

AGROVOLTAIKA: PŘÍLEŽITOST NEBO HROZBA PRO ZEMĚDĚLSTVÍ A UDRŽITELNOST?

AGROVOLTAICS: OPPORTUNITY OR THREAT FOR AGRICULTURE AND SUSTAINABILITY?

Mgr. Jan Vachuda, PhD.

Masarykova univerzita v Brně

e-mail: pelco@mail.muni.cz

Klíčová slova:

Agrovoltaika, zemědělství, fotovoltaika, geografie, stakeholder, energie, regionální rozvoj

Keywords:

Agrovoltaics, agriculture, photovoltaic, geography, stakeholders, energy, regional development

Abstrakt:

Článek popisuje rozvoj agrovoltaiky z hlediska ekonomických, politických, legislativních a geografických proměnných a diskutuje agrovoltaiku z hlediska více perspektiv různých aktérů a jejich zájmů. Vyhodnocuje agrovoltaiku pomocí konceptu ESPECT –TODS, tedy 6 pilířů trvalého udržitelného rozvoje a os vyjadřující dominanci a podřízenost, temporalitu a prostorovost. Téma je aktuální díky změnám v technologii, v energetickém mixu ČR i z hlediska platnosti nové legislativy a nutnosti jejího výkladu (zejména výkladu veřejného zájmu v oblasti fotovoltaiky). Agrovoltaika může být řešením zajištění energie a zároveň zemědělské produkce, pokud bude používána v souladu s dalšími funkcemi krajiny a venkova. Cílem je prohloubení poznání a vyváženost diskurzů, aby byly naplněny cíle územního plánování z hlediska harmonického využití území.

Abstract:

The article deals with the boom of agrovoltaics and shows more structures, perspectives, and discourses (economic, political, legislative, and geographical) about agrovoltaics. The paper discusses the interests of different actors and stakeholders in solar energy in cooperation with agriculture. Paper evaluates agrivoltaics using the ESPECT – TODS concept, i.e. 6 pillars of sustainable development and 4 axes expressing dominance and oppression, temporality and spatiality. The topic is actual due to changes in technology, in the energy mix of the Czech Republic and in terms of the validity of new legislation and the need to interpret it (especially the interpretation of the public interest in the field of photovoltaics). Agrivoltaics can be a solution for providing energy and agricultural production at the same time, if used in coordination with other functions of the landscape and the countryside. The goal of the paper is to deepen the knowledge and balance of discourses in order to fulfill the objectives of spatial planning, which means harmonious land use and the balance of all public interests.

Úvod

Agrovoltaika znamená spojení zemědělské produkce a výroby elektřiny na zemědělské půdě. V současné době se rychle rozvíjí zejména v souvislosti s energetickým přechodem, posílením role obnovitelných zdrojů, nízkouhlíkovou energetikou i technologickými řešeními klimatických cílů. V ČR je současné rozšíření agrovoltaiky okrajové, ale politické, ekonomické i legislativní trendy ukazují na budoucí růst. Výzkum v této oblasti pro zamezení potenciálních negativních dopadů na zemědělce, venkov a krajinu je potřebný.

Minulý výrazně rychlý rozvoj fotovoltaiky v ČR z let 2010 a 2011 doprovázely politické problémy a nespravedlivé zisky solárních investorů. Vysoké podpory na podporu energetiky zejména pro fotovoltaické elektrárny znamenaly na dlouho diskreditaci fotovoltaiky. V roce 2013 byla výše podpory pro firmy prodávající dotovanou elektřinu 44 mld. Kč. Po snížení solárních podpor, které musel řešit i ústavní soud, se dotace proměnily na podporu biopaliv a bioplynu. Státní správa však již byla opatrnější, garantované ceny byly nastavené již méně výhodně pro energetické investory. Přesto se vyplatilo pěstovat řepku na výrobu biopaliv či kukuřici na výrobu bioplynu. Energetické využívání a maximalizace zisku tak v některých případech vedly k odstranění organické hmoty z půdy či zvyšování eroze a nestrídání plodin. Energetické využití půdy má proto u nás dlouhou, avšak rozporuplnou tradici, která poukazuje na předběžnou opatrnost před novými technologiemi. Energetické technologie a agrovoltaika jsou velkou možností pro zemědělství při zachování dobrého stavu zemědělské půdy, dalších faktorů životního prostředí, sociálních podmínek venkova a spravedlivé transformaci energetiky.

Cílem článku je zaprvé seznámení s kontextem rozvoje fotovoltaiky (ekonomický rozvoj, geopolitické hledisko, hledisko bezemisní ekonomiky, politické hledisko). Zadruhé je představena jedna z geografických perspektiv zkoumání tohoto fenoménu a jsou naznačeny různé skupiny aktérů, kteří jsou zapojeni do tohoto tématu.

1. Základní témata agrovoltaiky

Téma agrovoltaiky je poměrně rozsáhlé. Pro potřeby článku jsme zvolili formu několika základních kontextuálních témat, které ukazují problematiku agrovoltaiky z několika pohledů. Tyto pohledy se prolínají a poskytnou nám sice nepříliš hluboký, ale základní rozhled po tomto tématu spíše formou rešerše základních informací. V následujících sekcích budou popsány základní témata agrovoltaiky. Jsou to témata nejdiskutovanější, která hrají roli v jejím rozvoji. Zaprvé uvedeme obecné informace o rozvoji fotovoltaiky, dále o návazné tematice - bezemisní energetice. Dále se zaměříme na přínosy a nevýhody agrovoltaiky a základní parametry, které hrají v agrovoltaice vliv. Následovat bude širší kontext – geopolitické hledisko fotovoltaiky, kde uvedeme informace o závislosti na čínských výrobcích a dále širší kontext výroby energie na zemědělské půdě, protože agrovoltaika je jen z jednou kategorií výroby energie (dále je to bioplyn a biopaliva). Jen okrajově se zmíníme o celkovém hodnocení dopadů technologie na životní prostředí. Dalším tématem je legislativní hledisko ČR, kde jsou uvedeny aktuální změny zákonů a diskuze určitých právních principů souvisejících s kontrolou nových technologií. Kontext dokreslují poslední dvě témata a to energie a soběstačnost a změna výnosů plodin při zastínění agrovoltaikou.

Řada těchto témat není zpracována do hloubky, protože by byly mimo rozsah článku. Podívejme se však na toto téma synteticky z řady perspektiv, abychom více pochopili další trendy a potenciální konflikty či příležitosti.

1.1. Trend nárůstu využití fotovoltaických panelů

Fotovoltaické panely patří k nejrychleji rostoucímu segmentu výroby elektřiny i díky strmě klesajícím výrobním nákladům mezi lety 2010 a 2020. Celková instalovaná kapacita z fotovoltaiky po světě i v ČR ostře stoupá. Fotovoltaika je instalována zejména na střechách či stěnách, méně již ve volné krajině. Zatímco na začátku roku 2022 byl instalovaný výkon fotovoltaiky v České republice přibližně 2,2 GW, v polovině roku 2023 to jsou skoro 3 GW (MPO, 2023).

Německý výzkumný ústav Fraunhofer ISE (2023) uvádí, že fotovoltaika je nyní nejdostupnější technologií obnovitelné energie, přičemž ceny fotovoltaických modulů mezi lety 2009 a 2019 klesly přibližně o 90 procent. Vyrovnané náklady na elektřinu (LCOE = podíl sumy nákladů během životního cyklu a sumy elektrické energie vyrobené během životního cyklu) byly v době publikace analýzy 4–11 eurocentů za kilowatthodinu (0,98–2,71 Kč) v závislosti na velikosti systému. Vzhledem ke globální pandemii, přepravním omezením a obchodní nestabilitě dodavatelského řetězce s Čínou se ceny nevyvíjí pouze poklesem, ale dlouhodobý výhled na další růst prostupuje skoro všechny zdroje informací o fotovoltaice.

Lze předpokládat pokles nákladů v souvislosti s vyšší výrobou, rozvojem alternativních technologií, rozvojem bateriových úložišť či rozvojem flexibilních cen a flexibilní spotřeby. Je možné očekávat také rozvoj v souvislosti s převedením pozornosti kapitálu z investic do fosilního průmyslu na obnovitelný, tedy i solární. V USA podle Americké asociace solárního průmyslu (SEIA) velké firmy investují do solárních kapacit. (SEIA, 2023). Největší firemní solární instalace vlastní Meta, která má 3588 MW instalované kapacity, tedy více než všechny solární elektrárny v ČR dohromady. Druhý Amazon a třetí Apple mají okolo 1 GW instalované kapacity. (SEIA, 2023).

1.2. Rozvoj bezemisní energetiky

V souvislosti s omezením výroby energie z uhlí, které je potřebné k dosažení klimatické neutrality do roku 2050, k němuž se EU i ČR zavázala, budou fosilní zdroje nahrazovány bezemisními. Celková výroba elektřiny vzroste zejména z důvodu nahrazování paliv v dopravě. V ČR se z uhlí vyrábí zhruba 40 % výroby elektřiny, které se postupně bude nahrazovat bezemisními technologiemi. Energetický mix ČR se bude skládat s výrazného rozvoje fotovoltaických panelů a dalších bezemisních zdrojů (zejména biomasa, bioplyn, pravděpodobně jádro, vítr) (Krčál, 2023). Fotovoltaické panely však musí být doplněny akumulací (krátkodobou a dlouhodobou), podstatně rozšířenou přenosovou soustavou a dále síť bude doplněna vodními přečerpávacími elektrárnami, nebo se např. jedná o zeleném vodíku, který by byl vyráběn ve špičkách o letních poledních a spotřebováván o zimních nocích. Scénáře energetické koncepce ČR mluví rovněž o dostavbě jaderných bloků, výstavbě větrných elektráren a pro zvýšení udržitelného pěstování energetických plodin. Agrovoltaika s pěstováním energetických plodin na biomasu či do bioplynových stanic může energeticky pokrýt období celého roku i tehdy když nesvítí slunce a je zataženo (ač technologická

regulace bioplynových stanic je obtížná). Mohla by tedy zvyšovat lokální energetickou soběstačnost zemědělců bez výrazných emisí.

Podle Mezinárodní agentury pro obnovitelné energie (IRENA – International Renewable Energy Agency) je pro zachování oteplení o 1.5 °C podle Pařížské smlouvy, každoročně celosvětově postavit zhruba 1000 GW obnovitelných zdrojů. Za rok 2022 bylo postaveno okolo 300 GW. (IRENA, 2023)

IRENA uvádí, že očekává šestinásobný růst fotovoltaické kapacity mezi lety 2018 – 2030 se složeným tempem růstu 9 % za rok do roku 2050 (IRENA, 2021 in Haas et al, 2023).

Zemědělství a návazná výroba potravin celosvětově spotřebují cca 1/3 veškeré energetické produkce (Rahman et al, 2022). Zvýšení produkce obnovitelné energie po jednotlivých sektorech včetně zemědělství bude rovněž předmětem budoucích politik zeleného přechodu.

1.3. Zemědělství a výroba elektřiny = agrovoltaika

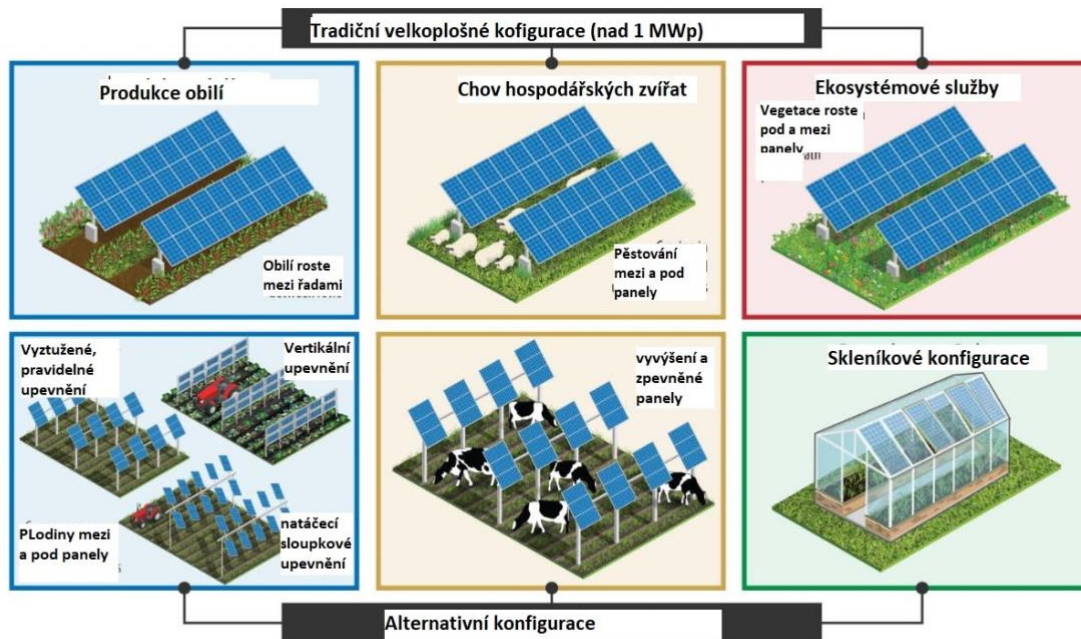
Agrovoltaika umožňuje pěstovat plodiny nebo chovat hospodářská zvířata spolu s výrobou elektřiny. Obrázek 1 ukazuje vybrané možnosti konfigurace panelů. Mezi panely a pod panely je možné pěstovat pšenici nebo hospodářská zvířata, obrázek ukazuje i možnost se skleníkem či panely na sloupcích i s natáčecím řešením.

Přínosy agrovoltaiky spočívají kromě výroby energie z obnovitelného zdroje zejména ve snížení tepelného stresu pro určité plodiny prostřednictvím zastínění (a tím i dosahování vyššího zisku), snížení vysoušení, snížení chorob, snížení potřeby pesticidů, lepší výnosy při vlnách veder apod. Mohou přinášet energii pro místní komunity z bezemisního zdroje.

Negativa mohou být například „zemědělská půda obestavěná konstrukcí“, negativní dopad na krajinný ráz, cizorodý, oplocený prvek v krajině, zábor půdy, sociální i ekonomický tlak na zemědělce, obavy veřejnosti z další vlny solárních developerských investic s externalitami (typu sociálních dopadů na zemědělce).

Podle Fraunhofer ISE (2023) se v posledních letech agrovoltaika velmi dynamicky rozvíjí téměř ve všech regionech světa. Vládní dotační programy mimo jiné v Japonsku, Číně, Francii a USA vedly ke zvýšení celosvětově instalované agrovoltaické kapacity z cca 5 MWp na téměř 14 GWp mezi roky 2012 a 2021 (Ač většina agrovoltaických projektů leží v Číně, přesto se jedná o rozvoj o několik řádů). Odhad technického potenciálu agrovoltaiky pro Německo je kolem 1700 GWp (Fraunhofer ISE, 2023, 7). Zkušenosti se spojením panelů a zemědělské produkce jsou hlavně v Číně, Nizozemí, Francii, Německu či Rakousku či USA.

Obrázek 1: Příklady konfigurace agrovoltaiky



Druhy agrovoltaických systémů, které jsou komerčně distribuovány

Zdroj: Macknick et al, 2022, s. 4, vlastní překlad

Haas et al, 2023 uvádí, že agrovoltaika jako kombinace zemědělských činností a FV poskytuje několik významných výhod: (i) variabilita koncepce, kdy lze FV technologii kombinovat s různými zemědělskými činnostmi, jako je pěstování vína, ovocných stromů, konvenční produkce, pastviny pro hospodářská zvířata atd. (ii) snížení využívání fotovoltaické půdy a tím i ztráty půdy pro konvenční zemědělství – to je zvláště důležité v oblastech s vysokou úrodností půdy, (iii) vhodná kombinace výroby elektřiny s jinými činnostmi zemědělců, jako je čerpání vody, sušení plodin, chlazení (iv) zajištění tzv. mimoprodukčních funkcí, jako je stín v horkých letních dnech (jak pro plodiny, tak pro hospodářská zvířata), omezení prohřívání půdy a vodní páry.

Macknick et al, 2022 shrnují projekt mezi lety 2015-2021, který se v USA snažil zkoumat mnoho aspektů agrovoltaiky. Jeho cílem bylo zjistit vhodné nasazení agrovoltaických projektů, úspěšnější agrovoltaický výzkum a efektivnější partnersví v agrovoltaických projektech. Zaměřili se na 5 oblastí:

1. Klimatické faktory (faktory, které jsou mimo kontrolu vlastníků, zemědělců, energetických společností a výzkumníků)
2. Konfigurace (faktory ovlivňující výběr technologie, její umístění a druh zastínění, například aktivní změna panelů a stabilní panely)
3. Výběr plodin a hospodaření (zemědělské metody, volba plodin),
4. Kompatibilita a flexibilita (vzájemný vztah elektráren a dalších potřeb vlastníků a zemědělců),

5. Spolupráce a partnerství (pochopení vyjednávání a dohod mezi vlastníky, zemědělci, vlastníky elektráren, regulačními agenturami, státem, komunitou, zákonné podmínky a jejich změna).

Macknick et al, 2022 uvádí, že sektor agrovoltaiky bude potřebovat další výzkum, který vyžaduje odborné znalosti v mnoha oblastech od komerčního zemědělství přes rychle rozvíjející oblast solárních panelů, energetické legislativy až po ochranu přírody. Výzkumníci v projektech v USA jsou školeni jak v zemědělských postupech, tak v technických charakteristikách panelů. Z hlediska následného výzkumu navrhuje kompatibilní a opakovatelný výzkum, hovoří o standardizaci výzkumných metod v oblasti agrovoltaiky, o potřebě dlouhodobých studií, multisektorovém přístupu o uceleném zjišťování informací z různorodých projektů.

Haas et al, 2023 zkoumají nejdůležitější podmínky pro budoucí rozvoj fotovoltaiky k dosažení největších přínosů pro společnost a trh, a předkládají názor, že je potřeba změnit tarif prodeje ceny energie na tarif, které se mění průběžně podle výroby obnovitelných zdrojů. Zabývá se také tzv. grid paritou, tedy momentem, kdy alternativní zdroj energie vyrábí za cenu stejnou nebo nižší než je ze sítě. Grid parita byla pro malé zdroje do 3 KWp dosažena v Německu v roce 2012 a v ČR později okolo roku 2020.

V ČR je celkový počet agrovoltaických instalací zatím velmi malý. Macháč a kol. 2021 (z Institutu pro ekologickou a ekonomickou politiku z Fakulty sociálně ekonomické v Ústí nad Labem) hodnotili dopady výstavby agrovoltaické elektrárny na Šluknovsku v multikriteriální analýze, která uvažuje všechny běžné typy dopadů (ekonomické, sociální, environmentální a inovační) a pomocí vah je převádí na celkové ohodnocení dopadu výstavby daného energetického zdroje. Z celkových 23 kritérií má podle autorů jen jeden negativní dopad a to estetické vnímání v krajině. Elektrárna s instalovanou kapacitou 60 MW je komponovaná s oboustrannými panely západ východ a pozemky jsou dále využívány jako trvalý travní porost. Z pozitivních kritérií například autoři vyhodnocují, že umístění elektrárny je bez výrazného dopadu na kvalitu a využití půdy, zabor zemědělské půdy a má lepší vliv na biodiverzitu než klasická elektrárna bez okolní zemědělské produkce. Obecně autoři považují tuto elektrárnu za možnost získat další přínosy k zemědělské produkci. (Macháč a kol., 2021) Panely orientované na západ a východ jsou také částečným řešením tzv. "kachní křivky", kterou produkuje připojení většiny FVE směrem na jih. Orientace západ východ má největší výkon ráno a večer, a proto částečně kompenzují ranní a večerní spotřebu. Pokud by byla elektrárna účtována po sekundách a byla z podstatně větší části z obnovitelných zdrojů, v době spotřební špičky by byla dražší, proto by se pravděpodobně vyplatila instalace panelů mimo jih, ač záleží i na možnostech akumulace, spotřebě a dalších parametrech.

Jedním z dalších příkladů agrovoltaických staveb v ČR je společnost MND s vinicí spolu s agrovoltaikou ve Starém Poddvorově na Hodonínsku. (Solarninovinky,2023).

Mezi zahraniční příklady mohou posloužit studie Fraunhofer ISE, 2022 nebo publikace Macknick et al, 2022 od NREL (National Laboratory of the US Department of Energy), kde jsou popsány desítky instalací a fotografií.

Společnost Wien Energie postavila elektrárnu, kde testuje provoz od roku 2019 na poli s 400 oboustrannými vertikálními panely o výkonu 160 kWp. Mezi panely ve vzdálenosti 10 m pěstují vojtěšku a pšenici. (Solarninovinky, 2023) Nedaleko Mnichova byla otevřena v roce 2023 chmelnice o velikosti 1,3 ha s agrofotovoltaikou. (Solarninovinky, 2023b) V Německu je postaveno více agrovoltaických projektů a jeden z prvních vědeckých článků vyšel již v roce 1981, kde se ve FreunhoferISE zabývali pěstováním brambor pod kolektory.

1.4. Geopolitický kontext fotovoltaiky

Podle Mezinárodní agentury pro energii se za posledních deset let výroba panelů ještě více přesunula z Evropy do Číny. Čína investovala 50 mld. dolarů do výroby panelů, desetkrát více než Evropa - a vytvořila více než 300 000 pracovních míst v solární výrobě od roku 2011. Čínský podíl na výrobě různých částí fotovoltaického řetězce (jako je polysilikon, ingoty, destičky, články a moduly) přesahuje 80 %. Navíc v Číně sídlí 10 největších dodavatelů pro výrobu solárních panelů. Takto velká geografická koncentrace může znamenat v budoucnu potenciální výzvy. (IEA, 2022).

Za rok 2021 byla většina výrobních kapacit fotovoltaických panelů v Číně (70 %), výrobní projekty na FV panely mělo 38 zemí, ale řada z nich se zastavila v pilotních fázích projektu. Jen 19 zemí mělo kapacitu na sestavení panelů alespoň 1 MW. Za Čínou následuje Vietnam (4 %), Malajsie (4 %), Korea (4 %), USA (4 %), Thajsko (2 %), Německo (1 %), Indie (1 %), (IEA, 2022).

Z geografického pohledu patří energie vždy k výrazným hybatelům v geopolitice. Energetické nosiče jako otroci, dřevo, uhlí, ropa nebo plyn včetně míst zdrojů byli v historii pod tlakem na jejich ovládnutí. Mezinárodní politika byla ovlivňována zdroji energie (například v případě ropy u vztahů USA a Saudské Arábie, Iráku, Iránu, vztahy EU a Ruska apod.)

V geopolitice energetických zdrojů existují dva koncepty, které poskytují vysvětlení vývoje energetických vztahů (Correljea van der Linde, 2006 in Odintsov, 2018). První z nich je *scénář trhů a institucí*, v rámci něhož například obchod s ropou a plynem probíhá podle tržních zákonů a je regulován mezinárodními institucemi. Druhý scénář je pojmenovaný *regiony a imperia* a vychází z představy, že obchod s energetickými surovinami bude především určován politickým soupeřením o přístup k jednotlivým trhům a o udržení dominantního postavení v nich. V tomto přístupu se v geopolitice ropy argumentuje například národní bezpečností k zajištění energetického zdroje (Odintsov, 2018). Aktéři na různých úrovních ať už státní, firemní či institucionální jsou propleteni ve složitém systému mezinárodních vztahů.

Frantál (2012) píše o politické hře o energii, ve které se státy snaží rozvíjet nové technologie, jiné naopak rozvoj blokují, protože by to omezilo jejich postavení na energetickém trhu. Dále v Úvodu do geografie energií uvádí tři klíčové aspekty energie: energetická soběstačnost, energetická udržitelnost (rostoucí populace, rostoucí spotřeba, omezené zdroje) a energetická bezpečnost (nerovnoměrné rozšíření zdrojů, nestabilita, konflikt). V oblasti fotovoltaických panelů v současnosti Evropa a USA investují do výrobních kapacit pro diverzifikaci geopolitických rizik.

1.5. Energetické využití půdy

Agrovoltaika patří do širšího tématu energetického využití půdy. Půda lze využít i pro výrobu elektřiny biomasou, teoreticky pro výrobu energie lze použít MFC články, které vyrábějí energii rozkladem půdy pomocí mikroorganismů,

Šatra (2010) píše o potenciálu rychle rostoucích rostlin, jako jsou topoly, vrby, slez, šťovík, křídlatka a další energetické byliny (ozdobnice čínská (*miscanthus*), sveřep bezbranný apod.). Ačkoli potenciál pro energetické rostliny je vysoký, určitá omezení z hlediska ochrany přírody zde vyvstávají například v oblasti zavlečení nepůvodních druhů a invazních rostlin do chráněných území. Topol černý není problematicky na rozdíl od klonů vrby či ozdobnice čínské. Šatra, 2010 řeší hodnocení vlivů na životní prostředí různých druhů využití: Biomasy, biopaliv, bioplynu či fotovoltaiky. Představuje dva druhy hodnocení na ŽP, 1. hodnocení životního cyklu (LCA – Life Cycle Assessment) a Energetický zisk (Net Energy Analysis).

„Podobných tematických kategorií lze vysledovat více. Například metodika ReCiPe (VROM 2008) definuje 18 „midpoint“ indikátorů a 3 „endpoint“ indikátory. Osmnáct tematických indikátorů nese označení jako klimatická změna, ochuzení ozonu, acidifikace, eutrofizace, toxicita, vliv na využití území, poškození zdraví prachem a ozonem, ochuzení surovinových zásob apod. Tyto jsou pak agregovány do 3 souhrnných ukazatelů: poškození lidského zdraví, poškození diversity ekosystémů a zásah do dostupnosti zdrojů.“ (Šatra, 2010, 12) V diskuzích o dopadech agrovoltaiky na ŽP se však takto široké hodnocení agrovoltaiky nevyskytuje. Externality je těžké vyčíslit, protože jsou často kvalitativního rázu.

Nejvíce diskutovanou stránkou z hlediska životního cyklu panelů je jejich likvidace. Pro stanovení výše recyklačního poplatku je důležitá vyhláška č. 352/2005 Sb. Vyhláška o podrobnostech nakládání s elektrozařízeními a elektroodpady, a její příloha č. 10. Sazbu ekologického poplatku za elektroodpad je stanovena v minimální výši 8,50 Kč/kg. Běžně dostupný FV panel o výkonu 380 Wp váží cca 23 kg. Za tento panel tedy jeho výrobce před uvedením na trh povinně zaplatil recyklační poplatek ve výši 195,50 Kč (Solární experti, 2023). Životnost solárních panelů je obvykle 25–30 let, po této době jsou zpravidla nahrazovány novými, účinnějšími. „Největší zátěž tedy pravděpodobně přijde kolem roku 2035, kdy budou dosluhovat panely z prvního solárního boomu v letech 2009 a 2010“ podle ředitelky kolektivního systému pro recyklaci panelů Resolar Veroniky Šilhové. V současnosti je podle V. Šilhové v České republice instalováno kolem 200 tisíc tun solárních panelů. K recyklaci se ročně odebere 0,2 procenta, tedy nižší stovky tun. Jde převážně o panely, které byly poškozeny při bouřích a silných vichřicích či požárech, a také o vadné kusy. (Palaščáková, 2023)

Podle představitelky Resolar recyklace panelu může přesahovat 90 % (panel se rozebere na sklo, hliník, stříbro apod.) a je řada firem, které se do ní zapojují, protože se jim to při ceně surovin vyplatí. (Resolar, 2023). Převážně dostupné informace o recyklaci vyznívají pozitivně a jsou uváděny především recyklátory či prodejci.

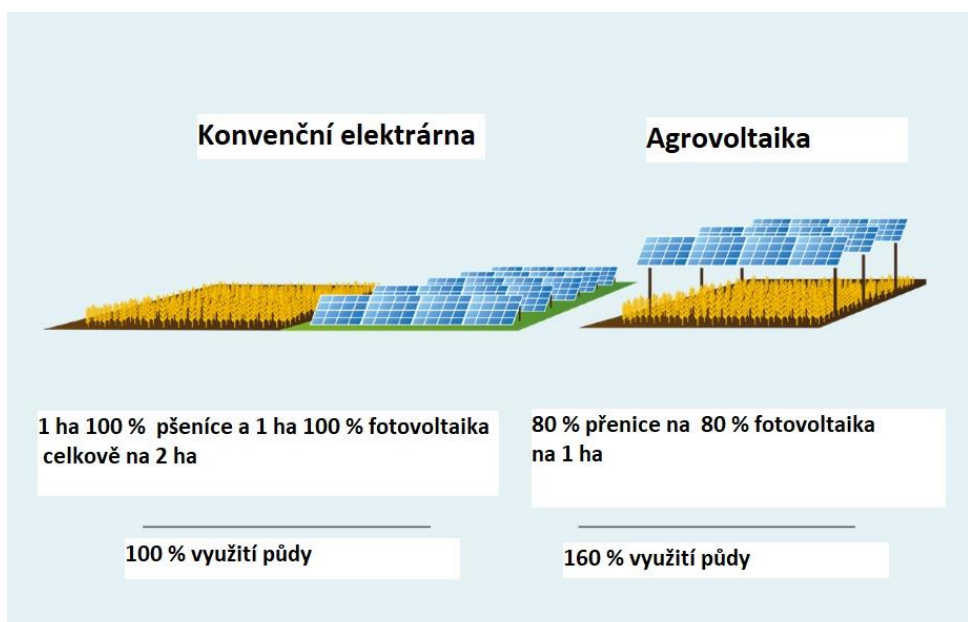
Instalovaná kapacita agrovoltaiky je podle zvoleného systému průměrně 500 - 800 kWp na ha u systémů s vyvýšenou konstrukcí a 250-400 kWp na ha u systému, kde je půda mezi panely,

zatímco klasická elektrárna bez agrovoltaiky dosahuje 700 – 1100 kWp na ha. (Fraunhofer ISE, 2022) Technologie se postupně zlepšují, proto kapacita v současnosti již může být vyšší.

Faktaoklimatu (2023) se snaží vyčíslit celkovou plochu pro fotovoltaiku, která by vyrobila 25 TWh (tedy asi 40 % spotřeby ČR, tedy elektřinu získávanou z uhlí) a ve svém článku ukazují, že odhadují, že na 1 km² území je možné instalovat 59,1 MWp a vyrobit 64,8 GWh/km². Z toho odvozují, že pro 25TWh by bylo potřeba pouze 386 km², tedy 0,5 % rozlohy ČR. Přitom plocha všech polí s řepkou olejnou tvoří 4,9 % rozlohy ČR (Jde o hypotetický příklad sloužící k zobrazení potřebného území ne návrh na instalaci). Také Faktaoklimatu, 2023 uvádějí, že i rychle rostoucí dřeviny či ozdobnice čínská nebo řepka jsou podstatně méně energeticky výhodné než fotovoltaika, publikují o tom, že z energetického hlediska je FVE mnohokrát účinnější než biomasa (podle jejich odhadů – a zde závisí na konkrétních parametrech, účinnostech elektráren apod. je u biomasy zisk na elektřině 2,1 GWh na km², tj. 30 x méně. Nelze ale tyto dva druhy zcela srovnávat, protože mají jiné charakteristiky, například časovou špičku, malý výkon v zimě, na druhou stranu je rozdíl obrovský. (Faktaoklimatu, 2023) Řepka tvoří asi 15 % osevních ploch ČR. Ve výpočtu Fakt o klimatu, 2023 se ale nejedná o agrovoltaiku, ale pouze o výpočet velkého solárního parku bez kombinovaného využití.

Fraunhofen ISE, 2023 ale uvádí, že celkový zisk z agrovoltaiky může být vyšší než jen z konvenční fotovoltaické elektrárny jak ukazuje Obr. 2. Nalevo pěstování pšenice a klasická elektrárna obě po 100% efektivity na 2 ha. Napravo 80 % pšenice a 80 % solární elektrárna na 1 ha. Agrovoltaika má dvojitě využití, proto celkově využívá území na 160 %.

Obrázek 2: Ilustrační srovnání konvenční elektrárny a agrovoltaiky v oblasti Heggelbach v Německu v roce 2017



Srovnání konvenční elektrárny a agrovoltaiky
v oblasti Heggelbach v Německu v roce 2017

Zdroj: Fraunhofer ISE, 2023 \ (vlastní překlad)

Podle Jílka a kol, 2022 nebyla u nás provedena analýza agrovoltaiky, ale lze odvozovat z Německého Fraunhofer Institutu, který uvádí, že pouze kolem 4 % zemědělské půdy je zapotřebí k současné celkové spotřebě energie v Německu (cca 500 GWp instalovaného výkonu). Podle Fraunhofer ISE, 2023 z perspektivy výroby elektřiny a dvojího využití zemědělské půdy s agrovoltaikou je toto využití podstatně účinnější než pěstování energetických plodin (např. generuje 32krát více energie na hektar než pěstování kukuřice jako biopaliva), což obdobně uvádějí i Faktaoklimatu, 2023.

Janota et al, 2023 popisuje maximalizace produkce ozdobnice obrovské (miscantus) a agrovoltaického systému. Uvádí, že vzhledem ke klimatickým změnám a energetickému obratu bude narůstat význam komunitní energetiky a energetické soběstačnosti komunit, zejména ve zranitelných venkovských oblastech. Výnosy ozdobnice 15 t suchého metru na hektar a spalné teplo je 17–19 GJt⁻¹, Spalné teplo (anglicky HHV Higher Heating Value) je teplo uvolněné dokonalým spálením jednotkového množství paliva. Studie ukazuje vysoký potenciál lokální produkce biomasy v kombinaci s agrovoltaickými systémy (Janota et al, 2023).

1.6. Legislativní hledisko ČR

Dle současného zákona č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu, není možné užívat půdu k nezemědělským účelům, tedy ani k výrobě elektřiny (Trnovský, 2023). Půdu je možné výjimečně odebrat pro nezemědělské účely, ale většinou v případech nezbytných, oprávněných a měla by zde platit zásada minimálních zásahů. Podle § 18 odst. 5 a § 188a stavebního zákona, jehož platnost končí 31. 12. 2023 nelze na pozemcích v nezastavěném území umístit fotovoltaickou elektrárnu, ač v minulosti byl zákon jinak vykládán a docházelo i ke stavbám elektráren mimo zastavěné území (zejména okolo roku 2010). Podle tohoto odstavce ale lze umístit do krajiny zemědělské stavby. Fotovoltaika je však specifická stavba, která není „zemědělskou stavbou“, ale energetickou stavbou doplňující zemědělství. Od března 2023 začal platit (tzv. lex OZE, zák. č.19/2023), který prohlásil fotovoltaické elektrárny za stavby ve veřejném zájmu, pokud mají kapacitu nad 1 MW, a stavby ve veřejném zájmu mimo zastavěné území obce podle tohoto zákona umístit lze. Od 1. 1. 2024 bude platit nový stavební zákon, kde bude záležet na výkladu (či prováděcích pokynech Ministerstva pro místní rozvoj) zejména u termínu technická infrastruktura. Obecně se ale předpokládá, že menší stavby pod 1 MW podle nového stavebního zákona nebudou povoleny v nezastavěném území obce. U větších bude záležet na výkladu veřejného zájmu. Lze se ptát, jestli je elektrárna ve veřejném zájmu (ač je často soukromá, a za jakých podmínek). Či jak bude veřejný zájem definován, kdo ho bude definovat, či zda-li bude tento veřejný zájem podléhat schválení místní samosprávy či dalších orgánů.

Ministerstvo životního prostředí připravuje novelu zákona č. 334, která by měla umožnit instalovat agrofotovoltaiku v rámci pěstování trvalých kultur (vinice, sady, chmelnice).

Návrh novely zákona o ochraně zemědělské půdy počítá s umožněním staveb agrovoltaiky mimo dvě nejhodnotnější třídy ochrany a pouze v trvalých kulturách. Návrh novely zákona vůbec zřizuje institut agrovoltaiky a mezi jeho cíle patří posilovat energetickou soběstačnost a rozšíření obnovitelných zdrojů. Vinice potřebují spíše více světla, proto bude potřeba zvolit

vhodné technologie pro teoretický rozvoj agrolvoltaiky nad vinicemi, chmelnice jsou vysoké, proto asi nejpravděpodobnější použití je na pozemcích ovocných sadů.

Je otázkou, do jaké míry stát počítá s rozšířením i na další plochy zemědělské půdy a jaká finální podoba zákona bude schválena, popřípadě jaké budou další novelizace. Dále záleží na soudní praxi a výkladech zákona, zda umístění fotovoltaiky mimo zastavěné území bude v rozporu s principy stavebního zákona.

V současnosti prochází legislativa i dalšími změnami, které mohou mít vliv na rozvoj elektráren v krajině. Nový stavební zákon platný od 1. 1. 2024 například zruší dvoustupňové řízení (územní a stavební) a zavede jednostupňové. Situaci ovlivní také nový zákon o jednotném environmentálním stanovisku ((zákon č. 148/2023 Sb.). Velké elektrárny také ovlivní podle energetické legislativy nově zřízený Dopravní a energetický stavební úřad podřízený Ministerstvu průmyslu a obchodu, který bude rozhodovat o větších instalacích FVE od 1 MW. Na konkrétní žádost o informace o agrolvoltaice byl autor od ministerstva životního prostředí ujistěn, že nekontrolované šíření agrolvoltaických elektráren do krajiny je nepravděpodobné.

Obecně se v diskuzích setkávají veřejné zájmy ochrany krajiny a klimatu a veřejný zájem zajištění obnovitelné energie (a další soukromé zájmy využívající tyto veřejné zájmy).

Z hlediska legislativy je správné vycházet z hlubších právních principů, principu předběžné opatrnosti a předcházení nevratným změnám (princip prevence). V Listině základních práv a svobod ČR je například zakotveno: “Každý má právo na příznivé životní prostředí” a “při výkonu svých práv nikdo nesmí ohrožovat ani poškozovat životní prostředí, přírodní zdroje, druhové bohatství přírody a kulturní památky nad míru stanovenou zákonem.” V případě konfliktů zájmů v krajině v souvislosti se stavbou FVE pak je potřebná zásada „rovnosti stran před zákonem“, protože ekonomická síla může v tomto případě dávat větší možnosti v prosazení záměru. Výkon legislativy v této oblasti potřebuje rovněž podléhat kontrole proti systémové podjatosti, které vzniká v řízeních, na nichž má obec či určitá složka státu zájem, a kde existují pochybnosti o nestranném rozhodování úředníků, kteří jsou zaměstnanci těchto institucí. Do jisté míry zde považují za důležitý i princip přednosti lidské bytosti před zájmy firmy (právní princip humanismu a demokratismu) a zásadu vyrovnanosti zájmů celku a jednotlivce.

Agrolvoltaika se rozvíjí v celé řadě Evropských zemí. Rozvíjí se podle mého názoru zejména u kapitálově silných podniků, které si mohou dovolit nejnovější inovace. Zemědělství v ČR je v rámci EU specifické. Vlivem kolektivizace se v ČR nachází stále velké půdní bloky, kde se může použít mechanizace a dosahovat vysokého zisku. ČR vykazuje největší velikost farem v EU, jeden z nejmenších počtu rodinných pracovníků na ha v zemědělství, největší podíl farem nad 500 ha v EU a například osevní plochy řepky u nás byly jedny z největších v EU. V zemědělství ČR je vícero firem schopných ve velkém integrovat agrolvoltaiku v případě jejího povolení na velké ploše zemědělské půdy. Zemědělství ČR díky převládající produkci velkých firem na pronajatých pozemcích může vést k menší identifikaci s půdou a tím nízkým vztahem k půdě, tzv. „neodpovědností za krajinu“. V zemědělství působí dvě výrazné síly působící v různých podmínkách proti sobě: 1. intenzifikace a specializace 2. extenzifikace a diverzifikace, a u obou záleží na konkrétních podmínkách daného podniku a vlastnostech

zemědělce. V podnicích vysoce intenzivních může být agrovoltaika podle mého názoru vysoce zisková, ač záleží na konkrétních legislativních opatřeních, které mohou regulovat nežádoucí scénáře ve vývoji krajiny. Legislativa musí zajistit racionální formy regulace s ohledem na zemědělce, rozvoj venkova a ochranu krajinného rázu a dalších funkcí krajiny.

1.7. Soběstačnost a lokální zdroje energie

Komunitní energetika je systém výroby obnovitelných zdrojů vlastněný skupinou občanů, obcí, družstvem, skupinou zemědělců apod. Hlavním cílem není zisk, ale vyřešení problému zajištění či zlevnění energie v určité lokalitě, místní rozvoj, společná investice, odolnost místních komunit, decentralizace apod. Principy komunitní energetiky jsou (4D): 1. demokratizace 2. decentralizace 3. dekarbonizace 4. digitalizace. Agrovoltaika může rovněž sloužit pro potřeby venkovských komunit, pro zajištění energie v obci.

V USA byl zaveden zákon o snižování inflace (Inflation reduction Act), který usnadňuje školám a neziskovým organizacím a dalším organizacím osvobozeným od daně přístup k čisté energii pro energetické komunity. Také zde existují družstva pro společnou výrobu či nákup solární energie. Solární družstva si pomáhají s administrací a zlepšují pozici komunity v lobování s korporátními prodejci solárních elektráren. Např. Solar United Neighbors má více než 100 000 osob, instalovanou kapacitu přes 50 MW. Jedná se většinou o skupiny 50-150 obyvatel, které dohromady mají větší vyjednávací sílu ke společným instalacím. Tyto družstva tvrdí, že velká část nákladů na stavbu elektráren není na panely, měniče a baterie, ale na měkké náklady jako je zisk zákazníků, povolení, administrativa a tu si mohou družstva zajistit s podstatným snížením nákladů. Družstva se také snaží přinést fotovoltaické řešení pro nízkopříjmové obyvatele a znevýhodněné členy komunit. (John, 2022).

V Indii je známou postavou, „Solar Gandhí“ (sluneční Gándhi) Chetan Solanski, který se zasazuje o nenásilné zelené životní prostředí (non-violent green environment), podporuje lokální soběstačnost nejen ve výrobě, zemědělství, potravinách, ale hlavně v energii. Podporuje v Indii domácí kompletaci elektráren a podporuje vzdělání, energetické povědomí a posilování role žen. Založil hnutí Energy Swaraj jako občanskou iniciativu, do které se zapojily miliony lidí. Jeho cílem je rychlý přechod na 100% čisté zdroje a jedním z nástrojů je podnítit velké množství mladých lidí, aby šířilo myšlenky solárního aktivismu v Indii. Solanski jezdí po celé Indii a vyznává Gandhího heslo: "Ve světě je dostatek všeho pro potřeby každého, ale není zde dostatek pro chamtivé a nenasyté.“ V energetickém chování vyznává princit AMG, tedy Avoid, Minimise, Generate =Vyhni se, minimalizuj, produkuje (Energyswaraj, 2023).

Smyslem komunitní energetiky a podpory sociálního pilíře je zajistit spravedlivé rozdělení zisků pro zemědělce, vlastníky a místní obyvatele a zároveň vyvážení role energetických developerů a investorů. Na druhou stranu je investice do agrovoltaiky nákladná pro malé zemědělce, proto komunita může lépe zajistit kapitál, popřípadě být podporovaná dotačně.

1.8. Náklady a ziskovost agrovoltaiky

Ceny na pořízení agrovoltaiky se liší podle podmínek, zvolené technologie, výšky a rozestupů panelů, typu zemědělské produkce apod. Obecně jsou vstupní náklady vyšší než u konvenční

fotovoltaické elektrárny bez zemědělské produkce. Zajištění střídání plodin na orné půdě předpokládá zcela jiné podmínky než agrovoltaika v sadu nebo na pastvině. Agrovoltaika na pastvině patří k nejlevnějším. Dražší jsou systémy ve výšce např. 3m díky ceně konstrukcí (viz Obrázek 3).

Obrázek 3: *Vyvýšené konstrukce pro agrovoltaiku*



Zdroj: Freunhofer ISE, 2022

Freunhofer ISE, 2022 se věnuje srovnání nákladů a srovnává 1. klasickou fotovoltaickou instalaci bez agrovoltaiky 1 MWp na ha, 2. instalaci agrovoltaiky a orné půdy pro pšenici apod. s větší šířkou mezi panely 600kW na ha, 3. Systém pro bobuloviny s výškou 3 metry a 700kW na ha a 4. systém s pastvinou 300 kWp na ha, 5. střešní systém 10kWp. Celkové náklady kapitálové a provozní podle Freunhofer, 2022 vychází pro klasickou fotovoltaická elektrárna 5,4 eurocentů na KWh, následuje systém na pastvině 6,0 eurocentů na KWh, poté systém agrovoltaiky a bobulovin 7,5 eurocentů na KWh, dále na orné půdě 8,1 eurocentů na KWh. U střešního systému do 10 KWh okolo 12 eurocentů na KWh. Pro agrovoltaiku na orné půdě jsou tedy ceny zhruba o 50 % vyšší než u klasické elektrárny, ale zase podstatně nižší než u střešního systému. Nejvýhodnější je spotřeba přímo pro farmáře, protože ji nemusí kupovat za ještě vyšší ceny z distribuční sítě. (v době psaní studie Freunhofer, 2022 byla 14 – 16 eurocentů za KWh). Náklady ale záleží na konkrétní technologii. Existují například natáčecí panely (jednoosé nebo dvouosé), které sledují polohu slunce a maximalizují zisk ze slunce, vstupní náklady jsou vyšší, stejně jako výnosy.

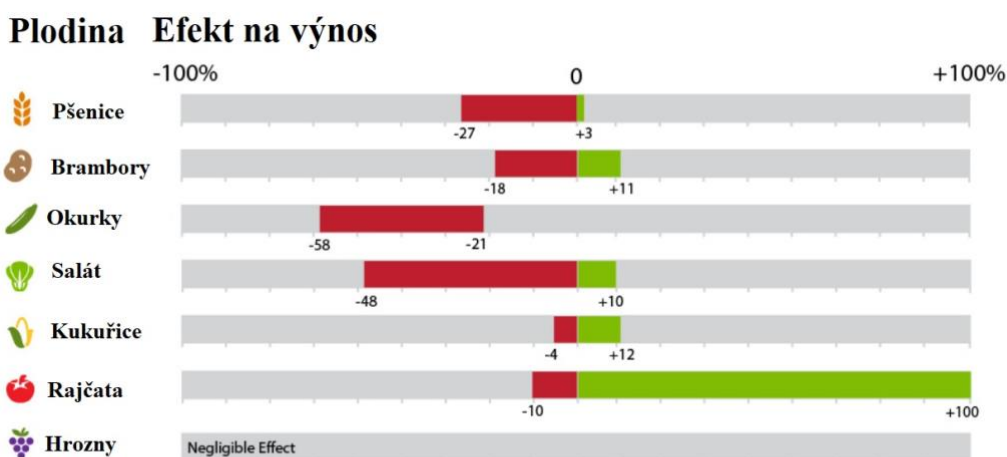
Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i., ve spolupráci s Výzkumným ústavem rostlinné výroby, v.v.i., Technickou fakultou ČZU a firmou Stradlova s.r.o. inicioval jeden z prvních projektů na výzkum agrovoltaiky v ČR financovaný Technologickou agenturou České republiky. Cílem projektu je výzkum kombinace biopásů a pěstování polních plodin s vertikálním agrovoltaickým systémem. Tato kombinace by měla podpořit biodiverzitu v zemědělské krajině při současném zvýšení ekonomické atraktivity biopásů skrze tvorbu obnovitelné elektrické energie. Sledována bude mimo jiné změna v biologické rozmanitosti rostlin, hmyzu a vliv na pěstované plodiny a výkon elektrárny. Na základě výsledků budou zpracovány podklady pro úpravu legislativních předpisů, a dále budou zpracována doporučení

pro zemědělskou praxi. Vzhledem ke kombinaci opatření pro podporu biodiverzity a fotovoltaiky by se v případě tohoto projektu dal použít i termín „ekovoltaika“ (Jílek a kol, 2022)

1.9. Kombinace produkce energie a potravin

Při změně přísunu slunečního záření mohou plodiny snížit i zvýšit výnos. Šnevajs (2023) v článku pro Českou technologickou platformu pro zemědělství cituje anglický článek (Jain, P, et, al, 2023), kde autoři uvádí výnos plodin, podle toho jak reagují na agrovoltaické panely. Vybrané zemědělské plodiny jsou rozděleny do třech kategorií podle jejich odpovědi na snížení fotosynteticky aktivního záření. (stínomilné – např. salát, chmel, špenát, fazole, luštěniny, cuketa apod., neutrální – zeli, řepka, hrášek, mrkev, ředkvička, světlomilné – kukuřice, dýně, hrozny, proso, ovoce, slunečnice) Plodiny v kategorii stínomilné vykazují zvýšení výnosu s počátečním zvyšováním stínu podle autorů Jain, P, et, al, 2021, které však nebyly zkoumány v podmínkách ČR a v podmínkách různorodé konfigurace elektráren, proto výzkumy v jiných podmínkách mohou nabrat odlišné výsledky. Dosud u nás podle našich informací takový výzkum publikován nebyl. Naopak Macknick et al, 2022 publikoval z prostředí USA (viz obrázek 4), který ukazuje, že v různých projektech byly výnosy různých plodin rozdílné. Interpretuje to zejména různorodými podmínkami (voda, klima, půdní podmínky) a rozdílnými kultivary plodin, které mohou reagovat odlišně na světlo a stín.

Obrázek 4: Efekt na výnos pro různé plodiny na různých místech v USA.



Souhrn agrovoltaických plodin a jejich výnosů na různých místech a v různých projektech

Data from (Amaducci et al., 2018; Barron-Gafford et al., 2019; Campana et al., 2018; Campana et al., 2020; Cho et al., 2020; Cossu et al., 2014; Dupraz et al., 2011; Leon and Ishihara, 2018; Marrou et al., 2013a; Marrou et al., 2013b; Prannay et al., 2017; Sukiayama and Nagashima, 2017; Trommsdorff et al., 2021; Valle et al., 2017)

Zdroj: Macknick et al, 2022 (vlastní překlad)

2. Diskuze

Představení konceptu agrovoltaiky shrnujeme zaprvé podle schématu ESPECTS – TODS, dále pojmenujeme diskurzy o tomto tématu. Koncept ESPECTS - TODS (Hynek, 2011) vychází ze tří pilířů trvale udržitelného rozvoje: Environmentálního, Sociálního a Ekonomického a doplňuje je o další tři: Politický, Technologický a Kulturní. Lze se na tyto pilíře dívat i jako na struktury nebo hybné síly, které působí na změnu krajiny pro využití

agrovoltaickými elektrárnami. Slova TODS reprezentují Temporalitu (časovost), Prostorovost (sociálně vytvářený prostor), Podrobené či dotčené (Oppresion) a Dominující (mocenský rozměr problému z pohledu aktérů, kteří mají a nemají moc, či kteří mají určitý zájem a vytváří informace a pravidla).

Schematicky tedy analyzujeme těchto 6 + 4 základních hledisek:

Ekonomické hledisko – Agrovoltaika jako nástroj výroby elektřiny i zemědělské produkce, pokles ceny výroby ji způsobil konkurenceschopnou a vysoce výdělečnou, nutná dekarbonizace energetiky povede ke stavbám elektráren buď v podobě agrovoltaiky nebo jako konvenčních FV staveb. Současné fotovoltaické instalované kapacity se znásobí. Rozšíří se i výroba energie z biomasy, biometanu, který lze kombinovat i s panely. Porostou ceny emisních povolenek a ceny půdy. Problémem pro vlastníky může být propachtování půdy k energetickým účelům, které je ziskovější než k propachtování na zemědělské využití. Při aplikaci agrovoltaiky se zvýší komplikovanost obhospodařování. Agrovoltaika také vyžaduje velké zemědělské investice. Do ekonomického hlediska patří také systémy dotací a regulací pro podporu lokálních aktérů, zemědělců a dotací pro dobrý stav krajiny.

Společenské hledisko – Zajištění kvality života na venkově, zajištění konkurenceschopné bezemisní bezpečné elektřiny, komunitní energetika, zajištění uhlíkové neutrality, zajištění udržení cen elektřiny, zajištění zemědělské produkce i produkce energie po roce 2050. Zajištění absence energetické chudoby (vyjádřeno např. cílem dosáhnout a udržet podíl výdajů na energie na celkových výdajích domácností co nejnižší pod úrovní 10 %). Vliv agrovoltaiky na diverzifikaci zemědělských aktivit a rozvoj venkova.

Politické hledisko – Rámec veřejného zájmu, dohled a odstraňování konfliktů mezi aktéry, regulace extrakce půdy, regulace zásahů do krajiny, regulace moci „velkého byznysu“, geopolitika panelů a nezávislost na cizí energii, vliv Číny. Energetická politika ČR, podpora soběstačnosti ČR ve výrobě panelů, struktury napojené na fosilní paliva a plyn z CNG, stakeholderi na dostavbu jádra nebo velkých fotovoltaických firem, klimatická agenda, regulace monopolů či oligopolů - v energetickém fotovoltaickém byznysu pravděpodobně také vzniknou nadnárodní společnosti s vlivem a dosahem přesahujícím v určitých ohledech moc státu. Spojení politiky a ekonomické moci. Vliv stakeholderů v politice (reprezentace obecních komunit, reprezentace obchodních společností nebo reprezentace zemědělských sdružení). Politická ožehavost tématu.

Environmentální hledisko – ochrana zemědělského půdního fondu, ochrana hodnot nezastavěného území, ochrana krajinného rázu, multifunkcionalita zemědělství, prostupnost krajiny, oblast životního cyklu panelů.

Kulturní hledisko – Kvalita života, odstranění módy zbytečné spotřeby, nepeněžní přínosy životního prostředí, energetika komunity, odmítnutí inovací a konzervatismus, Hodnoty v diskurzích: spravedlnost, bezpečnost, zranitelnost, soběstačnost, lokalizace, multifunkcionalita, decentralizace apod.

Technologické hledisko – Vyhodnocení postojů k technologiím (od techno-optimismu až ke konzervatismu), inovace efektivity panelů, nové postupy, výroba a vývoj panelů, návazné

technologie absence výroby panelů či baterií v ČR, chybí také adekvátní přenosová soustava nedimenzovaná na vyšší toky s vyšším zapojením fotovoltaických panelů. Připojení k síti již nyní v některých oblastech je na hranici kapacity a bude nutné vybudovat novou infrastrukturu.

Temporalita – Agrovoltaika je vysoce aktuální téma, která se stále ještě ustanovuje ve veřejném diskurzu. Jedná se o módní téma, zejména díky ekonomickým a politickým silám. Dlouhodobě však cena panelů může narůst díky dovozu z Číny, clům a obchodním válkám, inflaci, zvýšení cen surovin jako je např. křemík). Proměna na poli energie však může být mnohem širší, zaprvé ústup od fosilních paliv nebo i přeměna aktuálního systému rozvoje a spotřeby. Můžeme se ptát - Jaké síly rozbily předchozí energetický režim (uhlí, ropa)? Nové technologie, výrobky, výrobní vztahy, výrobní ceny, nová geopolitika založená na ropě. Z hlediska temporality se může ustanovit i jiný energetický model založený na decentralizaci a mixu s výrazným podílem FV panelů. Využití půdy v budoucnosti popisují Bürgi et al. (2004), kteří tvrdí, že existují „předzvěsti“ („precursors“) budoucího vývoje. Existují fyzicky viditelné a neviditelné předzvěsti. Například zvyšování dostupnosti pozemků je hlavním spouštěčem industrializace a exportního zaměření zemědělství (myšleno zejména v rozvojových zemích, kde je výstavba silnic spojena s pozdějšími změnami krajiny). V prostředí EU jsou například technologické inovace předzvěstí rozšíření možnosti pěstování plodin i v méně příznivých podmínkách, rozšíření energetických plodin. Podobné principy lze aplikovat i na agrovoltaiku.

Dominance

Díky aktualitě tématu jsou informace z literatury a veřejného prostoru často zatíženy zájmy skupin autorů informací a jen málo zdrojů reflektuje pohled z více perspektiv. Z hlediska dominance lze zainteresované skupiny (stakeholdery) kategorizovat podle jejich zájmu na ty, které jsou buď obětí, nebo z této situace těží. Objektivnější zdroje se pak zaměřují na analýzu relevantních aktérů, aby se rozkryly zájmy jednotlivých skupin a předešlo se marginalizaci relevantních aktérů v rozhodovacích procesech (Reed a kol., 2009 in Burandt et al, 2015). Při analýzách aktérů z hlediska (mocní x dotčení) v pozicích dotčených jsou většinou obce, místní obyvatelstvo, která nemá znalosti, prostředky, schopnosti plánování či strategie odporu. K dosažení udržitelnosti regionálního rozvoje musí být dotčení chráněni těmi, co vytvářejí pravidla (státní správa), resp. měli by mít přístup ke znalostem, jakým způsobem mohou prosadit své zájmy či jakým způsobem se spojit k vytváření nesouhlasu. Dominance se projevuje zejména v ekonomických prostředcích a v nadvládě v diskurzu. Příkladem může být podřízenost místního obyvatelstva nadosobním tržním silám, kdy finanční kapitál a developéři prosazují projekt velké elektrárny přes protesty místního obyvatelstva. K dominanci patří i konflikt veřejné vs. firemní, kde firmy mohou ekonomickou převahu v prosazení zájmů. Firemní kapitál významných subjektů ekonomiky je také výrazně koncentrován do oblastí energetického sektoru, jak lze vidět na příkladu největších světových firem Aramco, Shell, Exxon, BP, Vitol, nebo české EPH, která je největší českou firmou podle tržeb za rok 2022, s tržbami přes 900 mld. Kč podle žebříčku Czech Top 100.

Do dominance patří rovněž politická dominance, například v prosazování určitého druhu Státní energetické koncepce, která je opět vyjednaná určitými mocenskými mechanismy. V dominanci je nutné zmínit princip ochrany mocensky (ekonomicky) znevýhodněných.

Útisk – Na straně utiskovaných jsou obecně lokální aktéři – jedná se částečně o ekonomický a částečně o informační útisk – neznalost práva a záměrů a absenci prostředků (časových i ekonomických, např. pro právní služby v územních konfliktech). Další témata: energetická chudoba (dopady cen emisních povolenek a marží energetických firem, snižování kvality života (inflací, zhoršením krajiny agrovoltaickou stavbou apod.). Zadluženost zemědělců - velké investiční náklady na elektrárny mohou vést k průniku finančního kapitálu k zemědělcům. Jejich zadlužování a ručení elektrárnou, popř. finanční problémy firem by mohly vést k nezajištění údržby a problematické likvidaci elektrárny. Příčiny útisku lze rozdělit na endogenní (lokální aktéři mají kontrolu) a exogenní (lokální aktéři nemají kontrolu). Kontrolu místní aktéři mohou mít nad vlastním rozhodnutím postavit či nepostavit elektrárnu a jakým způsobem, ale nemusí mít kontrolu nad zabráněním nevyhovujícím projektům. V rámci útisku je nutné zajistit ochranu před útlakem pro krátkodobé zisky úzkých skupin, například extrakcí zisku z bioplynu či agrovoltaiky. Pod útisk patří celé téma externalit, které nenahradí subjekt, co vytváří činnost, která vytváří externalitu, ale celá společnost – například u diskutované recyklace. Do externalit patří více jevů, bližších či vzdálenějších, fyzických či sociálních, např. změna mikroklimatu u elektrárny, neprůchodnost krajiny, nepřijatelnost pro místní zemědělce, změna techniky obhospodařování, dopad na místní zemědělce (ztráta původní obživy, stěhování), jež je ale těžké odhadnout a popsát.

Prostorovost – Je sociálně vytvářený prostor a celý článek je o sociálně vytvářeném prostoru, tedy o jedné z jeho reprezentací, kterou je text. V rámci prostorovosti bychom hlouběji rozebrali diskurzy a zájmy jednotlivých skupin.

V postrukturalistickém přístupu je důležité se zabývat diskurzy, tedy soubory představ, ve kterých jsou určité jevy hodnoceny, popisovány a interpretovány. Nejde je oddělit, protože nelze dospět k „objektivnímu diskurzu“ ale můžeme popsát některé z hlavních myšlenkových proudů těchto diskurzů:

- modernizační (neoliberální - malá x vysoká regulace, tj. role státu)
- maximalizace ekonomického užítku
- zemědělský (malý, rodinný zemědělec x velký komerční zemědělec)
- technooptimistický
- přístup hlubinné etiky (neřešení následků technooptimismem, ale řešení příčin adekvátními metodami např. snížením spotřeby)
- konzervativní (zachování současného stavu)
- trvale udržitelný rozvoj
- proklimatický, bezemisní
- kvalita života
- ochranářský (ochrana životního prostředí)
- kritický (kritika industriálního zemědělství, neoliberalismu)
- více či méně syntetické přístupy

Problém je popis a kategorizace diskurzů. Slova fungují jako "vlajky" nebo dokonce jako "hanlivá či urážlivá označení", protože jsou tak kritiky používána. Postrukturalismus se zaměřuje na moc v území, tedy i konflikt jednotlivých skupin aktérů (stakeholderů) a jejich představ. Diskurzy však mohou sloužit jen pro maskování jiných zájmů. Důležité pro prosazování určitého diskurzu je pak jejich zastoupení v médiích, politice, think-tancích, ve

vědě, ve vytváření koncepcí, ve vytváření analýz, změn zákonů, začlenění ve vlivných skupinách s kapitálem (ať už vědeckým, sociálním, politickým, ekonomickým či jiným) Analýza mediálního prostředí také ukazuje na souboj diskurzů. Jsou v něm obsaženi z mého pohledu bez podrobnější analýzy (techno-optimistické informace, proklmatické myšlenky, stanoviska státní správy, vědecké publikace spíše technického charakteru, konzervativní i inovativní zemědělci).

Ve virtuálním prostoru je například více patrný Klub Agrovoltaiky Aliance pro energetickou soběstačnost, který s Agrární komorou, Ovocnářskou unií a Zelinářskou unií vyzvali vládu za urychlené přijetí zákonů pro rozvoj agrovoltaiky v lednu 2022. Také je zde více zastoupen vliv technooptimistů a prodejců solárních panelů (Solární asociace), které mohou mít spíše finanční zájmy. Zájmy ochrany krajiny jsou hájeny spíše obecně a na pozadí, například ve výročních činitelů státní správy. Řada zdrojů se odkazuje na Fraunhofer institut, který je největší organizací aplikovaného výzkumu v Evropě. Jedná se o německou výzkumnou organizaci z 25 000 zaměstnanci, která je pojmenována po zakladateli spektrální analýzy, optikovi, vědci i podnikateli Josefovi von Fraunhofer (1787-1826). Z vědeckého zdroje je správné odvozovat legitimitu tvrzení, ač je správné ji ověřit i v našich podmínkách, ve kterém je aplikovaných zdrojů málo. Proto je potřeba podpořit další výzkum agrovoltaiky, který ověří přejímané informace a rozšíří tyto znalosti o aplikaci na území ČR.

Existence fotovoltaické elektrárny na zemědělské půdě je nepředstavitelná bez diskurzu, který ji ospravedlní, umožní a vytvoří. Stejně tak je nepředstavitelný bez zájmových skupin, které ji prosazují, odmítají či pouze akceptují. Mezi hlavní aktéry v agrovoltaice mohou patřit investorské firmy, které budou přesvědčovat zemědělské firmy a jejich organizace. Velké zemědělské organizace mají lepší přístup ke kapitálu a informacím než drobní zemědělci, proto je pro ně jednodušší přijmout tuto inovaci. Dalším předmětem výzkumu může být interakce developerů (investorů, bank a prodejců) a zemědělců a následně státní správy. Státní správa je obecně stranou, jejímž zájmem je vytvářet pravidla a zajistit dodržování principů ve veřejném zájmu. Věda (regionální rozvoj, sociologie či geografie) by měla rozkrývat tyto diskurzy více do hloubky. Pro další výzkum by bylo potřeba provést hlubší analýzu reprezentace aktérů (zájmových skupin), četnosti jejich participace v tomto tématu, analýzu jejich moci, jejich síly a prostorových praktik.

Zájmy jednotlivých aktérů a způsob jejich diskurzů totiž bez hlubšího zkoumání mohou vést k prosazení nejvíce zastoupených aktérů a diskurzů. Dotčení, kteří mlčí, jsou automaticky znevýhodněni. Veřejný zájem by tedy v agrovoltaice měl vyhodnotit a zajistit cíle územního plánování, tedy "dosažení obecně prospěšného souladu veřejných a soukromých zájmů na rozvoji území." (§ 18 odst. 2, zák. č. 183 /2006 Sb, stavební zákon). Z toho vyplývá i zavedení pravidel regulace proti živelnému zastavování krajiny agrovoltaikou.

Státní instituce v době inovací, pro něž nejsou jasná pravidla a zkušenosti, hájí předběžnou opatrnost a hájí základní principy územního plánování a kontrolní mechanismy dodržování principů územního plánování.

Závěr

Článek obsahuje seznámení s agrovoltaikou a nástin základních struktur tématu a diskurzů.

Multioborové téma zahrnuje několik perspektiv. Nejvíce viditelná ve veřejném prostoru je technologická perspektiva, která se zabývá zejména typem a rozmístěním panelů a pozitivními efekty na produkci. Tento pohled je důležitý k přesnému zjištění přínosnosti zemědělské produkce spojenými s panely. Druhá perspektiva je z hlediska zemědělců a vlastníků, kde se jedná o změnu zemědělské výroby na nový typ produkce. Další perspektiva je hledisko energetických investorů, pro něž energetický přechod znamená zejména možnost půdu využít pro vyšší zisk než je pouze zemědělská produkce. Další perspektivy jsou komunity, jimž může poskytovat elektrárna soběstačnost i zisk. Obecně pohled na diskurzy ukazuje pestrost názorů a nabádá ke kritickému odstupu od omezeného pohledu. Bylo také naznačeno, že prosazení diskurzů souvisí s mocí a například vědecká racionalita je jen jednou z metod prosazení diskurzu.

Pohled centrální správy by pak měl udávat rámeček všem aktérům a dohlížet na spravedlivou energetickou transformaci a splnění cílů územního plánování. Jedná se o konflikt více veřejných zájmů: ochrana zemědělské půdy, energetická bezpečnost, rozvoj obnovitelných zdrojů a snížení emisí CO₂, zajištění potravinové bezpečnosti či zajištění dlouhodobé udržitelnosti a zejména kvalita života občanů ČR.

Problém České republiky i Evropy je v podstatě zanedbatelná výroba fotovoltaických panelů a dalších komponent. Naprostá většina se dováží z Číny. Důležitým širším tématem fotovoltaiky v ČR také uložení energie na noc a zimu, tedy malé kapacity akumulace energie. Příležitosti však mohou překonávat problémy v přínosech pro decentralizaci výroby energie, nezávislosti, lokální výroby energie či snížení uhlíkové stopy. Do roku 2050 studie EGÚ předpokládají růst ceny emisních povolenek, nutnost odpojit větší část fosilních zdrojů a růst ceny energií. Je však nutné předejít negativním dopadům na životní prostředí, kontaminacím prostředí, velkému zabírání půdy apod. Je potřeba zajistit, co nejvíce spravedlivého využití fotovoltaických elektráren i pro menší a konzervativnější subjekty. Správným nastavením rozhodovacích procesů nesmí být agrovoltaické systémy zneužívány extrakcí hodnoty pro krátkodobé zisky energetických podnikatelů. Veřejná správa by měla kontrolovat správné využití velkých možností této nové technologie pro skupiny v diskurzích obecně málo zastoupené, tedy pro lokální obyvatele, lokální ekonomiku, místní zemědělce a rozvoj venkova obecně. Veřejná správa musí zajistit, aby se agrovoltaika rozvíjela v souladu s obecnými principy územního plánování.

Použité zdroje:

BURANDT, Simon, GRALLA, Fabienne., a JOHN, Beatrice. *Analýza aktérů v případových studiích (regionálního) udržitelného rozvoje*. [online] 2015. *Envigogika*, 10(1). [cit. 20.10. 2023] Dostupné z: <https://doi.org/10.14712/18023061.433>

BÜRGI, Mathias., HERSPERGER, Anna., SCHNEEBERGER, Nina. *Driving forces of landscape change—current and new directions*, 2004 *Landscape Ecology*, roč. 19, s. 857–868.

VACHUDA, Jan. Agrovoltaika: příležitost nebo hrozba pro zemědělství a udržitelnost? [online]. Regionální rozvoj mezi teorií a praxí 2023, 4 pp. 4-24. ISSN 1805-3246. [cit. 2023-12-31]. Dostupné z: <http://www.regionálnírozvoj.eu/vydání/202304>

ENERGYSWARAJ. *Hnutí Energy swaraj*, [online] 2023 [cit. 20.10. 2023] Dostupné z: <https://energyswaraj.org/>

FAKTA O KLIMATU. *Územní stopa elektřiny ze slunce, větru a biomasy*, Otevřená data o klimatu, z. ú. [online] 2022 [cit. 20.10. 2023] Dostupné z <https://faktaoklimatu.cz/infografiky/uzemni-stop-a-oze>

FORMAN, Richard., GODRON, Michal. *Krajinná ekologie*. 1. vyd. Praha: Academia. 1993. 583 s.

FRAUNHOFER ISE. *Dual use of land with agrivoltaics*, [online] 2023 [cit. 20.10. 2023] Dostupné z: <https://www.ise.fraunhofer.de/en/business-areas/photovoltaics/photovoltaic-modules-and-power-plants/integrated-photovoltaics/agrivoltaics.html?cp=1&ipp=20>

FRAUNHOFER ISE. *Agrivoltaics: Opportunities for Agriculture and the Energy Transition* [online] 2022 [cit. 20.10. 2023] Dostupné z: <https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/en/documents/publications/studies/APV-Guideline.pdf>

HAAS, Reinhart et al. *The photovoltaic revolution is on: How it will change the electricity system in a lasting way*. [online] 2023 Energy. 265, [cit. 20. 10. 2023] Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.126351>

HYNEK, Alois. *Geografie, Geografická – Prostorovost* In: Svobodová, H. (ed.): Prostorovost: Místa, území, krajiny, regiony, globiony [online] Garep. 2011. s. 6–50. [cit. 20. 10. 2023] Dostupné z: <https://www.researchgate.net/...pdf>

IEA. *Solar PV Global Supply Chains, IEA Special Report* International Energy Agency, [online] 2022 [cit. 18.10. 2023] Dostupné z: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/d2ee601d-6b1a-4cd2-a0e8-db02dc64332c/SpecialReportonSolarPVGlobalSupplyChains.pdf>

IRENA. *World Energy Transition Outlook*. Volume 1. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. [online] 2023 [cit. 18.10. 2023] Dostupné z: <https://www.irena.org/Digital-Report/World-Energy-Transitions-Outlook-2023>

IRENA. *Future of solar photovoltaic: deployment, investment, technology, grid integration and socio-economic aspects. A Global Energy Transformation: paper* [online] 2019 International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. [cit. 18.10. 2023] Dostupné z: <https://www.irena.org/publications/2019/Nov/Future-of-Solar-Photovoltaic>

JAIN, Pulkit., RAINA, Gautam., SINHA, Sunanda., MALIK, Prashant., MATHUR Siddhart.. *Agrovoltaics: Step towards sustainable energy-food combination*, 2021. Bioresource Technology Reports, 15 [online] <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2021.100766>. [cit. 18.10. 2023] Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2589014X21001444>)

VACHUDA, Jan. Agrovoltaika: příležitost nebo hrozba pro zemědělství a udržitelnost? [online]. Regionální rozvoj mezi teorií a praxí 2023, 4 pp. 4-24. ISSN 1805-3246. [cit. 2023-12-31]. Dostupné z: <http://www.regionálnírozvoj.eu/vydani/202304>

JÍLEK, Ladislav a kol. *Agrovoltaika v podmínkách České republiky* [online] 2022 [cit. 18.10. 2023] Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/management-a-legislativa/management/agrovoltaika-v-podminkach-ceske-republiky>

JOHN, Saint Jeff. *How neighbors are banding together to get cheaper rooftop solar*, [online] 2022 Canary media, [cit. 18.10. 2023] Dostupné z: <https://www.canarymedia.com/articles/solar/how-neighborhoods-are-banding-together-to-get-cheaper-rooftop-solar>

KRČÁL, Jan. a kol. *Jaké cesty nás mohou dovést k bezemisní energetice?* Otevřená data o klimatu, z. ú. [online] 2023 [cit. 18.10. 2023] Dostupné z: <https://faktaoklimatu.cz/explainery/bezemisni-energetika-cr-1-scenare>

MACHÁČ, Jan. a kol. *Hodnocení dopadů výstavby agrofotovoltaické elektrárny: ŠLUKNOVSKO. Ústí nad Labem: Institut pro ekonomickou a ekologickou politiku (IEEP).* [online] 2021 [cit. 24.10. 2023] Dostupné z: https://www.ieep.cz/wp-content/uploads/2021/07/UJEP_studie_FTE_Sluknovsko4.pdf

MACKNICK, Jordan et al. *The 5 Cs of Agrivoltaic Success Factors in the United States: Lessons From the InSPIRE Research Study*, National Renewable Energy, 68 s. [online] 2022 [cit. 18.10. 2023] Dostupné z: <https://www.nrel.gov/docs/fy22osti/83566.pdf>

MPO. *Počet fotovoltaických elektráren se zdvojnásobil. Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR.* [online] 2023 [cit. 25.9. 2023] Dostupné z: <https://www.mpo.cz/cz/rozcestnik/pro-media/tiskove-zpravy/pocet-fotovoltaickych-elektraren-zapojenych-do-site-se-od-zacatku-roku-2022-vice-nez-zdvojnashobil--mpo-pracuje-na-zjednoduseni-jejich-povolovani--275690/>

ODINTSOV, Nikita. *Geopolitika ropy*. Karolinum, 2018. ISBN 978-80-246-3839-3. 282 s.
PALAŠČÁKOVÁ, Pavla. *Svět zahltní až miliardy vyřazených solárů a větrných turbín. Recyklace se rozjíždí pomalu*. E15. [online] 2023 [cit. 25.9. 2023] Dostupné z: <https://www.e15.cz/byznys/prumysl-a-energetika/svet-zahltni-az-miliardy-vyrazenych-solaru-a-vetrnych-turbin-recyklace-se-rozjizdi-pomalou-1410342>

RAHMAN, Montazur et al. *Powering agriculture: Present status, future potential, and challenges of renewable energy applications*, Renewable energy, 188. 2022. [online] [cit. 25.9. 2023] Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960148122002075>

REED Mark et al. *Who's in and why? A typology of stakeholder analysis methods for natural resource management*, Journal of Environmental Management, 90, 5, p. 1933-1949, ISSN 0301-4797 [online] 2009 [cit. 25.9. 2023] Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2009.01.001>

RESOLAR. *Cirkulární solární energetika*. Odpadové fórum, 22, 2, s. 24-25. [online] 2023. [cit. 25.9. 2023] Dostupné z: <https://www.resolar.cz/...pdf>

VACHUDA, Jan. Agrovoltaika: příležitost nebo hrozba pro zemědělství a udržitelnost? [online]. Regionální rozvoj mezi teorií a praxí 2023, 4 pp. 4-24. ISSN 1805-3246. [cit. 2023-12-31]. Dostupné z: <http://www.regionálnírozvoj.eu/vydani/202304>

SEIA. Solar Industry Growing at a Record Pace, Solar Energy Industries Association. Washington . [online] 2023 [cit. 25.9. 2023] Dostupné z: <https://www.seia.org/solar-industry-research-data>

ŠNEVAJS, Heřman. *Agrovoltaika krok směrem k udržitelné kombinaci energie a potravin*. Česká technologická platforma pro zemědělství. [online] 2023 [cit. 25. 9. 2023] Dostupné z: <https://www.ctpz.cz/vyzkum/agrovoltaika-krok-smerem-k-udrzitelne-kombinaci-energie-a-potravin-1382>)

Solarni experti. *Jak se recyklují solární panel a kdo to zaplatí?* [online] 2023 [cit. 25. 9. 2023] Dostupné z: <https://www.solarniexperti.cz/...lu/>

Solarninovinky.cz. *Vídeň pěstuje pšenici pod solárními panely. Česku v agrovoltaice ujíždí vlak*. [online] 2023 [cit. 19. 10. 2023] Dostupné z: <https://www.solarninovinky.cz/viden-pestuje-psenici-pod-solarnim-panely-cesko-v-agrovoltaice-ujizdi-vlak/>.

Solarninovinky.cz. *V Bavorsku se začal pěstovat chmel pod solárními panely*. [online] 2023b. [cit. 19. 10. 2023] Dostupné z: <https://www.solarninovinky.cz/v-bavorsku-se-zacal-pestovat-chmel-pod-solarnimi-panely/>

ŠATRA, Jan. *Energie ze zemědělské půdy*. [diplomová práce] Univerzita Karlova. Katedra sociální geografie a regionálního rozvoje. Praha. 63 s. 2010.

TRNOVSKÝ, Jiří. *Možnosti agrovoltaiky v našem zemědělství* [online] 2023 [cit. 19. 10. 2023] Dostupné z: <https://trvaleudrzitelnezemedelstvi.cz/clanky/moznosti-agrofotovoltaiky-v-nasem-zemedelstvi/>

TZB-Info. *Porovnání nákladů*. [online] 2023 [cit. 17. 10. 2023] Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/138-porovnani-nakladu-na-vytapani-teplou-vodu-a-elektrickou-energii-tzb-info>