

# Metodika potenciálu biomasy vzhledem ke kritériím udržitelnosti a aspektu využití

AUTOŘI:

Ing. Kamila Vávrová, Ph.D.<sup>1</sup>, Ing. Jan Weger, Ph.D.<sup>1</sup>, Ing. Lukáš Janota<sup>1</sup>, Mgr. David Outrata<sup>1</sup>, prof. Jaroslav Knápek, CSc.<sup>2</sup>, Ing. Tomáš Králík, Ph.D.<sup>2</sup>, Ing. Tomáš Jícha<sup>3</sup>, Ing. Adam Kubín<sup>3</sup>, Ing. Jaroslav Koliha<sup>3</sup>

Průhonice 2024

## **PODĚKOVÁNÍ**

„Metodika potenciálu biomasy vzhledem ke kritériím udržitelnosti a aspektu využití“ byla vytvořena se státní podporou Technologické agentury ČR v rámci **Programu THÉTA TK04010166**.

Název projektu: **Komplexní řešení lokální a regionální energetiky jako součást opatření GreenDealu pro dosažení udržitelného zemědělského a lesnického hospodaření**

Doba řešení: 01/2022 – 12/2024.

Autoři děkují následujícím expertům a spolupracovníkům za pomoc při zpracování výsledků a textů metodiky: Ing. Pavlovi Zámyslickému, Ph. D., MŽP, Ing. Tomášovi Smejkalovi, MPO, Bc. Jaroslavu Bubeníkovi (RRD), Dr. Janu Šinkovi (RRD), Ing. Janě Jobbikové (energetické plodiny) a Ing. Dominice Rybářové.

## **ORGANIZACE PODÍLEJÍCÍ SE NA ZPRACOVÁNÍ**

<sup>1</sup>Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i. Květnové náměstí 391, 252 43 Průhonice

<sup>2</sup> České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechnická, Technická 2, 166 27, Praha 6

<sup>3</sup> Euroenergy, spol. s r.o., Švédská 22, 150 00 Praha 5

## **UŽIVATEL VÝSLEDKU**

Ministerstvo životního prostředí Odbor energetiky a ochrany klimatu, Vršovická 1442/65, Praha 10, 100 10

## **APLIKAČNÍ GARANT PROJEKTU**

Ministerstvo průmyslu a obchodu Odbor strategie a mezinárodní spolupráce v energetice, Na Františku 32, 110 15 Praha 1

## **OPONENTI**

Ing. Martina Krčová MBA, ERÚ, Ing. Tomáš Voříšek, SEVEN

## **CERTIFIKACE**

Osvědčení / Protokol o schválení (certifikaci) metodiky na Ministerstvu životního prostředí ze dne 5. 11. 2024

## Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b> .....	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>Kritéria udržitelnosti lesní a zemědělská půda – (zaměření na zdroje biomasy pro spalování v teplárnách)</b> .....	<b>10</b>
2.1	Kritéria udržitelnosti biomasy v legislativních dokumentech EU .....	11
2.2	Směrnice RED III a RED II .....	12
2.3	Taxonomie EU a technická screeningová kritéria .....	22
2.4	Doplnění kritérií lesní biomasy a LULUCF .....	26
2.5	Kritéria udržitelnosti biomasy v české legislativě .....	28
2.5.1	Vyhláška č. 110/2022 Sb. ....	29
2.5.2	Nařízení vlády č. 189/2018 Sb. ....	30
2.6	Certifikace biomasy .....	30
<b>3</b>	<b>Popis transformace teplárenství a lokálního a regionálního využití tuhé biomasy pro vytápění a přípravu TV</b> .....	<b>32</b>
3.1	Filozofie přístupu k transformaci teplárenství .....	32
3.2	Metodika geografického rozdělení poptávky po biomase pro teplárny .....	32
<b>4</b>	<b>Logistika biomasy – ztráty biomasy</b> .....	<b>40</b>
<b>5</b>	<b>Aktualizace agrotechnologických postupů pro pěstování KP a EP s ohledem na kritéria udržitelnosti</b> .....	<b>41</b>
5.1	Pěstování konvenčních (potravinových) plodin .....	43
5.2	Pěstování energetických plodin .....	47
<b>6</b>	<b>Metodika potenciálu biomasy z orné a lesní půdy a identifikace klíčových faktorů ovlivňující potenciál v delším časovém horizontu</b> .....	<b>51</b>
6.1	Analýza potenciálu biomasy z lesní půdy .....	51
6.1.1	Faktory ovlivňující potenciál lesní biomasy .....	53
6.2	Analýza potenciálu biomasy ze zemědělské půdy .....	54
<b>7</b>	<b>Scénáře – vymezení koridoru biomasy s ohledem na klíčové faktory ovlivňující jeho výši (varianta LPIS, alokace EP 5-10 % rozlohy)</b> .....	<b>64</b>
7.1	Potenciál lesní biomasy dle zvolených scénářů .....	64
7.2	Potenciál biomasy ze zemědělské půdy dle zvolených scénářů .....	67
<b>8</b>	<b>Postup alokace využitelného potenciálu biomasy pro transformaci teplárenství s ohledem na regionální hledisko a dopravní vzdálenosti</b> .....	<b>74</b>
8.1	Geografické rozdělení využitelného potenciálu biomasy pro transformaci teplárenství ...	74
8.1.1	Potenciál lesních těžebních zbytků v ČR .....	74
8.1.2	Potenciál biomasy na zemědělské půdě v ČR .....	75
8.1.3	Celkový potenciál biomasy v ČR .....	76
8.2	Souhrnné vyhodnocení dosavadních zjištění .....	82
<b>9</b>	<b>Závěr – shrnutí kapitol</b> .....	<b>85</b>
<b>10</b>	<b>Závěr – shrnutí</b> .....	<b>86</b>
<b>11</b>	<b>Literatura</b> .....	<b>88</b>
<b>12</b>	<b>Seznam obrázků</b> .....	<b>92</b>

**13 Seznam tabulek..... 94**

**Zadání:**

Metodika se zaměřuje na metody a postupy pro stanovení potenciálu pevné biomasy z lesní a zemědělské půdy s ohledem na dlouhodobou udržitelnost jejího obstarávání (plnění kritérií udržitelnosti vyplývající z příslušné legislativy) a faktory ovlivňující její využití jako paliva pro výrobu tepla na lokální a regionální úrovni s důrazem na možnosti využití pro transformaci teplárenství. Součástí metodiky je i její aplikace pro podmínky České republiky a stanovení potenciálu biomasy z lesní a zemědělské půdy v geografickém členění a v členění dle druhů pevné biomasy (lesní těžební zbytky, zbytková biomasa konvenčních plodin, cíleně pěstované energetické plodiny).

**Využití metodiky:**

Metodika je určena primárně jako metodický podklad pro činnost aplikačního garanta projektu (MPO) pro rozhodování a řízení v odvětví energetiky a pro uživatele výsledku (MŽP) v oblasti formulování strategie rozvoje OZE a jako vstupní podklad pro strategii dekarbonizace s ohledem na možnou roli biomasy. Metodika je dále určena pro využití při zpracování regionálních energetických koncepcí s ohledem na zdroje a využití biomasy zejména jako paliva pro výrobu a dodávku tepla. Metodiku dále mohou využívat i provozovatelé zdrojů tepla při tvorbě strategie dalšího provozování zdroje tepla zejména s ohledem na dekarbonizaci a možnosti využití biomasy pro náhradu fosilních paliv, zejména uhlí. Metodika bude dostupná na webových stránkách VUKOZ.

**Novost metodiky:**

Metodika přináší jak nové metodické postupy při modelování potenciálu pevné biomasy, tak i aktualizaci dat pro stanovení jak současného potenciálu biomasy, tak i budoucího vývoje potenciálu pevné biomasy.

**Nejvýznamnější nové znalosti a poznatky získané v rámci výzkumných činností projektu a použité v metodice patří zejména:**

- Lesní biomasa: zohlednění vlivu klimatické změny a kůrovcové kalamity na potenciál biomasy z lesních těžebních zbytků, který je využitelný pro energetické účely a zejména pro teplárenství.

- Zemědělská biomasa: aktualizace a adaptace konvenčních i energetických plodin na vliv klimatické změny (změna výnosů, v dlouhodobém horizontu vliv klimatické změny, možnosti využití pásů RRD jako opatření pro zvýšení stability krajiny).
- Metodika stanovení potenciálu pevné biomasy a jeho využití: Metodika pro odhad možného příspěvku biomasy pro transformaci teplárenství (náhrada uhlí) vzhledem ke geografickému rozdělení zdrojů biomasy a současně i vzhledem ke geografickému rozložení výroby tepla. Možný příspěvek biomasy pro tuto transformaci zohledňuje kritéria udržitelnosti podle RED II a současně diskutuje i případný dopad implementace pravidel dle RED III.

### **Používané zkratky:**

BPEJ	Bonitační půdně ekologické jednotky
ČSN	Česká státní norma
DPZ	Dálkový průzkum země (dron, UAV)
DZEZ (GAEC)	(Standardy) Dobrého zemědělského a environmentálního stavu půdy
EU	Evropská unie
HPKJ	Hlavní půdní a klimatická jednotka
KZ	konvenční zemědělství (stanoviště)
LPIS	Land parcel identification system (evidence zemědělských pozemků)
MEO	mírně erozně ohrožená půda (označení v LPIS)
MPO	Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR
MŽP	Ministerstvo životního prostředí ČR
NV	Nariadení vlády
OOP	Orgán ochrany přírody
OPŽP	Operační program Životní prostředí MŽP
PEO	Protierozní opatření
RRD	Rychle rostoucí dřeviny (zejm. topoly, vrby, příp. i jiné druhy)
SEO	silně erozně ohrožená půda (označení v LPIS)
SZP	Společná zemědělská politika
TAČR	Technologická agentura ČR
TTP	Trvalý travní porost
ÚZEI	Ústav zemědělských informací
ZPF	Zemědělský půdní fond

# 1 Úvod

Předkládaná metodika vznikla jako výsledek výzkumného projektu TAČR Théta TK04010166, jehož cílem bylo zhodnocení možného příspěvku pevné biomasy k pokrývání lokálních a regionálních energetických potřeb při respektování kritérií udržitelného hospodářství.

Metodika je koncipována jako odborný podklad pro tvorbu strategií rozvoje energetiky s důrazem na transformaci teplárenství (jak na celostátní, tak i na regionální úrovni). Metodika a zdrojová datová základna o dostupnosti biomasy, o jejím regionálním rozložení, o druzích dostupné biomasy a o faktorech ovlivňujících její využití (např. pro transformaci teplárenství) má využití i při rozhodování municipalit a provozovatelů výroben tepla a elektřiny při volbě strategie dalšího rozvoje zejména s ohledem na dekarbonizaci a odklon od fosilních paliv.

Fosilní paliva včetně uhlí se významně podílí na celkové brutto výrobě tepla (151 PJ v roce 2022) – podíl hnědého uhlí na brutto výrobě dosahuje v roce 2022 dle statistiky ERÚ 39 % (+ dalších 8 % činil podíl černého uhlí), podíl zemního plynu pak 20 %. Biomasa se již v současnosti významně podílí na celkové brutto výrobě tepla, a to cca 15 %. Výroba tepla (ať už pro průmyslové účely nebo pro dodávku konečným zákazníkům) je regionálně významně závislá. Mezi kraje s nejvyšším podílem na celkové brutto výrobě tepla patří Ústecký kraj (20,2 %), Moravskoslezský kraj (19,7 %) a Středočeský kraj (17 %). Naopak např. kraje Vysočina a Jihočeský kraj mají nízký podíl na celkové brutto výrobě tepla (2,3 %, resp. 4,8 %). Nerovnoměrné geografické rozložení výroby tepla je významným aspektem ovlivňujícím využití biomasy jako lokálního zdroje pro transformaci výroben tepla.

Obdobně je vysoký podíl uhlí při výrobě elektřiny. V roce 2022 se hnědé uhlí podílelo na celkové brutto výrobě elektřiny 40,6 %, černé uhlí pak 2,9 %. Naopak spalování tuhé biomasy se podílelo na celkové brutto výrobě elektřiny cca 3,1 %.

Významné je i využívání biomasy ve formě palivového dřeva nebo tuhých biopaliv (pelety, brikety) pro lokální a individuální vytápění. Celkově se dle MPO v roce 2021 v domácnostech spotřebovalo v tuhé biomase 87,5 PJ (tepla v palivu), dominantní podíl tvořilo palivové dřevo. Celková spotřeba briket a pelet v domácnostech v roce 2021 dosáhla 259 tis. tun.



Metodika se primárně zaměřuje na mapování potenciálu pevné biomasy využitelné ve středních a velkých zdrojích tepla a elektřiny. Některé druhy biomasy se díky technologickým omezením nepředpokládají pro lokální či individuální využití (např. slamnatá biomasa nebo lesní těžební zbytky). V případě biomasy z výmladkových plantáží rychle rostoucích dřevin se předpokládá její využití ve formě štěpky ve středních a velkých zdrojích, byť je obecně možné sklizenou dendromasu transformovat do podoby pelet a briket nebo k výrobě palivového dřeva umožňující využití v lokálních zdrojích tepla.

V současnosti se předpokládá ukončení využívání uhlí pro výrobu elektřiny k roku 2033. Transformační plány v sektoru teplárenství předpokládají odklon od uhlí u velké většiny zdrojů ještě v dřívějším termínu roku 2030. Biomasa je předpokládána jako jedno z důležitých řešení této transformace, byť nemůže díky omezením na straně potenciálu biomasy hrát rozhodující roli. Rozhodování o strategii transformace energetiky, ale i rozhodování na regionální či lokální úrovni včetně rozhodování konkrétních investorů, vyžaduje objektivní informace o využitelném (nikoliv teoretickém) potenciálu biomasy (včetně jeho geografického a druhového rozlišení), kdy do stanovení jeho výše se promítá řada logistických, agrotechnických, ekologických a dalších omezení. Metodika se snaží tato omezení, zejména pak hledisko udržitelnosti produkce biomasy, mapovat a kvantifikovat.

## 2 Kritéria udržitelnosti lesní a zemědělská půda – (zaměření na zdroje biomasy pro spalování v teplárnách)

Roční množství využívané biomasy pro energetické účely, tedy pro výrobu elektřiny a tepla v České republice neustále roste. V roce 2021 bylo pro účely výroby tepla spotřebováno téměř 3 300 tis. tun biomasy a pro účely výroby elektrické energie 2 135 tisíc tun biomasy. Celkem se v roce 2021 v České republice energeticky využilo 5 435 tisíc tun biomasy (mimo využití palivového dřeva pro individuální vytápění). V budoucnu je předpokládán silný nárůst poptávky po biomase, a to zejména v návaznosti na transformaci teplárenství, jakožto vhodného substitutu klasických konvenčních paliv, zejména uhlí. Budoucí poptávka po biomase bude ovlivňována mnoha faktory a nejistotami, ale také zpřísnujícími se pravidly pro její udržitelné pěstování a získávání. V návaznosti na predikované scénáře vývoje poptávky po pevné biomase lze očekávat nárůst roční spotřeby biomasy pro energetické účely do roku 2030 o 900 až 1 300 tisíc tun ročně v porovnání s rokem 2021, tedy na roční množství až 6 735 tisíc tun biomasy (mimo dřeva pro individuální vytápění). Dle těchto predikcí je do budoucna naprosto klíčové zajistit, aby energeticky využívaná biomasa byla získávána udržitelným způsobem a její produkce tak nezpůsobovala negativní dopady na životní prostředí, zemědělskou půdu, lesní a travní porosty a obecně nepřispívala ke zhoršování změny klimatu (Posouzení trajektorií udržitelného využívání bioenergie v ČR, 2024).

Nakládání s biomasou jako „surovinou“ musí být udržitelné, a to v rámci jejího celého životního cyklu. Udržitelnost lze chápat jako schopnost biologických systémů udržovat své „zdraví“, diverzitu a produkční funkci po neohrazenou dobu, tedy tento systém se ani limitně neblíží ke svému „zániku“ a v čase kontinuálně nedegraduje. Kritéria udržitelnosti biomasy jsou souborem pravidel a standardů, které jsou navrženy tak, aby zajistily, že produkce a využití biomasy jako zdroje energie nezpůsobuje negativní dopady v širším kontextu. Kritéria udržitelnosti biomasy se tedy zjednodušeně snaží zajistit to, aby biomasa skutečně přinášela benefity z jejího zejména energetického využití a naplnila maximálně svůj potenciál v přispění k ochraně klimatu a prevenci změny klimatu. **Do budoucna lze do výsledného potenciálu dostupné biomasy započítat pouze takovou biomasu, která splňuje kritéria udržitelnosti.**

**Udržitelná biomasa** je v rámci energetické politiky EU klíčová zejména z pohledu následujících bodů:

- **Zdroj obnovitelné energie** – plnění klimaticko-energetických cílů a podílu OZE na koncové spotřebě energie v EU.
- **Snížení emisí skleníkových plynů** – biomasa může přispět ke snižování produkce skleníkových plynů jako alternativní palivo, ale zároveň nabízí možnost propadu/záchytu uhlíku tzv. sekvestrace uhlíku.
- **Diverzifikace energetického mixu** – navýšení energetické bezpečnosti EU, jelikož biomasa je z naprosto majoritní části (až z 98 %) lokálně produkována v rámci členských zemích EU.
- **Podpora a obnova lesních fondů EU** – podpora zalesňování a důraz na udržitelné lesní hospodářství a zachování produkčních funkcí lesů.
- **Biomasa představuje udržitelný zdroj energie** – při efektivním využívání biomasa představuje 100 % udržitelný lokální zdroj energie, který může zároveň přispět k biologické rozmanitosti a zmírňovat dopady klimatické změny na životní prostředí.

## 2.1 Kritéria udržitelnosti biomasy v legislativních dokumentech EU

Udržitelnost biomasy v EU je regulována několika klíčovými legislativními dokumenty, které zajišťují, že využití biomasy jako zdroje energie je ekonomicky, ekologicky a sociálně udržitelné. Následující přehled obsahuje hlavní legislativní dokumenty EU oblasti udržitelnosti biomasy z pohledu produkce a následného energetického využití.

- Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/2001 ze dne 11. prosince 2018 o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů (**RED II**) (Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU), 2018).
- Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2023/2413 ze dne 18. října 2023, kterou se mění směrnice (EU) 2018/2001, nařízení (EU) 2018/1999 a směrnice 98/70/ES, pokud jde o podporu energie z obnovitelných zdrojů, a zrušuje směrnice Rady (EU) 2015/652 (**RED III**) (Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU), 2023).
- Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2020/852 ze dne 18. června 2020 o zřízení rámce pro usnadnění udržitelných investic a o změně nařízení (EU) 2019/2088 (**Taxonomie EU**) (Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU), 2024).

- Nařízení Komise v přenesené pravomoci (EU) 2021/2139 ze dne 4. června 2021, kterým se doplňuje nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2020/852, pokud jde o stanovení technických screeningových kritérií pro určení toho, za jakých podmínek se hospodářská činnost kvalifikuje jako významně přispívající ke zmírňování změny klimatu nebo k přizpůsobování se změně klimatu, a toho, zda tato hospodářská činnost významně nepoškozuje některý z dalších environmentálních cílů (**Technická screeningová kritéria Taxonomie EU**) (Nařízení Komise v přenesené pravomoci (EU), 2021).

## 2.2 Směrnice RED III a RED II

Následující kapitola obsahuje komplexní shrnutí aktuálně platné legislativy na základě evropských směrnic RED III a RED II. Jedná se o zkompletování znění obou směrnic v relevantních člancích a odstavcích vzhledem k tématu udržitelnosti a pravidel využívání biomasy.

Energeticky využívaná biomasa (biopaliva, biokapaliny a paliva z biomasy) by měla být vždy vyráběna nebo získávána udržitelným způsobem. *„Biopaliva, biokapaliny a paliva z biomasy používané k plnění cíle Unie stanoveného v této směrnici a ty z nich, na které se vztahují režimy podpory, by tedy měly povinně splňovat kritéria udržitelnosti a úspor emisí skleníkových plynů.“* (Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU), 2018). Harmonizace těchto kritérií udržitelnosti pro biomasu je klíčová pro dosažení cílů energetické politiky Unie. **Z uvedeného textu směrnice RED II vyplývá, že pouze biomasa, u které je prokázán udržitelný původ/produkce a následné udržitelné využití je započítána do národních klimaticko-energetických cílů OZE. Dále ze znění vyplývá, že pouze biomasa, u které je prokázán udržitelný původ a produkce, se může účastnit finanční podpory.**

Směrnice klade důraz na potřebu relevantně vyhodnotit a prokazovat soulad s kritérii udržitelnosti všech hospodářských subjektů v řetězci nakládání a využívání biomasy (tzv. proces certifikace) – viz důvody (107) – (110) Směrnice RED II. *„Na základě zkušeností s praktickým prováděním kritérií Unie pro udržitelnost je vhodné posílit úlohu dobrovolných mezinárodních a vnitrostátních certifikačních režimů pro harmonizované ověřování souladu s kritérii pro udržitelnost.“* (Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU), 2018). **Prokazování udržitelného původu a produkce biomasy bude realizováno na úrovni členských států skrze certifikace vydané příslušným certifikačním orgánem.**

Dne 18. října 2023 Rada Evropské unie přijala novou směrnici o energii z obnovitelných zdrojů s cílem zvýšit podíl obnovitelné energie na celkové spotřebě energie v EU do roku 2030 na hodnotu minimálně 42,5 % s dalším možným navýšením o 2,5 %, aby bylo možné dosáhnout cíle 45 % do roku 2030. V oblasti bioenergie směrnice posiluje **kritéria udržitelnosti** definované v rámci RED II pro energetické využívání biomasy, aby se minimalizovalo riziko neudržitelné výroby bioenergie. Směrnice RED III klade důraz zejména na kaskádové využívání biomasy, tedy účinné materiálové využívání biomasy je upřednostňováno před energetickým využitím biomasy.

Obecně směrnice RED III zajišťuje vyšší environmentální účinnost kritérií Unie pro udržitelnost biomasy a úspory emisí skleníkových plynů týkajících se pevných paliv z biomasy v zařízení produkující vytápění, elektřinu a chlazení, tedy zejména v teplárenském sektoru z pohledu prostředí ČR.

Směrnice RED II navrhuje, že by se kritéria udržitelnosti a úspor emisí skleníkových plynů měla aplikovat pouze na elektřinu a vytápění z paliv z biomasy vyráběné v zařízeních s celkovým tepelným jmenovitým příkonem nejméně 20 MW. **[RED II, důvod (104)]** Tento limit z důvodu zajištění vyšší environmentální účinnosti kritérií udržitelnosti a úspor emisí skleníkových plynů z pevných paliv z biomasy v zařízení pro vytápění, chlazení a výrobu elektřiny snižuje směrnice RED III na 7,5 MW. **[RED III, důvod (82)]**

Dle **Článku 7. odstavce 1.** Směrnice se pro výpočet podílu energie z obnovitelných zdrojů nezohlední biopaliva, biokapaliny ani paliva z biomasy, která prokazatelně nesplňují kritéria udržitelnosti a úspor emisí skleníkových plynů. **Tedy taková biomasa, u které nelze prokázat soulad s kritérii udržitelnosti dle této směrnice, tedy v praxi u takové biomasy, která nedokáže prokázat svůj původ či u ní není možno doložit certifikát.**

Směrnice RED III upravuje a rozšiřuje **článek 29. Kritéria udržitelnosti a úspor emisí skleníkových plynů pro biopaliva, biokapaliny a paliva z biomasy směrnice RED II,** a to zejména v oblasti kritérií úspor emisí skleníkových plynů při využívání paliv z biomasy v zařízeních při výrobě elektřiny, tepla a chladu či jejich kombinací. Následující text obsahuje sloučení textů směrnic RED II a RED III, tedy přehled platných závazných podmínek a požadavků dle rozšiřující směrnice RED III. (Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU), 2023), (Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU), 2018):

**Článek 29.** směrnice definuje již explicitně kritéria udržitelnosti a úspor skleníkových plynů pro biopaliva, biokapaliny a paliva z biomasy. Tento článek se zabývá majoritně energetickým využitím biomasy. Prokázání souladu s kritérii udržitelnosti a následného energetického využití, a hlavně započtení biomasy dle **odstavce 1.**, je důležité z pohledu bodů 1) až 3) níže.

- Energie z biopaliv, biokapalin a paliv z biomasy se zohlední pro následující účely:
  - 1) *příspěvek k podílu energie z obnovitelných zdrojů členských států a cílům uvedeným v čl. 3 odst. 1, čl. 15a odst. 1, čl. 22a odst. 1, čl. 23 odst. 1, čl. 24 odst. 4 a čl. 25 odst. 1;*
  - 2) *posuzování plnění povinností využívat energii z obnovitelných zdrojů, včetně povinnosti stanovené v článku 25,*
  - 3) *způsobilost k finanční podpoře na spotřebu biopaliv, biokapalin a paliv z biomasy,*

právě a pouze tehdy, pokud splňuje kritéria udržitelnosti a kritéria úspor emisí skleníkových plynů. RED III doplňuje oblast odpadu, která byla v rámci RED II výjimkou, následovně: *V případě použití směsného odpadu mohou členské státy od provozovatelů požadovat, aby používali systémy třídění směsného odpadu k odstranění fosilních materiálů. Tento pododstavec se použije rovněž na odpad a zbytky, které jsou nejprve zpracovány na produkt, než jsou dále zpracovány na biopaliva, biokapaliny a paliva z biomasy.*“;

**Paliva z biomasy musí splňovat kritéria udržitelnosti a úspor skleníkových plynů stanovená v odstavcích 2 až 7 a 10, jsou-li použita:**

*„a) v případě paliv z pevné biomasy v zařízeních vyrábějících elektřinu, vytápění a chlazení o celkovém jmenovitém tepelném příkonu 7,5 MW nebo vyšším;*

*b) v případě paliv z plynné biomasy v zařízeních vyrábějících elektřinu, vytápění a chlazení o celkovém jmenovitém tepelném příkonu 2 MW nebo vyšším;*

*c) v případě zařízení vyrábějících paliva z plynné biomasy s tímto průměrným průtokem biometanu:*

*i) více než 200 m<sup>3</sup> ekvivalentu metanu/h, měřeno za standardních podmínek teploty a tlaku, tj. 0 °C a 1 bar atmosférického tlaku;*

*ii) pokud se bioplyn skládá ze směsi metanu a nehořlavých jiných plynů, pro průtok metanu se prahová hodnota stanovená v bodu i) přepočítá proporcionálně k objemovému podílu metanu ve směsi.*

*Členské státy mohou kritéria udržitelnosti a úspor emisí skleníkových plynů použít na zařízení s nižším celkovým jmenovitým tepelným příkonem nebo průtokem biometanu.“;*

Směrnice RED III v odstavci 1. snižuje prahovou hodnoty jmenovitého tepelného výkonu zařízení vyrábějící elektřinu, teplo a chlad v případě pevných paliv z původních 20 MW na 7,5 MW. V případě plyných paliv z biomasy byla prahová hodnota ponechána dle hodnoty v RED II, tedy 2 MW. U plyných paliv z biomasy došlo v RED III k přidání aditivní podmínky pro plyná paliva, kdy v případě biometanu je limitní hodnota aplikace kritérií udržitelnosti a úspor emisí skleníkových plynů průtok biometanu 200 m<sup>3</sup>/h.

Kritéria udržitelnosti a kritéria úspor emisí skleníkových plynů se aplikují bez ohledu na zeměpisný původ biomasy. Tato podmínka nebyla směrnicí RED III změněna.

Dle **odstavce 2. Článku 29.** musí být pro biopaliva, biokapaliny a paliva z biomasy na bázi odpadů a zbytků nikoli z lesnictví, nýbrž ze zemědělské půdy, zavedeno sledování nebo plány řízení s cílem řešit dopady na kvalitu půdy a uhlík v půdě.

Biopaliva, biokapaliny a paliva z biomasy na bázi **zemědělské biomasy** dále **nesmějí být vyráběny ze surovin získaných z půdy s vysokou hodnotou biologické hodnoty**. Jako půda s vysokou biologickou hodnotou je dle odstavce 3. Článku 29. chápána půda, která měla v lednu 2008 nebo později jeden z následujících statusů:

*„a) původní les a jiné zalesněné plochy, tj. les a jiné zalesněné plochy s původními druhy, kde nejsou žádné viditelné známky lidské činnosti a kde nejsou významně narušeny ekologické procesy; a pralesy, jak jsou definovány v zemi, kde se les nachází;*

*b) vysoce biologicky rozmanitý les a jiné zalesněné plochy, které jsou druhově bohaté a neznehodnocené a byly příslušným orgánem označeny jako vysoce biologicky rozmanité, ledaže se prokáže, že získávání těchto surovin nezasahovalo do ochrany přírody;*

*c) oblasti určené:*

*i) zákonem nebo příslušným orgánem k účelům ochrany přírody, ledaže se prokáže, že produkce těchto surovin nezasahovala do ochrany přírody nebo*

ii) k ochraně vzácných nebo ohrožených ekosystémů nebo druhů uznaných mezinárodními dohodami nebo zařazených na seznam sestavený mezinárodními organizacemi nebo Mezinárodní unií pro ochranu přírody, jsou-li jako takové uznávány v souladu s čl. 30 odst. 4 prvním pododstavcem, ledaže se prokáže, že produkce těchto surovin nezasahovala do ochrany přírody;

d) vysoce biologicky rozmanité travní porosty o rozloze větší než jeden hektar, totiž:

i) původní travní porosty, které by bez lidského zásahu zůstaly zachovány jako takové a které vykazují přirozené složení druhů a ekologické charakteristiky a procesy nebo

ii) nepůvodní travní porosty, které by bez lidského zásahu nezůstaly zachovány jako takové a které jsou druhově bohaté a nezhodnocené a byly relevantním příslušným orgánem označeny jako vysoce biologicky rozmanité, ledaže se prokáže, že získávání surovin je k uchování statusu vysoce biologicky rozmanitých travních porostů nezbytné; nebo

e) vřesoviště.“

Nad rámec obsahu odstavce 3. dle REDII, Směrnice RED III nově přidává do bodu a.) prales a nový bod e.) vřesoviště.

V návaznosti na výše definovanou ochranu půdy s vysokou biologickou hodnotou je dále dle RED II chráněna také půda s tzv. velkou zásobou uhlíku. Dle **odstavce 4. článku 29.** tedy biopaliva, biokapaliny a paliva z biomasy na bázi **zemědělské biomasy** nesmí pocházet/být vyrobeny ze surovin pocházejících z půdy, která měla v lednu roku 2008 jeden z těchto statusů a již ho nemá:

„a) mokřady, tj. půda pokrytá nebo nasycená vodou trvale nebo po významnou část roku;

b) souvisle zalesněné oblasti, tj. půda o rozloze větší než jeden hektar se stromy vyššími než pět metrů a porostem koruny tvořícím více než 30 % nebo se stromy schopnými dosáhnout těchto limitů in situ;

c) půda o rozloze větší než jeden hektar se stromy vyššími než pět metrů a porostem koruny tvořícím 10 až 30 % nebo se stromy schopnými dosáhnout těchto limitů in situ, ledaže je prokázáno, že při uplatnění metodiky stanovené v příloze V části C je zásoba uhlíku v oblasti předtím, než došlo k přeměně půdy a po její přeměně, taková, že by byly splněny podmínky stanovené v odstavci 10 tohoto článku.“



**Článek 29., odstavec 6.** svým zněním a obsahem zdůrazňuje snahu EU o minimalizaci rizika využívání lesní biomasy, která pochází z neudržitelné výroby anebo je těžena neudržitelným způsobem. Členské země EU tak musí pro biopaliva, biokapaliny a paliva z biomasy pocházející z lesní biomasy zajistit, aby na celostátní nebo nižší úrovni byly zavedeny právní předpisy použitelné při těžbě a získávání lesní biomasy, které definují a zajišťují následující:

- legalitu provádění těžby;
- obnovu lesa ve vytěžených oblastech;
- ochranu oblastí, které jsou mezinárodním či vnitrostátním právním předpisem nebo příslušným orgánem určeny pro účely ochrany přírody, včetně mokřadů a rašelinišť;
- provádění těžby s ohledem na zachování kvality půdy a biologické rozmanitosti s cílem minimalizovat negativní dopady a
- zajištění toho, že těžba zachovává nebo zlepšuje dlouhodobou produkční kapacitu lesa.

Posouzení souladu s kritérii těžby na celostátní nebo nižší úrovni dále podrobněji vymezuje Článek 3. PROVÁDĚCÍHO NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) 2022/2448. **Tento článek požaduje, aby hospodářské subjekty poskytly auditované informace prokazující soulad s kritérii těžby, zejména pak prokázání původu vytěženého dřeva a případně region dané země, v němž byla lesní biomasa vytěžena** (Prováděcí nařízení Komise (EU), 2022).

Nejsou-li tedy k dispozici důkazy o souladu s jedním či několika kritérii na **celostátní či nižší úrovni**, vzniká hospodářským subjektům povinnost, aby poskytly auditované informace o splnění těchto kritérií prostřednictvím systémů hospodaření, které jsou zavedeny a které se uplatňují na úrovni oblasti získávání surovin. Tyto kroky a povinné prvky, které musí hospodářské subjekty prokázat a ověřit, jsou definovány v Článku 4. PROVÁDĚCÍHO NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) 2022/2448.

V případě, že členská země nedokáže prokázat, že tyto právní předpisy a jejich sledování a právní vymáhání jsou k dispozici, přechází poté prokázání udržitelnosti a udržitelného původu lesní biomasy a její těžby na úroveň lesnických oblastí (Směrnice Evropského

parlamentu a Rady (EU), 2018). Lesnické oblasti musí prokázat, že systémy hospodaření získávají v dané lokalitě suroviny (lesní biomasu) tak, že při celém procesu zajišťují:

- legalitu provádění těžby,
- obnovu lesa ve vytěžených oblastech,
- ochranu oblastí, které jsou mezinárodním či vnitrostátním právním předpisem nebo příslušným orgánem určeny pro účely ochrany přírody, včetně mokřadů a rašelinišť, ledaže jsou poskytnuty důkazy, že těžba dané suroviny není v rozporu s uvedenými účely ochrany přírody,
- že se těžba provádí způsobem, který zohledňuje zachování kvality půdy a biologické rozmanitosti s cílem minimalizovat negativní dopady, a
- že těžba zachovává nebo zlepšuje dlouhodobou produkční kapacitu lesa.

Směrnice RED III rozšiřuje body požadavků na průběh a způsob těžby o následující text: *„těžba se provádí s ohledem na zachování kvality půdy a biologické rozmanitosti podle zásad udržitelného obhospodařování lesů s cílem předejít nepříznivému dopadu tak, aby se zabránilo těžbě pařezů a kořenů, degradaci původních lesů a pralesů, jak jsou definovány v zemi, kde se les nachází, nebo jejich přeměně na pěstované lesy a těžbě na citlivých půdách; při těžbě se dodržují mezní hodnoty, které jsou stanoveny v zemi, kde se les nachází, pro rozsáhlé holoseče, a místně a ekologicky vhodné prahové hodnoty pro těžbu mrtvé dřevní hmoty a těžba splňuje požadavky na používání systémů těžby dřeva, které minimalizují jakýkoli nepříznivý dopad na kvalitu půdy, včetně zhutňování půdy, a na prvky biologické rozmanitosti a stanoviště:“;*

Rozšíření klade důraz na předcházení těžby pařezů, kořenů a předcházelo se tak degradaci původních lesů a pralesů. Zavádí se podmínka dodržování mezních hodnot pro těžbu dle jednotlivých států, ve kterých se les podroben případné těžbě nachází.

**Článek 29., odstavec 7. RED II**, rozšiřuje dále povinnosti a požadavky pro udržitelnost získávání a nakládání s lesní biomasou. Také biomasa na lesní bázi musí tedy splňovat následující požadavky týkající se využívání půdy, změny ve využívání půdy a lesnictví – tzv. **LULUCF** (Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU), 2018).

- *země nebo organizace regionální hospodářské integrace původu lesní biomasy:*
  - i.) *je smluvní stranou Pařížské dohody;*

ii.) předložila Rámcové úmluvě Organizace spojených národů o změně klimatu (UNFCCC) vnitrostátně stanovený příspěvek zahrnující emise a pohlcování emisí ze zemědělství, lesnictví a využívání půdy, jenž zaručuje, že změny v zásobě uhlíku spojené s těžbou biomasy jsou započteny do závazku dané země ke snížení nebo omezení emisí skleníkových plynů, jak je uvedeno ve vnitrostátně stanoveném příspěvku; nebo

iii.) má na celostátní nebo nižší úrovni v souladu s článkem 5 Pařížské dohody zavedeny právní předpisy použitelné v oblasti těžby, jejichž cílem je zachovat a posílit zásoby uhlíku a propady, a poskytne důkaz o tom, že vykazované emise odvětví LULUCF nepřekračují pohlcení;

- nejsou-li důkazy podle písmene a) k dispozici, zohlední se biopaliva, biokapaliny a paliva z biomasy na bázi lesní biomasy pro účely uvedené v odst. 1 prvním pododstavci písm. a), b) a c), existují-li na úrovni lesnické oblasti získávání surovin systémy hospodaření, které zajišťují, že jsou dlouhodobě zachovány nebo dlouhodobě posíleny zásoby uhlíku nebo úrovně propadů v daném lese.

### **Směrnice RED III rozšiřuje odstavec 7. Směrnice RED II následovně:**

„7a. Výroba biopaliv, biokapalin a paliv z biomasy na bázi domácí lesní biomasy musí být v souladu se závazky a cíli členských států stanovenými v článku 4 nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/841 a s politikami a opatřeními popsány členskými státy v jejich integrovaných vnitrostátních plánech v oblasti energetiky a klimatu předložených podle článků 3 a 14 nařízení (EU) 2018/1999.

7b. Do svého konečného aktualizovaného integrovaného vnitrostátního plánu v oblasti energetiky a klimatu, který má být předložen do 30. června 2024 podle čl. 14 odst. 2 nařízení (EU) 2018/1999, členské státy zahrnou:

a) posouzení domácích dodávek lesní biomasy dostupných pro energetické účely v období let 2021–2030 v souladu s kritérii stanovenými v tomto článku;

b) posouzení slučitelnosti předpokládané spotřeby lesní biomasy pro výrobu energie s cíli a rozpočty členských států na období let 2026 až 2030 stanovenými v článku 4 nařízení (EU) 2018/841 a

*c) popis vnitrostátních opatření a politik zajišťujících slučitelnost s těmito cíli a rozpočty.*

*Členské státy Komisi informují o opatřeních a politikách uvedených v prvním pododstavci písm. c) tohoto odstavce v rámci svých integrovaných vnitrostátních zpráv o pokroku v oblasti energetiky a klimatu, které podávají podle článku 17 nařízení (EU) 2018/1999.*

**Kritéria úspory emisí skleníkových plynů jsou v rámci směrnice RED II a RED III definována a zavedena v rámci odstavce 10. článku 29.** Kritéria úspory emisí skleníkových plynů z využití biopaliv, biokapalin z biomasy jsou následující:

*„a) alespoň 50 % u biopaliv, bioplynu spotřebovaného v odvětví dopravy a biokapalin vyráběných v zařízeních, jež byla v provozu 5. října 2015 nebo dříve;*

*b) alespoň 60 % u biopaliv, bioplynu spotřebovaného v odvětví dopravy a biokapalin vyráběných v zařízeních, jejichž provoz byl zahájen od 6. října 2015 do 31. prosince 2020;*

*c) alespoň 65 % u biopaliv, bioplynu spotřebovaného v odvětví dopravy a biokapalin vyráběných v zařízeních, jejichž provoz byl zahájen od 1. ledna 2021;*

*d) alespoň 80 % v případě výroby elektřiny, vytápění a chlazení pomocí paliv z biomasy používaných v zařízeních, jejichž provoz byl zahájen po 20. listopadu 2023;*

*e) v případě výroby elektřiny, vytápění a chlazení pomocí paliv z biomasy používaných v zařízeních o celkovém jmenovitém tepelném příkonu rovnajícím se 10 MW nebo vyšším, jejichž provoz byl zahájen od 1. ledna 2021 do 20. listopadu 2023, alespoň 70 % do 31. prosince 2029 a alespoň 80 % od 1. ledna 2030;*

*f) v případě výroby elektřiny, vytápění a chlazení pomocí paliv z plyné biomasy používaných v zařízeních o celkovém jmenovitém tepelném příkonu 10 MW nebo nižším, jejichž provoz byl zahájen od 1. ledna 2021 do 20. listopadu 2023, alespoň 70 % do 15 let od zahájení jejich provozování a alespoň 80 % po 15 letech od zahájení jejich provozování;*

*g) v případě výroby elektřiny, vytápění a chlazení pomocí paliv z biomasy používaných v zařízeních o celkovém jmenovitém tepelném příkonu rovnajícím se 10 MW nebo vyšším, jejichž provoz byl zahájen před 1. lednem 2021, alespoň 80 % po 15 letech od zahájení jejich provozování, a to nejdříve od 1. ledna 2026 a nejpozději od 31. prosince 2029;*

*h) v případě výroby elektřiny, vytápění a chlazení pomocí paliv z plynné biomasy používaných v zařízeních o celkovém jmenovitém tepelném příkonu 10 MW nebo nižším, jejichž provoz byl zahájen před 1. lednem 2021, alespoň 80 % po 15 letech od zahájení jejich provozování, a to nejdříve od 1. ledna 2026;“;*

V případě **samotné výroby elektrické energie** z paliv z biomasy musí být dále splněny následující podmínky (jedna a více podmínek/požadavku):

*„a) vyrábí se v zařízeních s celkovým jmenovitým tepelným příkonem do 50 MW;*

*b) pro zařízení s celkovým jmenovitým tepelným příkonem od 50 do 100 MW se vyrábí za použití technologie vysoce účinné kombinované výroby tepla a elektřiny nebo pro zařízení vyrábějící výhradně elektřinu splňující úroveň energetické účinnosti spojené s nejlepšími dostupnými technikami (BAT-AEEL) ve smyslu prováděcího rozhodnutí Komise (EU) 2017/1442 (26);*

*c) pro zařízení s celkovým jmenovitým tepelným příkonem vyšším než 100 MW se vyrábí buď za použití technologie vysoce účinné kombinované výroby tepla a elektřiny, nebo pro zařízení vyrábějících výhradně elektřinu dosahuje čistá elektrická účinnost nejméně 36 %;*

*d) vyrábí se použitím zachycování a ukládání CO<sub>2</sub> z biomasy.“ (Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU), 2018).*

**Shrnutí:** Všechna výše uvedená kritéria udržitelnosti a kritéria snížení emisí skleníkových plynů při využívání různých forem paliv z biomasy jsou závazná pro biomasu, která může být započítána pro národní cíle OZE, nebo na kterou má být čerpána finanční podpora. Biomasa využitá pro výrobu energie nebo biomasa využitá v sektoru dopravy nesmí mít negativní dopad na biodiverzitu, kvalitu půdy, obsah organických látek v půdě, ochranu přírody, obnovu lesa, produkční kapacity lesů atd. Kritéria úspory emisí skleníkových plynů kladou nároky na minimální snížení uhlíkové stopy celého životního cyklu biomasy, tj. od pěstování biomasy, přes zpracování na palivo až po konečné využití bioenergie v porovnání s fosilní alternativou. Směrnice RED III přinesla signifikantní zpřísnění kritérií a požadavků na produkci biomasy a jejího využívání jako obnovitelného zdroje energie. Je kladen důraz na udržitelnost a ochranu životního prostředí a přírodních zdrojů (půda, lesy, vody). Co je dále patrné, je snaha o urychlení povolovacích řízení/procesů pro projekty spjaté s obnovitelnou energií. Došlo ke zvýšení minimálního

prahu pro snížení emisí skleníkových plynů při energetickém využití biomasy na minimálně 70 % ve srovnání s fosilními palivy pro nová zařízení a bylo nově zavedeno postupné zvyšování tohoto prahu pro existující zařízení. Směrnice nově obsahuje možnost omezení nebo zakázání používání biomasy, která by mohla mít vysoký dopad na biodiverzitu, jako jsou zemědělské plodiny nebo plodiny vyžadující intenzivní využití půdy a vody.

### 2.3 Taxonomie EU a technická screeningová kritéria

Hlavním cílem Taxonomie EU je zajištění tzv. udržitelného financování, což je proces, při kterém jsou řádně zohledněny veškeré environmentální a sociální aspekty. Pod pojmem environmentální aspekty se rozumí zejména zmírňování změny klimatu, přizpůsobování se změně klimatu, ale také aspekt ochrany životního prostředí, předcházení přírodních pohrom či vyčerpateľnosti omezených zdrojů. Taxonomie EU vstoupila v platnost dne 12. července 2020 skrze **Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2020/852 o zřízení rámce pro usnadnění udržitelných investic a o změně nařízení (EU) 2019/2099** (Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2020/852). Toto nařízení stanovuje kritéria pro kvalifikaci environmentálně udržitelných hospodářských činností a vztahuje se na účastníky finančního trhu, emitenty finančních produktů a zavádí povinnost velkých podniků a firem vyhodnocovat své aktivity a nové projekty z pohledu vytyčených environmentálních cílů definovaných tímto nařízením.

Základními environmentálními cíli, dle kterých Taxonomie EU posuzuje hospodářské aktivity, jsou dle nařízení 2020/852:

- a) zmírňování změny klimatu,
- b) přizpůsobování se změně klimatu,
- c) udržitelné využívání a ochrana vodních a mořských zdrojů,
- d) přechod na oběhové hospodářství,
- e) prevence a omezování znečištění,
- f) ochrana a obnova biologické rozmanitosti a ekosystémů.

Za účelem rozhodnutí, zdali je posuzovaná hospodářská aktivita kvalifikována jako environmentálně udržitelná, jsou nařízením definována následující kritéria pro toto posouzení:

- a) významně přispívá k jednomu nebo více environmentálním cílům,
- b) významně nepoškozuje žádný z environmentálních cílů,
- c) je vykonávána v souladu s minimálními zárukami dle pokynů OECD a obecnými zásadami OSN v oblasti podnikání a lidských práv,
- d) splňuje technická screeningová kritéria, která byla stanovena Komisí pro konkrétní hospodářskou aktivitu.

Technická screeningová kritéria mají za účel stanovit, za jakých specifických podmínek se konkrétní posuzovaná hospodářská aktivita kvalifikuje jako významně přispívající k danému environmentálnímu cíli a současně za jakých podmínek významně nepoškozuje jeden nebo více zbylých environmentálních cílů. Zjednodušeně se dají jednotlivé sety screeningových kritérií pro dané environmentální cíle chápat jako maticové podmínky posuzující danou hospodářskou aktivitu z pohledu všech zbylých cílů a potřeb udržitelného a dlouhodobého rozvoje EU (Nařízení Komise v přenesené pravomoci (EU) 2021/2139).

**Biomasa a její energetické využití jako palivo je v rámci Nařízení Komise v přenesené pravomoci (EU) 2021/2139 zahrnuta v následujících kapitolách:**

- 4.7. Výroba elektřiny z obnovitelných nefosilních plyných a kapalných paliv
- 4.8. Výroba elektřiny z bioenergie
- 4.13. Výroba bioplynu a biopaliv pro použití v dopravě a biokapalin
- 4.19. Kombinovaná výroba tepla/chladu a elektřiny z obnovitelných nefosilních plyných a kapalných paliv
- 4.20. Kombinovaná výroba tepla/chladu a elektřiny z bioenergie
- 4.24 Výroba tepla/chladu z bioenergie

V kapitolách 4.7., 4.19, EU Taxonomie definuje, že pokud se při činnosti kombinuje obnovitelná plyná nebo kapalná paliva s bioplynem nebo biokapalinami, poté musí být zemědělská biomasa použitá k výrobě daného bioplynu nebo biokapaliny splňovat kritéria stanovená v článku 29. odstavce 2. až 5. směrnice RED II. V případě využívání

lesní biomasy, musí být zase splněny požadavky plynoucí z odstavců 6. a 7. článku 29. směrnice RED II.

Výroba elektřiny z bioenergie (kapitola 4. 8.) je popisována jako činnost výstavby nebo provozu zařízení na výrobu elektřiny, která vyrábějí elektřinu výlučně z biomasy, bioplynu nebo biokapalin. *(Pokud bychom se zabývali hospodářskou činností kombinované výroby tepla/chladu a elektrické energie z bioenergie, jsou technická screeningová kritéria definována v kapitole 4.20. přílohy I Nařízení).* U hospodářské aktivity výroby elektřiny z bioenergie je posouzení a stanovení významného přínosu ke zmírňování změny klimatu o poznání rozsáhlejší než u posouzení výroby elektrické energie z fotovoltaických technologií. Aby tato hospodářská aktivita byla klasifikována jako přímo a významně přispívající k plnění cíle zmírňování změny klimatu, musí splňovat zejména následující:

- Zemědělská biomasa používaná při této činnosti splňuje kritéria stanovená v čl. 29 odst. 2 až 5 směrnice (EU) 2018/2001. Lesní biomasa používaná při této činnosti splňuje kritéria stanovená v čl. 29 odst. 6 a 7 uvedené směrnice.
- Úspory emisí skleníkových plynů z používání biomasy jsou alespoň 80 % ve vztahu k metodice úspor emisí skleníkových plynů a k referenčnímu fosilnímu palivu stanovenému v příloze VI směrnice (EU) 2018/2001.
- U zařízení s celkovým jmenovitým tepelným příkonem od 50 do 100 MW činnost využívá technologii vysoce účinné kombinované výroby tepla a elektřiny. U zařízení vyrábějících pouze elektřinu činnost splňuje úroveň energetické účinnosti spojenou s rozsahem hodnot nejlepších dostupných technik (BAT-AEL) stanoveným v nejnovějších relevantních závěrech o nejlepších dostupných technikách (BAT), včetně závěrů o nejlepších dostupných technikách (BAT) pro velká spalovací zařízení.
- U zařízení na výrobu elektřiny s celkovým jmenovitým tepelným příkonem nad 100 MW činnost splňuje jedno nebo více z těchto kritérií:
  - dosahuje elektrické účinnosti alespoň 36 %,
  - používá technologii vysoce efektivní kogenerace (kombinované výroby tepla a elektřiny) ve smyslu směrnice Evropského parlamentu a Rady 2012/27/EU,



- používá technologii zachycování a ukládání CO<sub>2</sub>.

### **Kombinovaná výroba tepla/chladu a elektřiny z bioenergie**

Tato technická screeningová kritéria se vztahují na činnost výstavby a provozu zařízení užívaných ke kombinované výrobě tepla/chladu a elektřiny výlučně z biomasy, bioplynu nebo biokapalin, s výjimkou kombinované výroby, při níž se kombinují obnovitelná paliva s bioplynem nebo biokapalinami (Nařízení Komise v přenesené pravomoci (EU), 2021).

#### **Základní technická screeningová kritéria:**

1. Zemědělská biomasa používaná při této činnosti splňuje kritéria stanovená v čl. 29 odst. 2 až 5 směrnice (EU) 2018/2001. Lesní biomasa používaná při této činnosti splňuje kritéria stanovená v čl. 29 odst. 6 a 7 uvedené směrnice.
2. Úspory emisí skleníkových plynů z používání biomasy v kogeneračních zařízeních jsou alespoň 80 % ve vztahu k metodice úspor emisí skleníkových plynů a k referenčnímu fosilnímu palivu stanovenému v příloze VI směrnice (EU) 2018/2001.
3. Body 1 a 2 se nevztahují na zařízení na kombinovanou výrobu s celkovým jmenovitým tepelným příkonem nižším než 2 MW využívající plynná paliva z biomasy.

### **Výroba tepla/chladu z bioenergie**

Tato technická screeningová kritéria se vztahují na činnost výstavby a provozu zařízení, která vyrábějí teplo/chlad výlučně z biomasy, bioplynu nebo biokapalin, s výjimkou výroby tepla/chladu, při níž se kombinují obnovitelná paliva s bioplynem nebo biokapalinami (Nařízení Komise v přenesené pravomoci (EU), 2021).

#### **Základní technická screeningová kritéria:**

1. Zemědělská biomasa používaná při této činnosti pro výrobu tepla a chladu splňuje kritéria stanovená v čl. 29 odst. 2 až 5 směrnice (EU) 2018/2001. Lesní biomasa používaná při této činnosti splňuje kritéria stanovená v čl. 29 odst. 6 a 7 uvedené směrnice.
2. Úspory emisí skleníkových plynů z používání biomasy jsou alespoň 80 % ve vztahu k metodice úspor emisí skleníkových plynů a k referenčnímu fosilnímu palivu stanovenému v příloze VI směrnice (EU) 2018/2001.

3. Body 1 a 2 se nevztahují na zařízení na výrobu tepla s celkovým jmenovitým tepelným příkonem nižším než 2 MW využívající plynná paliva z biomasy.

**Shrnutí:** V návaznosti na provedenou extenzivní analýzu technických screeningových kritérií v současnosti platného nařízení EU definující Taxonomii EU lze tvrdit, že veškeré aktivity spjaté s energetickým využíváním biomasy jako paliva musí z pohledu 1. a 2. environmentálního cíle Taxonomie splnit příslušná kritéria udržitelnosti aktuálně definovaná v rámci směrnice RED II, přesněji článku 29 této směrnice. Do budoucna můžeme tedy očekávat revizi nařízení zaštiťující oblast Taxonomie EU ve smyslu zpřísnění požadavků pro uznání hospodářské aktivity využívající paliva z biomasy jako významně přispívající k daným cílům, zejména pak ke zmírňování změny klimatu a přizpůsobování se na změny klimatu, a to ve prospěch kritérií definovaných ve směrnici RED III článku 29.

#### 2.4 Doplnění kritérií lesní biomasy a LULUCF

V návaznosti na kritéria udržitelnosti lesní biomasy definovaných ve **Článku 29., odstavec 7. RED II** je odkazováno na pravidla dle **LULUCF**. LULUCF je přístup k využívání půdy, změnám ve využívání půdy a lesnictví je definováno a legislativně vymezeno v rámci následujících dokumentů primární evropské legislativy (nařízeních):

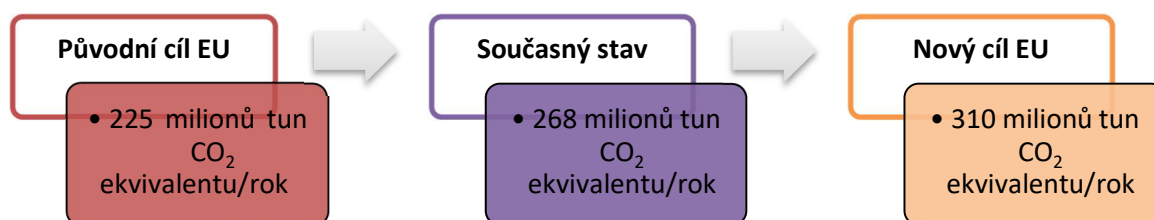
- **NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (EU) 2018/841** ze dne 30. května 2018 o zahrnutí emisí skleníkových plynů a jejich pohlcování v důsledku využívání půdy, změn ve využívání půdy a lesnictví do rámce politiky v oblasti klimatu a energetiky do roku 2030 a o změně nařízení (EU) č. 525/2013 a rozhodnutí č. 529/2013/EU (*původní*).
- **NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (EU) 2023/839** ze dne 19. dubna 2023, kterým se mění nařízení (EU) 2018/841, pokud jde o oblast působnosti, zjednodušení pravidel pro vykazování a zajištění souladu a stanovení cílů členských států pro rok 2030, a nařízení (EU) 2018/1999, pokud jde o zlepšení monitorování, vykazování, sledování pokroku a přezkum (*upravená nová verze*).

Obě výše uvedená nařízení zdůrazňují, že půda a změny ve využívání půdy a lesnictví mají potenciál zajistit dlouhodobé přínosy v oblasti klimatu a významně tím přispívat k dosahování klimaticko-energetických cílů EU, tedy zejména k cílům v oblasti snižování

emisí skleníkových plynů. Nařízení dále zdůrazňuje klíčovou roli LULUCF při zachování a posilování propadů a zásob uhlíku tzv. sekvestraci uhlíku, a je proto naprosto klíčové zajistit udržitelné postupy obhospodařování půdy a lesů, a udržet tak jejich produktivitu a funkci zachycování uhlíku (Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU), 2018).

Klíčová role lesů při zmírňování změny klimatu může být patrná z hodnoty propadu uhlíku z lesní půdy v EU mezi lety 2000–2009, která dosáhla hodnoty 372 milionů tun CO<sub>2</sub> ekvivalentu za rok. Tato přirozená hodnota pohlcování uhlíku však v posledních letech slábne. Pokles ročního objemu sekvestrovaného uhlíku lesy EU je způsoben rostoucí poptávkou po dřevu a lesní biomase, stárnutím lesů, nedostatkem politických a finančních pobídek, ale **zejména přírodními dlouhodobými kalamitami jako je kůrovec, který urychluje odlesňování** (Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU), 2018).

Cílem REVIDOVANÉHO NAŘÍZENÍ EU je tedy zlepšení odolnosti lesů vůči změně klimatu, zvýšení ukládání uhlíku v půdě a lesích a řešení negativních dopadů přírodních katastrof na lesy a jejich funkce. **Aktuálně největší a nejambicióznější závazek NAŘÍZENÍ je dosažení celkového cíle pohlcování skleníkových plynů v rámci EU ve výši 310 milionů tun ekvivalentu CO<sub>2</sub> ročně** (Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU), 2023). Vývoj cíle v oblasti obnovení a rozšíření přirozené sekvestrace uhlíku z odvětví LULUCF je patrný z následující infografiky na Obrázku 1.



Obrázek 1 Vyhodnocení cílů v oblasti sekvestrace CO<sub>2</sub> odvětví LULUCF (Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU), 2023).

Dalším neméně důležitým cílem je také snaha o dosažení uhlíkové neutrality v odvětví LULUCF, tzv. pravidlo nulového pasivního zůstatku. Jednou z možných cest, jak této neutrální uhlíkové bilance dosáhnout je navýšení nové výsadby lesů společně s kvalitnější správou lesů, orné půdy a pastvin.

Celkovou provázanost a závažnost oblasti nakládání s lesním a půdním fondem v EU a následného využívání lesní biomasy pro energetické účely dokazuje také skutečnost, že

Evropská komise si vytyčila do 31. 12. 2026 závazek na základě dostupných údajů a dat posoudit, zdali definovaná kritéria udržitelnosti biomasy (článek 6. a 7.) doopravdy účinně minimalizují riziko využívání lesní biomasy pocházející z neudržitelné výroby a řeší kritéria LULUCF.

**SHRNUTÍ:** Lesní biomasa používaná pro výrobu energie se bude považovat za udržitelnou, pokud splní kritéria udržitelnosti definovaná v **odstavcích 6. a 7. článku 29 RED II**. Lesní biomasa musí dále splňovat kritéria LULUCF na celostátní úrovni. Pro minimalizaci rizika používání lesní biomasy pro energetické účely, která nebyla získána udržitelným způsobem dle analyzovaných nařízení EU, vzniká všem hospodářským subjektům v dodavatelském řetězci povinnost provádět hodnocení rizik a audit v návaznosti na legislativu týkající se udržitelného hospodaření v lesích. **Veškerá těžba lesní biomasy i lesní biomasa, která je následně energeticky využívána, musí mít „certifikát“ nebo prohlášení o souladu těžby či jejím původu s kritérii udržitelnosti.**

## 2.5 Kritéria udržitelnosti biomasy v české legislativě

V legislativním prostředí České republiky je za současné situace oblast udržitelnosti biomasy v návaznosti na směrnice a nařízení EU transponována a legislativně definována v rámci následujících dokumentů:

- Vyhláška č. 110/2022 Sb. Vyhláška o stanovení druhů a parametrů podporovaných obnovitelných zdrojů a kritérií udržitelnosti a úspory emisí skleníkových plynů pro biokapaliny a paliva z biomasy.
- Částečná transpozice obsahu článku 29. směrnice RED II.
- Nařízení vlády č. 189/2018 Sb. Nařízení vlády o kritériích udržitelnosti biopaliv a snižování emisí skleníkových plynů z pohonných hmot.

Je zde nutné také upozornit na skutečnost, že do výše uvedených vyhlášek budou v následujících letech promítnuty změny a rozšíření směrnice RED II směrnici RED III. Dle Evropské komise dostanou členské státy EU na provedení většiny ustanovení směrnice RED III do vnitrostátního práva termín 18 měsíců, počítán od listopadu 2023, přičemž pro některá ustanovení související s povolováním obnovitelných zdrojů energie bude kratší lhůta, a to do července 2024. Aktuálně platné termíny transpozice obsahu směrnice RED III do české legislativy jsou stanoveny následovně:

1. etapa transpozice do 1. 7. 2024 (Urychlení povolování a rozvoje OZE)

2. etapa transpozice do 21. 5. 2025 (Zbylá ustanovení)

### 2.5.1 Vyhláška č. 110/2022 Sb.

Vyhláška zapracovává směrnici EU (RED II) do českého legislativního rámce a upravuje zejména druhy a parametry POZE využívající biomasu a biokapaliny, kritéria udržitelnosti a úspory emisí skleníkových plynů pro biokapaliny a paliva z biomasy a suroviny vymezující pokročilý biometan.

Druhy a parametry POZE využívajících biomasu a biokapaliny a také suroviny vymezující pokročilý biometan jsou uvedeny a definovány v příloze č. 1 této vyhlášky. Jako příklad zde můžeme uvést např. cíleně pěstované plodiny a cíleně pěstované dřeviny (rychle rostoucí plodiny a dřeviny určené pro energetické užití).

Paragrafy 5. a 6. této vyhlášky stanovují kritéria udržitelnosti a úspory emisí skleníkových plynů pro biokapaliny a paliva z biomasy. **Zde nebudou již kritéria pro úspory emisí skleníkových plynů explicitně vypsána, neboť jsou totožná s obsahem a kritérii dle článku 29. RED II.** Naopak kritéria udržitelnosti biomasy jsou stanovena nařízením vlády č. 189/2018 Sb.

Pro výpočet úspor emisí skleníkových plynů využíváním paliv z biomasy, se pro potřeby této vyhlášky a plnění požadavků směrnice RED II po dobu úplného životního cyklu využijí následující referenční hodnoty:

*„a) k výrobě elektřiny hodnota ECF(el) ve výši 183 g CO<sub>2</sub>eq/MJ elektřiny, nebo ve výši 212 g CO<sub>2</sub>eq/MJ elektřiny podle čl. 349 Smlouvy o fungování Evropské unie,*

*b) k výrobě užitečného tepla, jakožto i k výrobě tepla nebo chlazení hodnota ECF(h) ve výši 80 g CO<sub>2</sub>eq/MJ tepla,*

*c) k výrobě tepla, u nichž lze prokázat přímou fyzickou náhradu uhlí, hodnota ECF(h) ve výši 124 g CO<sub>2</sub>eq/MJ tepla,*

*d) v odvětví dopravy hodnota ECF(t) ve výši 94 g CO<sub>2</sub>eq/MJ.“ ( Vyhláška 110/2022 Sb., 2024).*

## 2.5.2 Nařízení vlády č. 189/2018 Sb.

Toto nařízení mimo jiné definuje kritéria udržitelnosti biopaliv, seznam surovin pro výrobu pokročilých biopaliv a požadavky na systém kvality a systém hmotnostní bilance zabezpečující plnění kritérií udržitelnosti a náležitosti dokumentace pěstitele biomasy.

Kritéria udržitelnosti biopaliv jsou stanovena a definována v rámci paragrafu 3. Biopaliva dle tohoto paragrafu splňují kritéria udržitelnosti, pokud vykazují minimální úsporu emisí skleníkových plynů vzniklých během jejich úplného životního cyklu oproti emisím skleníkových plynů vzniklých během úplného životního cyklu referenčního fosilního paliva (pohonné hmoty). Zmíněná kritéria na dosažení minimálních úspor emisí skleníkových plynů jsou následující:

*„a) 50 % v případě biopaliv vyrobených ve zpracovatelském zařízení uvedeném do provozu nejpozději 5. října 2015,*

*b) 60 % v případě biopaliv vyrobených ve zpracovatelském zařízení uvedeném do provozu od 6. října 2015 do 31. prosince 2020, nebo*

*c) 65 % v případě biopaliv vyrobených ve zpracovatelském zařízení uvedeném do provozu 1. ledna 2021 nebo později.“ (Nařízení vlády 189/2018 Sb., 2024).*

Aby byla biopaliva prohlášena za udržitelná, musí k výše uvedenému dále splňovat kritéria na udržitelnost biomasy, ze které jsou vyrobeny, tedy buď zemědělské (paragraf 4) či lesní biomasy (paragraf 4a). **Tato kritéria udržitelnosti biomasy jsou zcela v souladu se zněním a definicemi udržitelnosti biomasy dle článku 29. směrnice RED II. V případě zemědělské biomasu se posuzuje její původ z pohledu půdy a jejímu statusu ke dni 1. 1. 2008 a později.** V případě lesní biomasy musí opět být prokázáno, že její těžba bylo prováděno udržitelným a legálním způsobem, byla zajištěna regenerace lesa ve vytěžených oblastech a těžba byla provedena způsobem, který zachovává dlouhodobou produkční kapacitu lesa.

## 2.6 Certifikace biomasy

Dle evropské směrnice RED II musí od 1. července 2023 dodavatelé elektřiny a tepla z pevné biomasy a bioplynu prokazovat udržitelný původ energeticky využívané biomasy, a to v celém dodavatelském řetězci. V rámci celého dodavatelského řetězce jsou majoritně certifikovány následující kroky řetězce:

- První sběrné místo (primární producent biomasy)
  - Se skladováním vs. bez skladování
- Obchod a následný prodej biomasy
- Štěpkování biomasy (výroba pevných paliv z biomasy)
- Výrobce tepla a/nebo elektřiny (teplárny)

Certifikace se dle RED II vztahuje na bioplynové stanice s příkonem nejméně 2 MW při využívání plyných paliv z biomasy a na teplárny s tepelným jmenovitým výkonem nejméně 20 MW při využívání pevných paliv z biomasy. Později dle RED III dojde ke snížení této limitní hodnoty příkonu pro povinnost certifikace na 7,5 MW pro zařízení produkující elektřinu, teplo a chlad za využití pevných paliv z biomasy. Aktuálně jsou v České republice využívány následující certifikační systémy schválené EU:

- SURE<sup>1</sup>
- KZR INiG<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> <https://sure-system.org/en/certification.html>

<sup>2</sup> <http://www.kzr.inig.eu/en/menu1/certification/>

## 3 Popis transformace teplárenství a lokálního a regionálního využití tuhé biomasy pro vytápění a přípravu TV

### 3.1 Filozofie přístupu k transformaci teplárenství

Zásadním úkolem transformace teplárenství je v následujícím krátkodobém až střednědobém horizontu výrazně minimalizovat využívání fosilního hnědého a černého uhlí, jehož spalováním je uvolňováno do atmosféry značné množství emisí oxidu uhličitého. Náhradou maximálního množství stávajících fosilních paliv (resp. současných technologií) vznikne výrazný prostor pro využití „nových“ paliv a technologií. Mezi tato paliva zcela jistě patří biomasa, kterou je možné využít jako náhradní obnovitelný zdroj energie, v existujících soustavách zásobování teplem ve kterých dominuje dodávka tepla z uhelných zdrojů.

Z hlediska potenciálu užití biomasy pro transformaci teplárenství je klíčová znalost maximálního množství náhrady uhlí využívaného stávajícími technologiemi v teplárnách, elektrárnách s dodávkou tepla a závodních energetikách v jednotlivých regionech (krajích). Z pohledu tohoto projektu jsou za klíčové uvažovány pouze největší teplárenské zdroje, které zajišťují dodávky do soustav centrálního zásobování teplem. Na základě informací o dostupném potenciálu tuhé biomasy vhodné pro energetické využití v teplárenství, lze následně identifikovat maximální potenciální množství náhrady stávajících fosilních zdrojů biomasou. Zbylý nevyužitý potenciál biomasy bude možné dále využít pro potřeby individuálního vytápění, které však není v rámci této studie zkoumáno.

### 3.2 Metodika geografického rozdělení poptávky po biomase pro teplárny

Geografické rozdělení poptávky po biomase pro teplárny je tvořeno součtem současné poptávky po biomase v daném regionu (krají) a budoucí (dodatečné) poptávce, která vychází z předpokládaného postupného odklonu od uhlí v teplárenství. Je tedy předpokládáno, že současná poptávka po biomase v jednotlivých krajích bude pro výhled očekávané poptávky zachována.

Současnou poptávku po biomase a ostatních palivech pro teplárny v daném kraji je možné zjistit ze statistik Energetického regulačního úřadu (ERÚ), resp. z pravidelně publikované Roční zprávy o provozu teplárenských soustav České republiky. V této zprávě je uvedeno



členění výroby dodávkového tepla dle paliv v rozlišení na jednotlivé kraje. Následující tabulka představuje souhrnný přehled výroby dodávkového tepla brutto v TJ podle paliv v krajích ČR.

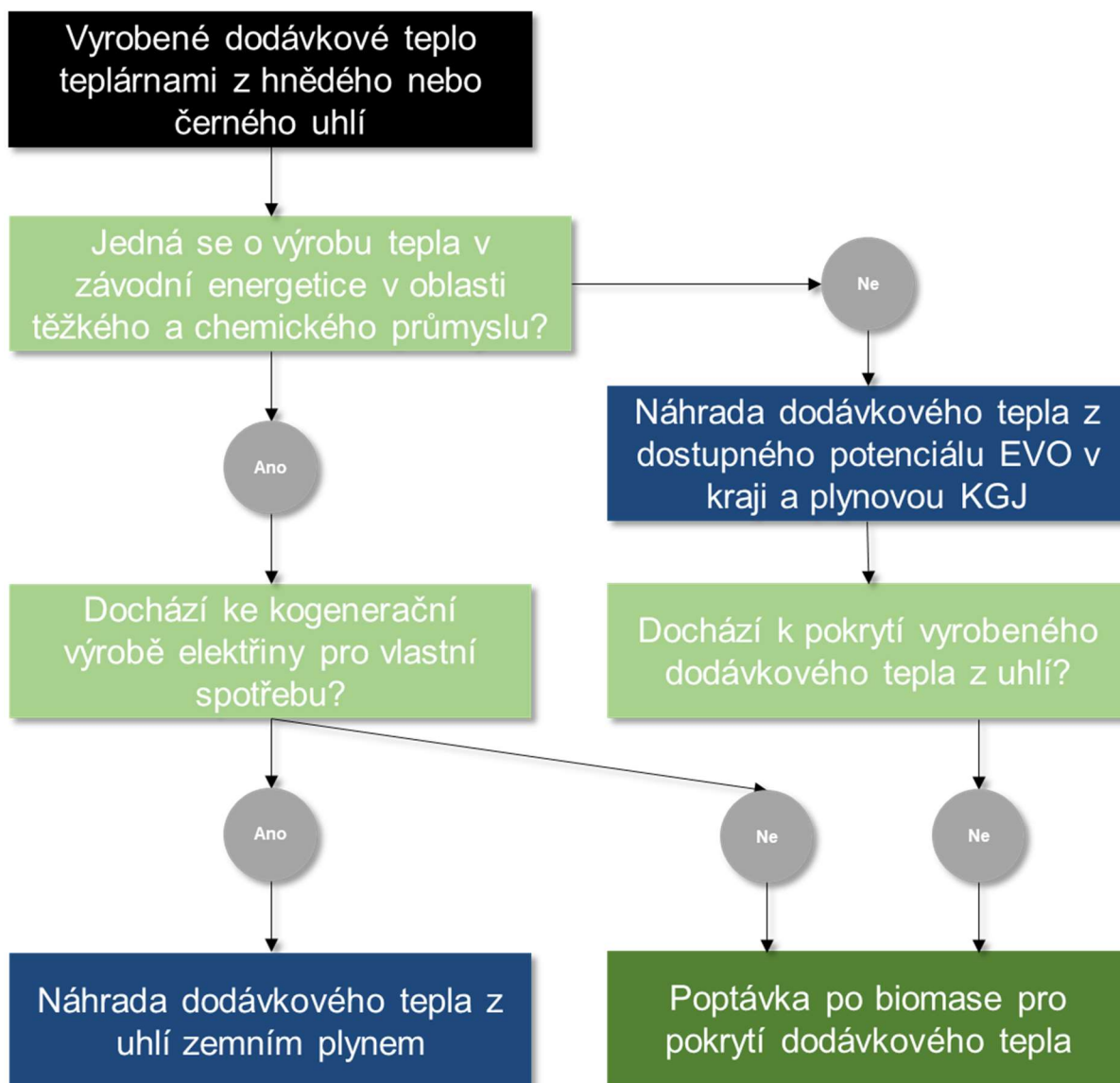
V roce 2022 činila dle statistik výroba dodávkového tepla z biomasy napříč všemi kraji zhruba 22,6 PJ, přičemž nejvíce tepla z biomasy bylo vyrobeno v Ústeckém kraji, a to 8,9 PJ. Dominantním palivem v ČR pro teplárenství bylo stále hnědé a černé uhlí, ze kterého pocházelo zhruba 71,6 PJ dodávkového tepla. Ze zemního plynu, jakožto druhého nejvíce využívaného zdroje energie pro výrobu tepla, pocházelo zhruba 29,6 PJ.

*Tabulka 1 Výroba dodávkového tepla brutto v TJ podle paliv v krajích ČR, zdroj dat: Roční zpráva o provozu teplárenských soustav české republiky 2022, ERÚ (ROČNÍ ZPRÁVA O PROVOZU TEPLÁRENSKÝCH SOUSTAV ČR ZA ROK 2022, 2022).*

Kraj	Biomasa [TJ]	Hnědé a černé uhlí [TJ]	Zemní plyn [TJ]	Ostatní [TJ]
Moravskoslezský kraj	6 005	13 302	2 498	7 902
Zlínský kraj	340	3 213	1 669	2 014
Olomoucký kraj	157	2 410	2 546	1 379
Jihomoravský kraj	417	90	4 704	2 068
Kraj Vysočina	1 325	394	741	1 073
Pardubický kraj	62	3 003	520	622
Královehradecký kraj	599	2 025	1 427	411
Liberecký kraj	4	95	1 271	1 008
Ústecký kraj	8 894	17 753	1 139	2 693
Karlovarský kraj	442	7 979	854	162
Jihočeský kraj	2 017	3 483	744	1 031
Plzeňský kraj	1 113	3 003	970	527
Středočeský kraj	1 287	12 705	6 759	4 990
Hlavní město Praha	0	0	3 715	1 336
<b>Celkem</b>	<b>22 661</b>	<b>71 662</b>	<b>29 556</b>	<b>27 215</b>

Výchozím předpokladem metodiky stanovení budoucího (dodatečného) potenciálu poptávky po biomase je postupný odklon od využívání hnědého a černého uhlí v teplárenství a jeho (částečná) náhrada biomasou. Pro tyto účely lze též využít údaje z Roční zprávy o provozu teplárenských soustav České republiky (viz druhý sloupec tabulky Tab. 1).

Z hlediska stanovení poptávky po biomase v jednotlivých krajích jsou podrobněji hodnoceny lokality zásobování tepelnou energií s výrobou dodávkového tepla větší než 100 TJ. Zbývající lokality soustav zásobování tepelnou energií s výrobou dodávkového tepla nižší než 100 TJ jsou považovány za vyhovující z pohledu náhrady uhlí biomasou, a tudíž přispívají k celkovému stanovenému množství poptávky po biomase. Pro stanovení poptávky po biomase v daném regionu (kraji) pro soustavy větší než 100 TJ je využito rozhodovací logiky, která je zachycena na následujícím obrázku (Obr. 2).



Obrázek 2 Rozhodovací strom pro stanovení poptávky po biomase v daném regionu (kraji)

Poptávka po biomase pro pokrytí dodávkového tepla zdroji v soustavách zásobování tepelnou energií větší než 100 TJ je stanovena následujícím způsobem.

Od celkového teplárnami vyrobeného dodávkového tepla z hnědého nebo černého uhlí je odečtena poptávka po zemním plynu u závodních energetik v oblasti chemického a

těžkého průmyslu, kde se využívá kogenerační výroby elektřiny pro vlastní spotřebu. Dále je od celkové sumy dodávkového tepla z uhlí odečten krajský dostupný potenciál pro energetické využití odpadů (EVO) a očekávaný potenciál pro plynovou kogenerační výrobu. Zbývající nepokrytá výroba dodávkového tepla určuje potenciál poptávky po biomase.

Při výpočtu potenciálu poptávky po biomase jsou zohledněna i další specifika a očekávané plány (záměry) pro jednotlivé kraje. Jako příklad lze uvést plánované dodávky tepla z JE Temelín do Teplárny České Budějovice (která v posledních statistikách ještě nemůže být zohledněna, ale v rámci výpočtu poptávky po biomase bude o tuto dodávku snížen celkový potenciál). Jako další zohledněné příklady lze uvést plány na výstavbu paroplynového cyklu v Mělníku (jako náhrada stávajícího zdroje tepla pro Prahu) nebo výstavbu paroplynového cyklu v Plzni. Ke snížení potenciálu poptávky po biomase o výrobu tepla dochází rovněž u zdrojů, jako jsou např.: Unipetrol, Energetika Třinec či Liberty Ostrava. Výše zmíněné výrobní zdroje jsou uvedeny na základě známých či očekávaných plánů a záměrů jejich transformace. Se změnou palivové základny z uhlí na zemní plyn se však pravděpodobně bude možné setkat i u jiných než výše uvedených zdrojů. Veškeré záměry plynifikace stávajících uhelných zdrojů logicky mohou snižovat potenciální poptávku po biomase a mohou tedy mít i negativní dopad na celkový potenciál využití biomasy v teplárenství. Pro bližší identifikaci potenciálního využití zemního plynu v teplárenství (pro potřeby upřesnění výpočtu celkového potenciálu poptávky po biomase a jejího využití) by bylo třeba monitorovat výrobní zdroje ve smyslu sledování strategií jejich očekávaného budoucího provozu a zajištění informací pro správnou identifikaci způsobu transformace těchto výrobních zdrojů. Takové strategické informace jsou však zpravidla (alespoň do určitého momentu) neveřejné a v průběhu času se mohou měnit, ať už z hlediska využití technologie, nebo konkrétních technických parametrů (jako je například instalovaný výkon apod.).

Při stanovení celkového potenciálu jsou též zohledněna úsporná opatření a pokles ztrát v rozvodech tepla v odhadované souhrnné výši 20 %, což se projeví ve snížení dodávkového tepla do soustavy zásobování teplem.

Následující tabulka shrnuje výpočet budoucího potenciálu poptávky po biomase v krajích ČR. Dále je pak ve větší míře detailu uveden metodický postup získávání jednotlivých parametrů.

Tabulka 2 Výpočet budoucího potenciálu poptávky po biomase v krajích ČR

Kraj	Výroba dodávkového tepla z uhlí [TJ]	Odhad budoucí výroby dodávkového tepla z EVO [TJ]	Předpoklad přechodu na ZP u velkých ZE a tepláren včetně existujících záměrů [TJ]	Odhad nárůstu v sektoru plynových KG [TJ]	Úsporná opatření a pokles ztrát v rozvodech [TJ]	Výroba dodávkového tepla z biomasy [TJ]	Očekávaná poptávka po biomase pro pokrytí dodávkového tepla [TJ pal.]
Moravskoslezský kraj	13 302	-1 533	-6 400	-657	-942	+6 005	<b>11 498</b>
Zlínský kraj	3 213	-667	0	-159	-477	+340	<b>2 647</b>
Olomoucký kraj	2 410	-867	-900	-119	-105	+157	<b>678</b>
Jihomoravský kraj	90	0	0	-4	-17	+417	<b>572</b>
Kraj Vysočina	394	-667	0	-19	0	+1 325	<b>1 559</b>
Pardubický kraj	3 003	-667	-850	-257	-688	+62	<b>3 308</b>
Královehradecký kraj	2 025	-733	0	-100	-238	+599	<b>1 826</b>
Liberecký kraj	95	0	0	-5	-18	+4	<b>89</b>
Ústecký kraj	17 753	-1 000	-6 900	-877	-1 795	+8 894	<b>18 911</b>
Karlovarský kraj	7 979	-333	0	-394	-1 450	+442	<b>7 345</b>
Jihočeský kraj	3 483	-833	-750	-172	-345	+2 017	<b>3 998</b>
Plzeňský kraj	3 003	0	-2 854	-148	0	+1 113	<b>1 309</b>
Středočeský kraj	12 705	-1 867	-7 733	-628	-495	+1 287	<b>3 846</b>
Hlavní město Praha	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>

Předmětem potenciální náhrady vyrobeného dodávkového tepla je část výroby dodávkového tepla z hnědého a černého uhlí. Tuto hodnotu lze poměrně snadno získat z již zmíněné Roční zprávy o provozu teplárenských soustav České republiky (ROČNÍ ZPRÁVA O PROVOZU TEPLÁRENSKÝCH SOUSTAV ČR ZA ROK 2022, 2022) prostým součtem kategorií černého a hnědého uhlí (v rámci Tab. 2 zvýrazněno šedou barvou).

K určení celkového potenciálu poptávky po biomase je třeba od hodnoty výroby dodávkového tepla z uhlí postupně odečíst jednotlivé výše okomentované položky (v rámci Tab. 2 v tabulce zvýrazněny modrou barvou). Konkrétně se jedná o:

- Odhad očekávané výroby dodávkového tepla z energetického využití odpadu (EVO).
- Odhad transformace stávajících technologií na zemní plyn (zejména u velkých tepláren a ZE – kogenerační výroba elektřiny pro vlastní spotřebu) včetně existujících záměrů (jiných než do využití biomasy).
- Odhad nárůstu v sektoru plynových kogeneračních jednotek (KGJ).
- Odhad úsporných opatření na straně odběratelů a poklesu ztrát v rozvodech.

Odhad očekávané výroby dodávkového tepla z EVO je parametr, který nelze jednoduše získat z veřejně dostupných údajů. Pro potřeby výpočtu v rámci této metodiky byly využity zejména údaje ze známých záměrů (z veřejných sdělovacích prostředků a expertní znalosti zhotovitele). Z hlediska mediálně zveřejňovaných údajů se lze poměrně běžně setkat s odhady množství očekávané výroby (případně dodávky) tepla. Alternativně jsou zveřejňovány odhady ročního množství spalovaného odpadu, ze kterých lze případně dopočítat orientační množství výroby dodávkového tepla, a to prostřednictvím využití výhřevnosti TKO (standardně cca 8-12 MJ/kg) a účinnosti zařízení pro energetické využití odpadu – ZEVO (jejíž minimální hodnota je dle zákona č. 541/2020 Sb. stanovena na 65 %). Dostupné informace se neustále zpřesňují, pro snazší aplikaci výpočtu dle metodiky lze doporučit sledování záměrů nových ZEVO a jejich odpovídajících očekávaných technických parametrů.

Obdobně je obtížná specifikace odhadu přechodu elektráren, velkých závodní energetik (ZE) a tepláren na zemní plyn. I v tomto případě nejsou dle dostupných informací související údaje statisticky sledovány a vyhodnocovány. V rámci výpočtu byly stejně jako v případě ZEVO uvažovány mediálně zveřejněné záměry a expertní znalosti zhotovitele. I v této oblasti lze doporučit sledování strategických záměrů velkých zdrojů a jejich odpovídajících očekávaných technických parametrů i záměrů ve smyslu plánů na nové energetické zdroje využívající zemní plyn.

Nárůst v sektoru plynových KGJ je založen na odhadu celorepublikového nárůstu o cca 5 000 TJ, přičemž tato hodnota je následně rozprostřena do jednotlivých krajů. Rozdělení do krajů je provedeno na základě poměru výroby tepla brutto z uhlí (hnědé i černé) a zemního plynu v daném kraji k celkové celorepublikové hodnotě (v tomto ohledu byly opět využity údaje z roční zprávy o provozu teplárenských soustav (ROČNÍ ZPRÁVA O PROVOZU TEPLÁRENSKÝCH SOUSTAV ČR ZA ROK 2022, 2022)). Konečná hodnota

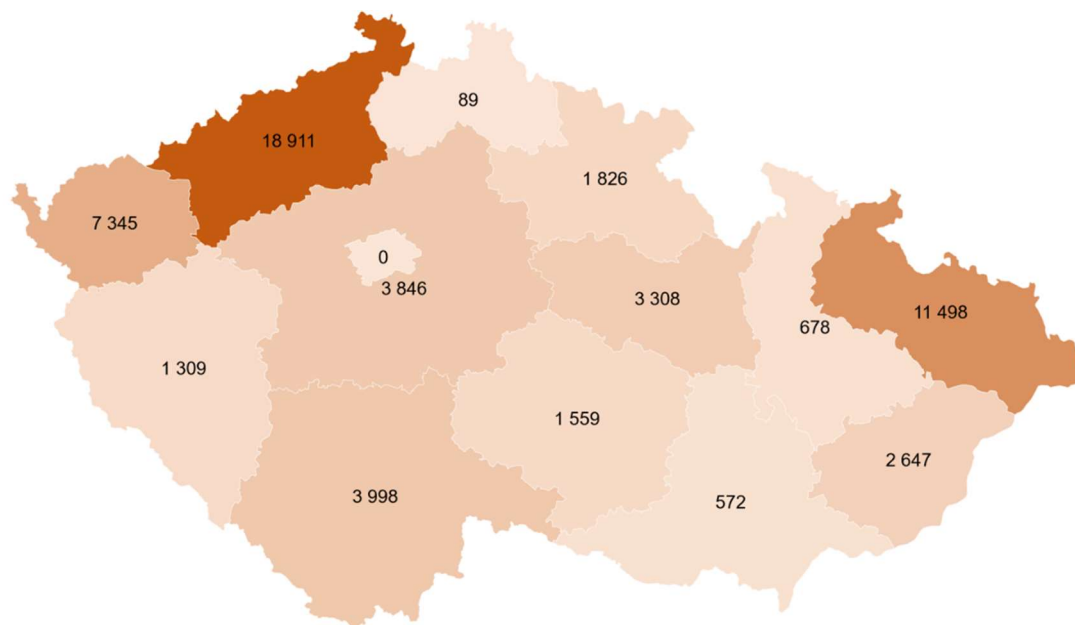
představující náhradu černého a hnědého uhlí zemním plynem vzniká upravením získané hodnoty nárůstu KGJ v daném kraji podílem zastoupení uhlí na celkové výrobě z fosilních paliv (tedy z černého i hnědého uhlí a zemního plynu).

Hodnota týkající se úsporných opatření a poklesu ztrát vychází z výroby dodávkového tepla z uhlí sníženého o výše uvedené odhady (ZEVO, transformace velkých zdrojů, nárůst KGJ) a následně vynásobeného poměrem 20 %.

Na závěr je k dosaženému mezivýsledku přičtena hodnota současné výroby dodávkového tepla z biomasy (v rámci Tab. 2 zvýrazněno zeleně).

Pro výpočet očekávané poptávky po biomase pro pokrytí dodávkového tepla je předpokládána průměrná účinnost biomasového kotle 85 % (vyhláška ERÚ 79/2022 Sb. v platném znění předpokládá (minimální) účinnost výtopny na biomasu 84 %). Výsledkem po zahrnutí účinnosti je potenciální poptávka po energii v palivu biomasy.

Následující obrázek představuje očekávanou poptávku po biomase pro pokrytí dodávkového tepla [GJ] ve střednědobém horizontu (po dokončeném odklonu tepláren od uhlí).



Obrázek 3 Očekávaná poptávka po biomase pro pokrytí dodávkového tepla [TJ]: současná poptávka + budoucí potenciál

Z obrázku je patrná nerovnoměrnost rozdělení očekávané poptávky po biomase pro pokrytí dodávkového tepla. Nejvyšší celková poptávka je identifikována v Ústeckém kraji (18 911 TJ), následovaném Moravskoslezským (11 498 TJ) a Karlovarským krajem (7 345

TJ). Jedná se o uhelné kraje, kde velkou část dodávkového tepla tvoří v současné době právě energie ze spalování uhlí.

## 4 Logistika biomasy – ztráty biomasy

Potenciál pevné biomasy z lesní a zemědělské půdy je v rámci této metodiky vyhodnocován bez vazby na ekonomickou efektivnost produkce biomasy, resp. její konkurenceschopnost vůči jiným palivům. Z tohoto důvodu není do analýzy zahrnuta ani analýza dopravních nákladů.

Potenciál biomasy, který metodika řeší, je potenciál biomasy dostupný jako analogie primárního energetického zdroje na vstupu do systému. Z pohledu potenciálu biomasy tak jde o potenciál tzv. na hraně pole, resp. lesa bez případné redukce na ztráty biomasy v rámci logistického řetězce (doprava, skladování).

Ztráty při sklizni jsou již respektovány ve výnosových křivkách energetických plodin, resp. v očekávaných výnosech konvenčních plodin.

Ztráty při dopravě lze považovat v zásadě za zanedbatelné. Nicméně ztráty při skladování (a zde je nutné respektovat typický jednoletý produkční cyklus zejména u biomasy ze zemědělské půdy, a tedy potřebu skladování biomasy) nejsou zanedbatelné (biomasa je biodegradabilní materiál) a je třeba s nimi počítat při „párování“ potenciálu biomasy s poptávkou po biomase.

Na základě vyhodnocování ztráty energetického obsahu lze pro slamnaté energetické plodiny uvažovat celkovou jednoroční ztrátu energetického obsahu do 7%, v případě dřevní štěpky z RRD (obdobně lze počítat i s LTZ) pak max. 10%. V případě zbytkové slámy konvenčních plodin je možné uvažovat obdobnou hodnotu jako pro slamnaté energetické plodiny. Jde o konzervativní odhady ztráty energetického obsahu, které lze v obvyklé praxi považovat za maximální (Vávrová et al, 2018),



## 5 Aktualizace agrotechnologických postupů pro pěstování KP a EP s ohledem na kritéria udržitelnosti

V rámci probíhající aktualizace Směrnic EU o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů (RED II a III) dochází kromě zvyšování cílů a efektivity využívání OZE také k postupnému zpřísnování kritérií udržitelnosti v rámci celého dodavatelského řetězce. V případě energetické biomasy se zavádí národní postup formou systémů dobrovolné certifikace (vyhláška 110/2022 Sb. v ČR), které mají zajistit, aby produkce a transformace v jednotlivých bodech dodavatelského řetězce probíhaly v souladu s aktuálními kritérii udržitelnosti.

Cílem certifikace a kritérií udržitelnosti v případě biomasy je minimalizovat rizika odnímání zbytkové i záměrně pěstované biomasy ze specifických hospodářských ekosystémů (lesních, zemědělských) a předcházet negativním důsledkům pro biologickou rozmanitost, kvalitu půdy, jakož i kvalitu ovzduší a vody (Fernando et al., 2010; Pedrolí et al., 2013; Ranius et al., 2018).

Dodavatelské řetězce biomasy ze zemědělské půdy, která má být energeticky využita, jsou tradičně definovány v pěti stupních (Mola-Yudego et al. 2024): pěstování, sklizeň, zpracování, skladování a přeprava biomasy. Pro pěstební část dodavatelského řetězce biomasy, který zahrnuje agro-technologické postupy pěstování konvenčních a energetických plodin, jsou definována kritéria udržitelnosti v článku 29 (RED II, s platností již od roku 2008):

1. Biopaliva na bázi zemědělské biomasy nesmějí být vyrobeny ze surovin získaných z půd s vysokou hodnotou biologické rozmanitosti, tj. z oblastí
  - a. zákonem nebo příslušným orgánem k účelům ochrany přírody, nebo
  - b. k ochraně vzácných nebo ohrožených ekosystémů nebo druhů uznaných mezinárodními dohodami nebo zařazených na seznam sestavený mezinárodními organizacemi nebo Mezinárodní unií pro ochranu přírody, jsou-li uznávány v souladu s čl. 30 odst. 4 prvním pododstavcem, ledaže se prokáže, že produkce surovin nezasahuje do uvedených účelů ochrany přírody, dále
  - c. vysoce biologicky rozmanité travní porosty o rozloze větší než jeden hektar, totiž:

- i. původní travní porosty, které by bez lidského zásahu zůstaly zachovány jako takové a které vykazují přirozené složení druhů a ekologické charakteristiky a procesy; nebo
  - ii. travní porosty, které by bez lidského zásahu nezůstaly zachovány jako takové a které jsou druhově bohaté a neznehodnocené a byly relevantním příslušným orgánem označeny jako vysoce biologicky rozmanité, ledaže je prokázáno, že získávání surovin je nezbytné k uchování statusu vysoce biologicky rozmanitých travních porostů.
2. Biopaliva na bázi zemědělské biomasy nesmějí být vyrobena ze surovin získaných z půd s velkou zásobou uhlíku, tj. z oblastí:
  - a. mokřady, tj. půda pokrytá nebo nasycená vodou trvale nebo po významnou část roku;
  - b. půda o rozloze větší než jeden hektar se stromy vyššími než pět metrů a porostem koruny tvořícím 10 až 30 % nebo se stromy schopnými dosáhnout těchto limitů in situ, ledaže je prokázáno, že je zásoba uhlíku v oblasti předtím, než došlo k přeměně půdy a po její přeměně, taková, že by byly splněny podmínky stanovené.
3. Biopaliva na bázi zemědělské biomasy nesmějí být vyrobeny ze surovin získaných z půd, která je rašeliništěm, ledaže je prokázáno, že pěstování a získávání surovin nezahrnuje odvodňování dříve neodvodňované půdy.

Výše uvedená kritéria udržitelnosti jsou v podmínkách České republiky pro pěstování a sklizeň energetické biomasy ze zemědělské půdy plněná existujícími podmínkami ochrany přírody uvedených výše typů ekosystému v rámci systému zvláště chráněných území a případně dalšími podmínkami zákona o ochraně přírody a krajiny 114/1992 sb. (např. definované oblasti NATURA 2000, biotopy a krajinné prvky jako např. rašeliniště, údolní nivy).

Je také potřeba zmínit aktuálně (rok 2024) probíhající novelizaci zákona o ochraně zemědělského půdního fondu (334/1992 Sb.), která ve svém aktuálním návrhu zvyšuje ochranu nejcennější zemědělskou půdu a mimoprodukčních funkcí půdy, k nimž patří zejména zadržování vody. Skupiny dřevin, stromořadí nebo mokřady jako krajinné prvky se nově stanou přímo součástí zemědělské půdy, aby se mohly v krajině snáze zakládat. V ČR tedy není tedy nutné zavádět žádné další podmínky pro pěstování biomasy

z hlediska plnění kritérií udržitelnosti EU. Certifikace producentů a dodavatelů biomasy ze zemědělské půdy jedním z možných resp. vhodných systémů (SURE, KZR a ICSS) by pak neměla být problémem, pokud tito dodržují legislativní a zákonné podmínky ochrany přírody a půdy.

Výše uvedená kritéria udržitelnosti jsou v této metodice již zohledněna případně překračována s ohledem na aktuální požadavky ochrany životního prostředí – do pozemků vhodných pro budoucí alokaci energetických plodin nejsou zahrnovány půdy v rámci Zvláště chráněných území (NP, CHKO, MZCHÚ a další), trvalé travní porosty a případně další území, která jsou předmětem zájmu jako NATURA 2000, údolní nivy apod. V praxi potom o případném hospodářském a přírodě příznivém využití rozhodují místní orgány ochrany přírody (ORP).

Současně je však nutno říci, že zejména intenzivní a velkoplošné způsoby zemědělského hospodaření, které jsou převažující v naší krajině, jsou předmětem odborných diskuzí a kritiky z hlediska jejich trvalé udržitelnosti a z důvodu negativních dopadů na úrodnost půdy, erozní ohrožení a ztrátu biodiverzity. Proto jsou v rámci nástrojů politiky zemědělství (Společná zemědělská politika **SZP** 2023+) zaváděna opatření a agrotechnické postupy, které současný stav mají zlepšit. Pěstování vytrvalých energetických plodin je jedním z dalších diverzifikačních opatření, které mohou při dodržení zásad správného hospodaření významně přispět ke zlepšení environmentálních funkcí zemědělství včetně zvýšení sekvestrace uhlíku (humusu) do půdy a ochrany půdy proti erozi. V dalším textu uvádíme stručně některé aktuální agrotechnické postupy pěstování, které by zajistily, aby záměrné pěstování biomasy bylo chápáno, a i fakticky působilo, jako nástroj zvyšování udržitelnosti zemědělského hospodaření včetně zvyšování jeho adaptačních schopností proti dopadům klimatické změny.

## 5.1 Pěstování konvenčních (potravinových) plodin

V důsledku historického vývoje zemědělství (násilná kolektivizace, restituce) má dnes ČR a některé další východoevropské země nejvyšší průměrné rozlohy farem (přes 200 ha / vlastníka) oproti průměru EU (25–35 ha / vlastníka; 45–55 ha / vlastníka v SRN) a zároveň extrémně vysoký podíl pronajímané zemědělské půdy (mezi 60–70 %) obhospodařované často agropodniky s velkou rozlohou pozemků. Po vstupu do EU se u nás díky dotačnímu systému zemědělství velmi intenzifikovala rostlinná výroba, což v

důsledku vedlo k maximalizaci produkční funkce a zvětšování rozlohy jednotlivých obhospodařovaných pozemků, a to bez ohledu na ekologická rizika a mimoprodukční funkce zemědělství a krajiny. Tyto negativní trendy měly vliv například na úbytek biodiverzity (genetické, druhové a ekosystémové / krajinné), degradaci zemědělské půdy (utužení a zvýšená eroze, úbytek humusu, snížení retenční kapacity) nebo úbytek zásob půdní, příp. podzemní vody (zemědělské a hydrologické sucho). Doložitelný je také častější výskyt „neúrod“ a rozkolísanosti výnosů plodin produkčních zemědělských systémů v důsledku projevů extrémních a někdy jen silnějších klimatických a přírodních jevů nebo gradací škodlivých organismů (Křen, Valynioná, & Hováková, 2010; Boix-Fayos a de Vente, 2023). Jedním z viditelných projevů intenzifikačních trendů zemědělství u nás byl a je výrazný úbytek dřevin, keřů a dalších prvků trvalé zeleně ze zemědělské krajiny, a to nejen v produkčních systémech, ale i v krajinných prvcích jako jsou meze, aleje a větrolamy, litorální a břehové porosty kolem vodních toků a nádrží.

Vhodnými opatřeními ke zlepšení mimoprodukčních funkcí v systémech konvenční rostlinné produkce, která se již podporují nebo se zavádějí v rámci existujících opatření SZP, jsou:

- podpora ekologického zemědělství,
- zmenšování maximální rozlohy půdních bloků (<30 ha),
- zakládání protierozních pásů trvalých plodin a travin,
- pěstování meziplodin a podsevů při pěstování plodin s vysokým erozním rizikem,
- pásové střídání plodin (zavádí se i bez podpory),
- agrolesnické systémy (podpora od 2023),
- pěstování plantáží rychle rostoucích dřevin (více viz další kapitola).

Mezi opatření podporovaná z rezortu MŽP (OPŽP) patří například:

- biopásy travin příp.. s dřevinami
- biocentra,
- krajinné prvky včetně skupin dřevin a keřů



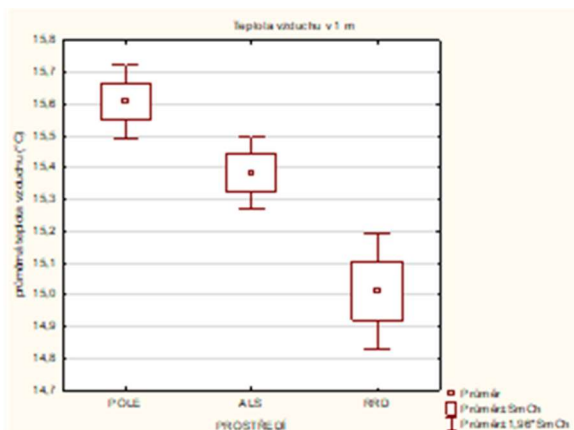
*Obrázek 4 Biopásy s ovocnými dřevinami na erozně ohrožených svazích (vlevo; Šardice, Moravské Toskánsko) a střídání pászů erozních a protierozních plodin (vpravo: kukuřice – ječmen, Němčičky)*

Mezi u nás začínající, resp. ověřovaná opatření pak patří například uhlíkové a syntropické zemědělství, které se zaměřují na postupy posilující přirozené biologické procesy pro zvýšení obsahu půdního humusu a obnovu půdní biodiverzity.

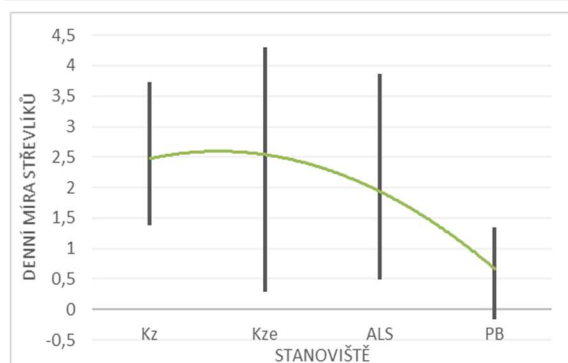
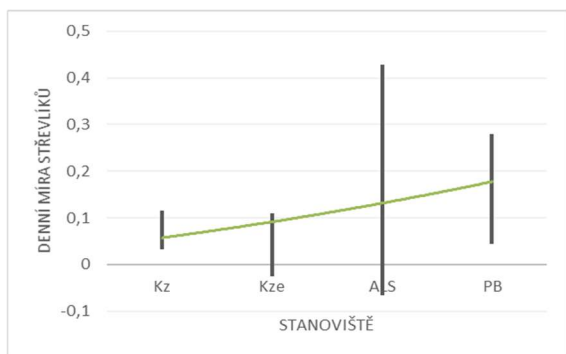
### **Agrolesnické systémy**

Mezi nové trendy zemědělských postupů, které mohou významně přispět ke zvýšení produkce lokální biomasy a zároveň k odolnosti naší krajiny vůči dopadům klimatické změny, patří i takzvané agrolesnické systémy (ALS) – jedná se o souběžné pěstování dřevin s konvenční rostlinnou nebo živočišnou výrobou na jednom pozemku. Vybrané typy agrolesnických systémů je možné od roku 2023 zakládat u nás také s podporou opatření agrolesnictví SZP (NV 140 / 2023). Opatření podporuje pěstování linií dřevin – jedno i více řádků v počtu max. 100 ks/ha – včetně topolů a vrb na všech zemědělských pozemcích, takže ALS mohou být v budoucnu novým zdrojem biomasy regionální biomasy.

Opatření zatím nepodporuje výmladkové pěstování RRD, takže lesní dřeviny včetně RRD musí být v ALS pěstovány v delším obmýtí a je otázkou, jaký cílový produkt potom pěstitel zvolí. Pěstování dřevin v ALS přinese zemědělci diverzifikaci pěstování a produktů a zároveň výrazně zlepší mimoprodukční funkce pozemku. V následujícím textu uvádíme některé z těchto přínosů zjištěných v rámci monitoringu prováděného v posledních letech v ČR (Weger et al, 2022).



Obrázek 5 Graf průměrné teploty vzduchu ve vegetačních obdobích na zemědělských pozemcích s různou hustotou dřevin (POLE bez dřevin; ALS 300-400 ks/ha; RRD 10000 ks/ha)



Obrázek 6 Průměrná denní míra střevlíků - adaptabilních (nahore) eurytopních (dole) podle stanovišť na 5 lokalitách (počet/past/den); Kz-konvenční zemědělství; KZe-ekoton Kz; ALS-agrolesnický systém; PB-přírodě blízké stanoviště

Výsledky monitoringu prováděného v různých typech porostů dřevin na zemědělské půdě potvrzují jejich významný chladicí efekt - podle jejich hustoty a stáří. Husté typy agrolesnických systémů (10 tis. ks / ha - výmladkové pásy, plantáže RRD s chovem zvířat) dokážou snížit průměrnou teplotu vzduchu vnitřního prostředí v době vegetace o 0,4–0,8 °C oproti podmínkám polních monokultur nebo trvalých travních porostů bez dřevin. Liniové agrolesnické systémy odpovídající hustotě 100–500 stromů / ha bez podsadeb keřů snižují průměrnou teplotu vzduchu o 0,1 až 0,3 °C. V tropických a velmi teplých dnech pak ALS snižují aktuální teplotu o 3–5 °C v polních podmínkách, po sklizni plodin (VIII–IX), rozdíl dosahuje více než 10 °C. Měření dále ukázala, že se tento chladicí efekt začíná projevovat v blízkém okolí dřevin přibližně od výšky stromů 2–4 m a že se zvyšuje s věkem, resp. s výškou dřevin a velikostí jejich korun. U rychle rostoucích dřevin je pak tento efekt dosahován dříve.

Výsledky monitoringu čtyř bioindikačních skupin (zemních střevlíků, opylovačů, ptáků,

vegetace při kmenných pásu) prokázaly mnohostranné přínosy agrolesnických systému pro zvýšení druhové biodiverzity v intenzivně obhospodařované zemědělské krajině: i) vytvářejí nová a často i jedinečná stanoviště (ekologické niky, mikrohabitáty, ekotony), která významně přispívají k zvyšování druhové pestrosti mnoha druhů organismů (např. 4,3x vyšší výskyt adaptabilních střevlíků oproti monokultuře obilnin); ii) Liniové typy ALS v krajině působí jako přechodový ekosystém mezi intenzivně obhospodařovanými

zemědělskými monokulturami a přírodě blízkými stanovišti. Mají výrazný vliv na početnost, druhovou bohatost a diverzitu opylovačů; iii) příkmenné pásy a linie dřevin ALS plní také funkci migračních koridorů pro přesun organismů (hmyzu) mezi různými typy krajinných prvků.

Celkově je možné shrnout, že zlepšování ekologických parametrů konvenčních zemědělských systémů uváděných v kritériích udržitelnosti - tzn. zachování biodiverzity, zásoby půdního uhlíku a zadržování vody v krajině, je možno v agrolesnických systémech, a i dalších zmiňovaných opatřeních, dosahovat zejména:

- zvyšováním počtu a druhů dřevin a keřů, včetně rychle rostoucích na pozemku,
- pěstováním dřevin s keři ve víceřádcích,
- větším podílem trvalé vegetace (TTP, příkmenných pásů dřevin) na pozemcích.



Obrázek 7 Ukázky silvoorebného a silvopastevního agrolesnického systému: vlevo sklizeň jarního ječmene v ALS Michovky (VÚKOZ Průhonice) a vpravo sklizeň sena v ALS s ořešákem (Miskovice).

## 5.2 Pěstování energetických plodin

Rozšiřování pěstování rychle rostoucích dřevin a vytrvalých energetických plodin druhé generace na zemědělské půdě výrazně přispěje ke zlepšení mimoprodukčních funkcí intenzivně obhospodařované zemědělské krajiny a její odolnosti proti extrémním jevům.



*Obrázek 8 Porosty energetických plodin plní v krajině významné produkční i mimoprodukční funkce (vlevo sklizeň výmladkové plantáže RRD pro Plzeňskou teplárenskou a.s., vpravo pak porost ozdobnice v letním období plnící funkci trvalé zeleně i po sklizni monokultur jednoletých plodin na Vysočině).*

Například biodiverzita těchto porostů podle hodnocených indikátorů je až 3 × vyšší než u konvenčních porostů zemědělských plodin (např. Dimitriou, et al., 2011), teplota vzduchu o 0,5–1° C nižší (efekt chlazení) a zadržování srážek výrazně vyšší. V našich pokusech pásy RRD zcela zadržely a zasákly tzv. stoleté srážky (72 mm/1 hod) a výrazně zpomalily rýhovou erozi ze simulovaných srážek. Významným přínosem energetických plodin druhé generace je ukládání organické hmoty do půdy, a to jak z listového opadu do ornice, tak i kořenovými systémy do hlubších horizontů půdy (Livingstone et al., 2023).



*Obrázek 9 Demonstrace protierozního efektu 2 typů porostů dřevin na svahu 7–9 % při experimentálních zadržovacích zkouškách (VUMOP, VUKOZ, 2023); vlevo výmladkový pás RRD široký 6 metrů a simulace 100leté srážky – nulový odtok; vpravo jednořádkový pás ALS široký 2 metry a přelivová zkouška rýhové eroze – výrazné snížení odnosu půdy a rychlosti proudění. V obou případech se jedná o dřeviny 2 rok po výsadbě (výška 1–1,5 m).*

Produkční porosty rychle rostoucích dřevin mají ze všech energetických plodin druhé generace nejvýznamnější mimoprodukční přínosy, které vyplývají zejména z jejich specifického pěstebního postupu a růstu produkčních porostů na zemědělské půdě. Ten využívá výmladkové schopnosti vybraných odrůd a druhů dřevin, která umožňuje opakovanou sklizeň nadzemní biomasy v takzvaných krátkých obmýtích (2–10 let) bez



potřeby založení nového porostu po dobu jeho životnosti (15–25 let). Výmladkové pěstování dřevin bylo využíváno tradičně např. v nízkých nebo selských lesech již v minulosti a tyto porosty jsou dnes hodnoceny jako velmi produkční a ekologicky hodnotné (Kadavý, et al., 2011). Díky tomuto pěstebnímu postupu vytvářejí výmladkové plantáže na poli „malé remízky nebo lesíky“ s tzv. porostním prostředím, které je velmi efektivní v tlumení klimatických extrémů a plnění všech mimoprodukčních funkcí očekávaných od ALS (např. ochrana proti erozi, zvyšování biodiverzity). Uvedený sklizňový rytmus pak z výmladkových plantáží vytváří „přechodový ekosystém“ mezi dlouhověkými lesními porosty a převážně jednoletými porosty zemědělských plodin, který je velmi přínosný z hlediska zvyšování diverzity krajiny a prostředí mnoha organismů. Celkové mimoprodukční přínosy RRD je možno zejména na úrovni biodiverzity zvýšit použitím odrůd domácích druhů dřevin, u nichž je však nutno počítat se zvýšenými náklady na ochranu proti škůdcům a u některých odrůd pak i s nižším výnosem oproti standardnímu a nepůvodnímu topolu J-105 (o 10–30 %).

Mimoprodukční přínosy porostů ozdobnice jsou srovnatelné s porosty RRD, pouze v některých parametrech jsou mírně horší z důvodu pomalejší ujmavosti a rychlosti zapojení porostu 2–3 roky, v rámci jednoletého sklizňového cyklu. Výška porostu ozdobnice je maximálně 3 metry, což snižuje efekt ochrany proti větrné erozi. Ozdobnice obrovská je také velice odolná vůči našim škůdcům, což na jednu stranu snižuje potřebu jejich ochrany, ale na druhou stranu i atraktivitu pro populace našeho hmyzu. Přínosem ozdobnice je odolnost proti suchu, která umožňuje její pěstování a přežívání na takovýchto stanovištích.

Vhodně založené porosty energetických plodin doplněné například o vhodné prvky a postupy, např. průhledy, opláštění domácích, produkčních a estetických druhů a plodin, mohou výrazně zlepšit i estetickou funkci krajiny. Pěstování energetických plodin na zemědělské půdě může efektivně diverzifikovat zemědělskou produkci a v delším časovém horizontu i zvýšit stabilitu a rentabilitu jednotlivých farem, a i zemědělství jako celého sektoru (Jacobs et al., 2022).

Celkově je možné shrnout, že zlepšování ekologických parametrů konvenčních zemědělských systémů uváděných v kritériích udržitelnosti - tzn. zejména zachování biodiverzity, zásoby půdního uhlíku a zadržování vody v krajině, je možno při pěstování plantáží RRD a dalších vytrvalých energetických plodin dosahovat zejména:

- zakládáním a pěstováním na erozně ohrožených pozemcích ideálně s vhodnými druhy pro danou půdní bonitu (BPEJ),
- zakládáním a pěstováním na pozemcích s deficitem plnění mimoprodukčních funkcí – např. rozsáhlé monokultury plodin s nízkou biodiverzitou, migračními možnostmi odolností vůči extrémům počasí (eroze, teplotní vlny aj.) – ideálně s vhodnými druhy pro danou půdní bonitu (BPEJ),
- zakládáním a pěstováním v druhově, věkově a prostorově diversifikovaných porostech – tzn. s více odrůdami a druhy dřevin a keřů včetně domácích, s různou délkou a termíny sklizní biomasy, umístovaných tak, aby mohly plnit i funkci migračních koridorů, biokoridorů a interaktivních prvků ÚSES,
- při zakládání a pěstování energetických plodin dodržovat pravidla minimalizace rizik pro ochranu přírody – např. invazní chování (délka obmýtí, jednodomé porosty, opláštění domácích druhů),
- větším podílem rozlohy vytrvalých energetických plodin v případě pěstování v pásových systémech na pozemcích s konvekční zemědělskou produkcí jako např. agrolesnictví, výmladkové pásy RRD, biopásy apod.

## 6 Metodika potenciálu biomasy z orné a lesní půdy a identifikace klíčových faktorů ovlivňující potenciál v delším časovém horizontu

Metodika analýzy potenciálu biomasy pro energetické využití je primárně zaměřená na druhy biomasy využitelné pro teplárenské zdroje. V prvním kroku se metodika zaměřuje na stanovení tzv. **dostupného (realizovatelného) potenciálu biomasy**, který vyjadřuje celkové množství dostupné biomasy v území (technický potenciál) po redukci na environmentální, administrativní, legislativní a (agro)technické bariéry. Příkladem tak mohou být například lesy s omezenou těžbou v národních parcích anebo v oblastech ochrany vodních zdrojů apod. V dalším kroku metodiky je pak vyčíslován **využitelný potenciál biomasy**, což je dostupný potenciál, dále omezený využitím přírodního zdroje pro jiné, neenergetické účely, například půdy pro produkci potravin nebo sortimenty surového dříví pro průmysl (nábytkářství, papírenství aj.). Oba potenciály biomasy (dostupný, resp. využitelný) jsou vyjadřovány v hmotnostních, objemových nebo energetických jednotkách.

### 6.1 Analýza potenciálu biomasy z lesní půdy

Za účelem stanovení celkového dostupného a využitelného potenciálu biomasy pro energetické využití z lesní půdy v České republice byla navržena komplexní metodika výpočtu, která využívá databáze porostních zásob lesních porostů. Databázi shromažďuje a pravidelně aktualizuje Ústav pro hospodářskou úpravu lesů (ÚHÚL) pro všechny lesní hospodářské celky v ČR. Metodika dále zahrnuje omezující podmínky při získávání lesní biomasy pro energetické využití v praxi zejména z důvodů ochrany přírody a krajiny – konkrétně v lesích ochranných, zvláštního určení a se zvláštním statusem ochrany.

Pro metodiku stanovení potenciálu lesní biomasy je podobně jako u zemědělské biomasy využíván tzv. „bottom-up“ postup. Vychází se z produkčních podmínek a druhového složení lesních porostů definovaných podrobně v souborech lesních typů (SLT). Očekávané výnosy dendromasy (porostní zásoby) konkrétních porostů jsou získávány z jejich lesních hospodářských plánů (větší majitelé) a lesních hospodářských osnov (menší majitelé/celky), které jsou aktualizovány v plánovacích desetiletích. Z nich jsou odpočítávány ztráty a omezení dané legislativou a dalšími předpisy.

Zcela dominantní zdroj biomasy z lesní půdy pro energetické účely (ve vazbě na zaměření metodiky) tvoří tzv. lesní těžební zbytky (LTZ), odborně též nehroubí, což jsou kmeny, větve a stromové vršky s průměrem menším než 7 cm, které vznikají zejména v průběhu obnovní, nahodilé a mimořádné těžby lesních porostů. Analýzou LTZ je pak stanoven využitelný potenciál biomasy z lesní půdy. Z hodnocení potenciálu touto metodikou je vyloučen sortiment lesní těžby – palivové dřevo, jehož realizovaný objem (v GJ) je v každém roce hodnocen statistickými přehledy MPO a který slouží v ČR k zajišťování zejm. individuálního vytápění domů (0,41% OZE; MPO, 2019).

V rámci analýz potenciálu biomasy s využitím metodiky mohou být tvořeny různé varianty využitelného potenciálu biomasy pro energetické účely podle potřeby zadavatele. Například v rámci modelových analýz projektu byly vytvořeny 4 následující varianty:

- **Varianta 1 — Neredukovaný potenciál nehroubí (LZT):** Výchozí „ideální“ varianta, bez zahrnutí dopadů kůrovcové kalamity na budoucí těžby. Celkový využitelný potenciál.
- **Varianta 2 — Redukovaný potenciál nehroubí (LZT):** Ideální varianta ponížená o podíl nehroubí (% objemu), kterou nelze z lesů a zalesněných ploch získat (vytěžit) z důvodů environmentálních a logistických podmínek.
- **Varianta 3 — Potenciál nehroubí zahrnující dopad kůrovcové kalamity:** Celkový potenciál zahrnující vlivy a dopady kůrovcové kalamity, jejímž důsledkem je snížení celkového využitelného potenciálu nehroubí (varianta 1) v budoucích těžbách.
- **Varianta 4 — Redukovaný potenciál nehroubí zahrnující dopad kůrovcové kalamity:** Celkový potenciál lesních těžebních zbytků snížený o vlivy a dopady kůrovcové kalamity (varianta 3) a o podíl objemu biomasy, kterou nelze z lesů vytěžit (varianta 2).

Všechny varianty jsou v konečných výstupech primárně vyjadřovány v hmotnostních jednotkách suché biomasy ( $t_{suš}$ ), aby bylo možné porovnat různé zdroje, které mají různou vlhkost v okamžiku těžby nebo sběru na lesních stanovištích. Pro predikce dostupného budoucího energetického potenciálu biomasy pocházející z lesních těžebních zbytků na území ČR byly dále vyhotoveny modelové predikce celkového potenciálu LTZ v ČR pro

roky 2030 a 2050, které jsou přepočítávané z hmotnostních jednotek na energetické jednotky.

### 6.1.1 Faktory ovlivňující potenciál lesní biomasy

V České republice není zpracování těžebních zbytků ani trh se štěpkou z těchto odpadů v současnosti standardizován. Trh existuje, ale je nestabilní, má pouze úzce regionální charakter, ceny jsou rozkolísané. Proto mnohdy chybí praxí ověřené podklady pro kalkulaci nákladovosti jednotlivých činností i výsledné ceny štěpky. Limitujícími faktory pro zpracování těžebních zbytků jsou svažítost; únosnost terénu; kamenitost; přibližovací vzdálenost; odvozní vzdálenost na místo spotřeby. Mezi základní faktory ovlivňující cenu lesní štěpky z LTZ patří hodnota vstupního materiálu; přibližování a zpracování LTZ; manipulace, doprava, přejímka a skladování lesní štěpky.

Zhruba v roce 2010 došlo k historickému zlomu, kdy se z odpadu — těžebních zbytků — stal obchodní artikl. Ke změně došlo postupně a nevyrovnaně jak podle regionů, tak podle typu vlastnictví lesa. V následných letech došlo opět k poklesu ekonomického výsledku u těžebních zbytků. Vyšší zisk přináší například štěpka uplatněná v zahradnictví jako mulč než její prodej na „palivo“, ale její prodejní uplatnění je výrazně menší a nepravidelné. Sadařské štěpky a palivové dřevo z těžeb malých vlastníků se mohou stát významným levným zdrojem pro individuální vytápění zejm. moderních energeticky úsporných rodinných domků. Tato výše uvedená ekonomická situace se v současné době převládajících kalamitních těžeb zase mění a nastupují jiné i ekonomické dopady, např. snížení přírůstu porostní zásoby, změny kvality a sortimentace dřeva, zvýšené náklady na těžební činnost, zvýšené náklady na pěstební činnost, zvýšené náklady na myslivecké hospodaření. Vše vede k rozkolísání trhu s dřívím a nestability v prodeji dřeva a cenové politiky dřeva. Když k výše uvedeným ekonomickým faktorům přidáme faktory změny klimatu, tak se nám ekonomická rozvaha prakticky ztratí jako hlavní aspekt a stane se jím vlastní dostupnost nehroubí v budoucích letech. Otázka budoucích mýtních těžeb je velkou neznámou, stejně tak jako uplatnění produkčních, ale nepůvodních druhů dřevin (douglaska, dub červený, hybridní topoly aj.) či přenos sadebního materiálu nebo ponechané stojící souše. Nástroje státní lesnické politiky s promítnutím do lesnické legislativy se budou měnit.

V České republice je přes dva a půl milionu hektarů lesa (cca 2, 695 mil ha). Hlavním faktorem ovlivňující potenciál biomasy z lesní půdy je působení biotických škodlivých činitelů, kdy například v roce 2019 bylo poškozeno přibližně 14,9 mil. m<sup>3</sup> dřevní hmoty. Jedná se o meziroční nárůst o více než 75 %, neboť v roce 2018 bylo evidováno 8,6 mil. m<sup>3</sup> (2017 to bylo 4,1 mil. m<sup>3</sup>). Prakticky výhradně se jedná o poškození způsobené dlouhodobě přemnoženým podkorním hmyzem, obzvláště na smrku (a také na borovici). „Kůrovcovou kalamitou“ na hlavní dřevině ČR – smrku ztepilém, jsou zasaženy v různé výši intenzity prakticky již všechny kraje v ČR. Nejhorší situace v rámci Česká republiky ČR je v současné době v Kraji Vysočina, dále v Jihomoravském, Jihočeském a Středočeském kraji. Ke snižování kalamitních těžeb dochází v Moravskoslezském, Olomouckém a Zlínském kraji. Ke zhoršování situace postupně dochází západním směrem v Plzeňském a Karlovarském kraji a severním směrem v Ústeckém a Libereckém kraji.

## 6.2 Analýza potenciálu biomasy ze zemědělské půdy

Hlavním zdrojem energeticky využitelné biomasy ze zemědělské půdy pro přímé spalování jsou tzv. sklizňové zbytky konvenčních plodin, zejm. sláma obilnin, řepky olejné, jejichž využívání je však limitováno potřebami a nároky udržitelného zemědělského hospodaření. Dalším perspektivním zdrojem biomasy je tzv. cíleně pěstovaná biomasa - energetické plodiny druhé generace (EP). Jedná se převážně o dřeviny a vytrvalé plodiny vyšlechtěné pro efektivní a environmentálně příznivou produkci kvalitní biomasy pro energetické i materiálové využití. V podmínkách mírného pásu jsou nejčastěji pěstovány rychle rostoucí dřeviny (topoly, vrby), ozdobnice, případně další traviny a vytrvalé rostliny.

Metodika stanovení potenciálu biomasy na zemědělské půdě, je založena na principu přiřazování očekávaných výnosů biomasy konvenčních i energetických plodin na daném pozemku podle půdních a klimatických podmínek na tomto pozemku (dle hodnoty BPEJ). Vychází se z databáze jednotlivých zemědělských pozemků (LPIS), kde každý pozemek je popsán umístěním (geografickou lokací), typem klimatu a půdními podmínkami. Současně metodika do výpočtu zahrnuje všechna známá omezení pro využití pozemků v analyzované lokalitě. Z výpočtu potenciálu biomasy jsou tak vyloučeny např. lokality chráněných území, lokality, kde z určitých důvodů není možné jejich použití pro pěstování EP atd. Současně se do zbytkové biomasy konvenčních plodin nezapočítává ta část, která

je ponechána na místě pro zachování kvality půdy (zaorávka slámy) a která je využitelná pro chov hospodářských zvířat (stelivo, krmivo), což je obvykle sláma.

Z hlediska možného časového vývoje parametrů určujících potenciál biomasy na zemědělské půdě na daném území, lze definovat dva základní druhy využitelného potenciálu (pro energetické účely):

- **Využitelný potenciál**, který podobně jako na lesní půdě vyjadřuje současný stav ve využití zemědělské půdy a možnosti resp. známé limity jejího využití k produkci biomasy pro energetické účely (např. vyplývající z legislativy - viz diskuze o kritériích udržitelnosti biomasy), potenciál lze vyjadřovat pro různou výši alokace zemědělské půdy pro energetické plodiny, všechny ostatní parametry ovlivňující výši potenciálu zůstávají shodné (tj. na současných hodnotách – jako je např. rozloha jednotlivých konvenčních plodin, celková rozloha zemědělské půdy a osevních ploch, apod.).
- **Využitelný – dynamizovaný potenciál**, který je v čase proměnný. Faktory ovlivňující výši potenciálu jsou zejména: struktura konvenčních zemědělských plodin pěstovaných na zemědělské půdě, změny v celkové rozloze zemědělské půdy a osevních ploch, změny v sortimentu konvenčních plodin vyvolaných klimatickou změnou. Významnou roli hraje i odběr biomasy z konvenčních plodin (typicky sláma) pro živočišnou výrobu (využití slámy jako podestýlky, jako vstupu do výroby krmných směsí). Tyto faktory odrážejí změny na trhu s agrárními produkty, vliv klimatické změny, stejně tak jako regulatorní zásahy do zemědělství. Trh se zemědělskými komoditami má tendenci k významným meziročním fluktuacím (zejména u plodin globálně obchodovaných – jako je pšenice, ječmen apod.). To se pak promítá do rychlých (meziročních) změn ve struktuře osevních ploch. Naopak vliv klimatické změny se projevuje ve změně podmínek pro pěstování jednotlivých plodin. To pak vede v delším časovém horizontu (typicky 1-2 dekády) ke změně jak osevního materiálu (např. posun k využívání odrůd konvenčních plodin v současnosti používaných v zemích se středomořským klimatem), tak i ke změně geografického rozložení pěstování jednotlivých plodin. Současné analýzy ukazují, že vliv klimatické změny se projevuje významně především v regionálním či lokálním hledisku. Z hlediska celé ČR tak nedochází vlivem klimatické změny k významnému ovlivnění celkové výše potenciálu

zbytkové biomasy z konvenčních plodin, ale především ke změně regionálního rozložení tohoto potenciálu (viz Vávrová et al, 2023). Obdobně se může v horizontu 1–2 dekád projevat změna v přístupu k hospodaření na zemědělské půdě (snížení intenzivně obhospodařované půdy apod.).

**Využitelný potenciál** odráží současné agrotechnologie, strukturu pěstování konvenčních a energetických plodin na daném území, současné výnosy konvenčních i energetických plodin, míru použití zbytkové biomasy (slámy) pro hospodářská zvířata (tato část spotřebované biomasy je odvozena od počtu a struktury hospodářských zvířat a normativů spotřeby pro krmení a podestýlky) a zároveň předpokládá i dodržení všech agrotechnologických, ekologických a dalších omezení). Tento potenciál současně neuvažuje změny půdních a klimatických podmínek.

Hlavními faktory ovlivňujícími úroveň využitelného potenciálu jsou celková rozloha zemědělské půdy v dané oblasti, procento této půdy alokované energetickým plodinám a využití zbytkové biomasy konvenčních plodin pro jiné než energetické účely (např. krmivo pro hospodářská zvířata nebo stelivo). Využití půdy pro energetické plodiny navyšuje potenciál biomasy pro energetické účely (z EP je pro energetické účely využita všechna biomasa po odečtu ztrát při těžbě a manipulaci).

Využitelný potenciál může být parametrizován pro danou míru alokace zemědělské půdy pro energetické plodiny v analyzovaném území. Všechny ostatní parametry zůstávají zachovány, tj. předpokládá se stejný odběr biomasy/slámy pro hospodářská zvířata (nedochází ke změně počtu hospodářských zvířat, ani ke změně způsobu jejich chovu), nepředpokládají se změny ve výnosnosti plodin, nepředpokládají se změny v rozloze zemědělské půdy v daném území. Současně se předpokládá i zachování výchozí (současné) struktury pěstování konvenčních plodin v analyzovaném území. Využitelný potenciál je základem pro výpočet dále uváděných variant potenciálu biomasy, které zavádějí různá hlediska dynamizace potenciálu biomasy.

**Využitelný – dynamizovaný potenciál biomasy** představuje vývoj potenciálu biomasy ze zemědělské půdy v čase. Potenciál biomasy ze zemědělské půdy se v principu mění v průběhu času. V horizontu 10 až 30 let reflektuje potenciál biomasy změny klíčových parametrů produkčního systému včetně změn v legislativě (např. kritéria pro udržitelnost biomasy). Dlouhodobý dynamizovaný potenciál je vyjádřen několika



scénáři, jak se mohou vyvíjet hlavní faktory ovlivňující jeho úroveň. Tyto scénáře zahrnují možné změny celkové výměry zemědělské půdy, složení konvenčních plodin, podílu energetických plodin a jejich výnosů.

Při hodnocení dopadů klimatické změny na výnosy potravinových plodin a jejich slámy v příštích dekádách vychází predikce v této metodice zejména ze statistických přehledů v uplynulých dekádách, kdy se již projevily některé očekávané dopady klimatické změny jako například extrémně dlouhá období bez srážek a nárůst výskytu extrémních veder (teplotních vln) oproti klimatickému normálu. Dalším zdrojem byly pak expertní analýzy odborníků na jednotlivé hlavní plodiny (obilniny, řepka, kukuřice).

Pro hodnocení možných dopadů klimatické změny na výnosy energetických plodin v podmínkách České republiky byly použity výsledky sledování výnosů v dlouhodobých pokusných a poloprovozních porostech v průběhu posledních 2–3 dekád, kdy se vyskytlo několik období s extrémním průběhem počasí, tak jak je predikováno v modelech dopadu klimatické změny na území České republiky (Fakta o klimatu, 2022a, 2022b). Dlouhodobé pokusné porosty obsahují pěstované, ale i nové odrůdy rychle rostoucích dřevin, ozdobnic a případně dalších plodin. V těchto porostech jsou pravidelně zaznamenávány jejich výnosy a průběh klimatických parametrů. Celkově je v ČR sledováno přes 15 takovýchto porostů v různých půdních a klimatických podmínkách. Výsledkem sledování výnosu pak jsou výnosové křivky energetických plodin pro jejich pěstební oblasti se shodnými půdně-klimatickými podmínkami v ČR. Výnosové křivky jsou určeny jednak pro pěstitele, ale také pro analýzy potenciálu biomasy. Hlavní faktory ovlivňující výnosy energetických plodin jsou podle dlouhodobého sledování zejména roční suma a distribuce srážek v kombinaci s půdními podmínkami a teplotami vzduchu. Je potřeba zmínit, že většina zemědělských pozemků, kde se tyto plodiny pěstují, je závislá z hlediska zásobování vodou na atmosférických srážkách. Hydromorfní půdy s vyšší hladinou půdní vody nejsou často z důvodů agronomických a environmentálních pro jejich pěstování dostupné.

Metodický postup pro stanovení potenciálu pevné biomasy ze zemědělské půdy se skládá z následujících kroků:

1. Vytvoření primární geodatabáze pro stanovení potenciálu prolnutím databází LPIS (pro daný rok) a BPEJ.

2. Vyloučení pozemků (polygonů) pro alokaci daných konvenčních a energetických plodin na základě omezení definovaných legislativou (např. RRD na 1. a 2. třídě půdy).
3. Přiřazení očekávaných výnosů konvenčních a energetických plodin polygonům vzniklým v kroku 1.
4. Výpočet výnosu biomasy pro oba typy plodin na základě hodnoty BPEJ a rozlohy pozemku (polygonu).
5. Určení rozlohy energetických plodin z celkové rozlohy zemědělské (resp. orné) půdy. Nepředpokládá se využití TTP pro energetické plodiny s výjimkou pěstování travních porostů a jejich případného energetického využití.
6. Alokace víceletých energetických plodin na ornou půdu (ve vazbě na definované % dedikace půdy pro energetické plodiny) dle daného kritéria (výše výnosu biomasy).
7. Odečet části biomasy konvenčních plodin (sláma apod.) použité pro živočišnou výrobu (stelivo, krmivo).
8. Odečet části zbytkové biomasy konvenčních plodin a biomasy energetických plodin z důvodu ztrát při sklizni, dopravě a skladování.

Pro modelování potenciálu biomasy na zemědělské půdě v prostředí GIS se využívá jako datový základ spojení dvou veřejně dostupných databází LPIS a BPEJ. První databáze - LPIS eviduje využívání zemědělské půdy (pěstované plodiny a další údaje) pro potřeby administrace dotačních nástrojů zemědělské politiky EU. Druhá databáze (BPEJ – Bonitačně půdně ekologické jednotky) udává stanovištní podmínky (půda, klima, sklon, orientace) všech zemědělských pozemků v ČR. Databáze BPEJ vznikla a je aktualizována na základě půdního a ekologického monitoringu zemědělských pozemků prováděného v uplynulých 5 dekadách. Kombinací (prolnutím) obou datových zdrojů vzniká primární geodatabáze, kde základní polygon odpovídá části půdního bloku s jednou BPEJ a jednou plodinou v daném roce. Jedná se tak o velmi detailní podklad zachycující charakteristiky orné půdy na území ČR (Králík, et al., 2023). Následně jsou k těmto základním polygonům přiřazovány výnosy pěstovaných potravinových plodin podle BPEJ zjištěné ze statistické evidence prováděné periodicky ÚZEI (Ústav zemědělské ekonomiky a informací). V případě vytrvalých energetických plodin jsou výnosy na jednotlivých BPEJ určovány jako průměr z výnosových křivek, které byly vytvořeny na základě monitoringu dlouhodobých výzkumných a poloprovozních porostů těchto plodin na různých typech BPEJ.

Současně s alokací plodin se počítá výnos pro každý pozemek primární databáze, a to vynásobením tabulkového výnosu dané plodiny a rozlohy pozemku. Výnosy konvenčních plodin (hlavního produktu, např. zrna u pšenice) jsou sumarizovány po jednotlivých plodinách. Posledním krokem je zapsání výsledných hodnot rozloh a výnosů za jednotlivé plodiny do součtové databáze. Celý výše zmíněný proces je automatizován pomocí softwaru QGIS a skriptovacího jazyka Python. V následujícím kroku jsou výnosy zrna vynásobeny koeficientem ( $K_s$ ) poměru zrna a slámy – viz Tab. 3 např. pro pšenici je přepočtový koeficient 0,85, tedy hmotnost slámy je 85 % z hmotnosti zrna. Při výpočtu je počítáno s vlhkostí slámy při sklizni 12 %.

Tabulka 3 Koeficienty pro stanovení množství slámy a hodnoty výhřevnosti slámy Zdroj: (Havlíčková, Weger, & Knápek, 2011) – aktualizováno 2021, VÚKOZ, v. v.

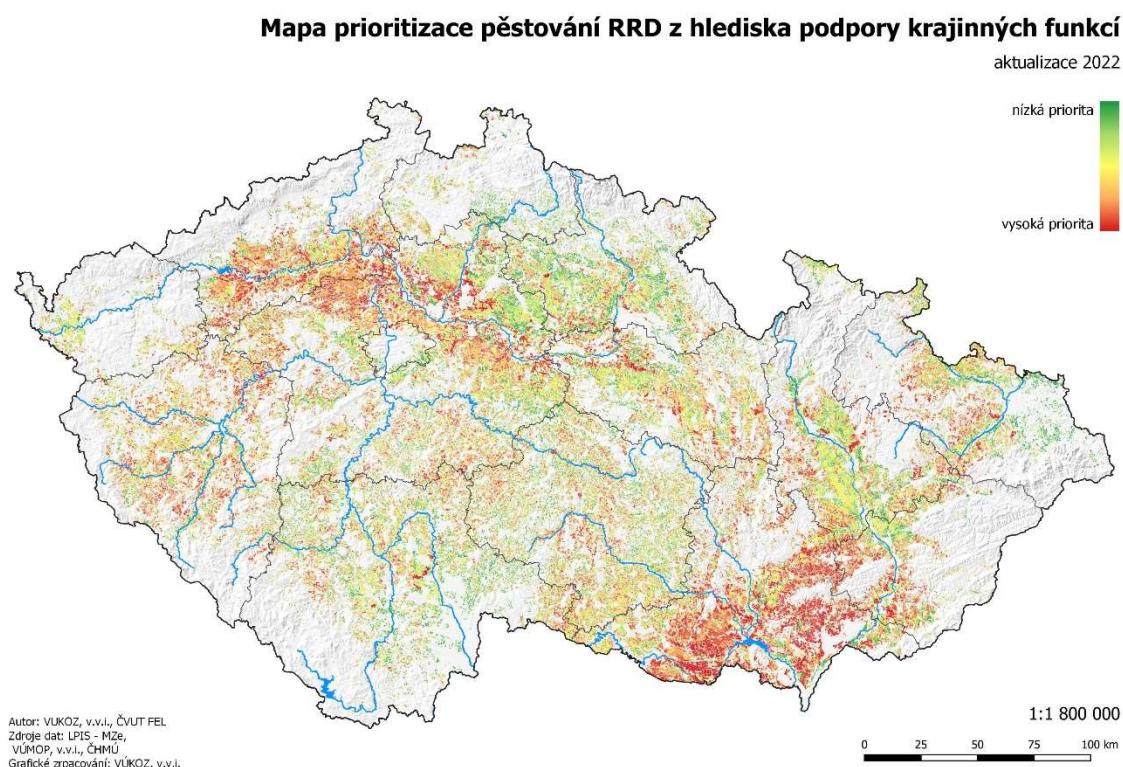
	Koeficient množství slámy ( $K_s$ )
Pšenice	0,85
Ječmen	0,8
Oves	0,55
Triticale	0,7
Žito	1,2
Řepka	0,8

Vypočtený využitelný potenciál obilné slámy pro energetické využití je však menší, o část produkce obilné slámy, která se využívá na podestýlku a krmení pro živočišnou výrobu (skot, ovce, berani a koně). Stav živočišné výroby byly získány z Českého statistického úřadu pro rok 2022, tak jako v modelu je uvažováno s datovou vrstvou LPIS pro rok 2022. Vlastní data o stavu živočišné výroby (reprezentované početně nejvíce zastoupenými zvířaty – skot a ovce) byla zpracována metodikou hodnocení zemědělských podniků, podle které má skot spotřebu 1,5 kg slámy na kus a den na podestýlku a ovce má potřebu 1 kg slámy na kus a den<sup>3</sup>. Dále je v modelu respektováno množství slámy využívané pro zaorání. U řepky je možné počítat s využitím veškeré zbytkové slámy pro energetické

<sup>3</sup> Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i. Praha – Ruzyně, Normativy spotřeby nafty v rámci jednotlivých pracovních operací a činností spojených s chovem hospodářských zvířat v České republice, Přílohy, dostupné z [https://www.celnisprava.cz/cz/dane/spotrebni-dane/minerality/Zelen%20nafta/Normativy\\_ZP\\_VUZT.pdf](https://www.celnisprava.cz/cz/dane/spotrebni-dane/minerality/Zelen%20nafta/Normativy_ZP_VUZT.pdf)

účely. V modelu je také třeba uvažovat s technologickými ztrátami při sklizni a transportu (cca max 10 %). V posledním kroku je třeba zbytkovou slámu po odečtení spotřeby živočišné výroby vynásobit hodnotou výhřevnosti (při vlhkosti 12 %) pro jednotlivou plodinu – viz Tab. 4. Energetický potenciál z konvenčního zemědělství využitelný pro spalování se vypočte součtem zbytkové obilné a řepkové slámy.

V prvním kroku byl vyčíslen energetický potenciál pro současný stav využití zemědělské půdy (LPIS 2022). Ve druhém kroku byly na pozemky v modelovém území České republiky alokovány RRD, ozdobnice a lesknice do celkové výměry 5 a 10 % rozlohy orné půdy každého kraje. Na konkrétní pozemek byla vybrána plodina s větším výnosem v daném místě. V modelu GIS bylo uvažováno s výběrem pozemků pro alokaci EP s ohledem na plnění mimoprodukčních funkcí. Pozemky pro EP byly vybírány podle podkladu „Mapa prioritizace pěstování RRD z hlediska podpory krajinných funkcí“ viz Obr 10, který byl vytvořen v předcházejících projektech a byl nyní aktualizován. Tento podklad hodnotí pozemky na základě pěti kritérií: velikosti půdních bloků, podpory konektivity krajiny, ohrožení suchem, ohrožení větrnou erozí a ohrožení vodní erozí.



Obrázek 10 Mapa prioritizace pěstování RRD z hlediska podpory krajinných funkcí

Následně byla spočtena celková rozloha a výnos RRD, ozdobnice a lesknice podle skutečně pěstovaných plodin dle LPIS 2022 (Vávrová, et al., 2023). Toto modelování (5 % a 10 % orné půdy dedikované pro energetické plodiny) reflektuje budoucí rozvoj pěstování a využití energetických plodin a je možné na něj proto nahlížet jako cílový stav v letech 2030 (5 %) a 2050 (10 %). Vyšší alokaci (než 10 % orné půdy pro EP) při stávajících i předpokládaných pravidlech hospodaření na půdě a i s ohledem na zajištění potravinové bezpečnosti nelze předpokládat.

Pro zohlednění dopadů, resp. projevů klimatické změny na výnosy energetických plodin do roku 2050 bylo dále nutné aktualizovat klimatické regiony v rámci databáze BPEJ, tak, že bylo u pozemků primární databáze aktualizováno jejich zařazení do nového klimatického regionu zjištěného pomocí prostorové analýzy. Podle nového kódu BPEJ byly pak k základním polygonům přiřazeny výnosy energetických plodin podle výnosových křivek aktualizovaných podle výsledků polního monitoringu dlouhodobých porostů. V případě konvenčních plodin byly výnosy ponechány na původních úrovních, protože podle expertů na jednotlivé komodity lze očekávat, že jejich výnos bude zachován díky zavádění nových odrůd a agrotechniky lépe adaptovaných na predikované dopady klimatické změny v ČR.

Na pozemky v modelovém území České republiky byly alokovány rychle rostoucí dřeviny, ozdobnice a lesknice do celkové výměry 5 % a 10 % rozlohy orné půdy jednotlivého kraje (tento přístup zajišťuje rovnoměrné rozložení produkce v daném státě, který je i v souladu s lokálními požadavky na EP a minimalizuje dopravní vzdálenosti). Následně byla spočtena celková rozloha EP. Výnos je pak stanoven dle skutečně pěstovaných plodin (databáze LPIS roku 2022), (Vávrová, et al., 2023). Obdobným způsobem je vypočten i potenciál biomasy z RRD, ozdobnice a lesknice, kdy ke každému pozemku s RRD a ozdobnicí je přiřazen údaj o jeho rozloze, který je vynásoben očekávaným výnosem RRD, ozdobnice a lesknice dle příslušné kategorie typologie stanoviště. V druhém kroku jsou výnosy biomasy z RRD vynásobeny přepočítanou výhřevností při 0% vlhkosti, tj. 13,06 GJ/t a u ozdobnice vynásobíme výhřevností 13,75 GJ/t při vlhkosti 20 %.

*Tabulka 4 Průměrné výhřevnosti čerstvé a suché biomasy z lokálních zdrojů*

Biomasa	Vlhkost sklizňová	Výhřevnost čerstvé biomasy (q sur.)	Odchylka*	Výhřevnost sušiny 100 % (q suš.)	Odchylka*
	%	GJ(sur)/t	± GJ(sur)/t	GJ/t suš.	± GJ(suš)/t

Sláma obilnin	10–15 %	14,80	0,78	17,15	0,43
Sláma řepková	10–15 %	15,11	1,17	17,05	0,20
Rychle rostoucí dřeviny	46–60 %	6,92	1,45	18,39	0,36
Ozdobnice	17–23 %	13,75	4,04	17,61	0,20
Lesknice a jiné traviny	12–20 %	12,5	3,83	16,72	0,48
Schavnat	14–19 %	13,8	0,94	16,34	0,51

\*odchylka daná rozdílem spalného tepla hořlaviny a sušiny, *Zdroj: (Havlíčková, Weger, & Knápek, 2011) – aktualizováno 2021, VÚKOZ, v. v. i.*

Metodika reflektuje následující předpoklady:

- Pro stanovení potenciálu biomasy na zemědělské půdě se využívá tzv. bottom-up postup. Celkový potenciál biomasy v analyzovaném zájmovém území je určen součtem potenciálu biomasy z jednotlivých pozemků zemědělské půdy nacházejících se v analyzovaném území.
- Zemědělskou půdou se rozumí obhospodařovaná půda dle LPIS v základním členění na ornou půdu, trvalé travní porosty a ostatní půdu včetně porostů RRD.
- Výnosy biomasy konvenčních i energetických plodin na zemědělské půdě jsou odvozovány od hodnoty BPEJ (HPKJ) daného pozemku a reflektuje současné agrotechnologie včetně výnosnosti jednotlivých konvenčních a energetických plodin.
- Potenciál biomasy je stanovován podle tzv. očekávaného výnosu biomasy, což je dlouhodobý průměr pro dané stanoviště (bonity dle BPEJ/HPKJ). V jednotlivých letech může docházet k významným výkyvům od těchto výnosů.
- Při výpočtu energetického potenciálu je uvažována průměrná sklizňová vlhkost.
- Potenciál biomasy je primárně stanovován na hraně „pozemku“ (pole). Do potenciálu nejsou v základní variantě započítávány ztráty při skladování, dopravě a případném přepracování surové biomasy.
- Výsledný energetický potenciál biomasy pro zájmové území je vyjádřen v energetických jednotkách (GJ, resp. jeho násobcích) za rok.
- Analyzovaným územím pro stanovení potenciálu biomasy na zemědělské půdě je celá ČR či vybraný kraj.

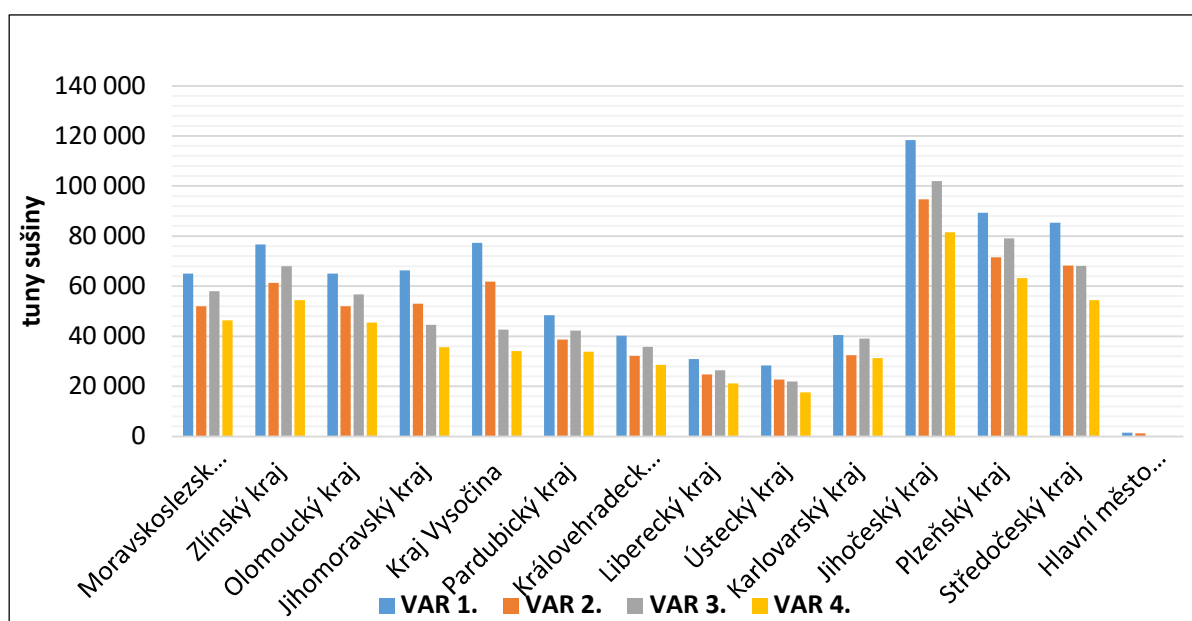
- Energetické plodiny jsou alokovány prioritně tam, kde kromě produkční funkce plní ještě krajinné (mimoprodukční) funkce.
- U TTP je energetický potenciál redukován o část TTP, u které nelze provést sušení a sklizeň (jak z technického tak i ekonomického důvodu) a taktéž o část, která bude využita jako vstup do bioplynových stanic (a není tak vyčíslena z pohledu biomasy pro přímé spalování)
- Výsledný potenciál reflektuje požadavky živočišné výroby a tyto prioritně uspokojuje (týká se slamnaté biomasy). Pokud je v některém kraji vyšší poptávka živočišné výroby, než je produkce v daném kraji, je zbývající poptávka pokryta z geograficky blízkých (okolních) krajů. Metodika nepředpokládá žádné budoucí výrazné změny v objemu živočišné výroby v ČR ani stávajících postupů při chovu zvířat a tudíž ani výraznou změnu požadavků živočišné výroby na objem slamnaté biomasy.
- Výsledný potenciál nepočítá s žádným přeshraničním saldem (vývoz/dovoz biomasy z příhraničí).

## 7 Scénáře – vymezení koridoru biomasy s ohledem na klíčové faktory ovlivňující jeho výši (varianta LPIS, alokace EP 5-10 % rozlohy)

V namodelovaných scénářích je zohledněno hledisko energetického využití biomasy pro spalování v teplárenských zdrojích a následnou výrobu tepelné a případně i elektrické energie. Modelované scénáře jsou postaveny na principu využitelného potenciálu a explicitně nezahrnuje hledisko ekonomické konkurenceschopnosti biomasy. Použitý algoritmus stanovení potenciálu biomasy však obecně umožňuje přidávat další omezení, jako např. omezení na ekonomickou konkurenceschopnost (definováním max. limitní produkční ceny biomasy daného druhu – např. maximální ceny štěpky z plantáží RRD, apod.).

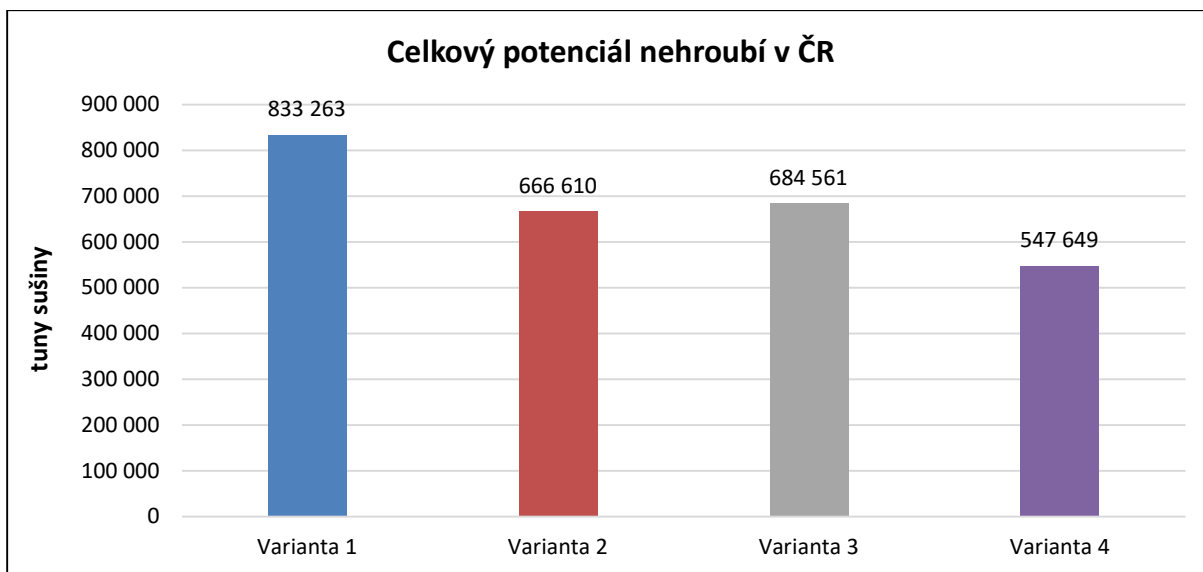
### 7.1 Potenciál lesní biomasy dle zvolených scénářů

Výstupem výpočtu metodiky potenciálu lesních těžebních zbytků je tedy celkový souhrnný potenciál objemu sušiny nehroubí na území České republiky v jednotlivých krajích. Jak již bylo zmíněno, byly v rámci metodiky výpočtu zkoumány a vyhodnoceny celkem 4 rozdílné varianty potenciálu biomasy od nejméně „optimistické“ varianty (Varianta 1) až po „realistickou“ variantu (Variantu 4). Následující grafy 11 a 12 zobrazují rozdílnosti identifikovaných hodnot hmotnostního potenciálu lesních těžebních zbytků vyčísleného v tunách sušiny v jednotlivých zkoumaných variantách.



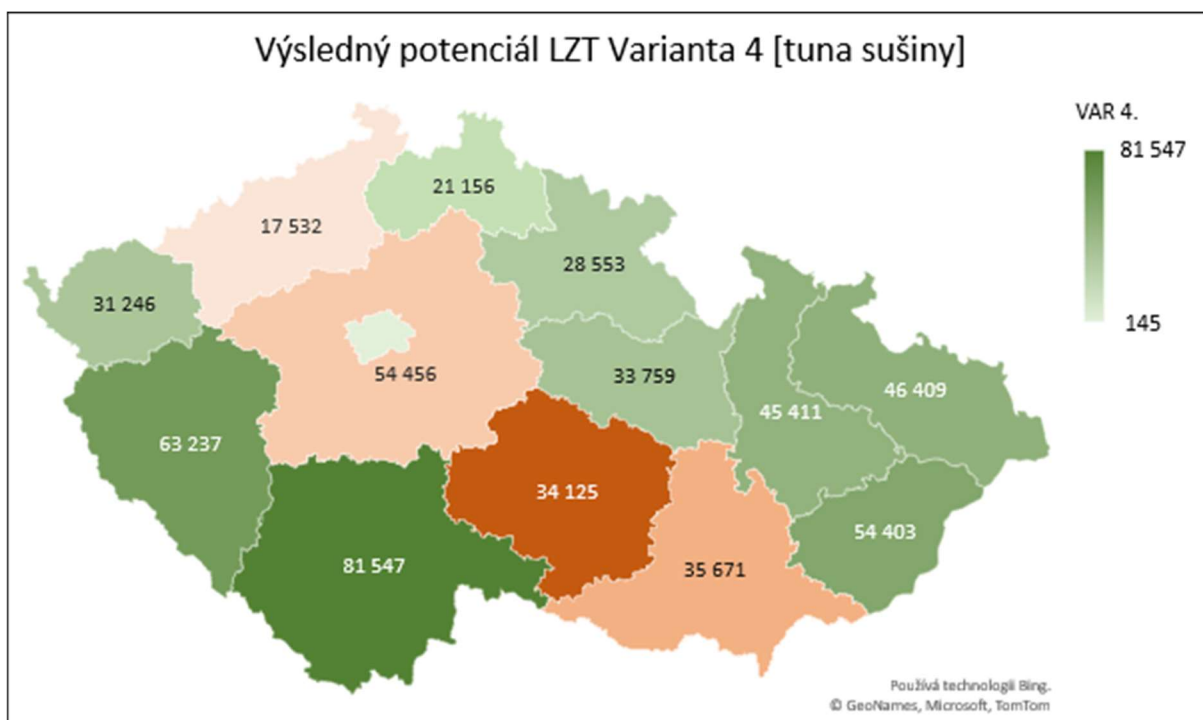
Obrázek 11 Využitelný potenciál biomasy lesních těžebních zbytků pro zvolené varianty v jednotlivých krajích ČR





Obrázek 12 Celkový využitelný potenciál LTZ v ČR pro zvolené varianty

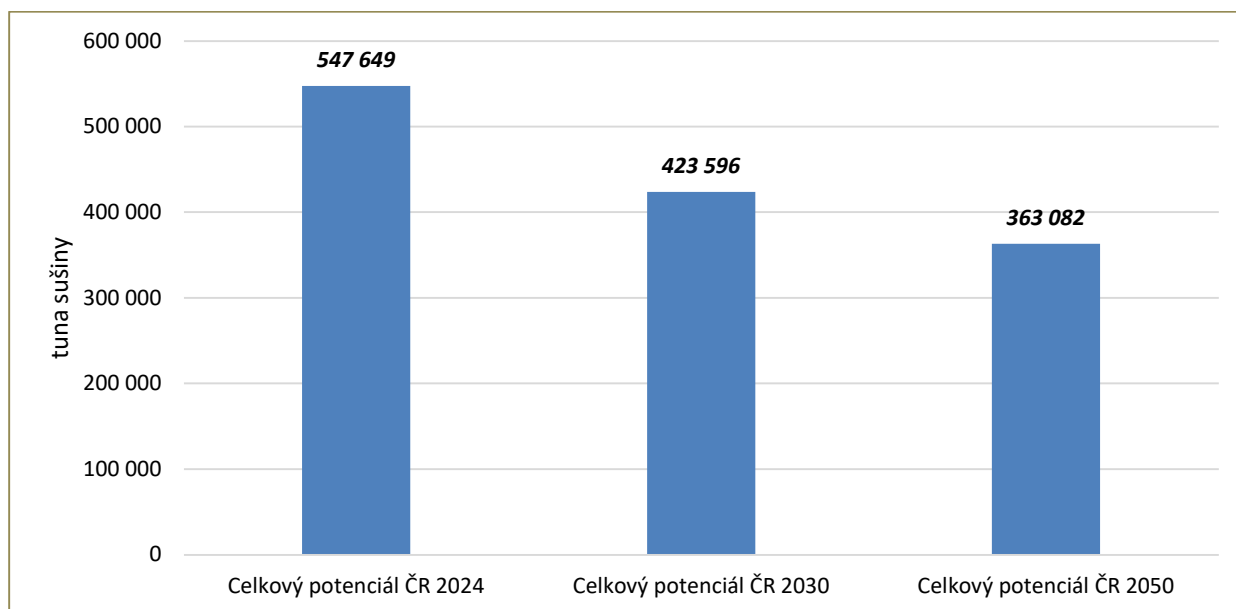
Z grafu na obrázku 12 je patrné, že vlivem kůrovcové kalamity (rozdílnosti variant 1 a 3) došlo ke snížení celkového potenciálu LZT o téměř 18 % za celou ČR. Pro relevantní budoucí predikce dostupného energetického potenciálu biomasy pocházející z lesních těžebních zbytků na území ČR byly vyhotoveny modelové predikce celkového potenciálu LTZ v ČR pro roky 2030 a 2050.



Obrázek 13 Distribuce využitelného potenciálu biomasy nehroubů (LTZ) po krajích ČR dle Varianty 4, která zohledňuje dopady kůrovcové kalamity i nedostupnost lesní těžby.

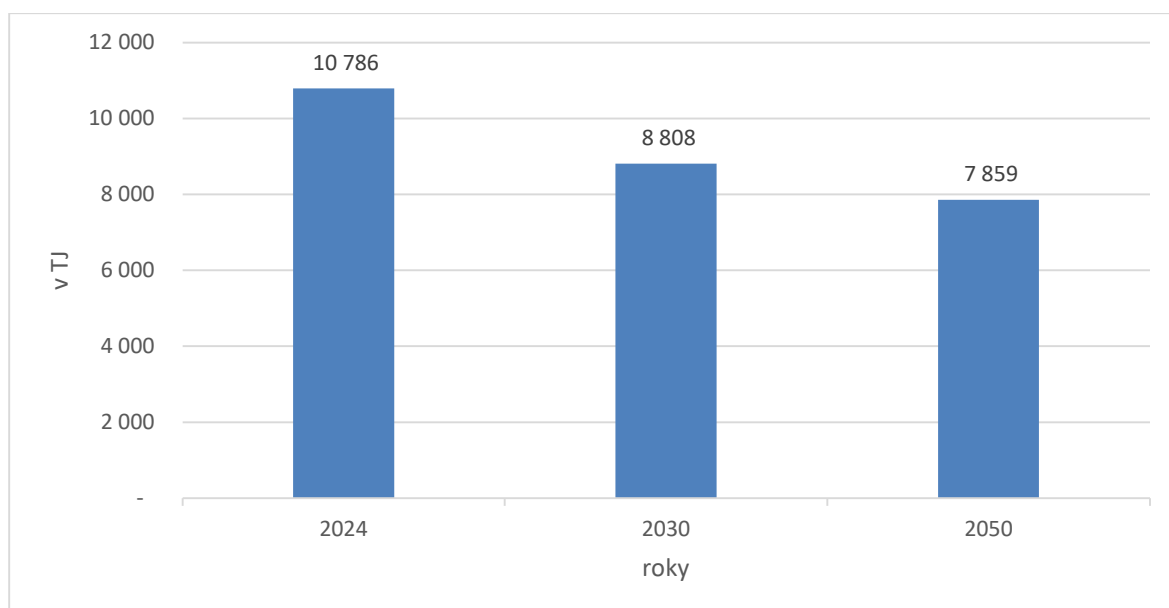
Následující graf (obrázek 14) ukazuje predikovaný pokles celkového objemu dostupného potenciálu biomasy LTZ v ČR mezi lety 2024, 2030 a 2050 zejména z důvodu vysoké lesní

těžby v důsledku kůrovcové kalamity. Na základě dlouhodobého sledování lze očekávat pokles LTZ v roce 2030 o 22 % a v roce 2050 pokles o dalších 14 %. Obdobný trend se projevil nebo lze očekávat i v okolních státech EU s obdobnými změnami klimatu, ale v rozsahu podle jejich podmínek (výšková distribuce a složení lesa).



Obrázek 14 Predikce celkového využitelného potenciálu LTZ v ČR v letech 2024, 2030 a 2050

Výsledné stanovení energetického potenciálu lesních těžebních zbytků v ČR bylo realizováno za pomoci průměrné výhřevnosti LTZ dle předpokládaného složení lesů v České republice. Na základě aktuálního zastoupení stromů a dřevin v lesích na území ČR (Smrk ztepilý (52,4 %), borovici lesní (17 %), buk lesní (7 %), duby (6,8 %), modřín opadavý (3,9 %), bříza bělokorá (2,8 %)) byla stanovena průměrná výhřevnost lesních těžebních zbytků na 16,5 MJ/kg pro zcela suchou dendromasu, tedy pro sušinu s nulovou zbytkovou vlhkostí. Výpočet energetického potenciálu a jeho správnost byl ověřen přepočtem z atrotuny (tuna sušiny, viz Obr. 14) na lutrotuny, tedy na hmotnostní potenciál LTZ v čerstvém stavu se zbytkovou vlhkostí okolo 55 %. V případě lesních těžebních zbytků se zmíněnou zbytkovou vlhkostí dochází k poklesu průměrné výhřevnosti na hodnotu okolo 6,5–7,8 MJ/kg. Na základě historických dat byl stanoven hmotnostní přepočtový koeficient převodu atrotuny na lutrotuny LTZ. Hodnota tohoto koeficientu byla stanovena na hodnotu 2,09, což ve výpočtu znamená, že 1 tuna zcela suché lesní biomasy představuje zhruba 2,09 tuny lesní biomasy LTZ o zbytkové vlhkosti 55 %.

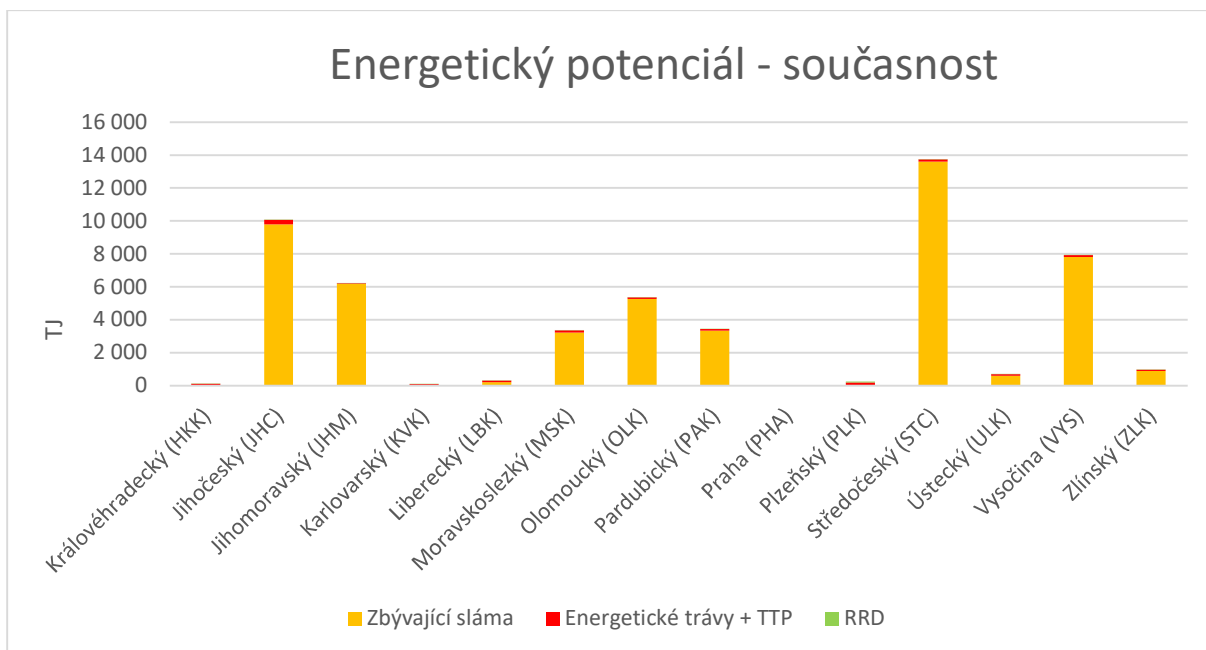


Obrázek 15 Predikce celkového energetického potenciálu LTZ v ČR v letech 2024, 2030 a 2050 v TJ.

Výsledky predikce energetického potenciálu LTZ v letech 2030 a 2050 vynesené v grafu 15 vycházejí z varianty 4., která již v sobě zahrnuje snížení dostupné lesní biomasy v důsledku kůrovcové kalamity a jejímu budoucímu predikovanému vývoji. V budoucnu stále očekáváme zhoršování klimatických podmínek s negativními dopady na výnosnost lesů a častější opakování kůrovcových kalamit.

## 7.2 Potenciál biomasy ze zemědělské půdy dle zvolených scénářů

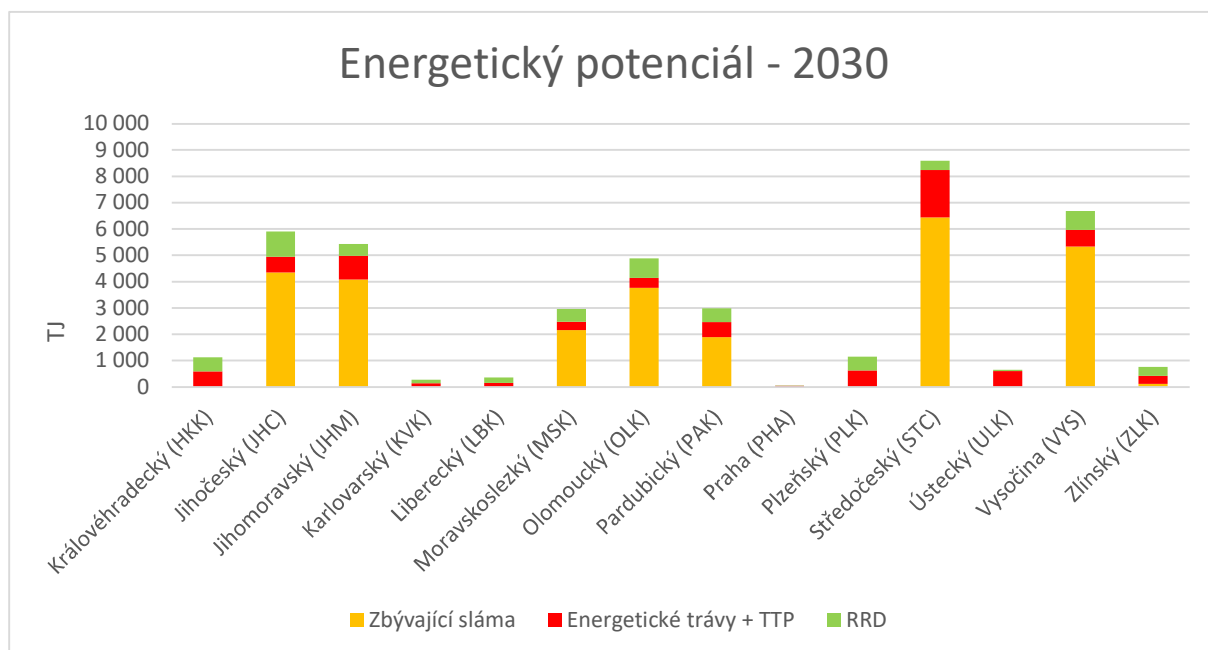
Potenciál biomasy ze zemědělské půdy je tvořen zbytkovou biomasou, zejména obilnou a řepkovou slámu a dále záměrně pěstovanou biomasou v porostech energetických plodin, které při správné alokaci na půdu mohou v krajině plnit významné mimoprodukční funkce. Výsledky analýz dosažené zvolenou metodikou je nutné vnímat jako horní hranici využitelného energetického potenciálu biomasy ze zemědělské půdy lokalizovaný „na poli“. Nejsou v něm zahrnuty omezující podmínky možného technického využití a logistiky při dopravě nebo transformaci (ani ztráty při dopravě a skladování). Omezení využitelného potenciálu tak zahrnují spotřebu biomasy v živočišné výrobě (cca 40 PJ) a ponechávání části slámy pro zaorání za účelem zachování půdní úrodnosti (organické hmoty). Obrázek 16 demonstruje současný stav energetického potenciálu biomasy ze zemědělské půdy a vychází z reálných (LPIS) dat pro rok 2022. Je patrné, že RRD jsou zastoupeny pouze okrajově a naprosto dominantním zdrojem je zbytková sláma. Souhrnný potenciál pro ČR lze vyčíslit na úrovni cca 53 PJ.



Obrázek 16 Energetický potenciál biomasy ze zemědělské půdy dle jednotlivých kategorií a krajů ČR k roku 2022 reprezentující současný stav pěstování potravinových a energetických plodin dle LPIS

V krátkodobém výhledu (do roku 2030) lze konstatovat, že energetický potenciál biomasy ze zemědělské půdy bude záviset zejména na dostupnosti zbytkové slámy potravinových plodin a dále na velikosti alokace orné půdy pro nedřevnaté energetické plodiny (trávy) a trvalé travní porosty závisející na legislativních/regulatorních požadavcích. V takto krátkém časovém horizontu taktéž nelze předpokládat výraznou změnu osevních postupů a výnosů konvenčních a energetických plodin z důvodu klimatické změny. Výše potenciálu zbytkové slámy je negativně ovlivněna předpokladem budoucího zvýšeného požadavku na ponechávání (v porovnání se současností) stonku na poli z důvodu ponechání většího podílu organické hmoty na poli.

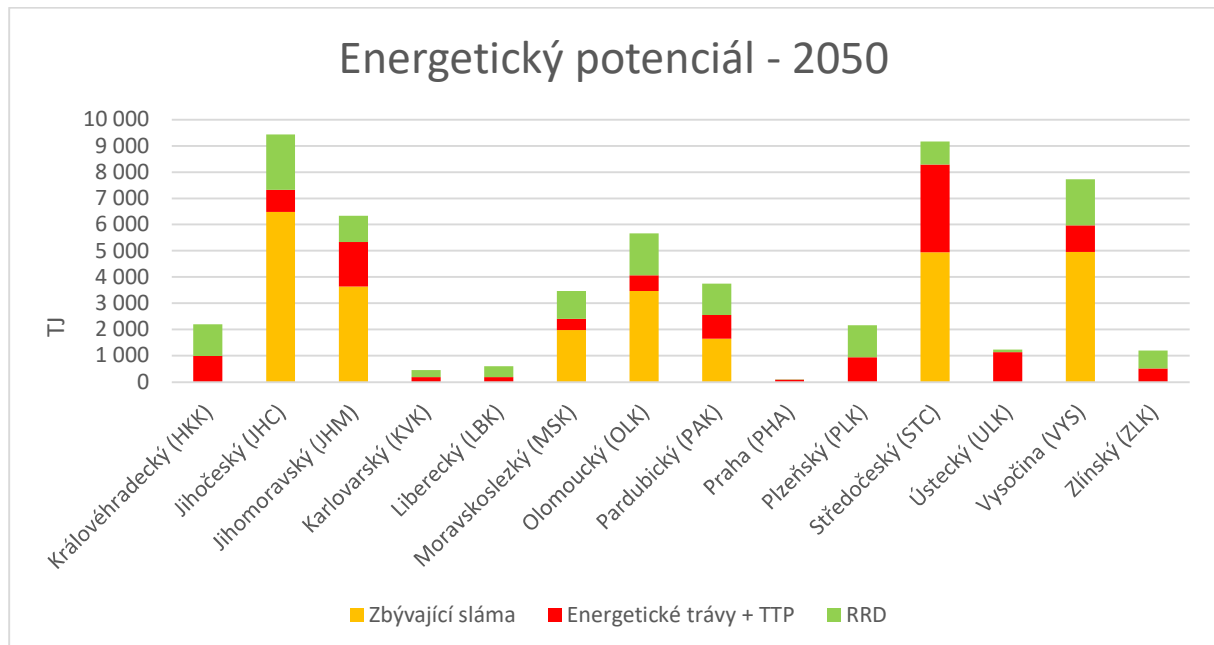
Případný nárůst osevních ploch pro energetické plodiny (dřeviny i traviny) bude postupný a pro rok 2030 lze předpokládat maximální navýšení na úrovni 5 % zemědělské půdy pro EP. Tuto situaci zobrazují data na obrázku 17 V tomto scénáři již dochází k nárůstu energetického potenciálu RRD na úroveň cca 6 PJ a celkový energetický potenciál (biomasy pro přímé spalování) přesahuje 41 PJ (po započítání stejných požadavků živočišné produkce jako v případě současného stavu).



Obrázek 17 Odhad energetického potenciálu dle jednotlivých kategorií a krajů ČR k roku 2030 reprezentující variantu využití 5 % zemědělské půdy pro pěstování energetických plodin

Pro horizont 2050 již nelze s určitostí zaručit, že budou v ČR využívány stejné osevní postupy a agrotechnologie. Lze však předpokládat (a na tomto předpokladu bylo provedeno modelování), že u jednotlivých plodin nebude docházet k výrazné změně výnosů a zásadní změna nastane ve změně/posunu lokalit, na kterých se jednotlivé plodiny budou pěstovat. Jedním z hlavních limitujících faktorů tak budou požadavky na udržitelnost produkce (např. jak velký objem biomasy bude muset po sklizni zůstat na poli pro zaorání, jak velký bude povinný úhor, případně další ekoschémata CAP) a nastavení priority při využívání zemědělské půdy (např. produkce biomasy pro přímé spalování vs. produkce biomasy jako vstupního substrátu do bioplynových/biometanových stanic). Následující obrázek 18 zobrazuje výsledek modelování energetického potenciálu pro variantu alokaci 10% zemědělské půdy pro EP - lze předpokládat, že dojde k dalšímu navýšení alokace zemědělské půdy pro EP oproti roku 2030. Výsledný energetický potenciál (biomasy pro přímé spalování) dosahuje pak 53 PJ a energetický potenciál RRD dosahuje cca 14 PJ. Redukce využitelného potenciálu probíhala dle stejných principů, jako v předchozích variantách – pokud však dojde k dalšímu zpřísnění pravidel udržitelnosti, může být finální redukce ještě výraznější. Z analýz je tak zřejmé, že jedním z hlavních faktorů budoucího potenciálu biomasy v ČR bude zejména rozloha zemědělské půdy pro EP. Vhodná hodnota této alokace však jistě bude v budoucnu předmětem další diskuze, např. z pohledu zajištění potravinové

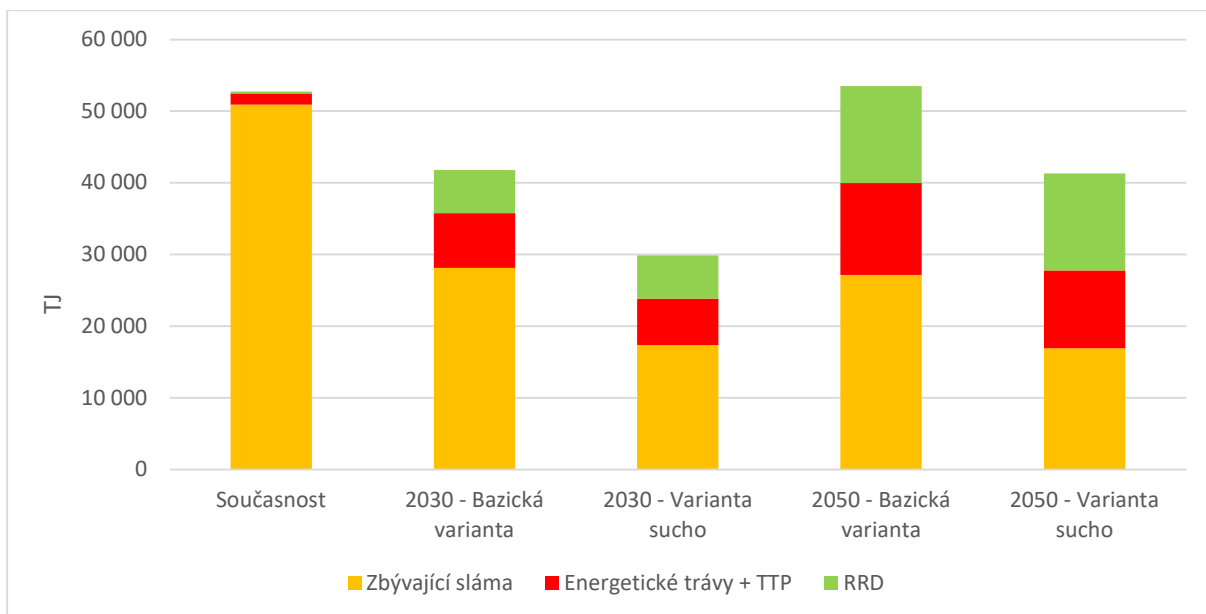
bezpečnosti a dalších cílů Společné zemědělské politiky (CAP, 2023–2029). Důležitým aspektem pak bude i nastavení priority následného využití biomasy (biomasa pro přímé spalování versus biomasa jako vstup do bioplynových stanic). Dalším úskalím pak také může být také postupný úbytek zemědělské půdy a její degradace.



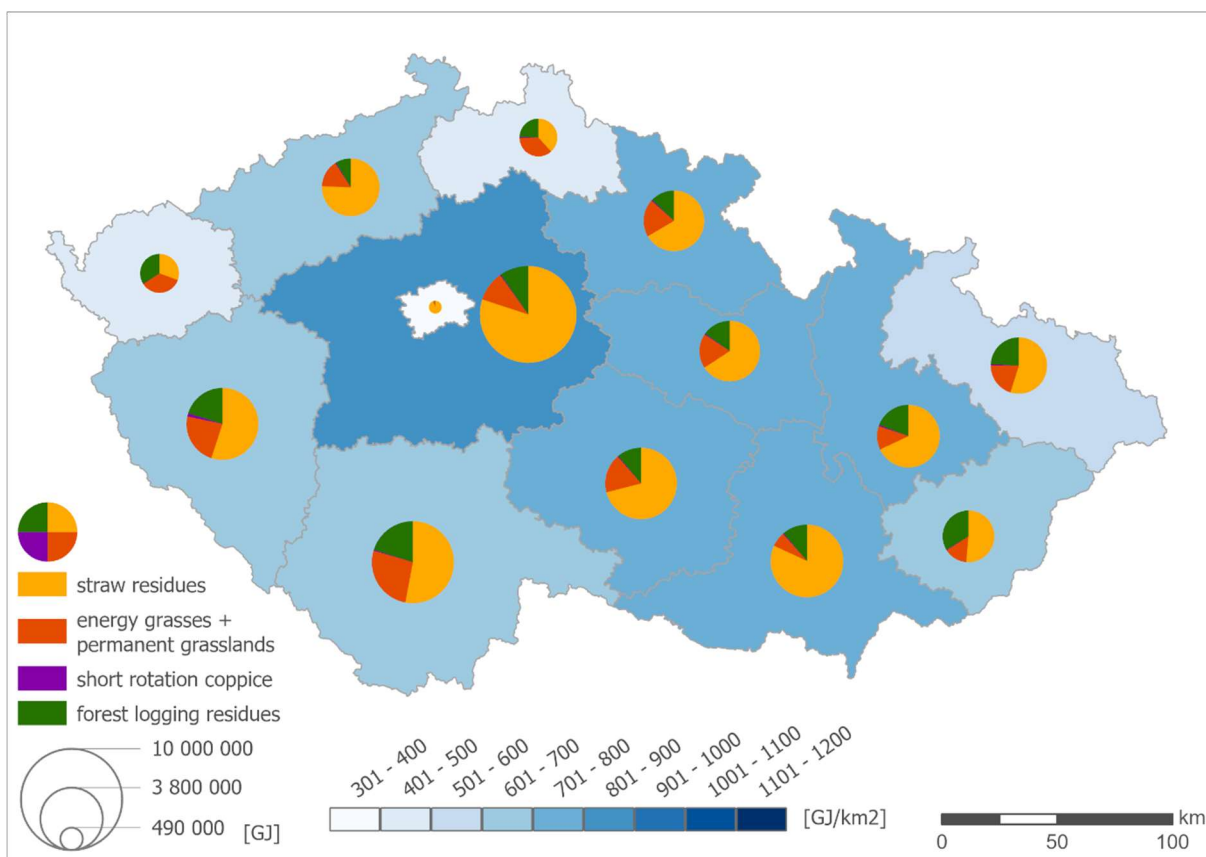
Obrázek 18 Energetický potenciál biomasy ze zemědělské půdy dle jednotlivých kategorií a krajů k roku 2050 - prioritizace produkce biomasy pro přímé spalování (10 % rozlohy půdy pro energetické plodiny).

Jak již bylo uvedeno, energetický potenciál jednoletých plodin může být výrazně ovlivněn negativními klimatickými jevy (typicky se může jednat o nedostatek srážek). V takovém případě dochází k výraznému poklesu výnosů jednotlivých plodin (u obilnin se může jednat o redukci až 80% běžně dosahovaných výnosů). Z tohoto důvodu je třeba vnímat potenciál zbytkové slámy a energetických trav + TTP za potenciálně velmi volatilní. U RRD není vliv negativních klimatických jevů tak výrazný (pokud tento nenastane v roce založení RRD plantáže).

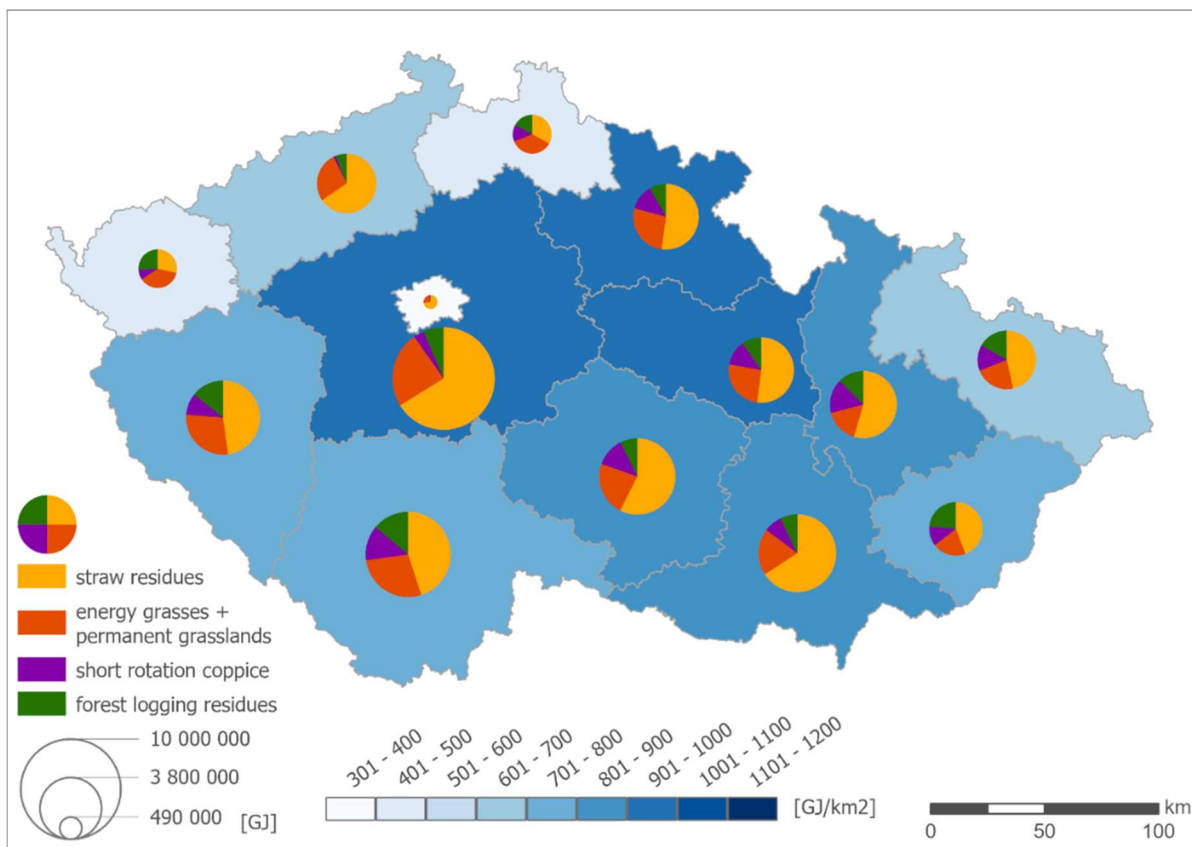
Toto je důležité z pohledu bezpečnosti dodávek pro teplárenský sektor. Znamená to, že teplárny využívající slamnatou a travní biomasu musí mít k dispozici alternativní zdroj/palivo pro zajištění chodu v nepříznivých letech. Následující graf ukazuje možný pokles energetického potenciálu z pohledu celé ČR a může dosahovat až 12 PJ. Lokálně však tento pokles může být výrazně vyšší.



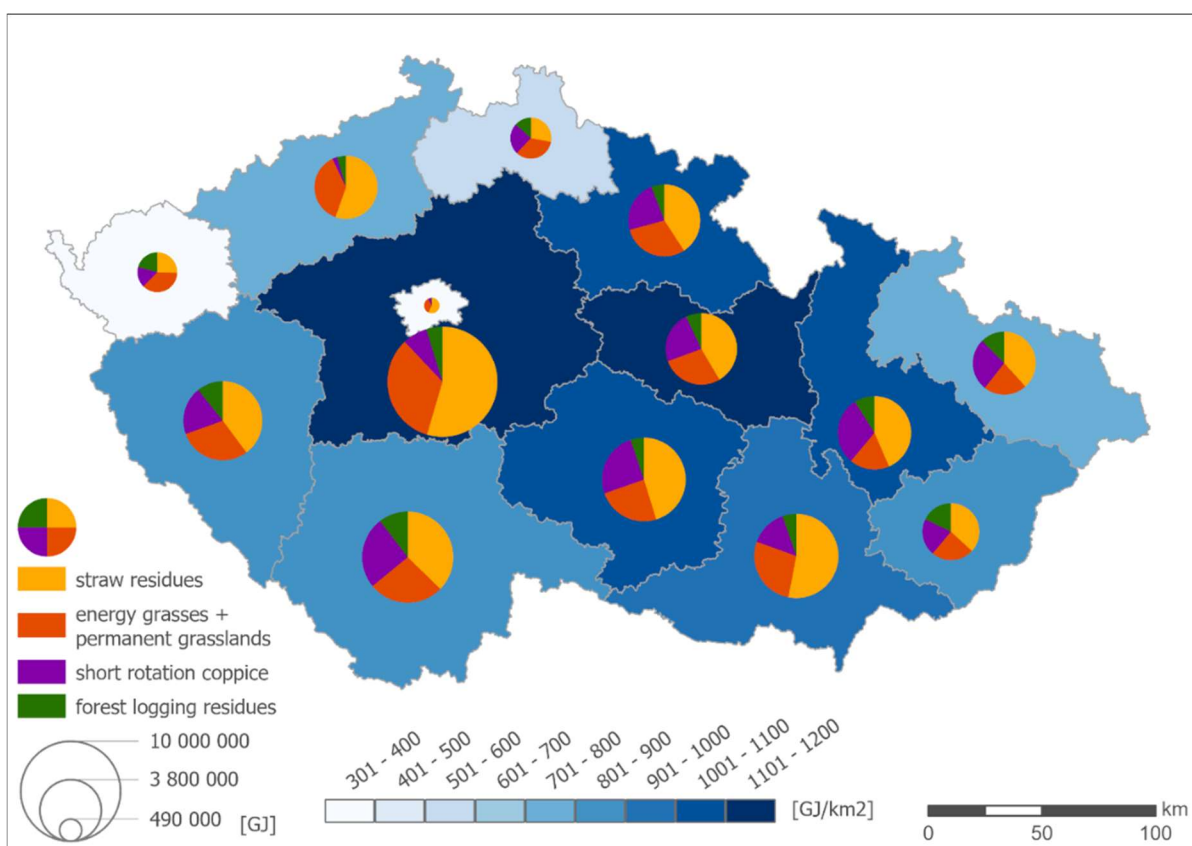
Obrázek 19 Možné scénáře potenciálu biomasy ze zemědělské půdy



Obrázek 20 Energetický potenciál biomasy v ČR v roce 2022



Obrázek 21 Energetický potenciál biomasy v ČR v roce 2030



Obrázek 22 Energetický potenciál biomasy v ČR v roce 2050



Při analýze výsledků modelování je patrné, že celkový energetický potenciál pevné biomasy pro přímé spalování je reprezentován 4 základními kategoriemi biomasy, které se liší svými technickými parametry a následně i možnostmi využití. Pro energetické využití jsou v současnosti nejvíce poptávány lesní těžební zbytky a v rámci probíhající transformace sektoru teplárenství (včetně lokálních topenišť) a jeho odklonu od uhlí lze předpokládat další navýšení této poptávky. Z tohoto důvodu se jeví jako vhodné zaměření na rozvoj pěstování RRD, jejichž biomasa je kvalitativně srovnatelná, resp. lepší než u lesních těžebních zbytků. RRD mají i udržitelný charakter produkčního cyklu a environmentální přínosy do budoucna na rozdíl od biomasy z lesa v podmínkách některých oblastí ČR.

Největší energetický potenciál vykazuje kategorie zbytkové slámy. Zde je však na místě podotknout, že se jedná o hůře/složitěji využitelný druh biomasy, jehož energetické využití vyžaduje z důvodu obsahu některých prvků (Si, P, K) technologicky připravené spalovací zdroje (zejména teplárny). Taktéž je tento potenciál více limitován dopravními vzdálenostmi, a tak nelze očekávat, že bude plně využit (ekonomicky bude dávat smysl využít jen jeho část).

Potenciál biomasy z TTP pro přímé spalování je výrazně omezen a počítá se s jeho primárním využitím do BPS pro výrobu bioplynu/biometanu.

Z výsledků je patrná nehomogenita energetického potenciálu v rámci ČR. Toto lze částečně řešit transportem biomasy mezi kraji (toto je zcela přirozené) a taktéž navázáním energetických koncepcí jednotlivých krajů na využitelný resp. energetický potenciál biomasy v daných lokalitách.

## 8 Postup alokace využitelného potenciálu biomasy pro transformaci teplárenství s ohledem na regionální hledisko a dopravní vzdálenosti

### 8.1. Geografické rozdělení využitelného potenciálu biomasy pro transformaci teplárenství

Celkový využitelný potenciál biomasy pro transformaci teplárenství je tvořen biomasou pěstovanou na zemědělské a lesní půdě. Potenciál biomasy pěstované na zemědělské půdě byl stanoven na základě metodiky popsané v kapitole 7, a to ve dvou scénářích, které jsou definovány cílovými stavy pěstování a využití energetických plodin v letech 2030, resp. 2050. Potenciál lesní biomasy byl pak stanoven na základě metodiky popsané v kapitole 7.

Scénáře celkového využitelného potenciálu biomasy jsou tvořeny jednak souhrnem potenciálu lesních těžebních zbytků v ČR (redukovaný potenciál nehroubí zahrnující dopad kůrovcové kalamity) a jednak souhrnem zbývajícího potenciálu slámy pro energetické účely, energetických trav včetně trvalých travních porostů a rychle rostoucích dřevin při různé alokaci orné půdy pro pěstování energetických plodin. Na základě výše uvedeného jsou tedy scénáře celkového využitelného potenciálu biomasy stanoveny následujícím způsobem.

- **Scénář A** – potenciál lesních těžebních zbytků v ČR dle Varianty 4 a 5% alokace orné půdy pro pěstování energetický plodin (RRD, energetické tráva apod.) – založeno na „cílovém stavu 2030“
- **Scénář B** – potenciál lesních těžebních zbytků v ČR dle Varianty 4 a 10% alokace orné půdy pro pěstování energetický plodin (RRD, energetické tráva apod.) – založeno na „cílovém stavu 2050“

#### 8.1.1 Potenciál lesních těžebních zbytků v ČR

V případě potenciálu biomasy na lesní půdě (tj. výše uvedený potenciál lesních těžebních zbytků v ČR) byla pro oba scénáře zvolena Varianta 4, tj. redukovaný potenciál nehroubí zahrnující dopad kůrovcové kalamity s aplikovaným procentuálním koeficientem snížení objemu „nevytěžitelné“ biomasy. Vzhledem k tomu, že potenciál lesních těžebních zbytků byl stanoven v jednotkách „tun sušiny“, byl proveden přepoččet na potenciál energetický.

Pro tyto účely byla uvažována vlhkost 50 % a výhřevnost na úrovni 7,65 GJ/t. Na základě těchto předpokladů lze stanovit energetický potenciál lesních těžebních zbytků následujícím způsobem (v rámci přepočtu na jednotky energie bylo provedeno zaokrouhlení na celé TJ).

Tabulka 5 Energetický potenciál lesních těžebních zbytků pro transformaci teplárenství

Kraj	Využitelný potenciál [t/sušiny]	Využitelný potenciál [TJ]
Moravskoslezský kraj	46 409	710
Zlínský kraj	54 403	832
Olomoucký kraj	45 411	695
Jihomoravský kraj	35 671	546
Kraj Vysočina	34 125	522
Pardubický kraj	33 759	517
Královehradecký kraj	28 553	437
Liberecký kraj	21 156	324
Ústecký kraj	17 532	268
Karlovarský kraj	31 246	478
Jihočeský kraj	81 547	1 248
Plzeňský kraj	63 237	968
Středočeský kraj	54 456	833
Hlavní město Praha	145	2
<b>Celkem</b>	<b>547 649</b>	<b>8 379</b>

### 8.1.2 Potenciál biomasy na zemědělské půdě v ČR

Co se týká potenciálu biomasy na zemědělské půdě, pro Scénář A byla využita úroveň 5% alokace orné půdy (tzn. Scénář A je z hlediska potenciálu „zemědělské biomasy“ založen na „cílovém stavu 2030“, viz kap. 7 pro Scénář B pak alokace 10 % orné půdy pro pěstování energetických plodin (tzn. Scénář B je alternativně založen na „cílovém stavu 2050“, viz kap. 7). Stanovené hodnoty potenciálů pěstovaných energetických plodin (zejména slámy pro energetické účely, energetických trav a trvalých travních porostů – TTP) pro teplárenské účely již respektují skutečnosti, že nebude technicky možné všichni dostupnou trávu z trvalých travních porostů mechanicky sklídit (např. z důvodu špatné dostupnosti), a také že část slámy bude muset být v budoucnu zaorávána, a tudíž nebude moci být využita pro energetické účely. Takto stanovené potenciály jsou tedy

využitelné v plné míře pro účely teplárenství. Je též předpokládáno, že dostupný potenciál biomasy je v kraji rovnoměrně rozdělen. Pro účely dalších výpočtů byly uvažovány následující potenciály pěstovaných energetických plodin a rychle rostoucích dřevin (RRD).

Tabulka 6 Energetický potenciál slámy pro energetické účely, energetických trav včetně trvalých travních porostů a rychle rostoucích dřevin pro teplárenství

Scénář	5% alokace orné půdy (Scénář A)			10% alokace orné půdy (Scénář B)		
	Kraj	Sláma [TJ]	Energetické trávy + TTP [TJ]	RRD [TJ]	Sláma [TJ]	Energetické trávy + TTP [TJ]
Moravskoslezský kraj	2 163	307	490	1 979	427	1 066
Zlínský kraj	117	300	339	0	508	683
Olomoucký kraj	3 759	382	746	3 468	592	1 604
Jihomoravský kraj	4 077	907	449	3 642	1 688	1 005
Kraj Vysočina	5 333	635	717	4 956	1 014	1 760
Pardubický kraj	1 893	565	530	1 650	898	1 198
Královehradecký kraj	0	585	542	0	986	1 208
Liberecký kraj	0	147	209	0	182	415
Ústecký kraj	0	604	43	0	1 140	97
Karlovarský kraj	0	145	128	0	186	267
Jihočeský kraj	4 346	598	965	6 485	839	2 112
Plzeňský kraj	0	625	520	0	937	1 224
Středočeský kraj	6 441	1 799	349	4 941	3 344	879
Hlavní město Praha	0	44	3	0	82	17

### 8.1.3 Celkový potenciál biomasy v ČR

Celkový využitelný potenciál biomasy je pro přehlednost souhrnně uveden v následující tabulce.

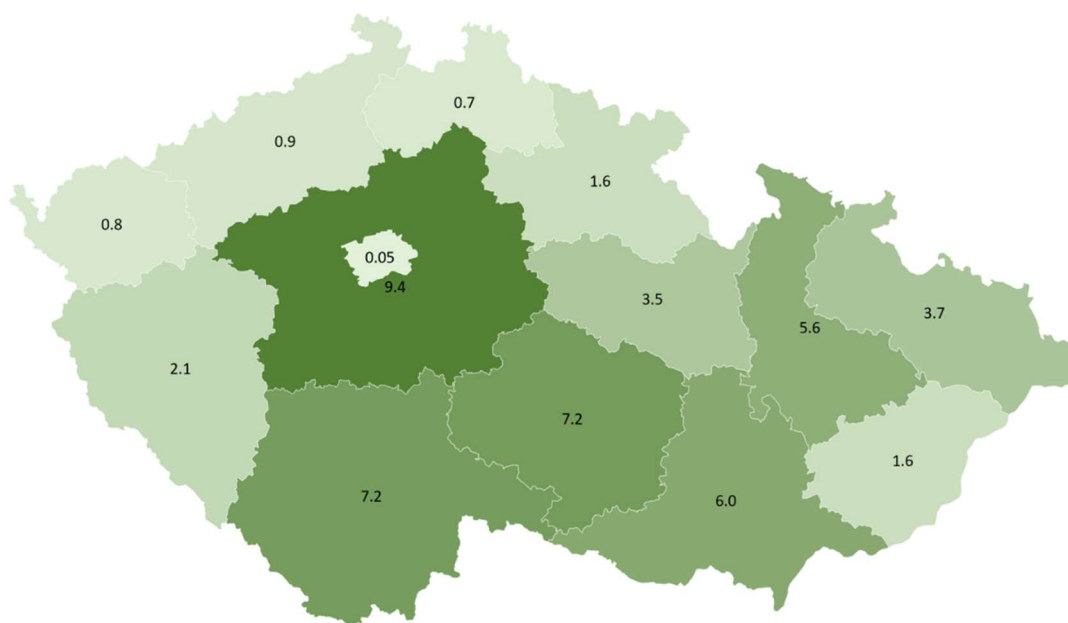
Tabulka 7 Celkový využitelný potenciál biomasy pro energetické účely (teplárenství)

Kraj	Scénář A [PJ]	Scénář B [PJ]
Moravskoslezský kraj	3,7	4,2
Zlínský kraj	1,6	2,0
Olomoucký kraj	5,6	6,4
Jihomoravský kraj	6,0	6,9

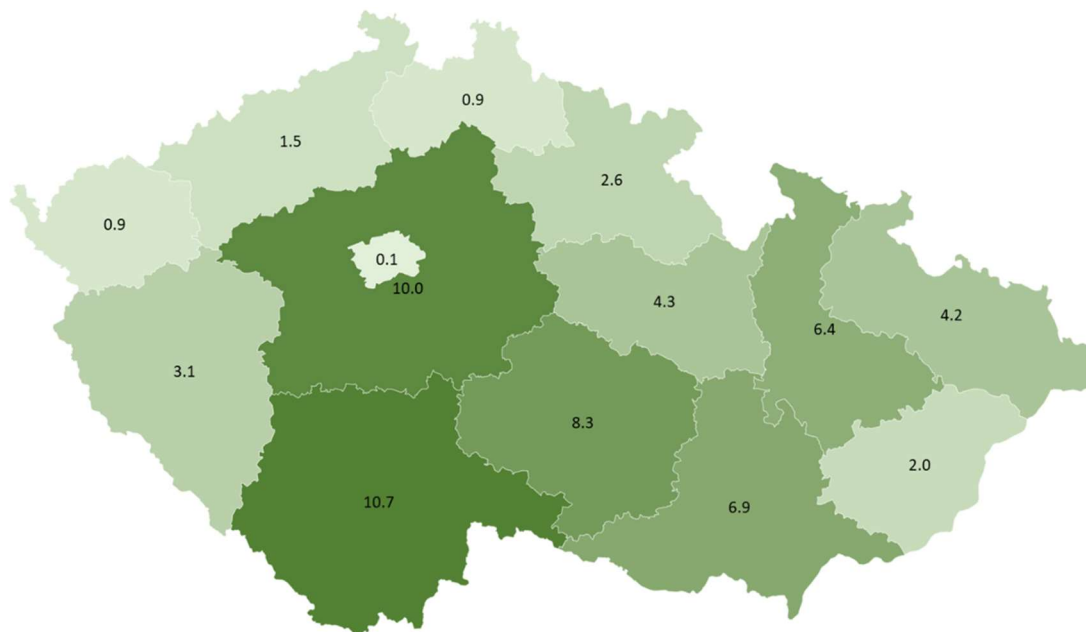
Kraj	Scénář A [PJ]	Scénář B [PJ]
Kraj Vysočina	7,2	8,3
Pardubický kraj	3,5	4,3
Královehradecký kraj	1,6	2,6
Liberecký kraj	0,7	0,9
Ústecký kraj	0,9	1,5
Karlovarský kraj	0,8	0,9
Jihočeský kraj	7,2	10,7
Plzeňský kraj	2,1	3,1
Středočeský kraj	9,4	10,0
Hlavní město Praha	0,0	0,1
<b>Celkem</b>	<b>50,2</b>	<b>61,9</b>

Celkový využitelný potenciál biomasy byl vyčíslen na 50,2 PJ ve Scénáři A a 61,9 PJ ve Scénáři B.

Následující grafická znázornění (Obr. 23 a Obr 24) zobrazují celkový využitelný potenciál energie v biomase pro teplárenství [PJ] ve scénářích v geografickém rozdělení (dle krajů ČR).



Obrázek 23 Celkový využitelný potenciál biomasy pro teplárenství [PJ] – Scénář A

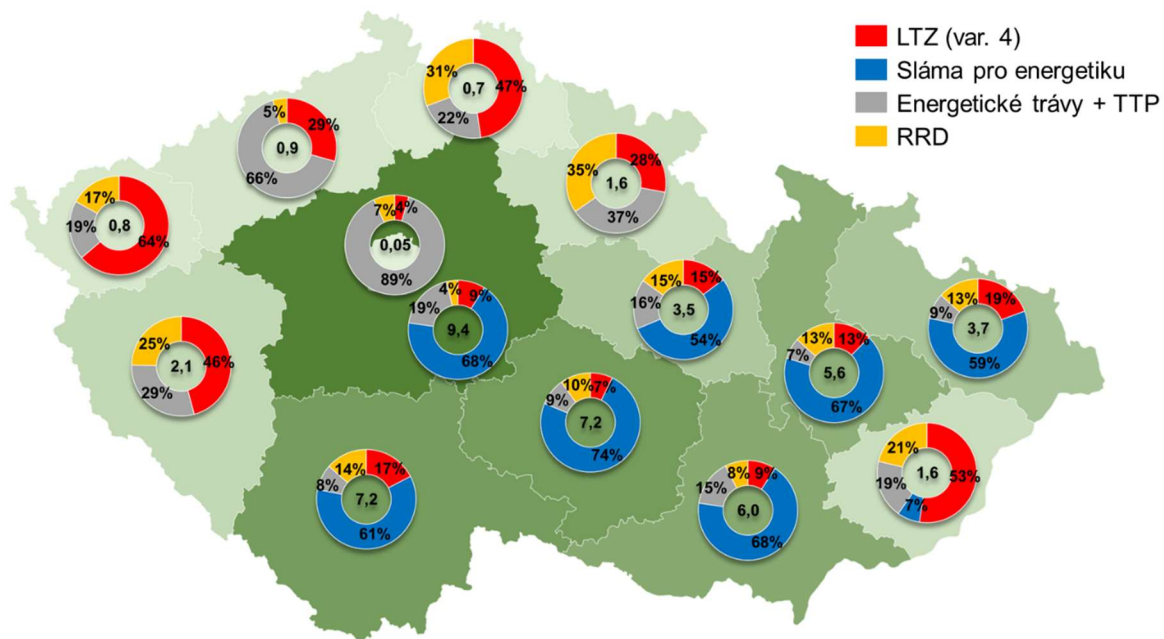


Obrázek 24 Celkový využitelný potenciál biomasy pro teplárenství [PJ] – Scénář B

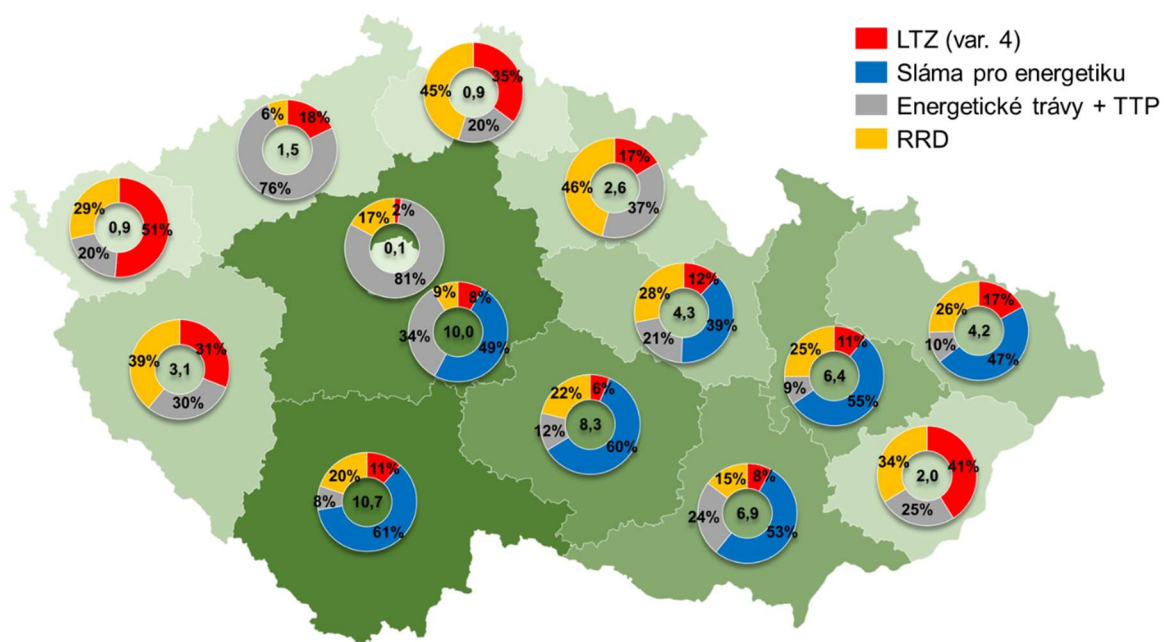
Z uvedených obrázků je patrné, že ve Scénáři A se největší potenciál nachází ve Středočeském kraji, který je následován postupně Krajem Vysočina a Jihočeským krajem. Ve Scénáři B je situace odlišná. V tomto scénáři se největší potenciál nachází ve v Jihočeském kraji, který je následovaný krajem Středočeským.

Naopak nejméně dostupné biomasy se v obou uvažovaných scénářích nachází v Karlovarském a Libereckém kraji. Takto stanovené scénáře dostupné biomasy vymezují koridory užití biomasy pro teplárenství.

Následující obrázky (Obr. 25 a Obr 26) představují téže rozdělení potenciálu biomasy v detailu na podíly jednotlivých druhů biomasy na celkovém potenciálu biomasy pro teplárenství v daném kraji.



Obrázek 25 Celkový využitelný potenciál biomasy pro teplárství [PJ] v rozdělení na podíly jednotlivých druhů biomasy – Scénář A

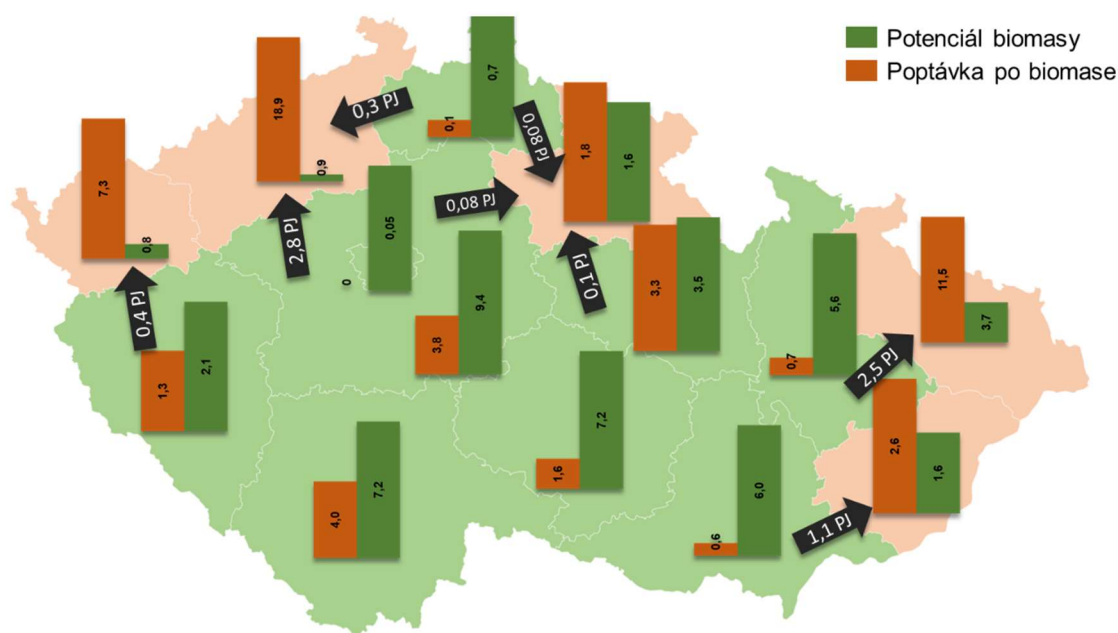


Obrázek 26 Celkový využitelný potenciál biomasy pro teplárství [PJ] v rozdělení na podíly jednotlivých druhů biomasy – Scénář B

Z grafů je dobře patrná nerovnoměrnost energetických podílů jednotlivých plodin. Ve většině krajů má největší zastoupení sláma či energetické trávy. Lesní těžební zbytky tvoří v mnoha krajích menšinu energetického potenciálu biomasy. Celkově se jedná o cca 17 % ve scénáři A, resp. 14 % ve scénáři B (scénáře upravují pouze množství potenciálu biomasy na zemědělské půdě, potenciál lesních těžebních zbytků zůstává nezměněn).

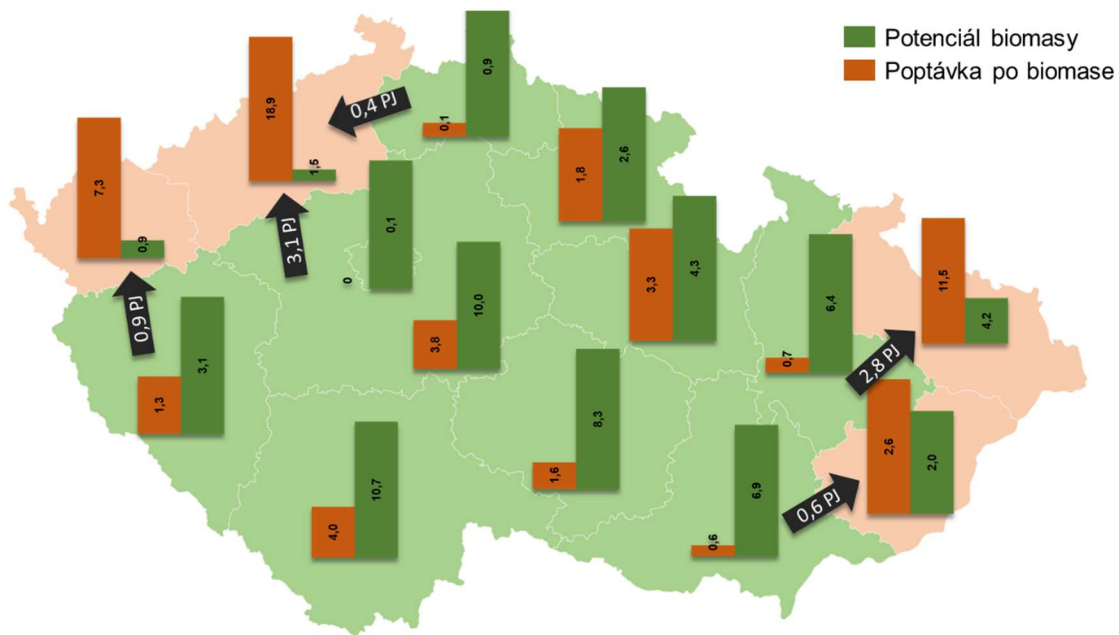
Vzhledem k velmi nerovnoměrnému rozdělení očekávané poptávky po biomase napříč kraji, která souvisí s hustotou výskytu soustav zásobování teplem, je uvažováno s možností svozu biomasy ze sousedních krajů, a to až ve výši 50 % přebytečného potenciálu. Výjimky tvoří ve scénáři A Středočeský a Liberecký kraj, kde je exportováno více než 50 % přebytečného potenciálu (konkrétně 51,5 % v případě Středočeského a 63,9 % v případě Libereckého kraje) s ohledem na geografické aspekty a fakt, že k exportu dochází v těchto případech do více krajů. Základním vstupním předpokladem, který byl v tomto ohledu přijat, je rovnoměrné rozložení potenciálu biomasy v jednotlivých krajích. To je klíčové zejména s ohledem na možnosti přepravy a uvažovaného využití „přebytečné“ biomasy v sousedních krajích.

Následující obrázky (Obr. 27 a Obr 28) zachycují bilanci dostupnosti a poptávky biomasy v teplárenství v rozdělení po jednotlivých krajích pro uvažované scénáře. U některých krajů je naznačen i potenciál využití přebytečné biomasy v sousedním kraji.



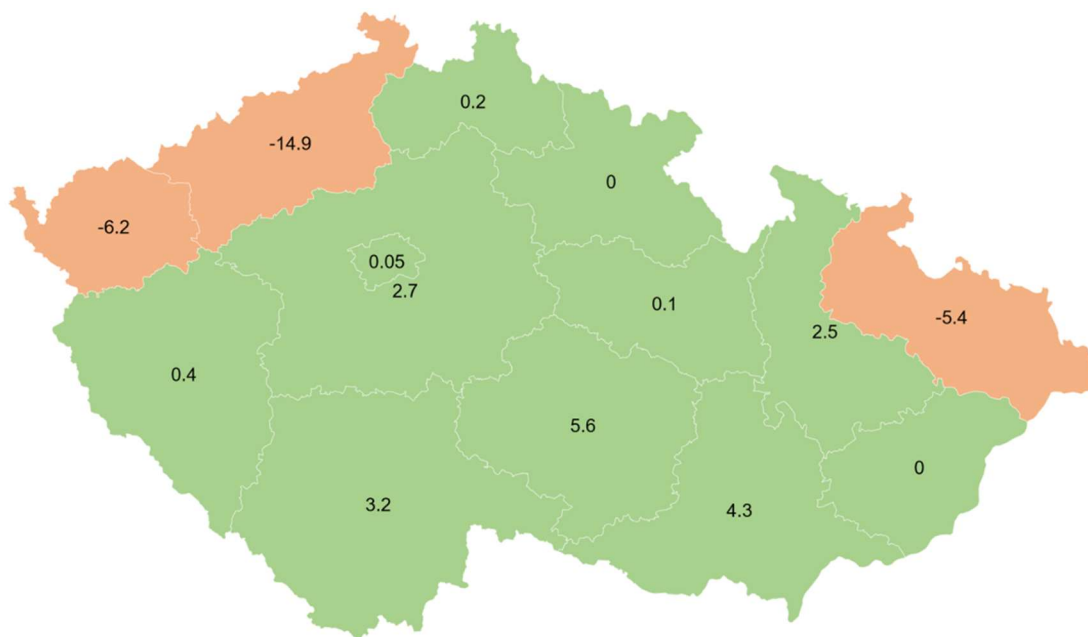
Obrázek 27 Bilance dostupnosti a poptávky biomasy v teplárenství [PJ] – Scénář A



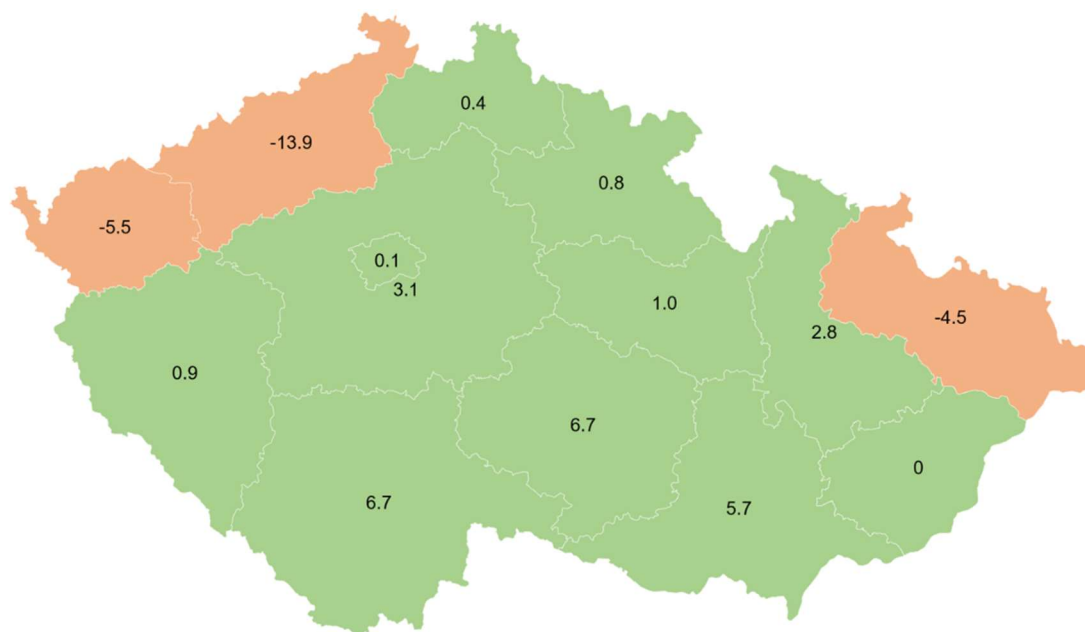


Obrázek 28 Bilance dostupnosti a poptávky biomasy v teplárenství [PJ] – Scénář B

Z grafů vyplývá, že až na zmíněné „uhelné“ kraje (kde je vysoká poptávka po biomase) a kraj Královehradecký, je bilance dostupnosti a poptávky biomasy kladná, tedy přebytková. Je tak uvažováno s importem biomasy v závislosti na kraji a scénáři v rozmezí 0,08 až 3,1 PJ do Karlovarského, Ústeckého, Moravskoslezského, Zlínského a v případě minimalistického scénáře i do Královehradeckého kraje. Následující obrázky (Obr. 29 a Obr 30) představují výslednou bilanci přebytku či nedostatku biomasy (energie v biomase) v teplárenství pro jednotlivé kraje pro uvažované scénáře.



Obrázek 29 Výsledná bilance přebytku či nedostatku biomasy v teplárenství [PJ] – Scénář A



Obrázek 30 Výsledná bilance přebytku či nedostatku biomasy v teplárenství [PJ] – Scénář B

Z obrázků je patrné, že ani vývoz biomasy ze sousedních krajů nevyřeší nedostatkovou bilanci v Karlovarském, Ústeckém a Moravskoslezském kraji, kde se nedostatková bilance v závislosti na scénáři a kraji pohybuje od zhruba -4,5 PJ až do -14,9 PJ.

Jak dokládají uvedená grafická znázornění, jednotlivé kraje disponují různě velkým zastoupením soustav centrálního zásobování teplem a také různě velkým zastoupením uhlí v palivovém mixu. S ohledem na dostupný potenciál biomasy v jednotlivých krajích tak i přes částečnou dotaci ze sousedních krajů nedochází ve všech krajích ke shodě dostupného potenciálu biomasy pro transformaci teplárenství s identifikovaným potenciálem biomasy pro náhradu uhlí při výrobě dodávkového tepla. Těmito nedostatkovými kraji jsou Karlovarský, Ústecký a Moravskoslezský kraj. V těchto krajích by tak bylo třeba hledat další dostupný potenciál energie z biomasy, který by nebyl příliš zatížen dopravními náklady (např. cílené pěstování biomasy na výsypkách či v místech bývalé těžby uhlí).

## 8.2. Souhrnné vyhodnocení dosavadních zjištění

Jedním z klíčových zjištění z provedených analýz a souvisejících prací je poměrně nízký podíl „lesní biomasy“ na celkovém potenciálu biomasy pro teplárenství. Podíl lesních těžebních zbytků (LTZ) a nehroubí dosahuje úrovně jen cca 15 % celkového potenciálu biomasy pro teplárenství (ale obecně pro celou energetiku). Tento fakt pak může hrát zásadní roli zejména v souvislosti s případnou dopravou těchto surovin do vhodných

regionů (která může být obtížná a nákladná). Zároveň pak klade poměrně vysoké nároky na samotnou technologii. Zejména využití slámy a energetických trav je v současnosti realizováno především v menších soustavách zásobování teplem. Tento aspekt není v rámci metodiky podrobněji řešen a je uvažován pouze celkový potenciál biomasy, do budoucna by tedy mohlo být přínosné detailněji ověřit možnosti využití biomasy ze zemědělské půdy (resp. fytomasy) v souvislosti s očekávanou transformací teplárenství a plánovanými technologiemi. To by však mohlo vyžadovat úzkou spolupráci s konkrétními „teplárenskými“ subjekty, které nemusí být ochotny své strategie zveřejňovat. Kladný dopad na reálnou využitelnost dostupného potenciálu biomasy by mohl mít významnější rozvoj technologie pro spalování fytomasy (poměrně běžně využíváno např. v Dánsku, v ČR je vhodným příkladem např. spalování slámy v Kutné Hoře) nebo zajištění spoluspalování fytomasy v rámci ZEVO. Realizace spoluspalování slámy v rámci ZEVO není dle dostupných informací v rámci ČR využívána. Z technického hlediska by takový přístup mj. mohl klást zvýšené nároky na využitou technologii (ať už ve smyslu samotné kotelny či např. následného čištění spalin).

V souvislosti s významným podílem slámy, energetických trav a TTP na celkovém potenciálu biomasy je třeba zdůraznit i významnou závislost celkového potenciálu biomasy na klimatických podmínkách. Zatímco na potenciál dřevní biomasy, tzv. dendromasy (lesní těžební zbytky, RRD atd.) nemusí mít „nepříznivé“ klimatické podmínky díky delšímu časovému horizontu sklizně takovýchto plodin významný vliv (např. jeden suchý rok), u zmiňované „zemědělských energetických plodin“, tzv. fytomasy mohou mít nepříznivé klimatické podmínky zásadní vliv. Je tedy třeba počítat se značnou volatilitou celkového potenciálu biomasy v závislosti na podnebí a klimatických podmínkách.

Další zásadní informací je fakt, že potenciál poptávky po biomase v jednotlivých krajích, který významně souvisí s četností a robustností SZT v jednotlivých krajích, se nemusí setkat s potenciálem samotné biomasy, jakožto vstupního materiálu (paliva). Toto je patrné zejména v případech krajů, kde jsou koncentrovány SZT, jako je např. Ústecký či Moravskoslezský kraj. V těchto krajích potenciální poptávka významně převyšuje odhadovaný dostupný potenciál biomasy. Tento nedostatek by bylo možno alespoň částečně nahradit z ostatních (dosud byly uvažovány pouze sousední) krajů, kde je situace opačná.

Na základě informací obdržených ze strany zástupců MŽP týkajících se očekávaných projektů (aktuálně plánovaných projektů), uvažují tyto projekty s využitím biomasy v teplárenství na úrovni cca 2 801 078 MWh, tj. cca 10 PJ. Rozdělení je uvedeno v následující tabulce (Tab. 8).

Tabulka 8 Předpokládané spotřeby biomasy pro projekty podpořené v rámci MdF od SFŽP, zdroj: MŽP

Stručný popis investice	Palivo před	Palivo po	Spotřeba biomasy MWh/rok
Přechod zdroje z uhlí na biomasu a využití odpadního tepla, s KVET, parní kondenzační odběrová turbína.	HU	B	304 878
Kotle na uhlí budou nahrazeny kotly na biomasu a zemní plyn, bez KVET.	HU	B + ZP	40 958
Přechod z uhlí na biomasu a zemní plyn, bez KVET.	ČU	B + ZP	120 572
Přechod zdroje z uhlí na biomasu, s KVET, parní protitlaké turbíny.	HU	B	227 267
Přechod zdroje z uhlí na biomasu, najížděcí a stabilizační ZP, s KVET, dvě protitlaké jedna kondenzační turbína.	HU	B	252 990
Náhrada zdroje ze zemního plynu na biomasu, s KVET, protitlakové turbosoustrojí.	ZP	B	198 863
Náhrada zdroje z uhlí na biomasu, s KVET, kondenzační turbíny.	HU	B	1 559 923
Instalace nového ZEVO spalujícího komunální odpad a biomasu s novou protitlakou turbínou v KVET. Původně spalováno uhlí, dehet a LTO, nově biomasa a odpad a ZP (ten pouze zapalovací a stabilizační).	HU+D+LTO	B+TKO+ZP	95 627
Přechod zdroje z uhlí na biomasu a využití odpadního tepla, s KVET, parní kondenzační odběrová turbína.	HU	B	304 878
<b>Celkem</b>			<b>2 801 078</b>

Při uvažování výše uvedené spotřeby a celkového potenciálu biomasy identifikovaného v rámci této kapitoly se jedná o cca 18 % celkového odhadovaného potenciálu (dle Scénáře A cca 20 %; dle Scénáře B cca 16 %). Pokrytí uvedené poptávky po biomase by tedy mělo být bez problému zajištěno.

## 9 Závěr – shrnutí kapitol

Z hlediska dalšího rozvoje pěstování energetických/biomasových plodin a splnění očekávaného potenciálu bude, mimo jiné klíčové, zda se podaří přijmout novelu zákona o ochraně zemědělského půdního fondu (334/1992 Sb.) která v současnosti omezuje jejich pěstování na úrodnějších půdách (TOZPF I+II), kde by jejich přiměřené využití pomohlo jak diverzifikaci produkce zemědělských subjektů, tak zlepšení environmentálních funkcí.

Výsledný energetický potenciál je třeba vnímat jako horní hranici využitelného potenciálu na pozemku (pole). Do potenciálu nejsou započítávány ztráty při skladování, dopravě a případném přepracování surové biomasy. Dále je třeba si uvědomit, že výsledný využitelný potenciál biomasy pro energetické účely vyjadřuje průměrnou hodnotu nezatíženou fluktuacemi výnosů. Z tohoto důvodu lze předpokládat, že zejména lokálně bude v důsledku nepříznivých klimatických jevů docházet ke krátkodobému výraznému snížení využitelné zemědělské biomasy. V rámci kategorie energetické biomasy jsou definovány tři základní kategorie biomasy (RRD, zbytková sláma, energetické trávy + TTP), které se liší kvalitou a možným využitím a nejsou tak jednoduše zaměnitelné. Do budoucna lze očekávat nárůst alokace zemědělské půdy pro účely pěstování energetických plodin až na úroveň 10 % z celkové rozlohy orné půdy. Z pohledu maximalizace potenciálu (a následné využitelnosti dané biomasy) lze předpokládat navýšení zejména porostů RRD.

Z hlediska potenciálu biomasy ze zemědělské půdy a jeho využití v rámci transformace teplárenství je možno konstatovat, že zdroje reziduální a záměrně pěstované biomasy plní všechny současné kritéria udržitelnosti a případně i další podmínky ochrany přírody a půdy. V mnoha aspektech, resp. pozemcích je možno využít energetické plodiny a jejich porosty k zlepšování odolnosti zemědělství a krajiny proti dopadům klimatické změny jako například snižování eroze složitých pozemků, zvyšování biodiverzity půdy i krajiny, zadržování vody v krajině při současném plnění produkční funkce – produkce biomasy.

## 10 Závěr – shrnutí

Navržená metodika modelování potenciálu pevné biomasy pro energetické účely s prioritním zaměřením na využití při transformaci teplárenství jako náhrady tuzemského hnědého a černého uhlí je postavena na principu „bottom-up“. To znamená, že potenciál biomasy je modelován dle podmínek na jednotlivých pozemcích. Celkový potenciál pevné biomasy je dán jako součet potenciálu biomasy ze zemědělské a lesní půdy. Potenciál biomasy je modelován jako tzv. využitelný potenciál, tj. potenciál kdy jsou do jeho stanovení již zahrnuta různá legislativní a agrotechnická omezení. Do budoucna bude potenciál biomasy ovlivňován i kritérii udržitelnosti biomasy a potřebou certifikace biomasy (pokud má být daná biomasa legitimována pro podporu a pro započítávání do naplňování plnění národních cílů OZE).

V případě zemědělské půdy je potenciál konvenčních a energetických plodin odvozován od půdních a klimatických podmínek na daném pozemku (resp. polygonu vzniklém průnikem databáze BPEJ a LPIS). V případě lesní půdy se vychází z lesních hospodářských plánů a respektuje se vliv kůrovcové kalamity.

Metodika je aplikována na výpočtu potenciálu biomasy pro výchozí rok (2022), rok 2030 a 2050. Potenciál biomasy je pro výhled do roků 2030 a 2050 parametrizován rozlohou orné půdy pro víceleté energetické plodiny (5, resp. 10 %) a scénářem potenciálu biomasy z lesní půdy zohledňující vliv kůrovcové kalamity. Potenciál biomasy ze zemědělské půdy je korigován o spotřebu biomasy pro chov hospodářských zvířat.

Celkový potenciál biomasy pro energetické účely se do budoucna měnit s ohledem na následující faktory:

- Rozloha alokace orné půdy pro víceleté energetické plodiny. Zde lze předpokládat, že uvažované rozlohy 5 % (pro rok 2030) a 10 % (pro rok 2050) jsou na horní hranici možné alokace půdy, a to zejména s ohledem na zajištění potravinové bezpečnosti.
- Vliv klimatické změny: Vliv klimatické změny lze v z pohledu rozlohy celé ČR považovat za méně významný. Dle provedených analýz (ale i rešerše literatury) lze očekávat náhradu současného sortimentu (odrůd) plodin plodinami lépe přizpůsobenými klimatické změně. Současně lze předpokládat významné

regionální změny ve struktuře plodin, které mohou ovlivnit potenciál biomasy v rámci jednotlivých regionů (krajů).

- Změny stavu hospodářských zvířat: Pokles stavů hospodářských zvířat obecně povede k poklesu redukce biomasy o část biomasy pro tato zvířata. To by vedlo k adekvátnímu nárůstu potenciálu biomasy.

V popsané metodice není zohledněna ekonomická konkurenceschopnost produkované biomasy: proto lze výše uvedené potenciály biomasy považovat za horní odhady. V některých případech by totiž produkční cena biomasy mohla přesáhnout limit, za který by byla na trhu konkurenceschopná. Tato problematika je blíže popsána v (Knápek et al, 2021)<sup>4</sup>.

Metodika současně primárně pracuje s potenciálem biomasy tzv. na hraně pole. Z hlediska využití potenciálu biomasy pro energetické účely (pro pokrytí poptávky po biomase) je třeba uvažovat ztráty při sklizni, dopravě a skladování biomasy. Tyto ztráty lze odhadnout dle jednotlivých typů biomasy do výše max. 10 %.

---

<sup>4</sup> • KNÁPEK, J. et al. Policy implications of competition between conventional and energy crops. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2021, 151 1-11. ISSN 1364-0321. DOI 10.1016/j.rser.2021.111618.dd

## 11 Literatura

- Boix-Fayos C, de Vente J. Challenges and potential pathways towards sustainable agriculture within the European Green Deal. *Agr Syst.* 2023;207:1-14.
- ČHMÚ (2019) Aktualizace - Komplexní studie dopadů, zranitelnosti a zdrojů rizik souvisejících se změnou klimatu v ČR z roku 2015. Praha, 384s.
- Dimitriou, I., Baum, C., Baum, S., Busch, G., Schulz, U., Köhn, J., . . . Bolte, A. (2011). Quantifying environmental effects of Short Rotation Coppice (SRC) on biodiversity, soil and water. IEA Bioenergy: Task 43. Retrieved from [https://task43.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/sites/11/2017/06/wp\\_11\\_Bioenergy\\_Task43\\_TR2011-01.pdf](https://task43.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/sites/11/2017/06/wp_11_Bioenergy_Task43_TR2011-01.pdf)
- Fakta o klimatu (2022a): Průměrná roční teplota v ČR; <https://faktaoklimatu.cz/infografiky/teplota-cr>
- Fakta o klimatu (2022b): Trend nárůstu teplot v ČR v jednotlivých měsících <https://faktaoklimatu.cz/infografiky/trend-teplot-cr>
- A. L. Fernando, M. P. Duarte, J. Almeida, S. Boléo, B. Mendes, Environmental impact assessment of energy crops cultivation in Europe *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, 4 (6) (2010), pp. 594-604
- Furtak K, Wolińska A. The impact of extreme weather events as a consequence of climate change on the soil moisture and on the quality of the soil environment and agriculture – A review. *Catena.* 2023;231:1-15.
- Kadavý, J., Flora, M., Hurt, V., Kneifl, M., Knott, R., & Servus, M. (2011). Nízký a střední les jako plnohodnotná alternativa hospodaření malých a středních vlastníků lesa. Kostelec nad
- Knápek, J., et al. Effectiveness of biomass for energy purposes: a fuel cycle approach. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Energy and Environment.* 2015, 4(6), pp. 575-586. ISSN 2041-8396
- KRÁLÍK, T., KNÁPEK, J., VÁVROVÁ, K., OUTRATA, D., ROMPORTL, D., HORÁK M., JANDERA J. (2023): Ecosystem services and economic competitiveness of perennial energy crops in the modelling of biomass potential – A case study of the Czech Republic. *Renewable & sustainable energy reviews* 173: 113120, doi: 10.1016/J.RSER.2022.113120.



Křen, J., Valynioná, S., & Hováková, V. (2010). Variability of winter wheat yields in practice and in national variety trials. Agro2010 the XIth ESA Congress, Montpellier, 361-362.

Jacobs SR, Webber H, Niether W, Grahmann K, Lüttschwager D, Schwartz C, et al. Modification of the microclimate and water balance through the integration of trees into temperate cropping systems. Agr Forest Meteorol. 2022;323:1–13. Černými lesy: Lesnická práce.

Livingstone D, Smyth BM, Cassidy R, Murray ST, Lyons GA, Foley AM, et al. Reducing the time-dependent climate impact of intensive agriculture with strategically positioned short rotation coppice willow. J Clean Prod. 2023;419:1-17.

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2020/852 ze dne 18. června 2020 o zřízení rámce pro usnadnění udržitelných investic a o změně nařízení (EU) 2019/2088 (Text s významem pro EHP), vol. 198. 2020. Accessed: Apr. 15, 2024. [Online]. Available: <http://data.europa.eu/eli/reg/2020/852/oj/ces>

Nařízení Komise v přenesené pravomoci (EU) 2021/2139 ze dne 4. června 2021, kterým se doplňuje nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2020/852, pokud jde o stanovení technických screeningových kritérií pro určení toho, za jakých podmínek se hospodářská činnost kvalifikuje jako významně přispívající ke zmírňování změny klimatu nebo k přizpůsobování se změně klimatu, a toho, zda tato hospodářská činnost významně nepoškozuje některý z dalších environmentálních cílů (Text s významem pro EHP), vol. 442. 2021. Accessed: Apr. 15, 2024. [Online]. Available: [http://data.europa.eu/eli/reg\\_del/2021/2139/oj/ces](http://data.europa.eu/eli/reg_del/2021/2139/oj/ces)

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/841 ze dne 30. května 2018 o zahrnutí emisí skleníkových plynů a jejich pohlcování v důsledku využívání půdy, změn ve využívání půdy a lesnictví do rámce politiky v oblasti klimatu a energetiky do roku 2030 a o změně nařízení (EU) č. 525/2013 a rozhodnutí č. 529/2013/EU (Text s významem pro EHP), vol. 156. 2018. Accessed: Apr. 16, 2024. [Online]. Available: <http://data.europa.eu/eli/reg/2018/841/oj/ces>

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2023/839 ze dne 19. dubna 2023, kterým se mění nařízení (EU) 2018/841, pokud jde o oblast působnosti, zjednodušení pravidel pro vykazování a zajištění souladu a stanovení cílů členských států pro rok 2030, a nařízení (EU) 2018/1999, pokud jde o zlepšení monitorování, vykazování, sledování

pokroku a přezkum (Text s významem pro EHP), vol. 107. 2023. Accessed: Apr. 16, 2024. [Online]. Available: <http://data.europa.eu/eli/reg/2023/839/oj/ces>

189/2018 Sb. Nařízení vlády o kritériích udržitelnosti biopaliv a snižování emisí skleníkových plynů z pohonných hmot” Zákony pro lidi. Accessed: Apr. 16, 2024. [Online]. Available: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2018-189>

B. Pedroli, B. Elbersen, P. Frederiksen, U. Grandin, R. Heikkilä, P.H. Krogh, et al. Is energy cropping in Europe compatible with biodiversity?—Opportunities and threats to biodiversity from land-based production of biomass for bioenergy purposes *Biomass Bioenergy*, 55 (2013), pp. 73-86

“Posouzení trajektorií udržitelného využívání bioenergie v ČR | MPO.” Accessed: Apr. 15, 2024. [Online]. Available: <https://www.mpo.cz/cz/energetika/strategicke-a-koncepcni-dokumenty/posouzeni-trajektorii-udrzitelneho-vyuzivani-bioenergie-v-cr--271691/>

Prováděcí nařízení Komise (EU) 2022/2448 ze dne 13. prosince 2022 o stanovení operativních pokynů ohledně důkazů pro prokázání souladu s kritérii udržitelnosti pro lesní biomasu uvedenými v článku 29 směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/2001 (Text s významem pro EHP), vol. 320. 2022. Accessed: Apr. 16, 2024. [Online]. Available: [http://data.europa.eu/eli/reg\\_impl/2022/2448/oj/ces](http://data.europa.eu/eli/reg_impl/2022/2448/oj/ces)

T. Ranius, A. Hämäläinen, G. Egnell, B. Olsson, K. Eklöf, J. Stendahl, et al. The effects of logging residue extraction for energy on ecosystem services and biodiversity: a synthesis. *Environ. Manag.*, 209 (2018), pp. 409-425

ROČNÍ ZPRÁVA O PROVOZU TEPLÁRENSKÝCH SOUSTAV ČR ZA ROK 2022  
<https://eru.gov.cz/rocní-zpráva-o-provozu-teplarenskych-soustav-cr-za-rok-2022>

Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/2001 ze dne 11. prosince 2018 o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů (přepracované znění) (Text s významem pro EHP.), vol. 328. 2018. Accessed: Apr. 15, 2024. [Online]. Available: <http://data.europa.eu/eli/dir/2018/2001/oj/ces>

Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2023/2413 ze dne 18. října 2023, kterou se mění směrnice (EU) 2018/2001, nařízení (EU) 2018/1999 a směrnice 98/70/ES, pokud jde o podporu energie z obnovitelných zdrojů, a zrušuje směrnice Rady (EU) 2015/652.

2023. Accessed: Apr. 15, 2024. [Online]. Available:  
<http://data.europa.eu/eli/dir/2023/2413/oj/ces>

VÁVROVÁ, K. et al. Model for evaluation of locally available biomass competitiveness for decentralized space heating in villages and small towns. *Renewable Energy*. 2018, 2018(129), 853-865. ISSN 0960-1481

Vávrová, K.; Knápek, J.; Weger, J.; Outrata, D.; Králík, T. Complex Aspects of Climate Change Impacts on the Cultivation of Perennial Energy Crops in the Czech Republic. *Energy Convers. Manag. X* **2023**, *20*, doi:10.1016/j.ecmx.2023.100465.

110/2022 Sb. Vyhláška o stanovení druhů a parametrů podporovaných obnovitelných zdrojů a kritérií udržitelnosti a úspory emisí skleníkových plynů pro biokapaliny a paliva z biomasy” *Zákony pro lidi*. Accessed: Apr. 16, 2024. [Online]. Available:  
<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2022-110>

Weger, J., Lojka, B., Dumbrovský, M., Knápek, J., Kotrba, R., Sobotková, V., Houška, J., Preininger, D., Bubeník, J., Vymazalová, M., & Humešová, T. (2022). Doporučené postupy a komponenty agrolesnických systémů pro obnovu a posílení mimoprodukčních funkcí krajiny. VÚKOZ, Průhonice. <https://www.vukoz.cz/wp-content/uploads/2023/03/Methodika-ALS-Epsilon-fin-3.pdf>

Blas Mola-Yudego, Ioannis Dimitriou, Bruno Gagnon, Jörg Schweinle, Biljana Kulišić, Priorities for the sustainability criteria of biomass supply chains for energy, *Journal of Cleaner Production*, Volume 434, 2024, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.140075>.

## 12 Seznam obrázků

Obrázek 1 Vyhodnocení cílů v oblasti sekvestrace CO <sub>2</sub> odvětví LULUCF (Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU), 2023).....	27
Obrázek 2 Rozhodovací strom pro stanovení poptávky po biomase v daném regionu (kraj) .....	34
Obrázek 3 Očekávaná poptávka po biomase pro pokrytí dodávkového tepla [TJ]: současná poptávka + budoucí potenciál.....	38
Obrázek 4 Biopásy s ovocnými dřevinami na erozně ohrožených svazích (vlevo; Šardice, Moravské Toskánsko) a střídání pásů erozních a protierozních plodin (vpravo: kukuřice – ječmen, Němčičky) .....	45
Obrázek 5 Graf průměrné teploty vzduchu ve vegetačních obdobích na zemědělských pozemcích s různou hustotou dřevin (POLE bez dřevin; ALS 300-400 ks/ha; RRD 10000 ks/ha) .....	46
Obrázek 6 Průměrná denní míra střevlíků - adaptabilních (nahore) eurytopních (dole) podle stanovišť na 5 lokalitách (počet/past/den); Kz-konvenční zemědělství; KZe-ekoton Kz; ALS-agrolesnický systém; PB-přírodě blízké stanoviště.....	46
Obrázek 7 Ukázky silvoorebného a silvopastevního agrolesnického systému: vlevo sklizeň jarního ječmene v ALS Michovky (VÚKOZ Průhonice) a vpravo sklizeň sena v ALS s ořešákem (Miskovice).....	47
Obrázek 8 Porosty energetických plodin plní v krajině významné produkční i mimoprodukční funkce (vlevo sklizeň výmladkové plantáže RRD pro Plzeňskou teplárenskou a.s., vpravo pak porost ozdobnice v letním období plnění funkce trvalé zeleně i po sklizni monokultur jednoletých plodin na Vysočině).....	48
Obrázek 9 Demonstrace protierozního efektu 2 typů porostů dřevin na svahu 7–9 % při experimentálních zadešťovacích zkouškách (VUMOP, VUKOZ, 2023); vlevo výmladkový pás RRD široký 6 metrů a simulace 100leté srážky – nulový odtok; vpravo jednořádkový pás ALS široký 2 metry a přelivová zkouška rýhové eroze – výrazné snížení odnosu půdy a rychlosti prodělení. V obou případech se jedná o dřeviny 2 rok po výsadbě (výška 1–1,5 m).....	48
Obrázek 10 Mapa prioritizace pěstování RRD z hlediska podpory krajinných funkcí.....	60
Obrázek 11 Využitelný potenciál biomasy lesních těžebních zbytků pro zvolené varianty v jednotlivých krajích ČR .....	64
Obrázek 12 Celkový využitelný potenciál LTZ v ČR pro zvolené varianty.....	65
Obrázek 13 Distribuce využitelného potenciálu biomasy nehroubí (LTZ) po krajích ČR dle Varianty 4, která zohledňuje dopady kůrovcové kalamity i nedostupnost lesní těžby.....	65
Obrázek 14 Predikce celkového využitelného potenciálu LTZ v ČR v letech 2024, 2030 a 2050.....	66
Obrázek 15 Predikce celkového energetického potenciálu LTZ v ČR v letech 2024, 2030 a 2050 v TJ.....	67
Obrázek 16 Energetický potenciál biomasy ze zemědělské půdy dle jednotlivých kategorií a krajů ČR k roku 2022 reprezentující současný stav pěstování potravinových a energetických plodin dle LPIS .....	68
Obrázek 17 Odhad energetického potenciálu dle jednotlivých kategorií a krajů ČR k roku 2030 reprezentující variantu využití 5 % zemědělské půdy pro pěstování energetických plodin.....	69
Obrázek 18 Energetický potenciál biomasy ze zemědělské půdy dle jednotlivých kategorií a krajů k roku 2050 - prioritizace produkce biomasy pro přímé spalování (10 % rozlohy půdy pro energetické plodiny).....	70
Obrázek 19 Možné scénáře potenciálu biomasy ze zemědělské půdy .....	71
Obrázek 20 Energetický potenciál biomasy v ČR v roce 2022 .....	71
Obrázek 21 Energetický potenciál biomasy v ČR v roce 2030 .....	72

Obrázek 22 Energetický potenciál biomasy v ČR v roce 2050 .....	72
Obrázek 23 Celkový využitelný potenciál biomasy pro teplárenství [PJ] – Scénář A.....	77
Obrázek 24 Celkový využitelný potenciál biomasy pro teplárenství [PJ] – Scénář B.....	78
Obrázek 25 Celkový využitelný potenciál biomasy pro teplárenství [PJ] v rozdělení na podíly jednotlivých druhů biomasy – Scénář A .....	79
Obrázek 26 Celkový využitelný potenciál biomasy pro teplárenství [PJ] v rozdělení na podíly jednotlivých druhů biomasy – Scénář B .....	79
Obrázek 27 Bilance dostupnosti a poptávky biomasy v teplárenství [PJ] – Scénář A.....	80
Obrázek 28 Bilance dostupnosti a poptávky biomasy v teplárenství [PJ] – Scénář B.....	81
Obrázek 29 Výsledná bilance přebytku či nedostatku biomasy v teplárenství [PJ] – Scénář A .....	81
Obrázek 30 Výsledná bilance přebytku či nedostatku biomasy v teplárenství [PJ] – Scénář B .....	82

## 13 Seznam tabulek

Tabulka 1 Výroba dodávkového tepla brutto v TJ podle paliv v krajích ČR, zdroj dat: Roční zpráva o provozu teplárenských soustav české republiky 2022, ERÚ (ROČNÍ ZPRÁVA O PROVOZU TEPLÁRENSKÝCH SOUSTAV ČR ZA ROK 2022, 2022).....	33
Tabulka 2 Výpočet budoucího potenciálu poptávky po biomase v krajích ČR.....	36
Tabulka 3 Koeficienty pro stanovení množství slámy a hodnoty výhřevnosti slámy Zdroj: (Havlíčková, Weger, & Knápek, 2011) – aktualizováno 2021, VÚKOZ, v. v. ....	59
Tabulka 4 Průměrné výhřevnosti čerstvé a suché biomasy z lokálních zdrojů.....	61
Tabulka 5 Energetický potenciál lesních těžebních zbytků pro transformaci teplárenství .....	75
Tabulka 6 Energetický potenciál slámy pro energetické účely, energetických trav včetně trvalých travních porostů a rychle rostoucích dřevin pro teplárenství.....	76
Tabulka 7 Celkový využitelný potenciál biomasy pro energetické účely (teplárenství) .....	76
Tabulka 8 Předpokládané spotřeby biomasy pro projekty podpořené v rámci MdB od SFŽP, zdroj: MŽP .....	84

