

# ENERGETICKÁ KONCEPCE STATUTÁRNÍHO MĚSTA BRNA

---

Hodnocení využitelnosti obnovitelných  
zdrojů energie

---

Část 3



červenec 2004

---

**Sdružení firem TENZA, a.s. a KEA, s.r.o.**  
Svatopetrská 7 • 617 00 Brno • Tel.: 545 214 613 • Fax: 545 214 614  
e-mail: [tenza@tenza.cz](mailto:tenza@tenza.cz) • [www.tenza.cz](http://www.tenza.cz)

## OBSAH – ČÁST 3

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. DOSTUPNOST A PRAKTICKÁ VYUŽITELNOST OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ .....</b>                             | <b>4</b>  |
| 1.1. OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE (OZE).....   | 5         |
| 1.1.1. Podíl jednotlivých kategorií OZE na pokrytí spotřeby.....                                     | 5         |
| 1.1.2. Rámec energetické politiky EU ve vztahu k OZE.....  | 6         |
| 1.1.3. Legislativní nástroje ČR.....   | 9         |
| 1.2. GEOTERMÁLNÍ ENERGIE .....   | 12        |
| 1.2.1. Geotermální energie v ČR.....   | 13        |
| 1.2.2. Potenciál geotermální energie na území města Brna.....  | 15        |
| 1.3. VĚTRNÁ ENERGIE .....  | 19        |
| 1.3.1. Současný stav využívání větrné energie na území ČR.....                                       | 20        |
| 1.3.2. Potenciál větrné energie na území města Brna.....   | 22        |
| 1.4. ENERGIE VODY - MVE.....   | 24        |
| 1.4.1. Hydroenergetický potenciál v ČR a jeho možnosti .....   | 24        |
| 1.4.2. Vodní toky – jejich hydroenergetický potenciál .....  | 26        |
| 1.4.3. Současné využití hydroenergetického potenciálu na povodí Moravy a v Jihomoravském kraji ..... | 26        |
| 1.4.4. Hydroenergetický potenciál významnějších toků na území města Brna .....                       | 28        |
| 1.5. SOLÁRNÍ ENERGIE .....   | 30        |
| 1.5.1. Specifické vlastnosti solární energie.....  | 31        |
| 1.5.2. Možnosti využití solární energie na území města Brna.....                                     | 33        |
| 1.5.3. Odhad potenciálu solární energie na území města Brna .....                                    | 38        |
| 1.5.4. Využití solární energie u objektů s vyšší spotřebou TUV.....                                  | 38        |
| 1.6. BIOMASA.....  | 46        |
| 1.6.1. Zbytková biomasa.....   | 47        |
| 1.6.2. Cíleně produkovaná biomasa.....   | 58        |
| <b>2. KVANTIFIKACE OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ.....</b>   | <b>59</b> |
| 1.7. DATABÁZE NETRADIČNÍCH A OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ NA ÚZEMÍ A JEJICH KVANTIFIKACE .....               | 60        |
| 1.7.1. Malé vodní elektrárny – MVE .....   | 60        |
| 1.7.2. Větrné elektrárny.....  | 60        |
| 1.7.3. Kotelny na biomasu (dřevní odpad) .....   | 61        |
| 1.8. PROJEKTY REALIZOVANÉ NA ÚZEMÍ MĚSTA BRNA PODPOŘENÉ Z PROSTŘEDKŮ SFŽP ..                         | 62        |
| <b>3. ODHAD PODÍLU V BUDOUCÍM OBDOBÍ.....</b>  | <b>63</b> |
| 4. SEZNAM TABULEK.....   | 65        |
| 5. POUŽITÉ ZKRATKY A OZNAČENÍ .....  | 66        |

## **SUBJEKTY SPOLUPRACUJÍCÍ NA 3. ČÁSTI EK**

### **Analýza hydropotenciálů na území Jihomoravského kraje**

#### **Program využití energie vody v JmK**

(Libor Šamánek, poradenství pro MVE, Brno )

### **Velkoplošné instalace fototermických kolektorů pro velké odběratele**

(Ing. Ludvík Trnka – ZO ČSOP Veronica )

(RNDr. Yvonna Gaillyová, CSc. - ZO ČSOP Veronica )

### **Klimatologická data, větrné růžice**

(Ing. Miroslav Hradil - ČHMU Brno)

### **Metodika pro určení využitelného energetického potenciálu dendromasy**

(Prof. Ing. Vladimír Simanov, CSc. – MZLU v Brně)

### **Model pro stanovení biopotenciálu ze zemědělské prvovýroby**

(Ing. Jiří Holas, CSc. - A.C.V. Praha)

# **1. DOSTUPNOST A PRAKTICKÁ VYUŽITELNOST OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ**

## 1.1. Obnovitelné zdroje energie (OZE)

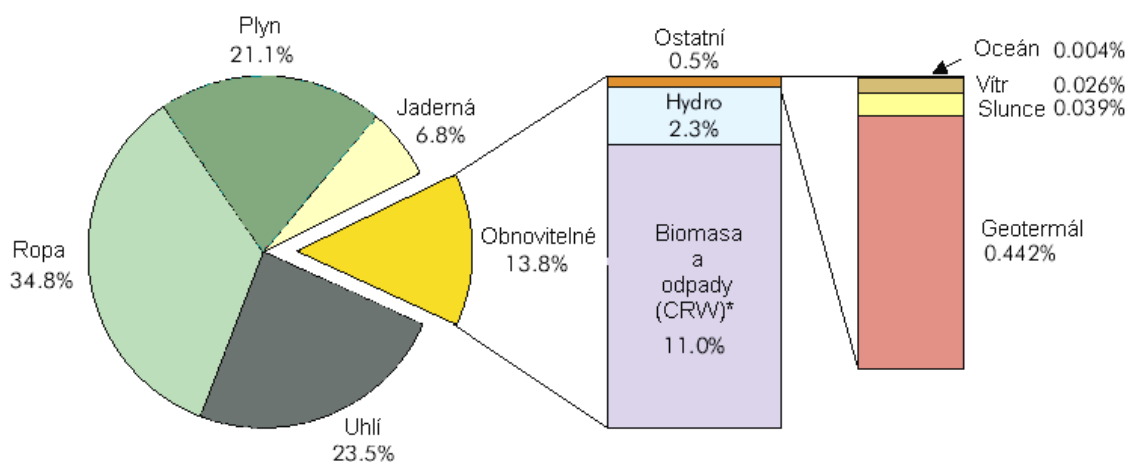
### 1.1.1. Podíl jednotlivých kategorií OZE na pokrytí spotřeby

Scénáře, které se zabývají dobou vyčerpání primárních zdrojů energií jako jsou tuhá paliva, ropa a zemní plyn, se ve svých závěrech dosti značně odlišují a jejich výsledky jsou závislé na momentální dostupnosti těchto paliv a především jejich spotřebě ve světě. Ta se velmi obtížně odhaduje pro delší časová období vzhledem k tomu, že je ovlivňována celou řadou faktorů.

Je proto v horizontu zpracování této koncepce objektivnější zabývat se vývojem produkce energií z jednotlivých zdrojů a tomu odpovídající spotřebě těchto energií. Nicméně je třeba zdůraznit, že primární zdroje jsou vyčerpitelné a je třeba s ohledem na neustálý nárůst celkové spotřeby energie věnovat prvořadou pozornost efektivnímu využití klasických zdrojů a orientaci na větší využití zdrojů obnovitelné energie. Pro srovnání použijeme výsledky prezentované na celosvětové konferenci v Johannesburgu v roce 2002.

Následující obrázek znázorňuje přehled světové spotřeby energií a podíl jednotlivých zdrojů na krytí této spotřeby v roce 2000. Je na něm celkem zřetelně vidět jakou částí se jednotlivé zdroje patřící do kategorie obnovitelných podílejí na zabezpečení této spotřeby.

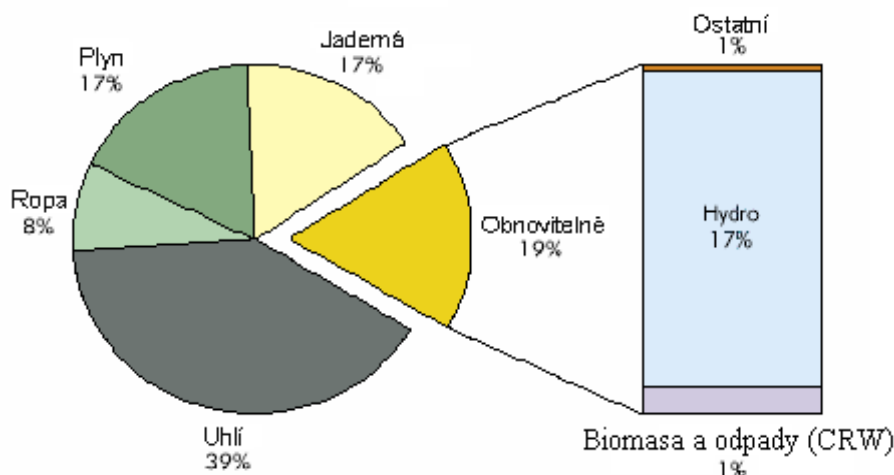
V obdobných scénářích je třeba vnímat i otázku obnovitelných zdrojů v horizontu 20 let v ČR a následně i v městě Brně.



Graf č. 1. Struktura primárních zdrojů a podíl jednotlivých kategorií na krytí celosvětové spotřeby

\* Zkratka CRW (Combustible Renewables and Waste) zahrnuje v podstatě energii biomasy která vždy reprezentuje spalitelné látky využívané buď přímo nebo po konverzi jako palivo a spalitelný komunální a průmyslový odpad

Ve výrobě elektřiny jsou obnovitelné zdroje druhou největší využívanou skupinou a to hned po uhlí. Struktura jednotlivých kategorií však ukazuje, že zatímco v celkovém objemu se na krytí spotřeby podílí největší měrou biomasa a odpady, ve výrobě elektřiny představuje dominantní postavení potenciál vody.



Graf č. 2. Podíl primárních zdrojů na výrobě elektřiny

### 1.1.2. Rámec energetické politiky EU ve vztahu k OZE

Základní směry energetické politiky EU jsou v současné době vyjádřeny v dokumentu nazvaném **Green Paper – Towards a European strategy for the security of energy supply**. Dokument publikovaný Komisí evropských společenství v listopadu 2000 se z různých pohledů zabývá problematikou energetické bezpečnosti 15 členských států EU.

V něm se mimo jiné uvádí, že dlouhodobá strategie EU v oblasti energetiky musí být zaměřena na bezpečné zajištění energie, a to:

- za ceny, které jsou přijatelné pro všechny spotřebitele
- při respektování ochrany životního prostředí
- s ohledem na uplatňování principu trvale udržitelného rozvoje

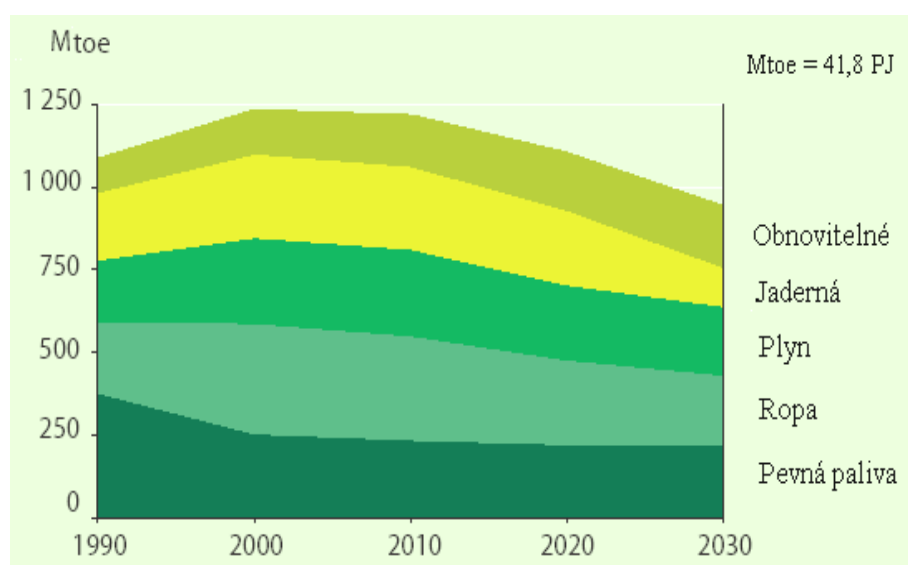
S ohledem na tyto principy se v Souhrnu dokumentu definují následující úkoly:

- a) EU musí přehodnotit své přístupy k zajišťování dodávek energie (marginální možnosti zajištění růstu dodávek jsou omezené)
- b) je nutné ve vztahu na spotřebu docílit změny „chování“ spotřebitele. V tomto smyslu je třeba připomenout taková opatření v oblasti daní, aby bylo docíleno, s ohledem na nutnost vyšší ochrany životního prostředí, lepšího využívání energie.
- c) prioritou při zajišťování dodávek energie musí být boj proti globálnímu oteplování
- d) využívání potenciálu obnovitelných zdrojů energie (včetně biopaliv), je klíčem ke změnám
- e) pouze finanční nástroje (např. finanční podpora, daňové úlevy) mohou vytvořit podmínky pro splnění ambiciózních cílů vyplývajících z bodů „a“ až „d“
- f) z hlediska podpory využití potenciálu obnovitelných zdrojů energie je nutné zjistit možnosti jejich finanční podpory ze strany výrobců energie využívajících klasické primární zdroje energie (ropa, plyn, jaderná energetika)

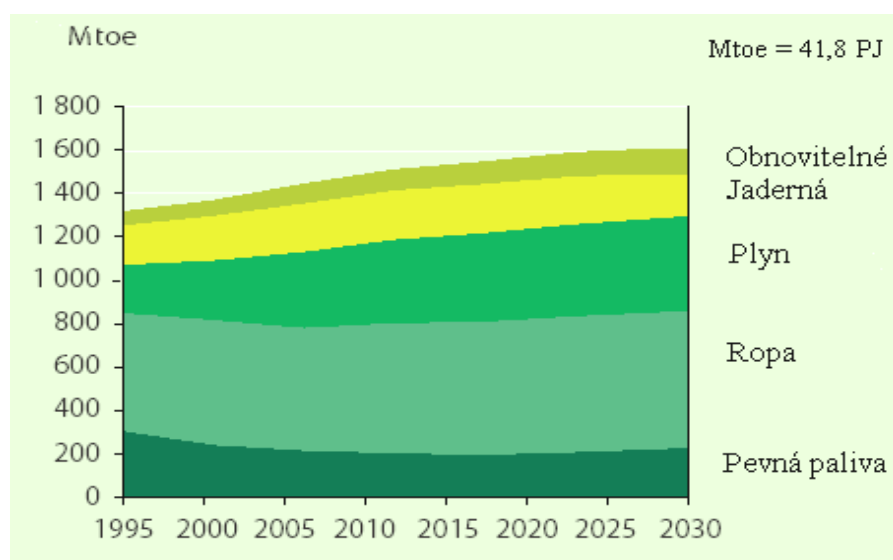
Ve vztahu k bodu „d“ je možné připomenout, že EU předpokládá zvýšení podílu obnovitelných zdrojů energie na její celkové spotřebě z 6% v roce 1997 na 12% v roce 2010 a výrobě elektřiny ze 14% na 20%.

V roce 2020 by podíl obnovitelných zdrojů na celkové spotřebě energie měl dosáhnout 20%.

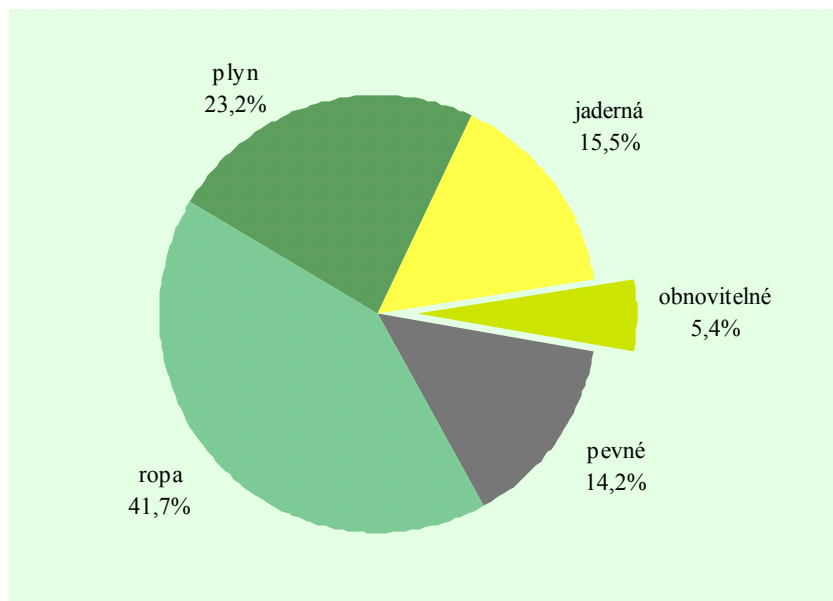
V dokumentu se připomíná, že toto číslo nebude možné splnit, pokud nebudou přijata potřebná fiskální opatření. Také se připomíná, že daňová politika směřující k podpoře obnovitelných zdrojů není v zemích EU jednotná, a to zejména ve vztahu k biopalivům.



Graf č. 3. Výhled produkce energií v EU-30, podle zdrojů

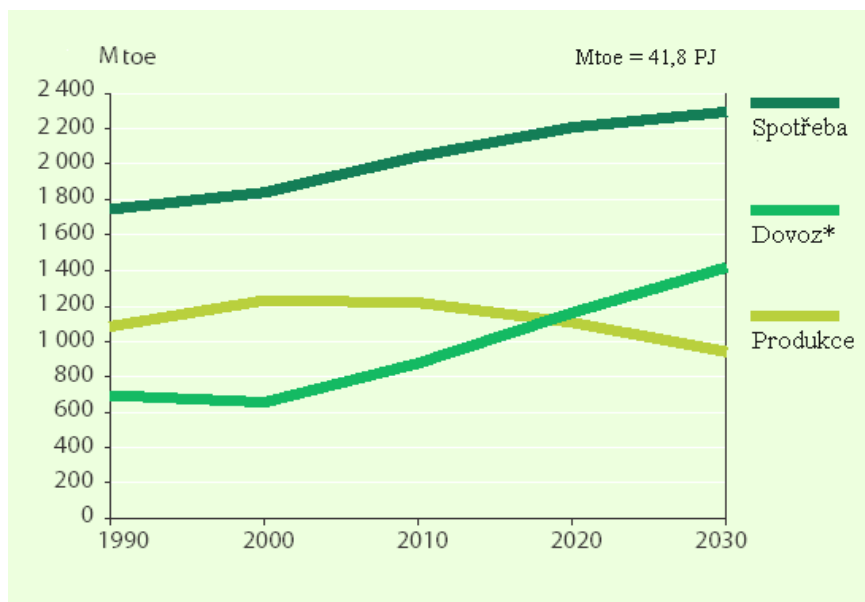


Graf č. 4. Výhled spotřeby energie z jednotlivých zdrojů EU-30



Graf č. 5. Spotřeba energie z jednotlivých zdrojů v roce 2000 – EU-15

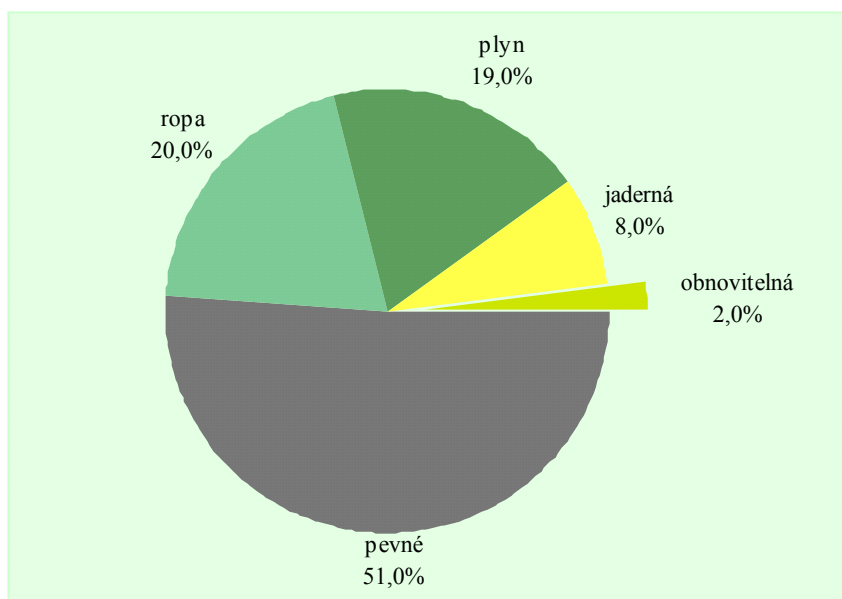
Tyto hodnoty jsou převzaty z materiálů EU, kde jsou uvedeny bilance energií jednotlivých členských států i celého společenství. Je vidět, že v prognózách a cílových programech i přes růst celkového objemu spotřebované energie se předpokládá změna struktury a to především ve snížení jaderné energie, zvýšení spotřeby plynu, obnovitelných energií a také uhlí. Hlavní importovaná energie - ropa zůstává ve stejných objemech.



Graf č. 6. Celková energetická bilance - EU-30

Spotřeba České republiky dle struktury zdrojů má pro splnění těchto prognóz celkem přijatelnou výchozí pozici, což je vidět na následujícím grafu. Podíl spotřeby hlavních dovážených energií jako je ropa a plyn je v současnosti menší než ve většině zemí EU. Podstatně větší část tvoří tuzemské uhlí. Je třeba se zaměřit ve smyslu strategie EU především na zvýšení podílu obnovitelných energií.





Graf č. 7. Spotřeba energie z jednotlivých zdrojů v roce 1998 – ČR

### 1.1.3. Legislativní nástroje ČR

Energetická koncepce, jako nástroj k prosazování cílů státní energetické politiky, řeší kromě hospodárného nakládání s energií i koncepční využívání potenciálu obnovitelných energií a dosažení jejich většího využívání.

Tyto cíle ve smyslu zákona vyjadřuje Národní program hospodárného nakládání s energií a využívání jejich obnovitelných a druhotných zdrojů (dále jen „Národní program“ - viz zákon č. 406/2001 Sb., Hlava III). Program stanoví také oblasti, pro které mohou být k uskutečnění těchto cílů poskytnuty státní dotace.

Z hlediska platné legislativy stanoví vyhláška č.214/2001 v §2 a §3 které zdroje budou hodnoceny jako **obnovitelné ve vztahu k poskytování těchto dotací**. Jedná se následující kategorie:

Obnovitelné zdroje pro výrobu elektřiny

- vodní elektrárny v zařízeních do 10 MW<sub>e</sub>
- sluneční energie
- větrná energie
- bioplyn
- palivové články
- geotermální energie

Obnovitelné zdroje pro výrobu tepelné energie

- sluneční energie
- geotermální energie
- biomasa v zařízeních do 20 MW<sub>t</sub>
- bioplyn
- palivové články

**Národní program stanoví následující výchozí pozici pro tuto oblast:*****Současný stav***

Vzhledem k tomu, že neexistuje dlouhodobější oficiální statistika sledování, vychází údaje z dílčích statistik a odborných odhadů. Přesto je možno následující hodnoty považovat za počáteční stav plnění cílů programu.

**Tabulka č. 1. Využití obnovitelných zdrojů v ČR**

| druh obnovitelných a druhotných zdrojů energie | elektrická energie vyjádřená v |       | teplo  | celkem |
|--|--------------------------------|-------|--------|--------|
|  | GWh                            | PJ    |        |        |
| větrná energie                                 | 5,000                          | 0,018 | 0,000  | 0,018  |
| vodní energie (MVE)                            | 680,000                        | 2,448 | 0,000  | 2,448  |
| velké vodní elektrárny                         | 1 573,000                      | 5,663 | 0,000  | 5,664  |
| solární tepelné systémy                        | 0,000                          | 0,000 | 0,356  | 0,356  |
| fotovoltaické systémy                          | 0,030                          | 0,000 | 0,000  | 0,000  |
| geotermální energie                            | 0,000                          | 0,000 | 0,105  | 0,105  |
| biomasa  | 30,000                         | 0,108 | 21,000 | 21,108 |
| odpady   | 2,500                          | 0,009 | 0,967  | 0,976  |
| ethanol/Biomasa                                | 0,000                          | 0,000 | 2,261  | 2,261  |
| celkem   | 2 290,530                      | 8,246 | 24,689 | 32,935 |

**Cíle Národního programu:**

- V oblasti obnovitelných zdrojů energie je cílem ke konci roku 2005:
  - dosažení podílu elektřiny z obnovitelných zdrojů na hrubé spotřebě elektřiny ve výši 3,0% (bez velkých vodních elektráren nad 10 MW) či 5,1% (s velkými vodními elektrárnami nad 10 MW)
  - dosažení podílu obnovitelných zdrojů energie na spotřebě primárních energetických zdrojů ve výši 2,9% (bez velkých vodních elektráren nad 10MW) či 3,2% (s velkými vodními elektrárnami nad 10 MW)
- Zvýšením účinnosti užití energie ve všech sektorech národního hospodářství zvýšit konkurenceschopnost ekonomiky České republiky.
- Vyšší využití obnovitelných zdrojů energie jako alternativa k dosud využívaným neobnovitelným energetickým zdrojům za účelem snižování jejich čerpání a prodloužení jejich životnosti i pro budoucí generace.
- Rozvoj výzkumu, vývoje, výroby a aplikace moderních technologií, materiálů a postupů ke zvýšení účinnosti užití energie a využití obnovitelných energetických zdrojů jako perspektivního oboru jak z hlediska potřeby pokrytí rostoucích tuzemských potřeb, tak i budoucího zapojení do světového trhu s transferem technologií a know-how v této oblasti
- Posílení informovanosti o možnostech a přínosech realizace opatření na zvyšování účinnosti užití energie a vyšší využití obnovitelných energetických zdrojů a aktivizace pozornosti výrobních a spotřebitelských subjektů a skupin.
- Dosáhnout shody s prioritami EU v oblasti energetiky.

7. Snížení růstu závislosti ekonomiky České republiky na dovážených energetických zdrojích, a tím omezení její zranitelnosti z hlediska budoucího růstu cen paliv a energie i možné budoucí omezení dostupnosti dovážených energetických zdrojů.
8. Podpora mobilizace dalších veřejných i soukromých finančních zdrojů.
9. Minimalizace negativních dopadů získávání a užití energie na životní prostředí v souladu s požadavky trvale udržitelného rozvoje.

Na základě protokolu o přistoupení k EU je Česká republika povinna implementovat do svého právního řádu směrnici č. 2001/77ES, jejímž cílem je snižování emisí CO<sub>2</sub> a celkově šetrné zaházení s přírodou a nerostným bohatstvím Země. Bylo rozhodnuto, že pro zajištění těchto cílů, především pak pro dosažení většího využívání OZE je nezbytná zákonná norma.

V současné době je expertní skupinou připravován nový zákon o podpoře výroby elektřiny a tepla z obnovitelných zdrojů. Je koncipován tak, aby obsáhl základní ustanovení citované směrnice a závazek ČR dosáhnout indikativního cíle podílu elektřiny z OZE na hrubé spotřebě elektřiny ve výši **8 % v roce 2010**.

## 1.2. Geotermální energie

Pod pojmem geotermální energie je třeba si představit přírodní teplo Země, které je vázáno v zemském jádře, plášti a kůře. Tepelná energie vystupuje z nitra směrem k povrchu především vedením. Teplota s přibývajícím hloubkou narůstá v průměru o cca 25-30 °C. Tento tzv. tepelný gradient je však charakteristický pouze pro oblasti bez vulkanické činnosti a místa kde není ovlivňován tektonickou činností.

Vlastní praktické využití geotermální energie je však všeobecně spojeno především s využitím *principu proudění tepla*. To znamená přenos energie prostřednictvím teplotního média (především podzemní vody), vertikálně z hloubky na povrch tak, aby byla ekonomicky využita. Tyto zdroje jsou v některé literatuře označovány jako „mokré“ na rozdíl od „suchých“, kde je využíváno principu vedení tepla zemskou kůrou a je spojeno s hloubkovými vrty.

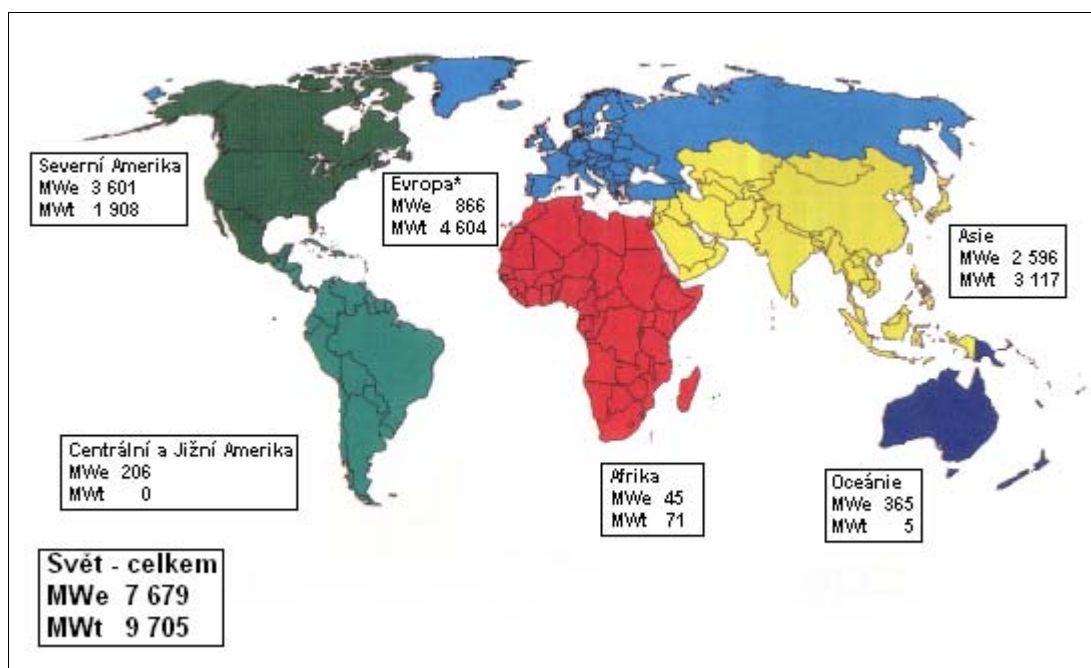
Z hlediska způsobu využití se pak zdroje geotermální energie obvykle rozdělují do dvou skupin:

a) *vysokoteplotní (s teplotou nad 150 °C) - pro přímou výrobu elektrické energie*

Tyto zdroje se v Evropě vyskytují velice sporadicky a v nedostupných hloubkách, což souvisí především s geologickými podmínkami kontinentu. Jediným větším výrobcem elektrické energie je Itálie, která tak představuje v podstatě celou produkci zemí EU.

b) *nízkoteplotní (s teplotou pod 150 °C) - především jako zdroje tepla pro vytápění objektů, v zemědělství a lázeňství*

Ve využití těchto zdrojů má naopak Evropa výsadní postavení. Disponuje největším celkovým instalovaným tepelným výkonem zdrojů. Jejich produkce představuje kolem 60% celosvětové výroby. Země EU však produkují pouze 11%, Island 17% z tohoto objemu. Geotermální energií pro přímé vytápění ze zemí EU je využívána pouze v Řecku, Itálii a Francii.



obr. 1. Využitelné zdroje geotermální energie pro výrobu elektřiny (MWe) a pro přímé vytápění (MWt)

\*Evropa neodpovídá kontinentálnímu rozdělení – státy, které jsou zde zahrnuty znázorňuje následující tabulka

Tabulka č. 2. Evropské státy zahrnuté v mapě využitelných zdrojů geotermální energie

|   | Výroba elektřiny |              | Přímé vytápění  |               |
|---|------------------|--------------|-----------------|---------------|
|   | MW <sub>e</sub>  | GWh/rok      | MW <sub>t</sub> | GWh/rok       |
| Belgie                                    | -                | -            | 4               | 19            |
| Dánsko                                    | -                | -            | 3,5             | 15            |
| Finsko                                    | -                | -            | 0,1             | 0,5           |
| Francie - zdroj na ostrovech Guadalupe    | 4,2              | 24           | 309             | 1 359         |
| Holandsko                                 | -                | -            | nejdou údaje    |               |
| Irsko                                     | -                | -            | 0,7             | 1             |
| Itálie                                    | 742              | 3 762        | 314             | 1 026         |
| Německo                                   | -                | -            | 307             | 806           |
| Portugalsko -zdroj na Azorských ostrovech | 8                | 46           | 0,8             | 5             |
| Rakousko                                  | -                | -            | 21              | 84            |
| Řecko                                     | -                | -            | 23              | 37            |
| Španělsko                                 | -                | -            | nejdou údaje    |               |
| Švédsko                                   | -                | -            | 47              | 351           |
| Velká Británie                            | -                | -            | 2               | 15            |
| <b>EU státy</b>                           | <b>754</b>       | <b>3 832</b> | <b>1 032</b>    | <b>3 719</b>  |
| Island                                    | 80               | 375          | 1 443           | 5 878         |
| Rusko                                     | 11               | 25           | 210             | 673           |
| Švýcarsko                                 | -                | -            | 190             | 265           |
| Turecko                                   | 21               | 71           | 160             | 800           |
| Bulharsko                                 | -                | -            | 95              | 246           |
| Česká republika                           | -                | -            | 2               | 15            |
| Maďarsko                                  | -                | -            | 750             | 3 286         |
| Polsko                                    | -                | -            | 44              | 144           |
| Rumunsko                                  | -                | -            | 137             | 528           |
| Slovensko                                 | -                | -            | 75              | 375           |
| Slovinsko                                 | -                | -            | 37              | 217           |
| Chorvatsko                                | -                | -            | 11              | 50            |
| Gruzie                                    | -                | -            | 245             | 1 000         |
| Makedonie                                 | -                | -            | 75              | 151           |
| Ukrajina                                  | -                | -            | 12              | 60            |
| Jugoslavie                                | -                | -            | 86              | 670           |
| <b>Země mimo EU</b>                       | <b>112</b>       | <b>471</b>   | <b>3 572</b>    | <b>14 458</b> |
| <b>Celkem Evropa</b>                      | <b>866</b>       | <b>4 303</b> | <b>4 604</b>    | <b>18 177</b> |

Na závěr je třeba poukázat na některé specifické přednosti zdrojů geotermální energie oproti klasickým i některým obnovitelným:

- jedná se o zdroje lokální, které mohou přispět k redukcii importovaných fosilních paliv
- energie těchto zdrojů má pozitivní dopad na čistotu ovzduší
- zdroje jsou bezpečné, nevyžadují skladovací prostory a odpadá transport hořlavých paliv

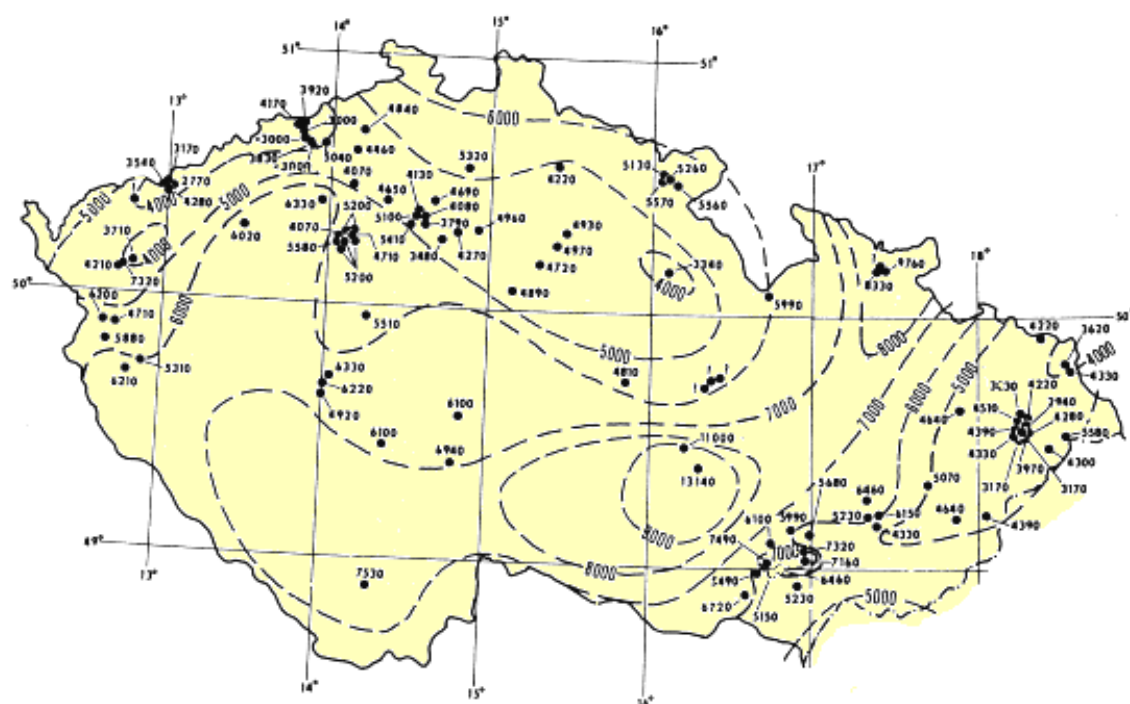
### 1.2.1. Geotermální energie v ČR

Z předcházejících závěrů vyplývají logicky i omezené možnosti využití této energie na území republiky. Pro lepší ilustraci jsou v následujícím uvedeny:

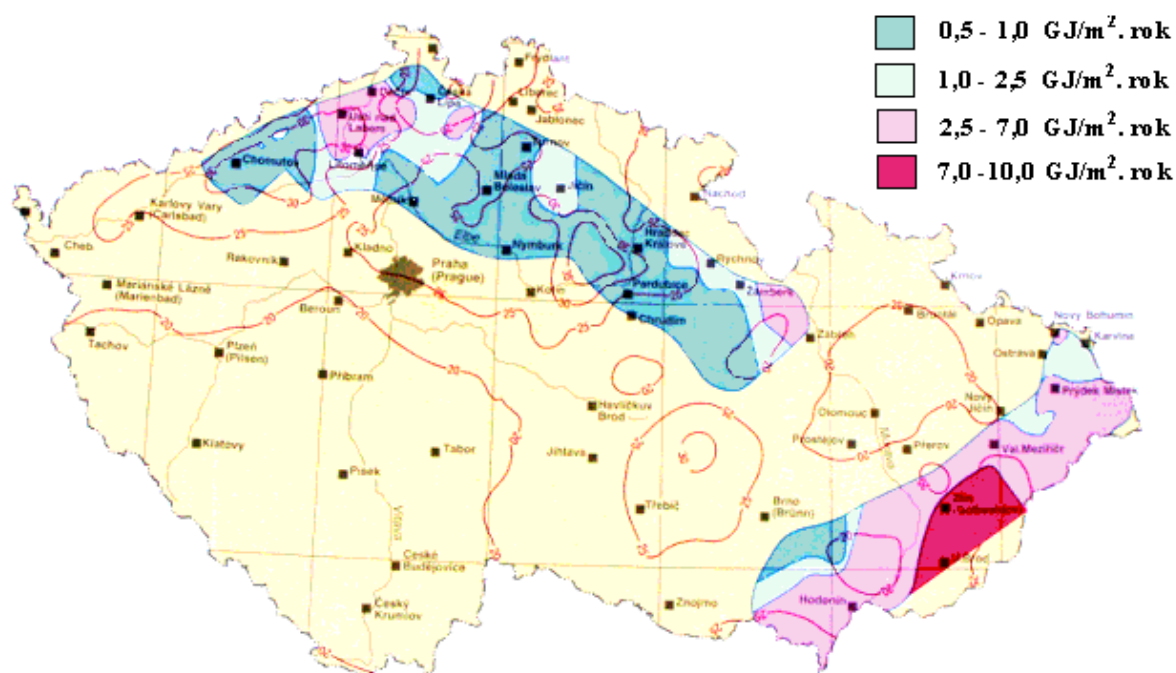
- mapa izoliní o teplotě 180 °C, která charakterizuje vysokoteplotní zdroje (180 °C je reálná podzemní teplota, která ochlazením při získávání a transportu na zemský povrch představuje právě hraniční teplotu 150 °C). Izolinie ukazují i hloubky vrtů, ve kterých lze v jednotlivých částech republiky předpokládat dosažení této teploty.
- mapa rozložení izoliní 130 °C, charakterizující nízkoteplotní zdroje



obr. 2. Průběh izolinií 180 °C na území České republiky



obr. 3. Průběh izolinií 130 °C na území České republiky



obr. 4. Teplotní izolinie v hloubce 500m, včetně znázornění zdrojů geotermální energie

Z těchto obecných závěrů je zřejmé, že pokud lze uvažovat o reálném využití geotermální energie na území ČR, jedná se zásadně o zdroje nízkoteplotní pro využití v oblasti lázeňství, zemědělství a velmi omezeně i pro vytápění objektů bytové zástavby. V České republice jsou však v dostupných hloubkách (až na malé výjimky) pouze zdroje geotermální vody o nízké teplotě (25-35 °C), které jsou málo vhodné k energetickým účelům.

K využití těchto teplot je nutná instalace tepelných čerpadel.

### 1.2.2. Potenciál geotermální energie na území města Brna

Na základě současných znalostí lze potenciál geotermální energie na území statutárního města Brna kvantifikovat dle kritérií používaných v EU takto:

Tabulka č. 3. Potenciál geotermální energie na území města Brna

|  |                   |
|--|-------------------|
| zdroj geotermální energie pro výrobu elektřiny | 0 MW <sub>e</sub> |
| zdroj geotermální energie pro přímé vytápění   | 0 MW <sub>t</sub> |

Na území města Brna jsou však možnosti využití nízkoteplotního geotermálního tepla obsaženého v zemi. Nízkopotenciální teplo je pro svou nízkou teplotu běžným způsobem nevyužitelné.

Využití tohoto tepla je podmíněno instalací tepelných čerpadel. Tepelná čerpadla umožňují odnímat nízkopotenciální teplo a převádět je na vyšší teplotní hladinu, při které je možné teplo využívat např. pro potřeby vytápění.

Geotermální energie (teplo obsažené v zemi) je nejrozšířenějším zdrojem nízkopotenciálního tepla pro tepelná čerpadla.

Pozn. Tepelná čerpadla mohou využívat i jiné zdroje nízkopotenciálního tepla. Těmito zdroji jsou např. vzduch, voda podpovrchová a z vodních toků, odpadní teplo.

### 1.2.2.1. Možnosti získání nízkopotenciálního geotermálního tepla

- z půdy - odváděním tepla v horizontálním plošném kolektoru
- z hlubinných vrtů - využitím vedení tepla v zemském polomasivu

#### Z půdy

Teplo se odebírá z půdy pomocí kolektorů – sběračů z plastových trubek v nichž cirkuluje solanka – či jiná ekologicky nezávadná nemrznoucí kapalina. Trubky se umísťují do hloubky 1,2 - 1,6m pod povrchem země, v nezamrzné hloubce, ve vzdálenosti 0,6 - 1m od sebe. Velikost plochy kolektorů by měla být 3 x větší než vytápěná plocha. Z 1m<sup>2</sup> je možné získat 10 – 35W energie. Na 1kW výkonu tepelného čerpadla se počítá cca 5 - 8m výkopu. Množství získaného tepla závisí na velikosti plochy kolektorů, na horninovém prostředí, atd.

#### Z hlubinných vrtů

Teplo se získává pomocí suchých nebo zvodnělých vrtů. Okolní prostředí je ochlazováno zapuštěným výměníkem z plastových trubek. Vrty se umísťují nejméně 10m od sebe. Na výkon 1 kW tepelného čerpadla je zapotřebí cca 12 - 18m vrtu. Množství odebraného tepla závisí na geologických podmínkách – složení hornin, hloubce vrtu, složení pracovní látky - solanky, atd. Běžně se počítá s měrným výkonem jímání 55W/m.

Tabulka č. 4. Měrné výkony jímání

| horninové prostředí                        | výkon  |
|--|--------|
| hornina se spodní vodou                    | 100W/m |
| pevná hornina s vysokou tepelnou vodivostí | 80W/m  |
| normální pevná hornina                     | 55W/m  |
| suché usazeniny                            | 30W/m  |

### Charakteristiky tepelných čerpadel

**Topný faktor** - udává poměr tepelného výkonu tepelného čerpadla k elektrickému příkonu, který je potřebný k jeho provozu. Hodnota topného faktoru se pro běžné účely pohybuje kolem hodnot 2,5 - 4. To znamená, že z 1kWh elektrické energie, které potřebuje tepelné čerpadlo pro provoz se vyrobí 2,5 - 4kWh tepla.

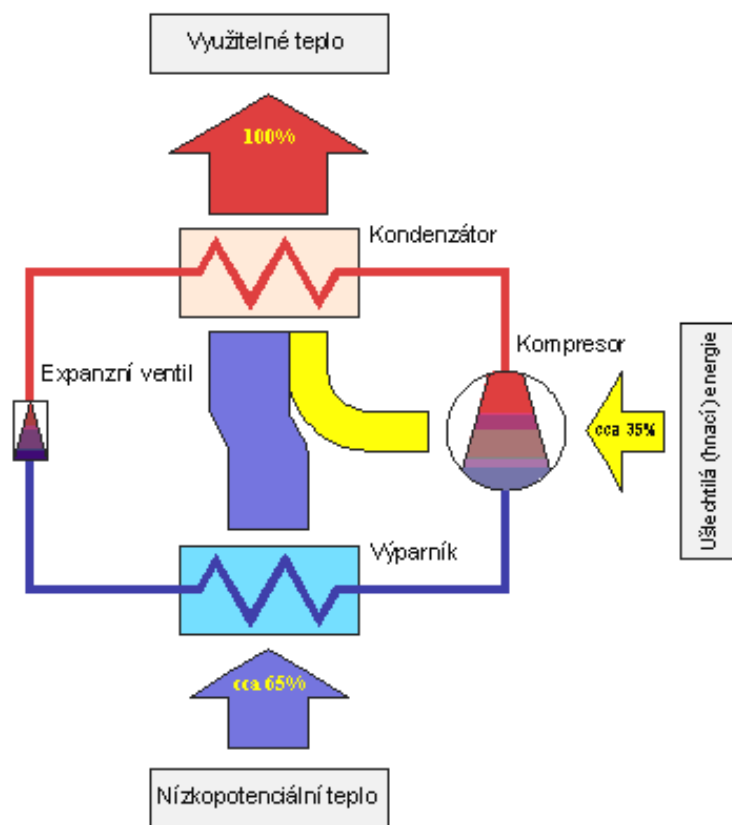
Velikost topného faktoru závisí - na vstupní teplotě z nízkoteplotního zdroje, na konečné teplotě (v topné soustavě, TUV), na chemických a fyzikálních vlastnostech chladiva, na technických parametrech tepelného čerpadla. Jeho hodnota je vždy vztažena k určitým provozním podmínkám (např. topný faktor 4,5 při vstupní teplotě 35°C a výstupní teplotě 40°C, topný výkon 9,9 kW, elektrický příkon 2,17 kW).



**Tepelný výkon** - je dán součtem tepelné energie, která byla přenesena pracovní látkou a předána chladivu ve výparníku a tepelné energie, která se získala stlačením chladiva v kompresoru a která odpovídá elektrické energii nutné pro pohon kompresoru.

Vzhledem k našim klimatickým podmínkám a nerovnoměrné spotřebě tepla v průběhu roku je vhodné tepelné čerpadlo provozovat s akumulací - zásobníkem tepla a s doplňkovým zdrojem tepla např. elektrokotlem. V chladnějších měsících s teplotami pod 0°C tepelné čerpadlo dodává pouze část potřebného tepla, zbytek tepla je vyráběn jiným zdrojem (kotel na elektřinu, plyn, pevná, kapalná paliva, atd.). Tento provoz je nazýván jako bivalentní.

Tepelné čerpadlo je možno považovat za spolehlivý a perspektivní zdroj tepla. Ovšem stejně jako u jiných technických zařízení, tak i u tepelného čerpadla je pro jeho hospodárný a spolehlivý provoz potřebné dodržet určité podmínky. Pro vytápění tepelným čerpadlem je důležité správně nadimenzovat vlastní tepelné čerpadlo i topnou soustavu. Výhodné jsou nízkoteplotní topné soustavy (podlahové topení, velkoplošné radiátory), protože pro efektivní využití tepelného čerpadla je nutné, aby rozdíl teplot mezi nízkopotenciálním zdrojem a topným okruhem byl co nejnižší.



obr. 5. Principiální schéma tepelného čerpadla

### Odlišnosti tepelného čerpadla od klasických zdrojů tepla

- Tepelné čerpadlo nemá konstantní výkonové parametry, tj. topný výkon a topný faktor se mění vlivem měnící se teploty nízkopotenciálního tepla v průběhu topné sezóny.
- Tepelné čerpadlo pracuje v bivalentním provozu, tzn. s doplňkovým zdrojem tepla.

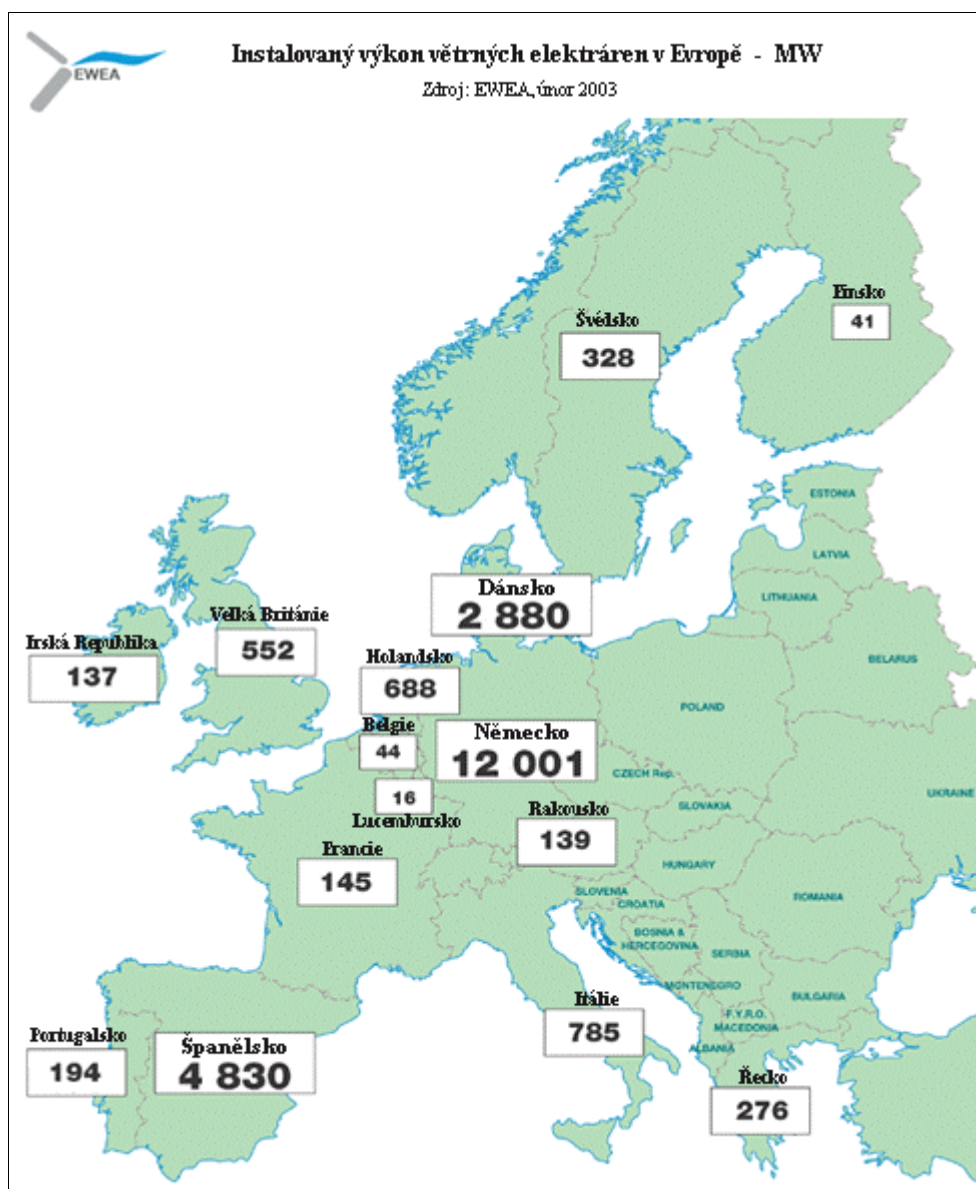
- Maximální teplota média dosahovaná tepelným čerpadlem je limitována požadavkem na efektivní topný faktor a také pevnostním dimenzováním kompresoru daném použitým chladivem. Tato teplota se pohybuje kolem 50°C.
- Pro zmenšení nevýhody nižší teploty topného média se volí menší ochlazení v topné soustavě, tím se zvyšuje střední teplota topného média. Menší ochlazení topné vody představuje pro přenesení stejného topného výkonu adekvátní zvýšení průtoku topné vody.
- Ekonomický provoz tepelného čerpadla je podmíněn přidělením tzv. přímotopné sazby na odběr elektřiny.

Pro použití tepelných čerpadel jsou v celém posuzovaném území příznivé podmínky. Celkové úspory a využitelný energetický potenciál lze jen obtížně kvantifikovat.

### 1.3. Větrná energie

Zemský povrch se díky své různorodosti (voda, pevnina) ohřívá vlivem slunečního záření nestejně. Tak dochází i k nerovnoměrnému ohřevu přilehlých vrstev vzduchu a k tvorbě tlakových výší a níží. Tento jev je samozřejmě ovlivňován rotací země a střídáním dne a noci. Vyrovnaváním tlakových rozdílů vzniká vítr, který vane směrem od tlakových výší k tlakovým nížím. Místní rychlost větru závisí na tvaru zemského povrchu, na vzdálenosti od moře, na nadmořské výšce. Mění se s časem v denních a ročních cyklech v závislosti na meteorologické situaci. Je tedy zřejmé, že vítr jako zdroj energie podléhá vlivu celé řady faktorů, z nich některé jsou pro danou lokalitu typické a především neovlivnitelné.

Obecně platí, že dodávky elektrické energie z větrných zdrojů je třeba brát jako nezaručené a zálohovat je jinými zdroji.



obr. 6. Současný stav využívání větrné energie v Evropě

Podle zdroje EWAE má v současné době dominantní postavení ve využívání větrné energie Německo. V posledních třech letech zde zaznamenalo toto odvětví obrovský rozmach a instalovaný výkon VE stoupl téměř 3×. Obdobný procentuelní nárůst lze vysledovat také ve Španělsku, Itálii, Řecku nebo Rakousku, ovšem v celkově mnohem menších absolutních hodnotách instalovaného výkonu. Dánsko a Holandsko, které obvykle představuje vzor využití větrné energie, nezaznamenalo takový nárůst, i když celkovým instalovaným výkonem patří mezi přední státy Evropy.

Země Evropského společenství přijaly program rozvoje větrné energetiky již v roce 1980. Začaly stanovením technických a hospodářských možností v jednotlivých členských zemích a zpracováním jejich větrných energetických atlasů. Současný celkový instalovaný výkon větrných agregátů v Evropě dosáhl 20 447 MW. Do roku 2010 pak počítá EU s 25 000 MW, a v roce 2030 hodlá dosáhnout dokonce 100 000 MW. To je výkon, který má pokrývat 20% celkové spotřeby elektrické energie v zemích EU.

### 1.3.1. Současný stav využívání větrné energie na území ČR

Dlouhodobé zkušenosti z celého světa ukazují, že stavba větrné elektrárny se vyplatí pouze v místech, kde je průměrná rychlost větru za rok alespoň  $4,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  nebo více. Míst na našem území, které splňují toto kritérium není mnoho a nacházejí se většinou ve vrcholových a hřebenových partiích hor v nadmořských výškách nad 650 m n.m. Část těchto území se nachází v chráněných oblastech, kde jejich využití omezuje legislativa. Dolní ještě využitelná hranice rychlosti větru je kolem  $3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  (nezaměňovat s průměrnou roční rychlostí).

Vítr o menší rychlosti je u nás málo využitelný, zejména proto, že je nestálý. Celková vyrobená energie v dané lokalitě závisí na počtu hodin za rok, kdy fouká vítr o dané rychlosti, tedy na rozložení četnosti (pravděpodobnosti) rychlosti větru. Důležitým faktorem ovlivňující výrobu energie je také turbulence proudění tj. náhodné kolísání rychlosti i směru větru kolem střední hodnoty.

V České republice se v uplynulém desetiletí projevil zvláštní trend v dynamice rozvoje větrné energetiky, v evropském kontextu zcela specifický. Jestliže v sousedních státech, jako např. v Německu a Rakousku, probíhá nárůst ročně instalovaných výkonů větrných elektráren exponenciální řadou, v České republice podobný trend bylo možno pozorovat v období let 1990-1995. Po tomto roce nejenom, že nenastává rozvoj či alespoň stagnace, ale naopak křivka rozvoje má klesající tendenci.

Jak můžeme konstatovat, do konce roku 1995 bylo na území ČR vybudováno 24 VE (s instalovaným výkonem nad 50 kW) s celkovým instalovaným výkonem 8 220 kW. V současné době jsou v plném či částečném provozu VE s celkovým instalovaným výkonem 2 160 kW.

Tabulka č. 5. Větrné elektrárny nad 50 kW provozované v ČR

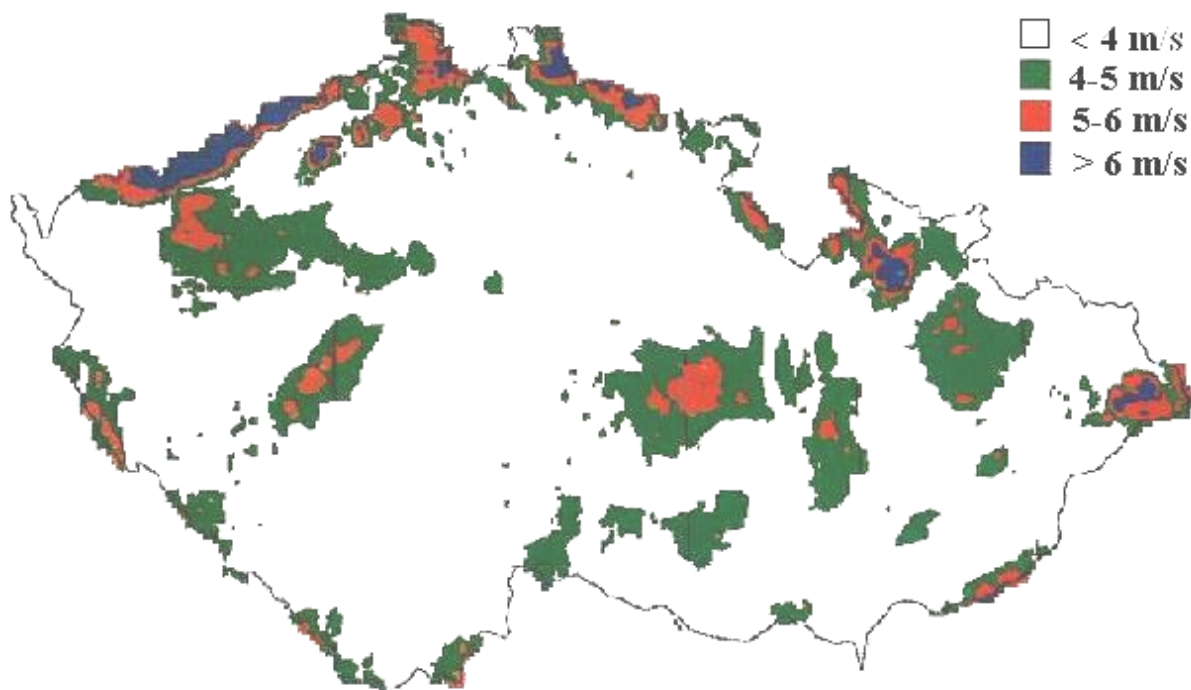
| větrné elektrárny v provozu |            |                      |                       |              |
|-----------------------------|------------|----------------------|-----------------------|--------------|
| lokality                    |            | instalovaný výkon kW | výrobce VE            | poznámka     |
| Velká Kraš,                 | (Jeseník)  | 225                  | Vestas                |              |
| Mladoňov,                   | (Šumperk)  | 315                  | Mostárna Vítkovice    |              |
| Hostýn,                     | (Kroměříž) | 400                  | Vestas                | rekonstrukce |
| Mravenečník,                | (Šumperk)  | 315, 250, 630        | Energovars, WindWorld |              |
| Jindřichovice p.Smrkem,     | (Frýdlant) | 2 × 600              | Enercon               |              |

Hlavním důvodem pro stagnaci větrné energetiky v ČR byla bezesporu nevyhovující výkupní cena elektrické energie. Předpoklad, který motivoval podnikatele na začátku 90. let, že cena energie z obnovitelných zdrojů bude zvýhodněna, se ukázal jako chybný a zásadně zabrzdil všechny podnikatelské aktivity.

Další problematickou okolností byla výstavba větrných elektráren v lokalitách s nedostatečnou zásobou větrné energie, případně s nesprávně určenou zásobou větrné energie. Z hodnocených 24 VE se ukázalo, že tento nelogický stav nastal v pěti případech. Řešení lze hledat ve stanovení formy a obsahu posudků hodnotících zásobu větrné energie s ohledem na praxi v zemích západní Evropy a způsobu výběru organizací, které by měly oprávnění tyto posudky zpracovat.

V současné době došlo k výrazné změně a cenovým rozhodnutím ERU č.1/2002 byly stanoveny minimální výkupní ceny elektrické energie ze všech obnovitelných zdrojů. Tento ekonomický impuls bude patrně znamenat dynamický nárůst počtu nově postavených větrných elektráren ve vhodných lokalitách na území republiky.

Klimatologický potenciál větrné energie (někdy nazývaný teoretický potenciál) je určen cirkulačními poměry nad územím státu. Klimatologický stav cirkulačních poměrů je určován průměrnou roční rychlostí větru ve výšce 10 m, resp. ve výšce 30 m, resp. plošným rozložením hustoty výkonu větru ve výšce 30m.



obr. 7. Mapa průměrných ročních rychlostí větru pro potřeby větrné energetiky

Pro území ČR je třeba uvažovat i se specifickým rizikovým faktorem, který komplikuje instalaci a využití větrné elektrárny a tím je námraza. V zahraničí se tento rizikový faktor v takovém rozsahu nevyskytuje.

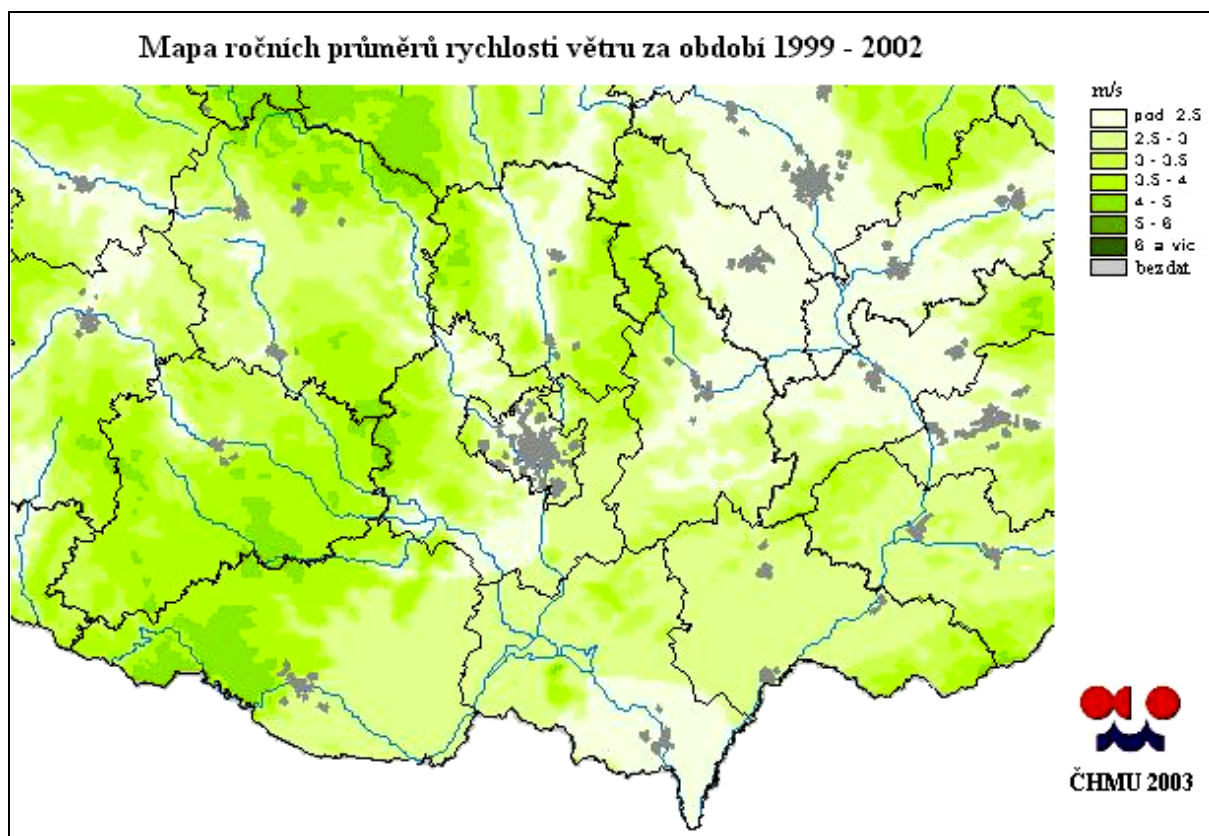
### 1.3.2. Potenciál větrné energie na území města Brna

Ze skutečností uvedených v předcházejícím textu vyplývá, že území města Brna se ve vztahu k možnostem využívání energie větru nijak neodlišuje od situace v celé ČR a Jihomoravském kraji.

V následující tabulce je uveden přehled všech existujících větrných elektráren, které jsou provozovány na území města Brna a v jeho blízkém okolí.

Tabulka č. 6. Přehled větrných elektráren v Brně a okolí

| <b>větrné elektrárny v provozu</b> |                         |                               |  |
|------------------------------------|-------------------------|-------------------------------|--|
| lokality                           | instalovaný výkon<br>kW | vyrobená elektřina<br>kWh/rok | dodaná elektřina do sítě<br>kWh/rok (2001) |
| Ostrovačice                        | 7                       |                               | 0 - přebytek                               |
| Bílovice n.Svitavou                | 0,5                     | pro vlast. spotřebu           |  |
| Rohlenka-motorest                  | 5,0                     | pro vlast. spotřebu           |  |
| Šlapanice                          | 1                       | pro vlast. spotřebu           |  |
| Přízřenice                         | 20                      | pro vlast. spotřebu           |  |
| Chudčice                           | 8                       |                               | 0 - přebytek                               |
| <b>celkem</b>                      | <b>41,5</b>             |                               | <b>0</b>                                   |



obr. 8. Mapa ročních průměrných rychlostí větru v období 1999 - 2002

Uvedená detailní mapa ročních průměrných rychlostí v podstatě koresponduje s předcházející informativní mapkou celé republiky a lze z ní konstatovat:

Na území města Brna a jeho okolí se nevyskytují pásma rychlosti 5-6 m/s ani pásma s rychlostmi většími než 6 m/s.

Pro samotné území statutárního města Brna nejsou přímé údaje z měření. Jako charakteristická stanice je brána jak pro okres Brno - venkov, tak i pro okres Brno- město stanice Tuřany.

Z údajů větrné mapy je zřejmé, že na posuzovaném území se nevyskytují pásma s rychlostmi větru vhodnými pro instalaci větrné elektrárny. Je tím samozřejmě myšlen zdroj energie, který je schopen pracovat do distribuční sítě.

Nevylučuje to však možnosti existence lokality vhodné pro využití větrné energie. Přesto nelze předpokládat výstavbu větrné elektrárny v hustě obydlené zástavbě, kde tomu brání celá řada legislativních omezení.

## 1.4. Energie vody - MVE

Z předcházejících bilancí a struktury primárních zdrojů na krytí potřeb energií a to jak ve světě, tak i v EU vyplývá, že energie vody je nejvíce využívaným obnovitelným zdrojem pro výrobu elektřiny.

Obnovitelnými zdroji využívajícími energii vody jsou tzv. malé vodní elektrárny (dále jen MVE), jejichž výstavba a rekonstrukce je dnes všeobecně sledována a podporována, i když se občas setkává s nepochopením těch nejpřísnějších ekologů a ochránců životního prostředí. Ve prospěch realizací MVE, ale hovoří mnoho závažných argumentů – jako:

- jsou navrhovány vesměs jako průtočné bez akumulacních nádrží, takže nenarušují říční regiony, o jejichž zachování usilují ekologové, zejména v chráněných krajinných oblastech
- navrhují a budují se u stávajících jezů, které byly převážně postaveny před 50 ti a více lety a dnes již tvoří nedílnou součást přírodního a urbanistického prostředí
- přednostně se instalují v lokalitách zrušených mlýnů a bývalých elektráren, kde se nejedná o zásah do původního rázu krajiny
- navrhují a budují se na výpustích zařízených rybníků a retenčních nádrží, z nichž dosud odtéká voda bez užitku.

Nicméně i v těchto případech je při návrhu realizace a zejména při provozu nutno respektovat příslušná ekologická hlediska a kritéria, aby se odstranily nebo minimalizovali případné negativní vlivy na některé rostlinné a živočišné druhy v lokalitě např. dodržení omezeného kolísání hladiny, hluchosti, atp. V každém případě je třeba návrh MVE předem konzultovat s příslušnými odborníky a to již ve stádiu výběru lokality a návrhu hlavních parametrů.

### 1.4.1. Hydroenergetický potenciál v ČR a jeho možnosti

Česká republika je svou geografickou polohou (leží na rozvodí tří moří, řeky zde pramení) předurčena především k využití vodní energie v malých vodních elektrárnách (dále MVE) s malými výkony (do 100 kW). Z hlediska dispozice a rozložení zdrojů vodní energie na našem území, mají právě MVE nezastupitelnou roli také tím, že tvoří kompaktní skupinu, ale jsou rozptýleny po celém území. Toto je výhodné právě pro připojování do energetické sítě, kde nezatěžují přenosovou soustavu. Celoplošné rozšíření elektrizační soustavy potom umožňuje připojení téměř ve všech lokalitách s možností použití asynchronních generátorů, což je provozně jednodušší a levnější (není třeba nákladné a složité regulační části). Pro uplatnění MVE je však podstatné, aby jejich ekonomické ukazatele byly srovnatelné, nebo spíše výhodnější než ukazatele jiných energetických zdrojů.

Právě MVE se vyznačují podstatně delší životností, než je doba návratnosti investic na zařízení. Dá se říci, že výroba z MVE patří k nejlevněji získané elektrické energii, která je nejen ekologicky čistá, ale v mnoha směrech i kladně ovlivňuje režim vodního toku, což je právě důvod, pro který by si MVE zasloužily více pozornosti.

Energie získávaná z vodních toků není v bilanci naší energetiky zdaleka rozhodující ani příliš výrazná, zůstává však velmi cenným, ale dosud málo využitým obnovitelným zdrojem



energie. Vodní elektrárny (i velké) se na celkovém instalovaném výkonu v republice podílejí zhruba 17% a na výrobě cca 4%. Technicky využitelný potenciál v MVE je 1500 GWh/rok.

Dnes je hydroenergetický potenciál našich toků využit zhruba z poloviny, čemuž odpovídá průměrná roční výroba z MVE cca 650 GWh / rok.

Z uvedených dat je zřejmé, že v ČR by měl být teoreticky stále dostatek lokalit pro výstavbu, nebo obnovu MVE, avšak skutečnost již tak optimální není. Zbývající potenciál má totiž výrazně horší hydrologické podmínky než potenciál již využitý, z čehož vyplývá, že ekonomie u budoucích realizací se bude vyznačovat zhoršujícími se návratnostmi investic a tím i úbytkem zájmu investorů.

Hydroenergetický potenciál bude totiž zastoupen lokalitami s velmi nízkými spády, což při daných průtocích bude vyžadovat podstatně vyšší investice na technologii i stavební části. Podle současného trendu výstavby MVE by mohlo v příštích cca 5 letech dojít k určitému útlumu staveb, pokud nebudou budoucím realizacím zajištěny podstatně výhodnější ekonomické podmínky. Zřejmě krajní mezí pro již málo ekonomické záměry je hranice spádu kolem hodnoty 2 m.

Je třeba vzít v úvahu, že hodnota našeho využitelného potenciálu 1500 GWh/r, který je uváděn v odborných materiálech nepočítá s krajní možností pro ještě využitelný spád, ale uvažuje s plným technicky reálným pokrytím toků nově budovanými vzdouvacími objekty, za účelem energetického využití. V současné době však dochází k výstavbě (povolení stavby) nového jezového objektu jen velmi zřídka. Důvodem je kromě skutečnosti, že se jedná o zásah do vlastního toku jako významného krajinného prvku také ekonomická náročnost stavby.

Výstavba pevných jezů o výšce 2,5 m není ve většině úseků toku možná z důvodu ovlivnění průtokových poměrů a pohyblivé jezy jsou nesrovnatelně nákladnější nejen při vlastní realizaci, ale i v následném provozu. Znamená to, že zbývající potenciál je třeba hledat na stávajících dosud energeticky neobsazených jezových stupních a hlavně také v modernizaci velkého množství starých vodních děl, kde energetické využití má často nízkou účinnost.

**Tabulka č. 7. Trend vývoje MVE v České republice v uplynulém období - průměrná data.**

| rok  | počet  | instalovaný výkon (MW) | roční výroba (MWh) |
|------|--------|------------------------|--------------------|
| 1930 | 11 000 | 150                    | 200 000            |
| 1980 | 135    | 10                     | 30 000             |
| 1985 | 250    | 20                     | 80 000             |
| 1990 | 900    | 65                     | 170 000            |
| 1995 | 1 200  | 200                    | 500 000            |
| 2000 | 1 300  | 262                    | 600 000            |
| 2001 | 1 330  | 270                    | 620 000            |
| 2002 | 1 350  | 275                    | 635 000            |

Z tabulky je patrný vzestupný trend výstavby MVE po roce 1990. Je však také zřejmé, že za poslední 5 ti leté období se projevil pokles zájmu, jehož příčinou je i dřívější obsazování

výhodnějších lokalit, když pro další realizace zůstávají k dispozici převážně lokality s nízkými spády.

Zde je třeba upozornit, že prezentovaná data nutno brát pouze jako orientační. Od roku 2002 jsou evidovány již odděleně, a to MVE do 1MW u Svazu podnikatelů pro využití energetických zdrojů a od 1MW do 10MW u Energetického regulačního úřadu.

### 1.4.2. Vodní toky – jejich hydroenergetický potenciál

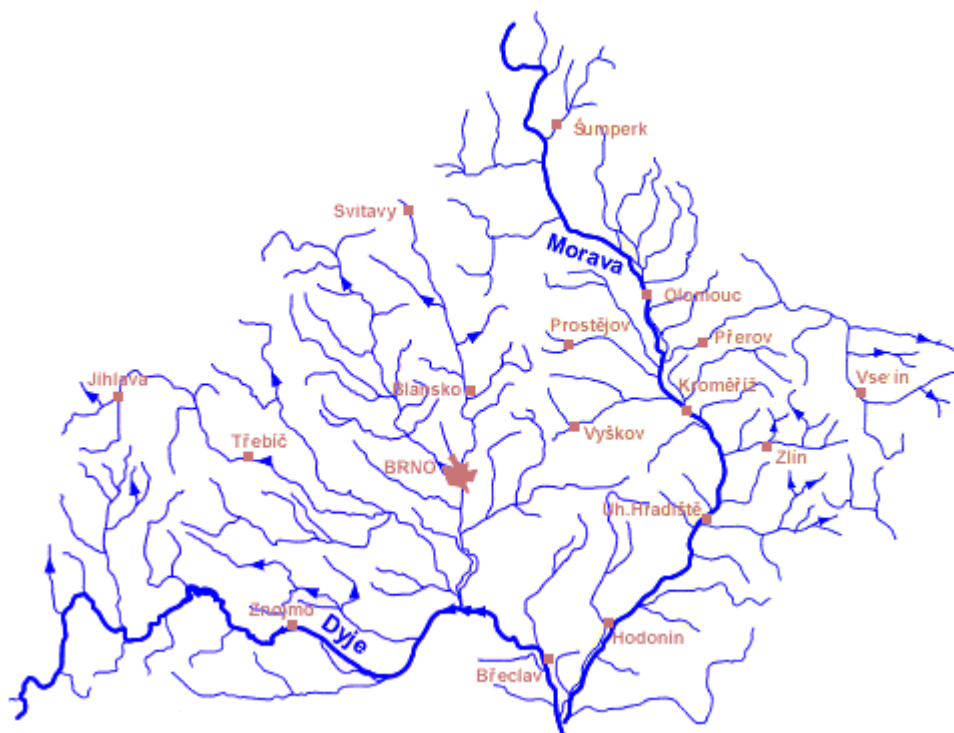
Potenciál vodních toků na území české republiky je zpravován celkem pěti Správami toků: *Povodí Labe, Vltavy, Ohře, Odry a Moravy*. Do konce roku 2000 měly charakter akciových společností a od roku 2001 jsou opět státními podniky. Vedou větší část legislativy provozu, užívání a využívání toků a příslušných rozvodů.

Tabulka č. 8. **Teoreticky využitelný hydroenergetický potenciál toků v ČR do 10 MW dělený podle dílčích povodí**

|               | výkon [MW] | výroba [GWh] |
|---------------|------------|--------------|
| Labe          | 114        | 420          |
| Vltava        | 164        | 430          |
| Ohře          | 78         | 300          |
| Odra          | 56         | 100          |
| Morava        | 100        | 250          |
| <b>celkem</b> | <b>512</b> | <b>1500</b>  |

### 1.4.3. Současné využití hydroenergetického potenciálu na povodí Moravy a v Jihomoravském kraji

Vzhledem k poloze povodí Moravy, kde veškeré významnější toky pouze pramení a skutečnost, že se v tomto povodí nenacházejí žádné vysokohorské terény s významnějšími spády a průtoky dotovanými z ledovců, je zde velmi málo využitelného hydropotenciálu. Při jeho využívání je také nutno počítat s malými instalovanými výkony.



obr. 9. Povodí MORAVY

Hydrologické podmínky toků v Jihomoravském kraji jsou ve srovnání se všemi ostatními kraji v republice nejméně příznivé. Je to jednoznačně ovlivněno jak malými spády říčních toků, tak i jejich vodnatostí. Přesto energetické využití toků z hlediska objemu výroby patří v Jihomoravském kraji k nejvyšším v republice.

Toky s nejvýraznějším energetickým potenciálem, tj. dolní tok Moravy (90%). Dyje (85%), Svratky (85%), Svitavy (80%) a Jihlavy (75%) jsou podle výše uvedeného hlediska využity v průměru na cca 85% - bráno na území Jihomoravského kraje. Potenciál zbývajících toků je potom již výrazně menší (zanedbatelný) a může být vhodný pouze pro pokrytí nebo dílčí pokrytí vlastní spotřeby provozovatelů. Přesto nelze považovat současný stav ve využití hydropotenciálu v Jihomoravském kraji za ukončený.

Nezanedbatelným podílem je hydropotenciál využívaný na lokalitách se zastaralou technologií, kde vlivem nízké účinnosti provozu vznikají značné ztráty na výrobě elektrické energie. Lze odhadnout, že zhruba 70% vodních elektráren v kraji je vybaveno turbínami z třicátých až padesátých let, tj. ve stáří 50 až 80 roků.

Účinnost takových soustrojí dosahuje 60% až 75% na rozdíl od nových moderních turbín s účinnostmi mezi 80% až 90%. Také průtočné množství není často využito vhodnou velikostí turbín, které jsou někde předimenzované a jinde zase nevyužívají v průběhu roku optimálně M – denní průtočnou dispozici. Často také nezachycují optimální průtočné změny nedostatečnou regulační schopností. Dá se proto říci, že jsou stále rezervy i na lokalitách již obsazených.

#### 1.4.4. Hydroenergetický potenciál významnějších toků na území města Brna

Přes území města Brna protékají dva významnější vodní toky, u kterých lze v současných podmínkách uvažovat s využitím jejich hydro potenciálu. Jedná se o řeky Svratku a Svitavu. Při analýze posuzovaného území bylo na těchto tocích evidováno 9 lokalit vhodných k energetickému využití. Šest těchto lokalit je využívaných, tři jsou nevyužívané. Dosahovaný výkon využívaných lokalit je 3,31 MW a roční výroba 9 640 MWh.

Tabulka č. 9. Přehled evidovaných lokalit

| hydropotenciál             |       |                 |      |                                 | využitý      |              | nevyužitý  |            |
|----------------------------|-------|-----------------|------|---------------------------------|--------------|--------------|------------|------------|
| tok                        | ř. km | místo           | spád | průtok                          | výkon        | výroba       | předpoklad | předpoklad |
| č.                         |       | MVE             | m    | m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> | kW           | MWh/rok      | kW         | MWh/rok    |
| <b>Svratka</b>             |       |                 |      |                                 |              |              |            |            |
| 1                          | 56,2  | Kníničky        | 17,5 | 18                              | 2 900        | 8 500        |            |            |
| 2                          | 52,9  | Komín           | 2,6  | 8,5                             | 200          | 500          |            |            |
| 3                          | 50,2  | Pisárky         | 4,1  | 8,5                             |              |              | 250        | 700        |
| 4                          | 48,8  | Riviera         | 1,5  | 8,5                             |              |              | 80         | 250        |
| 5                          | 40,8  | Přízřenice      | 2,4  | 4,8                             | 75           | 220          |            |            |
| <b>Brno- město celkem</b>  |       |                 |      |                                 | <b>3 175</b> | <b>9 220</b> | <b>330</b> | <b>950</b> |
| <b>Svitava</b>             |       |                 |      |                                 |              |              |            |            |
| 1                          | 10,8  | Brno, Obřany    | 2,3  | 5,2                             |              |              | 80         | 200        |
| 2                          | 10,1  | Brno, Cacovice  | 3,4  | 5,2                             | 75           | 180          |            |            |
| 3                          | 7,8   | Brno, Husovice* | 2,5  | 2,2                             | 35           | 120          |            |            |
| 4                          | 6,5   | Brno, Husov. II | 2,2  | 2,1                             | 25           | 120          |            |            |
| <b>Brno - město celkem</b> |       |                 |      |                                 | <b>135</b>   | <b>420</b>   | <b>80</b>  | <b>200</b> |

\* MVE v současnosti mimo provoz

Z obsahu analýzy také vyplynulo, že na území statutárního města Brna je stále ještě určitý hydropotenciál čekající na využití, avšak jeho technické parametry jsou již pro realizaci výrazně méně ekonomicky výhodné. Jedná se o lokality s nízkými spády, v lepším případě od 2 do 4m a pak lokality s extrémně nízkými spády do 2m.

Právě pro řešení problematiky extrémně nízkých spádů probíhá v současnosti na VUT-EÚ, odboru hydraulických strojů v Brně, vývoj nového typu vodní turbíny. Jedná se o unikátní řešení Kaplanovy turbíny s dvoulopatkovým oběžným kolem bez rozvaděče, které bude regulováno změnou otáček. Tento vývoj je zaměřen právě na typ stroje, který v oblasti velmi nízkých spádů a vysokých průtoků dosáhne dobrých účinností při nízkých výrobních nákladech.

Základní hydraulická koncepce stroje (příloha 1) dostala název - „Virová turbína“. Jedná se v celosvětovém měřítku o zcela novou koncepci, která byla zapsána na patentovém úřadě dne 22.01.2001 pod. č. PÚV 10767. Již jeden rok je prototyp turbíny ve stádiu zkoušek, v laboratořích zkušebny VUT v Brně. V letošním roce se uvažuje s instalací první demonstrační turbíny na díle, kde by absolvovala další garanční a komplexní zkoušky. Věříme, že právě tato turbína by mohla vyřešit energetické využití zbývajících potenciálů s extrémně nízkými spády.

Nelze také pominout, že z celkového počtu 9 MVE provozovaných na území města Brna je v současnosti jedna mimo provoz a zbývající jsou většinou osazeny zastaralou technologií, které vykazují účinnosti o 10 až 15% nižší než dnešní moderní technologie. MVE se zastaralou technologií nevyužívají v dané lokalitě hydropotenciál optimálně, ne jen vlivem účinnosti turbíny, ale také vlivem nedokonalého technicko-provozního zabezpečení (automatiky, hladinové regulace, atp.).

Z provozovaných MVE byla rekonstruována pouze MVE Husovice II a nyní je připravována rekonstrukce MVE Komín.

*Optimální využití toků tudíž nespočívá pouze v plném obsazení všech lokalit, ale také na technické úrovni všech provozovaných MVE.*

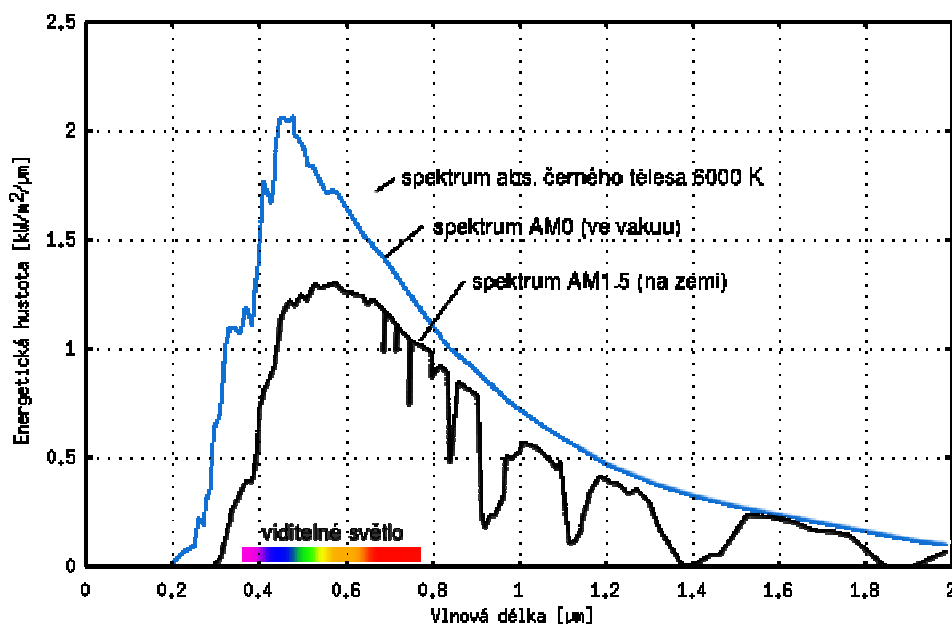
Tabulka č. 10. **Využitý a využitelný hydropotenciál na území města**

|               | počet lokalit | hydropotenciál využitý |                  | hydropotenciál využitelný |                  |
|---------------|---------------|------------------------|------------------|---------------------------|------------------|
|               |               | výkon<br>kW            | výroba<br>TJ/rok | výkon<br>kW               | výroba<br>TJ/rok |
| <b>celkem</b> | <b>9</b>      | <b>3 310</b>           | <b>34,704</b>    | <b>410</b>                | <b>4,140</b>     |

## 1.5. Solární energie

Solární energie je svoji povahou rozptýlená, tj. málo koncentrovaná a její dostupnost je závislá jak na počasí, tak i na ročním období. Současně je však dostupná a využitelná prakticky všude.

Slunce je zdrojem zářivé energie v celém rozsahu spektra. Jeho rozložení do jednotlivých oblastí ukazuje následující tabulka.



Graf č. 8. Rozložení spektra sluneční energie na zemi

**AM0** (air mass) je spektrum slunečního záření v kosmickém prostoru ve vzdálenosti 150 miliónů kilometru od slunce bez ovlivnění atmosférou. Množství energie, které na Zemi za Slunce dopadá, je vyjádřeno sluneční konstantou, která představuje měrný tok energie záření na  $1\text{m}^2$  plochy kolmé k dopadajícím paprskům. Střední sluneční konstanta je podle posledních měření ve vesmíru  $1\,353\text{ W/m}^2$ , což reprezentuje 3.ledna (v perihéliu)  $1\,398\text{ W/m}^2$  a 3.července (v apohéliu)  $1\,308\text{ W/m}^2$ . Fluktuační způsobná eliptičností dráhy Země je tedy 3,3%.

**AM1.5** je spektrum slunečního záření po průchodu bezoblačnou atmosférou. Energetická hustota (výkon slunečního záření) tohoto spektra dopadajícího na zemský povrch je  $1\text{ kW/m}^2$ , ale silně závisí na průhlednosti atmosféry. Celkový využitelný výkon slunečního záření odpovídá šedé ploše pod křivkou AM1.5.

Tabulka č. 11. Procentní podíl spektra slunečního záření po průchodu bezoblačnou atmosférou

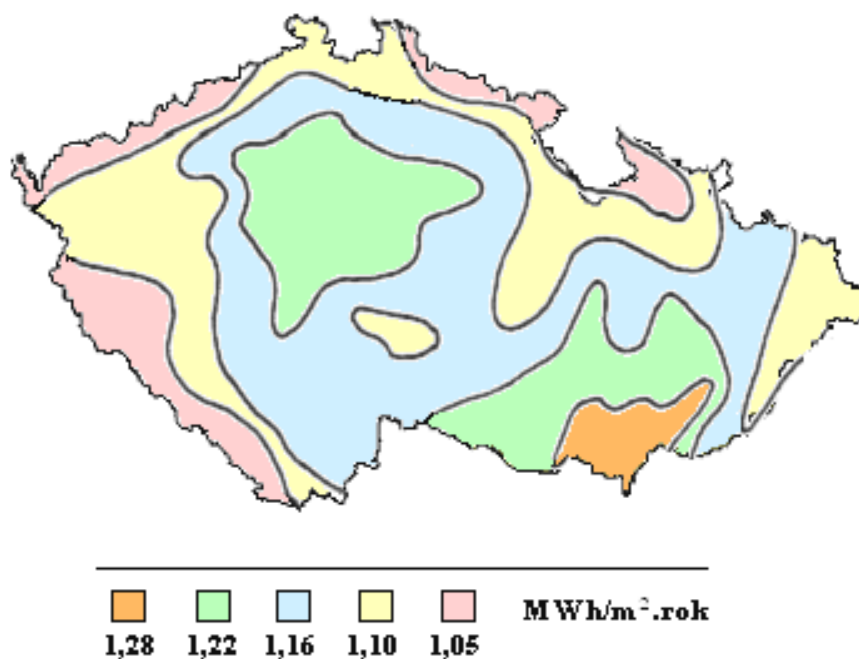
| oblast              | %     | celková energie      |
|---------------------|-------|----------------------|
| ultrafialové světlo | 7,82  | $105,8\text{ W/m}^2$ |
| viditelné světlo    | 47,33 | $640,4\text{ W/m}^2$ |
| infračervené záření | 44,85 | $606,8\text{ W/m}^2$ |

Při průchodu atmosférou je však část záření pohlcena, rozptýlena a odražena. Přibližně třetina se bezprostředně odráží jako krátkovlnné záření zpět do vesmíru. Na povrch Země tak dopadá jednak záření přímé a jednak záření difúzní (rozptýlené a odražené od mraků). Část této energie se mění na teplo a odráží se zpět ve formě infračerveného záření a část je vázána na koloběh vody.

### 1.5.1. Specifické vlastnosti solární energie

Na území České republiky lze energii slunečního záření velmi dobře využít. Celková doba slunečního svitu (bez oblačnosti) se pohybuje od 1 400 do 1 800 hod/rok.

Danou lokalitu a její vhodnost pro využití solární energie získané z dlouhodobých meteorologických měření však mnohem lépe charakterizují roční sumy dopadající sluneční energie. Následující orientační mapa znázorňuje průměrná roční množství sluneční energie dopadající kolmo na  $1\text{m}^2$  plochy. V České republice se tyto sumy pohybují zhruba v rozmezí 1 000 - 1 280  $\text{kWh/m}^2\cdot\text{rok}$ .



obr. 10. Průměrná roční množství sluneční energie dopadající kolmo na  $1\text{m}^2$  plochy

Následující tabulka a její grafické vyjádření však poukazují na skutečnost, že rozdělení slunečního záření je během roku značně nerovnoměrné. Z údajů vyplývá jednoznačně, že dopadající záření v letních měsících je výrazně větší než ve zbývajících částech roku, tedy v topné sezoně.

Tabulka č. 12. **Množství sluneční energie dopadající kolmo na 1m<sup>2</sup> plochy**

| období        | celková dopadající energie<br>kWh/m <sup>2</sup> | podíl vůči celému roku<br>% | podíl roční potřeby tepla<br>% |
|---------------|--|-----------------------------|--------------------------------|
| leden         | 22   | 2,24                        | 16,91                          |
| únor          | 36   | 3,33                        | 13,11                          |
| březen        | 83   | 7,68                        | 10,93                          |
| duben         | 117  | 10,82                       | 8,48                           |
| květen        | 150  | 13,88                       | 5,10                           |
| červen        | 167  | 15,45                       | 2,54                           |
| červenec      | 167  | 15,45                       | 2,54                           |
| srpen         | 136  | 12,86                       | 2,54                           |
| září          | 100  | 9,25                        | 4,25                           |
| říjen         | 56   | 5,18                        | 5,98                           |
| listopad      | 25   | 2,31                        | 12,92                          |
| prosinec      | 19   | 1,75                        | 14,70                          |
| <b>celkem</b> | <b>1 081</b>                                     | <b>100,00</b>               | <b>100,00</b>                  |

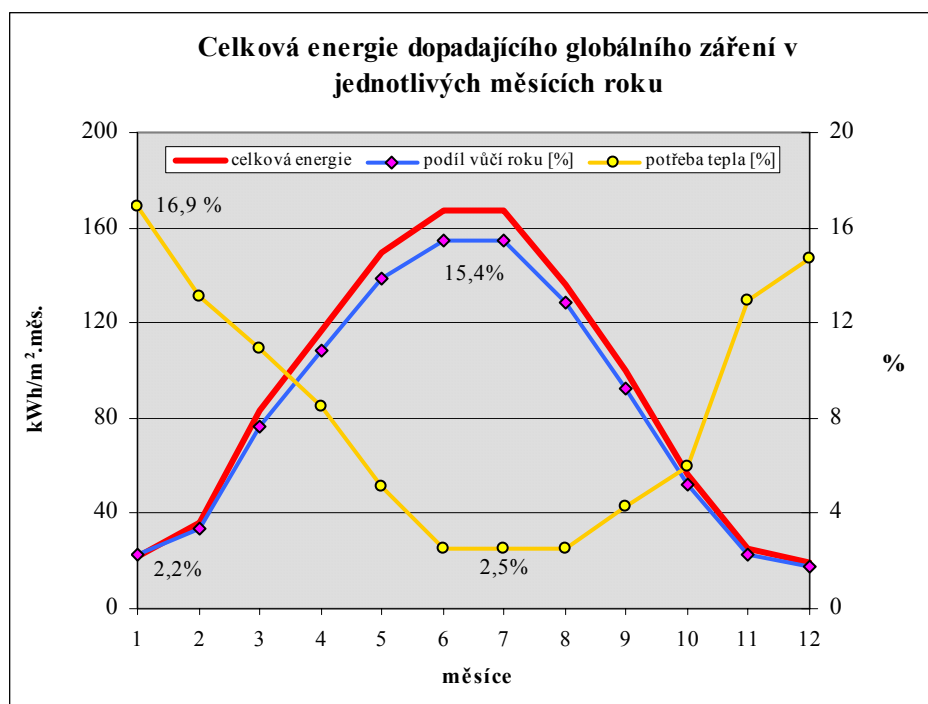
**Přímé sluneční záření** dopadajícího na zemský povrch je omezováno součinitelem znečištění atmosféry  $Z$ .

- $Z = 2,0$  místa nad 2 000 m n.m.
- $Z = 2,5$  místa nad 1 000 m n.m.
- $Z = 3,0$  venkov bez průmyslových exhalací
- $Z = 4,0$  města a průmyslová střediska
- $Z = 5,0$  silně znečištěné prostředí

Difúzní záření – záření rozptýlené a odražené od mraků, které dopadá na zemský povrch se stejnou vlnovou délkou jako záření přímé. Jeho intenzita vzrůstá se součinitelem  $Z$ .

Celkové(globální záření) se skládá ze záření přímého a difúzního.

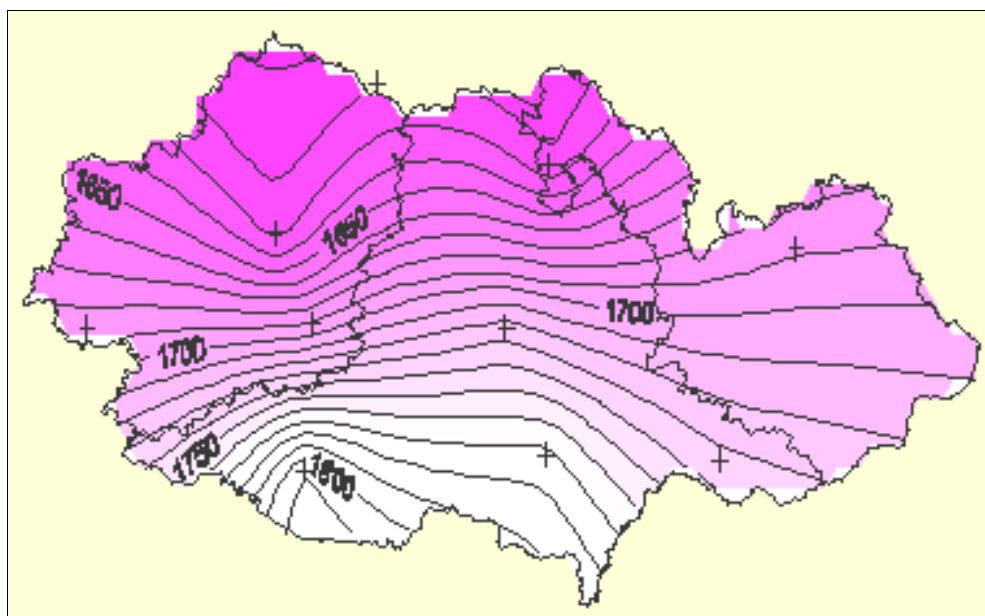




Graf č. 9. Dopadající globální záření

### 1.5.2. Možnosti využití solární energie na území města Brna

Území města Brna a jeho okolí patří v rámci republiky mezi oblasti s největší průměrnou roční délkou slunečního svitu ( v rozmezí 1 700 – 1 750 hod/rok ) a tím také k oblastem s největší roční dopadající sluneční energií.



obr. 11. Průměrná roční délka slunečního svitu (r. 1961-2000) – jižní Morava

Využívání sluneční energie se i v zeměpisných šířkách, ve kterých leží území města Brna, stává důležitou složkou pro krytí energetické potřeby především domácností. Její přímé využití však naráží na některé podstatné potíže. Především je to malá plošná hustota záření a jeho nerovnoměrnost v průběhu roku. V období **největší potřeby tepla** jsou však **nejmenší**

**možné zisky** ze solárních zařízení. Znamená to, že se sluneční energií lze počítat pouze jako s doplňkovým zdrojem energie.

*Sluneční energie na území města Brna může být využita v aktivních nebo pasivních solárních systémech.*

#### **1.5.2.1. Pasivní solární systémy**

Pasivní systémy pro využití sluneční energie (solární architektura) využívají v maximální míře konstrukční prvky budovy. Množství získané energie u pasivního solárního systému závisí na poloze, architektonickém řešení a zejména druhu budovy, použitých materiálech, vytápěcím systému (míra využití zisků z oslunění). Existuje řada kombinací prosklených a akumulčních prvků. Podmínkou využití pasivních solárních systémů je vyřešení tepelné zátěže v letních měsících.

Základním prvkem pasivního slunečního vytápění je zasklená plocha na maximálně osluněné jižní straně budovy, která slouží k zachycení energie slunečního záření. Pro zimní období, kdy slunce prochází nízko nad obzorem, jsou nejvýhodnější strmé šikmé až svislé plochy s úhlem sklonu 60 až 90°. Zasklená plocha jako základní prvek je uplatněna u všech hlavních prvků pasivních vytápěcích systémů, ke kterým patří slunečné okno, sluneční okno, sluneční skleník a sluneční akumulční stěna.

U nově budovaných staveb je nutné pasivnímu využití solární energie přizpůsobit celé architektonické řešení – tvar budovy, vnitřní dispozice, orientace budovy a umístění solárních prvků. Starší stavby lze vhodně rekonstruovat – vybudovat skleněné přístavby, prosklené verandy apod. Konkrétní budovu je lepší řešit se specializovaným odborníkem.

#### **1.5.2.2. Aktivní solární systémy**

Aktivní solární systémy je téměř vždy možné dodatečně instalovat na stávající budovy. Aktivní solární systémy je možno rozdělit na systémy využívající solární energie k výrobě elektrické energie a na systémy využívající solární energii k výrobě tepla.

##### **1.5.2.2.1. Aktivní solární systémy – výroba elektrické energie**

Přímá přeměna slunečního záření na elektrickou energii je možná na základě fotovoltaického jevu. Základním prvkem zařízení pro přeměnu slunečního záření na elektrickou energii je solární (fotovoltaický) článek. Solární článek je polovodičový velkoplošný prvek. Energetická účinnost přeměny slunečního záření na elektrickou energii je u současných hromadně vyráběných solárních článků 14 – 16%.

V současné době jsou nejrozšířenější solární články vyrobené z krystalického křemíku ve formě monokrystalu nebo multikrystalu. Sériovým nebo i paralelním elektrickým propojením solárních článků vzniká po jejich zapouzdření solární panel. Články jsou sério–paralelně elektricky spojeny tak, aby bylo dosaženo potřebného napětí a proudu pro přímé využití generované elektrické energie. Konstrukce solárních panelů jsou značně rozmanité podle druhu použití. Panely jsou zpravidla instalovány na jižní střechy a fasády budov, případně na volnou plochu nebo na technické stavby jako jsou protihlukové bariéry.

Pro využití elektrické energie ze solárních panelů je potřeba připojit k panelu další technické prvky – např. akumulátorovou baterii, regulátor nabíjení, napěťový střídač, indikační, zobrazovací, komunikační a měřicí přístroje, případně automatické sledovače slunce.

Největší uplatnění nacházejí solární systémy nezávislé na rozvodné síti – tzv. ostrovní systémy. Solární systémy jsou instalovány na místech, kde není vybudována nebo kde není účelné budovat elektrickou přípojku.

Příklady instalací:

- zdroje elektrické energie pro chaty, penziony, rodinné domy
- napájení dopravní signalizace, telekomunikačních zařízení nebo monitorovacích přístrojů v terénu
- zahradní svítidla, světelné reklamy, camping

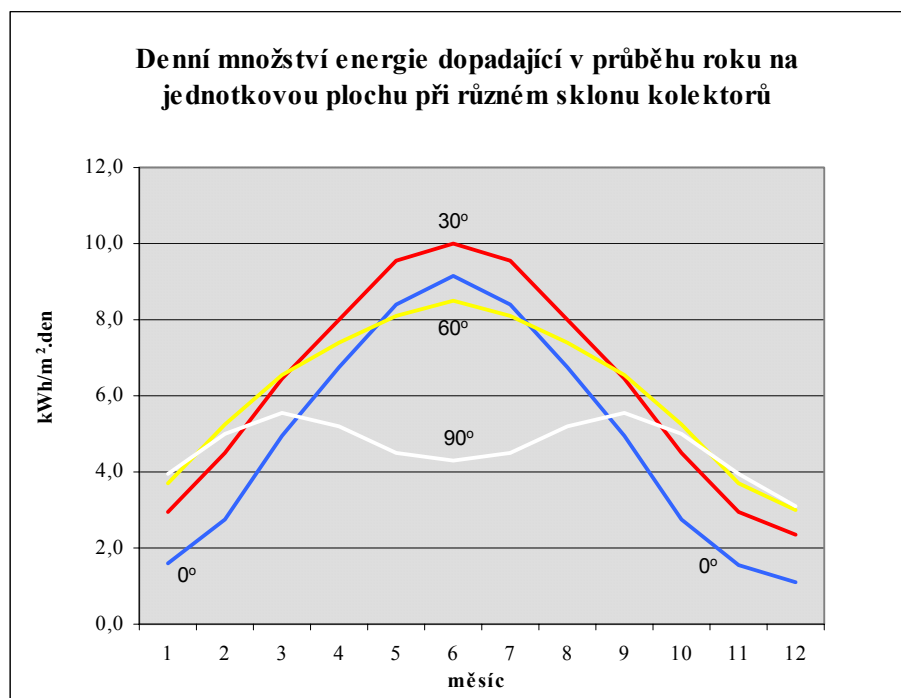
Fotovoltaický systém s instalovaným výkonem 1 kW je schopen ročně dodat v tuzemských podmínkách 800 až 1 000 kWh elektrické energie. Jeden m<sup>2</sup> fotovoltaického panelu s monokrystalickými články má špičkový výkon 115 – 125 W<sub>p</sub> (při osvětlení 1 000 W/m<sup>2</sup>).

#### **1.5.2.2.2. Aktivní solární systémy - výroba tepla solárními kolektory**

Aktivní systémy, u nichž se energie dopadajícího slunečního záření zachycuje kolektory a přeměňuje v teplo slouží nejčastěji k ohřevu teplé užitkové vody v domácnostech, v rekreačních objektech a v zemědělství, a s použitím vzduchu jako teplonosné látky také k sušení rostlinných produktů. V menší míře slouží i k vytápění budov a ohřevu bazénové vody.

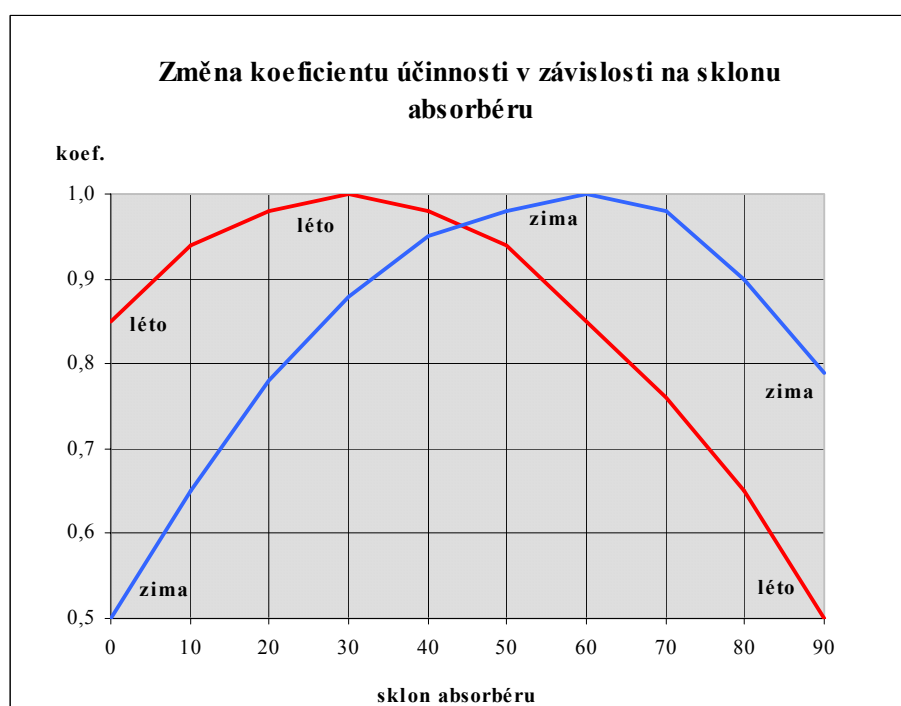
Základním prvkem solárního systému je sluneční kolektor. Energie slunečního záření zachycená absorpční plochou kolektorů se ve formě tepla předává teplonosné látce, která ji dále odvádí buď přímo ke spotřebičům nebo do akumulačního zásobníku.

Následující graf ukazuje teoretického množství energie dopadající na jednotkovou plochu za den, při jasné obloze a součiniteli znečištění  $Z=3$ , v závislosti na kalendářní době a sklonu kolektoru  $\alpha$  od vodorovné roviny. Data jsou platná pro  $50^\circ$  severní zeměpisné šířky a orientaci osluněné plochy na jih.



Graf č. 10. Množství energie dopadající na jednotkovou plochu při různém sklonu kolektorů

Maximální využití kolektorové plochy v průběhu roku by vyžadovalo její natáčení.



Graf č. 11. Koeficient účinnosti v závislosti na sklonu absorberu

Oba tyto grafy ukazují, že určitým kompromisem v náklonu kolektorové plochy, který by vyhovoval charakteru letního i zimního záření a pracoval s maximálním možným ročním ziskem, je náklon o úhel  $\alpha = 45^\circ$  (od vodorovné roviny).

### **Rozdělení solárních systému určených k výrobě tepla**

Solární systémy dělíme podle způsobu oběhu teplotnosné látky na systémy se samotížným oběhem a s nuceným oběhem. Solární systémy se samotížným oběhem využívají k oběhu gravitace mezi kolektorem a zásobníkem. Kapalina v systému proudí díky rozdílu hustoty mezi ochlazenou a ohřátou teplotnosnou kapalinou. Solární zásobník je nutné umístit výše než solární kolektory. Solární systémy s nuceným oběhem využívají k oběhu teplotnosné kapaliny oběhové čerpadlo.

Podle počtu okruhů se dělí solární systémy na jednookruhové a dvouokruhové. Jednookruhové systémy přímo ohřívají vodu bez výměníku tepla. Používají se nejjednodušších zařízeních pro sezónní ohřev vody. Dvouokruhové systémy pracují s výměníkem tepla a dvěma nezávislými okruhy. První okruh rozvádí ohřátou teplotnosnou kapalinu od kolektorů do výměníku tepla. Druhý okruh přebírá teplo z výměníku a vede jej do místa spotřeby. Primární okruh je naplněn nemrznoucí směsí. Výhodou dvouokruhových systémů je celoroční provoz.

Vlastní solární kolektory rozdělujeme z hlediska teplotnosného média na kolektory kapalinové a vzduchové, z hlediska tvaru na ploché a trubicové.

V podmínkách města Brna je možno uvažovat o využívání následujících typů solárních systémů s kapalinovými kolektory:

#### **– sezónní (letní) ohřev teplé užitkové vody**

Zpravidla se jedná o jednoduchá zařízení pouze se slunečními kolektory (bez dalšího zdroje tepla). Tato monovalentní zařízení se nejčastěji využívají pro ohřev vody v bazénech a pro ohřev teplé užitkové vody v rekreačních objektech pouze s letním provozem.

#### **– celoroční ohřev teplé užitkové vody**

Jedná se v současnosti o nerozšířenější typ solárního systému. Jde o bivalentní systémy, kdy je k solárnímu systému nutné instalovat další zdroj tepla, který je využíván v době nedostatečného slunečního záření.

#### **– celoroční ohřev teplé užitkové vody a přitápění**

Jde opět o bivalentní systémy, na rozdíl od předchozích typů je však nutno vyřešit využití přebytku tepla v letních měsících. Řešením je buď ohřev bazénové vody, nebo instalace větší akumulární nádrže, ve které je teplo akumulováno a využito k vytápění v topném období.

Objekty, ve kterých lze předpokládat nejvyšší využití aktivních solárních systémů:

- rodinné domy, obytné budovy
- penzióny, hotely
- kempy

### 1.5.3. Odhad potenciálu solární energie na území města Brna

Využití sluneční energie se předpokládá (jak bylo v předcházejícím uvedeno) především v aktivních systémech pro ohřev teplé užitkové vody. Převažující oblastí pro realizaci těchto systémů je bytová zástavba, na kterou je výpočet potenciálu zaměřen.

Pro tento případ je pro území statutárního města Brna je vypočten energetický potenciál získaný ze sluneční energie.

Variantně je uvažováno s rozdílným procentem instalace v rodinných domcích. Potenciál je úměrný počtům rodinných domků. Úroveň dopadající energie je pro celé území uvažována konstantní. Výpočet je proveden za následujících předpokladů:

- na 1 RD (4 obyvatele) instalace slunečního kolektorového pole o ploše cca 5 m<sup>2</sup>
- roční zisk cca 350 kWh/m<sup>2</sup>.rok
- celkový roční zisk na kolektorové pole = 5 × 350 = 1 750 kWh/rok

Tabulka č. 13. Potenciál využití solární energie

| počet RD      | instalace systému z celkového počtu RD |               |               |               |               |
|---------------|--|---------------|---------------|---------------|---------------|
|               | 5%                                     | 10%           | 15%           | 20%           | 25%           |
|               | GJ/rok                                 | GJ/rok        | GJ/rok        | GJ/rok        | GJ/rok        |
| <b>27 612</b> | <b>8 698</b>                           | <b>17 396</b> | <b>26 093</b> | <b>34 791</b> | <b>43 489</b> |

### 1.5.4. Využití solární energie u objektů s vyšší spotřebou TUV

#### 1.5.4.1. Instalace velkoplošných solárních kolektorů

Vhodnost použití velkých solárních (fototermických) kolektorů:

- domy pro více rodin (bytové domy)
- domovy důchodců
- školská zařízení
- hotely
- velké kuchyně s celoročním provozem
- jiné technologické využití

#### 1.5.4.2. Umístění kolektorových ploch

**Kolektory integrované do střešní krytiny**

Nejlépe jako součást šikmé střechy, jako plocha odvádějící vodu (krytina) ve sklonu 25 ÷ 50°, orientace na jih ±50°.

**Upozornění**

- vhodně používat obdélníkové tvary střechy
- stejnoměrně zasklít celou plochu pro dosažení stejnoměrného vzhledu

**Výhody**

- jsou použitelné velkoplošné kolektory
- jednoduchá a krátká montáž na stavbě
- kolektor tvoří opticky jednotnou plochu s ostatní střechou
- může být ušetřena krytina
- cenově nejvýhodnější varianta

**Nevýhody**

- obtížný přístup pro údržbu a opravu
- při poruše skla je narušena těsnost krytiny



obr. 12. Příklady instalací kolektorů integrováním do střešní krytiny

### Kolektory na vlastní konstrukci

Na plochou střechu lze osadit kolektory na stojany obvyklé materiálové kombinace beton a hliník, případně ocelové konzoly přímo uchycené k plášťové konstrukci střechy či nosnému systému budovy.

### Upozornění

- kolektory musí být zajištěny proti působení větru
- plocha střechy odolná proti poškození (pásový základ)
- umístění projednat s dodavatelem kolektorových modulů

### Výhody

- optimální orientace a sklon
- dobrý přístup pro opravy a údržbu

### Nevýhody

- dražší varianta
- omezená velikost prefabrikátu



obr. 13. Příklady instalac íkolektorů na vlastní konstrukci



### Fasádní kolektory

Vhodnou plochou je též rovná fasáda objektu, sklon kolektoru je 90°, specifický roční zisk snížen maximálně o 30%.

### Upozornění

- riziko zastínění (arkýře, balkony)
- obtížnější statické zajištění skla
- nižší solární pokrytí na jednotku plochy

### Výhody

- kolektor tvoří zároveň tepelnou izolaci pláště
- úspora na jiných fasádních konstrukcích (omítky, zateplení)
- možnost volby velkoplošných kolektorů, snadná krátká montáž na stavbě
- žádné problémy s přetápěním a klidovým stavem v létě
- kolektor je více na očích
- větší využití odrazivosti povrchu (zejména sněhu)
- menší tendence k zašpinění

### Nevýhody

- obtížnější přístup pro údržbu a opravu
- menší výtěžek ze stejné plochy

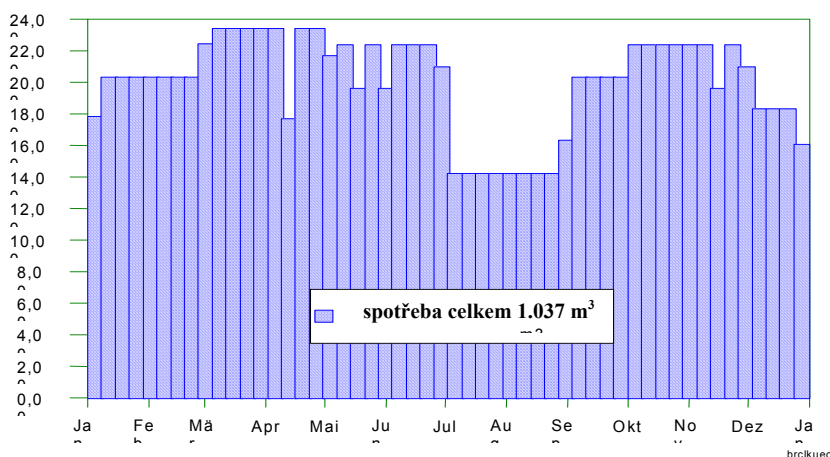


obr. 14. Příklady instalací fasádních kolektorů

### 1.5.4.3. Příklady instalací velkoplošných solárních kolektorů

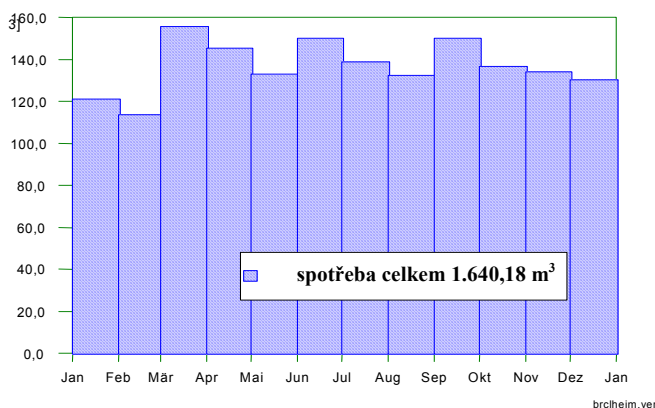
#### Velkoplošný fasádní solární kolektor na SPŠ Břeclav

V měsíci březnu 2001 byla vypracována rakouskou institucí AEE Wien přípravná studie na možnosti solárního ohřevu TUV pro hlavní místa spotřeby, a to pro internát a školní kuchyni.



Roční profil spotřeby teplé vody v kuchyni.

V kuchyni se denně připravuje cca 600 až 800 jídel, přes léto cca 300, což značí spotřebu 5 200 litrů ve školním roce a 3 200 litrů vody teplé 60 °C přes prázdniny.



Roční profil spotřeby teplé vody na internátě.

Internát má kapacitu 120 lůžek, spotřeba teplé vody kolísá mezi 4 500 a 7 400 litry TUV. Spotřeba v letních měsících je zhruba stejná, neboť internát je turisticky využíván.

Na základě výběrového řízení byla na realizaci vybrána firma Ekosolaris, a.s., která splnila veškeré požadavky projektu a instalovala solární systém s nuceným oběhem s fasádním kolektorem rakouské firmy AKS Doma solartechnik o velikosti 80 m<sup>2</sup> kolektorové plochy, stojatý akumulční zásobník o velikosti 4 000 l, provozní zásobník o objemu 1 000 l a další potřebnou technologii včetně regulace a měření.

Kolektorové zapojení využívá princip Low-Flow, což umožňuje v kolektorech s malou tepelnou kapacitou ohřát vodu velmi rychle na provozní teplotu a předat bez ztrát při smíchávání teplo do zásobníku, a to do vrstvy příslušné teploty.

V současné době nahrazuje solární ohřev oproti minulým letům přibližně jednu třetinu z původní spotřeby zemního plynu na ohřev TUV pro dané objekty, což pro školu znamená úsporu cca 80 tisíc Kč.



obr. 15. Velkoplošný fasádní solární kolektor na SPŠ Břeclav

### Mateřská školka Ostrava - Proskovice

Projekt bytové nástavby mateřské školy v Ostravě – Proskovicích může sloužit jako typový projekt pro tyto druhy objektů, které je díky použitým technologiím možné řešit tak, aby vhodně doplnily a oživily ráz obce (na rozdíl od původních objektů).

Střecha nástavby byla navržena s úhlem sklonu 50°C tak, aby mohly vzniknout dostatečné plochy solárních kolektorů, které současně tvoří střešní plášť. Zvolen byl „drain back“ systém SOLARNOR. Tím je umožněno vsadit do plochy libovolná okna a navíc svou hmotností 10 kg/m<sup>2</sup> nezatěžuje střešní konstrukci. Celková absorpční plocha činí 120 m<sup>2</sup>.

V přechodném období je solární energie využívána přednostně pro přitápění, jelikož topná voda bude mít teploty 30-40°C, což je podstatně méně než TUV. Mimo topnou sezónu se počítá s ohřevem TUV pro mateřskou školu, kuchyni, prádelnu a venkovní bazénky a sprchy. Solární nádrž o celkovém objemu 12 m<sup>3</sup> je umístěna v kotelně. Jedná se o beztlakovou nádobu s hliníkovým pláštěm a vyztužením, přičemž izolace byla navržena v tloušťkách 10-20 cm.

Solární systém je osazen čidly teploty a ultrazvukovými měřiči tepla, které jsou napojeny na ČRS fy Honeywell. Veškeré měřené hodnoty jsou vyvedeny na dispečink, umístěný na radnici, který archivuje hodnoty i z jiných staveb městského obvodu. Po dokončení dispečinku budou hodnoty přístupny přes Internet.



obr. 16. Konečná podoba objektu (29.8.2002)

(Zdroj Závěrečná zpráva projektu VaV/320/6/00)

#### Technické údaje - solární systém:

|   |                        |
|---|------------------------|
| absorpční plocha solárních kolektorů              | 120,1 m <sup>2</sup>   |
| počet modulů; délka / šířka                       | 42; 5,25 / 0,6 m       |
| objem solárního tanku                             | 9,2 m <sup>3</sup>     |
| objem vody v kolektorech                          | 360 l                  |
| váha jednoho m <sup>2</sup> kompletního kolektoru | 10,1 kg/m <sup>2</sup> |
| množství vodního média                            | 3 l/m <sup>2</sup>     |
| celková váha 1m <sup>2</sup> v provozním stavu    | 13,1 kg/m <sup>2</sup> |
| absorpce  | 0,945                  |
| max. klidová teplota                              | 115° C                 |
| max. teplota solárního tanku                      | 80°C, reálná 65°C      |
| roční potřeba tepla                               | 92,6 MWh/rok           |
| z toho vytápění vč. řízeného větrání              | 58,3 MWh/rok           |
| ohřev TUV vč. venkovních bazénků                  | 34,3 MWh/rok           |
| roční solární zisk - využitelný                   | 32,1 MWh/rok           |
| celkové pokrytí potřeby tepla                     | 36%                    |

(zdroj: [www.oze.cz](http://www.oze.cz))

## Domov důchodců v Ostravě – Vítkovicích

Na domově důchodců v Ostravě – Vítkovicích byly koncem října 2003 namontovány dva solární systémy pro ohřev teplé vody (TUV). Jeden systém je nainstalován v objektu „A“, druhý v objektu „B“.

Budovy domova jsou již cca 20 let v provozu. Zvláštním rysem tohoto domova důchodců je podstatně vyšší procento dlouhodobě ležících klientů, což znamená zvýšenou spotřebu teplé užitkové vody. Stabilním zdrojem tepla pro celý komplex je centralizované zásobování spravované Zásobováním teplem Ostrava, a.s. Topným médiem je horká voda, sloužící také pro ohřev TUV.

Celkové absorpční plochy jsou 150m<sup>2</sup> a 160m<sup>2</sup>, celkem 310 m<sup>2</sup>. Návrh vycházel z konceptu Low – Flow, tj. s nízkým průtokem teplotního média 15 l/m<sup>2</sup> hod.

Nízký průtok má řadu předností, jako např. menší světlosti potrubí, nižší tlakové ztráty a nižší čerpací práce, jakož i nižší investiční náklady. Na druhé straně však jsou vyžadovány speciální, velkoplošné kolektory, které umožňují nízký průtok řazením do větších sérií a spec. zásobníky umožňující teplotní vrstvení (stratifikaci). Kolektory jsou umístěny na plochých střechách dvou pavilonů.

Každý kolektor má absorpční plochu 11,5 m<sup>2</sup> a jsou řazeny do okruhů 13 ks – 149,5 m<sup>2</sup> a 14 ks (161 m<sup>2</sup>), v sériích po 6 – 7 kusech. Délka potrubí je tak minimalizována. Jednotlivé série jsou zaregulovány pomocí vyvažovacích ventilů. V obou případech se jedná o ploché střechy s tepelnou izolací nad hydroizolací s povrchovým krytím kačirkem. Rozmístění kolektorů bylo provedeno podle umístění stávajících větracích hlavic a vzduchotechnických zařízení. S ohledem na architektonické řešení objektů byl zvolen nižší úhel náklonu tj. 30°. Kolektory jsou uzemněny pro odvod atmosférické elektřiny a blesku.

Montáž kolektorů probíhala pomocí autojeřábu. Oba systémy byly namontovány za cca 6 hod. (mimo potrubního propojení). Připojovací měděné potrubí má dimenzi DN 28/1,5, přívodní potrubí pak DN 35/1,5. Teplotním médiem je solaren s ředěním na – 25°C o max. provozním tlaku 4,0 bar.

Množství solární energie je nerovnoměrně rozmístěné během roku i během dne. Z toho důvodu je nutné řešit alespoň krátkodobou akumulaci na 2 – 3 dny a při víkendovém provozu. Stanovení akumulačního objemu záviselo na velikosti absorpční plochy a denních odběrech teplé vody. Vzhledem k navrženým externím deskovým výměníkům, mohly být použity beztlaké nádoby. Výhodou těchto nádob je dobré využití daného prostoru, jelikož nádrže mohou být ve tvaru krychle nebo kvádra. V objektu „A“ byla instalována akumulační nádrž o objemu 8 m<sup>3</sup> a v objektu „B“ o objemu 19,2 m<sup>3</sup>. Akumulační objem v objektu „B“ vystačí i pro rozšíření absorpční plochy v další etapě.

Nádrže byly tepelně izolovány minerální vlnou v tl. 20 cm. Vnější povrch tvoří buď zdivo, nebo dřevěné latění.

Pro ukládání solárního tepla do vrstev vody o odpovídající teplotě (stratifikace) jsou v solárním tanku umístěny speciální vestavby, které umožňují výše zmíněný efekt. Jedná se o tvarovky s tepelnou odolností 110°C. Na každém hrdle je osazena klapka z duralového plechu.

Stávající ohřev teplé vody (TUV) pomocí stanic ASTRA zůstane v obou případech zachován. Ohřev solární energií je tomuto ohřevu předřazen. Nerovnoměrnost odběru teplé vody je vyrovnávána zásobní nádrží o obsahu 400 l, čímž se sníží špičkový příkon pro ohřev teplé vody.

## 1.6. Biomasa

Pro definici biomasy, která představuje rozsáhlou oblast obnovitelných zdrojů energie použijeme definici danou direktivou EU 2001/77/EC z roku 2001. Biomasa se rozumí bio rozkladné frakce z plodin, odpadů a zbytků vyprodukovaných v zemědělství (a to jak rostlinných, tak i živočišných substancí), v lesnictví a dřevozpracujícím průmyslu a také bio rozkladné frakce z komunálních a průmyslových odpadů.

Biomasa představuje jak v celosvětovém měřítku, tak i v bilancích EU nejvýznamnější obnovitelný zdroj energie, se kterým je srovnatelná pouze energie vody. Také v podmínkách ČR je biomasa považována za jeden z nejperspektivnějších zdrojů obnovitelné energie. Její využívání dává reálné možnosti, jak zvýšit dosud nízké využívání obnovitelných zdrojů.

V současné době je biomasa využívána především jako palivo v tepelných zdrojích. Při jejím spalování, se do ovzduší uvolňuje jen takové množství CO<sub>2</sub>, jaké bylo do hmoty rostliny akumulováno fotosyntézou v období jejího růstu. Má tedy spalování biomasy nulovou bilanci CO<sub>2</sub>. Jeví se proto zcela logické, že jednotlivými státy i mezinárodními organizacemi jsou podporovány rozsáhlé programy na energetické využívání biomasy, od pěstování energetických trav, přes energetické využívání dřevních odpadů až po pěstování energetických lesů.

Biomasa jako zdroj bioplynu pro kogenerační jednotku a následnou výrobu elektrické energie na svůj rozvoj teprve čeká. Samostatnou kapitolu tvoří produkce metylesteru, bioetanolu a lihu.

Z hlediska vzniku lze biomasu vhodnou pro energetické využití rozdělit na dvě základní kategorie, které je pak možno dále členit na jednotlivé specifické skupiny:

### Zbytková biomasa

- těžební odpad z lesního hospodářství
- rostlinné sklizňové zbytky ze zemědělské prvovýroby
- organické zbytky z živočišné zemědělské výroby (exkrementy hospodářských zvířat, zbytky krmiv)
- biologicky rozložitelný (biodegradabilní) složky odpadu:
  - komunálního
  - průmyslového

### Cíleně pěstovaná biomasa

- rychlerostoucí dřeviny
- nedřevnaté plodiny (energetické byliny)
- produkty zemědělské prvovýroby pěstované v zemědělských oblastech záměrně pro energetické využití (obilí, cukrová řepa, brambory, řepka olejnatá, slunečnice, len)
- využití cíleně pěstovaných obilnin pro výrobu pohonných hmot

V následující části již budou postupně specifikovány jednotlivým skupinám tak, jak jsou v členění uvedeny.

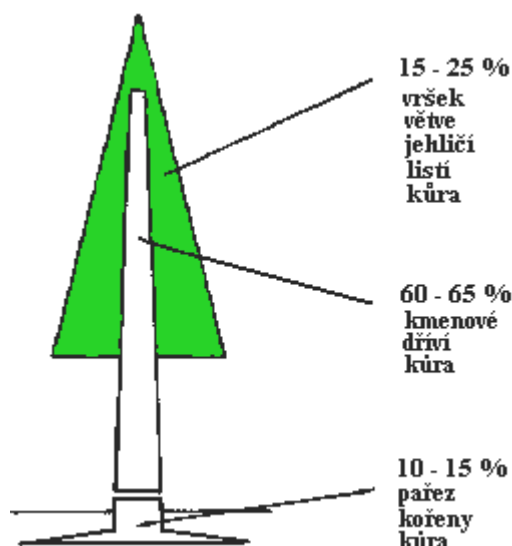
## 1.6.1. Zbytková biomasa

### 1.6.1.1. Těžební odpad - dendromasa

#### 1.6.1.1.1. Struktura dendromasy

Tímto termínem se rozumí komerčně nevyužívané dendromasy, která zůstává v lesích (dříví malých dimenzí, dříví charakteru nehroubí - tj. dříví tenčí než 7 cm na tenkém konci, odpadové dříví - dříví nestandardních rozměrů a kvality, klest po těžbě, kůra, piliny atd.). Toto dříví, které není využíváno z důvodů technologických, ekologických či ekonomických, může být potenciálním zdrojem biomasy pro energetické využití.

Obecně je nutné konstatovat, že se při energetickém využívání dříví v žádném případě nepředpokládá produkce palivového dříví na úkor průmyslově využívaných sortimentů, ani totální odnímání biomasy z lesních porostů tam, kde je to ekologicky nežádoucí. Vzhledem k tomu, že se zatím celosvětově využívá méně než 50% produkce dendromasy, orientuje se pozornost na vývoj efektivních technologií, umožňujících energetické využívání té části vyprodukované dendromasy, která zatím zůstává z technologických důvodů nevyužívána, a to v různých fázích výroby i zpracování dříví.



obr. 17. Rozdělení vyprodukované dendromasy (Johansson, Wernius, 1974)

#### Piliny

Piliny jsou specifickým druhem dezintegrovaného dřevního odpadu, vznikajícího při podélném i příčném řezání dříví. Typický je jejich malý rozměr - zpravidla od 3 do 7 mm, a vysoký podíl dřevního prachu. Jsou přímo ideálním materiálem pro výrobu bio-briket, zejména pokud napadají při zpracovávání na vzduchu nebo uměle vysušeného řeziva.

Při kalkulacích předpokládaného množství pilin, vznikajících při pořezu dříví na pilách, je možno vycházet z úvahy, že při běžných pořezových schématech pořezu kulatiny na rámových pilách napadá z celkového objemu dříví určeného k pořezu cca 10 % pilin. Vzhledem k určitým ztrátám není celé toto množství bezzbytku využitelné, ale obvykle se počítá s koeficientem využitelnosti pilin 0,8.

## Kůra

V lesnické a dřevařské praxi se veškeré objemy dříví udávají bez objemu kůry. Tloušťka kůry je proměnlivá jak podle dřevin, tak podle místa na kmeni. Přestože je podíl kůry na objemu kmenového dříví značně proměnlivý, používá se v lesnictví uzance, že objem kůry je 10% z objemu kmenového dříví.

Kvantifikace množství kůry, napadající u subjektů, které dříví odkornují, je možná ze vztahu: objem kůry = 10% z objemu odkorněného dříví.

## Těžební odpad

Pod tento souhrnný název obvykle zahrnujeme s určitými nepřesnostmi:

- Klest,  
tj. nestandardní dříví z vrcholové části stromů a větve do tloušťky 6 cm.
- (Vlastní) těžební odpad,  
tj. klest po odvětvení stromů s omezeným množstvím krátkých, nanejvýš dlouhých odřezků kmenové části stromů, vznikajících při příčných řezech v průběhu výroby surového dříví.
- Celé stromky z prořezávek a prvních probírek  
včetně větví a stromové zeleně, odstraněné z lesních porostů z pěstebních důvodů a nedosahující dimenzí užitkových sortimentů.
- Manipulační odřezky,  
což jsou krátké odřezky dříví (do 1 m délky), vzniklé příčným přeřezáváním kmenů při jejich druhování a adjustaci. Jedná se o materiál značně heterogenní, jak z hlediska rozměrů, tak i kvality. Obsahuje jak dříví přesílené, tak nehroubí (dříví tenčí než 7 cm), zdravé i napadené hnilobou, v kůře i odkorněné, proschlé i čerstvé.
- Pařezy a kořeny  
jsou získávány klučením podzemních částí stromů. To je však obvyklé jen při některých formách lesnického obhospodařování lesů v borových oblastech. V menší míře se ještě klučení pařezů užívá při odlesňování ploch pro stavební činnost. Odhaduje se, že se v ČR ročně klučí pařezy na ploše cca 1 000 ha, což při zásobě pařezového dříví minimálně 50 m<sup>3</sup> na 1 ha představuje roční zdroj cca 50 000 m<sup>3</sup> pařezového dříví.

Z celé skupiny těžebního odpadu je jen malá část materiálu využívána jako ozdobný klest, zbývající část je v menší míře využívána pro energetické účely - buď ruční výrobou otýpek, nebo po seštěpkování. Nejobvyklejší je však ponechání materiálu přirozenému rozpadu na místě jeho vzniku.

Kvantifikace množství pařezů je možná jen dotazníkovou akcí, a pro kvantifikaci dalších skupin materiálu v rámci těžebního odpadu existuje několik metod orientačních a řada metod podrobnějších.

### 1.6.1.1.2. Současný stav lesního hospodářství na území města Brna a v jeho okolí

Podrobné údaje o stavu lesa jsou v současné době podrobně zpracovávány podle nové legislativy ve formě „Oblastních plánů rozvoje lesů“ (OPRL). OPRL jsou zakotveny v Zákoně č. 289/1995 Sb. o lesích a Vyhlášce MZe č. 83/1996 Sb. Cílem je vytvořit

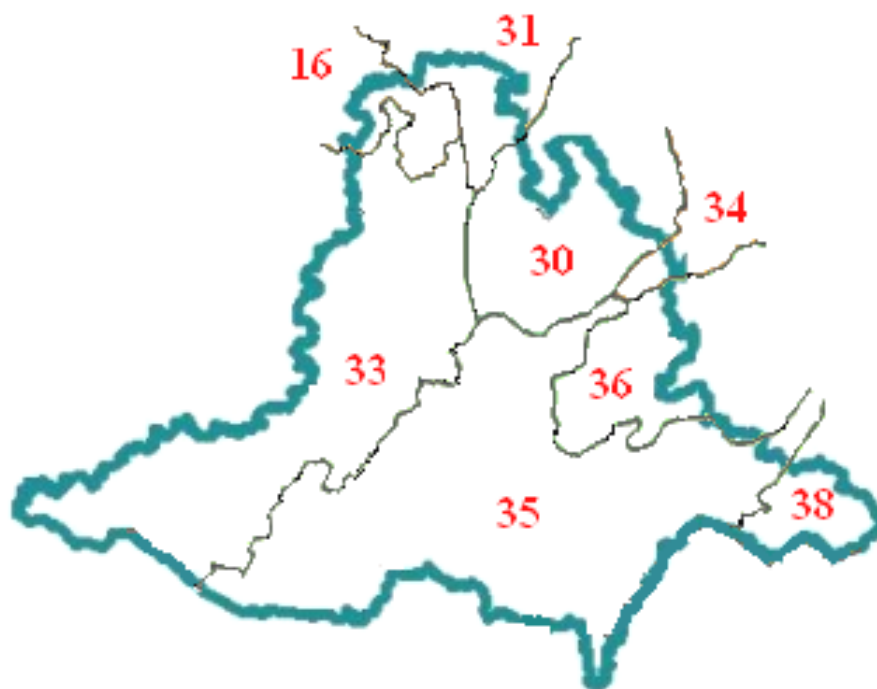


předpoklady pro minimalizaci střetu veřejných a vlastnických zájmů na lesních pozemcích s cílem trvale udržitelného hospodaření v lesích.

OPRL jsou zpracovávány pro tzv. přírodní lesní oblasti, kterých je v ČR 41. Tyto oblasti samozřejmě nekorespondují s územním členěním. Pro ilustraci je uvedena mapa Jihomoravského kraje s vyznačením lesních oblastí, které se na jeho území nacházejí.

Jedná se o oblasti:

- 16. Českomoravská vysočina
- 30. Dražanská vrchovina
- 31. Českomoravské mezihorí
- 33. Předhorí Českomoravské vrchoviny
- 34. Hornomoravský úval
- 35. Jihomoravské úvaly
- 36. Středomoravské Karpaty
- 38. Bílé Karpaty a Vizovické vrchy



obr. 18. Mapa lesních oblastí na území Jihomoravského kraje

**Tabulka č. 14. Vlastnické vztahy (nejvýznamnější vlastníci) k lesu v rámci Jihomoravského kraje**

| vlastník  | plocha v JmK*<br>[ha] |
|---|-----------------------|
| Lesy České republiky s.p. (Lesní správy Bučovice, Náměst n.Oslavou, Tišnov<br>Strážnice, Znojmo a Lesní závod Židlochvice | 112 000               |
| Správa národního parku Podyjí   | 5 000                 |
| Vojenské lesy a statky  | 17 000                |
| MZLU v Brně, Školní lesní podnik Křtiny   | 11 100                |
| Město Brno  | 7 300                 |
| Město Znojmo  | 2 500                 |
| Město Kyjov   | 618                   |
| MADREV s.r.o., Hlína  | 600                   |
| Lesní majetek rodiny Belcredi   | 500                   |
| Lesní majetek rodiny Mensdorfů  | 2 200                 |
| Lesní majetek rodiny Salmů (dosud vydáno cca 700 ha z celk. 8 000 ha)   | 700                   |
| Ostatní – městské, obecní a soukromé lesy   | neznámo               |
| <b>celkem</b>   | <b>160 018</b>        |
| <b>celkem z porostní plochy kraje (191 286 ha)</b>  | <b>83,6 %</b>         |

\* lesní plochy některých vlastníků zasahují i do okolních územních celků, uvedené hodnoty jsou proto stanoveny na základě odborného odhadu

Město Brno vlastní cca 7 300 ha lesa. Z tohoto množství se jen 800 ha nachází na vlastním území města Brna. Ostatní lesy ve vlastnictví „Města Brna“ se nacházejí v okrese Brno – venkov (70%), v okrese Blansko (25%) a na Žďársku (5 %). Lesy v majetku „Města Brna“ spravuje firma Lesy města Brna, s.r.o.

Zbývající lesy na území města Brna jsou většinou ve správě firmy Lesy České republiky, s.p. (lesy v majetku ČR). Část lesů má soukromého vlastníka.

V následujících tabulkách je provedeno členění lesů na území města Brna. V tabulkách je pro orientaci uveden i okres Brno – venkov. Je to z důvodu, že okres Brno – venkov sousedí s městem Brnem a lze případně uvažovat s využitím části potenciálu biomasy tohoto okresu ve městě Brně. Je však nutno kalkulovat s dovozními náklady.

**Tabulka č. 15. Porostní plochy na území města Brna**

| okres             | porost. plocha<br>ha | lesnatost<br>% | porostní plocha dřevin |              |                |              | střední<br>věk<br>roků |
|-------------------|----------------------|----------------|------------------------|--------------|----------------|--------------|------------------------|
|                   |                      |                | jehličnaté             |              | listnaté       |              |                        |
|                   |                      |                | ha                     | %            | ha             | %            |                        |
| <b>Brno-město</b> | <b>6 231,61</b>      | <b>27,1</b>    | <b>2596,77</b>         | <b>41,67</b> | <b>3598,91</b> | <b>57,75</b> | <b>74</b>              |
| Brno-venkov       | 35 276,62            | 31,8           | 19821,52               | 56,19        | 15067,95       | 42,71        | 63                     |

Tabulka č. 16. Kategorizace lesů na území města Brna

| okres             | porostní<br>plocha | lesy - kategorie |               |                 |
|-------------------|--------------------|------------------|---------------|-----------------|
|                   |                    | hospodářské      | ochranné      | zvláštní určení |
|                   | ha                 | ha               | ha            | ha              |
| <b>Brno-město</b> | <b>6 231,61</b>    | <b>3 051,91</b>  | <b>129,28</b> | <b>3 050,42</b> |
| Brno-venkov       | 35 276,62          | 26 638,59        | 691,59        | 7 946,44        |

Tabulka č. 17. Zásoby dřeva na území města Brna

| okres             | porostní<br>plocha | dřevní zásoba       |                     |                     | zásoba v kategorii      |                     |
|-------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------------------|---------------------|
|                   |                    | jehličnaté          | listnaté            | celkem              | lesy hospodářské        |                     |
|                   | ha                 | tis. m <sup>3</sup> | tis. m <sup>3</sup> | tis. m <sup>3</sup> | 1000 m <sup>3</sup> b.k | m <sup>3</sup> / ha |
| <b>Brno-město</b> | <b>6 231,61</b>    | <b>704,74</b>       | <b>613,19</b>       | <b>1 317,94</b>     | <b>629,57</b>           | <b>206,29</b>       |
| Brno-venkov       | 35 276,62          | 5 165,50            | 2 553,15            | 7 718,64            | 5 889,81                | 221,10              |

### 1.6.1.1.3. Kvantifikace množství těžebního odpadu

#### Orientační odhady

Množství energeticky využitelné biomasy je obvykle odvozováno z celkové těžby nebo z výměry lesní půdy.

Velmi přibližný odhad množství těžebního odpadu po těžbě může být odvozen z výše realizované těžby (bez kůry) tak, že stejné množství jako vytěženého dříví zůstává v lese ve formě kořenů, pařezů, větví, kůry, šišek, nehroubí, manipulačních odřezků atd. To však jsou jen potenciální zdroje energetického dříví, protože ekologická, ekonomická a technologická omezení nedovolují využít více než 1/3 tohoto množství. (SIMANOV, 1988). Navíc tento způsob odhadu nezohledňuje, zda se dříví zpracovává v regionu, tj. zda odpady z něj zůstávají též v regionu, nebo se dříví odváží z regionu ven, včetně budoucích odpadů vznikajících při jeho zpracování (zejména kůry).

Proto je tato metoda použitelná jen pro velké územní celky a pro ryze orientační odhady. Její výhodou je rychlost, a to, že podklad (množství vytěženého dříví bez kůry) je ve všech běžných statistikách k dispozici.

$$\text{Množství těžebního odpadu v m}^3 = 1/3 \text{ vytěženého dříví v m}^3 \text{ bez kůry}$$

Metoda vyvinutá POLÁKEM (1993) vychází při kalkulaci objemu energeticky využitelné lesní biomasy z výměry lesní půdy. I tato metoda je použitelná spíše pro větší územní celky, protože uvažuje průměrné hodnoty objemu těžebního odpadu pro mýtní a předmýtní těžby. U malých lesních majetků však nemusí skutečný stav odpovídat modelu.

$$\text{Množství těžebního odpadu v m}^3 = 1.04 \text{ m}^3/\text{ha lesní půdy a rok}$$

Rovněž rakouská metodika JONAS & GÖRTLER (1984) vychází při kalkulaci objemu energeticky využitelné lesní biomasy z výměry lesní půdy. Nabízí však přepočty v různých jednotkách.

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| Množství těžebního odpadu = | 1.53 - 1.62 prm/ha lesní půdy a rok             |
|                             | 0.57 - 0.60 m <sup>3</sup> /ha lesní půdy a rok |
|                             | 0.51 - 0.54 tun/ha lesní půdy a rok             |
|                             | 4 GJ/ha lesní půdy a rok (při čerstvém dříví)   |

Srovnání uvedených metod dává tyto výsledky:

- podle Simanova - 100%
- podle Poláka 60,5%
- podle Jonase a Görtlera od 33,1 do 34,8%.

Rozdílnost výsledků je dána tím, že u Simanova se jedná o kvantifikaci těžebního odpadu i kůry a odpadů ze zpracování dříví - tedy celkový potenciál dřevních odpadů, zatímco u dalších dvou metodik se jedná jen o kvantifikaci těžebního odpadu, tj. klestu po odvětvování a tenkých stromků z prořezávek. Poláková metoda dává tedy výsledky označitelné jako optimistická varianta, zatímco rakouská metoda dává výsledky pesimistické.

#### 1.6.1.1.4. Určení potenciálu dendromasy na území města Brna

Energetický potenciál je vypočten pro relativní vlhkost dřeviny 30%. Poměr jehličnatého a listnatého těžebního dřeva je brán přibližně 50:50. Výsledná hmotnost jehličnatého dřeva je z dostupných tabulek brána jako průměr jednotlivých dřevin. U listnatého dřeva je odhadnut poměr těžebního tvrdého a měkkého dřeva jako 4:1 a v tomto poměru je určena i průměrná hmotnost. Průměrná výhřevnost těžebního odpadu je zvolena 14,0 GJ/t.

Dále je pro odhad potenciálu uvažována pouze kategorie lesy hospodářské. Neznamená to, že zbývající dvě kategorie tj. lesy ochranné a zvláštního určení nepředstavují využitelný potenciál dendromasy. Hospodaření v těchto lesích však podléhá specifickému režimu. Také údaje o těžbách v těchto kategoriích nejsou k dispozici. Je proto potenciál těchto kategorií brán jako určitá rezerva se kterou lze při energetické využití dendromasy počítat.

Tabulka č. 18. Potenciál využití dendromasy

| okres                              | porostní plocha<br>ha | celková těžba<br>m <sup>3</sup> b.k. | množství těžebního odpadu      |                              |                                       |
|------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
|                                    |                       |                                      | Simanov<br>m <sup>3</sup> /rok | Polák<br>m <sup>3</sup> /rok | Jonas & Gertel<br>m <sup>3</sup> /rok |
| <b>Brno-město</b>                  | 6 232                 |                                      | *                              | 6 481                        | 3 552                                 |
| Brno-venkov                        | 35 277                |                                      |                                | 36 688                       | 20 108                                |
| <b>Energet. potenciál v TJ/rok</b> |                       |                                      |                                | <b>63</b>                    | <b>35</b>                             |

\* Metoda není vhodná pro malé územní celky a není s ní uvažováno.

Vzhled k tomu, že na území statutárního města Brna se nenacházejí významnější lesní porosty a celkové množství těžebního odpadu představuje pouze cca 6 500 m<sup>3</sup> (metoda dle Poláka) je nutno při využívání potenciálu biomasy kalkulovat s jejím dovozem.

### 1.6.1.1.5. Využití spalování dendromasy na území města Brna

#### Kotelna na spalování biomasy v Brně – Bystrci

V roce 2003 byl v plynové blokované kotelně v Brně - Bystrci uveden do provozu kotel na spalování biomasy. Instalace kotle je součástí celkové změny koncepce zásobování teplem na sídlišti v Bystrci.

Dle zpracovaného energetického auditu budou v blokované kotelně ve dvou etapách instalovány celkem dva kotle na spalování biomasy (dřevní štěpky), každý o tepelném výkonu 1 100 kW.

Kotle na biomasu jsou navrženy ke krytí základního výkonu. Další potřeba tepla bude zabezpečována plynovými kotli. Provozem kotlů na biomasu dojde ke snížení spotřeby primárního paliva - zemního plynu.

Provozovatelem zdroje je společnost Tepelné zásobování Brno, a.s. Palivo (dřevní štěpka) je smluvně zajištěna od společnosti Lesy města Brna, s.r.o., roční spotřeba je odhadnuta na 5 500 t/rok.



obr. 19. Kotelna na spalování biomasy v Brně - Bystrci

#### 1.6.1.2. Rostlinné sklizňové zbytky ze zemědělské prvovýroby

Podle zemědělské výrobní oblasti s definovanými a poměrně stálými produkčními faktory, kterými jsou bonita půdy a klimatické charakteristiky, byly pro potřebu propočtů bioenergetických potenciálů regionů parametrizovány výnosy hlavních plodin. Na jejich základě a typové struktury plodin na orné půdě, která je však dlouhodobě proměnlivá, lze odhadnout hodnoty ročního nárůstu biomasy v daném území a s tím spojenou produkci energeticky využitelných odpadů. Regionálně může být tento odhad zpřesněn znalostí dlouhodobých průměrů a trendů okresních statistik.

Na území města Brna nelze kalkulovat s potenciálem zbytkové biomasy ze zemědělské prvovýroby.

### **1.6.1.3. Organické zbytky z živočišné zemědělské výroby (exkrementy hospodářských zvířat, zbytky krmiv)**

Tento druh odpadní biomasy je charakterizován především způsobem využití a tou je anaerobní fermentace. Jedná se o mikrobiální rozklad organických látek bez přítomnosti kyslíku za současného vzniku bioplynu. Bioplyn (nazývaný též kalový plyn) je směsí plynů, ve které je významným podílem obsažen metan (zpravidla 55-75 %). Podíl metanu určuje výhřevnost bioplynu.

Technologie výroby bioplynu představuje významnou rezervu české energetiky a zaslouží si zvýšené pozornosti. V kombinaci s výrobou dřevních plynů může pro některé oblasti znamenat úplné vyloučení dováženého zemního plynu. Potřebné investice se mohou velmi rychle zaplatit, zejména nyní, když se zvýšily výkupní ceny energie z fosilních zdrojů. Ze všech plynných biopaliv má největší perspektivu bioplyn.

Předností všech metod na výrobu bioplynu je, že plní dvě nezastupitelné funkce:

- zpracovávají všechny organické odpady s vyšším obsahem vody (nad 50 %), nevhodné pro spalování, na kvalitní organické hnojivo aplikovatelné v jakémkoli požadovaném množství na jakýkoli pozemek bez škodlivých účinků, jaký mohou mít např. čerstvá kejda, nebo čistírenské kaly, či čerstvý slamnatý hnůj. Odfermentované suroviny ztratily sice část uhlíku a vodíku, ale obsahují jinak všechny aktivní látky, potřebné pro výživu rostlin.
- Vytváří vysoce hodnotné plynné palivo – bioplyn s obsahem až 65% metanu ( $\text{CH}_4$ ) a vodíku ( $\text{H}_2$ ) a s nepatrným množstvím relativně snadno odstranitelného oxidu siřičitého ( $\text{SO}_2$ ), určitého množství oxidu uhličitého ( $\text{CO}_2$ ) a vody. Bioplyn se svou výhřevností přibližuje zemnímu plynu, má asi 70% jeho výhřevnosti s ohledem na určitý podíl  $\text{CO}_2$  a vodní páry.

#### **1.6.1.3.1. Vznik bioplynu**

Podstatou tvorby bioplynu, tj. metanu je organický rozklad hmoty při teplotách kolem  $37^\circ\text{C}$  v několika fázových stupních, které mohou v souhrnu trvat asi měsíc. Tuto teplotu je nutno udržet a proto při kapalných procesech metanogeneze s obsahem sušiny 8-12%, které dnes převládají je nezbytné reaktory přehřívat.

K tomu se v zimě využívá až 30% vyrobeného tepla. Činnost plynotvorných mikroorganismů ustává při teplotách pod  $4^\circ\text{C}$  a je inhibována při teplotách nad  $60^\circ\text{C}$ . Podmínkou je nepřítomnost vzduchu a kyslíku.

Na území města Brna nelze kalkulovat s potenciálem bioplynu z živočišné zemědělské výroby.

#### **1.6.1.4. Biologicky rozložitelný (biodegradabilní) odpad - BRKO**

Zařazením odpadů mezi obnovitelné zdroje energie je samozřejmě myšlena ta část odpadů, která představuje tzv. bio rozkladné frakce těchto odpadů, jinak také nazývané obnovitelné odpady.

Biologicky rozložitelným odpadem (dále jen BRKO), je odpad, který je schopen aerobního nebo anaerobního rozkladu a je ho možno zařadit do skupiny odpadů 20 00 00, tj. odpady komunální a jím podobné odpady ze živností, z úřadů a z průmyslu, včetně odděleně sbíraných složek těchto odpadů. Patří sem na př. odpady z údržby zeleně, kuchyňský odpad včetně olejů na smažení, jak z domácností, tak i z jídelen a restaurací, ale též papír, přírodní textilie, zeleninový odpad z tržišť a ze živností.

#### 1.6.1.4.1. Strategie nakládání s biologicky rozložitelnými odpady v ČR

Nový přístup v nakládání s biodegradabilními odpady vyplývá z nové legislativy odpadů. Tato legislativa implementuje požadavky Směrnic Evropské unie, týkajících se problematiky odpadů. Směrnice Rady 1999/31/Es z 26.dubna 1999 "o skládkách odpadů" ukládá členským státům, aby do r. 2010 bylo množství biologicky odbouratelného komunálního odpadu putujícího na skládky sníženo na 25% celkové hmotnosti r. 1995.

Pro státy jako je ČR kde bylo skládkováno více než 80% komunálního odpadu je možné oddálit tyto cíle nejvýše o 4 roky. Cílové roky naplnění požadavku "Směrnice" budou v České republice 2010, 2013 a 2020 (viz .následující tabulka).

Důvody pro toto opatření jsou ekologické a vyplývají z nezbytnosti omezení tvorby skleníkových plynů a výluhů ze skládek. Evropská unie požaduje na členských státech i na státech připravujících se na vstup, aby vypracovaly národní strategie k dosažení požadované redukce skládkování biodegradabilních odpadů prostředky jako je recyklace, kompostování, výroba bioplynu nebo materiálové či energetické využití.

Tento úkol má být splněn Plánem odpadového hospodářství České republiky.

Tabulka č. 19. Kapacity potřebné pro odstranění BRKO jinak než skládkováním (údaje v tis. t/rok)

|   | 1999       | 2010        | 2013       | 2020       | poznámka             |
|---|------------|-------------|------------|------------|----------------------|
| prognóza produkce tuhých komunálních odpadů       | 3 730      | 5 135       | 5 291      | 5 673      | produkce 1995: 3 400 |
| z toho BRKO                                       | 1 529      | 3 081       | 3 174      | 3 403      | 1995: 1.394          |
| možnosti:   |            |             |            |            |                      |
| na skládky je možno uložit (BRKO)                 |            | 75%<br>1046 | 50%<br>697 | 35%<br>488 | z produkce BRKO 1995 |
| jinak nutno odstranit                             |            | 2035        | 2477       | 2915       |                      |
| prognózovaný vývoj kapacit pro nakládání s odpady |            |             |            |            |                      |
| recyklace papíru (nárůst)                         | 380 (stav) | + 130       | + 150      | 1 200      | podklady EKOKOM      |
| kompostování BRKO (nárůst)                        | 220        | + 429       | + 458      | + 434      |                      |
| spalování směsného TKO (nárůst)                   | 636        | + 643       | + 687      | + 652      |                      |

### 1.6.1.4.2. Kvantifikace BRKO Jihomoravského kraje a v městě Brně

Při kvantifikaci bio rozkladného odpadu produkovaného na území Jihomoravského kraje bylo třeba nejprve určit celkové množství produkovaných odpadů a teprve z něho podíl připadající na část BRKO. Následující tabulka specifikuje jaké jednotlivé druhy odpadů a jakou částí se na tvorbě biodegradabilní frakce podílejí.

Tabulka č. 20. Koeficienty biologicky rozložitelného obsahu BRKO

| katalog. číslo | název odpadu  | biologicky rozložitelný obsah (koeficient) |      |      |
|----------------|---|--|------|------|
|                |   | 2000 (2001)                                | 2010 | 2013 |
| 20 01 01       | papír a lepenka                                     | 1  | 1    | 1    |
| 20 01 08       | biologicky rozložitelný odpad z kuchyní a stravoven | 1  | 1    | 1    |
| 20 01 10       | oděvy   | 0,75                                       | 0,60 | 0,60 |
| 20 01 11       | textilní materiály                                  | 0,75                                       | 0,50 | 0,40 |
| 20 01 38       | dřevo neuvedené pod č. 200137                       | 1  | 1    | 1    |
| 20 02 01       | biologicky rozložitelný odpad (ze zahrad a parků)   | 1  | 1    | 1    |
| 20 03 01       | směsný komunální odpad                              | 0,48                                       | 0,54 | 0,56 |
| v tom:         | papír a lepenka                                     | 1  | 1    | 1    |
|                | plasty  | 0  | 0    | 0    |
|                | sklo  | 0  | 0    | 0    |
|                | kovy  | 0  | 0    | 0    |
|                | bioodpad  | 1  | 1    | 1    |
|                | textil  | 0,5  | 0,4  | 0,4  |
|                | minerální odpad                                     | 0  | 0    | 0    |
|                | nebezpečný odpad                                    | 0  | 0    | 0    |
|                | spalitelný odpad                                    | 0,5  | 0,5  | 0,4  |
|                | jemný podíl   | 0,4  | 0,5  | 0,6  |
| 20 03 02       | odpad z tržišť                                      | 0,75                                       | 0,80 | 0,80 |
| 20 03 07       | objemný odpad                                       | 0,30                                       | 0,50 | 0,70 |

\*Zdroj: ing. Kotoulová, (MŽP- smluvní poradce)

Z tabulky je zřejmé, že pro jednoduchost lze pro „produkcí“ bio rozložitelného odpadu sledovat dvě základní skupiny odpadů, které pokrývají prakticky celou oblast odpadů vznikajících na území obce.

**Komunálním odpadem** se rozumí veškerý odpad vznikající na území obce při činnosti fyzických osob, pro kterou nejsou právními předpisy stanovena zvláštní pravidla nebo omezení, s výjimkou odpadů vznikajících u právnických nebo fyzických osob oprávněných k podnikání. Komunálním odpadem je také odpad vznikající při čištění veřejných komunikací a prostranství, při údržbě veřejné zeleně včetně hřbitovů.

**Směsným komunálním odpadem (SKO)** - se rozumí směs druhů komunálního odpadu, která zůstává po oddělení využitelných a nebezpečných složek komunálního odpadu nebo, ze které nebyly tyto složky vůbec odděleny.

Množství SKO bylo převzato z evidence okresních úřadů v letech 2000-2001, které poskytl zpracovatel „Plánu odpadového hospodářství Jihomoravského kraje“. Tyto údaje byly porovnány s vypočteným množstvím teoreticky produkovaného odpadu. Výpočet byl



proveden na základě koeficientů charakterizujících typické sídelní aglomerace (viz. následující tabulka).

**Tabulka č. 21. Doporučený standard měrného množství KO podle typu zástavby [kg/obyvatel/rok] - pro výpočet**

| typ zástavby | města do 80 tis. obyvatel |     |     | města nad 80 tis. obyvatel |     |     |
|--------------|---------------------------|-----|-----|----------------------------|-----|-----|
|              | průměr                    | min | max | průměr                     | min | max |
| sídlíštní    | 109                       | 68  | 136 | 151                        | 99  | 172 |
| smíšená      | 244                       | 151 | 364 | 161                        | 99  | 265 |
| vilová       | 312                       | 156 | 447 | 146                        | 114 | 281 |
| vesnická     | 426                       | 218 | 660 | 270                        | 140 | 406 |

**Tabulka č. 22. Doporučený standard složení KO podle typu zástavby [% hmotnosti] – pro výpočet**

| látková skupina  | města do 80 tis. obyvatel |         |        |          | města nad 80 tis. obyvatel |         |        |          |
|------------------|---------------------------|---------|--------|----------|----------------------------|---------|--------|----------|
|                  | zástavba                  |         |        |          | zástavba                   |         |        |          |
|                  | sídlíštní                 | smíšená | vilová | vesnická | sídlíštní                  | smíšená | vilová | vesnická |
| papír,karton     | 13,6                      | 8,4     | 3,0    | 3,3      | 20,3                       | 15,2    | 16,7   | 6,8      |
| plasty           | 6,1                       | 3,4     | 3,0    | 2,4      | 9,8                        | 6,6     | 9,2    | 5,9      |
| textil           | 3,2                       | 2,8     | 1,6    | 2,0      | 4,4                        | 3,5     | 3,3    | 1,9      |
| dřevo            | 0,9                       | 0,1     | 0,1    | 0,3      | 0,9                        | 0,6     | 0,4    | 0,2      |
| bioodpad         | 15,3                      | 6,5     | 12,1   | 10,4     | 18,2                       | 8,2     | 15,2   | 6,4      |
| Fe kovy          | 3,3                       | 2,2     | 1,6    | 2,1      | 2,5                        | 3,0     | 3,0    | 3,1      |
| ostatní kovy     | 0,9                       | 0,5     | 0,3    | 0,6      | 1,0                        | 1,0     | 1,0    | 0,7      |
| sklo             | 9,0                       | 5,5     | 3,1    | 3,7      | 9,5                        | 10,4    | 9,3    | 6,2      |
| minerální odpad  | 3,3                       | 4,9     | 3,0    | 3,1      | 2,0                        | 4,2     | 2,6    | 2,6      |
| nebezpečný odp.  | 0,3                       | 0,1     | 0,1    | 0,4      | 0,4                        | 1,5     | 0,4    | 0,5      |
| organické zbytky | 38,0                      | 32,4    | 35,7   | 25,9     | 26,2                       | 26,6    | 26,5   | 23,6     |
| minerální zbytky | 6,1                       | 33,2    | 36,4   | 45,8     | 4,8                        | 19,2    | 12,4   | 42,1     |

\*Nový venkov, 11/97 Nakládání s komunálními odpady

**Tabulka č. 23. Produkce SKO - srovnání s výpočtem**

| okres         | výpočet [t/rok] |         |         |                | evidence [t/rok] |                |
|---------------|-----------------|---------|---------|----------------|------------------|----------------|
|               | sídlíšť.        | smíšená | venkov. | SKO            | SKO - r.2000     | SKO - r.2001   |
| Blansko       | 3 467           | 5 966   | 20 350  | 29 783         | 32 181           | 21 213         |
| Brno-město    | 56 364          |         |         | 56 364         | 80 433           | 77 721         |
| Brno-venkov   |                 | 18 256  | 28 846  | 47 102         | 38 631           | 33 673         |
| Břeclav       | 2 869           | 11 811  | 21 909  | 36 589         | 31 116           | 32 047         |
| Hodonín       | 5 631           | 16 069  | 17 950  | 39 650         | 41 816           | 49 141         |
| Vyškov        | 2 445           | 5 411   | 17 672  | 25 528         | 20 436           | 29 245         |
| Znojmo        | 3 890           | 3 589   | 26 347  | 33 826         | 28 666           | 25 400         |
| <b>celkem</b> |                 |         |         | <b>268 842</b> | <b>273 279</b>   | <b>268 440</b> |

V předcházející tabulce je uvedena produkce SKO v celém Jihomoravském kraji. Využití části potenciálu SKO a to nejenom z území města Brna, ale i z dalších lokalit Jihomoravského kraje se předpokládá v provozu SAKO. V současné době je připravována rozsáhlá rekonstrukce tohoto provozu.

Po rekonstrukci je plánovaná kapacita spalovny 200 000 t odpadů ročně. V současnosti je spalováno ročně cca 100 000 t odpadů.

Konkrétní kvantifikace využitelného potenciálu je třeba provést po dopřesnění a schválení plánu odpadového hospodářství Jihomoravského kraje.

### **1.6.2. Cíleně produkováná biomasa**

Na území města Brna nelze počítat s cíleně pěstovanou biomasou pro energetické účely.

## **2. KVANTIFIKACE OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ**

## 1.7. Databáze netradičních a obnovitelných zdrojů na území a jejich kvantifikace

### 1.7.1. Malé vodní elektrárny – MVE

Tabulka č. 24. Malé vodní elektrárny na území města

| tok     | umístění    | spád<br>( m ) | průtok<br>( m <sup>3</sup> /s ) | instalovaný výkon<br>( kW ) |
|---------|-------------|---------------|---------------------------------|-----------------------------|
| Svratka | Kníničky    | 17,5          | 18,0                            | 2 900                       |
|         | Komín       | 2,6           | 8,5                             | 200                         |
|         | Přízřenice  | 2,4           | 4,8                             | 75                          |
| Svitava | Cacovice    | 3,4           | 5,2                             | 75                          |
|         | Husovice    | 2,5           | 2,2                             | 35                          |
|         | Husovice II | 2,2           | 2,1                             | 25                          |

Na území města Brna je vybudováno celkem šest MVE. Největší elektrárna je na řece Svratce, na přehradní nádrži v Brně – Kníničkách. V elektrárně je instalována vertikální Kaplanova turbína o výkonu 2,9 MW. Elektrárna byla uvedena do provozu v roce 1940 a v současnosti ji provozuje firma HYDROČEZ, a.s. Vyrobená elektrická energie je dodávána do distribuční sítě JME, a.s.

Druhou největší MVE provozovanou na území města Brna je elektrárna vybudovaná na jezu v Brně – Komíně. V elektrárně jsou instalovány dvě Kaplanovy horizontální turbíny, každá o výkonu 100 kW. Elektrárna byla uvedena do provozu v roce 1923 a provozuje ji firma Morel, s.r.o. Je plánovaná kompletní rekonstrukce elektrárny. Vyrobená elektrická energie je dodávána do distribuční sítě JME, a.s.

### 1.7.2. Větrné elektrárny

Tabulka č. 25. Větrné elektrárny na území města

| Adresa            | Instalovaný výkon ( kW ) | Pozn. |
|-------------------|--------------------------|-------|
| Brno - Přízřenice | 20                       |       |

Na území města Brna je provozována pouze jedna větrná elektrárna. Vyrobená elektrická energie slouží pro vlastní spotřebu provozovatele elektrárny.

### 1.7.3. Kotelny na biomasu (dřevní odpad)

Tabulka č. 26. Kotelny na biomasu na území města

| podnik              | adresa            | instalovaný výkon<br>( kW ) | spotřeba paliva<br>( t/rok ) |
|---------------------|-------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Ekostavby Brno      | U Svitavy 2       | 1 089                       | 12,5                         |
| J. Steinhauser      | Mojmírovo nám. 20 |                             | 6,1                          |
| MZLU                | areál Útěchov     | 292                         | 756,0                        |
| P. Rozčinský        | Železniční 5      | 498                         | 52,0                         |
| Stavotes - stolárna | Palackého tř. 178 | 290                         | 64,0                         |
| Tusculum a.s.       | Kulkova 14        | 333                         | 11,4                         |

Mimo zdroje uvedené v tabulce je dle údajů REZZO 3 na území města Brna celkem 268 domácností vytápěných tepelnými zdroji na dřevo. Roční spotřeba těchto zdrojů činí 1 367 t dřeva.

## 1.8. Projekty realizované na území města Brna podpořené z prostředků SFŽP

Tabulka č. 27. Podpora SFŽP obnovitelným zdrojům na území města

| rok  | biomasa | solární systémy | tepelná čerpadla | MVE |
|------|---------|-----------------|------------------|-----|
| 2000 | 0       | 2               | 0                | 0   |
| 2001 | 0       | 9               | 0                | 0   |
| 2002 | 1       | 35              | 12               | 0   |

### **3. ODHAD PODÍLU V BUDOUCÍM OBDOBÍ**

Tabulka č. 28. **Potenciál energie využitelné z obnovitelných zdrojů**

| <b>zdroj</b>                                  | <b>současná výroba</b> | <b>odhad potenciálu</b> |
|---|------------------------|-------------------------|
|   | GJ/rok                 | GJ/rok                  |
| geotermální energie – přímé využití           | 0                      | 0                       |
| větrná energie ( prodej do distribuční sítě ) | 0                      | 0                       |
| energie vody                                  | 34 704                 | 38 844                  |
| solární energie ( 5 % RD )                    | -                      | 8 698                   |
| biomasa ( dendromasa )                        | 32 900*                | 63 000                  |
| <b>Celkem</b>                                 | <b>67 604*</b>         | <b>110 542</b>          |

\* Současné využití zahrnuje i odpadní biomasu z výroby

Z tabulky je zřejmé, že možnosti využití obnovitelných zdrojů na území města Brna jsou v oblasti vodní energie, solární energie a biomasy.

V oblasti geotermální energie jsou možnosti využití nízkopotenciálního tepla.



## 4. Seznam tabulek

|                       |  |    |
|-----------------------|--|----|
| <i>Tabulka č. 1.</i>  | Využití obnovitelných zdrojů v ČR.....   | 10 |
| <i>Tabulka č. 2.</i>  | Evropské státy zahrnuté v mapě využitelných zdrojů geotermální energie .                                 | 13 |
| <i>Tabulka č. 3.</i>  | Potenciál geotermální energie na území města Brna.....   | 15 |
| <i>Tabulka č. 4.</i>  | Měrné výkony jímání .....  | 16 |
| <i>Tabulka č. 5.</i>  | Větrné elektrárny nad 50 kW provozované v ČR.....  | 21 |
| <i>Tabulka č. 6.</i>  | Přehled větrných elektráren v Brně a okolí .....   | 22 |
| <i>Tabulka č. 7.</i>  | Trend vývoje MVE v České republice v uplynulém období - průměrná data.<br>.....                          | 25 |
| <i>Tabulka č. 8.</i>  | Teoreticky využitelný hydroenergetický potenciál toků v ČR do 10 MW<br>dělený podle dílčích povodí ..... | 26 |
| <i>Tabulka č. 9.</i>  | Přehled evidovaných lokalit .....  | 28 |
| <i>Tabulka č. 10.</i> | Využitý a využitelný hydropotenciál na území města.....  | 29 |
| <i>Tabulka č. 11.</i> | Procentní podíl spektra slunečního záření po průchodu bezoblačnou<br>atmosférou.....                     | 30 |
| <i>Tabulka č. 12.</i> | Množství sluneční energie dopadající kolmo na 1m <sup>2</sup> plochy .....                               | 32 |
| <i>Tabulka č. 13.</i> | Potenciál využití solární energie.....   | 38 |
| <i>Tabulka č. 14.</i> | Vlastnické vztahy (nejvýznamnější vlastníci) k lesu v rámci Jihomoravského<br>kraje.....                 | 50 |
| <i>Tabulka č. 15.</i> | Porostní plochy na území města Brna .....  | 50 |
| <i>Tabulka č. 16.</i> | Kategorizace lesů na území města Brna.....   | 51 |
| <i>Tabulka č. 17.</i> | Zásoby dřeva na území města Brna.....  | 51 |
| <i>Tabulka č. 18.</i> | Potenciál využití dendromasy.....  | 52 |
| <i>Tabulka č. 19.</i> | Kapacity potřebné pro odstranění BRKO jinak než skládkováním (údaje v<br>tis. t/rok).....                | 55 |
| <i>Tabulka č. 20.</i> | Koeficienty biologicky rozložitelného obsahu BRKO.....   | 56 |
| <i>Tabulka č. 21.</i> | Doporučený standard měrného množství KO podle typu zástavby<br>[kg/obyvatel/rok] - pro výpočet .....     | 57 |
| <i>Tabulka č. 22.</i> | Doporučený standard složení KO podle typu zástavby [% hmotnosti] – pro<br>výpočet.....                   | 57 |
| <i>Tabulka č. 23.</i> | Produkce SKO - srovnání s výpočtem.....  | 57 |
| <i>Tabulka č. 24.</i> | Malé vodní elektrárny na území města.....  | 60 |
| <i>Tabulka č. 25.</i> | Větrné elektrárny na území města .....   | 60 |
| <i>Tabulka č. 26.</i> | Kotelny na biomasu na území města .....  | 61 |
| <i>Tabulka č. 27.</i> | Podpora SFŽP obnovitelným zdrojům na území města .....   | 62 |
| <i>Tabulka č. 28.</i> | Potenciál energie využitelné z obnovitelných zdrojů .....  | 64 |

## 5. Použité zkratky a označení

|                 |   |
|-----------------|---|
| AOZ             | alternativní obnovitelné zdroje energie     |
| BD              | bytový dům                                  |
| BE              | bioetanol                                   |
| BJ              | bytová jednotka, byt                        |
| BK              | bloková kotelna                             |
| BPEJ            | bonitovaná půdně ekologická jednotka        |
| BRKO            | biologicky rozložitelný komunální odpad     |
| BRO             | biologicky rozložitelný odpad               |
| CO <sub>x</sub> | kysličníky uhlíku – emise, skleníkové plyny |
| CVS             | centrální výměňková stanice                 |
| CxHy            | uhlovodíky – emise                          |
| CZ              | centrální zdroj                             |
| CZT             | centralizované zásobování teplem            |
| ČEZ             | České energetické závody, a.s.              |
| ČSÚ             | Český statistický úřad                      |
| ČU              | černé uhlí                                  |
| DK              | domovní kotelna                             |
| DS              | distribuční síť                             |
| DPS             | domovní předávací stanice                   |
| EDA             | Elektrárna Dalešice                         |
| EDU             | Elektrárna Dukovany                         |
| EK              | energetická koncepce                        |
| EPC             | Energy Performance Contracting              |
| ERÚ             | Energetický regulační úřad                  |
| ETBE            | etyl-terc-butyl-eter (úprava etanolu)       |
| GJ              | gigajoule – spotřeba energie                |
| GTE             | geotermální energie                         |
| HDO             | hromadné dálkové ovládání                   |
| HDP             | hrubý domácí produkt                        |
| HIM             | hmotný investiční majetek                   |
| HJM             | historické jádro města                      |
| HU              | hnědé uhlí                                  |
| HV              | horkovod                                    |
| HVS             | horkovodní výměňková stanice                |
| HPP             | hrubá podlažní plocha objektu               |
| HZP             | hrubá zemědělská produkce                   |
| CHKO            | chráněná krajinná oblast                    |

|                 |   |
|-----------------|---|
| IPPC            | integrovaná prevence a omezování znečištění |
| IN              | investiční náklady                          |
| JME             | Jihomoravská energetika, a.s.               |
| JmK             | Jihomoravský kraj                           |
| JMP             | Jihomoravská plynárenská, a.s.              |
| KGJ, KJ         | kogenerační jednotka                        |
| KÚ              | katastrální území ve městě                  |
| KVET            | kombinovaná výroba elektřiny a tepla        |
| LFA             | oblasti méně příznivé pro zemědělství       |
| LPE             | lineární polyetylén (plynovody)             |
| LTO             | lehké topné oleje                           |
| MČ              | městská část                                |
| MEŘO            | metylester řepkového oleje                  |
| MMB             | Magistrát města Brna                        |
| MPR             | městská památková rezervace                 |
| MVA             | megavoltampér - elektrický výkon            |
| MVE             | malá vodní elektrárna                       |
| MW <sub>e</sub> | megawatt - elektrický výkon                 |
| MW <sub>t</sub> | megawatt - tepelný výkon                    |
| MZe             | Ministerstvo zemědělství                    |
| NN              | nízké napětí                                |
| NO <sub>x</sub> | kysličníky dusíku – emise                   |
| NTL             | nízkotlak (ZP)                              |
| OKEČ            | odvětvové klasifikace ekonomických činností |
| OM              | odběrné místo                               |
| OPRL            | oblastní plány rozvoje lesa                 |
| ORC             | organický Rankinův cyklus                   |
| OÚPR            | odbor územního plánu a rozvoje MMB          |
| OTS             | odbor technických sítí MMB                  |
| OZE             | obnovitelné zdroje energie                  |
| OŽP             | odbor životního prostředí MMB               |
| PBS             | Provoz Brno – Sever (Teplárna Brno)         |
| PČM             | Provoz Červený Mlýn (Teplárna Brno)         |
| PI              | předizolované potrubí                       |
| PE              | polyetylén (plynovody)                      |
| PEZ             | primární energetické zdroje                 |
| POH             | plán odpadového hospodářství                |
| PPC             | paro-plynový cyklus                         |
| PRS             | předávací regulační stanice                 |

|                 |   |
|-----------------|---|
| PS              | předávací stanice                           |
| PSB             | Provoz Staré Brno (Teplárna Brno)           |
| PŠ              | Provoz Špitálka (Teplárna Brno)             |
| PVS             | předávací výměňková stanice                 |
| Q               | množství, průtok, výkon                     |
| RD              | rodinný dům                                 |
| REAS            | Regionální akciová společnost               |
| REZZO           | registr emisí zdrojů znečišťování ovzduší   |
| RS              | regulační stanice                           |
| SAKO            | Spalovna a komunální odpady, a.s.           |
| SCZT            | soustava centralizovaného zásobování teplem |
| SEK             | Státní energetická koncepce ČR              |
| SKAO            | stanice katodické ochrany                   |
| SKO             | směsný komunální odpad                      |
| SO <sub>2</sub> | kysličníky síry – emise                     |
| STL             | středotlak (ZP)                             |
| STL RS          | středotlaká regulační stanice               |
| TEB, TB         | Teplárny Brno, a.s.                         |
| TEZA            | Tepelné zásobování Brno, a.s.               |
| TJ              | terajoule – spotřeba energie                |
| TE, TL          | tuhé emise, tuhé látky - emise              |
| TKO             | tříděný komunální odpad                     |
| TN              | tepelný napáječ                             |
| TPG             | technická pravidla pro plynná média         |
| TR              | transformovna                               |
| TS PEZ          | tuzemská spotřeba PEZ                       |
| TTO             | těžké topné oleje                           |
| TUV             | teplá užitková voda                         |
| UO              | urbanistický obvod města                    |
| ÚEK             | územní energetická koncepce                 |
| ÚHUL            | Ústav pro hospodářskou úpravu lesa          |
| ÚPD             | územní plánovací dokumentace                |
| ÚPmB            | Územní plán města Brna                      |
| ÚPN             | územní plán                                 |
| VN              | vysoké napětí                               |
| VS              | výměňková stanice                           |
| VTL             | vysokotlak (ZP)                             |
| VTL RS          | vysokotlaká regulační stanice               |
| VVN             | velmi vysoké napětí                         |

|         |                                     |
|---------|-------------------------------------|
| VVTL    | velmi vysokotlak (ZP)               |
| VVTL RS | velmi vysokotlaká regulační stanice |
| ZOD     | zranitelná oblast dusičnany         |
| ZP      | zemní plyn                          |
| ŽP      | životní prostředí                   |
| ŽUB     | železniční uzel Brno                |