13
3	Klatovy	1991-2001	11
4	Liberec	1991-2004	14
5	Příbryslav	1991-2000	10
6	Svratouch	1997-2003	7
7	Vráž	1991-2001	11
8	Vyšší Brod	1991-1996	6
9	Žatec	1991-2004	14
	Celkem		101

1.3.1.3 Metodika stanovení globálního, rozptýleného a přímého slunečního záření

Soubory denních chodů hodinových úhrnů globálního *GLBh*, rozptýleného *DIFh* a přímého *DIRh* slunečního záření pro 2. etapu RKR byly stanoveny pomocí metodiky popsané v kapitole 3 předchozí studie [6] vycházející ze vztahů doporučených WMO [7] a upravených pro oblast ČR. Tato metodika byla ve 2. etapě dále upravena pro výpočet hodnot *DIFh* o přesnější určení koeficientu *Fd* které probíhalo ve dvou krocích. V prvním byly pro každou páteřní resp. doplňkovou stanicí vybrány dvě referenční stanice s měřením *DIF*, které vykazovaly pro daný měsíc největší korelaci hodnot *SSVd*. V jednotlivých dnech měsíce pak byly pro obě stanice iteračně určeny hodnoty koeficientů *Fd*. K dalšímu výpočtu *DIFh* byl vybrán koeficient ze stanice, která měla v daném dni nejmenší rozdíl v denním sumě slunečního svitu *SSVd* vůči počítané stanici. Příslušné výpočetní vztahy vycházející z [6] měly podobu:

$$GLBh = (0.30 + 0.70 SSVh) * GLBho \quad (1)$$

$$DIFh = GLBh * (1 - SSVh * (1.03 - 0.025 * Fd)) + SSVh * DIFho \quad (2)$$

$$DIRh = GLBh - DIFh, \quad (3)$$

kde:

$$GLBho = 3.6 * ko * (1297 - 57 * Fg) * (\cos SZA)^{(36 + Fg)/33} \quad (4)$$

$$DIFho = 3.6 * 500 * \exp(-4/Fd) * (\cos SZA)^{(7 + Fd)/17} \quad (5)$$

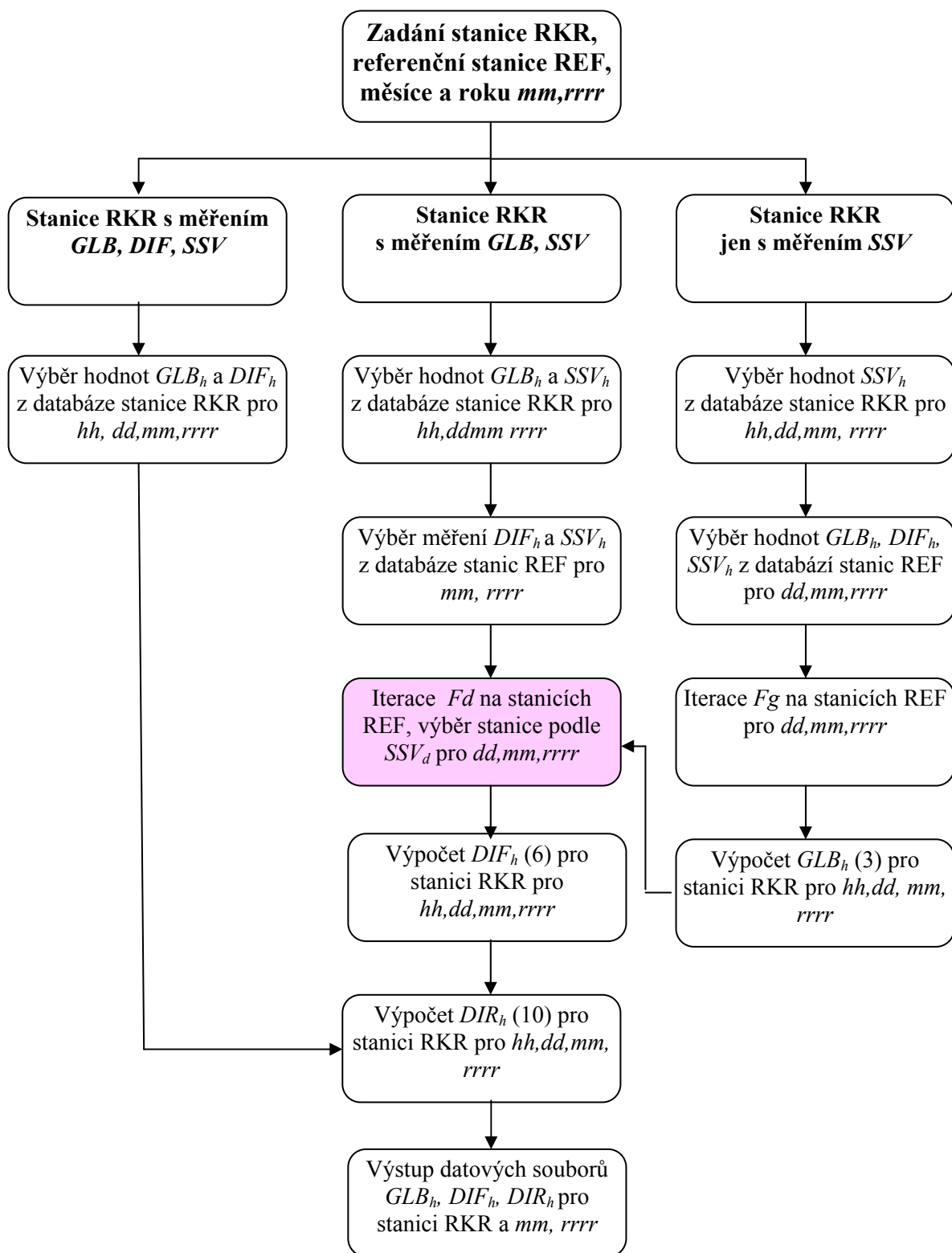
DIFd je denní suma DIF v kJ/ m²
DIFh je hodinová suma DIF za oblačné oblohy v kJ/m²
DIFho je hodinová suma DIF za jasné oblohy v kJ/m²
GLBd je denní suma GLB v kJ/ m²
GLBho je hodinová suma GLB za jasné oblohy v kJ/m²

<i>GLBh</i>	je hodinová suma GLB za oblačné oblohy v kJ/m^2
<i>Fd, Fg</i>	jsou faktory propustnosti atmosféry pro rozptýlené a globální záření stanovené pro daný den iteracemi z příslušných referenčních stanic $DIFd \approx \Sigma DIFh(Fd)$, $GLBd \approx \Sigma GLBh(Fg,)$, $h = v \dots z$, v, z = hodiny východu resp. západu slunce
<i>SSVh</i>	je hodinová suma SSV za oblačné oblohy v hodinách (0-1)
<i>SZA</i>	je zenitový úhel slunce pro střed hodinového intervalu h
<i>ko</i>	je koeficient opravy na vzdálenost Země-Slunce v daném dni.

Komentář výše uvedených vztahů a přesnost jejich použití jsou popsány v [4] a proto již nejsou v této zprávě dále uváděny.

1.3.1.4 Výpočet solárních charakteristik pro potřeby RKR

K vytvoření datových souborů *GLBh*, *DIFh* a *DIRh* byla použita modifikovaná verze programu „*RadDbfCalc1*“ označený nadále „*RadDbfCalc2*“. Úprava původního programu spočívala v rozšíření iterací pro určení faktorů propustnosti atmosféry *Fd* na více referenčních stanicích a následného výběru optimální REF stanice s nejvyšší korelačním koeficientem denních sum *SSVd* vůči počítané stanici RKR. Tím byla snížena závislost přesnosti výpočtů *GLBh*, *DIFh* a *DIRh* na rozdílech v aktuálním množství a typu oblačnosti mezi referenčními REF a RKR stanicemi. Upravené segmenty výpočetního programu jsou vyznačeny červenou výplní v jeho níže uvedeném vývojovém diagramu.



Obr 2: Vývojový diagram programu „RadDbfCalc2“ pro stanovení měsíčních souborů hodinových sum globálního, rozptýleného a přímého slunečního záření pro měsíce RKR.

1.3.1.5 Výsledky - datové soubory radiačních charakteristik

Datové soubory *GLBh*, *DIFh* a *DIRh* pro měsíce/roky období 1991-2005 a jednotlivé páteřní a doplňkové stanice RKR byly vytvořeny v kontextu s Tab. 1 a Tab. 2 následujícím způsobem:

a) *Datové soubory globálního záření GLBh*

Páteřní stanice

Churáňov	výběr měsíčních souborů RKR z databáze CLIDATA
Kuchařovice	výběr měsíčních souborů RKR z databáze CLIDATA
Luká	výběr měsíčních souborů RKR z databáze CLIDATA
Praha-Karlov	výběr měsíčních souborů RKR z databáze CLIDATA
Tušimice	výběr měsíčních souborů RKR z databáze CLIDATA
Příbyslav	výpočet z <i>SSVh</i> a <i>Fg</i> získaného iterací na REF stanici Košetice

Doplňkové stanice

Doksany	výpočet z <i>SSVh</i> a <i>Fg</i> získaného iterací na REF stanici Praha-Karlov
Holešov	výpočet z <i>SSVh</i> a <i>Fg</i> získaného iterací na REF stanici Luká
Cheb	výpočet z <i>SSVh</i> a <i>Fg</i> získaného iterací na REF stanici Tušimice
Jeseník	výpočet z <i>SSVh</i> a <i>Fg</i> získaného iterací na REF stanici Ostrava-Poruba
Klatovy	výpočet z <i>SSVh</i> a <i>Fg</i> získaného iterací na REF stanici Kocelovice
Košetice	výběr měsíčních souborů RKR z databáze CLIDATA
Liberec	výpočet z <i>SSVh</i> a <i>Fg</i> získaného iterací na REF stanici Ústí n. Labem
Lysá hora	výpočet z <i>SSVh</i> a <i>Fg</i> získaného iterací na REF stanici Ostrava-Poruba
Svratouch	výběr měsíčních souborů RKR z databáze CLIDATA
Šumperk	výpočet z <i>SSVh</i> a <i>Fg</i> získaného iterací na REF stanici Luká
Vráž	výpočet z <i>SSVh</i> a <i>Fg</i> získaného iterací na REF stanici Kocelovice
Vyšší Brod	výpočet z <i>SSVh</i> a <i>Fg</i> získaného iterací na REF stanici Kocelovice
Žatec	výpočet z <i>SSVh</i> a <i>Fg</i> získaného iterací na REF stanici Tušimice

b) *Datové soubory RKR – rozptýlené záření DIFh*

Základní stanice

Churáňov	výpočet z <i>SSVh</i> a <i>Fd</i> získaného iterací na REF stanic Košetice a Kuchařovice
Kuchařovice	výběr měsíčních souborů RKR z databáze CLIDATA
Luká	výpočet z <i>SSVh</i> a <i>Fd</i> získaného iterací na REF stanic Hradec K. a Kuchařovice
Praha-Karlov	výpočet z <i>SSVh</i> a <i>Fd</i> získaného iterací na REF stanic Košetice a Tušimice
Tušimice	výběr měsíčních souborů RKR z databáze měření
Příbyslav	výpočet z <i>SSVh</i> a <i>Fd</i> získaného iterací na REF stanic Košetice a Hradec K.

Doplňkové stanice

Doksany	výpočet z <i>SSVh</i> a <i>Fd</i> získaného iterací na REF stanic Tušimice a Hradec K.
Holešov	výpočet z <i>SSVh</i> a <i>Fd</i> získaného iterací na REF stanic Kuchařovice a Hradec K.
Cheb	výpočet z <i>SSVh</i> a <i>Fd</i> získaného iterací na REF stanic Tušimice a košetice
Jeseník	výpočet z <i>SSVh</i> a <i>Fd</i> získaného iterací na REF stanic Hradec K. a Košetice
Klatovy	výpočet z <i>SSVh</i> a <i>Fd</i> získaného iterací na REF stanic Košetice a tušimice
Košetice	výběr měsíčních souborů RKR z databáze CLIDATA
Liberec	výpočet z <i>SSVh</i> a <i>Fd</i> získaného iterací na REF stanic Hradec K. a Košetice
Lysá hora	výpočet z <i>SSVh</i> a <i>Fd</i> získaného iterací na REF stanic Hradec K. a Košetice
Svratouch	výpočet z <i>SSVh</i> a <i>Fd</i> získaného iterací na REF stanic Košetice a Hradec K.

Šumperk	výpočet z <i>SSVh</i> a <i>Fd</i> získaného iterací na REF stanic Hradec K. a košetice
Vráž	výpočet z <i>SSVh</i> a <i>Fd</i> získaného iterací na REF stanic Košetice a Tušimice
Vyšší Brod	výpočet z <i>SSVh</i> a <i>Fd</i> získaného iterací na REF stanic Košetice a kuchařovice
Žatec	výpočet z <i>SSVh</i> a <i>Fd</i> získaného iterací na REF stanic Tušimice a košetice

c) Datové soubory RKR – přímé sluneční záření *DIRh*

Pro všechny páteřní a doplňkové stanice RKR byly hodnoty *DIRh* určeny výpočtem z *GLBh* a *DIFh* pomocí vztahu (3).

1.3.1.6 Generování staničních RKR

Na základě vytvořených technických řad byly vypočteny staniční referenční klimatické roky (RKR) hodinových dat dle technické normy ČSN EN ISO 15927—4 pro 7 páteřních meteorologických stanic uvedených v Tab. 1. Složení páteřních RKR z měsíců jednotlivých let udává tab. 4. Pro potřeby rajonizace RKR byly dále vytvořeny hodinové RKR pro 5 doplňkových stanic. Složení RKR těchto stanic z měsíců jednotlivých let bylo zvoleno shodně s tou páteřní stanicí, v jejímž rajonu (oblasti) se doplňková stanice nachází (Tab. 5).

Tab. 4: Složení páteřních RKR z měsíců jednotlivých let

Měsíc	Hradec Králové	Ústí n.L. Kočkov	Praha Ruzyně	Ostrava Mošnov	Kocelovice	Brno Tuřany	Příbrav
1	1991	2003	1991	2003	2000	2003	2001
2	1997	2001	2001	2004	2001	1992	2001
3	2004	2002	2004	1999	2002	1992	2003
4	2004	1993	2002	1994	2004	2004	1994
5	1999	1994	1999	1998	1998	1998	1997
6	2002	1997	2005	1995	1993	1992	1997
7	2001	2003	2005	1999	2003	2001	2005
8	2001	2001	1991	2004	2001	2001	2001
9	2000	1992	1994	1998	2002	2000	2000
10	1999	1999	1993	1999	1993	1999	1996
11	2004	1992	1996	1994	1997	1997	1997
12	2003	1998	2003	2004	2003	1991	2005

Tab. 5: Příslušnost doplňkových stanic k páteřním stanicím

Doplňková stanice	Páteřní stanice
Churánov	Kocelovice
Kuchařovice	Brno Tuřany
Luká	Brno Tuřany
Tušimice	Ústí nad Labem
Praha Karlov	Praha Ruzyně

Výsledná RKR obsahují hodinové údaje pro následující prvky: teplota vzduchu, tlak vodních par, globální záření, rychlost větru jako klíčové pro stanovení skladby RKR, dále přímé

sluneční záření (insolace) a difusní záření na vodorovnou plochu, tlak vzduchu, rosný bod, absolutní vlhkost a relativní vlhkost vzduchu (celkem 10 meteorologických veličin).

Při zpracování RKR bylo důsledně postupováno podle citované normy a dle výsledků úkolu MPO č. 122142 – 8903 [4].

1. Pro každý měsíc a pro každý rok pro vybrané klimatické parametry (teplota vzduchu, globální sluneční záření a tlak vodní páry) byla dle části 5.3.1 této normy vypočtena kumulativní distribuční funkce denních průměrů v rozsahu každého jednotlivého měsíce nade všemi roky v datovém souboru ve dnech od 31.12.1990 do 1.1.2006 (tj. uvažované období 1991 až 2005 plus okrajové dva dny kvůli hlazení (viz následující bod 4).
2. Pro období 1991 až 2005 byla pro každý měsíc a rok vypočtena hodnota Finkelstein-Schaferovy statistiky pro vybrané klimatické prvky postupem uvedeným v této normě. Podle 5.3.1 této normy byla pro každý měsíc a klimatický prvek sestavena řada pořadí vzrůstajících hodnot této statistiky v uvažovaném období 1991 až 2005. Pro každý měsíc byly tak získány tři řady pořadových čísel (jedna pro každý prvek), které byly následně sečteny a pro každý měsíc tak získána jediná časová řada. Ta byla dále seříděna podle velikosti a pro tři roky s nejnižším pořadím byla spočtena odchylka měsíčního průměru rychlosti větru za daný rok od odpovídajícího měsíčního průměru za období 1991 až 2005. Rok s nejmenší odchylkou je včleněn do referenčního roku jako “nejlepší” pro daný měsíc. Základními čtyřmi klimatickými parametry, které se použijí pro výsledný testovaný referenční rok, jsou teplota vzduchu, globální záření dopadající na vodorovný povrch, vlhkost vzduchu a rychlost větru. Konstrukce klimatického referenčního roku vychází důsledně vychází z postupu stanoveného normou ČSN EN ISO 15927—4 ([5]):

2a) Pro každý kalendářní měsíc se vypočítá kumulativní distribuční funkce $\Phi(p,m,i)$ denních průměrů ze všech let v datovém souboru jejich seříděním ve vzrůstajícím pořadí a následným užitím rovnice (1):

$$\Phi(p, m, i) = \frac{K(i)}{N + 1}, \quad (1)$$

kde $K(i)$ je pořadí i -té hodnoty denních průměrů daného kalendářního měsíce v celém souboru dat.

2b) Pro každý kalendářní měsíc a rok se vypočítá kumulativní distribuční funkce denních průměrů $F(p,y,m,i)$ jejich seříděním ve vzrůstajícím pořadí a následným užitím rovnice (2):

$$F(p, y, m, i) = \frac{J(i)}{n + 1}, \quad (2)$$

kde $J(i)$ je pořadí i -té hodnoty denních průměrů v daném měsíci a roce.

2c) Pro každý kalendářní měsíc a rok se vypočítá Finkelstein-Schaferova statistika $FS(p,y,m)$ podle rovnice (3):

$$FS(p, y, m) = \sum_{i=1}^n |F(p, y, m, i) - \Phi(p, m, i)| \quad (3)$$

2d) Pro každý měsíc a klimatický prvek se sestaví řada pořadí vzrůstajících hodnot statistiky $FS(p,y,m)$ v uvažovaném období.

2e) Pro každý měsíc se tak získají tři řady pořadových čísel (jedna pro každý prvek), které se následně sečtou a pro každý měsíc se tak získá jediná časová řada pořadí v daném období.

2f) Získaná časová řada se setřídí podle velikosti a pro tři roky s nejnižším pořadím se spočte odchylka měsíčního průměru rychlosti větru za daný rok od odpovídajícího měsíčního průměru za uvažované období. Rok s nejmenší odchylkou se pak zařadí do referenčního roku jako "nejlepší" pro daný měsíc. Do výsledného referenčního roku se pak přiřadí hodinové hodnoty z daného měsíce a „nejlepšího“ roku základních i ostatních prvků.

3. Vybranému referenčnímu roku pak byly přiřazeny odpovídající řady hodinových hodnot čtyř základních meteorologických prvků, a to teplota vzduchu, parciální tlak vodní páry, globální záření a rychlost větru. Následně pak bylo doplněno dalších 7 klimatických prvků pro jednotlivé vybrané měsíce referenčního roku.
4. Norma vyžaduje vyhlazení přechodů mezi jednotlivými měsíci referenčního roku v posledních osmi hodinách každého měsíce a v prvních osmi hodinách následujícího měsíce. Pro tento účel bylo použito řešení navržené v [4] a následně publikované v [5]. Je to hlazení metodou váženého průměru, kde váhy $W1$ a $W2$ jsou uvedeny v tab. 6, konkrétní příklady v tab. 7. Příklady grafického znázornění přechodů mezi měsíci pro teplotu vzduchu a globální záření ukazují obr. 3 a obr. 4. Metoda váženého průměru zajišťuje hladký přechod mezi jednotlivými měsíci u všech klimatických prvků a zajišťuje zachování nulových hodnot hlazených přechodových úseků mezi měsíci v hodinách, kdy příslušný meteorologický prvek má z principu nulovou hodnotu (např. globální záření). V některých publikacích doporučované hlazení pomocí lineární regrese je v takových případech zcestné, jak názorně ukazuje obr. 4 (přerušovaná čára). S výjimkou většiny vlhkostních charakteristik, přímého slunečního záření a směru větru se shlazené hodnoty vypočtou dle vzorce:

$$(W1 * \text{hodnota v měsíci končícím} + W2 * \text{hodnota v měsíci začínajícím}) / (W1 + W2) \quad (4)$$

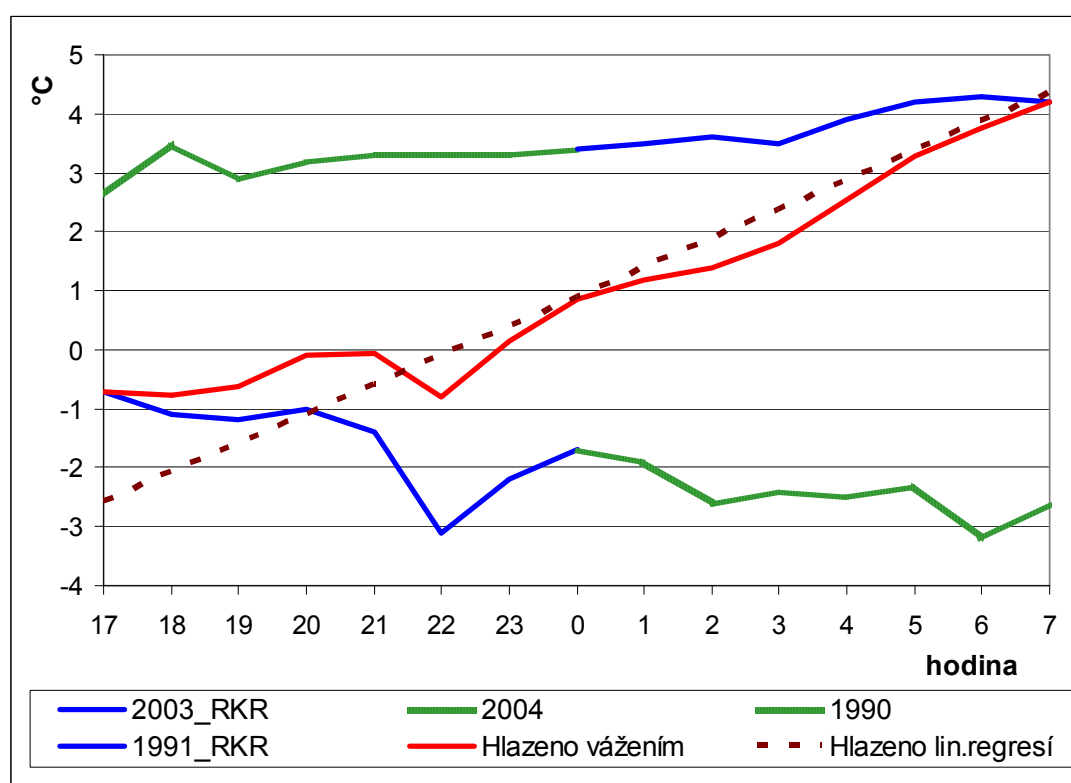
Z vlhkostních parametrů je výše uvedeným vzorcem hlazena pouze relativní vlhkost, zatímco teplota rosného bodu, absolutní vlhkost a tlak vodní páry se vypočítají ze shlazených hodnot teploty a relativní vlhkosti podle vztahů doporučených WMO [2]. Jiným způsobem nelze zajistit vzájemnou konzistenci teplotních a vlhkostních parametrů. Přímé sluneční záření se dopočte jako rozdíl shlazených hodnot globálního a difúzního záření, směr větru se s ohledem na jeho vektorovou povahu nehladí.

Tab. 6: Konstrukce vah na přelomu měsíců

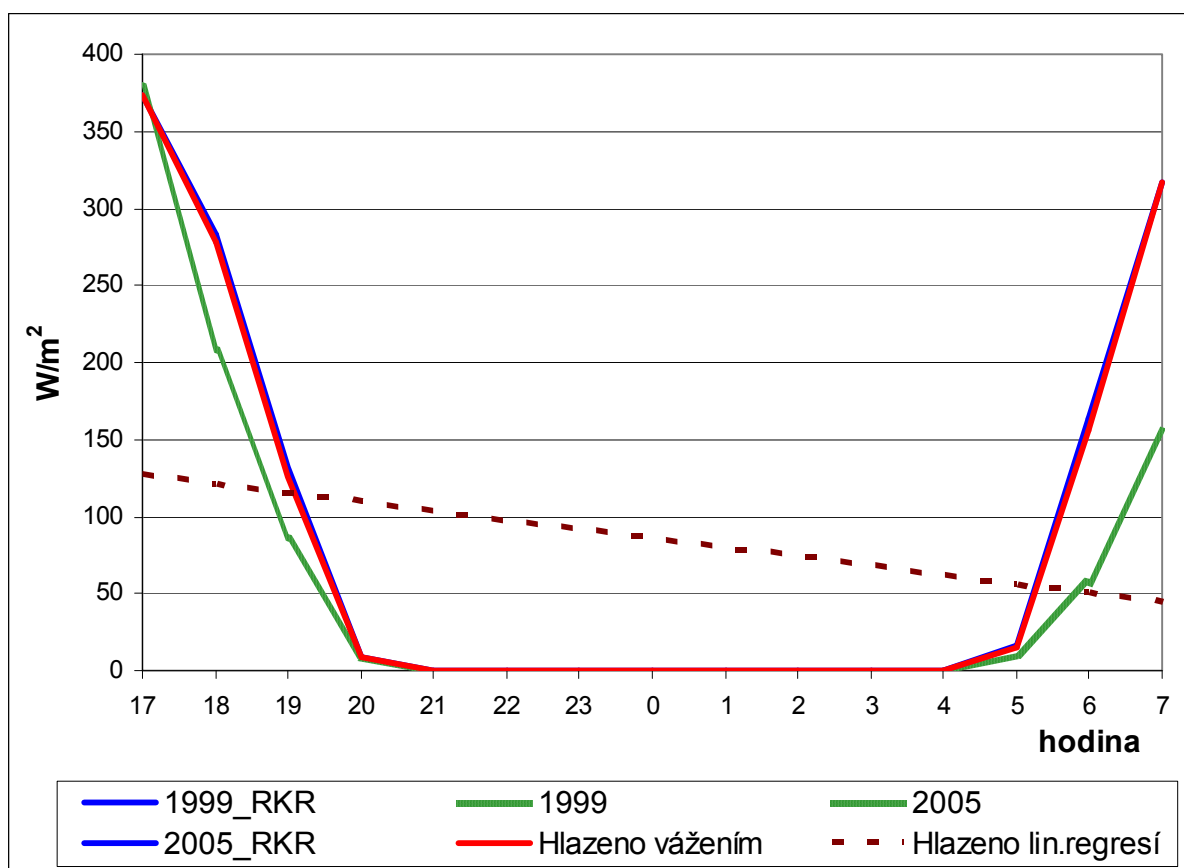
Hodina	Konec měsíce							Začátek měsíce							
	17	18	19	20	21	22	23	0	1	2	3	4	5	6	7
W1 (Končící "rokoměsíc")	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
W2 (Začínající "rokoměsíc")	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Tab. 7: Příklady vah pro zhlazení hranic mezi měsíci. (Tučně jsou váhy, kterými se násobí hodnoty měsíce z referenčního roku, slabě jsou váhy, kterými se násobí hodnoty daného měsíce z roku, který je referenční pro následující měsíc. Pokud referenční rok obsahuje krajní měsíce období, je třeba pro hlazení uvažovat i přilehlé dny období, tj. 31.12.1990 a 1.1.2006.)

Hodina	31.05.99	31.05.05	31.12.03	31.12.90	31.12.05	31.12.94
17	14	0	14	0	0	14
18	13	1	13	1	1	13
19	12	2	12	2	2	12
20	11	3	11	3	3	11
21	10	4	10	4	4	10
22	9	5	9	5	5	9
23	8	6	8	6	6	8
	01.06.99	01.06.05	01.01.04	01.01.91	01.01.06	01.01.95
0	7	7	7	7	7	7
1	6	8	6	8	8	6
2	5	9	5	9	9	5
3	4	10	4	10	10	4
4	3	11	3	11	11	3
5	2	12	2	12	12	2
6	1	13	1	13	13	1
7	0	14	0	14	14	0



Obr. 3: Ukázka hlazení RKR Praha, teploty vzduchu mezi prosincem a lednem. Referenční rok pro prosinec je 2003, pro leden je to rok 1991 (modře). Navazující hodiny použité pro hlazení jsou z ledna 2004 a prosince 1990 (zeleně). Vážením shlazený přechod mezi měsíci je červeně, hlazení lineární regresí je čárkované.



Obr. 4: Ukázka hlazení RKR Praha globálního záření mezi květnem a červnem. Referenční rok pro květen je 1999, pro červen je to rok 2005 (modře). Navazující hodiny použité pro hlazení jsou z května 2005 a června 1999 (zeleně). Vážením shlazený přechod mezi měsíci je červeně. Čárkovaně je vyznačeno hlazení za použitím aproximace lineární regresí.

1.3.2 Územní platnost a metodika generování mimostaničních RKR

Pojetí rajonizace je zde založeno spíše na představách dynamické klasifikace klimatu než klasické klasifikaci založené na hodnotách meteorologických prvků. Je vedeno představou, že na území určité velikosti se projevují účinky všeobecné cirkulace atmosféry stejně nebo dostatečně podobně. Tato představa je v meteorologii běžná a je na ní mj. založeno i řešení problematiky homogenizace časových řad klimatických dat. Řešení proběhlo ve třech krocích.

1.3.2.1 Výpočet „klimatických“ RKR

Byla provedena základní analýza prostorové proměnlivosti Finkelstein-Schaferovy statistiky pro potřeby stanovení územní platnosti jednotlivých RKR. K tomu účelu bylo využito skutečnosti, že metodika stanovení skladby RKR (tj. jeho složení z jednotlivých měsíců různých let) využívá nikoli hodinových dat, ale denních průměrů. To umožňuje k základní analýze problematiky využít klimatická data, neboť jejich plošná hustota je podstatně vyšší než hustota stanic s hodinovými pozorováními, nehledě k tomu, že hodinová data byla a jsou primárně používána pro operativní účely. I když se denní průměry z hodinových dat a klimatických termínů liší, z hlediska celkové metodiky nejde o podstatný vliv.

Z klimatické databáze ČHMÚ byla proto vybrána klimatická data 297 klimatických stanic ČR z období 1961 až 2000. Metodikou dle normy byly vypočteny Finkelstein-Schaferovy statistiky jak pro každý ze tří základních prvků (teplota, globální záření, tlak páry), tak pro jejich komplex a konečně i s uvažováním větru. Místo globálního záření bylo použito denní trvání slunečního svitu, neboť globální záření se pozoruje jen na několika stanicích. Pro potřeby výběru složení RKR z měsíců jednotlivých let tento postup považujeme za korektní, neboť vztah mezi globální zářením a dobou trvání slunečního svitu je monotónní a Finkelstein-Schaferova statistika je pořadová. Zpracován byl každý měsíc zvlášť, mimo to byl hodnocen rok jako celek prostřednictvím ročního průměru pořadí jednotlivých měsíců. Pro každou z 297 testovaných stanic a pro každý sledovaný parametr (či jejich kombinaci) a pro každý měsíc bylo stanoveno pořadí hodnot Finkelstein-Schaferovy statistiky. Metodikou dle normy byl pro každou klimatickou stanicí vyhodnocen i „klimatický“ (rozumí se „na klimatických datech založený“) RKR.

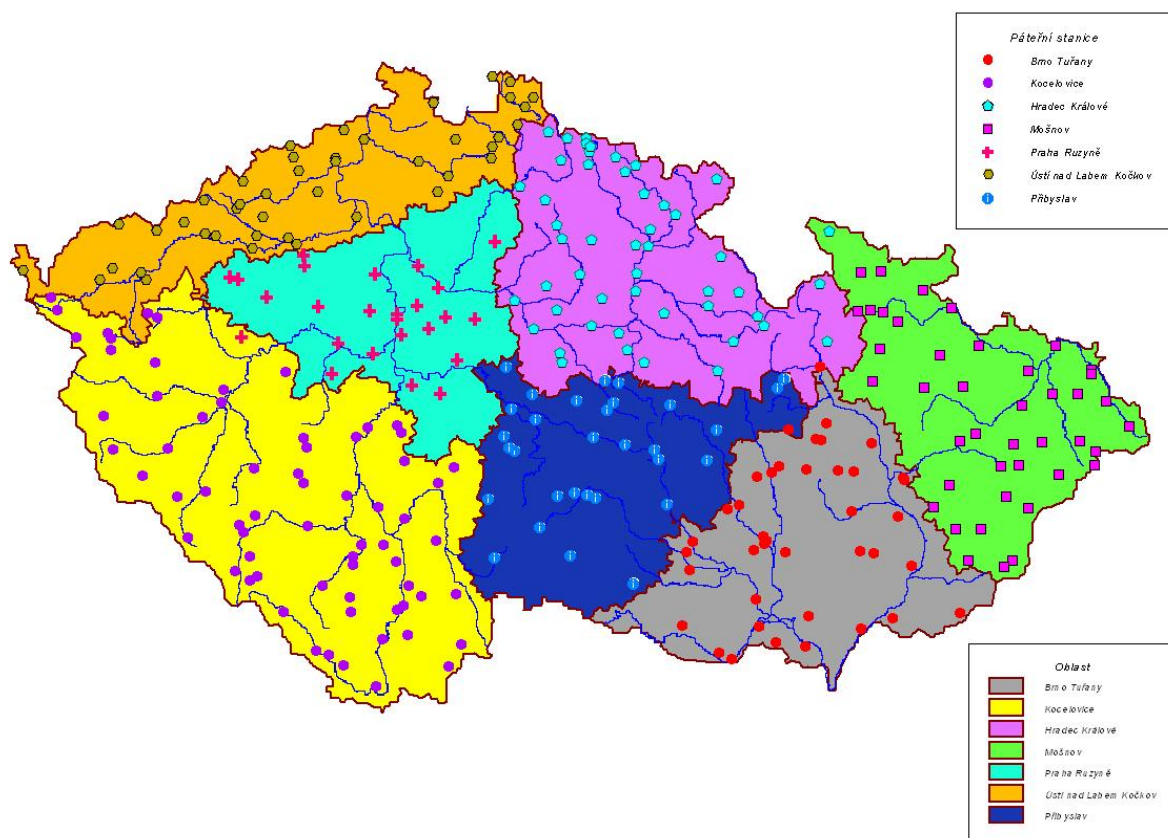
1.3.2.2 Stanovení příslušnosti klimatických RKR k páteřním stanicím

Příslušnost každé z 297 testovaných klimatických stanic k některé ze 7 páteřních stanic byla na základě získaných zkušeností (viz [4], [5]) určena takto: Pro každou testovanou stanicí a pro každý rok období 1961–2000 bylo vypočteno „roční pořadí“ jako roční průměr měsíčních pořadí (viz 1.3.3.1).

Pro každý rok období a testovanou stanicí byla spočtena absolutní hodnota rozdílu tohoto pořadí od pořadí každé ze 7 páteřních stanic. Testovaná stanice se pak přiřadila do územní příslušnosti k té páteřní stanicí, které odpovídalo nejnižší pořadí (při rovnosti pořadí se vzala páteřní stanice bližší). Použitá metodika odstraňuje problém s nepřirazenými stanicemi tím, že nevyžaduje shodu, ale pouze vybírá nejlepší možnost z dostupných možností. Nicméně při uvažování všech čtyř základních prvků (tj. včetně větru) dochází i zde ke značnému plošnému prolínání příslušnosti k páteřním stanicím, proto byla ve shodě s [4] použita varianta bez uvažování rychlosti větru. Je třeba zdůraznit, že zde nejde o podobnost hodnot, ale o podobnost polohy testovaných charakteristik ve frekvenčním rozložení.

1.3.2. Oblasti platnosti páteřních stanic z hlediska složení RKR

Hranice oblastí byly konkretizovány na základě posouzení bodové příslušnosti k páteřním stanicím (viz 1.3.2.2) na základě interpolací v prostředí GIS tak, aby celá katastrální území spadala do jedné oblasti. Výsledná mapa oblastí je na obr. 5.



Obr. 5: Oblasti ČR podle příslušnosti testovaných stanic k 7 páteřním stanicím. Vyznačena je i příslušnost 297 testovaných stanic k jednotlivým oblastem. Období 1961-2000. Podle Finkelstein-Schaferovy statistiky ze tří základních prvků (teplota, globální záření, tlak vodní páry).

Je třeba opětovně zdůraznit, že popsaná rajonizace se netýká územní platnosti hodnot RKR, ale složení RKR z jednotlivých měsíců různých let období 1991 až 2005. Pro reálné použití je v každém případě třeba korigovat páteřní RKR pro jednotlivá místa minimálně s ohledem na nadmořskou výšku.

1.3.2.4 Geografická závislost radičních dat

Závislost na vzdálenosti od základní stanice

Hodnocení přesnosti metodiky určování datových souborů RKR pro základní stanice (viz kapitolu 1.3.1.3), na kterých nejsou k dispozici přímá měření slunečního záření, bylo provedené v rámci práce [4]. Výsledky testů získané porovnáním průměrných rozdílů vypočítaných a měřených denních sum *GLBd*, *DIFd* a *DIRd* vedly k těmto závěrům [6]:

- Do vzdálenosti cca 100 km od stanice RKR jsou hodnoty *GLBd* v měsících březen-říjen reprezentativní s přesností do 4-5 %, která je srovnatelná s přesností měření (3 %)
- Do stejné vzdálenosti jsou hodnoty *GLBd* určené pro měsíce listopad-únor s přesností 5-10 %. Větší rozdíly v zimním období vyplývají především z vlivu rozdílné nadmořské výšky testovaných stanic (do 500 m n.m.) na tvorbu inverzní oblačnosti.
- Podobné výsledky ukázaly testy i pro hodnoty *DIFd* a *DIRd*.

Z výše uvedeného vyplývá, že při použití datových souborů RKR pro složky globálního záření z páteřních stanic pro oblasti s nadmořskou výškou do cca 500 m n.m. (Tab. 1 bez Churáňova) pokrývá těchto 11 stanic svými cca 100 km polygony prakticky celé území ČR –

viz Obr. 1. Další zpřesnění použití databází *GLB*, *DIF* a *DIR* pro praktické aplikace v jednotlivých oblastech RKR je proto možné odvozením regresních vztahů závislosti těchto radiačních toků na nadmořské výšce páteřních stanic a zájmových lokalit. Protože oblasti s nadmořskou výškou do 500 m (67 % území ČR) dostatečně pokrývají datové soubory z páteřních stanic, je třeba soustředit pozornost hlavně na výškové pásmo cca 500-1000 m (32 % území ČR)

Závislost na nadmořské výšce

Vertikální závislost globálního záření a jeho složek je v geografických podmínkách ČR v rozhodující míře způsobena tvorbou oblačnosti. Jedná se především o vynucenou orografickou konvekci hlavně v letní polovině roku a o vznik nízké inverzní oblačnosti v zimní polovině roku. Členění pole globálního záření uvedené v publikaci [1] ukazuje na výrazně rozdílný proces tvorby oblačnosti mezi jihozápadními a severními pohraničními horami, který je způsoben jejich odlišnou expozicí vůči převládajícímu směru pohybu frontální oblačnosti. V zimním období jsou naopak tyto oblasti včetně vyšších poloh Českomoravské vrchoviny radiačně bohatší.

S ohledem na výše uvedené skutečnosti byla pro studium vertikálních gradientů globálního záření *gradGLB* použita dlouhodobá měření GLB ze stanic radiační sítě ČHMÚ, jejichž vzájemná vzdálenost nepřekračovala 100 km a které se nacházejí v rozdílných nadmořských výškách. Vzhledem k nedostatku moravských stanic nad 500 m n.m. a s ohledem na kontinentalitu jižní Moravy bylo nutné k analýze použít i vypočítané hodnoty *GLBm* pro stanice Brno a Lysá hora. Gradienty byly vypočítané pro dvojice stanic uvedené v Tab. 8 jako „Regresní“ a jednotlivé měsíce roku z lineárních regresí měsíčních sum *GLBm*, které se ukazují jako hodnoty nejvíce reprezentující vybrané měsíce/roky RKR. Hodnoty gradientů jsou uvedeny v jednotkách kJ/m^2 na 100 m nadmořské výšky.

Tab. 8: Gradienty závislosti průměrných měsíčních sum globálního záření *GLBm* na nadmořské výšce pro páteřní stanice RKR v $\text{kJ/m}^2/100\text{m n.m.v.}$

Páteřní Stanice	ÚLKO KATU	KOCE CHUR	PRUZ PKAR HRAD.	PRIB	LUKA	BTUR	KUCH	MOSN
Regresní Stanice	KATU KOCE	KOCE CHUR	HRAD. SVRA	KOSE SVRA	LUKA SVRA	BTUR LUKA	KUCH KOSE	PORU LYSA
Nadm. pásmo (m)	300 500	500 1100	200 800	400 800	500 800	200 500	300 500	200 1300
Měsíc								
1	67	30	16	-15	7	2	-14	-27
2	102	24	17	-32	-12	-27	-58	-32
3	93	17	14	-21	-28	-42	-117	-50
4	113	-21	-44	-37	-84	-77	-213	-23
5	58	-65	-94	-81	-132	-178	-261	-13
6	90	-68	-101	-90	-145	-249	-371	-17
7	101	-30	-53	-86	-134	-117	-218	-4
8	80	-26	-34	-29	-89	-129	-196	-4
9	92	0	-34	-48	-91	-66	-159	-11
10	111	34	3	-21	1	33	-14	-12
11	61	36	3	-4	-12	1	-51	-13
12	53	33	12	-12	11	-4	7	-11

Tab. 9. Průměrné hodnoty gradGLB závislosti měsíčních sum GLBm na nadmořské výšce pro páteřní stanice RKR v typických oblastech ČR v %/100m n.m.v.

Páteřní stanice	KATU ÚLKO	CHUR KOCE	HRAD LUKA MOSN PKAR PRIB PRUZ	BTUR KUCH
Měsíc				
1	8.0	3.1	-0.3	-0.6
2	6.8	1.4	-0.8	-2.4
3	3.4	0.6	-0.7	-2.6
4	2.8	-0.5	-1.1	-3.2
5	1.0	-1.1	-1.4	-3.6
6	1.6	-1.2	-1.5	-4.9
7	1.8	-0.5	-1.2	-2.7
8	1.6	-0.5	-0.7	-3.0
9	2.8	0.0	-1.4	-3.1
10	5.8	1.6	-0.3	0.5
11	7.6	3.9	-0.7	-2.5
12	9.3	4.8	0.1	0.2

Zařazení páteřních a doplňkových stanic do skupin dle ročního chodu vertikálního gradientu globálního záření

Analýza gradientů a jejich závislosti na nadmořské výšce stanic vedla k zařazení jednotlivých páteřních a doplňkových stanic do skupin reprezentujících typické oblasti ČR, které se odlišují ročním chodem *gradGLB*. Těmto oblastem uvedeným níže, byly přiřazeny průměrné hodnoty gradientů, které jsou uvedené v procentech sum *GLBm* v Tab. 9. Jejich roční chod je rovněž znázorněn na Obr. 6.

Stanice KATU, ULKO

Severozápadní Čechy, především podkrušnohorská pánev. V letních měsících se výrazně neodlišuje od ostatních nížinných oblastí ČR. V období podzim-jaro mají gradienty výrazný charakter především v důsledku častých a výrazných inverzí.

Stanice CHUR, KOCE

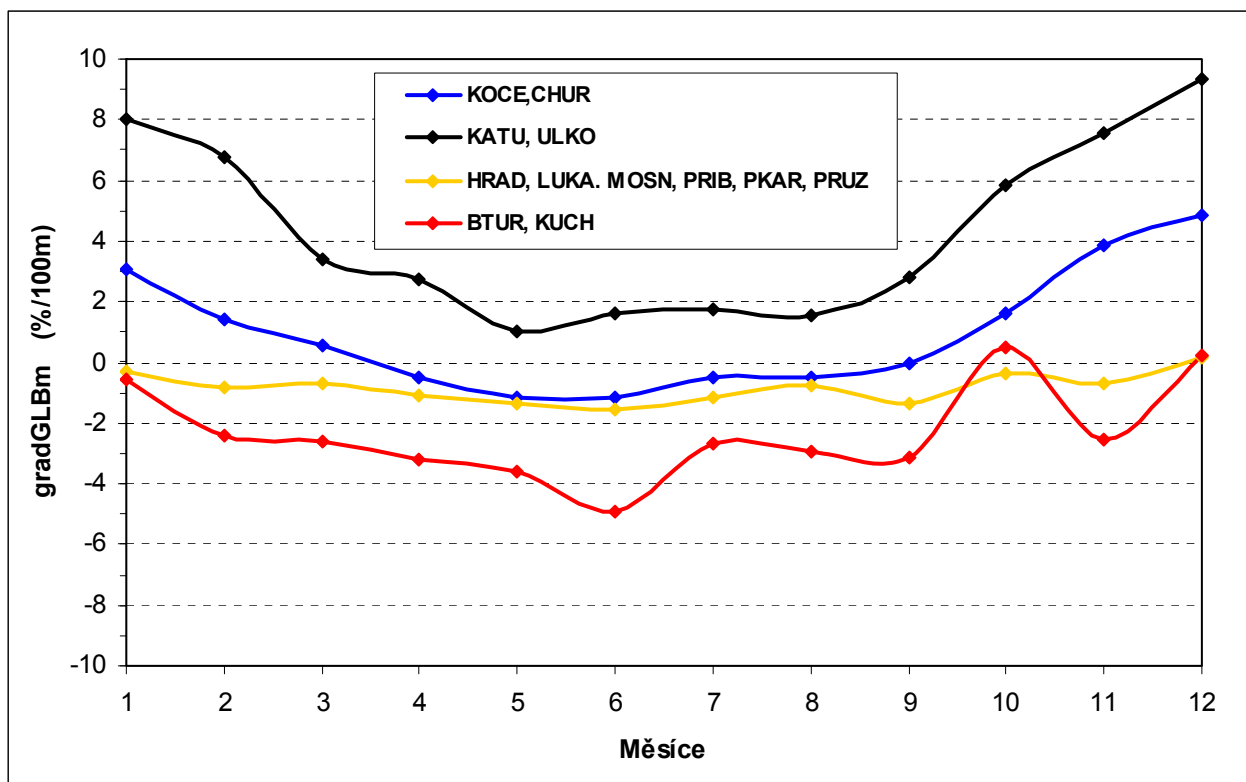
V zimních měsících se projevuje také vliv inverzí ve směru nížiny a vrchoviny jižních a západních Čech vůči pohraničním horám.

Stanice HRAD, LUKA, MOSN, PKAR, PRIB, PRUZ

Nížiny a vrchoviny Čech, střední a severní Moravy. V průběhu celého roku mají gradienty nevýrazný charakter (méně než 2 %/100m)

Stanice BTUR, KUCH

Oblast jižní Moravy s přechodem do okrajových částí okolních vrchovin. Výrazný pokles GLB s výškou v jarním a letním období v důsledku orografické konvekce. V zimních měsících bez výrazného vlivu inverzí.



Obr. 6: Zprůměrované roční chody gradientů závislosti *GLBm* na nadmořské výšce pro páteřní stanice RKR

Způsob použití vertikálních gradientů *GLB*

Účelem analýzy vertikálních gradientů *gradGLB* je zpřesnění extrapolace dat RKR globálního záření z páteřních stanic do jejich okolí v rámci jednotlivých územních oblastí RKR. Z důvodu omezeného počtu stanic s měřením DIF nebylo možno provést podobnou analýzu pro závislost difúzního záření. Při použití hodnot *GLB*, DIF a DIR stanovených pro RKR jednotlivých páteřních stanic a oprav na nadmořskou výšku pomocí gradientů z Tab. 9 je třeba postupovat následujícím způsobem.

- Pro zájmové místo vybrat podle jeho umístění v dané územní oblasti RKR nejbližší páteřní stanici – vzdálenost by neměla přesahovat cca 100 km
- Tomuto místu přiřadit datové soubory *GLBh*, *DIFh* a *DIRh* pro jednotlivé měsíce/roky RKR – viz. Kapitola 6
- Dané páteřní stanici přiřadit měsíční hodnoty gradientu *gradGLB* z Tab. 9
- Hodnoty *GLBh* opravit pro jednotlivé měsíce v závislosti na rozdílu nadmořských výšek páteřní *H_p* a zájmové *H_z* stanice pomocí vztahu:

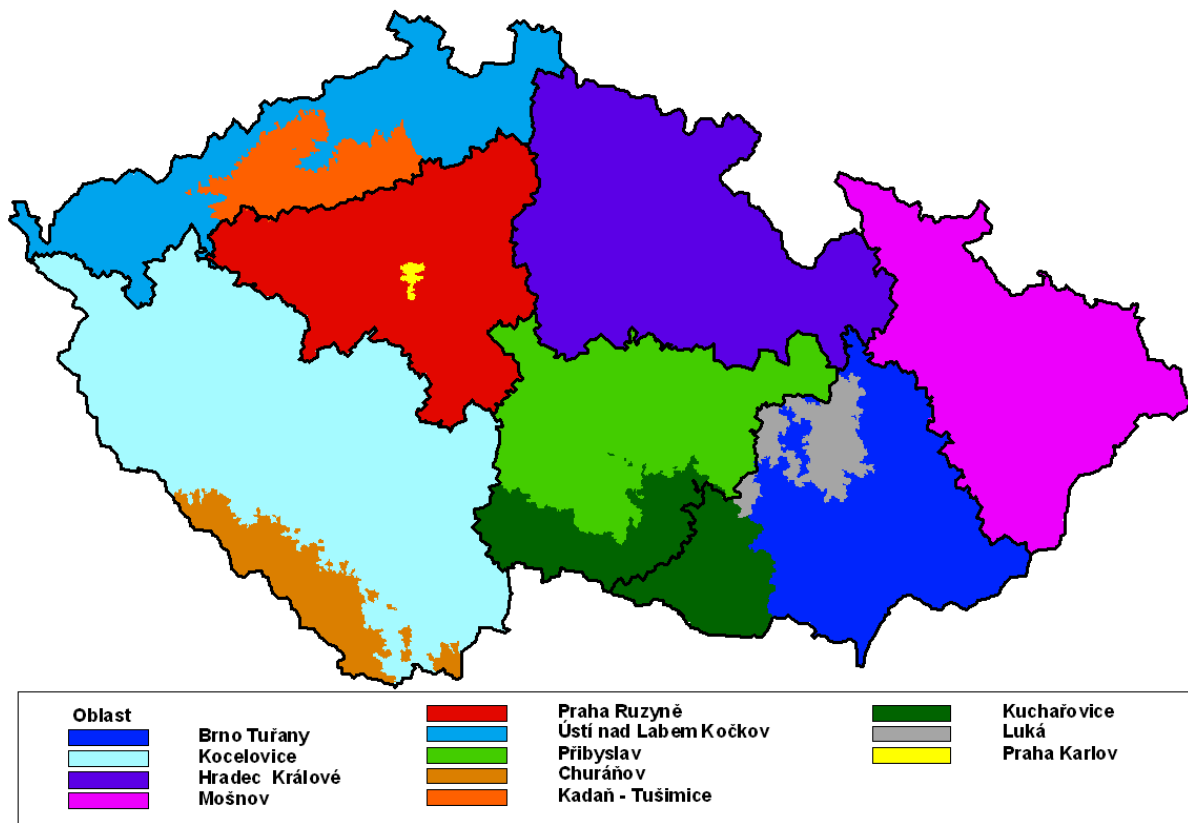
$$GLB_{hz} = GLB_h * (1 + 10^{-4} * gradGLB * (H_z - H_p)) \quad (6)$$

kde nadmořské výšky *H_p* a *H_z* jsou uvedené v m n.m. a hodnoty gradientu *gradGLB* v procentech.

1.3.2.5 Generování mimostaničních RKR

V souladu s anotací byla navržena metodika základního přizpůsobení sedmi páteřních RKR místním podmínkám s ohledem na nadmořskou výšku v rovném otevřeném terénu (tj. bez ohledu na utváření terénu).

Po dílčích testech byl pro potřebu generování lokálních RKR zvolen gradient měsíčních průměrů, což sice neumožňuje zachytit výškové změny v hodinových datech (ponechává denní chod všech dní RKR stejný jako na páteřních stanicích), ale umožňuje docílit dobrou shodu s dlouhodobými klimatickými průměry. Tyto měsíční koeficienty jsou přiřazeny jednotlivým oblastem páteřních stanic, ale ve speciálních případech (tepelný ostrov Prahy, šumavské pláně apod.) jsou tyto koeficienty korigovány v rámci katastrů a nadmořských výšek a s využitím dalších pěti doplňkových stanic. Doplňkové stanice se od páteřních liší tím, že pro výběr konkrétních rokoměsíců byly pro tyto stanice použity rokoměsíce z nadřazené páteřní stanice, tj. Kocelovice pro Churáňov, Ústí n. Labem pro Katusice (Kadaň Tušimice), Brno Tuřany pro Kuchařovice a stanice Luká a konečně Praha Ruzyně pro Prahu Karlov. Oblasti působnosti páteřních a doplňkových stanic jsou na obrázku obr. 7. Radiační charakteristiky jsou extrapolovány postupem navrženým Vaníčkem a Pokorným v kap. 1.3.2.4 (tab. 9). Při generování každého mimostaničního RKR se s využitím regresních koeficientů extrapolují základní charakteristiky (teplota, tlak páry, globální záření, přímé záření a rychlost větru). Ostatní vlhkostní charakteristiky (relativní a absolutní vlhkost a tlak páry), tlak vzduchu a difúzní záření se dopočítávají z extrapolovaných hodnot. Směr větru se neextrapoluje s ohledem na jeho značnou závislost na konkrétním utváření terénu. Stejně tak rychlost větru je v zásadě orientační údaj, jehož přesnost by však měla být postačující pro modely tepelné náročnosti budov. Nejsou řešeny změny teplotní a vlhkostní denní amplitudy s výškou. Korekce přímého slunečního záření byla zvolena shodně s korekcí globálního záření, a to arbitrážně, neboť měrné údaje o změnách difusního a přímého záření s výškou nejsou k dispozici.



Obr. 7: Oblasti působnosti páteřních stanic (ohraňeny černě) a doplňkových stanic.

1.3.3 Využívání a technické zabezpečení databáze RKR

Výsledkem projektu je elektronická národní příloha k normě ČSN EN ISO 15927—4. S ohledem na rozsáhlost dat je zpracována ve formě internetové aplikace, generující hodinová data RKR pro libovolný katastr a nadmořskou výšku ČR, bez uvažování sklonu terénu, zástavby a pokrytí terénu. Aplikace je ve zkušebním provozu dostupná na adrese <http://voda.chmi.cz/mpo> (přístupová hesla jsou k dispozici u zpracovatele autorizovaným uživatelům po dohodě se zadavatelem). Po zadání požadovaného místa (katastr a nadmořská výška) si uživatel může po internetu stáhnout výsledné soubory, tj. vysvětlivky a vlastní soubor hodinových dat. Soubory jsou v textovém tvaru ve dvou volitelných formátech:

- formát „CSV oddělený středníkem“ (výstup s příponou „.csv“), což mj. umožňuje přímé otevření v programu MS Excel;
- pevný formát (výstup s příponou „.txt“), tj. každá veličina má pevný počet sloupců.

Výsledná RKR obsahují hodinové údaje pro následující prvky: teplota vzduchu, tlak vodní páry, globální záření, rychlost větru jako klíčové pro stanovení skladby RKR, dále přímé sluneční záření (insolace) a difúzní záření na vodorovnou plochu, tlak vzduchu, rosný bod, absolutní vlhkost a relativní vlhkost vzduchu (celkem 10 meteorologických veličin). Každý soubor má jednořádkovou hlavičku, následovanou 365*24 resp. 366*24 řádky s hodinovými daty. Příklad prvních dvou řádků souboru a vysvětlivky proměnných obsahuje tab. 10.

Tab. 10: Veličiny a označení dat v souborech referenčního roku

den	den (1,...28, 30, 31)
mes	měsíc (1...12)
hod	Hodina (0... 23) začínající 1. ledna v 00 SEČ (+1 hod oproti světovému času UTC)
tep	Teplota vzduchu (°C)
rv	Relativní vlhkost vzduchu (%; 1..100)
nap	Tlak vodní páry (hPa)
td	Teplota rosného bodu (°C)
avl	Absolutní vlhkost vzduchu (kg/m ³)
glb	Globální sluneční záření (W/m ² , průměrná intenzita v předcházející hodině)
dif	Difúzní sluneční záření (W/m ² , průměrná intenzita v předcházející hodině)
insol	Přímé sluneční záření (W/m ²), BR = GR – DR
rychvetru	Rychlost větru (m/s),
smervetru	Směr větru ve stupních (0, 1,...,360, kde 0 je bezvětří, 90 je vítr vanoucí od východu, 360 od severu)
Tlakvzduchu	Tlak vzduchu (hPa), atmosférický tlak vzduchu měřený ve výšce stanice

1.4 Zpracování úkolu v mezinárodním kontextu a v kontextu dalších připravovaných norem ČSN

Připravované normy a jejich naplňování faktickým obsahem má za jeden z hlavních cílů sjednocení postupů a metod v rámci Evropské unie. Z toho důvodu zpracovatelé považovali za nezbytné seznámit se osobně v rámci časových a finančních možností s přístupy a výsledky v sousedních státech, neboť literárních podkladů je velmi málo a řada informací si vyžaduje osobní prodiskutování mezi řešiteli, nemluvě o tom, že řada podkladů má jen interní charakter prací jednotlivých ústavů nebo charakter osobních poznámek a zkušeností jednotlivých řešitelů. Pokud jde o dostupné literární informace z dostupných norem sousedních států, jsou informace v nich obsažené v řadě případů neúplné, pokud jde o popis zpracování klimatologických dat. V některých případech jsou uvedeny zase výsledky ve formě mapek a tabulek, ale bez podrobnějšího popisu toho, jakým způsobem byly získány. Totéž platí o zprávách ze zahraničních cest podniknutých dříve technicky zaměřenými pracovníky v oblasti výpočtů tepelné bilance budov, pokud jde o meteorologickou problematiku. Stručné výsledky provedených rešerší z dostupných literárních zdrojů uvádí příloha č. 3 k této zprávě.

Z toho důvodu byla vykonána zahraniční cesta do Maďarska, kde se problematikou tvorby RKR zabývají v Meteorologickém ústavu. Otázka referenčních klimatických roků byla v Maďarsku řešena za účelem stanovení energetické náročnosti budov a možností využití solárních panelů. Jednání bylo velmi podnětné, obdrželi jsme hlavní závěry a dokumenty popisující řešení dané problematiky v Maďarsku.

Hlavní charakteristiky stanovení referenčních klimatických roků v Maďarsku ve vztahu k jejich stanovení v Česku:

- 1) Byly použity tyto meteorologické parametry: teplota vzduchu, intenzita globálního záření, rozptýleného a přímého záření, relativní vlhkost vzduchu, trvání slunečního svitu. Pro stanovení skladby RKR z jednotlivých měsíců a let byly použity na rozdíl od stávajícího návrhu normy EU pouze teplota vzduchu a intenzita globálního záření.
- 2) Mimo výše zmíněných parametrů sada bodového RKR zahrnuje tyto parametry: intenzitu difúzního záření nejen na vodorovné ploše, ale i na 4 vertikálně orientovaných plochách kolmých k hlavním světovým stranám (sever, východ, jih, západ) a dále dlouhodobé zpětné záření atmosféry (pro zahrnutí infračervené výměny tepla mezi atmosférou a budovami, příp. slunečními panely).
- 3) Pro konstrukci referenčních klimatických roků bylo použité 15leté období (1971-1985).
- 4) Konstrukce referenčního klimatického roku byla provedena tak, že pro každý měsíc byly spočteny odchylky průměrné měsíční teploty od dlouhodobého průměru za období 1971-1985 a sestaveno pořadí těchto odchylek od nejmenší k největší. Stejným způsobem se postupovalo pro měsíční sumy globálního záření. Jako rok, který pro daný měsíc byl zahrnut do RKR byl zvolen ten rok, pro nějž součet obou pořadí byl nejmenší, v případě dvou stejných pořadí byla preferována teplota vzduchu. Pro vybrané roky a měsíce pak byly doplněny hodinové údaje pro oba základní prvky i pro výše uvedené odvozené prvky.
- 5) Místem, pro které se konstruoval referenční klimatický rok, byla Budapešť. Rajonizaci byla věnována minimální pozornost, pouze byly stanoveny rozdíly měsíčních průměrů teploty a sum globálního záření pro 3 další vybrané stanice (Keszthely, Sopron, Nyíregyháza).
- 6) Vedle osobního předání informací byly získány některé písemné studijní materiály ([3]). Přislíbeny byly i digitální materiály, které se ale dosud nepodařilo získat.

V rámci řešení projektu byly organizačně připraveny další dvě zahraniční cesty, a to do Rakouska a Německa. Finančně uhrazeny byly do 15. prosince 2009, ale z časových důvodů je nebylo možné realizovat v roce 2009 (pracovní a časové vytížení odborníků všech zúčastněných stran) a fyzicky byly realizovány v lednu a únoru 2010. Termíny obou cest spadají do období řešení úkolu stanoveného v rozhodnutí o poskytnutí dotace (realizace akce do 30. dubna 2010). V Rakousku se uskutečnila návštěva Centrálního ústavu pro meteorologii a geodynamiku ve Vídni, kde se problematice RKR věnovala v minulých letech skupina klimatologů. V Německu pak návštěva sídla Německé povětrnostní služby v Offenbachu. Zde v současné době vrcholí příprava výrazně inovovaného RKR. Jak se ukazuje, rovněž zahraniční partneři mají eminentní zájem o přístupy a zkušenosti, které řešitelé tohoto projektu získali s řešením v loňském roce i při řešení stávajícího projektu. Získané zkušenosti byly dle možnosti uplatněny ještě v závěru řešení stávajícího projektu.

1.5 Závěrečná doporučení

V rámci projektu MPO č. 122142 – 9801 byly dle dohody se zadavatelem úkolu také posouzeny možnosti využití výsledku projektu pro další normy založené na měsíčních datech. Z toho důvodu byl uveden i přehled norem zahraničních literárních podkladů z tohoto pohledu a posouzeny uvedené aspekty. Výsledky jsou uvedeny v příloze 4. Ukazuje se, že řešení stávajícího projektu MPO č. 122142 – 9801 neodpovídá požadavkům kladeným na normy využívající měsíční data a není možno výsledky tohoto projektu použít. Nicméně lze říct, že přístup slovenské strany k řešení tohoto problému se jeví dobrý a v zásadě použitelný, i když s jistými inovačními změnami.

Při generování každého mimostaničních RKR byla zvolena dosti podstatná omezení, vyplývající z dostupného observačního materiálu a ze současných znalostí časoprostorových změn (viz kap. 1.3). Upozorňujeme, že z principu konstrukce RKR předepsané evropskou normou, dochází na hranicích působnosti páteřních stanic k neodstranitelným diskontinuitám hodnot časových řad. Stejně tak by bylo do budoucna žádoucí zdokonalit řešení některých časoprostorových vztahů na základě bohatšího observačního materiálu, který v současné době není k dispozici. Životnost současných podkladů předpokládáme pět let.

Před širokým použitím výsledků úkolu v široké technické praxi doporučujeme zkušební provoz aplikace a testování jí produkovaných RKR vybranými institucemi, jako jsou např. vysokoškolská pracoviště. Úpravy vzhledu aplikace budou provedeny v rámci testování aplikace, včetně úprav algoritmů aplikace v rámci mantinelů tohoto úkolu. Pokud by vyvstala potřeba širších inovativních změn, bylo by nutné vypsát k tomuto účelu další projekt.

Před uvedením do širší praxe je třeba dořešit otázky zajišťování provozu zpracované internetové aplikace a podmínky dostupnosti RKR pro širokou veřejnost.

Reference

[1] Atlas podnebí Česka (2007). Praha, ČHMÚ. Olomouc, Univerzita Palackého. 264 s. ISBN:978-80-86690-26-1 (ČHMÚ), 978-80-244-1625-7 (UP).

[2] Coufal, L., – Langová, P. – Míková, T., 1992. Meteorologická data na území ČR za období 1961-90. Národní klimatický program ČSFR sv. 8. Praha: ČHMÚ. 160 s. ISBN 80-901262-5-1.

[3] György, M., 1992. Tipikus Meteorológiai Év Szerkesztése. Az Országos meteorológiai szolgálat kisebb kiadványai 68.szám. Budapešť, Maďarsko.

[4] KVĚTOŇ, V. A KOL., 2009: Databáze meteorologických dat prezentujících klimatické podmínky na celém území ČR. Závěrečná zpráva o plnění Investiční dotace MPO č. 122142 – 8903. ČHMÚ, Praha.

[5] Květoň, V., Valeriánová, A., Žák, M. (2009): Referenční klimatické roky v Česku, Meteorologické zprávy 3, 65-72.

[6] WMO: Meteorological Aspects of the Utilization of Solar Radiation as an Energy Source. World Meteorological Organization, Technical Note No. 172, Geneva, 1981

[7] Vaniček K. a Pokorný J.: Stanovení datových souborů globálního, rozptýleného a přímého slunečního záření pro Referenční Klimatické Roky na vybraných stanicích ČHMÚ – Metodika řešení a způsob použití výsledků. In: KVĚTOŇ, V. A KOL., 2009: Databáze meteorologických dat prezentujících klimatické podmínky na celém území ČR. Závěrečná zpráva o plnění Investiční dotace MPO č. 122142 – 8903. ČHMÚ, Praha.

Příloha 1: Operativní evidence čerpání a užití finančních prostředků (samostatně)

Příloha 2: Tiskopisy S05 110, 120, 140, 14x, 150, 160. (samostatně)

Příloha 3: Stručné výsledky provedených rešerší RKR z dostupných literárních zdrojů

Příloha 4: Výsledky rešerší z norem zaměřených na měsíční klimatická data

Technická zpráva projektu MPO č. 122142 – 9801, příloha 3

Slovensko

V letech 1992-5 byly na Slovensku pro potřebu stavební fyziky budov a navrhování zařízení techniky prostředí budov vytvořeny testovací referenční roky ve formátu referenčních roků (RR) podle modifikované dánské metodiky pro formát TRY a to pro 5 klimatických oblastí [1]. Na základě výběru meteorologických stanic byly pro jednotlivé klimaticky odlišné oblasti Slovenska vytvořeny referenční roky [2] sestavené z hodinových naměřených dat pro vybrané meteorologické stanice Bratislava-Koliba, Hurbanovo, Sliač, Štrbské Pleso, Trebišov-Milhostov.

Referenční rok získaný z údajů meteorologické stanice Bratislava-Koliba je použitelný pro svahové oblasti s nižšími nadmořskými výškami převážně jen v jižní polovině západního Slovenska. Pro Hurbanovo jsou vhodné nížiny téměř celého západního Slovenska. Referenční rok pro Štrbské Pleso je použitelný pro svahové polohy horských oblastí Slovenska s přibližně stejnou nadmořskou výškou a expozicí. Referenční roky z meteorologické stanice Sliač a Trebišov umožňují jejich použití pro kotliny středního, ale částečně i severního a východního Slovenska, resp. pro nížiny východního Slovenska.

Počet roků a délka období pro jednotlivé stanice byla determinována dostupností a homogenitou potřebných klimatických prvků. Vytvořený RR pro Slovensko obsahuje hodinové hodnoty následujících klimatických parametrů:

- teplotu vnějšího vzduchu ($^{\circ}\text{C}$)
- relativní vlhkost vnějšího vzduchu (%)
- globální sluneční záření na horizontální rovinu ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$),
- difúzní sluneční záření na horizontální rovinu ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$),
- normálové přímé sluneční záření ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$),
- rychlost větru ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$),
- směr větru ($^{\circ}$).

V rámci řešení úlohy [3] byla provedena rajonizace území Slovenska vzhledem k průběhu teploty vzduchu s nadmořskou výškou. Dále byly stanoveny denostupně pro výpočet tepelných ztrát budov v zimním období navazující na nové teplotní rozdělení SR. Bylo provedeno územní a časové rozdělení slunečního záření na horizontální plochu a na různě orientované plochy. Pro vyčleněné oblasti byla provedena analýza měsíčních hodnot slunečního záření. Byla provedena rajonizace území Slovenska vzhledem k režimu rychlosti větru a zpracovány další klimatické charakteristiky.

Rakousko

Klimatická hodinová data v Rakousku byla vytvořena pro národní přílohu normy OENORM EN ISO 15927-4, Testovací referenční rok TRY 1.0 [1]. Klimatická databáze hodinových dat k uvedené normě byla vytvořena na oddělení klimatologie ve Státním ústavu pro meteorologii a geodynamiku ZAMG.

Hodinová data ve tvaru referenčního roku TRY 1.0 byla vytvořena pro výpočet spotřeby energie v budovách, navrhování a hodnocení vytápění a vzduchotechnických systémů a hodnocení vnitřního prostředí budov. Hodinová data z testovacích referenčních roků se využívají v Rakousku zejména jako vstupní klimatická data pro počítačovou simulaci energetického a tepelně-vlhkostního chování v budovách, optimalizaci zařízení techniky prostředí budov, navrhování solárních systémů apod. Od roku 2001 je v Rakousku k dispozici norma [4] OENORM EN ISO 15927-4 (Teplotní a tepelně-technické chování budov – Výpočet a znázornění klimatických dat – Část 4: Data k odhadnutí roční spotřeby energie pro vytápění a chlazení) s klimatickými hodinovými daty ve formátu TRY (TMY 2s).

Pro vytvoření referenčního testovacího roku a klimatické databáze hodinových dat pro vybrané meteorologické stanice v Rakousku byla aplikována statistická metoda podle Finkelstein-Schafera. Data referenčního testovacího roku pro Rakousko obsahují hodinové hodnoty teploty vzduchu, relativní vlhkosti, přímého a difúzního záření na horizontální plochu, délku slunečního záření, směr a rychlost větru a další klimatické údaje o chodu počasí v průběhu celého roku.

Referenční rok byl vytvořen pro 11 meteorologických stanic v Rakousku: Wien (City a Hohe Warte), St. Polten, Linz, Salzburg, Innsbruck, Bregenz, Lienz, Klagenfurt, Graz a Grossenzeosdorf. Referenční roky v Rakousku byly vytvořeny pro většinu stanic pro období 1991-2006. Pro stanici Wien – Hohe Warte byl výběr typických měsíců a referenčního roku proveden pro období 1984 až 2003.

Pro klimatickou databázi hodinových dat a referenčních roků nebyla v Rakousku provedena rajonizace území. Při potřebě nového referenčního roku pro další meteorologické stanice v Rakousku je zajištěno jeho vytvoření s pomocí připraveného počítačového programu v ZAMGu ve Vídni.

Polsko

V současnosti jsou k dispozici hodinová data pro zkrácený referenční rok SRY pro Varšavu, vytvořeného v roce 2002. Testovací rok SRY (STSG) byl zpracován na pracovišti Instytut Podstawowych Problemow Techniki. Vytvořený testovací referenční rok STSG pro Varšavu lze uplatnit ve II. klimatické oblasti (dle rajonizace uvedené v [5]).

Klimatická data ve formátu typického referenčního roku DRY byla statisticky zpracována ve formátu TMY2s pro klimatické podmínky Varšavy na universitě Warsaw University of Technology. Metodika a návod k použití klimatických dat je uveden v publikaci Politechniki Łódzkiej [6]. Hodinová data z tohoto referenčního roku jsou využívána pro výpočty roční energetické spotřeby pro vytápění a chlazení v praxi a pro dynamické modelování energetických a tepelně-vlhkostních procesů v budovách včetně navrhování a optimalizace zařízení techniky prostředí v rámci výzkumných projektů.

V rámci polské normy [5] určené pro výpočet spotřeby tepla na vytápění budov jsou pro výpočet uvedeny klimatické údaje pro 59 meteorologických stanic na území Polska. Tyto údaje zahrnují roční a měsíční střední hodnoty teplot, průměrnou roční amplitudu teploty a průměr ročních absolutních minim teploty vzduchu a taky počet topných dní pro daný měsíc a stanici. Dále jsou uvedeny měsíční sumy globálního slunečního záření a to pro různě orientované (8 směrů) a skloněné (0°, 30°, 45°, 60° a 90°) roviny pro 17 meteorologických stanic, na kterých je prováděno radiační měření. Pro každou z 59 stanic je uvedenou přiřazení ke stanici měřící radiaci.

Klimatická rajonizace území Polska je uvedena v normě [6]. Celé území Polska je rozděleno do 5 klimatických oblastí, pro které jsou tabelárně uvedeny hodnoty průměrné roční teploty a průměrného absolutního ročního minima. Pro dané místo je třeba najít nejbližší meteorologickou stanici a podle údajů jí příslušných se určí údaje pro dané místo. Norma neobsahuje regresní vztahy pro výpočet teplot ani záření pro území Polska.

Německo

Pro celé území Německa byly vytvořeny nové testovací referenční roky (TRY – TMY2s) pro střední a extrémní povětrnostní podmínky [8]. Tyto referenční roky vytvořené podle [9], využívají statistickou metodiku Finkelstein-Schafera a nahradily původní klimatickou databázi hodinových dat referenčních roků z roku 1985, vytvořenou původně pouze pro západní část Německa. U nových testovacích referenčních roků se jedná o data vybraných klimatických prvků statisticky vyhodnocených z naměřených hodinových dat na jednotlivých meteorologických stanicích vybraných pro jednotlivé klimatické regiony Německa. Testovací referenční roky odpovídají charakteristickému průběhu povětrnostních situací během celého roku pro jednotlivé vybrané klimatické oblasti a 30leté období.

Před sjednocením Německa v roce 1990 byly k dispozici referenční roky pouze pro území bývalé NSR. Po roce 1990 byl v rámci dohody mezi DWD a Institutem pro Meteorologii na Univerzitě v Berlíně urychleně zahájen společný projekt a vytvořeny nové referenční roky ve formátu TRY.

Úmyslně bylo upuštěno od rozšíření původního formátu referenčního roku TRY na nové spolkové země. Místo toho byla vytvořena kompletní nová hodinová klimatická data v souladu s nejnovějšími poznatky. Výběr jednotlivých úseků povětrnostních situací byl proveden podle klasifikace povětrnostních situací daných podle Světové meteorologické organizace (WMO) pro aktuální periodu 1961-1990. Významnou novinkou je uvedení nových hodnot a dat pro záření v nových TRY.

V původních TRY nebyla k dispozici data pro hodnoty přímého slunečního záření, difúzního slunečního záření, tepelného vyzařování země a zpětného záření atmosféry. Tyto hodnoty se dopočítávaly empirickými vzorci. Mezitím byla měřící síť DWD pro hodnoty záření rozšířena na 42 stanic, takže pro nové TRY již byly k dispozici data slunečního záření ze stanic reprezentujících danou klimatickou oblast nebo jim blízkých meteorologických stanic. Pro chybějící data slunečního a tepelného záření lze již použít vhodnější metody dopočtu, než tomu bylo u původních TRY. Tím se podařilo data o záření v nových TRY výrazně zkvalitnit.

Oproti původním referenčním rokům z roku 1985 byly vynechány tyto prvky (z důvodu minimálního významu pro vytápění, větrání a klimatizaci): hodinové úhrny srážek, intenzita osvětlení a desetiminutový průměr vektoru větru a naopak byla přidán parametr měrná vlhkost vzduchu.

Testovací referenční roky jsou založené na rozdílných reálných povětrnostních situacích, které jsou pro všechny referenční roky a pro jednotlivé regiony totožné. Povětrnostní situace byly vybrány tak, aby roční průměrné hodnoty jednotlivých veličin (zvláště teploty a vlhkosti vzduchu) co nejvíce souhlasily s třicetiletým průměrem na jednotlivých referenčních měřicích stanicích. Aproximací a interpolací byla data z různých povětrnostních situací vzájemně kombinována. Celé území Německa bylo rozděleno na 15 regionů, to znamená, že existuje 15 datových sad s těmito testovacími referenčními roky s daty korespondujícími se středními hodnotami ročních období. Vychází se přitom z klimatických dat naměřených na zhruba 600 stanicích v celém Německu.

Protože v první polovině 90. let bylo několik velmi horkých lét a v období 1995/96 byla velmi chladná zima, hodnocená období pro výběr extrémní zimy a léta byla oproti běžné periodě 1961-1990 prodloužena na delší období - až do zimního období 1995/96. Při výběru měsíců a při sestavení typického referenčního roku bylo upuštěno od statistického výběru nejteplejšího léta a nejchladnější zimy v této periodě. Dále jsou klimatická data typického referenčního roku pro každou z 15 reprezentativních stanic pokud možno sestavena z měsíců meteorologické zimy a meteorologického léta stejného roku se všemi reálně se vyskytujícími povětrnostními situacemi. Ve skutečnosti není konečné pořadí vybraných měsíců a roků pro letní a zimní období pro sestavení typického referenčního roku na všech stanicích stejné.

Tato celoroční hodinová data odpovídající typickému průběhu počasí celého roku v jednotlivých klimatických oblastech a byla navržena hlavně pro potřeby vytápění, větrání a klimatizace. Právě pro tyto obory poskytují testovací referenční roky klimatické okrajové podmínky pro simulaci, stejně jako pro výpočet teplotního a energetického chování budov. V těchto oblastech se referenční roky v posledních 15 letech osvědčily. Tato data lze použít i pro simulaci v oblasti dalších technických oborů včetně technologií a zařízení pro využívání obnovitelných zdrojů energie, které podobně závisí na meteorologických datech, např. solární zařízení.

Při použití referenčních roků TRY je zapotřebí brát v úvahu jednotlivé klimatické prvky v rámci oblastí, které se vyznačují velkými výškovými rozdíly a zohlednit je korekčními koeficienty závislými na konkrétní nadmořské výšce. Jedná se o teplotu a měrnou vlhkost vzduchu. Ostatní prvky jako třeba soubor hodnot záření se na území Německa nekorigují přesto, že na ně může mít velký vliv typ terénu (údolí nebo hřebeny hor a jejich orientace). Protože rychlost a směr větru výrazně závisí na tvaru a drsnosti povrchu terénu a jeho průběhu v okolí, je přenositelnost těchto dat silně omezena. Mimoto je rychlost větru významně závislá i na nadmořské výšce. Proto není možné použít všeobecně platný korekční vztah pro TRY data. Data pro stanovení rychlosti větru je v jednotlivých případech možné získat modelovými výpočty a měřeními v terénu.

Z průběhu posledního roku z jednání mezi meteorology DWD a z požadavků uživatelů klimatických hodinových dat referenčních roků v Německu vyplývá, že referenční roky TRY vytvořené podle statistické metodiky normy [9] pro území Německa budou znovu doplněny a aktualizovány.

Literatura:

- [1] Šebestová, V.: Zásady tvorby referenčního roku (RR). Referenční rok pro 5 reprezentativních lokalit SR. Sborník z konference Budovy a prostredie 2007, str. 120-125. Vydavateľ STU Bratislava, ISBN 978-80-227-2759-4.
- [2] Bielek, M., Šebestová, V., Janák, M.: Model vonkajšej klímy – referenční rok pre I teplotní oblast SR. Grantová úloha MŠMŠ SR č. 04/34, STU Bratislava, 1993
- [3] Sternová, Z., Šťastný, P., a kol.: Úloha výskumu a vývoja štátného programu S00065–PPŠP–2/2003: Vplyv stavebných materiálov a konštrukcií na kvalitu života, Etapa 05.04, Modelovanie klimatických podmienok v ročnom cykle, RV 05-04-02 Závěrečná zpráva, MVRR SR, Bratislava 2005.
- [4] OENORM EN ISO 15927-4 (Teplotní a tepelně-technické chování budov – Výpočet a znázornění klimatických dat – Část 4: Data k odhadnutí roční spotřeby energie pro vytápění a chlazení), Testovací referenční rok TRY 1.0, 2007.
- [5] PN-B-02025 Obliczanie sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynków mieszkalnych i zamieszkania zbiorowego, 2001.
- [6] Gawin, D., Kossecka, E.: Komputerowa Fyzika Budowli, Typowy rok meteorologiczny do symulacji procesów wymiany ciepła i masy w budynkach, Drukarnica Wydawnictw Naukowych S.A., ISBN 83-88499-03-3, Łódź 2002
- [7] Norma PN-EN 12831, 2006.
- [8] Webs, M., Deutschländer, T., Christoffer, J.: Testovací referenční roky pro území Německa pro střední a extrémní povětrnostní podmínky, www.dwd.de/TRY.
- [9] Norma DIN EN ISO 15927-4, říjen 2005.

Technická zpráva projektu MPO č. 122142 – 9801, příloha 4 Slovensko

Pro zpracování měsíčních výpočtových teplot byly zahrnuty časové řady průměrné denní, maximální a minimální teploty vzduchu za období 1961-2000. Na základě těchto spočtených teplot bylo území Slovenska rozděleno do 3 klimatických oblastí vzhledem k průběhu teploty vzduchu s nadmořskou výškou., přičemž hranice jednotlivých oblastí jsou odlišné pro jednotlivé měsíce roku. Bohužel, nejsou uvedeny kritéria rajonizace, jen mapy. Pro jednotlivé měsíce a oblasti byly stanoveny regresní vztahy v závislosti na teplotě venkovního vzduchu a na nadmořské výšce. Tyto vztahy jsou uvedeny v tabulkách v normě [1].

Požadovaná průměrná měsíční venkovní teplota se pak pro konkrétní obec určí podle příslušnosti obce k teplotní oblasti (podle 12 map) pro každý měsíc roku a dále podle regresních vztahů (pro korekci na nadmořskou výšku) uvedených v tabulkách. V normě dále uvedené regresní vztahy pro minimální a maximální měsíční venkovní teplotu mají informativní charakter a nejsou potřebné pro výpočet.

Dále byly stanoveny denostupně pro výpočet tepelných ztrát budov v zimním období navazující na toto teplotní rozdělení SR. Opět jsou v normě uvedeny i regresní vztahy pro stanovení počtu denostupňů pro období měsíců I-XII a jiné regresní vztahy pro období IX – V. Pro mapové zpracování počtu topných dnů a denostupňů bylo vzato kritérium hodnoty sum denostupňů náležejících stejné nadmořské výšce. Zvláštní režim mají všechny polohy vyvýšené alespoň 50m nad okolním terénem. Území Slovenska pak bylo rozděleno na 4 oblasti podle podobnosti charakteristik vytápěcích dnů. Bohužel, opět nejsou uvedeny kritéria rajonizace, jen mapy.

Dále je provedeno územní a časové rozdělení slunečního záření na horizontální plochu a na různě orientované plochy. Pro vyčleněné oblasti byla provedena analýza měsíčních hodnot slunečního záření. Územní a časové rozdělení slunečního záření bylo provedeno pro průměrné měsíční a roční sumy globálního záření. Na horizontální plochu byly vypočítány sumy globálního a difúzního záření pro reálné hodnoty oblačnosti a zakalení atmosféry v období 1951-1980 pro 80 stanic na Slovensku. Pak byly stanoveny 3 rozdílné oblasti podle relativních hodnot globálního slunečního záření G_s/G (globální záření na skloněnou a vodorovnou plochu). Tyto oblasti lze charakterizovat jako:

- nižší polohy se zvýšeným zakalením horizontu, ale s vyššími úhrny energie slunečního záření v měsících teplého půlroku;
- nižší a střední polohy v kotlinách s větší oblačností v teplém půlroce, ale s málo zakaleným horizontem;
- vyšší a vrcholové polohy s málo zakaleným horizontem.

Norma [1] obsahuje tabelované průměrné roční sumy globálního záření dopadající na horizontální plochu pro vybrané klimatologické stanice a průměrné koeficienty globálního záření pro 3 úhly sklonu a 8 světových stran. Dle poskytnutých údajů a uvedeného postupu je možné vypočítat pro různé lokality území Slovenska příkon slunečního záření dopadajícího na horizontální plochu a interpolací stanovit příkon slunečního globálního záření pro libovolně nakloněnou a orientovanou rovinu. Postup pro určení energie slunečního záření je tento:

- 1) Zařazení do jedné z 3 oblastí dle mapy
- 2) Podle nejbližší meteorologické stanice (uvedené v tabulce) patřící do dané oblasti se určí hodnota měsíční sumy globálního záření na horizontální ploše.

- 3) Při větším rozdílu nadmořské výšky lokality a stanice než 100 m se uplatní vertikální gradient poklesu globálního záření na vodorovné ploše v teplém půlroce v procentech (dle tabulky)
- 4) Podle oblasti se určí koeficient poměru slunečního záření na skloněné ploše a globálního záření na vodorovné ploše dle tabulky
- 5) Určí se měsíční sumy energie slunečního záření pro danou orientaci na základě skloněné plochy 30°, 60° a 90° jako součin koeficientu dle tabulky a sumy globálního záření na horizontální ploše
- 6) Lineární interpolací se určí sluneční záření na skloněné ploše pro požadovaný sklon a orientaci
- 7) Vypočtená energie se převede na J/m².

Konečně pro výpočet měrné tepelné ztráty větráním se určí referenční rychlost větru na místě stavby ve výšce 10 m a 50m. Opět provedena rajonizace území SR a rozdělení do 3 oblastí podle rychlosti větru. Dále uvedeny regresní vztahy pro průměrnou rychlost větru ve výšce 50m nad terénem. Pro stanovení rychlosti větru ve výšce 10m je v normě uveden korekční faktor na přepočtení rychlosti větru z hladiny 50 m nad terénem vzhledem k drsnosti povrchu. Dále jsou v normě uvedeny koeficienty v % pro roční chod rychlosti větru.

Rakousko

V návrhu normy [2] se uvažuje vliv vnějších klimatických podmínek s využitím měsíčních dat takto:

- a) Podle průměrné měsíční teploty vzduchu je území Rakouska rozděleno na 7 oblastí s odpovídajícím průměrným vertikálním teplotním gradientem. Pro každý měsíc a různá výšková pásma jsou v dané oblasti stanoveny regresní koeficienty (lineární regrese) pro výpočet teploty vzduchu, takto lze pro libovolný bod určit průměrnou měsíční teplotu vzduchu.
- b) Relativní vlhkost je pro všechna místa stanovena na 80 procent vyjma května, června, července a srpna, kdy je stanovena na 75 procent.
- c) Pro určení možnosti tvorby vodních kondenzátů v oblasti se zhoršenou izolací tepla jako jsou okna a jejich rámy, jsou pro jednotlivé stanice stanoveny a v tabulce v normě uvedeny průměry roční absolutních minim teploty vzduchu (za období 1961-1990).

Dále je předepsán vztah pro určení fiktivní půdní teploty pro vnější zdi, které jsou umístěny víc než 1,5 m pod úrovní terénu.

Polsko

V rámci polské normy [3] určené pro výpočet spotřeby tepla na vytápění budov jsou pro výpočet uvedeny klimatické údaje pro 59 meteorologických stanic na území Polska. Tyto údaje zahrnují roční a měsíční střední hodnoty teplot, průměrnou roční amplitudu teploty a průměr ročních absolutních minim teploty vzduchu a taky počet topných dní pro daný měsíc a stanici. Dále jsou uvedeny měsíční sumy globálního slunečního záření a to pro různě orientované (8 směrů) a skloněné (0°, 30°, 45°, 60° a 90°) roviny pro 17 meteorologických stanic, na kterých je prováděno radiační měření. Pro každou z 59 stanic je uvedena přiřazení ke stanici měřící radiaci.

Klimatická rajonizace území Polska je uvedena v normě [4]. Celé území Polska je rozděleno do 5 klimatických oblastí, pro které jsou tabelárně uvedeny hodnoty průměrné roční teploty a průměrného absolutního ročního minima. Pro dané místo je třeba najít nejbližší meteorologickou stanici a podle údajů jí příslušných se určí údaje pro dané místo. Norma [4] neobsahuje regresní vztahy pro výpočet teplot ani záření pro území Polska.

Literatura:

- [1] STN EN ISO 13790/NA Teplotechnické vlastnosti budov. Výpočet potřeby energie na vykurovanie. Národná príloha (73 0703), 2006.
- [2] ÖNORM B 8110-2 Wärmeschutz im Hochbau-Wasserdampfdiffusion und Kondensationsschutz, 2002.
- [3] PN-B-02025 Obliczanie sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynków mieszkalnych i zamieszkania zbiorowego, 2001.
- [4] PN-EN 12831:2006.