

# Mapy energií v Atlase krajiny České republiky

J. Kolečka: *Maps of Energy in Landscape Atlas of Czech Republic. Život. Prostr., Vol. 42, No. 6, p. 283 – 288, 2008.*

Various maps of natural forms of energy are represented in the new Czech atlas to be released in the short time. Analytic (monothematic) maps of geothermal energy, geomagnetic, radiometric and gravitation fields, energy of georelief, energy of unitary water stream, wind and solar energy are presented based on field measurements. Also the ability of potential forest vegetation to energy accumulation was computed and displayed in the separate map. Two synthetic maps: 1) typology of natural energetic areas, and 2) natural energetic regions present summarized information analytic information about individual natural energy forms, as well as about energy accumulated in fertile chernozem soils and in irrenovable fossil sources. Analytic and synthetic maps can be deployed in the process of strategic decision making both on national and regional level. These maps play the motivation role for investors and planners on local level where detail data verification is necessary.

Atlas krajiny České republiky je rozsáhlé mapové dílo, které navazuje na atlasovou tvorbu bývalého Československa a zejména úspěšné atlasy *Obyvatelstvo a bydlení* (1987) a *Životní prostředí a zdraví obyvatelstva* (1992). V mnoha ohledech byla jeho tvorba iniciována a motivována *Atlasem krajiny Slovenské republiky* (2002). Projekt na tvorbu Atlasu krajiny České republiky schválilo Ministerstvo životního prostředí České republiky v r. 2002 v rámci programu vědy a výzkumu č. VAV 600/01/03. Po více než pěti letech práce je atlas prakticky obsahově dokončen. Po formální stránce se atlas člení do devíti oddílů. Přírodní krajině je věnován čtvrtý oddíl a jeho součástí jsou analytické a syntetické mapy o jednotlivých složkách přírodní krajiny České republiky a krajinných jednotkách typologického a individuálního pojetí.

## Přírodní složky krajiny

Základními přírodními složkami krajiny jsou: energie, ovzduší, horninová stavba, voda, půda a biota. Jejich „nositelem“ je reliéf. Tyto složky jsou vzájemně rozmanitými způsoby propojeny a jejich integrálním projevem jsou přírodní krajinné jednot-

ky. V území se společně projevují intraterestrické a extraterestrické faktory tvorby, uchování i změn krajiny. Přírodní stavební složky krajiny jsou tedy v intenzivních synergetických vztazích, což znamená, že změna kterékoliv z nich, se odrazí ve změně ostatních. Vzhledem k tomu, že mezi reakcemi na podněty existují různé časové prodlevy, funkce indikátora u mobilnějších složek (ovzduší, vláha, půda, biota) je často skrytá. V současné době probíhají změny klimatu (v podstatě dávek energií a vláhy) a těm se zdaleka ne tak flexibilně mohou přizpůsobit vlastnosti půd či vegetace, zejména lesní. Zatímco vlastnostem velmi stálého geologického prostředí a reliéfu ostatní složky přírody měly čas se přizpůsobit, probíhající energetické (zvané klimatické) změny nedokončenou reakcí ostatních zatím podporují. Syntetické mapy – typologické mapy přírodní krajiny a mapa přírodních krajinných regionů – jsou proto kompromisem znalostí o aktuálním stavu všech složek přírody.

## Energie v krajině

Ačkoliv energii v podobě ohně zařazuje (vedle vody, vzduchu a země) mezi hlavní přírodní složky

již biblická literatura, ve fyzickogeografických studiích se přírodním formám energií věnuje velice malá pozornost. Na jedné straně je známo, že energie je nezbytnou podmínkou všech pochodů, pohybů a reakcí, na druhé straně se běžně předpokládá, že nejde ani tak o samostatnou přírodní složku, jako spíše o jednu z vlastností ostatních přírodních složek krajiny. Energie však nevzniká, ani nezaniká, pouze se rozmanitě a zákonitě přeměňuje. V tom snad tkví příčina jejího nevyčleňování jako samostatné přírodní složky krajiny (a životního prostředí) a jejího sice poněkud neuceleného chápání jako charakteristické vlastnosti ostatních složek krajiny. Volná energie v jedné složce krajiny může „uvést do pohybu“ nejen tuto složku, ale energeticky se uplatňuje v jiných složkách (radiální energie se mění v tepelnou, tepelná v kinetickou větru a vody, ty v elektrickou). Z prostorového hlediska se tedy energie musí nejprve do dané složky „dostat“, aby v ní mohla působit a díky této složce, jakožto jejímu nosnému médiu, pak může aktivně působit na složky ostatní. Vzhledem k tomu, že základním zdrojem energie pro procesy v krajině je energie sluneční, jednotlivé krajiny disponují rozličným energetickým potenciálem, tj. liší se množstvím a složením energetických zdrojů. Energetický potenciál místa je výrazně vázán na geografickou polohu, tj. na polohu na zemském glóbu, vzdálenosti od oceánu, na nadmořské výšce, expozici vůči slunečnímu záření, vláhonosným větrům apod., v moři vůči proudům termohalinní cirkulace, tedy principiálně vůči extraterestrickým zdrojům energie. Na druhé straně je ovšem skutečností, že do uvedené, ať již výhodné, indiferentní či nevýhodné polohy se dané místo dostalo díky působení obvykle intraterestrických zdrojů a forem energie. Hlavní roli mezi těmito formami hraje tepelná energie zemského nitra, uvádějící do pohybu nejen termální vody, ale rovněž masy magmatu, projevující se vulkanizmem a také globální tektonikou, orogenezí, seismicitou, magnetismem. Nelze zapomenout, že v pozadí tepelných projevů Země stojí pravděpodobně energie radioaktivního rozpadu.

V krajině České republiky se rozmanitými způsoby uplatňuje široké spektrum disponibilních energií přírodního původu. Jen pro některé se prozatím hodí označení „tradiční“, „obnovitelné“, „neobnovitelné“ či „nekonvenční“ zdroje energie. Jen tyto člověk dokáže přeměnit ve formy, které je schopen využívat. Řada „zdrojů“ energií doposud na „užitečnou“ přeměnu zatím čeká, ale přesto je součástí energetické bilance míst a území. Příroda účelovou klasifikaci energií „nezná“ (kromě ryze fyzikálního třídění – nehledě ovšem na prapůvodní zdroj dané formy energie). Všechny formy energie se jistým způsobem podílejí na koloběhu hmoty, vytváření

a přetváření krajiny, ale také udržování krajiny. Přebytková energie se může dočasně akumulovat a představovat dodatečný „zdroj“ energie, bude-li po ní poptávka. Není pochyb o tom, že jednotlivá místa, území a krajiny disponují různým množstvím a formami energie, jejich kombinacemi, a tak vytvářejí rozmanité přírodní energetické typy území. Tato území se mohou sdružovat do specifických územních celků – regionů s charakteristickou nabídkou energetických zdrojů.

Atlas krajiny České republiky mj. sleduje úkol informovat nejen o výskytu jednotlivých forem a množství energie, ale také o jejich prostorové návaznosti i výjimečnosti. Kombinace disponibilních forem energie a jejich množství je však logicky předmětem zájmu ekonomických a politických kruhů, neboť je do jisté míry také „hybatelem“ hospodářství, opět diferencovaně na jednotlivých úrovních územní správy.

### Mapy přírodních energií v Atlasu krajiny ČR

Oddíl „Přírodní krajina“ je uveden kapitolou věnovanou přírodním zdrojům energie. Není to jen uznání výjimečnosti a důležitosti energie v přírodě a lidské společnosti, ale její role tzv. klíčové komponenty, neboli „hybatele“ i udržovatele krajiny.

Jednotlivé mapy popisují postupně disponibilní energetické zdroje vycházející ze zemské kůry (geotermální energie, geomagnetické pole, radiometrické pole, gravitační pole), související s členitostí povrchu (energie georeliéfu, energie jednotkového vodního toku) či účinky slunce a větru (insolace, energie větru). Sadu doplňuje mapa možností potenciálních lesních společenstev akumulovat energii v dřevní biomase. Je známo, že v krajině existují další disponibilní zdroje energie (akumulovaná fosilní, tepelná, radiální aj.), ne pro všechny se však podařilo zajistit pokryvná data pro celé území ČR, byť třeba výzkum v těchto oborech probíhá. Kapitola vyúsťuje do dvojice syntetických map. *Typologická mapa* demonstruje územní jednotky se specifickými, avšak prostorově se opakujícími kombinacemi disponibilních přírodních zdrojů energie v místě. *Regionalizační mapa* představuje ucelené rozsáhlé územní jednotky charakteristické teritoriálními kombinacemi typů jednotek s určitými disponibilními zdroji energie. Tato část Atlasu krajiny ČR poskytuje sice nikoliv vyčerpávající, ale poprvé souborný přehled o disponibilních přírodních zdrojích energie (až na uvedené výjimky) v jednotném celku. Doposud vydané regionální nebo národní atlasy sice některé z uvedených forem energie představily na tematických mapách, avšak tyto byly rozptýleny po několika specializovaných oddílech, ať již věnovaných ge-

ologickému prostředí, či klimatu, vodám apod. Klasifikační a regionalizační mapy přírodních energií nejsou prozatím z atlasové tvorby známy.

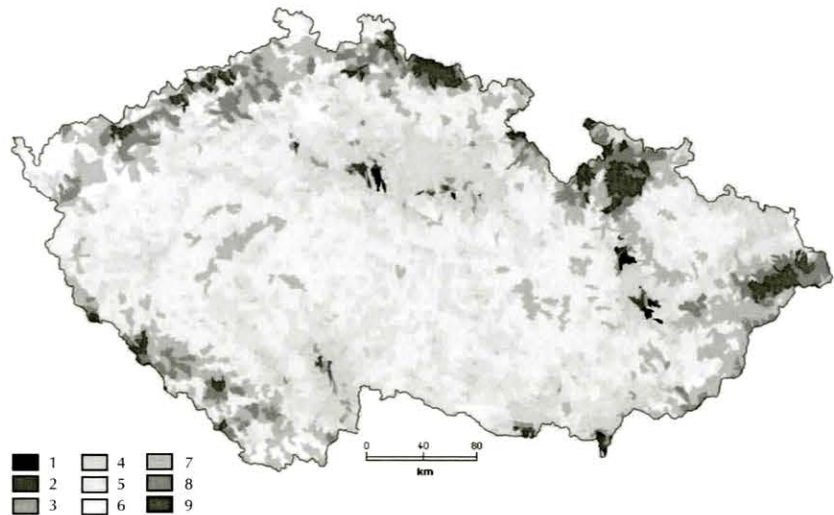
### Datová východiska map přírodních energií

Datové zdroje pro jednotlivé mapy energií jsou různorodé. Formy energií intraterestrického původu jsou obvykle dokumentovány geofyzikálními měřeními (magnetismus, teplota hornin pod povrchem, radiometrické pole, gravitační energie, navíc přímá insolace jako zdroj extraterestrický). Řada forem energií, resp. jejich hodnot, byla odvozena pomocí interpretace digitálního modelu terénu (energie reliéfu, energie jednotkového vodního toku). Hodnoty energie akumulovatelné v potenciální lesní vegetaci, jinými slovy potenciální schopnost současné krajiny akumulovat energii bez zásahu člověka, byly získány výpočty. Informace o fosilní akumulované energii, energii akumulované v půdách a disponibilním teplu byly získány pouhou dedukcí – odvozením od výskytu ložisek fosilních paliv (rašeliny, lignitu, hnědého a černého uhlí, ropy a zemního plynu) bez ohledu na to, v jakém současném stadiu vyčerpání se ložiska nacházejí. Podobně tomu bylo u půd odhadem množství uhlíku obsaženého v jednotlivých půdních typech (do typologické a regionalizační mapy energie se použily informace o rozšíření černozemních půd jako potenciálního maxima akumulace uhlíku v našich půdách). Za kritérium množství disponibilního tepla byly použity údaje z mapy průměrné roční teploty vzduchu z nového Atlasu podnebí Česka (2007). Sumární hodnoty teplot z dřívějších klimatických atlasových děl ČR nebylo možné použít pro zastaralost.

Na základě využití digitálního modelu terénu ČR s rozlišením 100 m byly sestaveny mapy energie reliéfu a energie jednotkového vodního toku. Pro praktické účely obě mapy vyžadují další interpretaci. V dané podobě však představují informaci možnosti přeměny polohové energie na energii kinetickou.

### Analytická mapa energie reliéfu

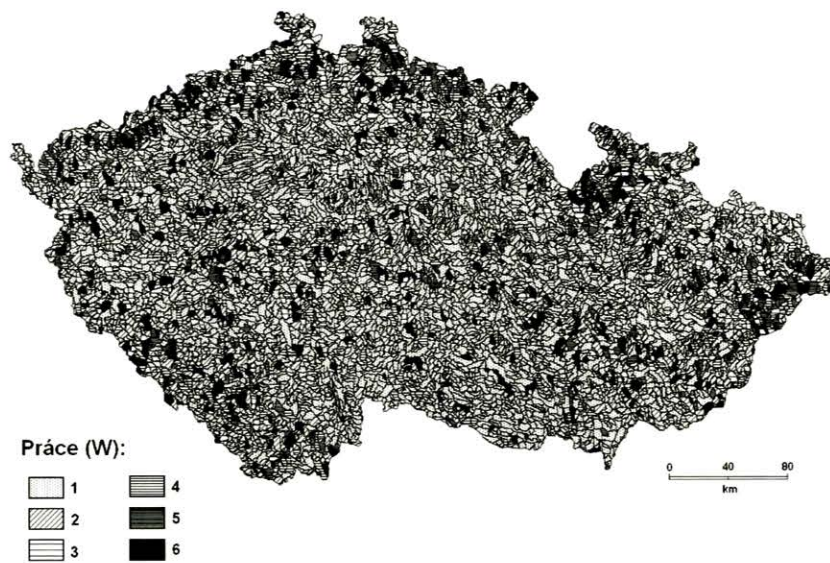
Energie reliéfu představuje charakteristiku vypočítající o míře rozčlenění reliéfu a zejména o jeho ver-



1. Energie reliéfu v ČR [W]: extrémně nízká (0 – 100), velmi nízká (101 – 200), nízká (201 – 300), zřetelně podprůměrná (301 – 700), podprůměrná (701 – 1 500), průměrná (1 501 – 3 000), vysoká (3 001 – 4 500), velmi vysoká (4 501 – 6 000), extrémně vysoká (6 001 – 10 500)

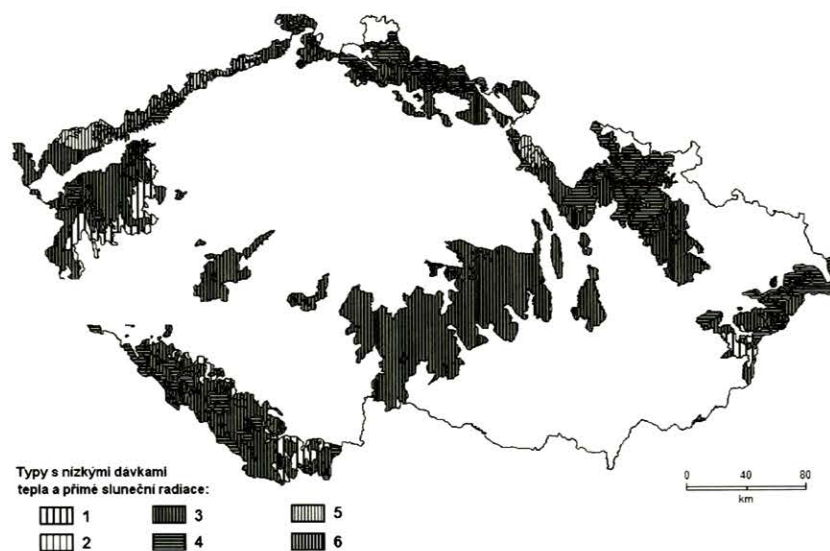
tikální členitosti. Je počítána v elementárních povodích se zohledněním nejvyššího a nejnižšího bodu povodí jako množství práce, kterou vykoná těleso o jednotkové hmotnosti během přesunu z úrovně bodu nejvyššího do úrovně nejnižšího bodu.

Fyzikální hodnota energie reliéfu v elementárním povodí je počítána jako vykonaná práce a je uváděna ve wattech (W). Elementární povodí se zjišťují hydrologickým modelováním v GIS. Vstupními daty pro hydrologické modelování zaměřené na identifikaci elementárních povodí disponuje digitální model terénu celé ČR v rastrové podobě. Zadaná minimální rozloha povodí činila 5 km<sup>2</sup>. Automatickou procedurou v systému GIS GRASS bylo území ČR rozděleno do cca 7 000 povodí, v nichž byla hodnota energie reliéfu počítána. Výsledné hodnoty byly klasifikovány podle rozložení četností v histogramu do 9 kategorií (energie reliéfu: extrémně nízká, velmi nízká, nízká, zřetelně podprůměrná, podprůměrná, průměrná, vysoká, velmi vysoká a extrémně vysoká s uvedením číselných údajů). Nejvyššími třídami energie reliéfu (obr. 1) disponují území s velkým výškovým rozpětím reliéfu v jednotlivých povodích, tj. s maximální vertikální členitostí reliéfu. Nejnižší hodnoty energie reliéfu vykazují rovinatá území vnitrozemí Čech a moravské úvaly. Prostorové rozložení hodnot energie reliéfu napovídá o možnostech ohrožení krajiny některými svahovými pochody (*mass movements*) a rychlým odtokem. S tím souvisí také



2. Energie jednotkového vodního toku o průtoku  $Q = 1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ : 1 – velmi nízká ( $0 < 30 \text{ kW}$ ), 2 – nízká ( $31 - 100 \text{ kW}$ ), 3 – střední ( $101 - 250 \text{ kW}$ ), 4 – vysoká ( $251 - 600 \text{ kW}$ ), 5 – velmi vysoká ( $601 - 1\,400 \text{ kW}$ ) a 6 – extrémně vysoká ( $> 1\,400 \text{ kW}$ )

3a. Rozmístění území s nízkými dávkami přímé sluneční radiace a tepla: 1 – chladná území bez doplňkové akumulace energie, 2 – chladná území s nízkou insolací bez doplňkové akumulace energie, 3 – chladná území se schopností akumulace energie v biomase nebo vyšší energií reliéfu, 4 – chladná území se schopností akumulace energie v biomase a vyšší energií reliéfu nebo s významnou větrnou energií, 5 – chladná území s nízkou insolací se schopností akumulace energie v biomase nebo vyšší energií reliéfu, 6 – chladná území s nízkou insolací s významnou větrnou energií a se schopností akumulace v rašelinách



určité limity pro realizaci mnoha lidských aktivit v území.

### Analytická mapa energie jednotkového vodního toku

Energie vodních toků je funkcí mj. průtoku a sklonu řečiště. Jednotkový objem vody, pohybující se v ukloněném řečišti mezi jeho dvěma okrajovými body, které reprezentují nejvyšší a nejnižší místo standardního povodí, vykonává práci měřenou energetickým výkonem. Proti směru pohybující se vody působí drsnost řečiště. Teoretický výpočet energie jednotkového vodního toku vychází z předpokladu, že v elementárním povodí o velikosti min.  $5 \text{ km}^2$  vykonává jednotkový objem ( $1 \text{ m}^3$ ) vody procházející po trase od nejvyššího do nejnižšího bodu povodí práci korigovanou drsností povrchu. Skutečný výkon toku pak odpovídá průtoku v závěrovém profilu povodí.

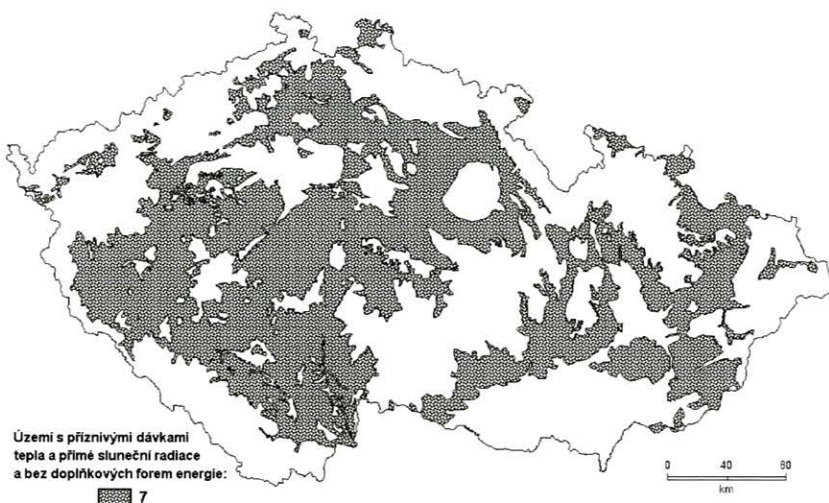
Celkový obraz teritoriální distribuce energie jednotkového vodního toku (obr. 2) ve sledovaných povodích poměrně dobře respektuje vertikální členitost reliéfu krajiny ČR. Potenciálně energeticky nejbohatší povodí se soustřeďují do pohraničních pohoří, ve vnitrozemí existuje pás mírně energeticky bohatších povodí. Izolovaná potenciálně energeticky bohatší povodí se vyskytují i v sousedství větších niv.

### Syntetické mapy přírodních energetických oblastí ČR

• *Typologická mapa* energetických jednotek vychází z disponibilních analytických map přírodních energií a „energetických“ odvozenin dalších map složek a prvků přírody. Prostorovým kombinováním těchto podkladů v GIS (*overlay*) vzniklo 84 typů jednotek (mono- až polyenergetických) s disponibilní nabídkou různ-

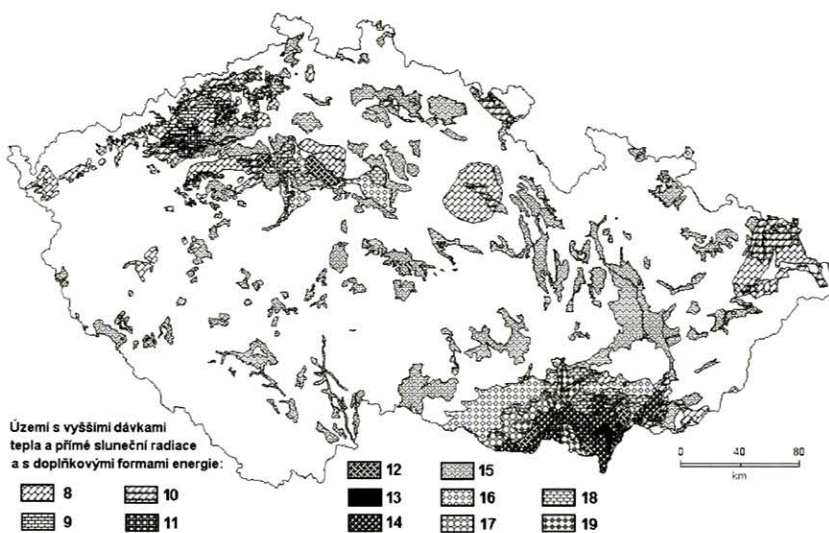
ných forem přírodních energií (resp. jejich deficitem). Tento počet byl pro přehlednost redukován kvalitativní generalizací na 19 finálních typů přírodních energetických jednotek.

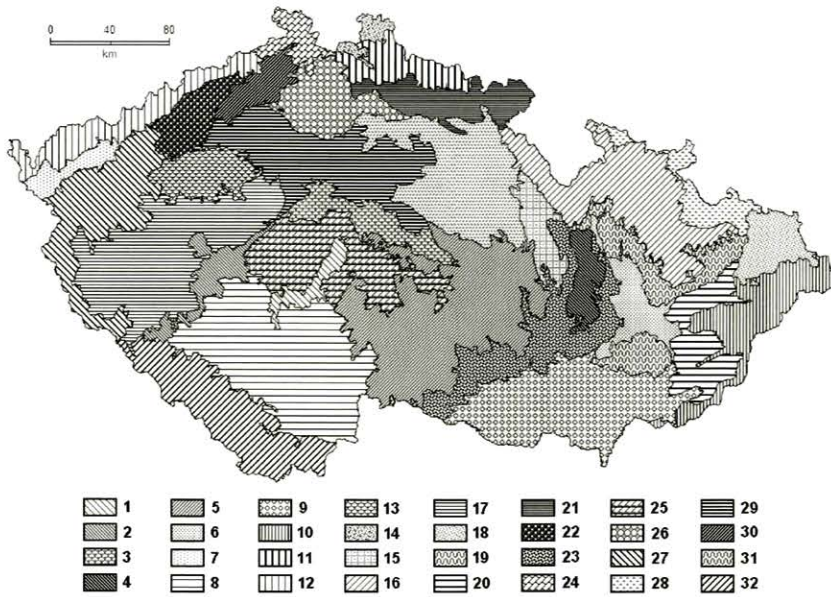
• **Regionální mapy.** Rozmístění energeticky citlivých jednotek (základní zdroje energie: sluneční radiace, teplo jsou v podprůměrných hodnotách, ostatní formy energie jsou zastoupeny hlavně větrnou energií, energií reliéfu a jednotkového vodního toku – zaujímají cca 30 % plochy ČR) odpovídá horským oblastem přibližně nad 600 m n. m. s průměrnými ročními teplotami vzduchu pod 8 °C (obr. 3a). V řadě z nich navíc přistupují velmi nízké dávky sluneční radiace (sever Čech od Krušných hor po Orlické hory). Jen částečně je tento deficit kompenzován možnostmi větrné energie (vyjma Orlických hor, výhodně v Hrubém Jeseníku, omezeně na Šumavě, Beskydách a ve vnitrozemských horstvech), akumulaci rašelin (pouze ostrůvkovitě, a to zejména v Krušných horách a na Šumavě) a energie v dřevní biomase, energií reliéfu a jednotkového vodního toku díky značné výškové členitosti především severních pohraničních pohoří. Přibližně polovinu území státní zaujímají plochy, které sice nevykazují významný energetický deficit, ale také ne významné doplňkové zdroje a ergoakumulační schopnosti. Tento typ území je reprezentován většinou vnitrozemí Čech a podhorskými oblastmi Moravy a Slezska (obr. 3b). Energeticky „bohatá“ území disponují dodatečnými zdroji energie (vedle nadprůměrných hodnot sluneční radiace a tepla). Na tyto regiony se váží zdroje fosilních paliv, areály nejurodnějších zemědělských půd, území se zvýšenou schopností akumulace energie v dřevní hmotě a většina příznivých lokalit pro využití geotermální energie (obr. 3c).



3b. Rozmístění území bez výrazných přírodních energetických deficitů a zdrojů:  
7 – průměrné území bez výrazných energetických nedostatků i zdrojů

3c. Rozmístění území s doplňkovými zdroji přírodní energie: 8 – území s minerálním (fosilní, geotermální, reliéfu) zdrojem energie, 9 – území s rozmanitými minerálními zdroji energie, 10 – území s minerálním zdrojem energie a schopností akumulace v půdách či lesní biomase, 11 – území s rozmanitými minerálními zdroji energie a schopností akumulace v půdách či lesní biomase, 12 – teplé, insolačně dobře dotované území s rozmanitými minerálními zdroji energie, 13 – teplé, insolačně dobře dotované území s rozmanitými minerálními zdroji energie a se schopností akumulace v půdách či lesní biomase, 14 – teplé, insolačně dobře dotované území s minerálním zdrojem energie a se schopností akumulace v půdách či lesní biomase, 15 – území se schopností akumulace v půdách či lesní biomase nebo rašelině, 16 – teplá území nebo mírně teplá větrná území, 17 – teplé, insolačně dobře dotované území bez schopností akumulace v půdách či lesní biomase a bez dalších energetických zdrojů, 18 – teplé nebo insolačně dobře dotované území se schopností akumulace v půdách či lesní biomase nebo s výrazným zdrojem větrné energie, 19 – teplé, insolačně dobře dotované území se schopností akumulace v půdách či lesní biomase





4. Přírodní energetické regiony ČR: 1 – Blanický, 2 – Brdský, 3 – Černoleský, 4 – Draňanský, 5 – Vysočina, 6 – Hornomoravský, 7 – Hornooherský, 8 – Jihočeský, 9 – Jihomoravský, 10 – Karpatský, 11 – Krkonošský, 12 – Krušnohorský, 13 – Křivoklátský, 14 – Lužický, 15 – Mezihorský, 16 – Orlicko-jesenický, 17 – Pobeuroňský, 18 – Podbeskydský, 19 – Podjesenický, 20 – Podkarpatský, 21 – Podkrkonošský, 22 – Podkrušnohorský, 23 – Podvysočinný, 24 – Polabský, 25 – Posázavský, 26 – Severočeský, 27 – Slavkovsko-českoselský, 28 – Slezský, 29 – Středočeský, 30 – Středohorský, 31 – Středomoravský, 32 – Šumavský

Znalost mozaiky území s různými přírodními energetickými předpoklady a vnitřní strukturou energetických zdrojů posloužila k vymezení celistvých individuálních přírodních energetických regionů České republiky (obr. 4). Každý z nich se vyznačuje specifickou kombinací typů přírodních energetických jednotek, jinými slovy: odlišnými zdroji forem energie přírodního původu a potenciálními možnostmi akumulace energie. Jejich názvosloví se opírá o orografické názvy místních geomorfologických jednotek, případně o regionální názvosloví (severní, jižní apod.). Jejich relativní vnitřní homogenita spočívá ve stejnorodosti prostorové mozaiky charakteristických typů přírodních energetických jednotek, zatímco celistvost je dána rozsahem a dosahem takové mozaiky.

### Využití map přírodních energií

Měřítko map, které jsou součástí kapitoly věnované přírodním formám energií (1 : 1 mil. – 1 : 2 mil.), nabízí přehlednou informaci. Jejich praktické uplatnění přichází v úvahu na úrovni strategického

rozhodování v institucích celostátní, případně regionální působnosti. Ačkoliv řada z představených map umožňuje přechod až na velmi detailní místní úroveň, spřesnění obsahu na této úrovni specializovaným měřením je obvykle nezbytné. S takovou podmínkou musejí počítat především investoři, kteří uvažují o využití konkrétní disponibilní formy přírodní energie v daném místě. Jiné případy přítomné energie mohou představovat za určitých okolností ohrožení (vítr, energie reliéfu a jednotkového vodního toku). Obecně analytické i syntetické mapy přírodních energií obsahují motivaci ke zvážení, že tyto formy energie ovlivňovaly formování přírody dané oblasti, na kterou pak navázaly lidské aktivity. Technický pokrok a vzdělanost následně umožňovaly a umožňují tyto formy energie účelově využívat s vědomím, že u některých z nich nepřichází obnovitelnost v úvahu a jejich čerpání může být konečné. Ve složité současné mozaice zájmů v krajině, kdy některé formy podléhají pravidelně zákonné ochraně (rašeli-

niště) a jinými se nevratně plýtvá (zastavování neúrodnějších a energeticky nejbohatší půd), mohou mapy napomoci orientaci a nalezení perspektivního řešení rozmanitých, nejen energeticky podmíněných situací.

### Literatúra

- Atlas krajiny České republiky. Praha: MŽP ČR (v tisku).  
 Atlas obyvatelstva a bydlení. Brno/Praha: GGÚ ČSAV/FSÚ, 1987.  
 Atlas životního prostředí a zdraví obyvatelstva. Brno/Praha: GGÚ ČSAV/FV ŽP, 1992.  
 Atlas krajiny SR. Bratislava/Banská Štiavnica: MŽP SR/SAŽP/Esprit, 2002.

Doc. RNDr. Jaromír Kolečka, CSc., Katedra geografie Pedagogické fakulty Masarykovy univerzity, Poříčí 7, 603 00 Brno, Ústav geoniky AV ČR, v. v. i., Ostrava, pobočka Brno, kolejka@ped.muni.cz; kolejka@geonika.cz