



**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
AGRONOMICKÁ FAKULTA**
Kamýčká 129, Praha 6 – Suchbátka, 165 21

ZEMĚDĚLSKÉ SOUSTAVY V MINULOSTI, DNES A V BUDOUCNU

Švachula V., Vašák J., Pulkrábek J.
Katedra rostlinné výroby, ČZU Praha

1. Co je zemědělská soustava (systém)

Termíny soustava a systém jsou synonyma.

Systém je mnohoznačný pojem, jeho význam je různý v různých oblastech lidské činnosti, používali jej již staří Řekové.

Podle teoretického biologa a zakladatele systémové teorie BERTALANFFYHO je soustava (systém) množina vzájemně působících objektů, jevů či prvků, které se řídí určitými ji odpovídajícími zákony (BERTALANFFY, 1954).

Jedny z prvních vědeckých systémů v historii byly např.: botanický a zoologický (Carl LINNÉ, 1707-1778), chemický (Dmitrij Ivanovič MENDĚLEJEV, 1834-1907). Astronomové zkoumají po staletí „sluneční soustavu“, předmětem zájmu ekologů je ekosystém (soustava společenstev a organismů v krajině) atd.

Zemědělská soustava (ZS) je v širším pojetí agroekosystému stejně tak

- soustavou hospodaření zemědělských **podniků** (farming system),
- jako i systémem **hospodaření na půdě** (agricultural system).

Vždy jde o především o strukturu (zastoupení jednotlivých plodin) a způsoby hospodaření, tj. o vzájemný poměr mezi rostlinnou a živočišnou výrobou ve vztahu k využívání zemědělské půdy v zemědělské krajině. Podle ARMY-GREERA vyřešení optimalizace zemědělské soustavy je jednou z podmínek progresu zemědělství a jeho trvalé udržitelnosti (uplatnění tzv. setrvalého zemědělství – sustainable agriculture).

Podle prognóz futurologů budou zemědělské soustavy sehrávat i v budoucnu významnou roli především jako nadstavbový prvek (viz následující schéma):



Poznámky:

- V ČR je dostatek slunečního záření, ale v nejméně úrodných oblastech je limitujícím faktorem voda. ČR má vybudovány závlahové soustavy na 3,6 % zemědělské půdy, ale závlah se z důvodů současné rostoucí ceny za vodu využívá jen z 1/3. Zatímco hnojení je faktor intenzifikační, závlahy jsou faktorem stabilizačním.
- Zemědělské soustavy ČR vycházejí z rajonizace zemědělské výroby. Nová verze rajonizace (zpracovaná v roce 1996 na základě výsledků bonitace zemědělských půd ČR) vyčleňuje 5 zemědělských výrobních oblastí (kukuřičnou, řepařskou, obilnářskou, bramborářskou a píceňářskou) a 21 podoblastí.

2. Faktory určující výběr plodin a typ zemědělské soustavy

Významnou roli hrají mj.:

- historická etapa vývoje společnosti
- půdně-klimatické podmínky území
- introdukce nových plodin
- poznatky o pěstování jednotlivých plodin
- rozvoj pěstivelských technologií
- potřeby člověka, potřeby trhu
- úroveň příjmů obyvatel

Nutno uvážit, že

1. zemědělství zabezpečuje naši výživu, okolo r. 1950 uživil 1 zemědělec 10 lidí, dnes > 70,
2. zemědělství je nenahraditelnou součástí národního hospodářství, i když se podílí na HDP ČR jen 5 %. Je inflační brzdou č.1, za potraviny se vydává u nás 31 - 34 %, v SRN 16 % rodinných nákladů,
3. zemědělství pečuje o krajinu, udržuje životaschopné vesnice, ekologie při tom hraje významnou roli, rozvíjí se agroturistika, dovolené na farmách, zemědělství a lesnictví se stará o 93 % území republiky,
4. zemědělství produkuje cenné průmyslové suroviny (až 20 % tzv. trvale dorůstajících surovin),
5. zemědělství bude stále více pomáhat řešit energetické problémy (produkce energetických dřevin a bylin, spalování slámy, bioplyn a pod.).

Poznámka:

V SRN se počítá v budoucnosti s následujícím využitím zemědělské půdy: 40 % na potraviny a suroviny pro potravinářský průmysl, 30 % nepotravinářská produkce (bionafta, bioetanol, energetické plodiny) a 30 % státem hrazená údržba krajiny (výše položené oblasti).

3. Definice zemědělské soustavy (ZS) podle prof. KUDRNY

Průkopníkem a zakladatelem systémového pojetí zemědělských soustav v ČR je prof. ing. Karel Kudrna, DrSc. z agronomické fakulty ČZU v Praze. Podle něj je **zemědělská soustava je složitou dynamickou soustavou založenou na biologických principech**. Opírá se o poznané biologické zákony, z nichž preferuje především zákon jednoty krajinného prostoru (prostředí) a struktury zemědělské soustavy, tj. vzájemného poměru mezi rostlinami, hospodářskými zvířaty a půdou.

Definice ZS podle prof. KUDRNY (1979):

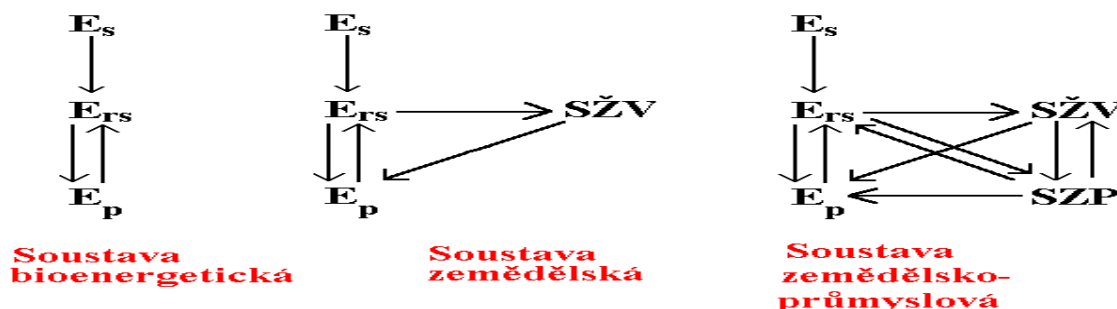
Soubor vzájemně podmíněných a navazujících	<u>prvků</u> <u>procesů</u> <u>prostředků</u> <u>a zařízení</u>	<i>racionálně -uspořádaných -řízených -a regulovaných</i>	<i>v prostoru a čase</i>	s cílem dosažení optimální kvantitativní a kvalitativní úrovně <u>výroby organické hmoty</u>
---	--	--	---	---

Jsou i jiné definice a charakteristiky. Např. prof. DUCHOŇ charakterizoval zemědělství jako řízenou reprodukci.

Při projektování zemědělských soustav vychází KUDRNA (1979) z **teorie VERNADSKÉHO (1935) o krajinném prostoru**. Soustava musí odpovídat konzervativním, reliktovým a progresivním prvkům krajinného prostoru.

- Konzervativní prvky : nadmořská výška, geologicko-petrografický substrát, reliéf krajiny
- Reliktové prvky: půdní druh a typ, úrodnost
- Progresivní prvky: klimatické a povětrnostní podmínky, rostlinná a živočišná společenstva, mikrobiální společenstva, práce člověka, vklad energie a pod.

Nutno rozlišovat soustavy: bioenergetickou, zemědělskou a zemědělsko-průmyslovou:



E = energetický systém, E_s = energie slunečního záření, E_p (energetický systém půdy, někdy se vyjadřuje jako energie mikrobiálních společenstev E_m), E_{rs} = podsoustava rostlinných společenstev, SŽV = podsoustava živočišné výroby, SZP = podsoustava zemědělského a zemědělství sloužícího průmyslu. Systémový přístup k hodnocení zemědělských soustav není aditivní, ale zkoumají se vztahy a jejich dynamika. V modelu soustavy bioenergetické se zkoumají 3 vazby, v soustavě zemědělské 5 a v soustavě zemědělsko-průmyslové 10.

Hlavní parametry ZS: racionální struktura a stabilita s vyváženým poměrem mezi zdroji a spotřebiteli uhlíku. Hlavními zdroji uhlíku jsou víceleté pícniny, částečnými zdroji jsou obiloviny a drnový fond (louky a pastviny). Stabilitu ZS charakterizuje rovnovážný stav, kdy vstupní a výstupní vektory jsou konstantní. Zemědělská soustava je otevřená, vklad práce neustále porušuje rovnovážný stav. Cílem je dosáhnout dynamický rovnovážný stav.

Progresivní vývoj krajinného prostoru nastává tehdy, když každé množství uvolněných minerálních a vnesených látek je kompenzováno odpovídajícím množstvím vysokomolekulárních látek povrchů organické hmoty - humusu v půdě.

Bioenergetický potenciál půdy lze vysvětlit jako energetický stav aktivních povrchů v rizosféře, charakterizovaný efektivností využití průmyslových hnojiv při tvorbě biomasy polních plodin: $E_p = Y_s/H \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (Y_s = produkce sušiny, H = použitá průmyslová hnojiva). Bioenergetický potenciál půdy nutno hodnotit v jeho dynamice, tj. v delším časovém období (jako funkci času): $E_p = f(t)$

Energetika zemědělské soustavy

- *Přímá vazba:* $E_s \rightarrow E_{rs}$ (kinetická energie slunečního záření se transformuje v rostlinných společenstvech na energii potenciální, tj. organickou glycidoproteinovou hmotu), produkty rostlin konzumují zvířata, hlavně skot $E_s \rightarrow SŽV$ (soustava živočišné výroby), hnůj se vrací do půdy $SŽV \rightarrow E_p$
- *Kompenzační (zpětná) vazba:* $E_{rs} \rightarrow E_m$ (rostliny ovlivňují mikrobiální společenstva E_m) a $E_{rs} \leftarrow E_m$ (mikrobiální společenstva působí zpětně na společenstva rostlin).
- *Cyklická kompenzační vazba:* $E_{rs} \rightarrow SŽV \rightarrow E_m \rightarrow E_{rs}$

Regulace (řešení) energetických procesů v ZS sleduje:

- ⇒ dosažení maximální výtěžnosti energie ve formě produkce organické hmoty
- ⇒ omezování vkladů (vstupů) zejména fosilních paliv (např. minimálním zpracováním půdy)
- ⇒ uplatnění bezodpadové technologie (využití vedlejších výrobků a pod.)
- ⇒ ovlivňování procesů v rizosféře (např. proti zhutňování ornice vylehčováním strojů, dvojmontáží pneumatik a pod., harmonickou výživou porostů včetně stopových prvků, péčí o dostatek vody a vzduchu, melioracemi).

4. Vývoj zemědělských soustav

Hodnocením vývoje historických zemědělských soustav se v letech sedmdesátých zabýval prof. F. LOM (učil na PEF VŠZ v Praze i na VŠCHT).

Primitivní soustavy: stepní, žďárová, náplavová (prvobytně pospolná a otrokářská společnost)

Soustavy úhorové: přílohová, původní travoplní, krátkodobých úhorů (do druhé pol. 1. tisíciletí) - feudalismus

Trojhonná (trojpolní) soustava, zlepšené úhorové soustavy

Soustava střídání plodin (F.Horský, 1801-1877 – osevnický postup „Norfolk“: jetel ⇒ ozim ⇒ okopanina ⇒ jař, **ruchadlo** – vynález bratřů Verkových 1827, A. Thaer, 1809 - **humusová teorie** - jediným zdrojem výživy rostlin je humus, J. Liebig, 1840 - **minerální teorie** vedoucí v praxi ke hnojení minerálními hnojivami) - do druhé poloviny 19. století - nástup kapitalismu.

- Stepní zemědělství v aridních a semiaridních oblastech bylo extenzivní a rizikové. Zemědělská soustava na území ČR byla původně stepní, viz. genezi půdních typů, směrem na východ vzrůstá kontinentální typ klimatu.
- Přímořské zemědělství praktikované v humidních oblastech bylo intenzivnější s výjimkou zasolených půd.

Charakteristika současné zemědělsko-průmyslové soustavy

(všeobecné, specializované, průmyslové, tzv. agrokomples):

- vytváření rovnovážného stavu uvnitř i vně (vůči průmyslu potravinářskému),
- průmyslové způsoby práce (exaktnost, technologická kázeň, využitím pokroku ve strojářském průmyslu),
- vyřešení dopravních systémů,
- vyřešení vodního hospodářství (závlahy, odvodnění),
- maximální účinnost intenzifikačních a stabilizačních prvků (meliorace, voda, hnojiva, pesticidy, energie),
- velkovýrobní automatizované technologie,
- vyřešení vztahů zemědělsko-průmyslové soustavy v krajinném prostoru,
- integrované zemědělství,
- využití biotechnologií,
- na části plochy ekologické zemědělství,
- trvale udržitelné zemědělství (nikoliv na úkor intenzity).

Dánská a holandská zemědělská soustava

Z analýzy struktury zemědělských soustav některých evropských zemí byly již dříve vytypovány dvě charakteristické skupiny, dánský a nizozemský typ (KUDRNA, 1969).

V dánském typu, který byl i v ČR převážně realizován (s výjimkou soustav ve vyšších polohách), je charakteristické vysoké zastoupení víceletých pícnin na orné půdě jako zdrojů uhlíku, v nizozemském jako zdroj uhlíku slouží vysoké zastoupení drnového fondu.

Hustota skotu v letech šedesátých byla v Dánsku 1,00 a v Nizozemí 1,27.

Spotřeba NPK $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ byla před zhruba 25 lety v Dánsku 153,7 a Nizozemí 457,8 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Parametr $\Sigma Y_s/\Sigma H$ (bioenergetický potenciál půdy) byl v Dánsku 25,57 a v Nizozemí 10,43 $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$, výnosy obilnin v tunách sušiny na hektar v Dánsku činily 0,60 a v Nizozemí 0,61.

Poznámky:

Stavy skotu v ČR činily v r. 1989 3480,6 tis. ks ($h_z=0,81$) a k 1.3.1998 činily již jen 1690,4 tis. ks ($h_z=0,46$). V důsledku toho došlo v posledních letech ke značnému poklesu ploch víceletých pícnin. Negativně se projevuje i současné snížení spotřeby průmyslových hnojiv (viz dále).

Navzdory výše uvedeným faktům má zemědělská soustava ČR stále ještě značné rezervy, jak v úrodných oblastech nížin, tak i v marginálních oblastech, v oblastech s méně příznivými podmínkami (LFA – less favoured areas). Ve všech regionech je proto potřebná přiměřená intenzita (extenzivní systém nelze akceptovat).

5. Které plodiny se hodí pro tu kterou zemědělskou soustavu

Vnitřní strukturu zemědělské soustavy definuje KUDRNA (1979) v nejužším smyslu jako poměr zdrojů a spotřebitelů uhlíku. Zdroji jsou víceleté pícniny, jeteloviny a drnový fond, a spotřebiteli okopaniny, přadné rostliny a všechny plodiny, jejichž produkty odcházejí za hranice soustavy. Při výběru plodiny a jejím zastoupení v osevním postupu by neměla být porušena rovnováha mezi zdroji a spotřebiteli uhlíku. Zohledněny musí být následující aspekty:

- Využití půdně-klimatických podmínek (úrodnost půdy, dostupnost vody, rajonizace rostlinné výroby, zohlednění nároků jednotlivých druhů a odrůd (v našich podmínkách se nedaří např. rýži)
- Zvýšení agrobiodiverzity (rozdůrněnosti) sortimentu plodin. Jako perspektivní se dnes jeví např. zavedení či rozšíření pěstování pšenice špaldy, tritikale, bezpluchého ovsa, pohanky seté, prosa setého, laskavce (amarantu), soji luštinaté, lupiny bílé, cizrny beraní. Jako plodiny s perspektivou většího rozšíření se jeví kukuřice, sladovnický ječmen, mák a slunečnice.
- Zohlednění výrobně ekonomických podmínek (struktura a velikost podniku, zaměření živočišné výroby, eventuálně systémy hospodaření bez živočišné výroby, pracovní síly, specializace, zvládání moderních pěstitelských technologií, vybavenost mechanizačními prostředky, požadavky trhu, vývoj spotřeby potravin, poptávka po nepotravinářském užití zemědělských produktů a pod.)
- Závazky ČR v mezinárodním agrárním obchodu (WTO, GATT, CEFTA, Celní unie, Asociační dohoda atd.)

Vysvětlivky:

GATT = General Agreement on Tariffs and Trade

CEFTA = Central Europe Free Trade Association

WTO = World Trade Organization

6. Zemědělství „průmyslové“ (tržní orientace, tzv. malé střídání plodin, chemizace) a integrované zemědělství - postupná cesta k udržitelnému hospodaření

- Tržní orientace v průmyslovém zemědělství osciluje mezi větší **diverzifikací** a **zúženou skladbou plodin** a komodit. „Malé střídání plodin“ je výhodné pro úzkou specializaci podniku, ale má svá nemalá rizika (nižší výnosy, nárůst vlivu škodlivých činitelů). V Německu v osevním postupu cukrovka-pšenice-ječmen poklesl obsah humusu za 20 let o 1/10 (DAMBROTH, 1992). Celostátní pokles ploch cukrovky a její zvýšená lokální koncentrace v ČR přináší větší ekonomické riziko.
- Nástup výkonnějších odrůd, vyšší využívání výnosového potenciálu. Není účelné vracet se k odrůdové agrotechnice. Odrůda musí sloužit ekonomickým záměrům pěstitele.
- Chemizace zvláště v ochraně rostlin spěje k maloobjemovým postřikům k životnímu prostředí šetrnými přípravky. Vývoj spotřeby přípravků na ochranu rostlin má v ČR klesající trend. Průměrná spotřeba obchodních přípravků v kg/ha činila v r.1985 5,81 kg, v r.1990 4,86, v r. 1993 2,09 kg a v r. 1996 2,14 kg.
- Vývoj vnějších podmínek světového zemědělského trhu (růst světové populace, růst hrubého domácího produktu (HDP) a kupní síly, růst spotřeby energeticky náročných potravin, urbanizace, úbytek zemědělské půdy (v letech 1991-1998 ubylo přes 17 tis. ha a 84 tis. ha bylo neoseťých), pokles dynamiky růstu průměrných hektarových výnosů, snižování podílu konečných zásob na globální spotřebě u významných komodit, zvyšování četnosti vzniku extrémních povětrnostních situací).
- Vývoj zemědělství a agrárního trhu v EU, Společná zemědělská politika EU (SZP) - Agenda 2000 (zvýšení konkurenceschopnosti, zvyšování kvality a zdravotní nezávadnosti, slušná životní úroveň zemědělské komunity, integrace environmentálních cílů, vytváření alternativních pracovních a příjmových příležitostí pro farmáře a jejich rodiny).
- Strukturu soustavy silně ovlivňuje pevně daný systém podpor (viz např. STŘELEČEK, F. – LOSOVÁ, J.(2003): Zjednodušený systém přímých plateb. Zemědělec, 40).
- Nové progresivní technologie (minimální zpracování půdy, bezorebný systém, půdoochranné technologie, přesné technologie - precision farming s využitím satelitů - GPS - Global Position System, programované pěstební systémy).

Poznámky:

Podle MZe (výroky dřívějšího ministra zemědělství J. Fencla, září 1998) se vydávalo donedávna na 1 ha zemědělské půdy v ČR zhruba 31 \$ (USD) a v EU 825 \$ (USD), tj. 26,6x více. V přepočtu na 1 pracovníka v zemědělství to činí v ČR 624 USD a v EU 17474 USD.

V USA je běžné opustit neziskovou farmu, v ČR to nelze, protože máme 26x vyšší počet obyvatel na hektar půdy.

7. Vyhodnocování měřitelných příznaků zemědělské soustavy

Při projektování optimální struktury zemědělských soustav je nutno provést analýzu vnitřních relací, tj. vzájemných vztahů mezi vnitřními prvky soustavy, a vyšetřit průběh jejich funkcí. Vnitřní vazby v zemědělské soustavě determinují způsob její činnosti a její stabilní stav. Systémový přístup je v podstatě hodnocení vztahů. Změny měřitelných příznaků zemědělské soustavy (údajů ze statistiky) nutno vyhodnocovat za delší období, alespoň v časovém úseku 6 - 10 let. Účelné je také porovnávání podniků (úspěšných s méně úspěšnými), porovnávání jednotlivých okresů, regionů, hodnocení zemědělských soustav v rámci ČR, porovnání se státy EU.

Osvědčuje se přepočítání na vhodný společný jmenovatel (pomocí koeficientů převodu na sušinu, uhlík, jouly, obilní jednotky). V následující tabulce jsou uvedeny některé měřitelné příznaky a hodnocení jejich průběhu. Podrobnější informace jsou k dispozici v citované literatuře, zvl. v učebnici „Zemědělské soustavy“ (KUDRNA, 1979, 1985).

Měřitelný příznak - funkce	Trend funkce	Hodnocení stavu soustavy (podsoustavy)
$\Sigma Y_s = f(t)$	Lineární, vzestupný Vzestupná křivka vydutá Vzestupná křivka vypuklá Sestupná křivka vydutá	Soustava je v rovnováze, hnojiva jsou využívána. Možnost využití většího množství hnojiv, plodiny a odrůdy dobře reagují. Přesycení hnojivy, výkonnost plodin a odrůd je nedostatečná. Porušena rovnováha soustavy, nefungují zpětné a cyklické kompenzační vazby, hnojiva jsou nevyužita.
$\frac{\Sigma Y_s}{\Sigma H} = f(t)$	Lineární, vzestupný Vzestupná křivka vydutá Vzestupná křivka vypuklá Sestupná křivka vydutá	Struktura soustavy je v rovnováze, je to ideální stav. - Využití hnojiv dosáhlo kulminačního bodu, potřeba výkonnějších plodin. Výkonnost plodin neodpovídá spotřebě průmyslových hnojiv, struktura plodin vzhledem k jejich výkonnosti je nepříznivá, v půdě není dostatek aktivních povrchů.
$\frac{\Sigma Y_s}{h_z} = f(t)$	Lineární, vzestupný Vzestupná křivka vydutá Vzestupná křivka vypuklá Sestupná křivka vydutá	Celková produkce sušiny plodin roste úměrně s hustotou zvířat skotu, soustava je v rovnováze. S rostoucí hustotou skotu roste výnos veškeré suché hmoty, mimořádně příznivý stav. Množství suché hmoty stagnuje, nutno zvýšit účinnost cyklické kompenzační vazby. Množství suché hmoty s hustotou zvířat klesá, nedostatek průmyslových hnojiv, nerovnovážný stav celé soustavy.

Koeficienty přepočtu výnosu plodin na sušinu, obilní jednotky, kilojouly a uhlík

Plodina	Koeficient přepočtu na sušinu (zohledňující i vedl. výrobky)	Koeficient přepočtu na obilní jednotky	Koeficient přepočtu na uhlík	Koeficient přepočtu na GJ.t ⁻¹ (spalné teplo původní sušiny)
	k _s	k _{OJ}	k _c *)	k _{GJ}
Obiloviny	2,27	1,00	0,75	15,25
Luštěniny jedlé	2,201	1,20	**)	14,15
Brambory	0,342	0,25	0	4,01
Krmné okopaniny	0,148	0,15	0	2,71
Pícniny na orné půdě	0,95	0,50	1,00	13,01
Píce luk - seno	0,95	0,40	0,50	13,19
Mák	2,701	5,50	**)	23,19
Řepka a řepice	2,519	2,00	**)	22,14
Len - rosené stonky	0,880	0,70	**)	13,69
Cukrovka	0,267	0,25	0	3,97

Vysvětlivky:

*) k_c pro výpočet dzěta-parametrů (zjednodušené koeficienty pro tzv. první přiblížení bilance)

***) v 1. přiblížení uhlíkové bilance se ostatní plodiny nezahrnují do výpočtu

V náročnějším výpočtu optimální struktury zemědělské soustavy při tzv. uhlíkové bilanci se používají přesnější koeficienty (viz KUDRNA, K. (1985): Zemědělské soustavy, II. vydání, nebo KUDRNA, K.(1989): Zemědělské soustavy. In: PETR, J. a kol.: Rukověť agronoma. SZN Praha, s. 82 – 92).

8. Zákon progresivního vývoje krajinného prostoru

Každé množství uvolněných **minerálních látek** z geologicko-petrografického substrátu, nebo vnesených minerálních látek, musí být kompenzováno odpovídajícím množstvím vysokomolekulárních aktivních povrchů organické hmoty - **humusu** v půdě.

Množství a jakost aktivních povrchů se s nadmořskou výškou výrobního území mění. Je to způsobeno odnosem sedimentů vodními toky a měnicími se vlastnostmi půdotvorných hornin.

V nížinných oblastech aluvií obsahují sedimenty značné množství kvalitních jílových minerálů typu montmorillonitu a vermikulitu, které mají velkou sorpční kapacitu (vysokou úrodnost). Se stoupající nadmořskou výškou se mění geologicko-petrografický substrát. Z metamorfovaných hornin (rul nebo opuk) se uvolňují minerály z illitické skupiny, ze žulových masivů vznikají jílové minerály typu kaolinitu s podstatně nižší sorpční kapacitou (tedy méně úrodné).

Se stoupající nadmořskou výškou se mění i struktura ZS ve prospěch vyššího zastoupení víceletých pícnin na orné půdě a trvalých travních porostů (zkušenost dřívějších generací zemědělců - protierozní vliv).

Struktura ZS se dá vyjádřit vyhodnocením podílu jednotlivých plodin v %, ale daleko výstižněji poměrem tzv. zdrojů a spotřebitelů uhlíku pomocí **parametrů „ζ„** (dzéta), odrážejících konzervativní prvky výrobního území.

Dzéta-2 parametr vyjadřuje, kolik sušiny zdrojů uhlíku v t/ha (100 % VP, 75 % obilniny a 50 % DF) připadá na 1 t sušiny obilnin, parametr dzéta-3 vyjadřuje kolik zdrojů C v t/ha připadá na 1 t sušiny okopanin (spotřebitelů uhlíku).

V šedesátých letech dzéta-2 parametr ČR se pohyboval v rozmezí 0,20-0,80 a dzéta-3 v rozmezí 1,2-8,0 t/ha. **Hodnoty dzéta-parametrů stoupají s rostoucí nadmořskou výškou a se snižujícím se množstvím aktivních povrchů v půdě. Izočáry dzéta-parametrů probíhají kolmo na vodní toky.**

Poznámka:

Význam uhlíku. Počtem sloučenin patří biogenní prvek - uhlík na 2. místo za vodík (fotosyntéza, dýchání, spalování, potrava, fosilizace). Uhlík se vyskytuje ve všech organických látkách, ve vzduchu, vodě, nerostech, uhlí, ropě, zemním plynu. Vázaný koluje mezi ovzduším, živočichy, rostlinami a půdou - viz DUCHOŇŮV diagram v knize „Výživa a hnojení kulturních rostlin zemědělských (1948)“.

9. Globální problémy výživy lidstva

Podle prognózy OSN přibude v příštích letech na Zemi další miliarda lidí. Přitom zvyšování počtu obyvatelstva půjde velmi rychle - tři lidé za sekundu (5 se narodí a 2 zemřou), neboli čtvrt milionu lidí denně. Nyní nás je 5,72 miliardy (z toho v Evropě 9 % a v Asii 59 %). V roce 2005 by nás mělo být 8,5 miliardy, což je dvakrát tolik než v roce 1960.

Na výživě obyvatelstva se podílí rozhodující měrou přibližně 30 zemědělských plodin. Z celkové roční produkce asi tři miliard tun potravin připadlo v r. 1995 na zrniny cca 1,9 mld tun, na kořenové plodiny 0,61 mld t, na brambory 0,28 mld tun.

Spotřeba potravin (kg/obyv./rok)

Druh	1996	2005 (vyšší úroveň příjmů)
Maso hovězí v hodnotě na kosti	18,1	17,0
Maso vepřové v hodnotě na kosti	48,1	48,7
Drůbež	13,6	13,9
Ryby a rybí výrobky	5,2	5,4
Mléko a mléčné výrobky (v hodnotě mléka bez másla)	199,0	198,0
Máslo	4,2	4,1
Sádlo	5,2	5,2
Rostlinné jedlé tuky a oleje	15,8	17,1
Vejsce (ks)	274	270
Cukr rafinovaný celkem	39,5	40,2
Obiloviny celkem v hodnotě mouky (bez rýže)	111,0	109,0
Brambory	77,0	76,5
Zelenina celkem (v hodnotě čerstvé)	80,0	79,0
Ovoce mírného pásma (v hodnotě čerstvého)	39,5	40,5
Ovoce jižní (v hodnotě čerstvého)	31,5	34,0

Pramen: ČSÚ

Poznámka: Podle nutričních bilancí FAO má ČR průměrný denní příjem okolo 3474 kcal (= 14540 kJ), což odpovídá zhruba střední evropské úrovni.

V minulých letech jsme patřili mezi země s nejvyšší spotřebou průmyslových hnojiv. V r.1986 jsme použili na 1 ha zem. půdy zhruba 255 kg č.ž. NPK, v současné době kolísá spotřeba v rozmezí 65 - 78 kg (viz „Zelenou zprávu MZe“ a podklady prof. VAŇKA a kol.). K poklesu spotřeby NPK došlo prakticky v celé Evropě.

Stát	Spotřeba NPK č.ž. kg/ha zem. půdy	
	1985	1994
Česká republika	255	68
Dánsko	231	170
Rakousko	103	64
Německo	264 (NSR), 253 (NDR)	169
Holandsko	344	?
Maďarsko	219	56
Polsko	182	80

Výměra orné půdy na jednoho obyvatele v 33 zemích Evropy činí 0,42 ha, v ČR je to 0,31 ha, nejvíce má Rusko - 0,88 ha, státy EU mají v průměru 0,21 ha orné půdy na 1 obyvatele. Stupeň zornění v 33 zemích Evropy činí 60,6 %, ČR má 73,7 %, nejvíce v Evropě má Dánsko - 88,1 %, státy EU mají v průměru 53,4 %.

Stavy skotu a sklizňové plochy a produkce víceletých píceňin na orné půdě v ČR

Ukazatel	1989	1993	1996
Skot celkem ks	3480,6 tis.	2511 tis.	1989 tis.
Výměra zem. půdy ha	4296 tis.	4283 tis.	4280 tis.
$h_z = \Sigma_{zs}/P_{zp}$	0,81	0,59	0,46
Plocha VP ha	605,1 tis. (?)	477,5 tis.	440,5 tis.
Výnosy VP t/ha sena	4,82 (?)	7,15	6,87
Produkce VP t sena	2916,6 tis. (?)	3416,0 tis.	3027,4 tis.

Bioenergetický potenciál půdy v ČR

Nejdostupnější je výpočet bioenergetického potenciálu půdy E_p jako váženého průměru sušiny hlavních plodin, kde vahou je plocha plodin. Přesnějším údajem je parametr Y_s/H t.ha⁻¹, hodnocený v delší časové řadě.

Ukazatel	1989	1994
Produkce sušiny hlavních plodin (použity OJ) v t	15300 tis.	13286 tis.
Spotřeba NPK na or.půdě v tunách	1095,5 tis.	291,0 tis.
Y_s/H t.ha ⁻¹	13,97	45,66 (?)

Nízká aplikace průmyslových hnojiv je kořistnický systém. Rostlinná výroba žije z podstaty, i když pozitivně působí nové výkonnější odrůdy, účinnější pesticidy a biologicky aktivní látky. Zdánlivě se prudce zvýšilo využití hnojiv, neboť objem produkce příliš neklesl.

10. Z á v ě r

1. Jsou různé zemědělské soustavy a každá může být výkonná. Současné zemědělské soustavy jsou soustavami zemědělsko-průmyslovými. Musí zohledňovat podmínky agroekologické, tržní i společenské a politické – perspektivně to musí být zemědělské soustavy trvale udržitelné.
2. Při analýze a projektování ZS je nutno použít systémový přístup. Za tím účelem je nezbytné (s využitím výpočetní techniky) aktualizovat informace a rozvíjet metody řešení vnitřní struktury zemědělské soustavy, v rozhodování usilovat o přiměřenou míru stability zemědělské soustavy. Sladit obecně platné biologické zákony s tlakem ekonomiky - optimální řešení je rozumný kompromis.
3. Vývoj zemědělství a agrárního trhu v EU bude od roku 2001 ovlivňován společnou zemědělskou politikou EU podle Agendy 2000 a reformy přijaté na zasedání Rady ministrů EU dne 26.6.2003.

AGENDA 2000

Cíle společné zemědělské politiky EU po roce 2000 - důraz na:

- ⇒ zvýšení vnitřní i vnější konkurenceschopnosti zemědělství,
- ⇒ kvalitu a zdravotní nezávadnost potravin,
- ⇒ zajištění slušné životní úrovně zemědělské komunity,
- ⇒ integraci environmentálních cílů SZP EU,
- ⇒ vytváření alternativních pracovních a příjmových příležitostí pro farmáře a jejich rodiny,
- ⇒ zjednodušení legislativy EU.

Poznámka: Dne 26.6.2003 skončila jednání Rady ministrů zemědělství členských států EU (za účasti ministrů kandidátských zemí), která se týkala reformy „Společné zemědělské politiky“. Jedná se v pořadí již o třetí reformu. První je známa jako MacSharryho reforma 1992, další jako Agenda 2000 a třetí je právě dohodnutá reforma. Cílem všech reforem je zvýšení konkurenční schopnosti zemědělství, a to jak uvnitř EU tak i mimo ni, přechod z podpor poskytovaných na výrobek na podpory poskytované producentovi, zaměření na ochranu životního prostředí, jakost a bezpečnost potravin a pohodu zvířat (well-fair). Stále více se orientovat ve svém rozhodování na signály trhu a požadavky společnosti (spotřebitele).

11. Literatura

1. DUCHOŇ, F. (1948): Výživa a hnojení kulturních rostlin zemědělských. ČSAZ v Praze, 796 s.
2. KUDRNA, K.(1979, 1985): Zemědělské soustavy. 1. A 2. doplněné vydání. SZN Praha, 720 s.
3. KUDRNA, K. (1986): Generální projektování zemědělských soustav. Vysoká škola zemědělská v Praze, fakulta agronomická. 173 s.
4. KUDRNA, K.(1989): Zemědělské soustavy. In: PETR, J. a kol.: Rukověť agronoma. SZN Praha, s. 82 – 92.
5. KUDRNA, K. – ŠINDELÁŘOVÁ, M. (2000): K problému uzavřené zemědělské soustavy na energetickém principu. Col. Sci. Pap., Fac. Agric. České Budějovice, Ser. Crop Sci., 17 (2): 121 – 129.
6. KUDRNA, K. – ŠINDELÁŘOVÁ, M. (2003): Parametrization of inner structure of agricultural systems on the basis of maximal yields isolines (isocarps). Parametrizace vnitřní struktury zemědělské soustavy na základě izochar maximálních výnosů (izokarp). Journal of Central European Agriculture. 11 p.
7. ŠVACHULA, V. - PULKRÁBEK, J. - ŠROLLER, J. (2002): Postavení cukrovky v zemědělských soustavách České republiky a států Evropské unie. Listy cukrovarnické a řepařské, 116, 12: 306 - 309.
8. VAŠÁK, J. – ŠVACHULA, V. – PULKRÁBEK, J. (2000): Zamyšlení nad rostlinnou výrobou 2000. Sborník referátů z 10. konference katedry rostlinné výroby ČZU v Praze: 1 – 7.

12. Dodatky

Jednou z plodin, jejíž postavení v zemědělské soustavě ČR je nejvíce ohroženo, je cukrovka. Dokládají to níže uvedené tabulky, komentář a souhrn z publikace ŠVACHULA, V. - PULKRÁBEK, J. - ŠROLLER, J. (2002): Postavení cukrovky v zemědělských soustavách České republiky a států Evropské unie. Listy cukrovarnické a řepařské, 116, 12: 306 - 309.

Postavení cukrovky v zemědělských soustavách vybraných států Evropy

S t á t	Zemědělská půda 1996 1000 ha	Orná půda 1996 1000 ha	Obiloviny celkem 1997 1000 ha	Plocha cukrovky 1999 1000 ha	Skot celkem 1997 1000 ks	Spotřeba prům.hnojiv 1995/1996 č.ž. kg.ha ⁻¹ zem.půdy
Belgie a Lucemb.	1471	723	346	104	3284	210,7
Dánsko	2739	2322	1498	66	2040	159,5
Finsko	2689	2460	1151	34	1150	123,5
Francie	27017	18288	9205	392	20389	187,5
Irsko	4278	1330	296	33	6869	161,5
Itálie	14736	8105	4133	265	7175	123,5
Německo	17022	11835	7073	490	15222	165,6
Nizozemí	2015	885	205	114	4292	250,1
Portugalsko	3950	2153	479	9	1295	69,6
Rakousko	3449	1420	839	47	2198	66,7
Řecko	3539	2868	1287	40	580	158,2
Španělsko	24714	15234	6543	137	6118	87,6
Švédsko	3359	2812	1228	59	1765	90,5
Velká Británie	16389	6090	3427	161	11347	135,5
EU celkem	127367	76525	37710	1951	83724	139,2
ČR	4279	3098	1647	58	1690	86,0
Maďarsko	6130	4811	2910	66	871	74,6
Polsko	18715	14087	8843	360	7387	87,3
Slovensko	2447	1479	898	36	840	46,2

Analýza struktury zemědělských soustav vybraných států Evropy

S t á t	Zastoupení obilovin na orné půdě 1997 %	Zastoupení cukrovky na orné půdě 1999 %	Změny ploch cukrovky 1999 proti 1997 %	Odhadovaný výnos polarizačního cukru 1999 t.ha ⁻¹	Hustota skotu na zeměd. půdě 1997 ks.ha ⁻¹
Belgie a Lucemb.	47,86	14,38	102,97	9,95	2,23
Dánsko	64,51	2,84	98,51	10,08	0,74
Finsko	46,79	1,38	100,00	4,74	0,43
Francie	50,33	2,14	93,11	12,45	0,75
Irsko	22,26	2,48	100,00	7,58	1,61
Itálie	50,99	3,27	92,66	6,56	0,49
Německo	59,76	4,14	97,22	9,59	0,89
Nizozemí	23,16	12,88	102,70	10,11	2,13
Portugalsko	22,25	0,42	300,00	8,33	0,33
Rakousko	59,08	3,31	92,16	9,94	0,64
Řecko	44,87	1,39	75,47	7,13	0,16
Španělsko	42,95	0,90	92,57	7,87	0,25
Švédsko	43,67	2,10	98,33	8,47	0,53
Velká Británie	56,27	2,64	94,71	10,43	0,69
EU celkem	49,28	2,55	95,54	9,57	0,66
ČR	53,16	1,87	60,42	7,21	0,39
Maďarsko	60,49	1,37	70,21	5,45	0,14
Polsko	62,77	2,56	88,24	4,68	0,39
Slovensko	60,72	2,43	75,00	5,75	0,34

Vývoj struktury rostlinné výroby ČR za posledních 11 let ukazuje tabulka. Nejvýraznější je vzestup olejnin zvl. ozimé řepky a zvýšení procentického zastoupení obilovin. Biologickou rovnováhu zemědělské soustavy (poměr mezi zdroji a spotřebiteli uhlíku) nejvíc porušuje pokles pícnin (zvl. víceletých vojtěšek a jetelů) na orné půdě. Současně se odhaduje, že se úbytkem ploch jetelovin a luskovin snížila symbiotická fixace dusíku z atmosféry o 1/3.

Z hlediska systémového se předpokládá, že pícniny a sláma obilovin jsou transformovány polygastrickými zvířaty na uhlíkové prekurzory humusu. Podle Kudrny (1986) se kvalita organických hnojiv bezprostředně promítá do rizosféry polních plodin. Alkalita či acidita krmiv ovlivňuje kvalitu substrátů, v nichž vznikají huminové kyseliny. Huminové kyseliny vznikající ze silážní kukuřice přes organická hnojiva mají povahu fulvokyselin, zatímco kyseliny víceletých pícnin díky vysoké alkalitě jsou typu tmavých huminových a ulminových kyselin. S rostoucím množstvím huminových a ulminových kyselin roste i možnost vazby iontů minerálních solí na aktivní povrchy, sorpční komplex se stabilizuje, snižuje se únik minerálních solí z rizosféry.

Pokles pícnin na orné půdě je důsledkem pronikavého snížení stavů skotu proti r.1989 zhruba na polovinu. Zatímco EU má průměrnou hustotu skotu 0,66 ks.ha⁻¹ z.p., v ČR je to jen 0,39 ks.ha⁻¹ z.p. Negativním důsledkem tohoto stavu je snížená produkce chlévského hnoje, čímž jsou postiženy plodiny ze skupiny spotřebitelů uhlíkatých látek, zejména cukrovka.

Nárůst „doběrného“ hospodaření s omezeným hnojením v ČR dokumentuje i současná relativně nízká spotřeba průmyslových hnojiv. Podle ročenky FAO činila v EU spotřeba 139,2 kg č.ž., ale v ČR jen 86 kg na hektar zemědělské půdy.

Změny struktury rostlinné výroby v rozmezí let 1989 - 1999

Skupiny plodin	Zastoupení v % orné půdy	
	1989	1999
Obiloviny	50,7	52,2
Luskoviny	1,8	1,5
Olejniny	3,7	15,4
Cukrovka	3,9	1,9
Brambory	3,5	2,4
Len	0,6	0,08
Jednoleté píce	17,9	11,4
Víceleté píce	9,7	6,1
Ostatní plodiny včetně půdy ponechané ladem	8,2	9,0

Pramen: ČSÚ, u pícnin 1999 odhad KRV

Souhrn

Byla provedena analýza postavení cukrovky v zemědělských soustavách 15 zemí EU a porovnání se situací v ČR, Maďarsku, Polsku a Slovensku. Členské země EU mají mnohem příznivější strukturu rostlinné výroby, lepší zabezpečení cukrovky hnojením chlévským hnojem vzhledem k vyšší hustotě skotu a zřejmě i vyšším výměrám pícnin na orné půdě (tj. zdrojů uhlíkatých hmot). Výrazně vyšší je u nich i spotřeba průmyslových hnojiv. Závislost výnosu polarizačního cukru na hustotě zvířat skotu a na množství použitých čistých živin průmyslových hnojiv byla prokázána regresní analýzou v souboru hodnot všech hodnocených států. Pokles ploch cukrovky v ČR v r.1999 byl neúměrně vysoký (největší ze všech 19 hodnocených zemí). Rozdíly ve struktuře soustav vysvětlují i rozdíly v odhadované produkci cukru v kampani 1999/2000, která činí v EU 9,57 t.ha⁻¹ a v ČR jen 7,21 t.ha⁻¹. Přes tyto nepříznivé ukazatele má české řepářství předpoklady pro rozvoj. Cesta nevede jen přes intenzivní pěstitelské technologie, ale i přes restrukturalizaci zemědělské soustavy podle příkladu zemí EU.