



Fakulta agrobiologie,  
potravinových a přírodních zdrojů



**Výzkumný ústav meliorací  
a ochrany půdy, v.v.i.**

## **Metodika strategického zaměření výroby ve zvoleném území s použitím biomasy pro energetické účely**

Methodology for regional agriculture production strategy with respect to the energy use of  
biomass

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

### **Vydala:**

Česká zemědělská univerzita v Praze 2021

### **Zpracovali:**

Ing. Mgr. Lukáš Páček, Ph.D., FAPPZ ČZU v Praze

Doc. Ing. Josef Hakl, Ph.D., FAPPZ ČZU v Praze

Ing. Kateřina Pračková, FAPPZ ČZU v Praze

Ing. Vladimír Papaj, Ph.D., VÚMOP, v.v.i.

**ISBN: 978-80-213-3093-1**

## **Dedikace**

Metodika byla vytvořena v rámci projektu NAZV QK1710307 Ekonomická podpora strategických procesů na národní i regionální úrovni vedoucí k optimálnímu využití obnovitelných zdrojů energie, především pak biomasy, při respektování potravinové soběstačnosti a ochrany půdy.

## Obsah

1	Vlastní popis metodiky .....	5
1.1	Úvod .....	5
1.2	Indikátory .....	7
A)	Aktuální bilance zemědělské výroby .....	7
B)	Struktura rostlinné produkce .....	9
C)	Živočišná produkce a využití zdrojů pro BPS .....	10
2	Modelové využití metodiky ve zvoleném regionu .....	12
2.1	Využití metodiky a zdrojová data: .....	12
2.2	Popis kalkulace vstupních dat v modulu EKONOMIKA .....	12
2.3	Aplikace metodiky na modelové území .....	15
3	Novost postupu .....	22
4	Uplatnění metodiky .....	23
5	Ekonomické aspekty .....	24
6	Environmentální aspekty .....	24
7	Zdroje: .....	25
7.1	Seznam publikací, které předcházely metodice / výstupy z originální práce .....	25
7.2	Ostatní zdroje .....	25

## Seznam zkratk

ANC	.....	Areas with Natural Constraints, oblasti s přírodními nebo jinými zvláštními omezeními
BPS	.....	bioplynová stanice
BPEJ	.....	bonitovaná půdně ekologická jednotka
BTPM	.....	bez tržní produkce mléka
ČSÚ	.....	Český statistický úřad
DJ	.....	dobytčí jednotka (500kg)
DZES 5	.....	dobrý zemědělský a environmetální stav půdy
HP	.....	hlavní produkt
LPIS	.....	Land Parcel Identification System, Veřejný registr půdy
MAS	.....	místní akční skupiny
MEO	.....	mírně erozně ohoržené půdy
MEŘO	.....	methylester řepkového oleje
MZe	.....	Ministerstvo zemědělství
OL	.....	organické látky
OZE	.....	obnovitelné zdroje energie
ORP	.....	obec s rozšířenou působností
POH	.....	půdní organická hmota
RESTEP	.....	Regional Sustainable Energy Policy, Interaktivní mapa obnovitelných zdrojů pro regionální udržitelné plánování v energetice
SEO	.....	silně erozně ohrožené půdy
TTP	.....	trvale travní porost
ÚZEI	.....	Ústav zemědělské ekonomiky a informací
VP	.....	vedlejší produkt
VÚRV	.....	Výzkumný ústav rostlinné výroby
VÚZT	.....	Výzkumný ústav zemědělské techniky

## Cíl metodiky

Cílem předkládané metodiky je posoudit dlouhodobý dopad strategie zaměření zemědělské výroby na udržitelnou zemědělskou produkci. S její pomocí bude možné vytvořit zemědělské charakteristiky jakýchkoli regionů České republiky (s výjimkou hlavního města). Na jejich základě budou moci být popsána aktuální zaměření daných regionů. Dále budou navrženy konkrétní indikátory, pomocí kterých se dlouhodobý dopad strategie na udržitelné hospodaření bude posuzovat. Zároveň tak budou posouzeny možnosti využití přebytků ze zemědělské výroby pro obnovitelné zdroje energie (OZE). Toto hodnocení umožní navrhnout vhodné změny ve zvolené strategii, které budou mít předpoklad pro posílení dlouhodobé udržitelnosti pro zvolené území.

## 1 Vlastní popis metodiky

Předkládaná metodika je souhrnem vhodných postupů, stanovených pomocí podrobných analýz a zvolených indikátorů, na jejichž základě lze zhodnotit strategické zaměření zemědělské výroby ve zvoleném regionu s možnostmi použití biomasy pro energetické účely a ve vztahu k dlouhodobé udržitelnosti. V metodice jsou detailně popsány postupy, které byly použity při řešení výzkumného projektu QK1710307 Ekonomická podpora strategických a rozhodovacích procesů na národní i regionální úrovni vedoucí k optimálnímu využití obnovitelných zdrojů energie, především pak biomasy, při respektování potravinové soběstačnosti a ochrany půdy.

### 1.1 Úvod

Vhodné zaměření zemědělské výroby v daných oblastech a regionech je racionální směr uvažování, který se snaží zohlednit aktuální potravinářské potřeby, nároky na výživu hospodářských zvířat, ale také spotřebu energetického sektoru využívajícího rostlinnou biomasu. Vhodné zaměření zemědělské výroby se odráží od aktuálního stavu prostředí a jeho opatření pro udržitelný rozvoj v dané oblasti. Tento směr je v souladu se Strategií Ministerstva zemědělství do roku 2030.

Strategie Ministerstva zemědělství do roku 2030 reaguje na probíhající změny v oblasti klimatických podmínek a bezprostřední i dlouhodobé strategické úkoly, které v souvislosti s tím vyplývají z realizace opatření pro zmírnění negativních dopadů sucha a nedostatku vody.

Mezi čtyři základní jednotící dlouhodobé priority v rámci perspektivy trvale udržitelného rozvoje patří konkurenceschopné a udržitelné zemědělství, potravinářství, lesní a vodní hospodářství. Dále sem bylo zařazeno trvale udržitelné potravinové zabezpečení a přiměřená soběstačnost. Prioritou je také udržitelné hospodaření s přírodními zdroji a opatření v oblasti klimatu. V neposlední řadě jde o vyvážený územní rozvoj hospodářství a komunit včetně vytváření pracovních míst (MZe, 2016).

Podmínky pro zemědělství v České republice jsou zejména v posledních letech ovlivněny zásadními změnami klimatu. Implementují se opatření odrážející intenzivnější výskyty extrémního počasí, převládající sucho či rychlé záplavy, což dokládá například nařízení vlády z roku 2015, které vedlo k vytvoření Koncepce ochrany před následky sucha pro území ČR (MZe, 2017). Negativními dopady na udržitelnou zemědělskou produkci přispívá také aktuální zaměření rostlinné výroby, které se zakládá především na ekonomických aspektech a často není brán velký zřetel na samotný stav půdy, její kvalitu a obecně reálné možnosti daného stanoviště pro dlouhodobě udržitelné hospodaření. Je opomíjeno, že snaha o udržitelné zemědělství, potažmo udržitelné využívání přírodních zdrojů je zásadní investicí do budoucna.

Česká republika obdělává 3 523 659 ha zemědělské plochy, orná půda pokrývá 2 486 367 hektarů (ČSÚ, 2019). Využití plodin, které jsou na zemědělské půdě pěstovány, je rozmanité. Základní účel pěstování plodin je samozřejmě výživa obyvatelstva. S tím také souvisí pojem potravinová soběstačnost. Obecně jde o termín používaný v souvislosti s mírou schopnosti jednotlivých zemí uspokojit potravinové potřeby domácí produkce (Pulkrábek a kol., 2019). Dalšími využitími plodin jsou produkce surovin pro potravinářský a lehký průmysl a produkce a pěstování krmiva a steliva pro živočišnou výrobu. Je třeba neopomínat zajištění reprodukčního materiálu k obnově pěstování ve smyslu osiva a sadby. Dále pak pěstování plodin pro mimoprodukční, například estetické účely. Velkou váhu má v současnosti využívání plodin pro produkci obnovitelné energie,

tudíž produkce energetické biomasy (RESTEP, 2014). Podle aktuálně dostupných dat Eurostatu z roku 2017 (zpracování statistických dat obvykle probíhá několik let) je podíl jednotlivých obnovitelných zdrojů energie na konečné spotřebě v zemích Evropské unie tvořen z 58,6 % energií z biomasy (BIOM, 2020). Tradiční využití trvale travních porostů (TTP) v podobě zdroje píce pro hospodářská zvířata má v posledních dekádách snižující se význam především z důvodu poklesu stavu přežvýkavců v ČR. Narůstá tak význam alternativního využití fytomasy, a to především pro energetické využití. V současnosti jsou nejrozšířenější dva základní způsoby využití energie: i) přímé spalování (sušená lisovaná píce či pelety z nich vyrobené); ii) anaerobní bioplynová fermentace (čerstvá píce, siláže). Nejvyšší potenciál produkce energie z fytomasy travních porostů je v oblastech s jejich vysokým zastoupením v zemědělském půdním fondu, což je v ČR především ve vyšších nadmořských výškách a v marginálních oblastech (ANC). Z tohoto důvodu tato produkce nepředstavuje přímou konkurenci k pěstování tržních plodin na orné půdě, ale naopak tvoří vhodnou alternativu pro udržení správného využívání travních porostů i při nízkých stavech chovaných zvířat (Encyklopedie RESTEP, 2014). Bilance slámy obilovin a řepky a možnosti jejího využití pro energetické účely byly stanovené podle doporučení v Akčním plánu pro biomasu 2012 – 2020. Podle těchto doporučení lze tedy předpokládat, že pro energetické využití je k dispozici asi 3,2 mil. tun slámy obilovin a asi 1 mil. t. slámy řepky (Abraham a kol., 2016). Tyto údaje však mohou být v rozporu s potřebou vracení organické hmoty do půdy prostřednictvím zaořávání vedlejších produktů jako je například sláma. Další rozšířenou plodinou pro energetické účely je kukuřice a s ní souvisí rozvoj výroby elektřiny z bioplynu, kde v současnosti dominují zemědělské bioplynové stanice (BPS). Pro účely BPS se kukuřice pěstuje na cca 70 000 ha (Hnutí Duha, 2018).

Oproti tomu stavy živočišné výroby v České republice zaznamenávají dlouhodobý pokles. Od roku 2002 do roku 2019 se snížil počet kusů jatečných zvířat o 35 % (ČSÚ, 2019). Dle Strategie Ministerstva zemědělství do roku 2030 je však jateční skot a hovězí maso klíčovou komoditou z hlediska žádoucího strukturálního vývoje zemědělství a zároveň očekávaných pozitivních dopadů na zlepšení kvality životního prostředí. Objevují se názory, že živočišná produkce zatěžuje životní prostředí více než rostlinná, především v souvislosti se spotřebou vody a jejím znečišťováním, nebo produkcí skleníkových plynů (Matthews, 2006). Ovšem ve vztahu k půdní úrodnosti je živočišná produkce nenahraditelným zdrojem organických hnojiv, která patří k hlavním zdrojům organické hmoty v orné půdě. Při vhodně zvolených termínech aplikace (včetně meteorologických podmínek a typu plodiny) organických hnojiv jsou vedle toho i užitečným zdrojem živin. Například dlouhodobá aplikace chlévského hnoje může zvýšit rostlinnou produkci i o 20 % (Javůrek a kol., 2010). Silnou stránkou chovu v ČR jsou také vynikající klimatické a geografické podmínky ČR pro pastevní chov skotu (MZe, 2016).

Zásadním faktorem z hlediska dlouhodobě udržitelného zemědělství je produkční schopnost půdy. Jedná se o půdní úrodnost, která je posuzována z hlediska určité, konkrétní polní plodiny. Je to komplexní, dynamická vlastnost půdy, která je nezbytná pro efektivní fungování agro-ekosystémů (Javůrek a kol. 2010). Půdní úrodnost je tvořena řadou vzájemně se ovlivňujících prvků, které lze rozdělit do 4 podskupin: fyzikální faktory, agrochemické faktory, vodní režim, organické a biologické faktory (Balík, 2010). Mezi fyzikální faktory řadíme například objemovou hmotnost půdy, maximální kapilární vodní kapacitu půdy nebo pórovitost půdy. Mezi agrochemické faktory řadíme především půdní reakci, obsah živin v půdě. Biologické faktory zahrnují počty a druhy mikroorganismů obsažených v půdě. Organické faktory zahrnují organickou hmotu v půdě, jejímž zdrojem jsou již zmíněná statková hnojiva nebo dále zapravování posklizňových zbytků do půdy. Nelze opomenout obsah humusu v půdě, který je velmi důležitý při poutání živin v půdě (Javůrek a kol., 2010). Bilancí organických látek v rostlinné výrobě se zabývá Klír (2020), který vyzdvihuje, že sledování toku organických látek je o to důležitější, když vzrůstá požadavek na krytí části energie z obnovitelných zdrojů (OZE). Na úrovni Evropské unie by mělo být do roku 2030 dosaženo minimálně 27 % podílu OZE na hrubé spotřebě energie, což pravděpodobně přinese nutnost zvýšit produkci biomasy v lesích i na zemědělské půdě. K energetickému využití je zatím v ČR využíváno 0,1 až 0,5 mil. tun slámy. Větší městské zdroje však lokálně spotřebují řádově tisíce až desítky tisíc tun paliva ročně. Závěrem udává, že problematické, ve smyslu dodání organické hmoty do půdy, mohou být určité regiony, zejména ty, kde jsou kromě spaloven i BPS, protože sláma (a zelené hnojení) je v řadě závodů bez chovu zvířat nebo bez produkce hnoje hlavním zdrojem pro navrácení organických látek do půdy (Klír, 2020).

Sociálně-ekonomické aspekty a především klimatické podmínky a problematika degradace půdy představují podstatu pro precizní rozvrh využívání zemědělské půdy. V současnosti dochází v České republice k velmi závažným degradacím půd a tím k poškozování jejich funkcí. Degradace půd je procesem pomalým, plíživým, ale jeho důsledky mohou vést k omezení nebo až úplnému zničení cenných produkčních i mimoprodukčních funkcí. Mezi hlavní faktory, které způsobují ztrátu půdy nebo její degradaci, patří zejména vodní a větrná eroze, utužení půd, zastavování území, ztráta organické hmoty, acidifikace nebo kontaminace půd. Všechny tyto typy degradace spolu vzájemně souvisí; převažující typ degradace podmiňuje vznik dalších a vznikne tak řetězová reakce, kterou lze jen velmi obtížně zastavit a půdu navrátit do původního stavu. Velkým problémem v ČR je také zamokření půd a nesprávné hospodaření na půdě v ochranných pásmech vodních zdrojů (OPVZ). Nástrojem, který má MZe k dispozici pro zajištění ochrany půdy před erozí a dalšími degradacemi jsou Standardy dobrého zemědělského a environmentálního stavu (DZES) nastavující požadavky podle rámce stanoveného evropskou legislativou pro zemědělské hospodaření ve shodě s ochranou životního prostředí (MZe, 2021).

Předkládaná metodika představuje originální pohled na současný stav zemědělské produkce v regionech České republiky. Stanovuje indikátory, které analyzují strukturu zaměření zemědělské výroby v daných oblastech a mohou zhodnotit vhodnost této produkce a odhalit potenciál pro OZE s přihlédnutím k požadavkům na udržitelný rozvoj území. Tento přístup je poněkud odlišný od aktuálně běžného přístupu ke strategii rozvržení výroby, kdy se chování zemědělských podniků víceméně přizpůsobuje podmínkám získávání podpor, což vyústilo do změn ve struktuře výroby, například celkového snižování rozměru živočišné výroby, a také výměry plodin více náročných na množství a kvalitu práce (včetně nároků na management a marketing, např. zelenina, ovoce) i krmných plodin s ohledem na klesající stavy hospodářských zvířat.

## 1.2 Indikátory

Metodika analyzuje aktuální situaci ve struktuře produkce v rámci regionu a zjišťuje potenciál pro uplatnění OZE při dodržení udržitelnosti celkového agro-ekosystému. V analýze jsou zohledněny tři základní charakteristiky:

- A) Aktuální bilance zemědělské produkce
- B) Struktura rostlinné produkce
- C) Živočišná produkce a využití zdrojů pro BPS

Analýza aktuální bilance zemědělské produkce představuje výchozí analýzu současného stavu výroby u plodin, jejichž spotřeba je ve spojení s regionálními potřebami. Tato bilance poskytuje orientační informace o celkové produkci ve vybraném regionu a reflektuje zároveň i odhad jejich aktuální spotřeby v daném regionu. Struktura rostlinné výroby umožňuje posoudit vhodnost současného zaměření produkce ve vztahu k udržení kvality půdního fondu na základě doporučení ohledně vhodné skladby pěstovaných plodin, při zohlednění rizik při pěstování některých plodin. Posouzení živočišné produkce vychází z jejího potenciálního příspěvku k udržování půdní úrodnosti, tak i z návaznosti na využití stávajících zdrojů pro BPS. Tyto tři základní charakteristiky jsou dále podrobně definovány a jsou posuzovány pomocí vybraných indikátorů. Podkladové údaje pro modelové výpočty vychází z veřejně dostupné databáze RESTEP s modulem EKONOMIKA, která nabízí dostupné podklady a analýzy pro rozhodování při plánování OZE.

### A) Aktuální bilance zemědělské výroby

Analýza se provádí v rámci krajů ČR, přičemž každý region bude rozdělen na produkční oblasti a oblasti s přírodními omezeními (ANC). Metodika je využitelná i pro vybrané menší územní celky (regiony), ovšem se snižující se velikostí území klesá relevantnost výstupů s ohledem na potřebu dosažení vhodných hodnot indikátorů. Pro definovaný region budou s využitím databáze LPIS stanoveny plochy a z modelových výnosů UZEI kalkulovány výnosy pěstovaných plodin, které svou spotřebou přímo navazují na produkci v regionu. Sledované plodiny jsou rozděleny do následujících skupin:

- Kukuřice na siláž
- Pícniny na orné půdě mimo kukuřice
- Sláma

- TTP

U skupin plodin zahrnutých v bilanci bude vypočtena celková produkce biomasy, která bude snížena o spotřebu objemných krmiv v regionu, ztráty při jejich produkci (konzervaci) a odhadnutou spotřebu pro stávající instalace OZE (bioplynové stanice). Nejsou zde zahrnuty plodiny, jejichž zpracování a následné využití nemá obvykle přímou vazbu na vybraný region. Jedná se především o plodiny pro potravinářské či průmyslové využití, které se zpracovávají v rámci ČR či se exportují do zahraničí. Rovněž zde nejsou zahrnuty krmné obiloviny, které se spotřebovávají ve formě jinde vyráběných krmných směsí a jejich bilance tak není v přímé vazbě na region produkce obilovin.

#### 1) Bilance rostlinné produkce

Tento hlavní indikátor se uvádí v %, relativně vůči celkové produkci v regionu a ukazuje modelový přebytek (kladné hodnoty), vyrovnanou bilanci ( $\pm 10\%$ ) či nedostatek biomasy (záporné hodnoty) po započtení plánované aktuální spotřeby ve výše uvedených skupinách. Přebytková bilance poskytuje teoretický potenciál pro další zdroje OZE využívající danou komoditu a zároveň ukazuje, jaké možné změny ve struktuře produkce by umožnily navýšit produkci v nedostatkových skupinách či při v současném stavu vyrovnaných skupinách plodin. Při tomto posouzení a navrhování případných změn je však třeba zohlednit i další uvedené indikátory, stejně jako fakt, že přebytek bilance vychází z modelových výnosů, které mohou při výrazném poklesu vlivem přírodních podmínek (např. sucha) negativně ovlivnit reálnou bilanci, kde se některé skupiny mohou stát nedostatkovými a limitujícími i při zachování jejich pěstované rozlohy (Pulkrábek et al. 2019). Z těchto důvodů je, mimo aktuální bilanci, prezentována i změna bilance pro modelové situace snížení výnosů o 10, 20 a 30 %. Tato čísla ilustrují výši rezerv pro případné výpadky produkce vlivem náhlé změny podmínek pro pěstování plodin.

U bilance silážní kukuřice (indikátor 1a) a ostatních pícnin na orné půdě (indikátor 1b) je třeba považovat za standardní přebytkovou bilanci + 15 %, protože je třeba zohlednit i ztráty vlastním zkrmováním a také fakt, že objemná krmiva se vyrábí s určitou rezervou kvůli zajištění stabilní krmivové základny s ohledem na meziroční kolísání produkce. U silážní kukuřice lze i bez ohledu na bilanci předpokládat značný soulad mezi výrobou a kombinovanou spotřebou (pro živočišnou produkci i BPS), neboť je to jednoletá plodina, jejíž plochy jsou schopny věrně kopírovat aktuální potřebu v regionu, např. oproti TTP. Navíc se tato komodita, na rozdíl od tržních plodin (pšenice, řepka, aj.), spotřebovává převážně v místě produkce, protože převozy objemné siláže na větší vzdálenosti nejsou příliš ekonomické. V rámci ostatních pícnin na orné půdě představují hlavní kategorii víceleté pícniny (monokultury jetelovin, jetelotravní směsi). Vedle těchto víceletých plodin je zde pro účely výživy zvířat zahrnuta i produkce ostatních jednoletých pícnin (mimo kukuřice počítané samostatně). Zpravidla se jedná o krycí plodiny zakládáných porostů víceletých pícnin (obilniny, luskoviny či jejich směsi), kde se pícninářsky uplatní pouze jedna seč této krycí plodiny. Vzhledem k tomu, že výnosy této kategorie nejsou samostatně sledovány, byla jejich produkce pro účely výpočtu bilance stanovena na 4 t sušiny/ha.

Bilanci slámy (indikátor 1c) lze navyšovat prostřednictvím plodin, které ji poskytují jako vedlejší produkt. U slámy nejsou kalkulovány ztráty při její konzervaci, neboť je v tomto ohledu považována za konečný produkt, ačkoliv i zde lze předpokládat určité ztráty při problematickém počasí při sklizni i jejím dlouhodobějším skladování. Dále je kalkulována její přímá spotřeba pro OZE v regionu, spotřeba ve stelivových chovech hospodářských zvířat a zejména podíl doporučený k zapravení do půd jako prevenci ztrát organického uhlíku a udržení vyrovnané bilance organických látek v půdě (viz kap. 3.1). V obdobích sucha je sláma výrazně stabilnějším zdrojem organické hmoty než například potenciální využití strniskových meziplodin.

Bilance TTP (indikátor 1d) představuje teoretický zůstatek po započtení ztrát při sklizni a konzervaci, po odečtení pro potřeby chovaných zvířat. Pro kalkulaci produkce TTP bylo pracováno s výnosy při průměrném hnojení 60 kg dusíku na hektar půdy, což oproti extenzivnímu pěstování bez jakéhokoli přihnojování znamená nárůst výnosů o cca 30 %. Stále se ale jedná o střední intenzitu hnojení, která zohledňuje, že ve vybraném území mohou být jak výrazně intenzivněji obhospodařované plochy, tak i

luční porosty či pastviny, kde je přihnojování omezeno či vyloučeno z důvodu extenzity hospodaření či z hlediska zájmů ochrany přírody. Uplatnění v krmných dávkách zvířat je však jen orientační, neboť neumožňuje postihnout kvalitu píce, která je u těchto porostů značně proměnlivá (na rozdíl od kukuřice a víceletých píceňin na orné půdě). V bilanci chybí rovněž odhad případné spotřeby pro spalování biomasy, využití senáží pro BPS či prodej konzervované píce mimo region, neboť tyto údaje nejsou k dispozici.

## B) Struktura rostlinné produkce

Tato analýza vychází z evidence pěstovaných plodin v LPIS a poskytuje základní přehled o struktuře zemědělské výroby vzhledem k obecně doporučenému ideálnímu stavu s ohledem na udržitelnost zemědělské produkce ve vztahu k péči o půdu.

### 2) Struktura využití zemědělské půdy

Pro potřeby OZE je v daném regionu zajímavý podíl orné půdy ve vztahu k celkové ploše zemědělské půdy (v %, indikátor 2a) v porovnání s průměrem ČR, který činí 69 %. Sortiment plodin pěstovaných na orné půdě je schopen flexibilně reagovat na změny tržních podmínek, parametry ekonomické efektivity pěstovaných plodin či nově vznikající poptávky po komoditách. Dalším ukazatelem je zastoupení TTP z celkové výměry zemědělské půdy v regionu (v %, indikátor 2b). Tato hodnota se v průměru za ČR pohybuje kolem 27 %, existuje však velká variabilita mezi regiony. Porovnání tohoto indikátoru s průměrem za ČR umožňuje odhadnout celkový význam TTP v daném regionu. Travní porosty představují trvalou zemědělskou kulturu s největší rozlohou v ČR. Jsou zároveň skupinou s velmi stabilní výměrou, která z řady důvodů prakticky neumožňuje její snížení převodem na ornou půdu, jakkoliv je aktuální bilance travních porostů přebytková a orná půda poskytuje výrazně vyšší flexibilitu produkce. Vzhledem k řadě uplatňovaných dotačních titulů jsou značně omezené i možnosti jejich obnovy či zvyšování výnosů prostřednictvím intenzifikace výroby. Na druhou stranu však představují stabilní zdroj biomasy, která má bezesporu potenciál pro využití pro OZE, a to jak ve formě spalování, tak i produkce konzervované píce pro BPS. Rozhodující pro posouzení jejich potenciálu je proto jejich podíl potřebný ke krmení přežvýkavců, což ukazuje bilance rostlinné produkce pro TTP (indikátor 1d) a průměrné zatížení přežvýkavci v dobytčích jednotkách (DJ) na hektar TTP (indikátor 4b).

### 3) Struktura využití orné půdy

Tato soustava indikátorů umožňuje posoudit stávající strukturu využití orné půdy ve vztahu k obecně doporučené skladbě plodin. Skládá se z několika dílčích indikátorů, které mají významné souvislosti s úrodností půdy a charakterizují i vybrané plodiny, které mají vztah k OZE. Zde je třeba rovněž uvést, že níže uvedené indikátory charakterizují situaci celkově za daný region a nemají tak vypovídací hodnotu o situaci v jednotlivých zemědělských podnicích či malých zájmových územích, které se mohou výrazně lišit jak ve skladbě pěstovaných plodin, tak i v případném potenciálu ke změnám v této struktuře.

#### ○ Podíl víceletých pícnin v celkové výměře orné půdy

Tento indikátor (3a) představuje základní ukazatel ve vztahu k půdní úrodnosti, neboť reprezentuje skupinu výrazně zvyšující půdní úrodnost, a to jak produkcí organické hmoty v rámci její bilance, tak rozsáhlou fixací vzdušného dusíku (jeteloviny), umožňující následné úspory průmyslových hnojiv. Mají zároveň pozitivní vliv na strukturu půdy a jeteloviny jsou schopny osvojovat živiny i z větších hloubek a hůře přístupných forem. Jejich zastoupení v osevním postupu by mělo činit minimálně 15 % a má těsnou návaznost k zatížení zvířaty (přežvýkavci) v daném regionu, neboť plochy těchto cíleně pěstovaných plodin logicky kopírují spotřebu objemné píce přežvýkavci v daném regionu. V České republice je jejich aktuální průměrné zastoupení na úrovni 7 – 8 %. Pro jejich pozitivní vlastnosti na půdní úrodnost se hledají i možnosti, jak rozšířit jejich spotřebu (a tak i pěstební plochy) mimo chov

prežvýkavců (např. OZE, výživa monogastrů), ale aktuální využití těchto plodin mimo živočišnou produkci je značně omezené. Ostatní jednoleté píce jsou především krycí plodiny podsevní, takže dochází k překryvu jejich výměr. Pokud jsou pěstovány samostatně, nemají srovnatelně pozitivní dopad na úrodnost jako víceleté píce. Z těchto důvodů není jejich výměra do indikátoru započítána.

○ Podíl jednoletých luskovin v celkové výměře orné půdy

Vhodný podíl luskovin na orné půdě (indikátor 3b) je žádoucí, neboť tyto plodiny vykazují podobné efekty na úrodnost půdy jako předchozí skupina, ale jejich produkce organických zbytků či fixace dusíku je v nižším rozsahu než u víceletých pícnin. Nelze přímo stanovit jejich optimální podíl, ale jejich aktuální průměrné zastoupení v ČR na úrovni necelých 2 % lze pokládat za velmi nízké. Důvodem je především nízká ekonomická efektivita jejich pěstování, která se spolu s jejich citlivostí na nepříznivé počasí v rizikových obdobích odráží v malém zájmu zemědělců o jejich pěstování, i přes vyplácené dotace na bílkovinné plodiny. Jejich vyšší zastoupení ve skladbě plodin je třeba obecně hodnotit pozitivně, neboť zvyšují pestrost osevních postupů i diverzitu v krajině, částečně mohou kompenzovat chybějící víceleté píce a případné změny ve struktuře výroby v regionu by na ně neměly mít negativní dopad.

○ Podíl kukuřice v celkové výměře orné půdy ve vztahu k erozní ohroženosti půd

Kukuřice je výnosná plodina s vysokou kvalitou píce, která umožňuje vysokou produkci energie z hektaru, s propracovanou technologií její konzervace a skladování ve formě kukuřičné siláže. I přes nesporné ekonomické výhody její pěstování představuje riziko z pohledu erozního ohrožení půd, zatížení aplikace hnojiv a pesticidů, v neposlední řadě i z hlediska organické bilance, kde vykazuje větší ztráty půdní organické hmoty než ostatní obiloviny. Pro posouzení erozní zranitelnosti půdy byla využita strategie MZe s výhledem do roku 2030 a modely ohroženosti půdy od roku 2025. Z tohoto pohledu bude pěstování kukuřice na některých pozemcích zcela zakázáno (silně erozně ohrožené půdy - SEO), na některých pak omezeno pouze za využití konkrétních technologií (mírně erozně ohrožené půdy - MEO). Podíl kukuřice v osevním postupu (indikátor 3c) by se měl pohybovat kolem 10 %, přičemž průměrná hodnota v ČR je 11,5 %. Její pěstování na erozně ohrožených pozemcích (MEO) by mělo být pečlivě zvažováno s ohledem na dostupné půdoochranné technologie. Z tohoto důvodu tento indikátor doplňkově obsahuje i podíl půd v kategorii erozně neohrožené půdy (NEO) a MEO v daném zájmovém území. To umožňuje odhadnout míru zatížení pěstování kukuřice ve vztahu k erozní ohroženosti půd v daném regionu. O současném využití kukuřice pro chov prežvýkavců a OZE pak vypovídá využití její celkové produkce v rámci bilance pro tuto komoditu (indikátor 5c).

○ Podíl řepky v celkové výměře:

Ozimou i jarní řepku lze z pohledu OZE využívat pro výrobu biopaliv, např. MEŘO. Z pohledu ostatních plodin v osevním postupu ji lze obecně považovat za vhodný přerušovač obilných sledů. Z fyto-sanitárních důvodů by však neměl její podíl v osevním postupu (indikátor 3d) překračovat 20 %. Aktuální hodnota v ČR se pohybuje na úrovni 13 – 15 %.

### C) Živočišná produkce a využití zdrojů pro BPS

Hodnocení vychází z centrální evidence chovaných zvířat a poskytuje základní přehled o zatížení zemědělské půdy chovem zvířat a o produkci organických hnojiv. Chov zvířat představuje jeden z klíčových prvků při péči o půdní úrodnost, který umožňuje pěstování víceletých pícnin (chov prežvýkavců, indikátor 3) a zároveň je i zdrojem statkových hnojiv, které slouží k zajišťování půdní úrodnosti.

#### 4) Zatížení obhospodařované půdy živočišnou produkcí

Hlavní indikátor ukazující aktuální zatížení půdy chovem zvířat v daném regionu, který se uvádí v dobytčích jednotkách (DJ) na hektar, představující živou hmotnost 500 kg zvířat. Skládá se ze dvou indikátorů, které vyjadřují celkové zatížení půdy a zatížení TTP chovem přežvýkavců.

##### ○ Zatížení zvířaty na hektar zemědělské půdy

Tento indikátor (4a) udává celkové zatížení zemědělské půdy chovem hospodářských zvířat, přičemž číslo by mělo přesahovat hodnotu 0,8 – 1.0 DJ/ha, která odpovídá zajištění minimálního pravidelného organického hnojení nejen orné půdy, ale i TTP. Tato hodnota ukazuje, zda je v daném regionu potenciál dostatečné produkce organických hnojiv k udržování úrodnosti půdy.

##### ○ Zatížení přežvýkavci na hektar TTP

Tento indikátor (4b) udává zatížení TTP chovem přežvýkavců a ukazuje tak jejich potenciální přirozené využití jako zdroje krmiv pro hospodářská zvířata. Pro regiony s nízkým podílem TTP není role travních porostů pro výživu přežvýkavců klíčová, protože krmivová základna pro chovaná zvířata je tvořena především pícními plodinami na orné půdě. Význam tohoto hodnocení je především pro regiony s průměrným a nadprůměrným zastoupením TTP, protože na rozdíl od bilance produkce na TTP s modelovými krmnými dávkami, poskytuje posouzení aktuální intenzity chovu přežvýkavců ve vztahu k travním porostům. Obecně lze shrnout, že hodnoty zatížení nižší než 1 DJ/ha ukazují, při dosahovaných průměrných výnosech 3 – 4 tuny sušiny, nadbytečnost travních porostů vzhledem k potřebám chovaných zvířat. Avšak pro regiony silně postižené suchem nemusí být tato zatížení relevantní, neboť při výrazném snížení výnosů může být problém poskytnout dostatek píce i při zatížení 0,5 DJ/ha.

#### 5) Hospodaření s organickými hnojivy

Tento indikátor umožňuje posoudit míru efektivity hospodaření s vyprodukovanými organickými hnojivy, která mají nezastupitelnou roli v udržování úrodnosti půd.

##### ○ Poměr mezi vstupem a výstupem organických látek z BPS

Tento indikátor (5a) ukazuje poměr mezi vstupem organických látek ze statkových hnojiv do BPS a výstupem organických látek v digestátu. S vytvořeným digestátem je aplikována zbytková organická hmota ze všech ostatních vložených substrátů, přičemž uvedený poměr vyjadřuje návratnost vložených potenciálních hnojiv (např. kejda) oproti produkci aplikovatelného digestátu, vyjádřené v organické hmotě. Podstata hodnocení spočívá v porovnání, zda je produkce digestátu (měřeno v množství organické hmoty) schopna kompenzovat statková hnojiva spotřebovaná v BPS, která by jinak byla přímo aplikována na zemědělskou půdu. Kalkulace tohoto indikátoru vychází z průměrné spotřeby kejdy v BPS, která odpovídá cca 11 500 t na 1 MW instalovaného elektrického výkonu a na produkci energie se podílí cca z 8 %. Tekutá kejda zároveň vhodně ředí sušiny dalších substrátů dávkovaných do fermentoru BPS, jako například kukuřice na siláž či pšenice.

##### ○ Využití kejdy pro BPS

Tento doplňkový indikátor (5b) orientačně uvádí, jaký podíl vyprodukované kejdy je využíván pro BPS, což umožňuje posoudit, kolik procent kejdy se vrací přímo do půdy a kolik je využito jako substrát pro fermentaci. Na jedné straně může být využití kejdy v BPS pro zemědělské podniky technologicky výhodné, je však třeba dbát na vhodnou organickou bilanci v půdě v rámci podniku. Ve fermentoru BPS dochází k rozkladu organické hmoty z vložených statkových hnojiv, která následně může chybět pro obnovu půdní organické hmoty. Obecně je proto třeba upřednostnit aplikaci nedostatkových statkových hnojiv od nízkého počtu chovaných zvířat v ČR zpět přímo do půdy, ale je třeba vzít v úvahu, že tento vzniklý deficit

může být kompenzován aplikací digestátu, jak ukazuje indikátor 5a. V regionech s rozvinutou živočišnou produkcí a s vhodnou strukturou pěstovaných plodin nemusí být problém ani s vyšším podílem statkových hnojiv vkládaných do BPS.

○ Využití kukuřice pro BPS

Doplňkový indikátor (5c) poskytuje představu o tom, jak velký podíl z celkové produkce kukuřice slouží jako substrát pro BPS, a jaká část představuje výrobu objemných krmiv pro chovaná zvířata. Z uvedené hodnoty lze odvodit, jak vysokou zátěž představuje pěstování kukuřice pro BPS. Zejména v oblastech, kde je již aktuálně vysoké zastoupení silážní kukuřice, se tak tato plodina pěstuje více i na erozně ohrožených pozemcích. V případě snižování výnosů plodin, například vlivem sucha, tak bude ještě vyšší tlak na zvyšování výměry silážní kukuřice, neboť představuje obtížně nahraditelný zdroj jak pro chovaná zvířata, tak i pro BPS.

## 2 Modelové využití metodiky ve zvoleném regionu

### 2.1 Využití metodiky a zdrojová data:

Při postupu dle metodiky lze analyzovat aktuální stav zemědělské výroby v součinnosti s OZE a vhodnost současné výrobní struktury z hlediska obecně platných principů pro vybrané zájmové území. Pro nastavení strategie výroby se vychází ze stávající produkce a spotřeby biomasy ve vybraném regionu, což umožní identifikovat přebytky v této aktuální bilanci i navržení případných změn s ohledem na zachování či zlepšení aktuální struktury výroby. Navržené indikátory pak umožní posoudit aktuální stav i případné změny s ohledem na udržitelnost zemědělské produkce a zvyšování půdní úrodnosti.

Použité podklady:

- Reálné plochy pěstovaných plodin v daném regionu dle LPIS
- Doporučené osevní postupy v dané zemědělské oblasti dle RESTEP
- Strategie MZe s výhledem do roku 2030
- Potenciál produkce energetické biomasy včetně zbytkové biomasy pomocí kalkulace v IS RESTEP, modul EKONOMIKA
- Dotační nástroje v daném regionu

### 2.2 Popis kalkulace vstupních dat v modulu EKONOMIKA

Pro demonstraci modelového postupu byla pro analýzu dat využita aplikace IS RESTEP, modul EKONOMIKA, nicméně níže popsaným postupem lze analyzovat vybrané území i s využitím dat z jiných dostupných zdrojů (např. LPIS atd.).

IS RESTEP umožňuje na základě modelových výnosů a aktuálních dat o využití půdy získaných z LPIS zobrazovat a stanovit v metodice popsané indikátory pro zvolenou oblast. Jako modelová oblast vhodné velikosti pro demonstraci kalkulace indikátorů v metodice byla vybrána dvě území o velikosti krajů – Vysočina a Jihomoravský kraj. Jednotky uváděné v tabulkách produkce odpovídají tunám produkce za rok. Uvedená data byla získána z databázi RESTEP, modul EKONOMIKA zahrnujících průměrné výnosy plodin na hektar podle BPEJ z modelových výnosů ÚZEI, počty hospodářských zvířat v DJ na vybraném území s přesností na katastr a osevními postupy vyplývajícími z databáze LPIS. Vstupní data a metodika bilance pro jednotlivé ukazatele zpracované v rámci modulu EKONOMIKA jsou konkrétně popsána níže.

#### Produkce plodin

Produkce hlavního produktu (HP - kukuřice na siláž, ostatní pícniny, TTP) – (zastoupení plodin, modelové výnosy ÚZEI)

Produkce HP je funkcí zastoupení plodin a jejich modelových výnosů podle ÚZEI. Výnosy ÚZEI jsou stanoveny samostatně pro jednotlivé plodiny na jednotlivých BPEJ. Výnos plodiny v zájmovém území je tedy závislý od plošného podílu jednotlivých BPEJ. Výchozí zastoupení plodin je stanoveno podle osevních ploch plodin vedených v ČSÚ podle krajů, jako průměr za období 2016-2020.

Produkce vedlejšího produktu (VP - sláma) – (funkce zastoupení plodin, modelové výnosy ÚZEI)

Produkce VP je stanovena stejně jako u HP, tzn. jako funkce zastoupení plodin a jejich modelových výnosů. Modelové výnosy ÚZEI jsou stanoveny samostatně pro HP a VP podle BPEJ.

### Spotřeba biomasy

Spotřeba zvířat – spotřeba krmiv a steliv

- Krmivo (kukuřice na siláž, ostatní píceiny, TTP, sláma) – (funkce počtu zvířat, krmných dávek)

Spotřeba krmiv zvířaty je kalkulována funkcí počtu zvířat a modelových krmných dávek. Počty zvířat jsou stanoveny z Evidencie zvířat vedené MZe podle druhů (skot, ovce, kozy, prasata, drůbež) a u skotu i dle věkových kategorií (telata do 1 roku, jalovice 1-2 roky, býci a voly 1-2 roky, býci starší dvou let, krávy dojené starší dvou let, krávy BTM starší 2 let). Modelové krmné dávky jsou stanoveny po plodinách (nebo jejich skupinách) na jeden krmný den. Struktura krmných dávek je upravena podle výrobních oblastí (nížinná, podhorská, horská). Celková spotřeba zvířat je potřeba krmiva za krmný rok (365 krmných dní).

- Stelivo (sláma) – (funkce počtu zvířat a jednotkové spotřeby slámy na stelivo na krmný den, počtu krmných dnů za rok a způsobu ustájení)

Na stelivo lze spotřebovat pouze slámu plodin, u kterých se sklízí VP (pšenice, ječmen, oves, žito, triticales, řepka). Počty zvířat jsou stejné jako pro stanovení spotřeby krmiva. Spotřeba slámy na stelivo je určena jako funkce druhu a kategorie zvířat, typu podestýlky (hluboká, úsporná) a způsobu ustájení (stelivové, bezstelivové). Využity jsou hodnoty z agronormativů - [www.agronormativy.cz](http://www.agronormativy.cz), viz Tab. 2.1.1). Z tabulky jsou pro výpočty v rámci modulu EKONOMIKA využívány hodnoty spotřeby slámy pro úspornou a hlubokou podestýlku. Pro účely demonstrace metodiky je podíl hluboké a úsporné podestýlky stejný, data je samozřejmě možno uživatelsky upravit.

**Tab. 2.1.1.** Produkce statkových hnojiv a spotřeba steliva na DJ

Poř. č.	Druh, kategorie zvířat	Ustájení s produkcí kejdy a drůbežního trusu				Ustájení s produkcí hnoje, bez prod. močůvky					Ustájení s produkcí hnoje a močůvky			
		neředěná kejda, drůb. trus		ředěná kejda <sup>2)</sup> , vč. technologických vod <sup>3)</sup>		hluboká podestýlka <sup>4)</sup>		úsporná podestýlka		prod. technol. vod <sup>6)</sup>	stelivo	hnůj	volná moč	močůvka <sup>7)</sup>
		t/rok	suš. %	t/rok	suš. %	stelivo	hnůj <sup>5)</sup>	stelivo	hnůj <sup>5)</sup>					
						kg/den	t/rok	kg/den	t/rok	t/rok	kg/den	t/rok	t/rok	t/rok
1	Telata	19	7,4	23,7	5,9	7,9	13,3	6	12,7	1	3,7	10,5	3,4	6,1
2	Jalovice, býci	13,5	10,5	15,4	9,2	8,5	11,8	6	11	1	3,7	8,7	1,8	6,1
3	Krávy dojené	14,4	10	20	7,2	8,5	12,4	6	11,6	7,4	4	9,1	1,7	8,4
4	Skot bez tržní produkce mléka							8,5	11,5					
5	Předvýkrm prasat	21	6,5	29	4,7	15	18,9	12,5	18,1	5	10	13,5	5,3	10
6	Výkrm prasat, prasníčky	12	8	16	6	8	9,6	3,5	8,2	4	3,1	6	4,8	8,9
7	Prasnice	10	6,9	15	4,6	6	8,1	2,3	7	4,5	2	4,1	4,7	8,5
8	Ovce, kozy					7	7,8	5,5	7,4					
9	Koně					6	7,2	3	6,3					
10	Drůbež - čerstvý trus	9,4	28							0,8				
11	Drůbež - uleželý trus	6,3	32							0,8				
12	Drůbež - sušený trus	2,8	73							0,8				
13	Drůbež - podestýlka					2,1	5,9	0,8	5,5	0,8				

1. Technologické vody vznikající v souvislosti s procesem dojení, při napájení zvířat a očištění stáji.

2. Při odlišném obsahu sušiny se produkce kejdy úměrně přepočte.
3. Technologické vody z dojírny, mléčnice a přílehlých prostor (roční produkce 4,2 - 5,6 t/DJ, tj. 15 - 20 litrů na krávu a den) mohou být skladovány samostatně. Technologické vody vznikající při očištění stáji a při napájení zvířat (roční produkce u dojených krav 0 - 1,4 t/DJ, tj. 0 - 5 litrů na krávu a den) jsou skladovány společně s kejdou.
4. Způsob ustájení, kdy se podestýlka ponechá ve stáji nejméně 3 týdny.
5. Při odlišné spotřebě steliva se produkce hnoje úměrně přepočte (1 kg steliva na 1 DJ za den = 0,3 t hnoje na DJ za rok).
6. Technologické vody s obsahem 1 % sušiny a 0,9 kg N/t.
7. Močůvku tvoří volná moč, která se nezasáká do steliva a technologické vody.

U způsobu ustájení se v modulu EKONOMIKA i pro účely této metodiky vycházeno ze studie VÚZT, která byla poskytnuta MZe. Důležité informace jsou uvedeny v tabulce níže (2.1.2.) – Ustájení skotu - podíl stlaných a nestlaných chovů podle věkových kategorií.

**Tab. 2.1.2.** Procentuální podíl stlaných a nestlaných chovů podle věkových kategorií v rámci ČR

Kategorie	Stlané [%]	Bezstelivové [%]
Telata do 1 roku	98,51	1,49
Jalovice 1 - 2 rok	92,12	7,20
Býci a volí 1 - 2 roky	85,57	14,09
Býci starší 2 roků	85,57	14,09
Krávy dojené starší 2 roků	70,70	29,30

Na základě těchto podkladů byla vytvořena metodika pro modul EKONOMIKA, z níž se kalkuluje potřeba slámy na stelivo, viz tabulka 2.1.3. níže. U ovcí, koz, prasat a drůbeže je podíl stlaných a bezstelivových chovů nastaven odborným odhadem bez znalosti skutečného stavu. Při využití metodiky je samozřejmě možné upravit jak poměry stlaných a bezstelivových chovů, tak i podíl úsporné a hluboké podestýlky.

**Tab. 2.1.3.** Procentuální podíl jednotlivých způsobů podestýlky pro základní kategorie skotu a další druhy hospodářských zvířat v rámci ČR

Kategorie (zastoupení v %)	Stlané			Bezstelivové
	Úsporná	Hluboká	Celkem	
Telata do 1 roku	49	49	98	2
Jalovice 1 - 2 rok	46	46	92	8
Býci a volí 1 - 2 roky	43	43	86	14
Býci starší 2 roků	43	43	86	14
Krávy dojené starší 2 roků	35	35	70	30
Krávy BTM starší 2 roků	100	0	100	0
Ovce	50	50	100	0
Kozy	50	50	100	0
Prasata	10	5	15	85
Prasnice	10	5	15	85
Drůbež	5	5	10	90

#### Osiva a ztráty

Spotřeba biomasy na Ztráty se počítá stejně jako podíl z produkce HP jednotlivých plodin.

#### Energetika – (funkce instalovaného výkonu, modelové spotřeby)

Pro BPS i teplárny je definována modelová spotřeba na 1 MW instalovaného výkonu.

- U BPS je kalkulováno se spotřebou 12 200 tun kukuřičné siláže na 1 instalovaný MW elektrické energie.

To znamená, že se kukuřičná siláž podílí na celkové energetické produkci z dané BPS 68 %. Jedná se o průměrnou hodnotu vyplývající z dlouhodobého sledování vybraných BPS. V praxi však může být míra využití kukuřičné siláže odlišná, což je třeba zohlednit ve výpočtu.

- U Biotepláren je pak počítáno se spotřebou 500 tun slámy na 1 instalovaný MW.

#### Potřeba půdy (bilance slámy)

Pro udržení dlouhodobé úrodnosti půdy je počítáno s tím, že je nezbytné udržet v půdě vyrovnanou bilanci organických látek (OL). Podle doporučení MZe byla využita metoda VÚRV „Orientační bilance živin a organické hmoty v půdě“ (Klír, 2019). Metodika je založena na poznatku, že vlivem mikrobiální činnosti dochází v půdě ke ztrátám půdní organické hmoty (POH). Na druhou stranu plodiny část POH doplňují při svém růstu (kořenové exudáty, odumřelé části rostlin, posklizňové zbytky). Z tohoto pohledu je možné plodiny rozdělit na

- 1) plodiny se silně negativním vlivem na POH – způsobem pěstování (zpracování půdy, pozdní zakrytí půdy) urychlují rozklad OL. Současně vracejí málo OL v kořenových a neskliditelných nadzemních zbytcích (např. okopaniny, jednoleté píce, zelenina).
- 2) plodiny s lehce negativním vlivem na POH – způsobují mírnější rozklad OL. Navracejí větší množství kořenových a neskliditelných nadzemních zbytků. Ani to však rozklad OL plně nepokryje (např. obilniny, luskoviny, olejníky).
- 3) plodiny se silně pozitivním vlivem na POH – nízká úroveň zpracování půdy, velké množství dodaných organických látek do půdy (např. jeteloviny, jetelotrávy, víceleté travní porosty).

V modulu EKONOMIKA, z jehož dat vychází modelová aplikace v této metodice, je již počítáno s tím, že u některých plodin VP není sklizen, protože se jiným způsobem nevyužívá. Mezi tyto plodiny patří: brambory, cukrovka, slunečnice, mák, hrách, kukuřice na zrno a sója. Uvedené plodiny vyjma brambor dokáží ponecháním VP vyrovnat ztráty POH. Brambory a silážní kukuřice ztráty POH naopak nevyrovňají. Brambory mají málo VP a v něm navíc málo OL. Silážní kukuřice se sklízí celá a je setá v širokých řádcích. U těchto plodin je proto nutné kalkulovat s hnojením půdy chlévskou mrvou. U ostatních plodin, tedy zrniny vyjma kukuřice a řepky je počítáno s možností sklízet VP, protože se využívá v živočišné výrobě i pro energetické účely. Modul EKONOMIKA proto při kalkulaci potenciálu slámy automaticky odečítá část produkce VP (slámy), kterou je nutno pro vyrovnanou bilanci ponechat na půdě, tedy zaorat. Tzn., že plodina pokryje ztráty, které při jejím pěstování vznikly. K dispozici pro případné další využití je tedy jen ta část VP, kterou již půda nepotřebuje. Po sklizni tedy zůstane bilance OL vyrovnaná. Z části slámy, která byla sklizena, jsou pak pokrývány nároky ostatních spotřebitelů, tedy zvířat (krmivo, stelivo) a energetiky.

## **2.3 Aplikace metodiky na modelové území**

### **A) Aktuální bilance zemědělské produkce**

#### Region Vysočina

Pro vyhodnocení bilance rostlinné produkce (indikátorů 1a až 1d) pro zajištění potřeb přežvýkavců a zdrojů OZE na bázi biomasy v kraji Vysočina jsou kalkulovány hodnoty produkce kukuřice na siláž, pícnin na orné půdě, slámy a píce z TTP, tedy plodin, které obvykle pro svůj objem nejsou transportovány na delší vzdálenosti.

**Tab. 2.2.1.** Přehled produkce biomasy v kraji Vysočina rozdělených do kategorií dle Bilance rostlinné produkce

Produkce biomasy	Skupiny plodin (indikátor)	Základní scénář (t)	Snížení výnosu o		
			10%	20%	30%
	Kukuřice na siláž (1a)	1 501 864	1 351 677	1 201 491	1 051 305
	Ostatní píce na orné půdě (1b)	789 643	710 679	631 715	552 750
	Sláma (1c)	836 478	752 830	669 182	585 534
	TTP (1d)	339 851	305 866	271 880	237 895
	<b>Produkce celkem</b>	<b>3 240 214</b>	<b>2 916 193</b>	<b>2 592 171</b>	<b>2 268 150</b>

Tabulka 2.2.1. prezentuje modelovou roční produkci uvedených plodin v kraji Vysočina v závislosti na bonitě půd v regionu při průměrné intenzitě produkce a běžném průběhu počasí.

**Tab 2.2.2.** Přehled spotřeby biomasy v kraji Vysočina rozdělených do kategorií dle Bilance rostlinné produkce

Spotřeba biomasy	Skupiny plodin (indikátor)	Energetika	Ztráty	Zvířata		Půda	spotřeba celkem
				Krmivo	Stelivo		
	Kukuřice na siláž (1a)	665 266	289 574	340 126			1 294 966
	Ostatní píce na orné půdě (1b)		38 925	645 280			684 205
	Sláma (1c)	54 367		15 853	371 084	366 326	807 629
	TTP (1d)		12 656	318 834			331 490
	<b>Spotřeba celkem</b>	<b>719 633</b>	<b>341 155</b>	<b>1 320 093</b>	<b>371 084</b>	<b>366 326</b>	<b>3 118 290</b>

Tabulka 2.2.2. prezentuje modelovou spotřebu uvedených plodin v kraji Vysočina pro sektory OZE (Energetika) a živočišná produkce při zohlednění průměrných ztrát při konzervaci, skladování a zkrmování píce.

**Tab. 2.2.3.** Přehled bilančního zůstatku biomasy v kraji Vysočina rozdělených do kategorií dle Bilance rostlinné produkce

Zůstatek biomasy	Skupiny plodin (indikátor)	Základní scénář (t)	Bilance při snížení výnosu		
			10%	20%	30%
	Kukuřice na siláž (1a)	206 898	56 712	<b>-93 475</b>	<b>-243 661</b>
	Ostatní píce na orné půdě (1b)	105 439	26 474	<b>-52 490</b>	<b>-131 454</b>
	Sláma (1c)	28 848	<b>-54 799</b>	<b>-138 447</b>	<b>-222 095</b>
	TTP (1d)	8 360	<b>-25 625</b>	<b>-59 610</b>	<b>-93 595</b>
	<b>Zůstatek celkem</b>	<b>121 924</b>	<b>-202 097</b>	<b>-526 119</b>	<b>-850 140</b>

Porovnáním jednotlivých položek uvedené bilance byly v kraji Vysočina zjištěny následující bilanční rozdíly: kukuřice +14 %, ostatní píce na orné půdě +13 %, sláma +3 % a TTP +2,5 %. Uvedené hodnoty je třeba interpretovat s určitou tolerancí, neboť nemohou postihnout meziroční kolísání produkce dané počasím, nekalkulují s aktuálním stavem zásob v zemědělských podnicích a pracují s modelovou intenzitou výroby, která může být reálně velmi rozdílná. Pro uvedené kategorie pícnin je třeba považovat za standardní přebytkovou bilanci až +15 %, protože je třeba zohlednit kolísavou výši ztrát při sklizni a konzervaci těchto plodin, která je silně závislá na vhodném průběhu počasí během sklizně. Pro kalkulaci výnosů TTP je počítáno s variantou střední intenzity dusíkatého hnojení 60 kg/ha. Dále je třeba vzít v úvahu také fakt, že objemná krmiva se vyrábí s určitou rezervou kvůli zajištění stabilní krmivové základny s ohledem na potenciální výrazné meziroční kolísání produkce.

Z bilance tedy vyplývá, že produkce kukuřice v základním scénáři pokrývá uvažovanou modelovou spotřebu. Při kalkulaci spotřeby zvířaty se vychází z modelových krmných dávek podle krmných oblastí, což může na Vysočině podhodnocovat skutečnou spotřebu silážní kukuřice kvůli vyšší nadmořské výšce regionu. Bilanci v této komoditě lze tak pokládat za vyrovnanou, ačkoliv deklarovaný přebytek může být nižší. Produkce ostatních píceňin na orné půdě je vyrovnaná s uvažovanou spotřebou i s výrobní rezervou, kterou podniky obvykle vytváří. Produkce slámy je dostatečná i při kalkulaci její spotřeby v živočišné produkci a zejména zpětného zaorávání do půdy jako zdroje organického uhlíku. Navyšování její spotřeby např. jako obnovitelného zdroje do biotepláren nicméně nelze doporučit, neboť při kalkulované spotřebě prakticky neexistuje žádný přebytek. Produkce TTP je již v základním scénáři pro potřeby regionu spíše nedostatečná, pokud započítáme ztráty při zpracování.

Vezmeme-li v úvahu modelový meziroční pokles produkce pouze o 10 %, dojde k deficitu u slámy a TTP. Při dalším snížení výnosu se i kategorie kukuřice a ostatních píceňin stává deficitní a výpadek produkce musí být kompenzován dovážením krmiv, případně navýšením produkce silážní kukuřice zvýšením výměry, což může být rizikové z důvodu erozního ohrožení půdy. Tato situace je dána nejen vysokými stavy mléčného skotu, ale také značnou zátěží regionu spotřebou tohoto substrátu v BPS.

### Region Jihomoravský kraj

Pro vyhodnocení bilance rostlinné produkce (indikátorů 1a až 1d) pro zajištění potřeb přeživkavců a zdrojů OZE na bázi biomasy v Jihomoravském kraji jsou kalkulovány hodnoty produkce kukuřice na siláž, píceňin na orné půdě, slámy a píče z TTP, tedy plodin, které obvykle pro svůj objem nejsou transportovány na další vzdálenosti.

**Tab. 2.2.4.** Přehled produkce biomasy v Jihomoravském kraji rozdělených do kategorií dle Bilance rostlinné produkce

Produkce biomasy	Skupiny plodin	základní scénář (t)	snížení výnosu o		
			10%	20%	30%
	Kukuřice na siláž	943 224	848 901	754 579	660 257
	Ostatní píceňiny na orné půdě (1b)	357 775	321 997	286 220	250 442
	Sláma *	1 019 007	917 106	815 206	713 305
	TTP	70 679	63 611	56 544	49 476
	<b>Produkce celkem</b>	<b>2 339 252</b>	<b>2 105 327</b>	<b>1 871 402</b>	<b>1 637 477</b>

Tabulka 2.2.4. prezentuje odhadovanou roční produkci uvedených plodin v Jihomoravském kraji v závislosti na bonitě půd v regionu při průměrné intenzitě produkce a běžném průběhu počasí.

**Tab 2.2.5.** Přehled spotřeby biomasy v Jihomoravském kraji rozdělených do kategorií dle Bilance rostlinné produkce

Spotřeba biomasy	Skupiny plodin	Energetika	Ztráty	Zvířata		Půda	spotřeba celkem
				Krmivo	Stelivo		
	Kukuřice na siláž	354 617	136 767	162 278			653 663
	Píceňiny		18 381	200 415			218 795
	Sláma *	0		6 910	133 208	434 656	574 774
	TTP		3 534	107 241			110 775
	<b>Spotřeba celkem</b>	<b>354 617</b>	<b>158 682</b>	<b>476 844</b>	<b>133 208</b>	<b>434 656</b>	<b>1 558 007</b>

Tabulka 2.2.5. prezentuje odhadovanou spotřebu uvedených plodin v Jihomoravském kraji pro sektory OZE (Energetika) a živočišná produkce při zohlednění průměrných ztrát při konzervaci, skladování a zkrmování píče.

**Tab. 2.2.6.** Přehled bilančního zůstatku biomasy v Jihomoravském kraji rozdělených do kategorií dle Bilance rostlinné produkce

Zůstatek biomasy	Skupiny plodin (indikátor)	Základní scénář (t)	Bilance při snížení výnosu		
			10%	20%	30%
Zůstatek biomasy	Kukuřice na siláž (1a)	289 561	195 239	100 916	6 594
	Ostatní píceiny na orné půdě (1b)	138 979	103 202	67 424	31 647
	Sláma (1c)	444 233	342 333	240 432	138 531
	TTP (1d)	<b>-15 916</b>	<b>-25 402</b>	<b>-34 888</b>	<b>-44 374</b>
	<b>Zůstatek celkem</b>	<b>781 245</b>	<b>547 320</b>	<b>313 395</b>	<b>79 470</b>

Porovnáním jednotlivých položek uvedené bilance byly v Jihomoravském kraji zjištěny následující bilanční rozdíly: kukuřice +31 %, ostatní píceiny na orné půdě +38 %, sláma +44 % a TTP vykazují deficit -17 %. Uvedené hodnoty je třeba interpretovat s určitou tolerancí, neboť nemohou postihnout meziroční kolísání produkce dané počasím, nekalkulují s aktuálním stavem zásob v zemědělských podnicích a pracují s modelovou intenzitou výroby, která může být reálně velmi rozdílná. Pro uvedené kategorie pícnin je třeba považovat za standardní přebytkovou bilanci až +15 %, protože je třeba zohlednit kolísavou výši ztrát při sklizni a konzervaci těchto plodin, která je silně závislá na vhodném průběhu počasí během sklizně. Je třeba vzít v úvahu také fakt, že objemná krmiva se vyrábí s určitou rezervou kvůli zajištění stabilní krmivové základny s ohledem na potenciální výrazné meziroční kolísání produkce.

Z bilance tedy vyplývá, že produkce kukuřice je spíše přebytková v porovnání s její spotřebou a vytváří i přiměřenou rezervu. Oproti kraji Vysočina je zde však zhruba poloviční spotřeba této plodiny jak pro OZE tak i krmení zvířat. V kraji se často pěstuje i zrnová kukuřice, což poskytuje flexibilitu ve způsobu sklizně, kdy v případě dostatečné produkce silážní kukuřice může být část ploch určených na siláž sklizena v pozdějším termínu na zrno. Vytvářené přebytky tak reálně nemusí dosahovat takových hodnot. Produkce ostatních pícnin na orné půdě je při průměrných výnosech vyrovnaná až přebytková oproti uvažované spotřebě. V tomto kraji s přísuškovými regiony je i pravděpodobně vyšší výrobní rezerva, kterou podniky obvykle vytváří. Bilance slámy je vysoce přebytková a celková produkce vyšší než v kraji Vysočina, neboť se zde pěstuje vysoký podíl obilnin. Stejně jako v předchozím případě je třeba upozornit, že z hlediska dlouhodobé udržitelnosti produkce a doplňování organického uhlíku zpět do půdy se doporučuje zaorávání části vedlejších produktů. I přesto se zde naskýtá prostor pro další využití podstatné části produkce slámy např. jako OZE. Produkce TTP je pro modelovou potřebu regionu nedostatečná, význam TTP v tomto regionu je však marginální a tento zdroj může být snadno kompenzován produkcí ostatních pícnin na orné půdě.

Deficit v bilanci ostatních plodin se v případě JM kraje při uvažovaném zajištění spotřeby pouze v tomto regionu neprojeví ani při 30% snížení produkce. Dostatečné rezervy v plodinách pěstovaných na orné půdě dokládá, že tento teplý a suchý region je již adaptován na výrazné kolísání produkce vzhledem k minulým suchým rokům. Přínos travních porostů je pro celkovou bilanci regionu nevýznamný, což ale nesnižuje jejich ekologický význam pro tento region.

#### Celkové shrnutí aktuální bilance zemědělské produkce:

Z hlediska pokrytí stávajících potřeb vykazují vyrovnané bilance oba zahrnuté regiony. Za stabilnější region lze pokládat Jihomoravský kraj, kde jsou při uvažovaných průměrných výnosech dostatečné rezervy ve všech sledovaných indikátorech vyjma doplňkových TTP. Naproti tomu kraj Vysočina vykazuje vysokou spotřebu kvůli rozvinuté živočišné výrobě i BPS a v této souvislosti zároveň i deficity v produkci pícnin. Tento region je tak v zajištění potřebné produkce více ohrožen poklesem výnosů v souvislosti s klimatickou změnou.

## **B) Struktura rostlinné produkce**

- Struktura využití zemědělské půdy

V rámci České republiky zabírá zemědělská půda plochu 45 %, orná půda 31,3 % a TTP 12,6 %. Ze zemědělské půdy zabírá orná půda v průměru 69 %, TTP pak zaujímají 28 % její rozlohy.

Kraj Vysočina se rozkládá na 6 795 km<sup>2</sup>, z databázi aplikace RESTEP-BIOMASA a LPIS vyplývá, že plocha zemědělské půdy odpovídá 3 607 km<sup>2</sup>, tedy 53 % z rozlohy kraje. Orná půda zabírá 2 730 km<sup>2</sup>, tedy 41 % z celkové rozlohy kraje a hodnota zornění (indikátor 2a) dosahuje 75 %. Travní porosty zaujímají 826,5 km<sup>2</sup>, což koresponduje s 12,1 % z celkové rozlohy Vysočiny. Poměr travních porostů vůči celkové výměře zemědělské půdy v regionu v kraji Vysočina činí 22,9 % (indikátor 2b).

Jihomoravský kraj se rozkládá na 7 186 km<sup>2</sup>, přičemž z databázi aplikace RESTEP-BIOMASA a LPIS vyplývá, že plocha zemědělské půdy odpovídá 3 642 km<sup>2</sup>, tedy 50,7 % z celkové rozlohy kraje. Orná půda zabírá 3 185 km<sup>2</sup>, tedy 44 % z celkové rozlohy kraje a hodnota zornění dosahuje 87 %. Travní porosty zaujímají 226,3 km<sup>2</sup>, což odpovídá 3,15 % z celkové rozlohy regionu. Poměr travních porostů vůči celkové výměře zemědělské půdy v regionu v Jihomoravském kraji představuje 6,2 %.

#### Celkové shrnutí struktury využití zemědělské půdy:

*Oba modelové regiony vykazují nadprůměrně vysoký podíl orné půdy z celkové zemědělské půdy, což dokládá, že se v obou případech jedná o vysoce produkční zemědělské oblasti. Výrazný rozdíl mezi regiony je v zastoupení a významu travních porostů, které na Vysočině pokrývají více než pětinu zemědělské půdy, zatímco v Jihomoravském kraji je to méně než desetina z této plochy. Porovnání tohoto indikátoru s průměrem za ČR umožňuje odhadnout celkový význam travních porostů v daném regionu. TTP představují skupinu s velmi stabilní výměrou, která z řady důvodů prakticky neumožňuje jejich převod na ornou půdu a je tak v časové řadě víceméně konstantní. Pro posouzení jejich potenciálu je proto třeba vzít v úvahu jak jejich podíl využití ke krmení přežvýkavců, což ukazuje jak bilance rostlinné produkce pro travní porosty (indikátor 1a), tak i průměrné zatížení DJ přežvýkavců na hektar travních porostů (indikátor 4b).*

#### ○ Struktura využití orné půdy

V rámci České republiky zabírají víceleté pícniny 7,6 % z orné půdy. Pro jednoleté luskoviny (hrách, sója a lupina) činí národní průměr 1,2 + 0,5 + 0,2 %, dohromady tedy 1,9 %. Silážní kukuřice je pěstována na 11,7 % orné půdy, průměr pro kukuřici na zrno činí 3,3 %. Řepka zaujímá v České republice 13,8 %.

V kraji Vysočina zaujímají víceleté pícniny průměrně 10,5 % výměry orné půdy (indikátor 3a), což je o 37 % více, než činí celorepublikový průměr. Jednoletými luskovinami, tedy hrachem, sójou a lupinou je v kraji oséváno v průměru 1,1 %, 0,1 a 0,1 %, v součtu tedy 1,3 % orné půdy (indikátor 3b). Průměrná výměra jednoletých luskovin v kraji Vysočina odpovídá 58 % průměrné výměry na orné půdě v ČR. Podíl orné půdy oseté kukuřicí na siláž v kraji Vysočina odpovídá 14,2 % (indikátor 3c), což je o 21 % více než průměr ČR, zatímco kukuřice na zrno je pěstována jen na 0,5 %, což představuje 15 % celorepublikového průměru. Plocha silně erozně ohrožených pozemků dle DZES 5 k roku 2025, kde je pěstování kukuřice vyloučeno, bude odpovídat 29,5 % orné půdy, dalších 27 % pak bude možné pro pěstování kukuřice využívat pouze při aplikaci půdo-ochranných technologií. Pokud by se kukuřice pěstovala pouze na erozně neohrožených půdách (NEO), musela by se při stávající výměře pěstovat na těchto pozemcích v průměru každé 3 roky. Ozimá řepka je v kraji Vysočina produkována na 15,1 % orné půdy (indikátor 3d), což odpovídá 91,7 % průměrné hodnoty v ČR.

V Jihomoravském kraji jsou víceleté pícniny osévány průměrně na 5,5 % výměry orné půdy (indikátor 3a), což je o 28 % méně, než činí celorepublikový průměr. Na výměře orné půdy v Jihomoravském kraji se jednoleté luskoviny (hrách, sója, lupina) podílí 1,8 %, 0,4 % a 0,04 %, v součtu tato hodnota činí 2,24 % (indikátor 3b). Průměrná výměra jednoletých luskovin v Jihomoravském kraji odpovídá 117 % průměrné výměry na orné půdě v ČR. Podíl orné půdy oseté kukuřicí na siláž v Jihomoravském kraji odpovídá 6,6 %, což je o 44 % méně než průměr ČR, naopak kukuřice na zrno je pěstována na 13,2 %, což je 384 % celorepublikového průměru. Celková plocha kukuřice tedy dosahuje 21 % z orné půdy (indikátor 3c). Plocha silně erozně ohrožených pozemků dle DZES 5 k roku 2025, kde je pěstování kukuřice vyloučeno, bude odpovídat 27,1 % orné půdy, dalších 16,6 % pak bude možné pro

pěstování kukuřice využívat pouze při aplikaci půdo-ochranných technologií. Pokud by se kukuřice pěstovala pouze na erozně neohrožených půdách (NEO), musela by se při stávající výměře pěstovat na těchto pozemcích v průměru každé 2 - 3 roky. Jihomoravský kraj produkuje ozimou řepku průměrně na 13,2 % orné půdy (indikátor 3d), což odpovídá 80 % průměrné hodnoty v ČR.

#### Celkové shrnutí struktury využití orné půdy:

*Při porovnání skladby pěstovaných plodin ve dvou modelových regionech vychází lépe kraj Vysočina, kde je výrazně vyšší podíl víceletých píceň, které prezentují skupinu významně zvyšující půdní úrodnost, a to jak produkcí organické hmoty v rámci její bilance, tak rozsáhlou fixací vzdušného dusíku (jeteloviny), umožňující následné úspory průmyslových hnojiv. V Jihomoravském kraji je sice vyšší podíl jednoletých luskovin, který ale nedokáže vykompenzovat prakticky poloviční podíl víceletých píceň. Tyto plodiny sice vykazují podobné efekty jako předchozí skupina, ale jejich produkce organických zbytků či fixace dusíku je v menším rozsahu. Celkové zastoupení kukuřice je mezi regiony obdobné a výrazně vyšší než průměr v ČR. Kukuřice je bezesporu výkonná plodina s vysokou kvalitou píče, která umožňuje vysokou produkci energie z hektaru, s propracovanou technologií jejího skladování ve formě kukuřičné siláže. I přes nesporné ekonomické výhody její pěstování představuje riziko z pohledu erozního ohrožení půd, zatížení aplikací hnojiv a pesticidů, v neposlední řadě i z hlediska organické bilance, kde vykazuje větší ztráty půdní organické hmoty než ostatní obiloviny. Vzhledem k podílu erozně ohrožených ploch je v obou regionech problematické až nežádoucí zvyšování výměry kukuřice pro zajištění případných výpadků v produkci z důvodu vnějších vlivů (např. sucho). V tomto pohledu má lepší pozici Jihomoravský kraj, kde lze část z velké rozlohy zrnové kukuřice sklízet na siláž a kompenzovat tak případný nedostatek krmiv. Na Vysočině je prostor pro toto opatření zcela minimální a kraj by musel náhle vzniklý deficit pokrýt dovozem či náhradou kukuřice jinými zdroji. Zastoupení řepky je v obou regionech srovnatelné, odpovídá celorepublikovému průměru a nepřekračuje doporučenou horní mez pro její pěstování.*

### **C) Živočišná produkce a využití zdrojů pro BPS**

#### ○ Zatížení obhospodařované půdy živočišnou produkcí

Toto hodnocení ukazuje aktuální zatížení půdy chovem zvířat v daném regionu, který se uvádí v dobytčích jednotkách (DJ) na hektar, představující živou hmotnost 500 kg zvířat. Skládá se ze dvou indikátorů, které vyjadřují celkové zatížení půdy chovem hospodářských zvířat (indikátor 4a) a zatížení TTP chovem přežvýkavců (indikátor 4b). Celorepublikové hodnoty odpovídají stavům 1 222 540, 337 660, 26 850 a 73 730 (skot, prasata, drůbež, ovce a kozy). Celkově se jedná o 1 660 780 DJ. Při celkové výměře zemědělské půdy 3 560 020 ha tedy činí průměrné zatížení zvířaty v ČR 0,46 DJ/ha. Celková výměra travních porostů představuje 1 038 158 ha a průměrné zatížení travních porostů chovem přežvýkavců představuje hodnota 1,6 DJ/ha.

V regionu Vysočina dosahují stavy hospodářských zvířat celkové hodnoty 209 480 DJ, přičemž 156 520 DJ tvoří skot, 47 780 DJ prasata, 670 DJ drůbež a cca 4 510 DJ ovce a kozy. Při ploše hospodářské půdy 360 722 ha, odpovídá indikátor zatížení koeficientu 0,58 DJ/ha. Počty skotu a menších přežvýkavců v kraji Vysočina odpovídají 178 820 DJ, plocha TTP činí 82 625 ha, indikátor zatížení travních porostů přežvýkavci v regionu tak dosahuje 1,89 DJ/ha.

Stavy dobytčích jednotek (DJ) v regionu Jihomoravský kraj dosahují celkové hodnoty 103 570 DJ, přičemž 51 920 DJ tvoří stavy skotu, 40 590 DJ prasata, 7 780 DJ drůbež a cca 3 3280 DJ ovce a kozy. Při ploše hospodářské půdy 364 200 ha, odpovídá indikátor zatížení koeficientu 0,28 DJ/ha. Počty skotu a menších přežvýkavců v Jihomoravském kraji činí 57 500 DJ, plocha travních porostů pak 22 628 ha, indikátor zatížení travních porostů přežvýkavci v regionu tak dosahuje 2,3 DJ/ha.

#### Celkové shrnutí zatížení obhospodařované půdy živočišnou produkcí:

*Zatížení zemědělské půdy chovem hospodářských zvířat by mělo dosahovat hodnoty alespoň 0,6 – 1,0 DJ/ha, která by měla zajišťovat minimální pravidelné organické hnojení nejen orné půdy, ale i TTP.*

*Srovnání obou regionů ukazuje, že v Jihomoravském kraji je poloviční zatížení chovem zvířat oproti kraji Vysočina, což může mít negativní dopad na půdní úrodnost v daném regionu. Kraj Vysočina se blíží minimální požadované hodnotě, která ukazuje, zda je v daném regionu potenciál dostatečné produkce organických hnojiv k udržování úrodnosti půdy. Z hlediska zatížení travních porostů chovem přežvýkavců dosahují oba regiony i přes rozdílné počty zvířat a výměry travních porostů srovnatelné hodnoty 1,9 DJ/ha, respektive 2,3 DJ/ha, která ukazuje potenciál obou krajů pro adekvátní využívání travních porostů pro výživu přežvýkavců. Obecně lze shrnout, že hodnoty zatížení nižší než 1 DJ/ha ukazují, při dosahovaných průměrných výnosech 3 – 4 tuny sušiny, nadbytečnost travních porostů vzhledem k potřebám chovaných zvířat. Avšak pro regiony silně postižené suchem nemusí být tato zatížení relevantní, neboť při výrazném snížení výnosů může být problém poskytnout dostatek píce i při zatížení 0,5 DJ/ha. Na druhou stranu, zemědělci pro intenzivní chov přežvýkavců (především dojený skot) preferují často kvůli vyšší kvalitě píce jiné zdroje objemných krmiv, než jsou travní porosty.*

#### ○ Využití zdrojů pro BPS

Tato skupina indikátorů umožňuje posoudit míru efektivity hospodaření s vyprodukovanými organickými hnojivy, která mají nezastupitelnou roli v udržování úrodnosti půd. Zde není relevantní porovnání s celorepublikovým průměrem, ale lze vyhodnotit jak absolutní čísla, tak i jejich srovnání mezi dvěma či více regiony. Poměr mezi vstupem organických látek ze statkových hnojiv do BPS a výstupem organických látek v digestátu (indikátor 5a) vyjadřuje návratnost vložených potenciálních hnojiv (např. kejdy) oproti produkci aplikovatelného digestátu, vyjádřené v organické hmotě. Využití kejdy pro BPS (indikátor 5b) orientačně uvádí, jaký podíl vyprodukované kejdy je využíván pro BPS, což umožňuje posoudit, kolik procent kejdy se vrací přímo do půdy a kolik je využito jako substrát pro fermentaci. Podíl využití kukuřice pro BPS poskytuje představu o tom, jak velký podíl z celkové produkce kukuřice slouží jako substrát pro BPS, a jaká část představuje výrobu objemných krmiv pro chovaná zvířata. Z uvedené hodnoty lze odvodit, jak vysokou zátěž v daném regionu představuje pěstování kukuřice pro BPS.

Potenciální produkce kejdy v regionu Vysočina vzhledem k počtu hospodářských zvířat v bezstelivových chovech odpovídá 880 tis. tun surové hmoty ročně (sušina 5 – 7 %). V případě chlévské mrvy je to 1,6 mil. t. Průměrná spotřeba kejdy ve standardně provozovaných zemědělských BPS v kraji Vysočina odpovídá 627 tis. t surové hmoty ročně, produkce digestátu pak činí cca 1 000 000 t surové hmoty ročně (sušina cca 5,4 %). Z hodnoty potenciálně dostupné kejdy v regionu Vysočina je ročně v rámci BPS využito přibližně 71 % celkové produkce těchto statkových hnojiv. Z celkové produkce silážní kukuřice 1 501 864 t je v BPS spotřebováno 665 266 t, tj. 44,2 %.

V Jihomoravském kraji činí potenciální produkce kejdy vzhledem k počtu hospodářských zvířat 560 tis. tun surové hmoty ročně (sušina 5 – 7 %). V případě chlévské mrvy je to 580 tis. t. Průměrná spotřeba kejdy ve standardně provozovaných zemědělských BPS v Jihomoravském kraji odpovídá 334 tis. t ročně, produkce digestátu pak činí cca 550 000 t surové hmoty ročně (sušina cca 5,4 %), tzn. vyjádřeno v objemu sušiny je bilance vyrovnaná. Z hodnoty potenciálně dostupné kejdy v Jihomoravském kraji je v rámci BPS využito přibližně 60 % celkové produkce těchto statkových hnojiv. Z celkové produkce silážní kukuřice 943 224 t je v BPS spotřebováno 354 617 t, tj. 37,5 %.

#### Celkové shrnutí využití zdrojů pro BPS:

*V obou krajích je velice vyrovnaná bilance organických látek dodávaných v podobě kejdy do BPS a výstupu v podobě digestátu, která činí v průměru +0,5 %. To ukazuje, že BPS poskytují ve formě digestátu stejné množství organických látek, jaké by byly dodány do půdy přímou aplikací vyrobené kejdy. Je však třeba vzít v úvahu případné potenciální rozdíly v kvalitě těchto dvou materiálů vzhledem k mikrobiální půdní degradaci, ale i situaci, že pokud zemědělci do BPS dávají i hnůj, vytváří se již negativní bilance vzhledem k organickým statkovým hnojivům. V obou srovnávaných regionech se do BPS dává většina vyprodukované kejdy, což ukazuje, že je již jen menší prostor pro tuto formu uplatnění tohoto statkového hnojiva. Na Vysočině se zároveň v BPS spotřebovuje téměř polovina vyprodukované kukuřice, které tak již představují významného spotřebitele pěstované kukuřice*

v regionu. V Jihomoravském kraji je takto spotřebována necelá polovina produkce silážní kukuřice, ačkoliv jsou zde výrazně nižší stavy přežvýkavců než na Vysočině.

**Tabulka 2.2.7.** Seznam indikátorů a jejich slovní hodnocení pro modelová území dvou krajů

Kategorie	Indikátor	Název	VYS	JM
<u>Bilance zemědělské produkce</u>	1a	Silážní kukuřice	vyrovnaná	přebytková
	1b	Víceleté pícniny	vyrovnaná	vyrovnaná
	1c	Sláma	vyrovnaná	přebytková
	1d	Trvalé travní porosty	vyrovnaná	deficitní
<u>Struktura rostlinné produkce</u>	2a	Podíl orné půdy	nadprůměrný	nadprůměrný
	2b	Podíl travních porostů	průměrný	nízký
	3a	Podíl víceletých pícnin	průměrný	nízký
	3b	Podíl luskovin	podprůměrný	nadprůměrný
	3c	Podíl silážní kukuřice	vysoký	nízký
		Celkový podíl kukuřice	vysoký	vysoký
	3d	Podíl řepky	průměrný	průměrný
	<u>Živočišná produkce a využití zdrojů pro BPS</u>	4a	DJ na hektar zemědělské půdy	průměrný
4b		DJ přežvýkavců/ha TTP	vyšší	vyšší
5a		Bilance org. látek v BPS	vyrovnaná	vyrovnaná
5b		Spotřeba kejdy v BPS	vysoká	vysoká
5c		Spotřeba kukuřice v BPS	poloviční	třetinová

### **Celkové zhodnocení modelových území**

Z pohledu produkční bilance mají obě území vyrovnané bilance, ale Vysočina je více ohrožena výpadky produkce píce i slámy při poklesu výnosů. Pokrytí těchto výpadků je problematické především u silážní kukuřice, neboť prostor pro navýšení ploch je malý a spotřeba je stabilně vysoká. Jihomoravský kraj disponuje stabilizovanou produkcí, flexibilitou využití ploch kukuřice i s rezervami ve všech sledovaných položkách, neboť má celkově nižší potřebu těchto produktů a je již lépe adaptovaný na klimatické výkyvy. Oba regiony jsou intenzivní pěstitelské oblasti, mají nadprůměrné zornění i nadprůměrné zastoupení kukuřice v osevních postupech. V Jihomoravském kraji je výrazně nižší podíl travních porostů a negativně lze hodnotit nízké zatížení DJ/ha i malé zastoupení víceletých pícnin, což je vázáno na nižší stavy chovaných přežvýkavců. Tento kraj tedy vykazuje méně vhodnou strukturu zemědělské produkce.

BPS v daných regionech neohrožují úrodnost zemědělské půdy nadměrným odčerpáváním organických hnojiv, neboť jejich bilance je vyrovnaná, ale výrazně zvyšují potřebu pěstování kukuřice v těchto územích, což může mít negativní dopady vzhledem k erozi půdy a udržitelnosti celé zemědělské soustavy.

## **3 Novost postupu**

Předkládaná metodika originálním způsobem kombinuje zhodnocení současné strategie zemědělské výroby vybraného regionu vzhledem k zásadám dlouhodobé udržitelnosti s praktickou bilancí dostupné produkce vzhledem k regionální spotřebě, zpracovanou na základě nejpřesnějších, aktuálně dostupných dat. Produkce plodin vychází z nových a jedinečných dat FADN aktualizovaných v rámci řešení tohoto výzkumného projektu (QK1710307) a zpracovaných v Metodice ekonomického, energetického a environmentálního hodnocení výroby plodin vydané ÚZEI v roce 2019.

V rámci metodiky byla vytvořena sada indikátorů, které na základě dat z LPIS či při využití veřejně dostupných informačních systémů RESTEP EKONOMIKA, popřípadě RESTEP BIOMASA definují jednotlivé aspekty produkce ve zvoleném regionu a akcentují její soulad či naopak odklon od ukazatelů dobré

zemědělské praxe a parametrů dlouhodobé udržitelnosti ve vztahu k půdě, omezení eroze a zachování organického uhlíku. Kalkulovaná bilance v metodice umožňuje kvantifikovat potenciál přebytků zemědělské výroby, které mohou být následně využity pro obnovitelné zdroje energie. Výstupem hodnocení na základě analýzy zjištěných indikátorů je pak podklad pro návrh vhodných změn ve zvolené strategii, které budou mít předpoklad pro posílení stability produkce pro zvolené území. Novost spočívá v zahrnutí aspektu udržitelnosti pro potenciální strategie pro využití zemědělské produkce v daném území pro potřeby OZE, při kalkulaci potenciálních přebytků produkce. Předložená metodika také představuje dílčí část ucelené řady sedmi metodik vytvořených v rámci projektu, které mají za cíl pokrýt celou problematiku ekonomického zhodnocení různých scénářů produkce a následného energetického využití zemědělské biomasy a odpadní biomasy při zohlednění potřeby pěstování potravin a krmiv limitů ve využití půdy včetně zapracování environmentálních externalit (viz Obr. 3.1).

**Obr. 3.1.** Logika provázanosti jednotlivých metodik vytvořených v rámci projektu NAZV QK1710307

Oblast	Co řeší	Proces	Vztah	Název
Souvislosti, návaznosti	Regionální souvislosti – přesah do širší ekonomiky PROČ?	Rozhlížení se Rozšiřování obzorů		<b>1) Metodika zjišťování vlivu obnovitelných zdrojů energie na hospodářství a životní prostředí mikroregionu / MAS</b>
Podmínky, možnosti, kritéria hodnocení	Výběr plodiny a technologie – hodnocení/proces/energ. bilance CO a JAK?	Zjišťování předpokladů a jejich analýza Sumarizace nejlepších dostupných možností		<b>2) Metodika ekonomického a energetického vyhodnocení výroby plodin pro energetické účely v ČR</b>
	Lokální podmínky pro výrobu energ. a potr. biomasy – aplikace vybraných plodin a technologií JAKÝM ZPŮSOBEM?			<b>3) Metodika strategického zaměření výroby ve zvoleném území s použitím biomasy pro energetické účely</b>
	Biomasa jako surovina KAM?			<b>4) Metodika identifikace a faktické dostupnosti konkrétního druhu biomasy</b>
Strategie investic a regulace	Střešní metodika – tvorba regionální či lokální strategie/akčního plánu pro OZE, zejména biomasu KDE, CO, ZA KOLIK?	Stanovení vhodných variant		<b>5) Metodika výběru optimálního scénáře investic do OZE a technologií energetického využití biomasy pro investory</b>
Dopady, zahrnutí externalit	Dopady vytvořené strategie na půdu CO TO ZNAMENÁ? JE TŘEBA STRATEGII ZMĚNIT?	Zpětná vazba Vyhledání optima mezi variantami		<b>6) Metodika analýzy dopadů různých scénářů rozvoje OZE na zemědělskou půdu</b>
	Ostatní dopady vytvořené strategie CO TO ZNAMENÁ? JE TŘEBA STRATEGII ZMĚNIT?			<b>7) Metodika ocenění externalit produkce biomasy a zahrnutí jejich vlivů do regulace rozvoje OZE</b>

V rámci přípravy metodiky byla provedena rešerše již certifikovaných metodik na webu Agronavigator (<https://agronavigator.cz/>) a nebyly nalezeny žádné výstupy, které by se tematicky překrývaly s přístupem předkládané Metodiky strategického zaměření výroby ve zvoleném území s použitím biomasy pro energetické účely.

## 4 Uplatnění metodiky

Tato metodika je určena především jako podklad pro posouzení strategie zemědělské produkce a udržitelnosti hospodaření na úrovni území v rozsahu od správního obvodu ORP po kraje či produkční oblasti a další typy a jejím účelem je umožnit zástupcům státní správy a samospráv zhodnotit vybrané území z pohledu stávající struktury zemědělské produkce, modelovat odlišné strategie a následně v případě potřeby přijmout opatření,

kteřá by podpořila dlouhodobou udržitelnost zemědělské produkce v daném území. Metodika je využitelná i pro menší územní celky (obce, mikroregiony), se snižující se posuzovanou plochou nicméně klesá relevantnost výstupů. Nemusí být možné a z dlouhodobého hlediska ani výhodné tlačit na vyrovnané zastoupení jednotlivých indikátorů např. na území o velikosti několika obcí. V těchto případech je proto nutné vzít v úvahu velikost regionu a jeho priority. Podobným způsobem pak může metodika posloužit i farmářům či firmám obhospodařujícím větší územní celky.

## 5 Ekonomické aspekty

V současné době je v praxi obecná tendence klást důraz spíše na ekonomicky efektivní pěstování tržních plodin než na trvalou udržitelnost zemědělství. Ochrana zemědělské půdy a snaha o udržitelné využívání přírodních zdrojů je však zásadní investicí do budoucna a optimalizace struktury pěstovaných plodin či vhodná aplikace statkových hnojiv přispívá tomuto cíli. V tomto případě se uvažuje především o kompenzaci úsporou, kterou lze vyčíslit. Například bylo zjištěno snížení spotřeby nafty (až 6800 l/ha ročně při podrývání) při kultivaci půdy jako důsledek zlepšení fyzikálních vlastností půdy, zejména lepší struktury v celém půdním profilu, vyrovnanější vlhkosti a lepší stabilitu půdních agregátů (Václavík, 2018). Tyto úspory však není lehké vždy vyčíslit, neboť náklady a přínosy různých opatření jsou početné a jejich objektivní stanovení mohou být více či méně náročná. Příkladný postup při vyhodnocení ekonomické bilance protierozních opatření je rozdělen na vyčíslení přínosů (ocenění ztráty půdy vodní erozí a náklady na nápravu škod), vyčíslení nákladů (náklady spojené se zavedením půdo-ochranných opatření, investiční náklady na tvorbu zařízení jako zatravnění, průlehy a příkopy atd.), a neinvestičních ztrát (např. ztráty z orné půdy, na které byla vybudována zařízení). Výsledná bilance je pak stanovena jako porovnání přínosů a nákladů. Případové studie uvádějí, že protierozní opatření je smysluplné zavádět dlouhodobě, protože obvykle jen tak mohou přínosy převažovat nad náklady (Konečná a kol., 2014). Podobně lze uvažovat dodání potřebných organických látek do půdy, kdy z dlouhodobého hlediska zabezpečí půdní úrodnost a potažmo stabilní výnosy pěstovaných plodin. Navíc přínosy některých opatření nemusí mít vždy zřejmě vyčíslitelné produkční efekty, což nijak nesnižuje jejich význam. Sem patří například opatření zvyšující pestrost v krajině a druhovou diverzitu (např. biopásy, vhodný management travních porostů). Udržitelné hospodaření tedy nelze zajistit pouze na základě finanční kalkulace nákladů a výnosů v podobě maximalizace zisku. Podporování trvale udržitelného využívání přírodních zdrojů není zbytečné snižování maximálních výnosů, a tedy profítu, ale investicí, která nabídne především dlouhodobé ekonomické výhody v podobě diverzifikované inovativnější produkce. Využití zemědělskou půdu pro nepotravinářské účely se jeví jako perspektivní i vzhledem k ceně ostatních energií a surovin. Náklady při zavedení energetických plodin mohou být stanoveny jako variabilní a fixní, přičemž variabilní náklady vznikají bezprostředně při výrobním procesu a jsou přímo úměrné rozsahu výroby. Při ocenění hodnoty produkce energeticko-průmyslových plodin se uvažuje časové období od přípravy půdy a setí do sklizně a odvozu produkce. Souhrn zhodnocení produkce energetických plodin se tudíž dá nelehko zobecnit díky variabilitě technologie pěstování, skladování a samozřejmě zpracování. Nutně se také promítne logistika mezi producentem a spotřebitelem. Využití zemědělskou půdu pro nepotravinářské účely se jeví jako perspektivní i vzhledem k ceně ostatních energií, především ve vztahu k využívání lokálně dostupných surovin. Zásadní je, že vzhledem k rostoucím cenám paliv se biomasa nabízí jako jedno z řešení ke snížení provozních nákladů při produkci tepla – vstupní palivo je obvykle laciné (zejména tam, kde je dostupné z lokálních zdrojů).

## 6 Environmentální aspekty

Vhodné zaměření zemědělské výroby v daných oblastech a regionech je podmíněno širokou škálou environmentálních, ekonomických a sociálních aspektů. V metodice byla zpracována dostupná data, která umožnila kalkulovat celkovou bilanci aktuální produkce a pomocí zvolených indikátorů ukazuje na možnosti a možné problémy ve zvolených regionech. Jednotlivé indikátory tak umožňují zhodnotit stávající situaci zemědělské produkce z environmentálního hlediska.

Zvýšená primární produkce plodin může vést k většímu nadzemnímu a podzemnímu zbytku rostlin, který může být navrácen do půdy, což je přínosem pro sekvestraci uhlíku v půdě v agro-ekosystémech. Nicméně, i když se používají minerální hnojiva, vstup uhlíku ze zvýšeného růstu rostlin (vrácené zbytky a podzemní biomasa) nemusí nutně vyvažovat pokračující pokles organické hmoty v půdě v důsledku mikrobiálního rozkladu. Je proto nezbytné podpořit úrodnost půdy ve formě aplikovaných statkových hnojiv a vrácených zbytků plodin včetně slámy z důvodu jejich pozitivních účinků na akumulaci organického uhlíku v půdě. Uváděné hodnoty indikátorů určují, jaké jsou rezervy v produkci plodin s ohledem na možné klimatické změny, zda je zatížení zemědělské půdy chovem hospodářských zvířat dostačující pro stabilní dodávání organických hnojiv do půdy či zda BPS nespotřebovávají statková hnojiva bez adekvátní kompenzace pro zemědělskou půdu. Díky stanovené bilanci byly zjištěny potenciály pro pokrytí této potřeby především v kraji Jihomoravském.

Pěstování víceletých pícnin je zásadní zdroj organických látek a proto představují investici do budoucna i ve smyslu pozdější úspory při používání průmyslových hnojiv. Pestrost osevního postupu je důležitá z hlediska diverzity biosféry, a tak pěstování luskovin může částečně kompenzovat chybějící víceleté pícniny, i když z hlediska ekonomiky nejsou aktuálně lukrativní. Celkové zastoupení kukuřice je mezi sledovanými regiony obdobné a výrazně vyšší než průměr v ČR. Pěstování kukuřice s sebou však nese významné negativní environmentální dopady. Kromě všeobecně známé erozní ohroženosti půd se jedná o vysoké energetické vstupy v podobě minerálních hnojiv a látek na ochranu rostlin. Jednou z cest může být změna pěstební technologie nebo zařazení jiných, k účelům BPS či k účelům přímého spalování vhodných, energetických rostlin a to i vzhledem k podílu erozně ohrožených ploch v popisovaných regionech a nezvyšovat výměru pěstování této plodiny.

## 7 Zdroje:

### 7.1 Seznam publikací, které předcházely metodice / výstupy z originální práce

- Pulkrábek J., Páček L., Čížek J., Stupka R., Pračka K., Tlustoš P. (2019): Regional food and feed self-sufficiency related to climate change and animal density – a case study from the Czech Republic. *Plant Soil Environ.*, 65: 244-252.
- Hakl J., Fuksa P., Habart J., Šantrůček J. (2012): The biogas production from lucerne biomass in relation to term of harvest. *Plant Soil Environment*, 58, (6), 288 – 293.
- Fuksa P., Hakl J., Brant V. (2013): Energy balance of catch crop production. *Zemdirbyste*, 100, (4), 355 – 362.
- Hakl J., Kunzová E., Konečná J. (2016): Impact of long-term organic and mineral fertilization on lucerne forage yield over 8 year period. *Plant Soil Environment*, 62, (1), 36 – 41.
- Hakl J., Šantrůček J., Písařík M., Dindová A. (2017): Agronomic factors affecting productivity and nutritive value of perennial forage crops: a review. *Slovak Journal of Animal Science*, 48 (2), 47 – 53.
- Dindová, A., Hakl, J., Hrevašová, Z., Nerušil, P. (2019): Relationships between long-term fertilization management and forage nutritive value in grasslands. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 120, 123 – 130.
- Fuksa P., Hakl J., Míchal P., Hrevašová Z., Šantrůček J., Tlustoš P. (2020): Effect of silage maize plant density and plant parts on biogas production and composition. *Biomass & Bioenergy*, 142, 105770.
- Janoušek Z., Papaj V., Brázda J., (2019). Land protection versus planned land consumption: an example of the Hradec Králové Region. *Soil and Water Research* [online]. 14(3), 138–144. ISSN 1805-9384. Dostupné z: doi:10.17221/102/2018-SWR
- Papaj V., Brázda J., Novotný I., Janoušek Z., (2019). Optimální využití zemědělské půdy pro energetické účely při zajištění potravinové soběstačnosti a potřeby krmiv pro hospodářská zvířata. *Certifikovaná metodika*. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i. ISBN 978-80-87361-99-3.
- Papaj V., Janoušek Z., Kozáková J., Novotný I., Brázda J., Mistr M., (2019). Optimální modelové využívání orné půdy s ohledem na potravinovou soběstačnost a ochranu půdy. *Specializovaná mapa s odborným obsahem*. [map]. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i.
- Papaj V., Janoušek Z., Kozáková J., Novotný I., Brázda J., Mistr M., (2019, 2019). Biomass Module: The supportive tool for the optimal utilization of biomass at the local level. In: *Re-imagining Europe's Future Society and Landscapes*, 7th EUGEO Congress on the Geography of Europe: Abstract Book. Galway, Irsko: NUI Galway, s. 356.

### 7.2 Ostatní zdroje

- Abraham Z, Andert D, Herout M. (2016). Energetické využití biomasy, *AgriTech Science* 15
- Balík, J.: 2010: Vliv hnojení na půdní vlastnosti a půdní úrodnost. *Racionální použití hnojiv - sborník z konference*, ISBN 978-80-213-2006-2
- Biom: Biomasa je lidem evropské energetické transformace. *Biom.cz* [online]. 2020-04-03 [cit. 2020-04-25].

- Javůrek, M., Mikanová, O.; Vach, M.; Šimon, T., 2010: Význam půdoochranných technologií v rostlinné výrobě pro rozvoj půdní úrodnosti, 1. vyd., Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby.
- Klír J. (2020). Bilance organických látek v rostlinné výrobě. [webinář 10.10.2020]
- Konečná J., Pražan J., Podhrázká J., Kučera J., Koutná K., Fiala R. (2014). Hodnocení ekonomických aspektů protierozní ochrany zemědělské půdy. Certifikovaná metodika, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy.
- Kůst, F. (2009). Výroba kukuřice na siláž a zrno. Zemědělec, [online 6.11.2009]: [www.zemedelec.cz](http://www.zemedelec.cz)
- Matthews, C. (2006). Livestock a major threat to environment. FAO Newsroom, 29.
- MZe (2016). Strategie resortu ministerstva zemědělství s výhledem do roku 2030
- MZe, MŽP, VÚV TGM (2017). Koncepce ochrany před následky sucha pro území ČR
- MZe (2021). Standardy Dobrého zemědělského a environmentálního stavu půdy DZES (GAEC)
- RESTEP – Regional, Sustainable Energy Policy (2014). Projekt LIFE10 ENV/CZ/000649 (2011-2014)
- Polanecký K., Jagoš T., Piňos J. (2018). Jen do roku 2030 mohou nově postavené obnovitelné zdroje zajistit víc elektřiny než stavba nového jaderného bloku [online 10.12.2018]. <https://www.hnutiduha.cz/>
- Václavík F. (2018). Zlepšování základních půdních vlastností a eliminace dopadů sucha na výši produkce plodin pomocí aplikace půdních aktivátorů. Metodika, Olmix Group, ČR-
- Vejvodová A. (2016). Trvale travní porosty, MZe, [online]: <http://eagri.cz>
- Voltr V., Hruška M., Nobilis L., Fuksa P. (2019) Metodika ekonomického, energetického a environmentálního hodnocení výroby plodin, Ústav zemědělské ekonomiky a informací, 2019 ISBN 978-80-7271-242-7
- Vyhláška č. 377/2013 Sb., o skladování a způsobu používání hnojiv. Zpracoval: Ing. Jan Klír, CSc.
- Zemědělská účetní datová síť FADN (<https://www.uzei.cz/zemedelska-ucetni-datova-sit-fadn-cz/>)