



**Hnutí DUHA**  
Friends of the Earth Czech Republic

# ČISTÉ TEPLLO: PŘÍLEŽITOST LEŽÍ LADEM

**Potenciál výroby tepla z obnovitelných zdrojů energie**



Tato studie ukázala, že Česká republika má velmi dobré podmínky pro mnohokrát větší výrobu energie z obnovitelných zdrojů než dnes, přičemž tři pětiny potenciálu připadají na výrobu tepla. V roce 2020 mohou české domácnosti pokrývat více než polovinu spotřeby energií k vytápění a ohřevu vody z čistých zdrojů. Abychom této příležitosti využili, vláda a parlament musí přijít s novou legislativou – klíčový bude nový zákon na podporu zeleného tepla, který citelně chybí. Účinná podpora sníží české emise oxidu uhličitého o miliony tun ročně i naši stále rostoucí závislost na dovozu zemního plynu z Ruska a omezí ničení domovů a krajiny těžbou hnědého uhlí.

Podrobné rozpracování využití potenciálu do roku 2020 dále ukazuje, že Česká republika může snadno získávat 16–18 % energie z OZE. Tedy o dobrou čtvrtinu více než činí třináctiprocentní podíl, který nám přidělila EU v rámci své společné strategie získávat v roce 2020 20 % energie z OZE.

---

**Editoři publikace:** Edvard Sequens, Petr Holub, Martin Mikeska

Zpracovala Asociace pro využití obnovitelných zdrojů energie,  
Jan Motlík a kol.

**Tiskem vydaly Hnutí Duha a Calla, 2008**

Další použití a šíření je vázáno na souhlas Asociace pro využití obnovitelných zdrojů energie.

Publikace je dostupná v elektronické podobě na  
[www.hnutiduha.cz/obnovitelne\\_teplo](http://www.hnutiduha.cz/obnovitelne_teplo)

ISBN: 978-80-86834-22-1



# OBSAH

<b>1.</b>	ÚVOD .....	2
<b>2.</b>	SHRnutí VÝSLEDKŮ STUDIE .....	3
<b>3.</b>	METODIKA STANOVENÍ POTENCIÁLU OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE .....	7
<b>3.1.</b>	FAKTORY KTERÉ OVLIVŇUJÍ DOSAŽENÍ POTENCIÁLU .....	7
<b>3.1.</b>	TYPY POTENCIÁLU .....	9
<b>4.</b>	ANALÝZA JEDNOTLIVÝCH OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE A JEJICH POTENCIÁLU .....	10
<b>4.1.</b>	SLUNEČNÍ ZÁŘENÍ .....	10
<b>4.2.</b>	BIOMASA .....	18
<b>4.3.</b>	GEOTERMÁLNÍ ENERGIE .....	34
<b>5.</b>	CELKOVÝ POTENCIÁL OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ DO ROKU 2020 .....	41
<b>5.1.</b>	ELEKTŘINA .....	41
<b>5.2.</b>	BIOPALIVA .....	42
<b>5.3.</b>	TEPLO .....	42
<b>5.4.</b>	CELKOVÝ POTENCIÁL OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ .....	43
<b>6.</b>	DOPORUČENÍ .....	44

# 1. Úvod

Česká republika nechává ležet ladem většinu příležitostí k výrobě energie z čistých, obnovitelných zdrojů. Zákon o podpoře obnovitelných zdrojů z roku 2005, který Calla a Hnutí DUHA pomohli prosadit, roztočil nové větrné turbíny a první fotovoltaické elektrárny začaly vyrábět proud ze slunce. Několik firem se pustilo do výroby elektřiny spalováním biomasy. V České republice roste nové odvětví vysoce moderních technologií: Škoda Plzeň se stala světovou jedničkou ve výrobě hřídelí pro větrné elektrárny. Společnost Kyocera otevřela v Kadani továrnu na fotovoltaické panely. Co je ještě důležitější, vznikají zde i vývojová střediska. Během příštích pěti let se v odvětví obnovitelných zdrojů očekávají investice kolem 50 miliard korun.

Jenomže druhá – a významnější – část sektoru stále přešlapuje před startovní čarou. Možnosti výroby tepla z čistých zdrojů jsou oproti zelené elektřině ještě mnohem větší. A právě předkládaná studie se věnuje vyčíslení tohoto potenciálu v České republice v dlouhodobém horizontu do roku 2050.

Dokládá, že obnovitelné teplo není doplňkový zdroj. Jen biomasa může k vytápění přispět 97 petajouly (PJ) energie ročně. Přibližně dalších 20 PJ lze získat z bioplynu a přinejmenším 24 PJ ze sluneční energie. Nezanedbatelné je i teplo získané ze zemského jádra a pomocí tepelných čerpadel – 31 petajoulů. Celkový český potenciál konečné spotřeby tepla z obnovitelných zdrojů tedy činí více než 171 petajoulů ročně. Pro srovnání: jde o polovinu tepla spotřebovaného každým rokem v České republice. Obnovitelné zdroje mohou nahradit veškeré dnešní lokální vytápění a ohřev vody uhlím, plynem či topným olejem. Nebo také jinak – všechno teplo dnes vyrobené z uhlí je možné nahradit energií ze Slunce, biomasy a geotermálních zdrojů.

Rozšíření obnovitelných zdrojů sníží emise skleníkových plynů o miliony tun ročně a přinese tisíce nových pracovních míst v průmyslu a v zemědělství. Díky novým pracovním příležitostem na venkově dojde k zastavení odlivu lidí do měst. K tomu však musíme pomoci dlouhodobým koncepčním systémem podpory čistého tepla. Významně pomůže zavedení ekologické daňové reformy, dotační podpora domácnostem, podpora pro obce i firmy, nižší DPH u biomasy, ale také osvětová a informační kampaň.

## 2. Shrnutí výsledků studie

Větší využití obnovitelných zdrojů energie – solární, větrné, geotermální či spalování různých forem biomasy – pomůže podstatně snížit emise oxidu uhličitého. Zároveň sníží závislost na importu paliv, především zemního plynu, novými technologiemi posílí konkurenceschopnost průmyslu a vytvoří nová pracovní místa především v ekonomicky slabých venkovských obcích.

Ale klíčová otázka potom je: kolik obnovitelných zdrojů česká ekonomika může využít? Tato studie, kterou pro Hnutí DUHA a sdružení Calla sestavila Asociace pro využití obnovitelných zdrojů energie, mapuje potenciál odvětví po odvětví.

Zaměřuje se přitom na výrobu tepla z obnovitelných zdrojů, která zatím stála stranou systematické podpory, ačkoli právě v ní jsou možnosti podstatně větší než při výrobě elektřiny.

### Současný stav využívání obnovitelných zdrojů

Česká republika podle statistik ministerstva průmyslu a obchodu v roce 2006 vyrobila 46 petajoulů (PJ) tepla z obnovitelných zdrojů – asi 4 % konečné spotřeby energie ve zdejší ekonomice. Produkce se rok od roku zvětšuje.

Růst je vidět prakticky u všech typů technologií. Přibývá biomasy spalované v domácích kotlích, obecních výtopenách a při spoluspalování ve velkých teplárnách. Staví se nové bioplynové stanice. Plocha solárních kolektorů pro ohřev vody i vytápění se zvětšuje o 20 tisíc čtverečních metrů ročně. Zcela určitě u nás dojde k ještě většímu rozšíření tepelných čerpadel než dnes. A v blízké budoucnosti můžeme počítat také s teplem z geotermálních projektů pomocí hlubokých vrtů do zemské kůry. V současné době je vytipováno 32 lokalit vhodných na průmyslové využití zemského tepla.

Bohužel tyto trendy jsou zatím velmi pomalé. Zaostáváme jak za sousedními státy, tak i za svými možnostmi. Na vině je řada překážek, z nichž jedna z nejdůležitějších je výrazné ekonomické zvýhodnění fosilních paliv, za které stát zatím hradí řadu škod, které jejich těžba, doprava a spalování způsobují.

### Potenciál obnovitelných zdrojů v České republice

Předchozí studie propočety, že veškerý potenciál obnovitelných zdrojů energie v České republice reálně dosažitelný do roku 2050 činí 498 PJ (viz Tabulka 1.). To je téměř 30 % primární energie, která nyní do české ekonomiky vstupuje.

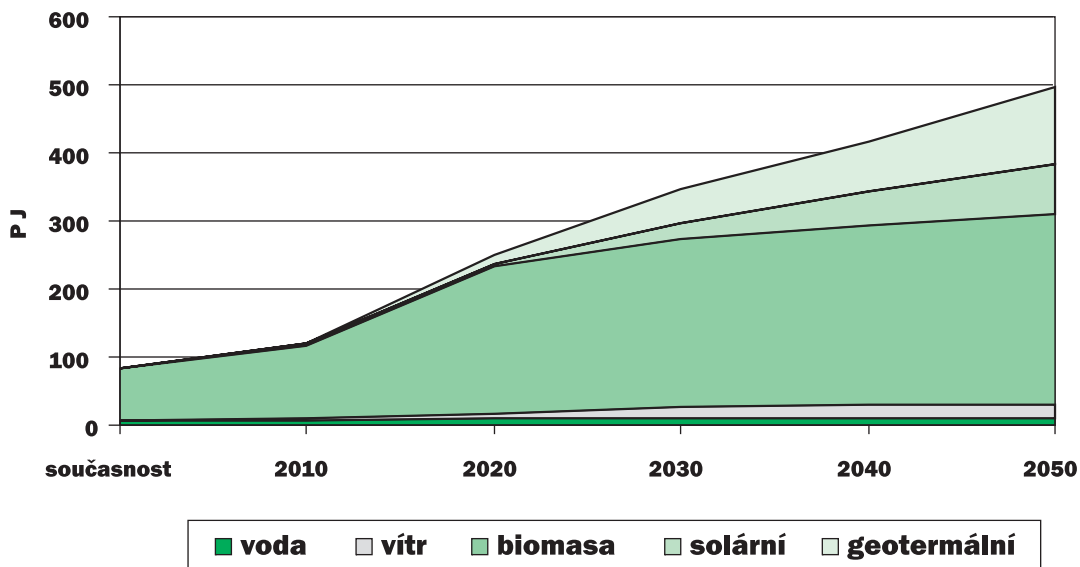
Většinu – asi 56 % – z toho tvoří spalování biomasy (viz Graf 1). Postupně porostou také možnosti geotermální energie, která by v polovině století tvořila něco málo přes pětinu českých obnovitelných zdrojů. Podíl větrných elektráren, které jsou dnes prakticky synonymem zelené energie, činí zhruba čtyři procenta. Přesto 2,5 TWh, se kterými můžeme počítat, činí asi dvacetinásobek dnešní výroby.

Ale obnovitelné zdroje nejsou pouze technologií vzdálené budoucnosti. Už v roce 2020 můžeme reálně počítat s výrobou kolem 250 petajoulů, tj. asi 14 % současné spotřeby primárních zdrojů. Asi 85 % z toho připadá na biomasu, 5 % na geotermální zdroje a dodávky větrné elektřiny mohou už na konci příštího desetiletí překonat potenciál vodních elektráren, ačkoli i ten se ještě mírně zvětší.

**Tabulka č. 1: Celkový potenciál primární energie z obnovitelných zdrojů energie k roku 2050**

PJ	Současnost	2010	2020	2030	2040	2050
Celkem	84	121	250	347	418	498

**Graf č.1: Primární energie z obnovitelných zdrojů k roku 2050**



Ale návrh nové evropské směrnice o podpoře obnovitelných zdrojů energie předpokládá, že závazky jednotlivých států EU pro rok 2020 budou stanoveny v podílu obnovitelných zdrojů na konečné spotřebě energií.

Proto je důležité se podívat rovněž na tento indikátor.

Česká republika může v roce 2020 zajišťovat kolem 177 petajoulů konečné spotřeby energií z obnovitelných zdrojů. Je to zhruba 16 % současné spotřeby energie. Patrně to znamená, že návrh Evropské komise, aby český závazek činil necelých 13 %, je zbytečně podhodnocený. Podrobněji tato čísla diskutuje kapitola 5 této studie.

V každém případě rozhodujícím sektorem bude teplo: vytápění biomasou, ohřev vody a topení solárními kolektory či geotermální energií. Připadá na něj totiž asi 60 % těchto možností a to dokonce i v případě, že budeme počítat s podstatným rozvojem motorových biopaliv (viz Tabulka 2). Pokud EU i česká vláda v biopalivech šlápnu na brzdu, může být pro obnovitelné zdroje tepla k dispozici větší plocha zemědělské půdy, a potenciál se potažmo ještě o něco zvětší.

Pokud bychom částečně využili možnosti posílení energetické efektivity a snížili spotřebu o pouhou jednu desetinu, relativní potenciál obnovitelných zdrojů se vyhoupne na 18 % konečné spotřeby energie v roce 2020. Konečná spotřeba energií činila v roce 2007 kolem 1100 PJ.

**Tabulka č. 2: Celkový potenciál obnovitelných zdrojů na konečné spotřebě energií do roku 2020**

PJ	2007	2010	2020
Elektrina	12	16	42
Teplo	52	65	106
Biopaliva	10	17	29
<b>Celkem</b>	<b>74</b>	<b>98</b>	<b>177</b>



## Potenciál obnovitelných zdrojů energie pro výrobu tepla

Leitmotivem smysluplné koncepce využívání obnovitelných zdrojů energie v České republice musí být zelené teplo. Potenciál pokrytí konečné spotřeby tepla v roce 2050 činí asi 171 petajoulů, tj. zhruba 49% současné spotřeby tepla.

Obnovitelné zdroje tedy mohou významně zasáhnout do vytápění budov či ohřevu vody. Rozhodující roli zde opět hraje biomasa: představuje asi 68% potenciálu. Zbytek tvoří geotermální (18%) a solární (14%) zdroje.

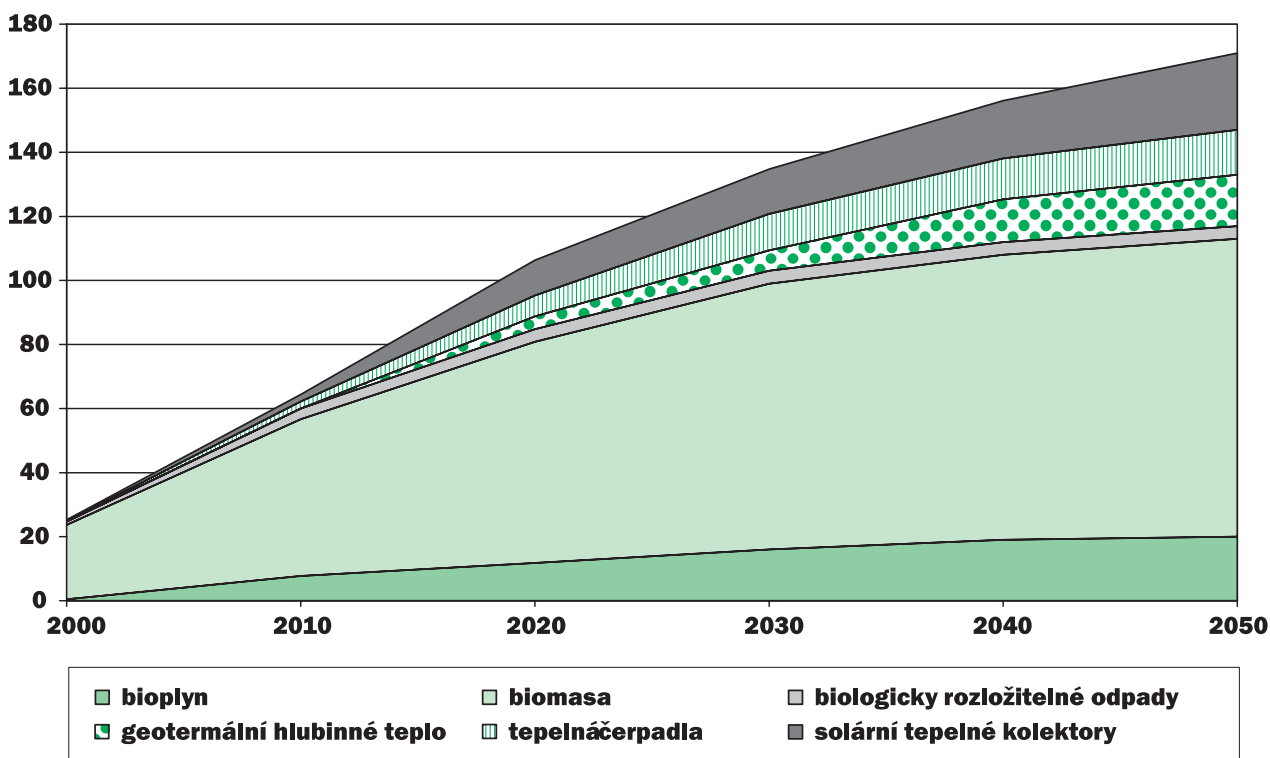
**Tabulka č. 3: Potenciál obnovitelných zdrojů energie pro výrobu tepla do roku 2050**

PJ	2007	2010	2020	2030	2040	2050
Biomasa	50	62	93	103	112	117
Geotermální	1	2	10	18	26	30
Solární	0,1	0,3	2	14	18	24
<b>Celkem</b>	<b>52</b>	<b>65</b>	<b>106</b>	<b>135</b>	<b>156</b>	<b>171</b>

Pozn.: V některých sloupcích součet vinou zaokrouhlení neodpovídá sumě jednotlivých položek.

Nejvíce nevyužitých příležitostí leží v možnosti spalování tuhé biomasy. Zbytková sláma, speciálně pěstované energetické plodiny nebo dřevěná štěpka najdou vhodné využití v obecních a podnikových výtopenách a teplárnách. Peletky pak představují zejména moderní a pohodlné palivo pro domácí vytápění. Velký rozmach se očekává u solárních termických instalací. Sluneční kolektory mohou zajišťovat významnou část spotřeby teplé vody a to nejen pro domácnosti, ale i například pro veřejné budovy, jako jsou školy či nemocnice. Energeticky úsporné domy lze také energií slunce vytápět. V budoucnosti se počítá také s jejím použitím pro chlazení. Velmi významný potenciál má v České republice také využití bioplynu, který se dá vyrábět z celé řady odpadních látek, jež dnes často končí na skládkách, kde jejich tlením vzniká metan, silný skleníkový plyn. Zbytky, které z bioplynové stanice vystupují, jsou navíc velmi hodnotným hnojivem nebo kompostem.

**Graf č. 2: Potenciál obnovitelných zdrojů energie pro výrobu tepla do roku 2050 v petajoulech**



## Hlavní opatření

Ovšem potenciál je jedna věc – a reálné využití věc druhá. Že Česká republika může do roku 2020 zajišťovat 106 petajoulů konečné spotřeby tepelné energie z obnovitelných zdrojů, ještě neznamená, že je zajišťovat bude. Prozatím rozvoj právě tohoto odvětví byl podstatně pomalejší než v případě zelené elektřiny.

Aby mohly české domácnosti, obce, nemocnice či školy nebo podnikatelé využít příležitostí, které nabízí výroba tepla z obnovitelných zdrojů energie, stát musí sektor rozvíjet pomocí několika cílených opatření.

Podle Hnutí DUHA a sdružení Calla klíčovým krokem musí být nový zákon o podpoře obnovitelných zdrojů tepla, paralelní k současné – a prozatím velmi úspěšné – normě určené k podpoře čisté elektřiny. Legislativa by měla být opět založena na koncepčním podpůrném systému. Může mít například podobu pevně a na dlouhou dobu stanoveného příplatku ke každému vyrobenému gigajoulu čistého tepla. Mechanismus se bude vztahovat na střední a větší zdroje v obcích, podnicích a pro vytápění bytových domů. Pomůže tak stabilizovat podnikatelské prostředí v odvětví.

Účelem přitom není a nemůže být, aby legislativa soustavně pokrývala rozdíl mezi náklady na výrobu zelené energie a fosilní zdroje. Podpora musí posloužit jako cílený prvotní impuls s úkolem nastartovat investice do odvětví a postupně snížit náklady na konkurenceschopnou hladinu. Cenové trendy v odvětví elektřiny z obnovitelných zdrojů potvrzují, že takový postup funguje.

Ale nemělo by zůstat pouze u zákona. Státní fond životního prostředí by měl připravit rozsáhlý program grantů pro domácnosti, které chtějí instalovat kotle na biomasu, solární kolektory nebo jiná zařízení. Podpora musí být nároková: žadatel bude předem vědět, že pokud splní sadu snadno srozumitelných podmínek, dostane danou částku. Program musí být dotován nejméně jednou miliardou korun ročně. Při průměrné velikosti grantu 50–70 tisíc korun by to znamenalo, že program během sedmi let pomůže každé třicáté domácnosti.

Oba programy – zákon pro střední a velké zdroje, grantovou podporu pro domácnosti – musí doplnit další nástroje. Ekologická daňová reforma by dále měla vylepšit ekonomické prostředí pro obnovitelné zdroje energie. Potřeba jsou také standardy, jež zajistí, že nové či rekonstruované budovy budou část svých potřeb zajišťovat z obnovitelných zdrojů. A konečně: vláda musí připravit a rozjet informační projekty, díky kterým se domácnosti, obce i podnikatelé o možnostech využití obnovitelných zdrojů tepla, moderních technologiích na trhu, účinných řešeních a hlavně podpůrných programech dozví.



## 3. Metodika stanovení potenciálu obnovitelných zdrojů energie

V předloženém materiálu se věnujeme dvěma časovým horizontům a to roku 2020 a 2050. Pro rok 2020 je situace průhlednější. Do roku 2020 zbývá 13 let, což je doba, kterou je pro investice v oblasti energetiky možno charakterizovat jako střední, jak s ohledem na životnost zařízení, tak i s ohledem na ekonomickou návratnost. Stanovení potenciálu v tomto období tudíž musí vycházet z reálných možností daných pro jednotlivé druhy OZE. Zařízení OZE lze dělit na bezpalivová (obnovitelný zdroj je na jiný druh energie transformován bez užití termického procesu) a na palivová (jedná se o zařízení využívající zdroj na bázi biomasy).

Zařízení využívající OZE pouze pro výrobu tepla budou navrhována na konkrétní konečnou spotřebu. Na rozdíl od zařízení sloužících současně k výrobě elektřiny, jejichž dimenzování je dáno buď místním potenciálem daného druhu OZE nebo technickými možnostmi distribuční soustavy v daném místě, jsou tepelné zdroje dimenzovány zásadně na základě optimalizace dodávky tepla v daném místě.

Potenciál v horizontu roku 2020 je možné stanovit metodou „zdola“, tudíž z konkrétních možností výstavby a provozování zařízení OZE v tomto období.

### 3.1. Faktory které ovlivňují dosažení potenciálu

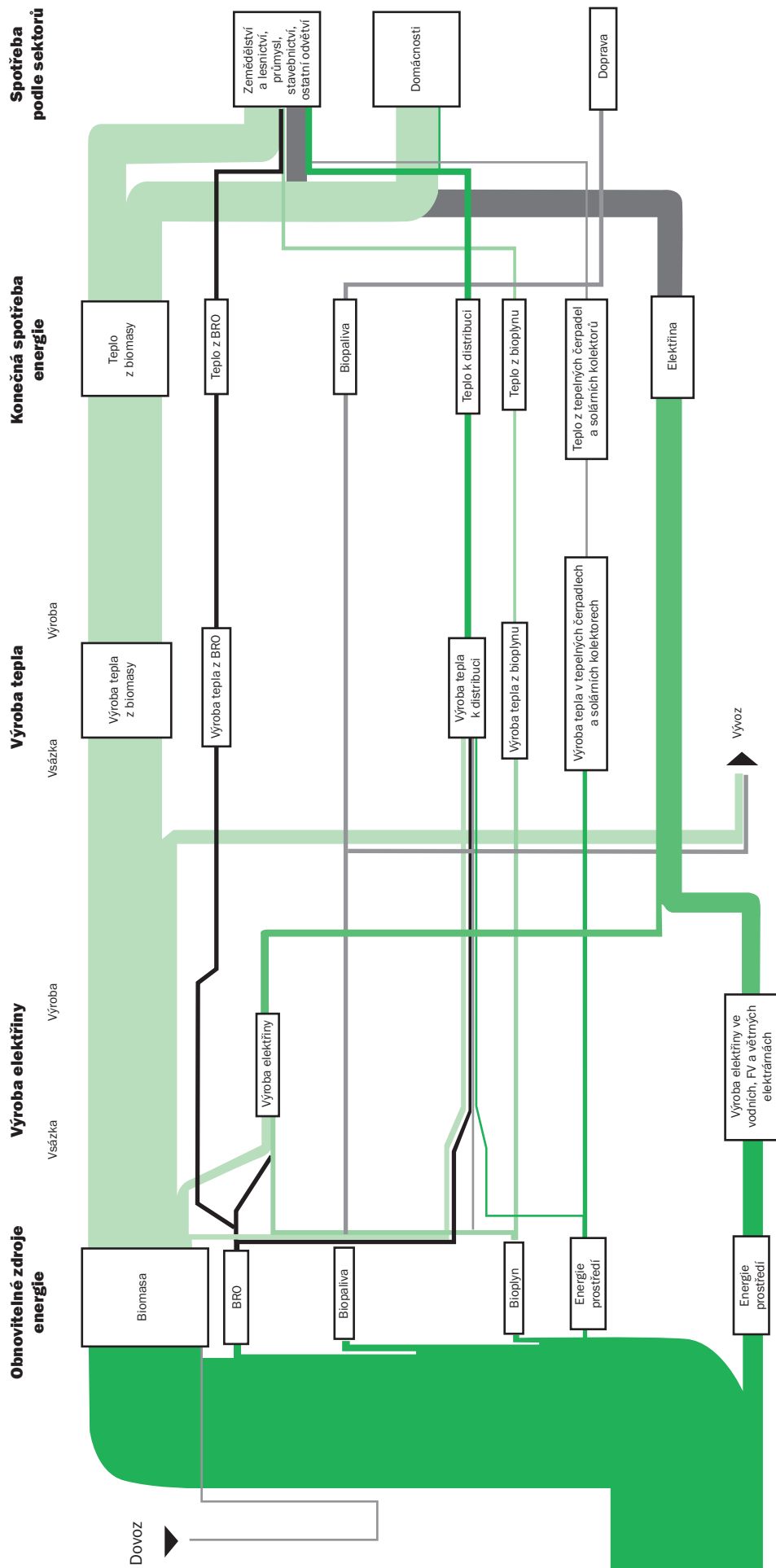
- legislativní omezení (stavební zákon, environmentální legislativa – např. zákon o ochraně přírody a krajiny, zákon o vlivu stavby na životní prostředí atd.),
- doba výstavby (od přípravy projektu po spuštění),
- doba životnosti projektu,
- vývoj ceny energií,
- bezpečnostní politika státu,
- technická specifika výstavby a provozu,

Je definováno 5 základních primárních zdrojů obnovitelné energie<sup>1</sup>: energie sluneční, energie biomasy, energie vodní, energie větrná a geotermální energie, z nichž ale dále nebudeme rozebírat zdroje využitelné čistě pro výrobu elektřiny – vodní, větrné a fotovoltaické elektrárny. Ze zjednodušeného diagramu toků obnovitelných energií v grafu č. 4 si je možné udělat představu o současném rozložení toku energií.

---

<sup>1</sup> Ve skutečnosti je možné identifikovat jeden, resp. dva základní primární zdroje energie a to energii sluneční a energii zemského jádra, zde představenou geotermální energií.

**Graf č. 3: Zjednodušený diagram toků obnovitelné energie zdroj MPO**

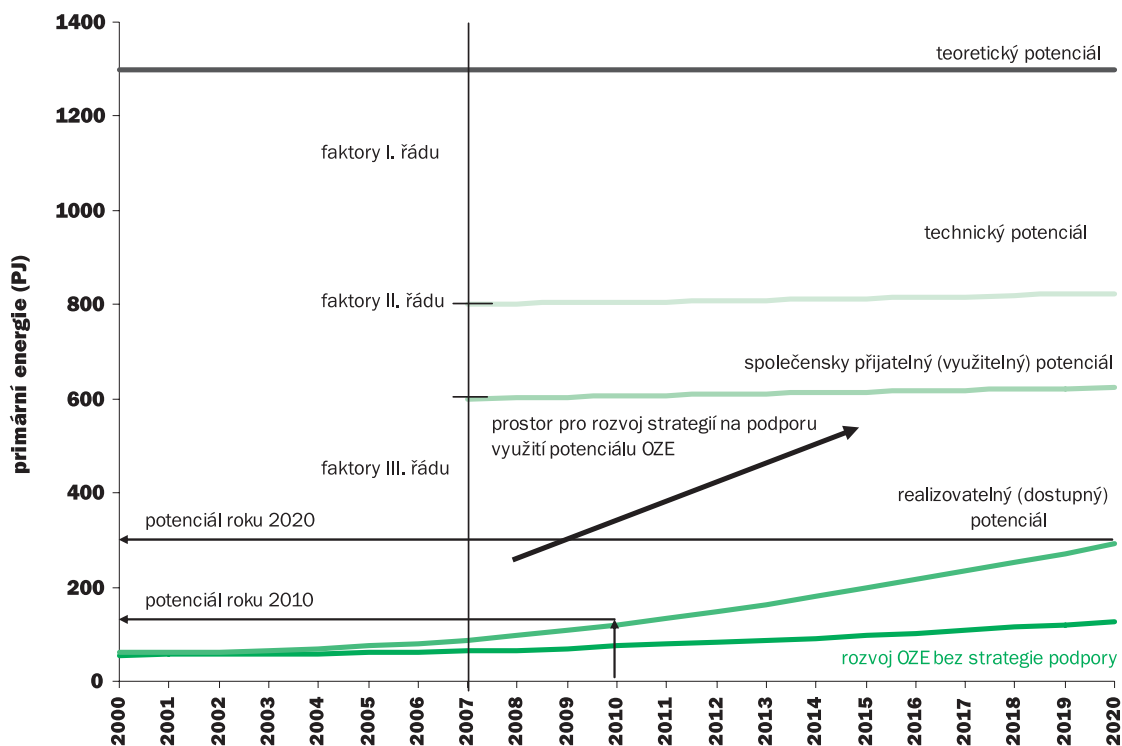


## 3.2. Typy potenciálu

Obecně je pro definici potenciálu používáno členění na potenciál technický, využitelný, dostupný a ekonomický.<sup>2</sup> Jedná se však o statické pojetí potenciálu, z hlediska předpokládaného dynamického vývoje je nutné tyto potenciály popisovat vždy spolu s uvedením okrajových podmínek. Na základě níže uvedeného schématu je možné ukázat význam a zároveň omezení jednotlivých staticky pojatých druhů potenciálů tak, jak by mohly být vnímány z hlediska času. Okrajové podmínky jsou dány uvedenými faktory I. až III. řádu. Obecně lze říci, že mezi faktory I. řádu převažují fyzikální a technická omezení, zatímco mezi faktory III. řádu jsou hlavními činiteli omezení společenská, legislativní a ekonomická.

Technický potenciál představuje technickou možnost využití daného zdroje na bázi OZE. V případě dosažení konkurenceschopnosti daného druhu OZE přechází technický potenciál postupně k ekonomickému potenciálu. Z hlediska vnímání potenciálu v čase pak v krátkém a středním období dosahujeme potenciálu ekonomického, jehož okamžitá velikost je také rozhodující pro rychlost rozvoje využívání OZE. Dostupný<sup>3</sup> potenciál se s ekonomickým částečně překrývá, hranice překrytí není přesně dána a je ovlivněna především parametry ekonomické návratnosti v konkrétním případě. Obecně je možno vysledovat např. závislost ekonomického potenciálu na diskontní sazbě a na průměrné délce úvěrů poskytovaných na investice do daných technologií. Ovšem v případě domácností toto kritérium nemusí být rozhodující. Např. pro sluneční kolektor se mohou lidé rozhodovat nejen na základě ryze ekonomických faktorů.

Obr. č. 1: Schéma rozdělení potenciálů



<sup>2</sup> Definované např. v Národní studii energetické efektivity, Světová banka, 1999.

<sup>3</sup> Často je vhodné sloučit potenciál využitelný a dostupný, neboť při vědomí blízkosti definic těchto potenciálů je toto zjednodušení prakticky bez vlivu na konečný výsledek; pouze se rozšíří pásmo faktorů (bariér a omezení), kterými byly tyto potenciály ohraničeny.

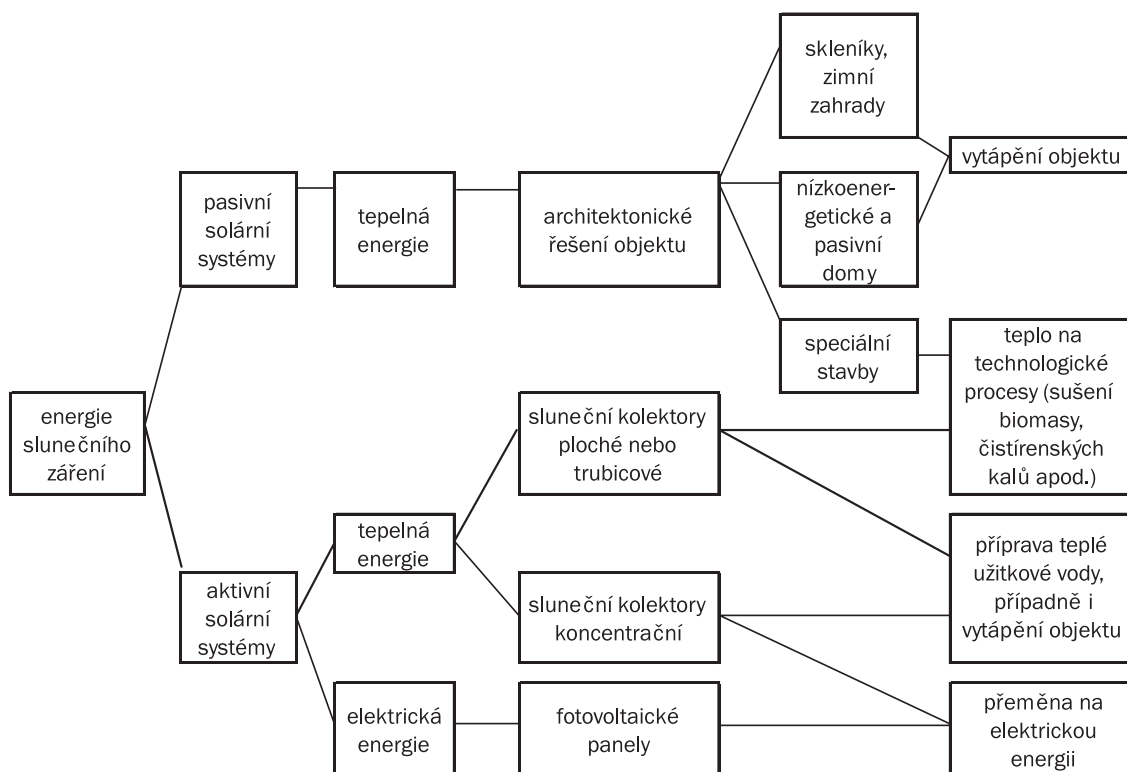
## 4. Analýza jednotlivých obnovitelných zdrojů energie a jejich potenciálu

### 4.1. Sluneční záření

Energii slunečního záření lze využít různým způsobem s rozdílnou mírou účinnosti zařízení. Hrubě lze říci, že se realizují dva typy využití sluneční energie, jejichž účinnost je diametrálně odlišná:

- energie slunečního záření využívána pro přípravu TUV (teplé užitkové vody) a pro vytápění,
- energie slunečního záření využívána pro výrobu elektrické energie.

Obr. č. 2: Možnosti využití energie slunečního záření



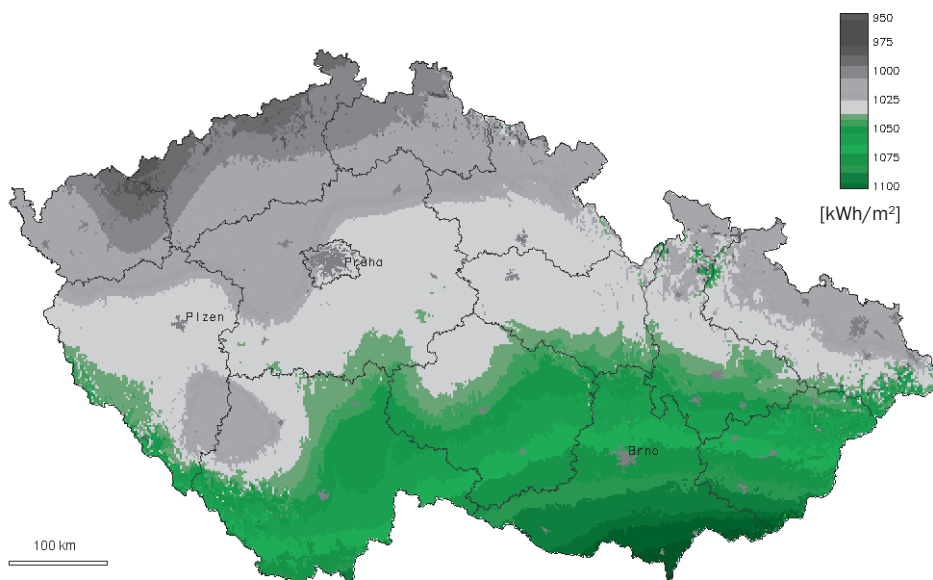
Zdroj: CityPlan

Prakticky nelze v podmínkách ČR aplikovat systémy využívající koncentrace slunečního záření, neboť ty vyžadují podstatně větší dobu přímého slunečního svitu (cca od 2 500 kWh/m<sup>2</sup>, což odpovídá podmínkám jižně od 40° severní šířky). Výjimkou mohou být snad pouze nenákladné systémy na ohřev (vaření) vody v letním období apod.

### Klimatické podmínky ČR

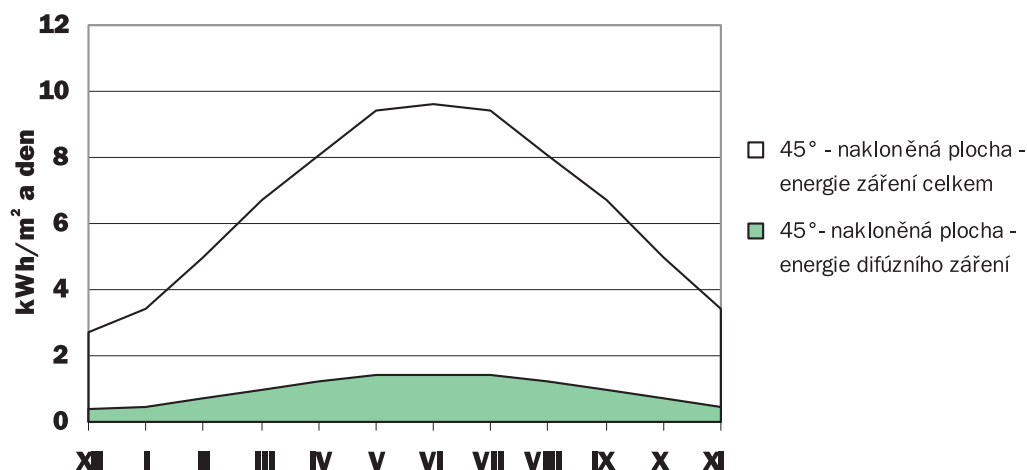
Z rozboru klimatických podmínek vyplývá, že i na území České republiky lze efektivně využít energii slunečního záření. Energie slunečního záření i u nás v sobě skrývá obrovský potenciál - za jasného nebe v poledne dopadá na zemský povrch až 1 000 W/m<sup>2</sup>.

**Obr. č. 3: Globální sluneční záření na území ČR (kWh/m<sup>2</sup>\*rok)**



Zdroj: <http://re.jrc.cec.eu.int/pvgis/pv>

**Graf č. 4: Podíl energie difúzního záření na globálním záření v podmínkách ČR (50° s.š.)**



Obecné faktory, které určují množství slunečního záření dopadajícího na zemský povrch, jsou zeměpisná šířka, nadmořská výška, výška slunce nad obzorem, klimatické podmínky a znečištění atmosféry.

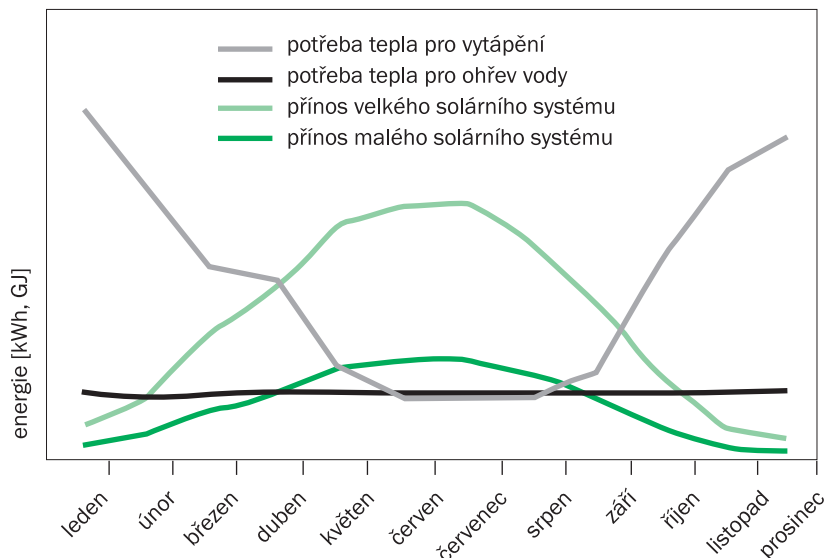
Přímé sluneční záření je záření neodražené, záření slunečních paprsků. Dopadá na zemský povrch pouze za jasného počasí. Difúzní záření je část přímého slunečního záření, jehož intenzita byla snížena absorpcí energie při průchodu záření filtrační vrstvou prachových částic rozptýlených v atmosféře, vodní páry a plynů. Toto záření dopadá na zemský povrch i při zataženém počasí. Globální záření je součtem předchozích dvou a udává celkovou hodnotu energie dopadající na plochu.

V našich klimatických podmínkách je celková doba ročního slunečního svitu 1 700 – 2 200 hodin. Z průměrné hodnoty doby slunečního svitu v oblasti lze odvodit skutečné množství energie dopadající na zemský povrch.

## Současný stav využití energie slunečního záření

Současný vývoj využívání solární energie zaznamenává poměrně prudký nárůst. Termosolární systémy jsou využívány zejména na přípravu teplé vody. Současné tendence směřují k vyššímu využití systémů pro vytápění. Budoucnost by měla do využití zahrnout i chlazení.

**Graf č. 5: Možnost krytí spotřeby tepla solárním systémem různé velikosti**



Zdroj: EkoWATT

Dodávka zasklených solárních kolektorů na český trh činila v roce 2006 více jak 20 tisíc m<sup>2</sup>, tedy o 31% více než v roce 2005. V letech 1977–2006 bylo v České republice celkem instalováno cca 160 tisíc m<sup>2</sup> zasklených kolektorů s kovovým absorbérem, z toho dnes funguje zhruba 105 tisíc m<sup>2</sup>. Podle odhadu tyto kolektory v roce 2006 vyrobily cca 128 TJ využitě tepelné energie.

**Tabulka č. 4: Využitá tepelná energie**

TJ	2004	2005	2006
Solární termální kolektory	84	103	128

Zdroj: MPO

## Potenciál využití energie slunečního záření v České republice

Pro stanovení potenciálu byl zvolen následující postup analýzy:

1. Nejdříve byl odhadnut potenciál využití tepelné energie. Vycházelo se z poptávkového množství po nízkopotenciální tepelné energii, které tvořilo horní hranici možného využití energie slunečního záření pro přeměnu na energii tepelnou. Nízkopotenciální tepelnou energii lze využít pro ohřev TUV a také pro přitápění v objektech, jejichž vytápěcí systém je dimenzován na teplotní spád vstupní teploty do max. 40–50 °C (jedná se o budovy zateplené – sanované budovy či novostavby s charakteristikou nízkoenergetických či pasivních staveb). Tento potenciál využití tepelné energie ze slunečního záření narůstá v čase z důvodu zvyšování počtu budov (nových či sanovaných) využívajících nízkopotenciální teplo. Do potenciálu využití tepelné energie je také kalkulováno s instalacemi v objektech, jako jsou nemocnice, domovy důchodců, zemědělské a průmyslové objekty a ostatní budovy veřejného sektoru a služeb.

2. Z technologického hlediska byly zvoleny průměrné plošné solární systémy, nebylo tedy uvažováno s využitím různých technologií (pouze s celoročními solárními systémy, účinnost přeměny energie slunečního záření na energii tepelnou byla stanovena na 40–50 %).

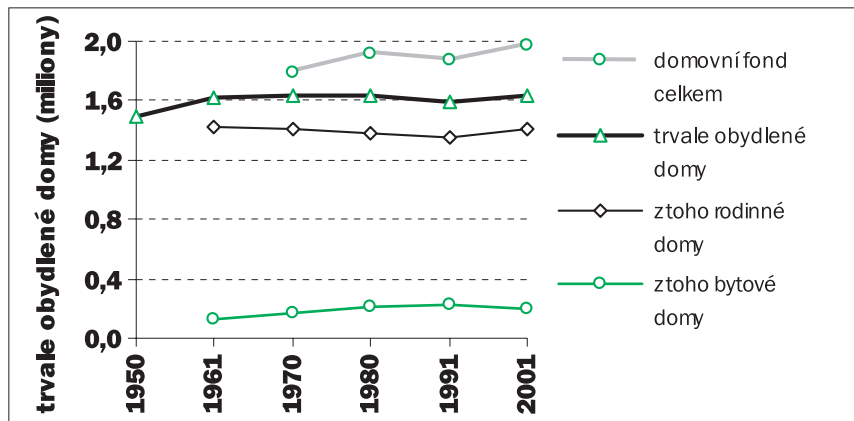


## Domovní a bytový fond v ČR

Bytový fond je v České republice v současnosti tvořen asi 3,8 miliony trvale obydlených bytů, z toho je asi 40 % v rodinných domech. Cca 51 % bytů se nachází ve vícepodlažních domech, z toho přibližně 1,2 milionu bytů jsou postaveny panelovou technologií.

Za pozornost stojí skutečnost, že počet trvale obydlených domů v posledních čtyřech desetiletích stagnuje (cca 1,6 milionu domů) – v roce 2001 tedy bydlí ve stejném počtu domů o téměř půl miliónu osob více než v roce 1970.

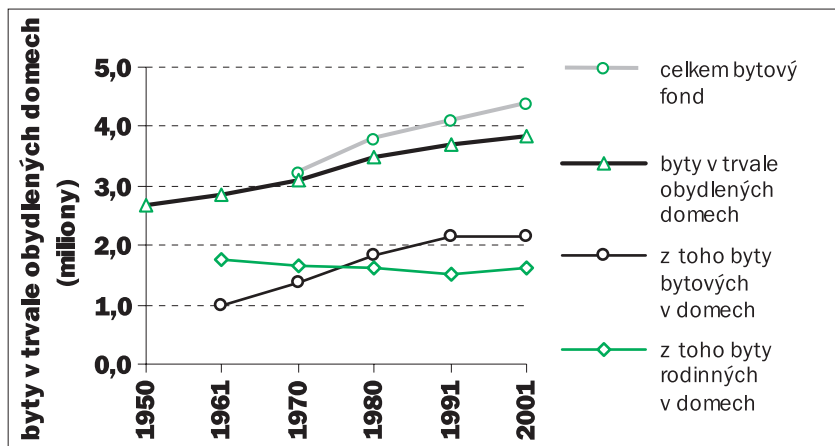
**Graf č. 6: Vývoj počtu domů v letech 1950–2001**



Zdroj: ČSÚ; chybějící hodnoty v grafu nebyly zjištěny

I přes stagnaci počtu domů má bytový fond již několik desítek let trvale rostoucí charakter, v posledním desetiletí se však růst výrazně zpomalil. Trvale roste velikost průměrné obytné plochy jak bytů (především bytů v rodinných domech), tak i plochy vztahované na jednu osobu.

**Graf č. 7: Vývoj počtu bytů v letech 1950–2001**



Zdroj: ČSÚ; chybějící hodnoty v grafu nebyly zjištěny

## Ostatní objekty – teoretická potřeba využití nízkopotenciálního tepla

Do potenciálu využití tepelné energie jsou započítány možné instalace solárních tepelných systémů v objektech, jako jsou nemocnice, domovy důchodců, zemědělské a průmyslové objekty, objekty veřejného sektoru a služeb.

Následující tabulka ukazuje celkovou teoretickou potřebu využití sluneční energie pro výrobu nízkopotenciálního tepla v těchto objektech (kvalifikovaný odhad). Vychází se zde ze skutečně využitelné tepelné energie v jednotlivých typech budov.

**Tabulka č. 5: Technický potenciál využití sluneční energie pro výrobu nízkopotenciálního tepla v ostatních objektech**

Druh objektu	Plocha solárních kolektorů [m <sup>2</sup> ]	Vyrobené teplo [TJ/rok]
nemocnice	250 000	450
domovy důchodců	200 000	360
zemědělství do 20 zam.	150 000	270
zemědělství 20 – 99 zam.	250 000	450
zemědělství nad 100 zam.	250 000	450
lehký průmysl	1 500 000	2 700
veřejný sektor	200 000	360
terciární sféra	1 000 000	1 800
<b>celkem</b>	<b>3 800 000</b>	<b>6 840</b>

Pozn.: U nemocnic a domovů důchodců bylo počítáno s 2,5 m<sup>2</sup> solárních kolektorů na jedno lůžko.

## Budoucí vývoj poptávky po nízkopotenciálním teple v domácnostech

Vývoj využití solárních kolektorů (v m<sup>2</sup>) ve výhledu do r. 2050 je uvažován ve třech scénářích (A, B a C). Scénář A (BAU) reprezentuje standardní, resp. pesimistický vývoj a nastiňuje dolní hranici vývoje používání solárních kolektorů, naopak scénář B reprezentuje progresivní vývoj využívání solární energie ze slunečních kolektorů (můžeme ho nazvat jako politický). Skutečný vývoj lze pak s jistou určitostí předpokládat v intervalu zmíněných scénářů. Scénář C má za úkol znázornit teoretický technický potenciál využití solárních kolektorů v České republice.

**Scénář A** – v prvním desetiletí se uvažuje roční instalace solárních kolektorů u 1 % novostaveb a sanovaných budov a 0,05 % u stávajícího bytového fondu, v 2. desetiletí u 2 % novostaveb a sanovaných budov a 0,1 % u stávajícího bytového fondu, v 3. desetiletí u 3 % novostaveb a sanovaných budov a 0,1 % u stávajícího bytového fondu, ve 4. desetiletí u 4 % novostaveb a sanovaných budov a 0,2 % u stávajícího bytového fondu a v posledním desetiletí u 5 % novostaveb a sanovaných budov a 0,3 % u stávajícího bytového fondu. Předpokládá se, že se pro každý byt instaluje 4 m<sup>2</sup> solárních kolektorů (studie nepostihuje případy, kdy bytový dům obsahuje mnoho bytů a jeho střecha a jiné subkonstrukce nemají dostatečnou kapacitu plochy pro instalaci).

**Scénář B** – v prvním desetiletí se uvažuje roční instalace solárních kolektorů u 5 % novostaveb a sanovaných budov a 0,5 % u stávajícího bytového fondu, v 2. desetiletí u 15 % novostaveb a sanovaných budov a 0,5 % u stávajícího bytového fondu, v 3. desetiletí u 23 % novostaveb a sanovaných budov a 1,0 % u stávajícího bytového fondu, ve 4. desetiletí u 31 % novostaveb a sanovaných budov a 1,0 % u stávajícího bytového fondu a v posledním desetiletí u 39 % novostaveb a sanovaných budov a 1,5 % u stávajícího bytového fondu. Stejně jako ve scénáři A se předpokládá, že se pro každý byt instaluje 4 m<sup>2</sup> solárních kolektorů.

**Scénář C** – ve všech letech se uvažuje roční instalace solárních kolektorů u 70 % všech novostaveb a sanovaných budov a 1,1 % u stávajícího bytového fondu. Stejně jako ve scénáři A a B se předpokládá, že se pro každý byt instaluje 4 m<sup>2</sup> solárních kolektorů.

Základem je odhad trendu bytového fondu – pro analýzu byl přijat předpoklad, že bytový fond bude mít trvale rostoucí charakter, a to 0,4 %, což odpovídá přibližně ročnímu nárůstu počtů bytů 15–16 tisíc.

## Budoucí vývoj poptávky po nízkopotenciálním teple v ostatních budovách

Při definování budoucího vývoje poptávky v ostatních budovách bylo vycházeno z teoretické potřeby nízkopotenciálního tepla v těchto budovách. To znamená, že podobně jako u budov obytných je možné instalovat solární kolektory u budov, které efektivně využijí získané teplotné médium ze solárních kolektorů do 60 °C.

**Scénář A** – do roku 2050 je postupně instalováno 10 % z teoretické potřeby využití nízkopotenciálního tepla.

**Scénář B** – do roku 2050 je postupně instalováno 30 % z teoretické potřeby využití nízkopotenciálního tepla.

**Scénář C** – do roku 2050 je postupně instalováno 70 % z teoretické potřeby využití nízkopotenciálního tepla.

## Celkové vyhodnocení

vývoj instalací solárních kolektorů byl vyčíslen dle výše uvedených předpokladů byl vyčíslen. Na první pohled je zřejmý výrazný rozdíl mezi všemi scénáři. Vzhledem k uvažované délce predikce je tento rozdíl samozřejmý, a to z důvodu mnoha nejistot, které se v budoucím vývoji naskýtají – demografickým vývojem počínaje, pokračujíc nejistotami v oblasti podpůrných opatření technologií a jejich relativním cenovým vývojem oproti jiným druhům energie a vývojem nových technologií konče.

**Tabulka č. 6: Vývoj instalace solárních kolektorů ve třech scénářích do roku 2050 – bytová sféra**

Solární kolektory (m <sup>2</sup> )	2010	2020	2030	2040	2050
<b>A</b>	91 820	259 148	448 328	796 588	1 287 164
<b>B</b>	809 756	1 758 048	3 448 756	5 271 020	7 828 380
<b>C</b>	2 138 212	4 285 884	6 443 752	8 612 576	10 793 152

Vyrobená energie v TJ/rok	2010	2020	2030	2040	2050
<b>A</b>	165	466	807	1 434	2 317
<b>B</b>	1 458	3 164	6 208	9 488	14 091
<b>C</b>	3 849	7 715	11 599	15 503	19 428

Pozn. Pro zjištění celkové vyrobené energie bylo počítáno s 500 kWh/m<sup>2</sup>\* rok

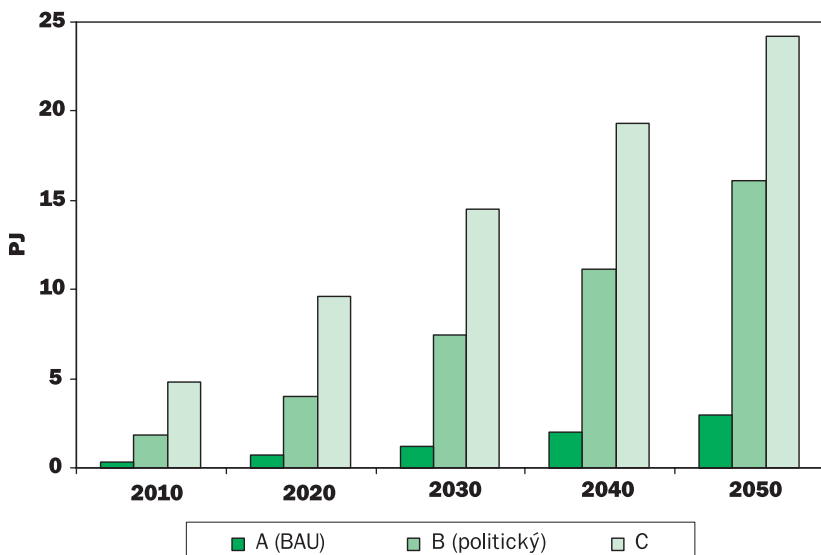
**Tabulka č. 7: Vývoj instalace solárních kolektorů ve třech scénářích do roku 2050 - celkem**

Solární kolektory (m <sup>2</sup> )	2010	2020	2030	2040	2050
<b>A</b>	167 820	411 148	676 328	1 100 588	1 667 164
<b>B</b>	1 037 756	2 214 048	4 132 756	6 183 020	8 968 380
<b>C</b>	2 670 212	5 349 884	8 039 752	10 740 576	13 453 152

vyrobená energie (TJ)	2010	2020	2030	2040	2050
<b>A</b>	302	740	1 217	1 981	3 001
<b>B</b>	1 868	3 985	7 439	11 129	16 143
<b>C</b>	4 806	9 630	14 472	19 333	24 216

Pozn. Pro zjištění celkové vyrobené energie bylo počítáno s 500 kWh/m<sup>2</sup> rok

**Graf č. 8: Vývoj instalace solárních kolektorů ve třech scénářích do roku 2050**



## Technický potenciál pro využívání energie slunečního záření

V následujících krocích je vypočtena celková plocha vhodná pro využití solárních systémů.

Pro výpočet byla zvolena metodika obdobná metodice využívané v Německu (Klimaschutz der Nutzung Erneubarer Energien, 1999). Byly definovány typy teoreticky vhodných ploch a stanovena jejich výměra. Tato výměra je pro využití solárními systémy z části zcela nevhodná (naklonění střech na špatnou světovou stranu, zastínění střech či fasád, historická hodnota budovy neumožňující instalaci moderních prvků, apod.). Proto do technického potenciálu využití energie slunečního záření vstupuje vždy pouze určité procento z celkových teoreticky vhodných ploch). Jednotlivé kroky výpočtu potenciálu jsou následující (dílní výpočty byly prováděny po krajích):

1. Stanovení počtu obytných budov v rozdělení na domy rodinné a bytové v ČR (sčítání lidu 2001) na 1 406 806 rodinných domů a 195 270 bytových domů.
2. Stanovení celkové přibližné zastavěné plochy (rodinné domy průměrně 75 m<sup>2</sup> a bytové domy průměrně 400 m<sup>2</sup> zastavěná plocha) – celkem 164 km<sup>2</sup>.
3. Stanovení upotřebitelné plochy střech obytných budov (= celková plocha rodinných (bytových) domů \* 0,25). Stanovení upotřebitelné plochy fasád (= zastavěná plocha obytnými budovami \* 0,15) – 62 km<sup>2</sup>
4. Stanovení upotřebitelné plochy ostatních prostor, tj. průmyslových, zemědělských budov, úřadů, jiných zastřešených objektů - 32 km<sup>2</sup>.
5. Dle materiálu Czechinvestu z r. 2007 bylo evidováno 2 355 „brownfields“ na území ČR o celkové ploše 10 326 ha, kde se nacházejí různé průmyslové stavby o celkové ploše 4 206 tisíc m<sup>2</sup> zastavěné plochy. V ČR je evidováno v Katastru nemovitostí 688 799 ha ostatních ploch a 130 078 ha zastavěných ploch.
6. Stanovení využitelné plochy „brownfields“ a dalších ostatních ploch – 30 km<sup>2</sup>
7. Stanovení upotřebitelné plochy u dálnic a rychlostních komunikací. Byl zvolen pruh 20 m u zhruba budoucí kilometráže dálnic (500 km) – 10 km<sup>2</sup>

**Tabulka č. 7: Celkové plochy v ČR pro možnou instalaci termosolárních systémů do roku 2050**

solárních systémů (km <sup>2</sup> )	2010	2020	2030	2040	2050
<b>A</b>	0,2	0,4	0,7	1,1	1,7
<b>B</b>	1,0	2,2	4,1	6,2	9,0
<b>C</b>	2,7	5,3	8,0	10,7	13,5

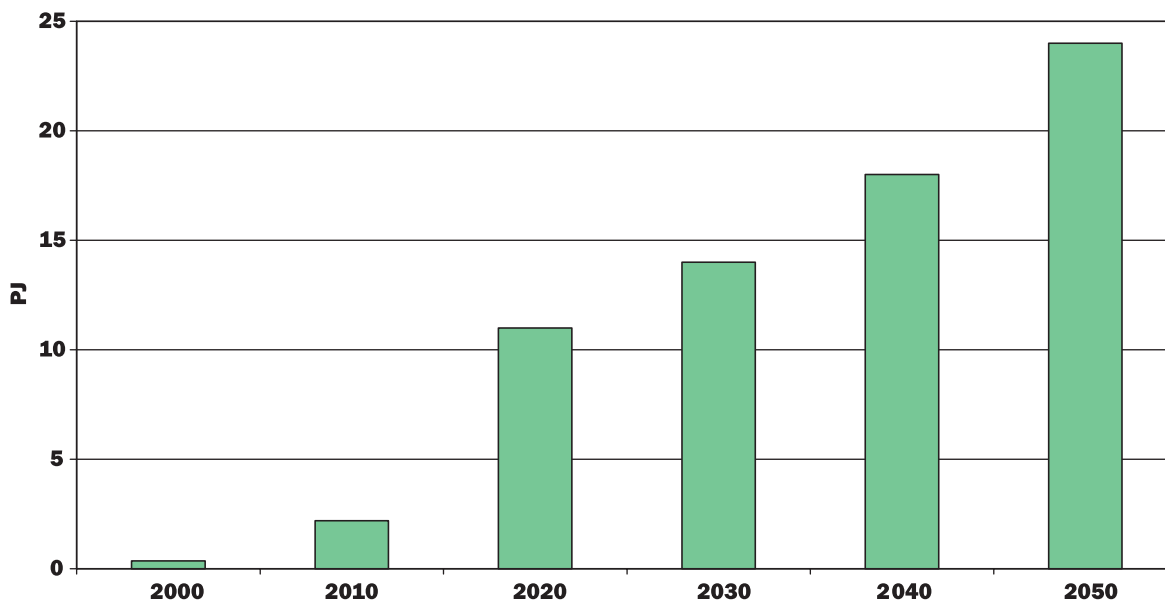
## Potenciál

Solární energetika se v současné době ve světě značně rozvíjí. Technologie solárních systémů jsou natolik vyvinuty, že není technický problém jejich uplatnění. Skýtají tak značný potenciál ke svému rozšíření.

**Tabulka č. 8: Teplo ze solárních kolektorů**

PJ	2000	2010	2020	2030	2040	2050
solární tepelné kolektory	0,4	2,2	11,0	14,0	18,0	24,0

**Graf č. 9: Solární tepelné kolektory**



## 4.2. Biomasa

Biomasa je obecně vnímána jako hmota rostlinného původu, která „naroste na poli nebo v lese“, nicméně dle uznávaných definic se jedná v podstatě o veškerou hmotu biologického původu. To znamená, že biomasa má široký rozsah druhů zahrnující dendromasu (dřevní biomasa), fytomasu (biomasu bylinného původu vč. zemědělských plodin) a biomasu živočišného původu. Jedním z dalších druhů biomasy jsou i biologicky rozložitelné odpady (čisté nebo vytríděné z ostatních složek).

V souvislosti s rostoucími požadavky na využívání biomasy mimo potravinářskou produkci, tzn. v energetice, v dopravě jako součást pohonných hmot, i jako obnovitelné suroviny v průmyslu, je vhodné zmapovat dostupný potenciál a způsoby efektivního využívání biomasy v budoucnu. Současně je také nezbytné vycházet z principů udržitelného rozvoje, správné zemědělské praxe a vytvářet tak podmínky pro dlouhodobě udržitelné využívání zemědělské půdy. Obecně lze říci, že hlavními kritérii by měla být výše přidané hodnoty v procesu zhodnocení biomasy a zhodnocení životního cyklu, tj. včetně návratu živin do půdy.

Základní dělení biomasy pro energetické využití se z podstaty věci dělí dle formy na biomasu kapalnou, plynnou a tuhou. V praxi se však také můžeme setkat s jiným členěním, které vyplývá z původu hmoty, tedy biomasou lesní, zemědělskou a ostatní zbytkovou, např. ve formě druhotné suroviny z výroby na bázi biomasy.

Zemědělskou biomasu tvoří cíleně pěstovaná biomasa, biomasa obilovin a olejnin, trvalé travní porosty, rychlerostoucí dřeviny pěstované na zemědělské půdě a rostlinné zbytky ze zemědělské prvovýroby a údržby krajiny. Využívání zemědělské biomasy s sebou přináší výhody ve formě využití tradiční zemědělské techniky, snížení nezaměstnanosti, dále je šetrné k životnímu prostředí, pozitivně přispívá k údržbě krajiny, zadržení vody v krajině a v neposlední řadě dopomáhá efektivnímu nakládání se zemědělskými odpady a přebytky. Využitá energie z této biomasy je použita zejména k vytěsnění energie z fosilních zdrojů a tím dochází ke snížení emisí skleníkových plynů, protože biomasa se chová z pohledu emisí CO<sup>2</sup> neutrálně. Zemědělská biomasa je bezesporu nejkompaktnější složkou potenciálu biomasy ČR. Tou se rozumí veškerá fytomasa pěstovaná na zemědělské půdě, tedy nejen fytomasa vypěstovaná na orné půdě, ale také ze zahrad, ovocných sadů, chmelnic, vinic a trvalých travních porostů.

Lesní biomasu, neboli dendromasu, tvoří palivové dřevo, zbytky z dřevozpracujícího průmyslu, prořezávek a probírek a lesní těžařské zbytky. Při energetickém využívání je zde (stejně jako v ostatních kategoriích) nutno brát v úvahu manipulační a dopravní nároky a lokální dostupnost zdroje.

Ekologické organizace podporují využívání lesní biomasy od bodu, kdy je surovina odvezena z lesa. Prakticky to znamená především odpad na pilách. Odpad z těžby dřeva by měl zůstat v lese: je velmi důležitým a prakticky nenahraditelným zdrojem živin. Tlející dřevo má zásaditou reakci a pomáhá neutralizovat kyselost lesních půd. Zejména na plochách jehličnatých monokultur může kompletní odvoz biomasy další okyselování ještě podpořit. Ležící větve také obohacují humus, pomáhají udržovat vlhkost půdy a stabilizují ji proti erozi. Proto je důležité odpadní biomasu – větve, kůru a podobně – z lesa neodvážet.

Zbytková biomasa zahrnuje široký rozsah druhů biomasy vznikající sekundárně při zpracování primárních zdrojů rostlinné nebo živočišné biomasy. Hlavní objem pochází z průmyslu papíru a buničiny, z dřevovýroby, ze zpracování masa a ostatního potravinářského průmyslu a ze třídění komunálního odpadu. Patří sem také biomasa z živočišné zemědělské výroby, tj. exkrementy chovných zvířat. Zbytkovou biomasu tedy tvoří zejména vedlejší produkty a zbytky z papírenského, potravinářského, živočišného průmyslu, stejně jako lihovarnické výpalky, čistírenské kaly, biologicky rozložitelné odpady, pokrutiny a mláto.

Samostatnou položkou ve využívání biomasy je průmyslové využití, např. průmysl výroby buničiny a papíru nebo výroba stavebních desek a cihel. Předpokladem je, že význam biomasy poroste i pro chemický průmysl a pro další technické využití.



## 4.2.1. Zemědělská biomasa

Zemědělskou biomasu tvoří veškerá primární produkce fytomasy pěstovaná na zemědělské půdě, nejvyšší zastoupení tvoří zemědělská produkce z orné půdy - biomasa obilovin a olejnin, dále trvalé travní porosty, cíleně pěstované energetické plodiny a rychlerostoucí dřeviny. Dalšími zdroji jsou rostlinné zbytky ze zemědělské prvovýroby, především sláma, a fytomasa vyprodukovaná mimo ornou půdu z údržby krajiny, ze zahrad, ovocných sadů, chmelnic a vinic.

### Kategorizace ploch v ČR dle krajů a způsobů využití

- zemědělská půda
  - orná půda
  - zahrady
  - ovocné sady
  - chmelnice
  - vinice
  - trvalé travní porosty
- nezemědělská půda
  - lesní pozemky
  - vodní plochy
  - zastavěné plochy
  - ostatní plochy

Tabulka č. 9: Rozdělení zemědělské půdy po jednotlivých krajích

Kraje ČR	Zemědělská půda	Orná půda	Zahrady	Ovocné sady	Chmelnice	Vinice	Trvalé travní porosty
	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)
hl.město Praha	20 870	15 329	3 992	672	0	11	866
Středočeský	666 792	554 577	26 320	11 390	3 441	342	70 722
Jihočeský	494 376	319 249	12 282	2 307	0	0	160 538
Plzeňský	382 718	263 546	11 460	1 795	35	0	105 882
Karlovarský	124 590	56 584	2 990	640	0	0	64 376
Ústecký	277 432	185 534	8 778	6 218	6 430	389	70 083
Liberecký	140 580	68 813	7 523	1 388	45	0	62 811
Královéhradecký	279 531	193 234	11 565	4 338	0	1	70 393
Pardubický	273 483	200 100	11 246	1 926	0	0	60 211
Vysočina	412 400	319 443	10 089	643	0	3	82 222
Jihomoravský	431 560	359 498	15 985	9 314	0	16 919	29 844
Olomoucký	281 993	210 171	12 096	2 832	1 015	17	55 862
Zlínský	195 496	125 798	9 905	2 821	0	987	55 985
Moravskoslezský	277 658	175 375	17 582	706	0	0	83 995
<b>celkem</b>	<b>4 259 479</b>	<b>3 047 251</b>	<b>161 813</b>	<b>46 990</b>	<b>10 966</b>	<b>18 669</b>	<b>973 790</b>

ZDROJ: REGIONÁLNÍ INFORMAČNÍ SERVIS, ČSÚ 2006

**Tabulka č. 10: Ostatní nezemědělská půda po krajích**

kraje ČR	Nezemědělská půda	Lesní pozemky	Vodní plochy	Zastavěné plochy	Ostatní plochy
	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)
hl.město Praha	28 743	4 927	1 079	4 884	17 853
Středočeský	434 673	305 192	20 752	20 962	87 767
Jihočeský	511 313	375 988	43 669	10 522	81 134
Plzeňský	373 397	298 567	11 529	9 702	53 599
Karlovarský	206 862	143 369	7 072	3 257	53 164
Ústecký	256 026	159 069	9 954	9 146	77 857
Liberecký	175 725	139 924	4 788	5 020	25 993
Královéhradecký	196 302	147 181	7 232	9 273	32 616
Pardubický	178 362	133 109	6 213	7 183	31 857
Vysočina	267 171	206 049	11 502	8 433	41 187
Jihomoravský	288 069	201 167	15 115	14 122	57 665
Olomoucký	244 685	183 008	5 737	8 245	47 695
Zlínský	200 855	157 186	4 979	7 218	31 472
Moravskoslezský	265 047	192 678	11 318	12 111	48 940
<b>celkem</b>	<b>3 627 230</b>	<b>2 647 414</b>	<b>160 939</b>	<b>130 078</b>	<b>688 799</b>

ZDROJ: REGIONÁLNÍ INFORMAČNÍ SERVIS, ČSÚ 2006

**Ostatní plochy:** patří sem pozemky určené jako státní přírodní rezervace nebo jiná chráněná území, areály kulturních památek, stavební místa, pozemky určené k dobývání nerostů apod. Pro energetické využití není uvažováno.

## Využití orné půdy pro energetiku

### Varianta 1 – Průměrný objem zemědělské produkce

- Vychází z průměrných hodnot osevních ploch, sklizní a hektarových výnosů z časové řady 1993–2006.
- Koeficient potravinářské výroby je stanoven na základě skutečné potřeby orné půdy (v %) pro produkci potravin, krmiv a osiv při průměrných výnosech a pro dostatečné krytí tuzemské potravinové výroby.
- Zbytek plochy zbývá pro plodiny na vývoz a na zemědělské komodity pro materiálové, energetické a jiné využití.

### Varianta 2 – Trend v zemědělské výrobě

- Vychází z trendu využívání osevních ploch k produkci jednotlivých zemědělských plodin, je přihlíženo k současnému vývoji úbytku, resp. nárůstu těchto hektarových výměr
- Shoduje se s vývojem zemědělské produkce a predikcí objemu zemědělské výroby pro období příštích cca 10–20 let, s uvážením okrajových podmínek pro minimální, respektive maximální výměry ploch pro pěstování jednotlivých zemědělských plodin
- Koeficient potravinářské výroby je stanoven na základě uvažované potřeby orné půdy pro produkci potravin, krmiv a osiv, objemy alokované půdy jsou tak poníženy o vývozy a materiálové, energetické a jiné využití zemědělských komodit
- U této varianty je vzhledem k nižší potřebě plochy pro potravinářské účely (uvažuje se pouze tuzemská spotřeba) umožněno vyšší využití orné půdy ve prospěch ostatní produkce (zejména energetické). Predikce vyplývá z časových grafů, v případě zrnin, píce a okopanin je trend klesající, resp. stoupající v případě technických plodin. U potřebné potravinářské produkce je zahrnut i předpokládaný demografický vývoj.

### Varianta 3 – Potravinová bezpečnost

- Vychází z oficiálních podkladů z Ministerstva zemědělství ČR pro zajištění dostatečné potravinové bezpečnosti
- Týká se produkce potravin, krmiv a osiv, není počítáno s jiným, např. energetickým využitím.

**Tabulka č. 11: Stanovení variant využití orné půdy**

	Varianta 1: Průměr		Varianta 2: Trend		Varianta 3: Potravinová bezpečnost
	oseťá plocha	z toho plocha pro potraviny, krmiva, osiva	oseťá plocha	z toho plocha pro potraviny, krmiva, osiva	z podkladů MZe (plocha pro potraviny, krmiva, osiva)
	ha	ha	ha	ha	ha
zrniny	1 650 151	1 155 105	1 500 000	1 050 000	1 340 000
pícniny	687 681	481 377	400 000	280 000	455 000
technické plodiny	364 302	255 011	450 000	315 000	205 000
okopaniny	141 248	98 874	90 000	63 000	70 000
celkem	2 843 382	1 990 367	2 440 000	1 708 000	2 070 000
orná půda	3 047 251				
zbytek pro energetické a technické využití		1 056 884		1 339 251	977 251

### Primární energetický potenciál orné půdy, bez uvažování zbytkové slámy z potravinové produkce

Průměrný energetický potenciál pěstované fytomasy na orné půdě je odvozen z produkce obilovin, jež mají nejvyšší poměrné zastoupení k ostatním zemědělským plodinám. Průměrný výnos obilovin za období 2001–2006 je dle ČSÚ 4,5 t/ha, sláma tvoří výtěžností cca 80% produkce zrna, tzn. výnos cca 3,5 t/ha. Výnos celkové nadzemní hmoty je stanoven na 8 t/ha. Při průměrné výhřevnosti 15 GJ/t o obsahu sušiny 85% vychází energetický potenciál plochy orné půdy z produkce obilovin v našich podmínkách 120 GJ/ha. Vezmeme-li v úvahu „energeticky výhodnější“ plodiny s vyššími výnosy nadzemní hmoty, energetický potenciál na plochu vzroste na cca 135 GJ/ha.

**Tabulka č. 12: Orientační přepočítání energetické hodnoty zemědělské a lesní biomasy**

1 PJ	0,278 TWh	0,024 Mtoe	139 000 m <sup>3</sup> dřeva (plm)	7 400 ha cíleně pěstované biomasy
1 TWh	3,6 PJ	0,086 Mtoe	500 000 m <sup>3</sup> dřeva (plm)	26 600 ha cíleně pěstované biomasy
1 Mtoe	41,868 PJ	11,63 TWh	5 800 000 m <sup>3</sup> dřeva (plm)	310 000 ha cíleně pěstované biomasy

Zdroje: „Biomass in Europe - a statistical report on the contribution of biomass to the energy system in the EU 27“ AE Biom 2007, Produkce obilovin ČSÚ 2007, Seznam energetických bylin podporovaných v rámci dotačního titulu 1.U a jejich referenční výnosy, CZ Biom, MZe, 2007

Pozn. plm ... 1m<sup>3</sup> skutečné dřevní hmoty (plnometr)

**Tabulka č. 13: Energie z plochy orné půdy (nepotravinové plochy)**

		ha	PJ
Var. 1	Průměr	1 056 884	143
Var. 2	Trend	1 339 251	181
Var. 3	Potravinová bezpečnost	977 251	132

## Primární energetický potenciál, plus sláma z potravinové produkce

- u jednotlivých zemědělských komodit stanoven poměr sláma/zrno pro stanovení celkového objemu slámy
- výhřevnost slámy je 14 MJ/kg při 20% vlhkosti

(zdroj: Sladký, Váňa, Slejška: Energetické využití biomasy, studie VaV/320/6/00, 2000)

**Tabulka č. 14: Produkce slámy v zemědělství**

	Sklizeň [tis.t]			sláma/zrno	Celkové množství slámy [tis. t]		
	průměr	trend	potrav. bezp.		průměr	trend	potrav.bezp.
zrniny	6 988	6 352	5 674	0,8	5 590	5 082	4 540
technické plodiny	816	1 008	459	2	1 632	2 017	919
<b>celkem</b>					<b>7 223</b>	<b>7 098</b>	<b>5 458</b>

**Tabulka č. 15: Energie slámy z potravinové produkce (orná půda)**

Sláma z potravinové produkce	tis. t	PJ
var. 1: Průměr	7 223	101,1
var. 2: Trend	7 098	99,4
var. 3: Potravinová bezpečnost	5 458	76,4

## Primární energie na orné půdě (nepotravinářská produkce)

Energie z plochy orné půdy k energetickému využití se započtením 50% celkové produkce slámy zemědělských plodin (alokovaná polovina především ke krmivářským účelům).

**Tabulka č. 16: Energie z orné půdy**

	bez slámy (PJ)	se slámou (PJ)
var. 1: Průměr	143	193
var. 2: Trend	181	231
var. 3: Potravinová bezpečnost	132	<b>170</b>

## Energetický potenciál ze zemědělské půdy mimo orné půdy

### Trvalé travní porosty (TTP)

Energetická hodnota sena z trvalých travních porostů: výhřevnost 14 MJ/kg

Zdroj: Studie proveditelnosti optimalizace energetického využití zemědělské a lesnické produkce, Program Iniciativy Společenství INTERREG IIIA Česká republika

**Tabulka č. 17: Energie sena z TTP**

plocha (tis. ha)	hmota (tis. t)	celková energie (PJ)	reálné využití 50% biomasy TTP – započtená energie (PJ)
980	2 800	40	20

## Ostatní plochy (neorná půda)

**Tabulka č. 18: Energie fytohmoty z ostatních ploch**

	<b>výměra (ha)</b>	<b>roční přírůst (m<sup>3</sup>/ha/rok)</b>	<b>objem.hm. (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>roční přírůst (t/ha/rok)</b>	<b>hmota (t/rok)</b>	<b>výhřevnost (GJ/t)</b>	<b>energie (PJ)</b>	
<b>zahrady</b>	161 813	7	200	1,4	226 538	11	2,5	
<b>ovocné sady</b>	46 990	7	200	1,4	65 786	12	0,8	
<b>chmelnice</b>	10 966	zanedbatelná energetická výtěžnost						
<b>vinice</b>	18 669	zanedbatelná energetická výtěžnost						
celkem	238 438							3,3

## Rekapitulace energetického potenciálu zemědělské půdy

**Tabulka č. 19: Energetický potenciál ze zemědělské půdy**

	<b>bez slámy (PJ)</b>	<b>sláma (PJ)</b>	<b>TTP (PJ)</b>	<b>ostatní plochy (PJ)</b>	<b>CELKEM (PJ)</b>
var. 1: Průměr	143	50,6	20	3,3	217
var. 2: Trend	181	49,7			255
var. 3: Potravinová bezpečnost	132	38,2			194

Celkem vychází potenciál primární energie ze zemědělské půdy (s alokovanou plochou pro produkci potravin na orné půdě, započtením energie zbytkové slámy z potravinářské produkce, energie z trvalých travních porostů, zahrad a sadů) dle jednotlivých scénářů v intervalu 194 až 255 PJ za rok.

## 4.2.2. Lesní biomasa

### Přehled těžby dřeva po krajích ČR

Tabulka č. 20: Těžba dřeva po jednotlivých krajích

2006	jehličnaté dřevo (tis. m <sup>3</sup> b.k.)	listnaté dřevo (tis.m <sup>3</sup> b.k.)	těžba dřeva celkem (tis. m <sup>3</sup> b. k.)
Hl.město Praha	5 120	8 541	13 661
Středočeský	1 527 065	195 555	1 722 620
Jihočeský	3 384 027	66 078	3 450 105
Plzeňský	1 753 346	56 013	1 809 359
Karlovarský	909 118	25 540	934 658
Ústecký	368 125	74 576	442 701
Liberecký	545 421	60 700	606 121
Královéhradecký	693 661	61 260	754 921
Pardubický	877 015	69 705	946 720
Vysočina	1 645 511	36 259	1 681 770
Jihomoravský	726 983	381 061	1 108 044
Olomoucký	1 118 120	182 920	1 301 040
Zlínský	954 818	255 620	1 210 438
Moravskoslezský	1 609 538	86 572	1 696 110
<b>celkem</b>	<b>16 117 868</b>	<b>1 560 400</b>	<b>17 678 268</b>

Zdroj: MZe, ÚHÚL, ČSÚ 2007

Pozn.: b.k. ... bez kůry

### Stanovení energetického potenciálu dendromasy

Tabulka č. 21: Velikost těžeb, prořezávek a probírek po jednotlivých krajích

Odhady potenciálu dendromasy po krajích ČR	Lesní pozemky (ha)	Těžby (m <sup>3</sup> )	Prořezávky (ha)	Probírky (ha)
Hl. m. Praha	4 960	13 661	44	254
Středočeský	305 311	1 722 620	4 325	10 719
Jihočeský	376 288	3 450 105	4 915	9 738
Plzeňský	298 927	1 809 359	4 169	9 964
Karlovarský	143 381	934 658	2 057	4 161
Ústecký	159 108	442 701	2 311	3 194
Liberecký	140 024	606 121	2 074	3 384
Královéhradecký	147 316	754 921	2 521	4 133
Pardubický	133 225	946 720	2 925	6 338
Vysočina	206 222	1 681 770	2 655	7 576
Jihomoravský	201 311	1 108 044	2 386	6 148
Olomoucký	183 089	1 301 040	4 385	6 121
Zlínský	157 260	1 210 438	2 093	4 984
Moravskoslezský	192 725	1 696 110	2 827	6 954
<b>Česká republika</b>	<b>2 649 147</b>	<b>17 678 268</b>	<b>39 687</b>	<b>83 668</b>

Zdroj: MZe, ÚHÚL, ČSÚ 2007



## Výpočet na základě koeficientů k roční těžbě

- zbytky po těžbě v lese
  - využitelná lesní biomasa (větve, stromové vršky)
  - poměr k těžbě 10 %
- dřevní odpad ze zpracování dřeva a dřevařské výroby
  - štěpka a piliny ze zpracovaného dříví
  - poměr k těžbě 25 %
- probírky
  - poměr k těžbě 25 %
- prořezávky
  - poměr k těžbě 0,5 %

**Tabulka č. 22: Odhad potenciálu dendromasy po jednotlivých krajích**

Odhady potenciálu dendromasy po krajích ČR	Těžební zbytky (m <sup>3</sup> )	Odpad z výroby (m <sup>3</sup> )	Probírky (m <sup>3</sup> )	Prořezávky (m <sup>3</sup> )
Hl. m. Praha	1 366	3 415	3 415	68
Středočeský	172 262	430 655	430 655	8 613
Jihočeský	345 011	862 526	862 526	17 251
Plzeňský	180 936	452 340	452 340	9 047
Karlovarský	93 466	233 665	233 665	4 673
Ústecký	44 270	110 675	110 675	2 214
Liberecký	60 612	151 530	151 530	3 031
Královéhradecký	75 492	188 730	188 730	3 775
Pardubický	94 672	236 680	236 680	4 734
Vysočina	168 177	420 443	420 443	8 409
Jihomoravský	110 804	277 011	277 011	5 540
Olomoucký	130 104	325 260	325 260	6 505
Zlínský	121 044	302 610	302 610	6 052
Moravskoslezský	169 611	424 028	424 028	8 481
<b>Česká republika</b>	<b>1 767 827</b>	<b>4 419 567</b>	<b>4 419 567</b>	<b>88 391</b>

Zdroj: ÚHÚL 2007

**Tabulka č. 23: Odhad potenciálu dendromasy v ČR**

Odhady potenciálu dendromasy pro ČR	Koeficient	Celkem (tis. m <sup>3</sup> )
těžba dřeva		17 678
zbytky po těžbě v lese	0,1	1 768
dřevní odpad ze zpracování dřeva a dřevařské výroby (vč. palivového dřeva)	0,25	4 420
probírky	0,25	4 420
prořezávky	0,005	88
<b>dendromasa pro energetiku a ostatní průmyslové využití celkem v tis.m<sup>3</sup>/rok</b>		<b>10 695</b>

Zdroj: ÚHÚL 2007

## Přepočet na energetickou hodnotu dendromasy

Přepočet byl proveden dle procentuálního zastoupení hlavních druhů dřevin, s uplatněním proměnných hodnot měrné hmotnosti a výhřevnosti při obsahu vody 15 %.

**Tabulka č. 24:**

energeticky využitelná dendromasa	m <sup>3</sup>	10 695 000
	t	5 375 521
	PJ	84,1

**Roční přírůst energeticky využitelné dendromasy** je dle koeficientů poměrně stanovených k objemu roční těžby a oficiálních statistik určen na **10,7 mil.m<sup>3</sup> dřevní hmoty**, což odpovídá **84 PJ energie**.

## Stanovení absolutního využití ročního přírůstu dendromasy v přepočtu na energetickou hodnotu

**Tabulka č. 25:**

100% využití		jednotka
roční dřevní přírůst	7,9	m <sup>3</sup> /ha/rok
lesní porosty	2 590 904	ha
celkový přírůst	20 468 142	m <sup>3</sup> /rok
celkový přírůst	10 287 697	t/rok
<b>celková energie</b>	<b>161</b>	<b>PJ/rok</b>

## Potenciál energeticky využitelné dendromasy

Celkový roční přírůst veškeré lesní biomasy je 10,3 resp. 11,3 mil. tun včetně nehroubí, což odpovídá energetické hodnotě 161 resp. 177 PJ (vč. nehroubí) dendromasy za rok.

Reálné využití lesní biomasy k jiným, např. energetickým účelům je stanoveno v celkovém objemu 10,7 mil.m<sup>3</sup> dřevní hmoty, což odpovídá 84 PJ energie. V tomto případě uvažujeme s dalším materiálovým využitím druhotné lesní biomasy, převážně dřevní štěpky, na výrobu dřevovláknitých desek, jež spotřebovává cca 50% této produkce. Mezi nejvýznamnější subjekty operujícími na našem trhu patří firmy Kronospan, Egger a DDL Humpolec.

Pro potenciál dendromasy pro energetické účely je počítáno se 42 + 8 PJ.

### 4.2.3. Zbytková biomasa

Zbytková biomasa zahrnuje široký rozsah druhů biomasy vznikající sekundárně při zpracování primárních zdrojů rostlinné nebo živočišné biomasy. Hlavní objem zbytkové biomasy pochází z průmyslu výroby potravin, ze zpracování masa a ostatního potravinářského průmyslu a ze třídění komunálního odpadu. Samostatnou položkou je biomasa s povahou v živočišné zemědělské výrobě, tj. exkrementů chovných zvířat. Zjednodušeně lze tuto skupinu charakterizovat jako „mokrou“ biomasu, tj. biomasu, pro jejíž další energetické využití prostřednictvím spalování je většinou nezbytná další úprava (zpracování na palivo, sušení), resp. je vhodná pro využití prostřednictvím anaerobní digesce.

Do této kategorie spadá veškerá potenciálně energeticky využitelná biomasa, která není uvedena v předchozích kategoriích lesní a zemědělské biomasy.

#### Stanovení potenciálu zbytkové biomasy

Zbytková biomasa zahrnuje široký rozsah druhů biomasy z mnoha různých odvětví hospodářství, vč. biologicky rozložitelných odpadů z komunální sféry. Získání podrobných informací o těchto druzích biomasy je proto poměrně obtížné, zejména z následujících důvodů:

- nejednoznačnost vykazování biologicky rozložitelných odpadů (BRO),
- pro mnoho druhů zbytkové biomasy chybí statistika (např. průmyslový BRO nebo BRO procházející kanalizací),
- není podchycena veškerá zbytková biomasa,
- realita nekorresponduje s výkazem dle katalogu odpadů,
- neporovnatelnost – významné fyzikální odlišnosti a způsob využití jednotlivých surovin,
- nutno stanovit odlišnou metodiku výpočtu pro každou kategorii zbytkové biomasy a v některých případech vyžádat statistiku roční produkce jednotlivých surovin.

#### Stanovení kategorizace

Pro stanovení potenciálu zbytkové biomasy ČR je kategorizace surovin uzpůsobena dle následujícího dělení. Jedná se o velmi širokou škálu zbytkových a druhotných surovin na bázi biomasy:

- materiál živočišného původu,
- materiál rostlinného původu,
- zbytková biomasa z potravinářského průmyslu,
- zbytková biomasa z ostatního průmyslu,
- ostatní BRO (vč. BRKO, tedy biologicky rozložitelných komunálních odpadů),
- kaly z ČOV.

## Souhrnný potenciál zbytkové biomasy v tunách za rok

Tabulka č. 26:

Druh biomasy		Poznámka (kde a jak se využívá)	100% množství (tis.t/rok)	100% energie (PJ/rok)	Energeticky využitelné (PJ/rok)
<b>Materiály živočišného původu</b>	tuhé a kapalné živočišné exkrementy	kejda, hnůj, trus	42 510	21	6
	biomasa z živočišného průmyslu, kafilerní tuk	využití pomocí termických procesů nebo pro anaerobní digesci	350	11,1	5
	masokostní moučka	využití pomocí termických procesů nebo pro anaerobní digesci	300	4,9	2,5
<b>Materiály rostlinného původu</b>	výpalky a rostlinné zbytky z lihovarů	minimum odvozeno z předpokl. produkce lihu pro účely přidávání do PHM, nízká en. hodnota, doporučeno jako krmivo	1 200 (min. 600)	3,6	1,8
	pokrutiny z výroby MEŘO	odvozeno ze stávajícího stavu pěstování řepky olejné a z predikce k r. 2020	1 000 (min. 600)	9	2
	vyslazené cukrovarské řízky	dle produkční kvóty cukru	73	0,2	0,1
	melasa	při alternativě výroby lihu z cukrové řepy lze očekávat nárůst pěst.plochy	1 150	2	0,4
<b>Potravinářský průmysl</b>	mláto	sladovnický průmysl	370	0,5	0,2
	ostatní	nebylo zjišťováno	-	-	-
<b>Ostatní BRO (vč. BRKO)</b>	biologicky rozložitelná část vytříděného komunálního odpadu	BRKO – odpad z domácností a komunální sféry	1 500	10	3
	biologicky rozložitelná část vytříděného průmyslového odpadu	BRO zejména ze zpracovatelského (potravinářského průmyslu)	500	4	2
	zbytky z kuchyní a stravoven, zbytkové oleje a tuky	BRO nezahrnuté pod BRKO (odhad BRO v podobě odpadních vod)	500	5	2,5
<b>Kaly z ČOV</b>	kaly z komunálních čistíren odpadních vod	stabilizovaný (vyhnilý) kal	300	1,5	0,5
	kaly průmyslových čistíren odpadních vod	nebylo zjišťováno	-	-	-
<b>Celulózové výluhy</b>	energetické využití dle statistiky MPO	papírenský průmysl	1 069	8,9	8,9
<b>celkem</b>				<b>82</b>	<b>35</b>

**Tabulka č. 27: Energetický potenciál kejdy hospodářských zvířat**

	<b>Produkce bioplynu (m<sup>3</sup>/ks/rok)</b>	<b>Energie (MJ/ks/rok)</b>	<b>Stavy 2007 (ks)</b>	<b>Energie (PJ/rok)</b>
dojnice	600	13200	564 686	7,5
skot výkrm	400	8800	826 707	7,3
prase výkrm	70	1540	2 605 537	4,0
prasnice	110	2420	224 878	0,5
nosnice	5,8	128	6 287 764	0,8
brojler	3	66	18 304 321	1,2
<b>celkem</b>			<b>28 813 893</b>	<b>21</b>

Zdroj: Ing. Jaroslav Váňa, CSc.: Energetický potenciál exkrementů při výrobě bioplynu, 1998

Uvedená hodnota představuje teoretický energetický potenciál, který nebude možné realizovat v plném rozsahu zejména s ohledem na jejich prostorové rozložení a také s ohledem na trendy v zemědělství, zejména přechodem na volnou pastvu, ekologické zemědělství apod.

Efektivně je tak možné využít zhruba jednu čtvrtinu až jednu třetinu tohoto potenciálu, tj. přibližně 6 PJ a to zásadně pomocí anaerobní digesce, jiné energetické využití není za stávajícího stavu znalostí možné, nebo efektivní.

## Produkce kafilerního tuku

Odhadované množství kafilerního tuku celkem z 8 asanačních podniků v ČR je 350 tis. t/rok.

Energetický potenciál roční produkce kafilerního tuku je cca 11,1 PJ/rok, teoreticky je možné veškeré toto množství využívat energeticky, hlavními parametry pro využití je ekonomika a podmínky ochrany životního prostředí, zejména ovzduší.

## Produkce masokostní moučky

Odhadované množství produkce masokostní moučky je v ČR cca 300 tis.t/rok.

Energetický potenciál roční produkce masokostní moučky je cca 4,9 PJ/rok. Teoreticky je možné veškeré toto množství využívat energeticky, hlavními parametry pro využití je ekonomika a ochrana životního prostředí - ovzduší. Masokostní moučka se tradičně používá pro přípravu krmiv, což bude nadále hlavní konkurence energetickému využití. Vhodné je uvažovat o energetickém využití ve výši zhruba poloviny uvedeného množství, tj. 2,5 PJ.

## Produkce lihovarských výpalků

Bilanční schéma výroby bioetanolu z obilí:

- množství pšenice pro výrobu 1 t bioetanolu: 3,5 t
- produkce lihovarských výpalků při výrobě 1 t bioetanolu: 1,1 t

Zdroj: studie EIA týkající se vlivu lihovarů pro výrobu bioetanolu na životní prostředí

Energetické využití výpalků by mělo podstatně zlepšit rentabilitu výroby bioetanolu. U 1 tuny obilí s 65% hm. škrobu lze počítat s výtěžkem 400 l bezvodého etanolu a 340 kg suchých výpalků. Z 1 ha plochy (s předpokládaným výnosem 6 t obilí) lze vytěžit 24 hl bezvodého etanolu a 2 t suchých výpalků. Při plánované výrobě bioetanolu v ČR, 2 miliony hektolitrů ročně, by vzniklo kolem 170 000 t sušených výpalků, pro které bude třeba zajistit využití. V přepočtu na denní výrobu bude nutné zpracovat 1 500 t obilí, objem vyrobeného etanolu bude činit 6 000 hektolitrů a jako vedlejší produkt vznikne zhruba 500 t sušených výpalků.

Zdroj: Technicko-ekonomická analýza vhodných alternativních paliv v dopravě, VŠCHT 2006

Zásadním parametrem využití výpalků je energetická náročnost jejich sušení do spalitelného stavu, proto je předpoklad, že se část výpalků bude využívat i pomocí anaerobní digesce.

**Tabulka č. 28: Produkce výpalků (tis. t)**

	2010	2020
produkce EtOH z obilí	311,2	541,2
množství obilí	1 089,1	1 894,1
množství výpalků	342,3	595,3

Z výše uvedených tabulek vyplývá, že při dodržení směrnic EU pro výrobu určeného množství kapalných biopaliv lze v roce 2010 počítat při 50% krytí této spotřeby z výroby bioetanolu z obilí s celkovým objemem minimálně 342 tis. t výpalků ročně, resp. v roce 2020 s celkovým objemem minimálně 595 tis. t/rok.

Výpalky se budou pravděpodobně zčásti využívat i pro výrobu krmiv pro hospodářská zvířata, ale lze předpokládat, že nejméně polovina bude využita energeticky, tj. v hodnotě nejméně 1,8 PJ.

Při pokračující podpoře a trendu nárůstu využívání kapalných biopaliv lze očekávat produkční objemy 2x až 3x vyšší nežli stanovené minimum. Otázkou je, zda se bude v budoucnu bioetanol vyrábět z obilí či cukrové řepy, nebo jeho produkci zcela nebo částečně nahradí kapalná biopaliva 2. generace.

## Produkce pokrutin

Pokrutiny vznikají při lisování oleje, aktuálně se jedná o pokrutiny z lisování řepkového oleje pro výrobu MEŘO.

**Tabulka č. 29: Produkce pokrutin (tis. t)**

	2010	2020
množství MEŘO	223,8	389,2
množství ŘO	228,3	397,0
množství řepky	585,3	1 018,0
množství pokrutin	345,4	600,6

Z výše uvedených tabulek vyplývá, že při dodržení směrnic EU pro výrobu určeného množství kapalných biopaliv lze v roce 2010 počítat při 50% krytí této spotřeby z výroby MEŘO z řepky s celkovým objemem minimálně 345 tis. t pokrutin ročně, resp. v roce 2020 s celkovým objemem minimálně 600 tis. t/rok.

Při pokračující podpoře a trendu nárůstu využívání kapalných biopaliv lze však očekávat produkční objemy vyšší, nežli stanovené minimum. Otázkou je, zda však právě ve formě MEŘO resp. bioetanolu nebo již ve formě 2. generace kapalných biopaliv.

Odhadovaná výhřevnost pokrutin o sušině 80% je 15 MJ/kg, do určité míry je možné i zpracování pomocí anaerobní digesce. Pokrutiny jsou však standardně využívány pro výrobu krmiv, takže jejich energetické využití bude relativně omezené, především s ohledem na cenu a na technické parametry, lze předpokládat energetické využití ve výši cca 25% celkové produkce.

## Produkce cukrovarských řízků a melasy

Produkce cukrovarských řízků a melasy velmi úzce souvisí se strategií výroby cukru, resp. lihu jako kapalného biopaliva. V současnosti produkuje v ČR cukr jediný cukrovar, ovšem pokud by měl pokračovat efektivně „lihový program“, tj. přimíchávání lihu do benzinů, pak by se tradice pěstování cukrovky mohla v plném rozsahu vrátit.

**Tabulka č. 30: Výroba cukru**

	t
potřeba cukrové řepy	483 925
kvóta 2006/2007	411 336
produkce vyslazených řízků	72 589

Max. roční objem vyslazených řízků lze odvodit z produkční kvóty cukru pro ČR a výtěžnosti cukru na cca 72,6 tis. t. V případě rozšíření pěstování cukrovky je možné uvažovat s ročním objemem zhruba ve výši 150 tis. tun.



**Tabulka č. 31: Produkce melasy (tis. t.)**

	2010	2020
množství EtOH z cukrové řepy	311,2	541,2
množství cukrové řepy	4 182	7 273
<b>množství melasy</b>	<b>1 338</b>	<b>2 327</b>

Celkové množství melasy z výroby bioetanolu z cukrové řepy stanovené na základě směrnic EU o minimálním procentu PHM z kapalných biopaliv k rokům 2010 a 2020 vychází z 50% rozdělení biopaliv mezi MEŘO a EtOH. Při alternativní výrobě bioetanolu pouze z cukrové řepy (ne z obilí) je minimální množství vyprodukované melasy 1,3 mil. t k roku 2010, resp. 2,3 mil. t k roku 2020. Jedná se o 100% naplnění výroby bioetanolu z cukrové řepy.

## MLÁTO

Mláto je produktem vaření piva, na 100 kg sladu připadá 125 až 130 kg čerstvého mláta s vlhkostí 75 až 80 %. Mláto se tradičně využívá jako dosti ceněné krmivo pro hospodářská zvířata.

Mláto lze využívat i energeticky, pro termické zpracování je však nezbytné je dosušet na přijatelnou vlhkost, ale v čerstvé formě se využívá pro anaerobní digesce. Rozhodujícím parametrem pro účely využití bude cena, která úzce souvisí s logistickými náklady. Pivovary v ČR ročně vyprodukují zhruba 370 tis. tun čerstvého mláta. Z tohoto množství může být do budoucna energeticky odhadem využívána maximálně jedna třetina, tj. 320 tis.tun.

## Biologicky rozložitelné odpady

Biologicky rozložitelné odpady (dále také BRO) jsou velmi rozsáhlou skupinou odpadů a současně zahrnují mnoho druhů biomasy. Základní členění a „návod“ k nakládání s BRO dává aktuálně připravovaná vyhláška o podrobnostech nakládání s BRO (k zákonu o odpadech). Za biomasu jsou považovány veškeré biologicky rozložitelné odpady, které nejsou kontaminovány nebiogenní složkou, tj. vyříděné komunální (BRKO) nebo čisté průmyslové odpady (např. z potravinářského průmyslu). Do této kategorie spadají i kaly z čištění odpadních vod, u nichž je ale nutné zohlednit určitá specifika.

BRO představují velký energetický potenciál v případě, že jsou zpracovány pomocí anaerobní digesce, pro niž jsou ideálním vstupním materiálem. Způsob využití předurčují jak fyzikální vlastnosti BRO (vlhkost, složení), tak jejich koncentrace a dostupnost.

Stabilizované kaly z čištění vod je možné energeticky využívat formou spalování nebo zplyňování.

Energetický potenciál může být využíván postupně tak, jak bude naplňována strategie nakládání s BRO v ČR. Obecně lze říci, že nejméně vhodné a účinné je spalování v podobě směsného odpadu ve spalovnách.

Celkové množství BRO lze vzhledem k nedostatečně podrobné statistice pouze odhadovat. Poměrně přesné jsou informace o produkci BRKO, ale obtížně se odhadují jak průmyslové BRO, tak například BRO vznikající ve stravovacích zařízeních, neboť ve většině případů končí jako součást odpadních vod. Toto nakládání není plně legální, proto ani nemůže být statisticky podchyceno. Ve výhledu do roku 2020 se v této oblasti předpokládá významný posun, zejména v souvislosti s legislativou v oblasti odpadů (zákaz ukládání BRO na skládky), tak i v oblasti ochrany vod.

Energetická hodnota BRO je s výjimkou kalů stanovena na základě účinnosti anaerobní digesce, tj. transformace na bioplyn. Při celkovém odhadovaném ročním množství BRO ve výši 2 500 tis. tun je jejich energetická hodnota zhruba 15 PJ energie.

## Produkce celulósových výluhů

Celulósové výluhy vznikající při výrobě v papírenském průmyslu. Jsou dřevní hmotou, kterou nepodchycuje výše uvedená metodika výpočtu. Jejich statistika využívání v energetice je převzata z MPO, v roce 2006 byl vyprodukován 1 mil.t celulósových výluhů, což odpovídá energetické hodnotě 8,9 PJ. Předpokládá se, že se jedná o ustálenou hodnotu bez výrazného nárůstu do budoucna.

**Tabulka č. 32: Energetické využití celulózových výluhů v roce 2006 v ČR**

Celulózové výluhy	tis. t	GJ
pro výrobu elektřiny	185	1 260 101
pro výrobu tepla	884	7 656 367
<b>celkem</b>	<b>1 069</b>	<b>8 916 468</b>

Zdroj: MPO 2007

## Využití veškeré biomasy pro energetiku (technický potenciál)

### Zemědělská a lesní biomasa

Porovnání s maximálním teoretickým potenciálem absolutního využití ročního přírůstku hmoty fytohmoty a dendromasy s využitím všech dostupných ploch v ČR.

**Tabulka č. 33: Celkový potenciál biomasy pro energetické využití**

	ha	PJ
orná půda	3 047 251	412
zahrady, sady	238 438	3,4
TTP	973 790	39,2
lesní (celkový roční přírůst)	2 647 414	161
<b>celkem</b>	<b>6 906 893</b>	<b>615</b>

Celkový technický potenciál biomasy ČR tvoří v dlouhodobém období téměř 700 PJ energie. Toto číslo ovšem znamená využití veškeré orné půdy, produkce z ostatní zemědělské půdy, ročního přírůstu dendromasy a využití všech druhotných surovin výrobních průmyslů definovaných jako biomasa pro energetické účely. Lze ji proto brát pouze jako teoretickou hodnotu sloužící k porovnávacím účelům.

Při využití veškeré zbytkové biomasy, lze odhadnout celkový energetický potenciál na cca 82 PJ energie. Hodnoty byly z velké části stanoveny na základě odborných odhadů a realita může vyšší. Prakticky lze ovšem počítat s energeticky využitelným potenciálem zbytkové biomasy kolem 35 PJ energie.

## Souhrn využitelného potenciálu biomasy ČR

Stanovení reálně využitelného potenciálu biomasy ČR pro energetické účely sestává z využití mnoha různorodých druhů surovin na bázi biomasy, s řadou vnějších i vnitřních vazeb a provázaností, jejichž parametry jsou zcela klíčové pro stabilní a efektivní využívání těchto obnovitelných zdrojů energie pokud možno co nejefektivnější cestou, s uvážením všech ekonomických, environmentálních a společenských aspektů.

Hlavním účelem je stanovit reálnou energetickou hodnotu omezených zdrojů biomasy, které by bylo možné využívat udržitelným způsobem, nebo způsobem blízkým udržitelnému hospodaření s přírodními zdroji.

Výsledná energetická hodnota vyplývá ze součtu všech třech hlavních kategorií biomasy dle výše uvedené metodiky.

- V případě zemědělské biomasy je uvažována energeticky nejnižší varianta Potravinová bezpečnost, dle podkladů Ministerstva zemědělství ČR
- V případě lesní biomasy je vycházeno z reálně využitelného objemu dendromasy pro energetické účely (bez odpočtu spotřeby druhotné lesní biomasy – štěpky pro materiálové využití).
- V případě zbytkové biomasy dle odborných odhadů a dostupných statistik energeticky využitelné zbytkové biomasy

**Tabulka č. 34: Využitelný potenciál biomasy pro teplo - primární energie k. r. 2050**

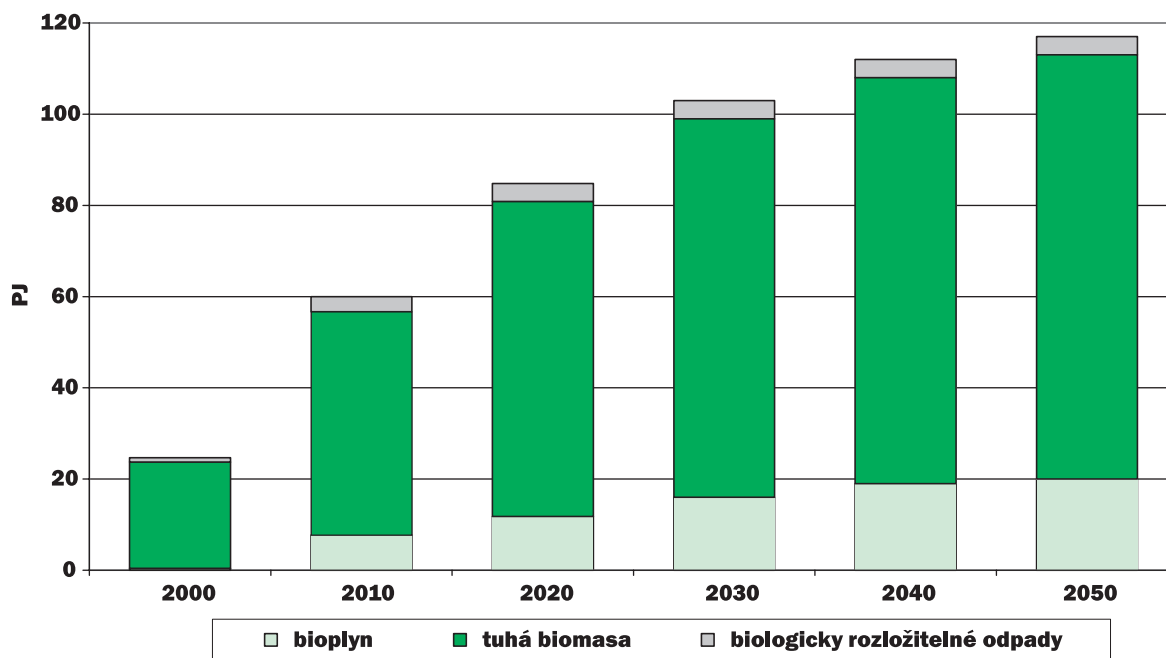
Biomasa	PJ
zemědělská	194
lesní	50
zbytková	35
<b>celkem</b>	<b>279</b>

Podrobnější výpočty pro jednotlivé druhy biomasy jsou uvedeny v příslušných kapitolách.

Reálně využitelný potenciál biomasy v ČR pro energetické účely je stanoven v dlouhodobějším horizontu na cca 280 PJ primární energie. Pokud jde o teplo na konečné spotřebě, potenciál tvoří 117 PJ.

**Tabulka č. 35: Energie biomasy pro teplo k r. 2050 (konečná spotřeba)****Teplo z biomasy**

PJ	2000	2010	2020	2030	2040	2050
bioplyn	0,4	7,7	11,8	16,0	19,0	20,0
tuhá biomasa	23,3	49,0	69,0	83,0	89,0	93,0
biologicky rozložitelné odpady	1,0	3,3	4,0	4,0	4,0	4,0

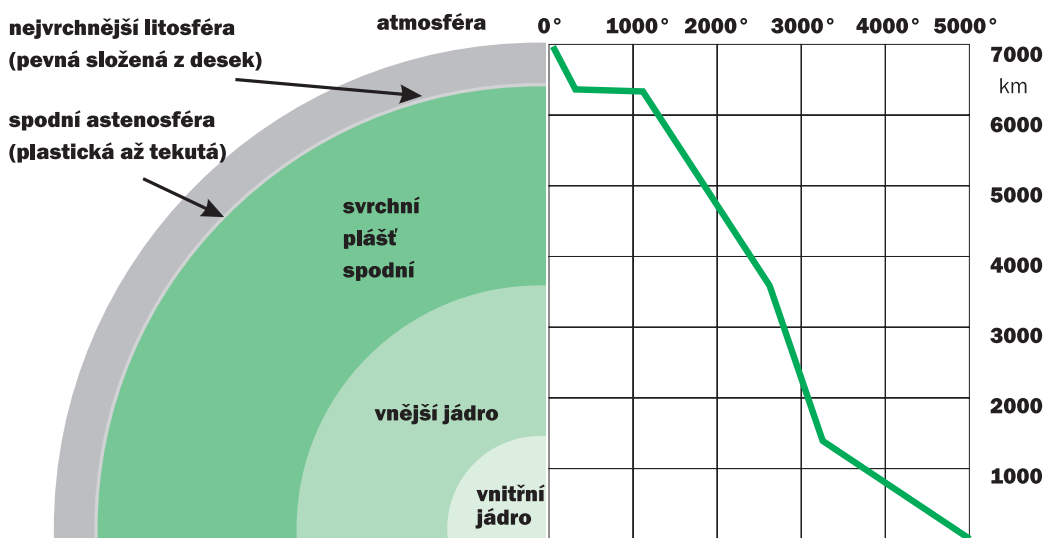
**Graf č. 10: Energie biomasy k r. 2050**

### 4.3. Geotermální energie

Z nitra Země je v kontinentální zemské kůře uvolňován tepelný tok směrem k povrchu o průměrné hodnotě 57 mW/m<sup>2</sup>. Původ tepelného toku je v teplotním gradientu mezi zemským jádrem o vysoké teplotě a povrchem Země (cca 99% objemu zemské kůry má teplotu vyšší než 1000 °C). Vysoká teplota zemského jádra je způsobena teplem uvolněným při formaci Země před 4.5 miliardou let, kdy kinetická energie srážek materiálů byla přeměněna v teplo. Další ohřev zemské kůry je způsobován kontinuálně uvolňovaným teplem z rozpadajících se radioaktivních izotopů s dlouhým poločasem rozpadu, především <sup>40</sup>K, <sup>232</sup>Th, <sup>235</sup>U a <sup>238</sup>U. Tyto radioaktivní izotopy jsou obsaženy v žule, kde mají relativně vysokou koncentraci.

#### Obr. č. 4: Teplota Země

kůra (na pevnině 40 km)



Zdroj: Geothermal Explorers, Ltd, 2004

V kontinentální kůře je tepelný tok k povrchu nejvyšší v oblastech, ve kterých byla přítomna magmatická aktivita před méně než 65 milióny let. Zde se dosahuje hodnot až 77 mW/m<sup>2</sup>. V jiných oblastech tok klesá až na konstantní hodnotu 46 mW/m<sup>2</sup>, běžnou v kůře starší než 800 miliónů let. Energie vygenerovaná přirozeným rozkladem radioaktivních izotopů je typicky 2 mikrowatty/m<sup>3</sup> pro sedimentární horniny, a 3 mikrowatty/m<sup>3</sup> pro normální žuly, ale může být i vyšší (Austrálie). Tento ohřev po dobu stovek miliónů let, byl dostačující k tomu, aby si žulová masa udržovala teplotu kolem 250 °C. Žulové masivy, které byly dobře izolačně překryty, udržují v sobě velkou tepelnou energii.

Teplo z jádra Země je k zemské kůře přenášeno dvěma mechanismy – konvekcí (prouděním) a kondukcí (vedením). Proudění a tečení roztavených pevných látek je velmi účinným mechanismem přenosu tepla, nicméně v blízkosti povrchu (do 100 km), kde je materiál již příliš studený a málo viskózní, aby se pohyboval, je teplo přenášeno především vedením a teplotní gradienty jsou daleko vyšší. Tato tuhá kůra je rozdělena (rozlámána) na množství částí (litosférické desky, případně v nich jednotlivé bloky tektonicky porušené), které se pohybují rychlostí několika cm/rok vlivem konvekčních proudů pod nimi. Na hranicích mezi zemskými deskami dochází k velkým tlakům a vývěru žhavého magmatu (sopečná činnost pouze několik km pod povrchem), které způsobují vysoké tepelné toky až 300 W/m<sup>2</sup> i více. Poruchy, které jsou způsobeny lomy mezi jednotlivými deskami, nebo bloky jsou nejvhodnějším místem pro mohutnější lokální výron tepla a tedy zvýšený tepelný tok.

Globálně je využití geotermální energie horkých suchých hornin na začátku své éry.

Tepelná energetická kapacita běžných krystalických hornin je kolem 2.2 PJ/km<sup>3</sup>/°C. Znamená to například, že žulová krychle o hraně 1 km při ochlazení o 10 °C, uvolní 22 PJ energie, což je ekvivalent energie obsažené ve 2 miliónech tun našeho hnědého elektrárenského uhlí.

Geotermální energie, tzn. teplo získávané z nitra Země, je ekologicky šetrným zdrojem energie. Geotermální energie se zpravidla využívá buď přímo ve formě tepla (teploty do 150 °C) pro vytápění budov, zemědělských zařízení apod. nebo nepřímo pro výrobu elektrické energie v geotermálních teplárnách nebo elektrárnách (vyšší teploty nad 150 °C, větší hloubky čerpání).

Využití geotermální energie má vzhledem k vysokým výkonovým parametrům, značné dostupnosti (stálá dodávka energie nezávislé na klimatických podmínkách oproti sluneční a větrné energii) a nízkým emisím (oproti biomase) nejlepší výhled při ovlivňování hladiny emisí skleníkových plynů.

## Geotermální zdroje (systémy)

Geotermálními zdroji můžeme označit místa s tepelnou energií, kterou je možné čerpat při přijatelných nákladech. Zdroje s nejvyšším potenciálem jsou soustředěny především na hranicích zemských desek, kde zpravidla existuje viditelná geotermální aktivita (horké prameny, výdechy kouře a páry, gejzíry apod.). Takovým lokálním tepelným zdrojem bývá především průnik mas magmatu o teplotě 600–900 °C do několikakilometrové povrchové vrstvy. Významná geotermální pole mohou být také v oblastech nedotčených nedávným průnikem magmatu, ale kde je určitá tektonická anomálie (zpravidla zeštíhlení kontinentální kůry). Běžná geotermální pole s dostatečnou produktivitou však nemusí být nutně pouze anomálie.

Geotermální systémy se zpravidla člení na čtyři typy geotermálních systémů:

- hydrotermální,
- teplé suché horniny (HDR),
- geo-tlaké,
- magmatické.

V současné době se využívají především hydrotermální systémy. Využití ostatních tří je ve fázi vývoje a komerční průmyslové využití je otázkou blízké budoucnosti. V Evropě je ze systémů HDR nejdále projekt v Soultzu (Francie) a ve světě je nejdále Austrálie, kde jsou v chodu již tři elektrárny typu HDR.

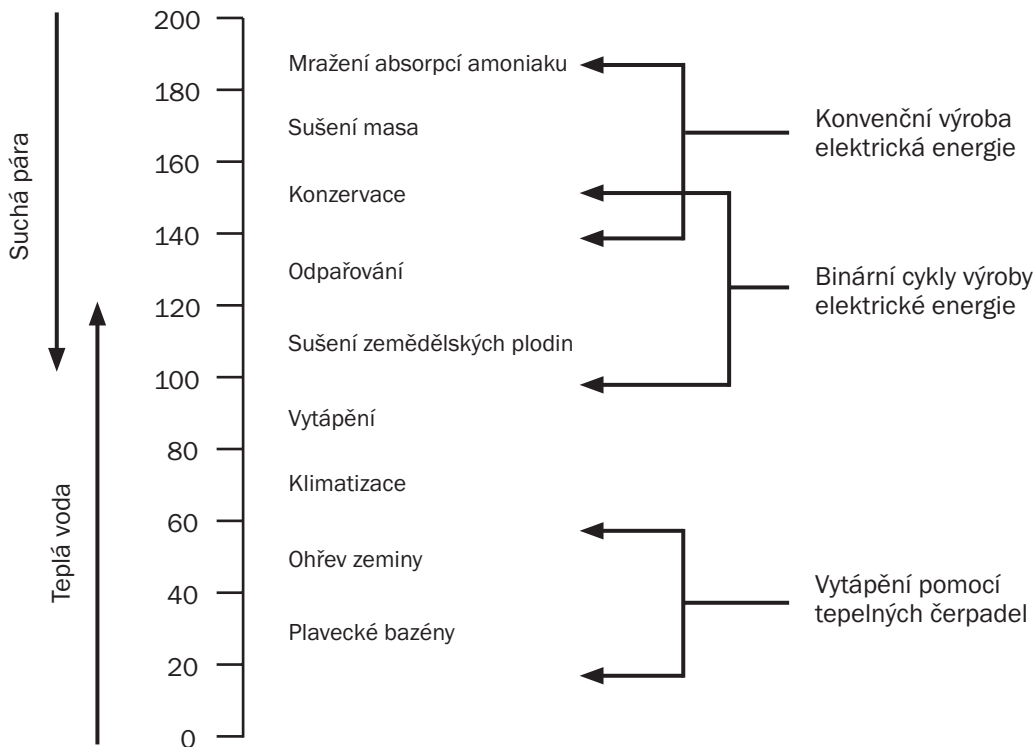
## Využití geotermální energie

Využívání geotermální energie pro výrobu elektrické energie začalo na počátku 20. století v Larderello v Toskánsku, kde byla později vystavěna první komerční elektrárna o výkonu 250 kW<sub>e</sub>. Od 50. let začaly využívat geotermální energii i další země.

S příchodem nových technologií, především HDR (hot dry rock), se objevují realistické předpovědi pro období 2030–2050 týkající se využití geotermálních elektráren o výkonu srovnatelném s výkonem dnešních jaderných elektráren. To by postupně představovalo 10–20 % celkové spotřeby elektrické energie.

Na následující obrázku jsou uvedeny minimální teploty obecně požadované pro různé typy využití geotermální energie. Horní a dolní meze nejsou striktní, jsou pouze orientační. Běžná konvenční výroba elektrické energie v parním cyklu je omezena na teplotu 150 °C, nicméně v systémech s binárním cyklem (organický Rankinův cyklus – ORC) mohou být využity mnohem nižší teploty, běžně nad 85 °C.

**Obr. č. 5: Lindalův diagram teplot tekutin pro přímé aplikace geotermálních zdrojů**



## Technologie pro využití geotermální energie

### Binární cykly pro výrobu elektřiny

U geotermálních vrtů produkujících pouze teplou vodu (zpravidla nad 85 °C) místo páry, lze elektrickou energii vyrábět prostřednictvím elektráren s binárním cyklem. Tato zařízení pracují se sekundární pracovní látkou s nízkým bodem varu (nasycené uhlovodíky, halogenované uhlovodíky, směsi čpavku a vody).

Představiteli těchto technologií, v současné době používaných, je organický Rankinův cyklus (ORC) a Kalinův cyklus.

### System teplých suchých hornin (hot dry rock - HDR)

Běžně využívané geotermální rezervoáry obsahují vodu ve formě kapalné nebo plynné fáze. Jejich výskyt je však omezen pouze na určité oblasti. Daleko vyšší pravděpodobnost výskytu mají rezervoáry, složené pouze z neprostupné horniny (suchý masiv, zanesené porézní prostředí) o dostatečně vysoké teplotě v závislosti na hloubce. Pro přenos tepla z těchto oblastí pod povrchem je nutné tyto horniny uměle rozbít, přeměnit je na propustné a zavést do nich tekutiny vhodné pro přenos tepla (čerpání). Tímto způsobem lze přeměnit jakýkoli vhodný objem teplé suché horniny v zemské kůře v dostupné hloubce na umělý rezervoár.

Do vybraného horninového prostředí jsou vytvořeny dva vrty, končící několik set metrů od sebe. Voda je zaváděna vsakovacím vrtem a prostupuje vytvořeným propustným rezervoárem, který se chová jako tepelný výměník. K povrchu se zavedená voda vrací čerpacím vrtem ve formě tekutiny (teplá voda, pára) a přináší s sebou energetický obsah. Komerčně dostupné HDR rezervoáry by měly splňovat klíčové parametry:

- čerpací průtok 50–75 kg/s,
- účinná teplosměnná plocha rezervoáru > 2x10<sup>6</sup> m<sup>2</sup>,
- objem horniny > 200x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>,
- ztráty media < 10 % průtoku do vsakovacího vrtu,
- teplota v rezervoáru min. 150 °C.

Rezervoár, pokud je z horninového masivu, je nutné mechanicky rozbít. V případě hornin s přirozenými lomy, zanesenými a utěsněnými usazeninami stačí tyto znovu obnovit. Nejběžnější metody pro vytváření rezervoárů jsou hydraulické, chemické a trhavinové lámání. Technologie je výhodná také v podstatně nižším obsahu rozpuštěných látek než u přírodních zvodní. Systémy HDR navíc pracují v uzavřeném cyklu s cirkulací použitých tekutin zpět do vrtů (uzavřená cirkulace).

Tato technologie umožňuje využívat geotermální energii pro výrobu elektrické energie i v zemích, ve kterých neexistují klasické geotermální zdroje. V současné době je průlom a pokrok HDR technologie v energetickém průmyslu brzděn nedostatkem zkušeností z budování a provozu komerčních zařízení a z tohoto důvodu tato technologie zůstává stále v experimentální a vývojové fázi. Vývoj je zaměřen především na:

- ekonomické způsoby vrtání a vytváření rezervoárů a zajištění vrtů,
- metody charakterizace a monitorování rezervoárů,
- matematické modelování rezervoárů pro návrh umělých geotermálních systémů,
- techniky hospodaření s rezervoárem,
- účinnější a levnější cykly výroby elektrické energie.

Určitou překážkou jak při vývoji, tak při aplikaci technologie HDR je velikost systému. Technologii nelze využívat pro malá zařízení. Vrtání do potřebných hloubek 3 až 5 km je spojeno s vysokými investičními náklady, vytvoření geotermálního rezervoáru se vyvíjí pomalu a testovací fáze vyžaduje dlouhá období. Z hlediska ekonomické návratnosti je proto nutné budovat zařízení většího rozsahu (snížení měrných nákladů). V současnosti se jedná o soustrojí s elektrickým výkonem cca 5 MW.

Výhody HDR technologie leží v jejím velkém potenciálu a dostupnosti ve velké části zemského povrchu a neškodnosti vůči životnímu prostředí. Stejnou technologií je možné zvyšovat výkon málo produktivních hydrotermálních systémů, kde špatně propustný rezervoár je uměle zpropustněn (HWR - hot wet rock).

## Potenciál geotermální energie v České republice

### Situace hlubokých vrtů v České republice

Nejhlubší vrt v ČR je Jablůnka1 (6 506 m). Je zajímavé, že již v 60. letech se u nás uvažuje o možnostech vrtání do hloubek kolem 15 km (Honza 1961). Technicky reálné je s dostupným vybavením, za mimořádných podmínek, uskutečnit vrt do hloubky 8 000 m (Paroulek – Slatina 1986).

Koncem roku 1989 bylo v České republice odvrtno celkem téměř 2 000 vrtů hlubších než 1 000 m. Rozložení vrtů je velmi nepravidelné, většinou jsou koncentrovány do oblastí těžby uhlí, zemního plynu, nebo ropy (viz obr.). V průměru připadá v České republice jeden vrt hlubší než 500 m na 36 km<sup>2</sup> státního území.

### Vyčíslení potenciálu geotermální energie

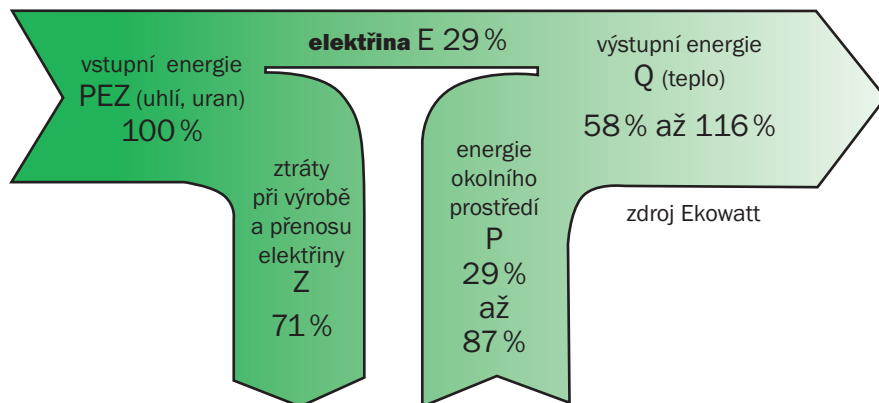
Zmapování potenciálu geotermální energie bylo provedeno v rámci řešení projektu VaV 630/3/99 MŽP. Tento projekt však neřešil explicitně energetický potenciál pro koncové využití geotermální energie, proto je pro jakékoli detailnější údaje (konkrétní lokality a jejich místní potenciál) nutné provést rozbor dostupných dat se zaměřením na uvažovanou lokalitu a provést praktická měření. V současné době dále probíhá místní šetření v konkrétních lokalitách, které byly vytipovány jako vhodné pro praktickou realizaci.

### Tepelná čerpadla

Samotný potenciál pro využití energie mělkého horninového prostředí (tepelná čerpadla) by mohl být hodnocen mimo kategorii „geotermální energie“. Tepelné čerpadlo je obecně vhodnější považovat za energeticky efektivní technologii, nikoli za technologii využívající obnovitelný zdroj energie, resp. s úvahou cca 60% využívání OZE.



## Obrázek č. 6: Toky energií pro el. tepelné čerpadlo



Potenciál pro využití tepelných čerpadel je nutné vyčíslvat „zdola“, tj. od možností uplatnění nízkopotenciálového tepla. V této kategorii si částečně konkurují se solárními systémy, třebaže z technického pohledu jsou to technologie téměř dokonale komplementární.

V ČR se nyní ročně nainstaluje přes 2000 tepelných čerpadel o celkovém tepelném výkonu přibližně 40 MW, tj. asi 15 MW instalovaného elektrického příkonu.

## Tabulka č. 36: Odhad celkové dodávky tepelných čerpadel v roce 2006

	Počet	Tepelný výkon (kW)
Vzduch - vzduch	122	470
Vzduch - voda	964	17 968
Země - voda	1 362	18 593
Voda - voda	84	3 015
<b>Celkem</b>	<b>2 532</b>	<b>40 046</b>

## Tabulka č. 37: Tarifní statistika; Přehled počtu odběratelů provozujících tepelná čerpadla

Sazba	2002	2003	2004	2005	2006
C55	161	227	414	475	478
D55	2 541	3 449	5 312	6 012	6 030
C56	0	0	0	76	232
D56	0	0	0	783	3 065
Firmy celkem	161	227	414	551	710
<b>Domácnosti celkem</b>	<b>2 541</b>	<b>3 449</b>	<b>5 312</b>	<b>6 795</b>	<b>9 095</b>

Závěry evropské asociace tepelných čerpadel z r. 2007 hovoří o velkém boomu instalací tepelných čerpadel. Meziroční nárůst instalací např. v Německu se předpokládá 80 %. Je konstatováno, že instalace se začínají více přesouvat od novostaveb ke starší zástavbě. Jedná se zde i o větší výkony a o prokazatelnější úspory skleníkových plynů v porovnání s dosavadním použitím fosilních paliv nebo elektřiny. Tento trend se přičítá zvyšujícím se cenám energií. Faktorem, který se výrazně projevuje při počtu instalací je dotační politika. Po technické stránce je zaznamenán další posun k dokonalejším kompresorům a jejich regulaci.

V ČR v porovnání např. se Švédskem, Německem, Francií, Švýcarskem, Rakouskem je obrovský prostor pro instalaci tepelných čerpadel. Pro rok 2020 předpovídají optimistické prognózy roční dodávku tepla 1 800 MW<sub>t</sub>, čemuž by odpovídala spotřeba 600 GWh elektřiny.

Teoretický potenciál geotermálního tepla pro ČR obsaženého v horninách svrchní části zemské kůry dosažitelného současnou vrtnou technikou

$$E_{GT} = c \cdot \rho \cdot V \cdot T_{stř}$$

kde

$E_{GT}$  obsah tepla (J)

$c$  specifická tepelná kapacita hornin (J/kg K)

$\rho$  hustota hornin (kg/m<sup>3</sup>)

$V$  objem hornin (m<sup>3</sup>)

$T_{stř}$  teplota hornin střední (°C)

Pro výpočet uvažujeme:

plocha Českého masivu – 68 000 km<sup>2</sup>

mocnost uvažovaného bloku 4 km

$c = 840 \text{ J/kg.K}$

$\rho = 2600 \text{ kg/m}^3$

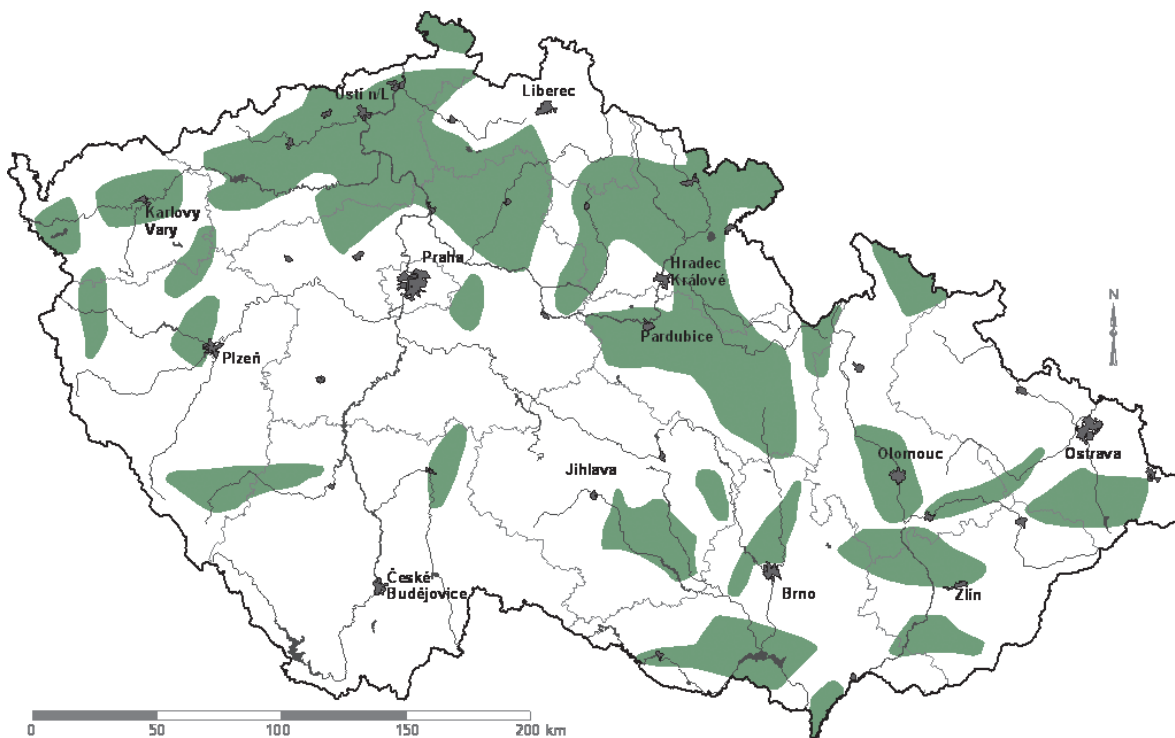
$$E_{GT} = 118 \times 10^{21} \text{ J}$$

$$E_{GT} = 118 000 000 \text{ PJ}$$

Uvažujeme-li ochlazení uvažovaného bloku jen o 1°C představuje to potenciál cca 500 000 PJ. Roční spotřeba primárních energetických zdrojů v ČR je 1 800 PJ.

V současné době je vytypováno cca 32 lokalit vhodných na průmyslové využití zemského tepla. Uvedená mapa znázorňuje oblasti příhodné pro realizaci geotermálních projektů systémem HDR

### Obrázek č. 7: Příhodné oblasti pro realizaci HDR



## Predikce využitelného potenciálu

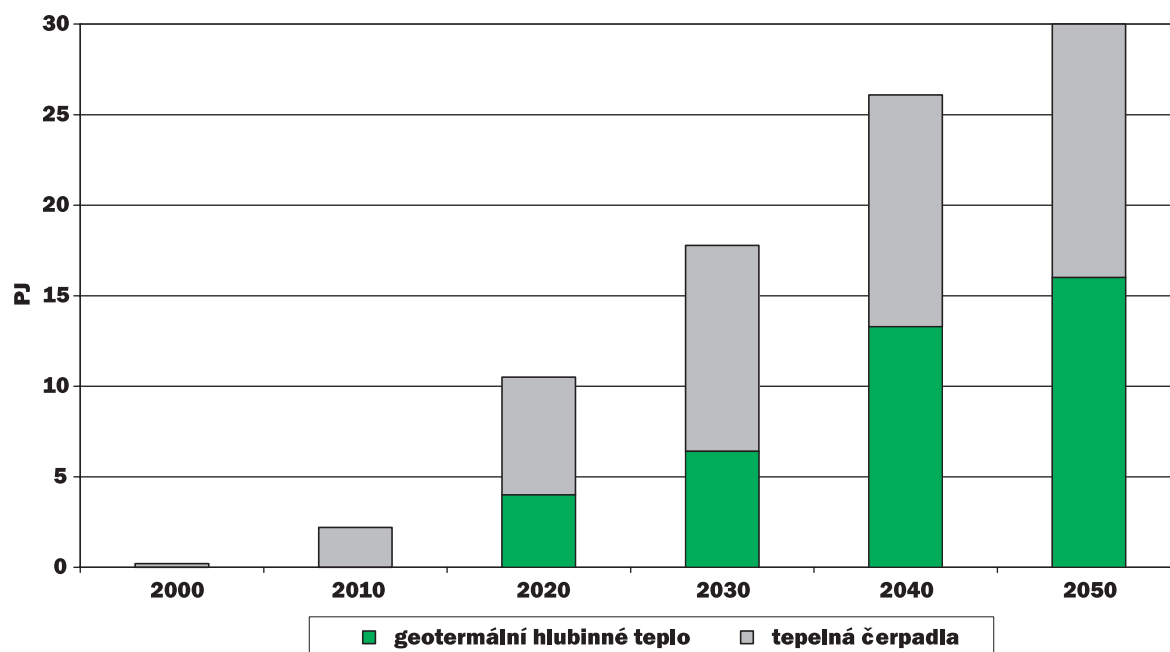
Predikce hlubinného geotermálního tepla počítá s 12 instalacemi s průměrnou výtěžností 333 TJ/r využitého tepla k r. 2020. Naplnění tohoto předpokladu vyžaduje podniknout zásadní kroky směřující k urychlené realizaci demonstračního projektu v Litoměřicích. Klíčovou záležitostí zůstává ověření možnosti vytvořit podzemní puklinový výměník.

Do kategorie tepelných čerpadel je zařazeno využívání tepla okolního prostředí (půdy, vody, vzduchu, odpadního tepla) pomocí tepelných čerpadel. Jako obnovitelná energie je chápána pouze ta část vyrobené energie, která odpovídá využití energii okolního prostředí. Do potenciálu je kalkulováno v r. 2020 nasazení 1200 MW<sub>t</sub> v tepelných čerpadlech. Při ročním využití 2260 hod se jedná o zisk obnovitelných zdrojů 6,51 PJ.

**Tabulka č. 38: Geotermální teplo**

PJ	2000	2010	2020	2030	2040	2050
geotermální hlubinné teplo	0,0	0,0	4,0	6,4	13,3	16,0
tepelná čerpadla	0,2	2,2	6,5	11,4	12,8	14,0

**Graf č. 11: Potenciál geotermální energie pro výrobu tepla**



## 5. Celkový potenciál obnovitelných zdrojů do roku 2020

Poslanci Evropského parlamentu i ministři členských států EU budou ještě řadu měsíců debatovat o tzv. energeticko-klimatickém balíčku: sadě opatření, která v únoru 2008 navrhla Evropská komise. Mezi hlavní body patří nová směrnice o obnovitelných zdrojích energie.

Směrnice má dát impuls rozvoji obnovitelných zdrojů v zemích EU, a snížit tak emise oxidu uhličitého i závislost na dovozu zemního plynu. Mimo jiné pro každý členský stát závazně stanoví, jakou část celkové konečné spotřeby energií, tedy elektřiny, tepla a motorových paliv, má v roce 2020 pokrývat z obnovitelných zdrojů. Evropská komise navrhla, aby pro Českou republiku podíl činil 13 %.

Prvním předpokladem smysluplnosti jakéhokoli čísla je, aby mu možnosti výroby energie z obnovitelných zdrojů v České republice vůbec odpovídaly. Proto v této kapitole diskutujeme potenciál celého odvětví – tedy výroby tepla, elektřiny i motorových biopaliv z obnovitelných zdrojů – dohromady.

### 5.1. Elektřina

Obnovitelné zdroje by v roce 2020 realisticky mohly dodávat necelých 12 terawatthodin elektrické energie (viz tabulka 39). Asi 45 % z toho připadá na různé formy biomasy, zejména tuhou (energetické plodiny, palivové dříví, odpadní dřevěná štěpka a sláma aj.). Pětinový je podíl větrných elektráren. Už v perspektivě konce příštího desetiletí by elektřina z větru hrála kvantitativně větší roli než (nicméně nadále přibývajících) vodní elektrárny, které v současnosti odvětví naprosto dominují.

Prakticky to znamená, že pokud má Česká republika úspěšně využít příležitostí k výrobě elektřiny z obnovitelných zdrojů, musí kombinovat různá odvětví – nikoli se zaměřit na jeden jediný typ zdroje.

**Tabulka č. 39: Potenciál české výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie (konečná spotřeba energie) v terawatthodinách, 2020**

TWh	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Bioplyn	0,16	0,20	0,23	0,32	0,42	0,55	0,71	0,86	1,00	1,15	1,29	1,42	1,55	1,69	1,82	1,95
Biomasa	0,56	0,73	0,75	0,80	0,91	1,05	1,19	1,38	1,57	1,80	2,00	2,23	2,46	2,79	3,04	3,30
Biologicky rozložitelné odpady	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Geotermální	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,05	0,07	0,10	0,13	0,17	0,22	0,29	0,37	0,48
Vodní do 10 MW	1,07	1,08	0,94	0,95	0,95	0,97	1,00	1,01	1,02	1,04	1,08	1,11	1,14	1,18	1,24	1,26
Vodní nad 10 MW	1,31	1,45	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17
Sluneční	0,00	0,00	0,01	0,06	0,11	0,15	0,20	0,28	0,35	0,41	0,50	0,61	0,72	0,83	0,89	0,98
Větrná	0,02	0,05	0,12	0,26	0,42	0,60	0,82	1,07	1,32	1,56	1,75	1,89	2,07	2,23	2,40	2,55
Celkem	3,13	3,52	3,23	3,57	4,00	4,51	5,14	5,84	6,52	7,25	7,94	8,62	9,35	10,20	10,95	11,71

## 5.2 Biopaliva

Biopaliva se v posledních letech stávají důležitou součástí energetické debaty. Politické špičky na ně sázejí hlavně proto, že díky zaměření na dopravu mohou snižovat spotřebu ropy, která v elektroenergetice nebo výrobě tepla hraje pouze naprosto marginální roli. Proto mají zvláštní roli při omezování importu paliv a potažmo závislosti na rizikových zemích.

Trendy na trhu naznačují, že pokud by rozvoj motorových biopaliv pokračoval, významnou roli bude v příštích letech hrát dovoz z exotických zemí, například relativně levný palmový olej. Česká republika nicméně také má podstatné možnosti výroby domácích biopaliv – etanolu (biolihu) k přidávání do benzínu, respektive metylesteru řepkového oleje (bionafty) do nafty. Potenciál pro rok 2020 dohromady činí necelých 29 petajoulů, což je například skoro čtyřnásobek možností výroby tepla z bioplynu.

**Tabulka č. 40: Potenciál české výroby motorových biopaliv z obnovitelných zdrojů (konečná spotřeba energie) v petajoulech, 2020**

PJ	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Metylester řepkového oleje	7,9	8,4	8,6	8,9	9,1	9,4	9,7	9,9	10,1	10,4	10,8	11,1	11,5	11,8	12,2	12,5
Bioliň	0,1	0,4	1,8	3,5	5,3	7,3	8,7	10,1	11,6	12,6	13,6	14,4	15,1	15,5	15,9	16,1
<b>Celkem</b>	<b>8,0</b>	<b>8,8</b>	<b>10,4</b>	<b>12,4</b>	<b>14,4</b>	<b>16,7</b>	<b>18,4</b>	<b>19,9</b>	<b>21,7</b>	<b>23,0</b>	<b>24,4</b>	<b>25,5</b>	<b>26,6</b>	<b>27,3</b>	<b>28,1</b>	<b>28,6</b>

Ekologické organizace ovšem mají vážné pochybnosti o větším nasazení biopaliv. Energetická bilance je poměrně slabá (a bilance skleníkových plynů obvykle ještě horší). Dostupná data naznačují, že by patrně bylo výhodnější plochu zemědělské půdy využít k pěstování energetických plodin pro výrobu tepla nebo elektřiny. Intenzivní pěstování potřebných plodin má vážné ekologické dopady – zejména ve srovnání s relativně extenzivními plantážemi rychle rostoucích dřevin. Využívání potravinářských komodit k výrobě motorových biopaliv způsobuje, že přímo konkurují na trhu s potravinami, což má vážné sociální dopady hlavně v chudších rozvojových zemích.

Proto sdružení Calla a Hnutí DUHA prosazují, aby vláda soustředila pozornost na produkci biomasy pro elektroenergetiku či výrobu tepla a oponovala návrhu na zařazení závazného, desetiprocentního cíle podílu biopaliv na spotřebě pohonných hmot v roce 2020 do nové směrnice o obnovitelných zdrojích.

Uvolnění zemědělské půdy, se kterou kalkulace počítají pro dodávky motorových biopaliv, by zvětšilo potenciál produkce biomasy pro výrobu elektřiny a tepla, jak je diskutován v této studii.

## 5.3. Teplo

Obnovitelné zdroje by v roce 2020 realisticky mohly dodávat asi 106 petajoulů tepla (viz Tabulka X). Velká většina – asi 77 % – z toho připadá na biomasu (bez bioplynu a biologicky rozložitelných odpadů). Skoro přesně 10 % činí podíl geotermální energie.

**Tabulka č. 41: Potenciál české výroby tepla z obnovitelných zdrojů energie (konečná spotřeba energie) v petajoulech, 2020**

PJ	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Bioplyn	1,0	0,9	1,1	1,5	1,9	2,3	2,9	3,6	4,0	4,6	5,3	5,7	6,1	6,6	7,2	7,5
Biomasa	41,0	44,0	46,7	49,6	52,8	56,8	60,4	65,1	69,7	72,0	75,0	77,0	79,0	80,0	81,0	82,0
Biologicky rozložitelné odpady	2,1	2,4	2,6	2,8	3,1	3,3	3,4	3,6	3,8	3,9	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Geotermální	0,6	0,7	1,0	1,4	1,8	2,2	2,8	3,5	4,2	5,0	5,7	6,7	7,8	8,8	9,6	10,5
Sluneční	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	1,3	1,5	1,7	2,0	2,3
<b>Celkem</b>	<b>44,8</b>	<b>48,1</b>	<b>51,5</b>	<b>55,4</b>	<b>59,9</b>	<b>64,8</b>	<b>69,8</b>	<b>76,3</b>	<b>82,3</b>	<b>86,3</b>	<b>91,1</b>	<b>94,7</b>	<b>98,3</b>	<b>101,2</b>	<b>103,8</b>	<b>106,2</b>

## 5.4. Celkový potenciál obnovitelných zdrojů

Celkem tak Česká republika může v roce 2020 zajišťovat kolem 177 petajoulů konečné spotřeby energií z obnovitelných zdrojů. Je to zhruba 16 % současné spotřeby energie. Patrně to znamená, že návrh Evropské komise, aby český závazek činil necelých 13 %, je zbytečně podhodnocený.

**Tabulka č. 42: Celkový potenciál obnovitelných zdrojů na konečné spotřebě energií do roku 2020 v petajoulech**

	<b>2007</b>	<b>2010</b>	<b>2020</b>
Elektřina	12	16	42
Teplo	52	65	106
Biopaliva	10	17	29
<b>Celkem</b>	<b>74</b>	<b>98</b>	<b>177</b>

V každém případě rozhodujícím sektorem bude teplo: vytápění biomasou, ohřev vody a topení solárními kolektory či tepelná čerpadla. Připadá na něj totiž asi 60 % těchto možností a to dokonce i v případě, že bychom počítali s podstatným rozvojem motorových biopaliv. Pokud EU i česká vláda v biopalivech šlápnou na brzdu, může být pro obnovitelné zdroje tepla (i elektřiny) k dispozici větší plocha zemědělské půdy, a potenciál se potažmo ještě o něco zvětší.

Pokud bychom částečně využili možnosti posílení energetické efektivity a snížili spotřebu o pouhou jednu desetinu, relativní potenciál obnovitelných zdrojů se vyhoupne na 18 % konečné energie v roce 2020. Konečná spotřeba energií činila v roce 2007 asi 1100 PJ.

## 6. Doporučení

Abby mohly české domácnosti, obce a podnikatelé využít možností, které nabízí výroba tepla z obnovitelných zdrojů energie, stát musí odvětví rozvíjet pomocí několika cílených opatření. Hnutí DUHA a Calla zde shrnují klíčové kroky.

### Zákon o podpoře obnovitelného tepla

Před třemi lety poslanci a senátoři schválili úspěšný zákon o podpoře obnovitelných zdrojů, který rozvíjel odvětví čisté elektřiny. Ale většinu potenciálu nepokrývá. Proto potřebujeme podobnou legislativu, jež cíleně – koncepčním podpůrným systémem – pomůže výrobě tepla z obnovitelných zdrojů: biomasy, geotermální či solární energie. Může mít například podobu pevně a na dlouhou dobu stanoveného příplatku ke každému vyrobenému gigajoulu čistého tepla. Mechanismus se bude vztahovat na střední a větší zdroje v obcích, podnicích a pro vytápění bytových domů. Pomůže tak stabilizovat podnikatelské prostředí v odvětví.

Účelem nové legislativy přitom není a nemůže být, aby soustavně pokrývala rozdíl mezi náklady na výrobu zelené energie a fosilní zdroje. Takový přístup není dlouhodobě udržitelný a byl by zbytečně drahý. Podpora musí posloužit jako cílený prvotní impuls s úkolem nastartovat investice do odvětví. Nové technologie a masovější výroba postupně sníží ceny, takže obnovitelné zdroje časem budou moci konkurovat bez státní intervence. Cenové trendy v odvětví elektřiny z obnovitelných zdrojů – kde podpůrné mechanismy běží už delší dobu – potvrzují, že takový postup funguje.

### Podpora pro domácnosti

Pro domácnosti je potřeba použít odlišné opatření. Státní fond životního prostředí by měl připravit, financovat a rozdělovat mandatorní, administrativně jednoduché dotace na kotle na biomasu, solární panely a efektivní tepelná čerpadla pro vytápění domácností a ohřev teplé užitkové vody. Podpora musí být nároková: žadatel bude od začátku vědět, že pokud splní sadu jednoduchých, srozumitelných a hlavně předem stanovených podmínek, dostane danou částku. Program musí dostávat nejméně jednu miliardu korun ročně – taková částka zajistí trvalou dostupnost prostředků pro žadatele. Při průměrné velikosti grantu 50–70 tisíc korun by to znamenalo, že program během sedmi let pomůže každé třicáté domácnosti.

### Informační kampaň pro domácnosti

Vést rozsáhlou informační kampaň o možnostech a přínosech využití obnovitelných zdrojů energie v domácnostech, přínosech pro rodinný rozpočet, ekologických pozitivěch a možnostech získání grantové podpory ze SFŽP. Součástí musí být motivace i srozumitelné, snadno přístupné informace o tom, kde, jak a za jakých podmínek lze o podporu žádat.

### Grantový program pro obce

Před přijetím zákona, který zavede koncepční podpůrný mechanismus pro střední a velké zdroje, vyhradit po alespoň jedné miliardě korun ročně z operačních programů Životní prostředí a Průmysl a inovace na obecní a podnikové projekty výroby tepla a kogeneraci z biomasy a bioplynu a na využití geotermální energie.

### Ekologická daňová reforma

Vláda by měla zahájit účinnou ekologickou daňovou reformu, která postupně, krok po kroku přesune část daňového zatížení z práce na využívání fosilních zdrojů energie. Bude tedy spočívat ve snížení některé ze stávajících daní či obdobných plateb (nezdanitelný základ daně z příjmu fyzických osob nebo příspěvek na sociální pojištění) s tím, že ušlý příjem státní pokladny bezezbytku pokryje paralelní zvýšení sazeb spotřebních daní z energie nebo zavedení nové uhlíkové daně (daně z emisí oxidu uhličitého). Reforma musí zahrnout fosilní zdroje bez výjimky, tedy i domácí využití zemního plynu.

## Daň z přidané hodnoty

Vláda by měla navrhnout a poslanci i senátoři schválit nižší sazbu DPH na palivo z biomasy a spolu s dalšími zeměmi EU požadovat zrušení zákazu snížené sazby DPH na technologie pro využití obnovitelných zdrojů energie. Změna sazby DPH může znamenat i rozdíl nižších desítek tisíc korun, což podstatně zvýší zájem domácností a pomůže čisté energetice otevřít cestu na trh.

## Standard zásobování nových budov obnovitelnými zdroji

Stát by měl zavést podmínku minimálního podílu zásobování nových a rekonstruovaných budov energií z obnovitelných zdrojů energie, jak to očekává návrh evropské směrnice pro podporu obnovitelných zdrojů energie z ledna 2008. Podobné opatření už s úspěchem platí v některých rakouských spolkových zemích a několika německých a španělských městech.

## Informační programy

Vláda by měla rozběhnout osvětové, školící a certifikační programy pro firmy, které budou kotle na biomasu, solární panely a tepelná čerpadla do domácností montovat. Zajistí tak potřebnou kvalifikaci řemeslníků a dá zájemcům garanci kvality provedené práce.

Ministerstvo životního prostředí musí vést informační a osvětovou kampaň o možnostech, přínosech, technologiích a pravidlech obnovitelných zdrojů energie pro úředníky státní správy, kteří se účastní procedur plánování a povolování vytopen, tepláren a instalací OZE v budovách. Jde zejména o stavební úřady, úřady odpovědné za ochranu přírody a příslušné odbory posuzování vlivů na životní prostředí, respektive územního plánování na krajských, městských a obecních úřadech.



## Příloha

### Tabulka výhřevnosti paliv na bázi biomasy

Druh produktu / způsob využití	Výhřevnost (MJ/kg)
Kapalná - MEŘO	37
Kapalná - líh	26
Lesní štěpka	8 -12
Dřevní štěpka, piliny	10 - 14
Sláma obilovin	14
Sláma olejnin	15
Palivové dříví	10 - 13
Pelety/brikety dřevní	17
Agropelety/brikety	16
Bioplyn	35

Zdroj: Sladký, Váňa, Slejška: Energetické využití biomasy, studie VaV/320/6/00, 2000

## Seznam jednotek a zkratk

### Jednotky:

k	kilo = $10^3$
M	mega = $10^6$
G	giga = $10^9$
T	tera = $10^{12}$
P	peta = $10^{15}$
kW	kilowatt, jednotka výkonu ( $\sim 1000$ W)
J	joule, jednotka energie ( $\cong 0,000\ 000\ 278$ kWh)
kWh	kilowatthodina, jednotka energie (3 600 000 J)
toe	tone of oil equivalent - tuna ropného ekvivalentu = 42 GJ

### Zkratky

ČEA	Česká energetická agentura
ČSÚ	Český statistický úřad
EU	Evropská unie
MPO	Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR
MZe	Ministerstvo zemědělství
MŽP	Ministerstvo životního prostředí ČR
SEI	Státní energetická inspekce
SFŽP	Státní fond životního prostředí
BAT	Best Available Technology
CZT	centralizované zásobování teplem
DPH	daň z přidané hodnoty
EDR	ekologická daňová reforma
EtOH	ethanol (bioethanol)
CHKO	chráněná krajinná oblast
IPPC	Integrated Pollution Preventive Control – Integrovaná prevence znečištění
IRR	Internal Rate of Return = vnitřní výnosová míra
MEŘO	methylester řepkového oleje
OZE	obnovitelný zdroj energie
PEZ	primární energetické zdroje
SPEZ	spotřeba primárních energetických zdrojů
s.hm.	suchá hmota
VTE	větrná elektrárna
MVE	malá vodní elektrárna
ÚHÚL	Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs n. L.

## Použité zdroje

1. Zpráva úkolu VaV MŽP 320/10/03 „Zpracování prognózy využívání obnovitelných zdrojů energie v ČR do roku 2050
2. KOM(2006) 848 Obnovitelné zdroje energie v 21. století: cesta k udržitelnější budoucnosti
3. Směrnice 2001/77/EC Podpora elektřiny z obnovitelných zdrojů v podmínkách jednotného trhu s elektřinou
4. Vyhláška MŽP č. 482/2005 Sb, o stanovení druhů, způsobů využití a parametrů biomasy při podpoře výroby elektřiny z biomasy
5. Materiál EU COM(2004)366 o podílu obnovitelných zdrojů energie v EU
6. Státní energetická koncepce schválená vládou ČR dne 10. 3. 2004
7. Obnovitelné zdroje energie v roce 2005 Výsledky statistického zjišťování ing Bufka
8. Obnovitelné zdroje energie a možnosti jejich uplatnění v ČR – publikace ČEZ
9. Eurobarometer RES 2007



**Hnutí DUHA**

Friends of the Earth Czech Republic

**A** › Bratislavská 31, 602 00 Brno

**T** › 545 214 431

**F** › 545 214 429

**E** › info@hnutiduha.cz

[www.hnutiduha.cz](http://www.hnutiduha.cz)

**Hnutí DUHA s úspěchem prosazuje ekologická řešení, která zajistí zdravé a čisté prostředí pro život každého z nás.**

Navrhujeme konkrétní opatření, jež sníží znečištění vzduchu a vody, pomohou omezit množství odpadu, chránit krajinu nebo zbavit potraviny toxických látek. Naše práce zahrnuje jednání s úřady a politiky, návrhy zákonů, kontrolu průmyslových firem, pomoc lidem, rady domácnostem a vzdělávání, výzkum, informování novinářů i spolupráci s obcemi. Hnutí DUHA působí celostátně, v jednotlivých městech a krajích i na mezinárodní úrovni. Je českým zástupcem Friends of the Earth International, největšího světového sdružení ekologických organizací.



### **Calla – Sdružení pro záchranu prostředí**

Fr. Šrámka 35

370 04 České Budějovice

tel.: 387 310 166

fax: 387 310 166

calla@calla.cz

[www.calla.cz](http://www.calla.cz)

**Calla – Sdružení pro záchranu prostředí** je jihočeské občanské sdružení, jehož posláním je nabízet pomocnou ruku lidem k ochraně prostředí pro život, vlastními silami přispívat k zachování cenných ekosystémů v jižních Čechách a propagací i vlastním příkladem podporovat rozvoj obnovitelných zdrojů energie. Účastní se správních řízení a oponuje projektům, které by mohly poškodit jihočeskou přírodu. Zajišťuje přednášky, semináře či výstavy, vydává informační materiály, měsíčník Ďáblík a provozuje databázi obnovitelných zdrojů energie ([www.zdrojeenergie.cz](http://www.zdrojeenergie.cz)). Calla jako člen jihočeské krajské sítě environmentálních center Krasec a Sítě ekologických poraden STEP vede ekoporadenství.



Podpořeno grantem z Islandu, Lichtenštejska a Norska v rámci Finančního mechanismu EHP a Norského finančního mechanismu prostřednictvím Nadace rozvoje občanské společnosti.