

# Šestý smysl: krajina jako spoluautor energetiky

Voda, potraviny, stavební materiály — regenerativní vrstva fraktálního ekosystému  
Šestá studie série technických rozborů - violka.info

## Abstrakt

Studie rozšiřuje fraktální ekosystémový rámec předchozích pěti dílů o dimenzi krajiny — vodu, potravinový řetězec, stavební materiály a modrozelenou infrastrukturu. Klíčová zjištění jsou tři. Za prvé: Evropa je dnes nejrychleji se oteplujícím kontinentem na planetě a v období 2020–2025 prošla bezprecedentním 6letým suchem; charakter sucha se strukturálně mění — od nedostatku srážek k evapotranspiračnímu deficitu. To znamená, že retenční opatření už nejsou kosmetická, ale strukturální. Za druhé: potravinový řetězec představuje 26 % světových antropogenních emisí, z toho 57 % pochází z živočišné produkce. Hovězí má 100× vyšší uhlíkovou stopu na kg než luštěniny a 540× vyšší spotřebu půdy. Za třetí: stavební materiály z přírodních obnovitelných zdrojů (CLT dřevo, konopí, sláma, celulóza) mají negativní embodied carbon — ukládají CO<sub>2</sub> v budově po desetiletí, na rozdíl od betonu (300–400 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>) a oceli (1500–2000 kg CO<sub>2</sub>/t). Studie dále kvantifikuje soběstačnost obce Hostětín (240 obyvatel, biomasová výtopna 732 kW od 2000, sluneční kolektory na 9 domech, FVE 72,4 kWp, pasivní Centrum Veronica, kořenová čistírna) a obce Kněžice (500 obyvatel, bioplynová stanice 330 kW<sub>e</sub>, kotelna 1,2 MW, čistá dodávka 2 200 MWh/rok = 4–5 MWh na obyvatele). Obě obce jsou prokázanými principy, ne univerzálními šablonami; klíčová byla unikátní místní iniciativa a dotační podpora.

Klíčová slova: sucho, evapotranspirace, modrozelená infrastruktura, dešťová voda, foodprint, regenerativní zemědělství, carbon farming, CLT, konopí, sláma, embodied carbon, Hostětín, Kněžice, Veronica.

## 1. Úvod a vymezení tématu

Předchozích pět studií této série kvantifikovalo energetickou transformaci ČR od velkých zdrojů k fraktální architektuře, doplnilo ji o vozový park BEV jako virtuální úložiště, vertikální agrivoltaiku a Power-to-Gas, a rozšířilo o dopravu, průmysl a datová centra. Cílová roční výroba elektřiny po zahrnutí všech sektorů vyšla na 105–110 TWh [1]. Tato šestá studie posouvá rámec ještě o úroveň výš — z dimenze elektřiny do dimenze krajiny.

Krajina není pouze prostor, na kterém ekosystém leží. Je sama součástí ekosystému, a to v několika ohledech: vodní cyklus (retence, infiltrace, evapotranspirace), potravinový cyklus (půda, plodiny, hospodářská zvířata, lidé, odpad zpět do půdy) a materiálový cyklus (dřevo, konopí, sláma, kámen, hlína jako stavební vstupy s nízkým embodied carbon). Pokud má fraktální ekosystém pracovat dlouhodobě, musí všechny tři cykly fungovat regenerativně — tj. krajina musí vracet více, než z ní bereme.

Klíčová motivace této studie však pochází odjinud, z čerstvých dat klimatologie: Evropa se v posledních dvou desetiletích stává nejrychleji se oteplujícím kontinentem planety a charakter sucha se strukturálně mění. Retenční opatření, regenerativní zemědělství a stavební materiály s nízkou energetickou stopou už nejsou kosmetické zlepšení; stávají se strukturální adaptací.

## 2. Evropa jako nejrychleji se oteplující kontinent

### 2.1 Klíčová zjištění z let 2024–2025

Studie Shekhar et al. (2024) analyzovala změny vlhkosti vzduchu i půdní vlhkosti v Evropě v letech 1950–2021 a doplnila projekci do roku 2100. Dva výsledky stojí za zdůraznění: (a) průměrná letní suchost vzduchu (duben–září) vzrostla po celé Evropě od poloviny 20. století; (b) průměrná půdní vlhkost ve svrchních 7 cm v létě klesla v mediteránní a střední Evropě, přičemž 10. percentil (extrémní sucha) klesl o 15–25 % mezi obdobími 1950–1990 a

1991–2021 [2].

Studie publikovaná v dubnu 2025 (Global Drought Extremes in 2025) konstatuje, že období 2020–2025 představuje bezprecedentní 6leté období sucha, přičemž obrazovaná plocha v roce 2025 zůstala blízko úrovně předchozích pěti let. Klíčové strukturální zjištění: charakter sucha se strukturálně mění — od nedostatku srážek k evapotranspiračnímu deficitu způsobenému vyššími teplotami a vyšší dehydrating power vzduchu. I bez výrazného poklesu srážek půda vysychá, protože vyšší teploty zvyšují výpar [3].

EU oficiálně označuje Evropu jako „nejrychleji se oteplující kontinent“ v dokumentech Horizon a CORDIS [4]. Konkrétní projevy v jaru 2025: březen 2025 byl nejsušším březnem v historii Německa; vodní stav Rýna v Kolíně 12. dubna 2025 činil 1,54 m, tedy zhruba polovinu obvyklé úrovně pro dané období [5]. JRC v Drought in Europe – April 2025 zprávě potvrdilo, že velká část střeoevropského a východního Středomoří se nachází v „warning“ nebo „alert“ stupni sucha [5].

## 2.2 Situace v ČR

Pro ČR ČHMÚ dokumentoval suchou epizodu 2014–2019, která se projevila ve všech definicích sucha — meteorologickém (pokles srážek), půdním (vysychání půdy), hydrologickém (pokles průtoků a stavů podzemních vod) [6, 7]. Studie ČGS a VÚV TGM (2024) přinesla mapu zranitelnosti podzemních vod ČR vůči suchu, která ukazuje, že některé hydrogeologické rajony (například Velkoopatovická křída, Liběchovka, Pšovka) se v suchých letech blíží limitu udržitelného odběru pro pitné účely [8].

Druhý strukturální poznatek pro ČR je v práci Peláková a Eckhardt (2024): odběr podzemních vod některé vodní toky v období minimálních průtoků skutečně vysušuje. Pokud je poměr odběru k 355dennímu průtoku 1931–1960 vyšší než 30 %, je v polovině případů 355denní průtok 1991–2020 přibližně shodný s rozdílem mezi historickým průtokem a aktuálním odběrem. Tj. řeky v sušším režimu vykazují průtoky odpovídající historickému průtoku snížené o aktuální odběr [9]. To je podstatný argument pro promyšlené hospodaření s podzemními zdroji v období sucha.

## 2.3 Implikace pro ekosystémový rámec

Z těchto zjištění plyne tři strukturální posuny v plánování:

(I) Retence vody se stává primární adaptací krajiny, ne pouze doplňkem. Modrozelená infrastruktura, propustné povrchy, dešťové zahrady, mokřady a obnova malých vodních nádrží mají kvantitativní přínos pro celkovou bilanci.

(II) Soběstačnost ve vodě přestává být luxusem; v některých regionech ČR se stává pojistkou před výpadky veřejných vodovodů. Dešťová voda, šedá voda, vlastní studny — kombinace centrální a lokální zásoby je funkčně robustnější.

(III) Zemědělství a stavebnictví jsou součástí vodní bilance — jak na vstupu (spotřeba vody), tak na výstupu (retence, výpar, kvalita vody). Nejen energetická transformace, ale i tato dvě odvětví ovlivňují, jak krajina vodu udrží.

## 3. Modrozelená infrastruktura ve městech a obcích

### 3.1 Princip

Modrozelená infrastruktura (MZI) je systém prvků, které ve městě kombinují vodní (modrá) a vegetační (zelená) složku tak, aby krajina v hustě zastavěném prostředí fungovala blíže přírodnímu vodnímu cyklu. Konkrétními prvky jsou: dešťové zahrady, propustné povrchy (chodníky, parkoviště), zelené střechy a fasády, retenční nádrže, městské parky s mokřady, biokoridory, obnova malých vodních ploch.

Podstata posunu: tradiční městská kanalizace odvádí dešťovou vodu pryč co nejrychleji. MZI naopak vodu zadržuje, infiltruje do půdy a dovoluje jí postupně se vypařovat z vegetace — což ochlazuje město v létě a snižuje riziko bleskových povodní při intenzivních srážkách. Změna paradigmatu z „voda jako problém“ na „voda jako zdroj“.

### 3.2 Kvantifikace potenciálu

Pražská adaptační strategie (Magistrát hl. m. Prahy) předpokládá, že plošná aplikace MZI by mohla snížit povrchový odtok o 30–50 % v městské zástavbě. Brno realizuje od 2018 program „Zelené střechy“, který do 2025 přinesl ~120 000 m<sup>2</sup> nových zelených střech — to je zhruba ekvivalent 12 ha plochy fungující jako retence a evapotranspirační chladič města.

Mezinárodní zkušenost: Vídeň má cíl 2 600 zelených střech do 2030, Mnichov realizuje program „München atmet auf“ (Mnichov se nadechuje), Stuttgart je celosvětový lídr v plánování větracích koridorů. Skandinávské městské mokřady (Malmö, Kodaň) prokazatelně snižují tepelný stres a ostrov tepla v létě o 2–4 °C.

Tab. 1: Typy modrozelené infrastruktury a jejich přínos. Hodnoty jsou orientační, závisí na konkrétní lokalitě a klimatu.

Prvek	Plocha typicky	Retence	Vedlejší přínos
Zelená střecha extenzivní	10–30 cm substrát	20–50 l/m <sup>2</sup> na 1 srážku	Izolace, biotop
Zelená střecha intenzivní	30–100 cm substrát	50–150 l/m <sup>2</sup>	Park, biodiverzita
Dešťová zahrada	Obvykle 5–20 m <sup>2</sup>	Vsakuje 100% lokální srážek	Estetika, pyl pro hmyz
Propustné chodníky/parkoviště	—	Až 80 % infiltrace	Snížení tepelného stresu
Mokřad městský	0,1–10 ha	Retence + biodiverzita	Chlazení, čištění vody
Malá vodní nádrž	0,1–5 ha	Retence i pro sucho	Ekologie, rekreace
Biokoridor	Liniový prvek	Lokální infiltrace	Migrace zvířat, biodiverzita

## 4. Dešťová a šedá voda — domácí soběstačnost

### 4.1 Co dešťová voda obsahuje a jak ji upravit

Dešťová voda padající z atmosféry obsahuje prach, pyly, mikroorganismy, NO<sub>x</sub> a v některých lokalitách stopy těžkých kovů. Po dopadu na střechu se k těmto složkám přidávají saze, listí, ptačí trus a výluh ze střešní krytiny (zejména problematické asfaltové šindele a měděné okapy). Ve skladovací nádrži pak hrozí růst bakterií, řas a Legionelly při vyšších teplotách.

Vícetupňová úprava na pitnou vodu proto vyžaduje:

Tab. 2: Vícetupňová úprava dešťové vody na pitnou kvalitu. Stupně 1–4 jsou nezbytné pro užitkovou vodu, stupně 5–7 jsou nezbytné pro pitnou kvalitu dle vyhl. 252/2004 Sb.

Stupeň	Funkce	Typická technologie
1. Mechanická filtrace	Listí, větve	Síta 50–500 µm
2. First-flush divertor	První 1–2 mm srážky pryč	Mechanický odvodový ventil
3. Sedimentace	Usazení nečistot v nádrži	Klidová zóna v nádrži
4. Jemná filtrace	Drobné částice	Filtr 5–1 µm
5. Aktivní uhlí	Org. látky, pesticidy, chlór	Sorpční filtr
6. UV sterilizace	Bakterie, viry	UV lampa 254 nm
7. Korekce pH (volitelné)	Mírně kyselá deš. voda	Vápencový filtr

### 4.2 Bilance pro rodinný dům v ČR

Modelový rodinný dům v ČR se střešní plochou 100 m<sup>2</sup> při 600 mm ročních srážkách a koeficientu odtoku 0,8 zachytí 48 m<sup>3</sup> vody ročně. Spotřeba pitné vody 4členné domácnosti činí ~30–60 m<sup>3</sup>/rok. Plná soběstačnost v pitné vodě je tedy technicky dosažitelná, podmínkou je dostatečná akumulární kapacita (10 m<sup>3</sup> nádrž = 2–3 měsíční rezerva pro suchá období).

Tab. 3: Investiční a provozní náklady systému dešťová voda → pitná v rodinném domě (4 osoby, ČR). Hodnoty jsou typické rozmezí trhu 2025.

Položka	Investice [Kč]	Životnost	Roční provoz [Kč]
Nádrž 10 m <sup>3</sup> (plast/beton)	60 000–100 000	30+ let	0
Předfiltr a first-flush	5 000–10 000	10 let	500
Čerpadlo + tlaková nádoba	10 000–20 000	10 let	300 (el.)
Filtrační kaskáda 5 stupňů	15 000–25 000	5 let kazety	3 000–5 000 (kazety)
UV sterilizace	8 000–15 000	10 let	1 500 (lampa)
CELKEM	100 000–170 000	—	5 000–7 000

### 4.3 Šedá voda — druhá úroveň úspory

Šedá voda je voda použitá z umyvadla, sprchy, pračky — tj. nikoli z WC. Po jednoduchém čištění (filtrace, biologické dočištění) ji lze využít na splachování WC a zalévání. Úspora pitné vody z vodovodu: 30–40 % celkové spotřeby. Investice je řádově nižší než u dešťovky pro pitné účely (50 000–100 000 Kč), nevyžaduje sterilizaci a je technicky spolehlivá.

Ve městech, kde se kombinace dešťovka + studna nedá realizovat, je šedá voda nejúčinnější způsob, jak snížit závislost na vodovodu. V některých zemích (Německo, Rakousko) je šedá voda standardní součástí novostaveb v bytových domech.

### 4.4 Odpovědnost soběstačnosti

Soběstačnost v pitné vodě je technicky možná, ale klade na vlastníka odpovědnost za kvalitu. Pokud někdo zanedbá výměnu UV lampy nebo filtrů, pije nesterilní vodu. To není argument proti soběstačnosti, ale argument pro dobrý design systému a vzdělání. V hustě zalidněných oblastech bude vodárenská síť dál funkční páteř — soběstačnost zde znamená rozšíření voleb, ne odpojení od centrálních systémů.

## 5. Energetická náročnost potravinového řetězce

### 5.1 Globální kontext

Potravinový řetězec (od pole přes zpracování, dopravu, supermarket, domov, odpad) je odpovědný za 26 % světových antropogenních emisí skleníkových plynů, k tomu dalších 5 % z nepotravinového zemědělství a odlesňování [10]. Z těchto 26 % pochází 57 % z živočišných produktů, 29 % z rostlinných a 14 % z ostatních zdrojů [11].

Mezníkovou prací v této oblasti je studie Poore & Nemecek (Science, 2018), která provedla meta-analýzu 570 studií zahrnujících 38 700 farem ve 119 zemích a 40 zemědělských produktů. Práce kvantifikovala environmentální footprint každého produktu napříč pěti kategoriemi: emise skleníkových plynů, využití půdy, terestrická acidifikace, eutrofizace a spotřeba sladké vody [10].

*Tab. 4: Vybrané environmentální parametry produktů potravinového řetězce. Hodnoty jsou globální průměry dle Poore & Nemecek (2018), Science. Zahrnují celý životní cyklus od vstupů do farmy přes zpracování, dopravu a maloobchod.*

Produkt	CO <sub>2</sub> [kg/kg]	Půda [m <sup>2</sup> /kg]	Voda [l/kg]
Hovězí (maso)	99,0	326	1 451
Skopové/jehněčí	40,0	370	521
Sýr	24,0	88	5 060
Vepřové	12,0	11	1 796
Drůbež	9,9	7,1	660
Vejce	4,5	6,3	578
Mléko (kravské)	3,2	8,9	632
Tofu (sója)	2,0	2,2	149
Luštěniny	0,9	3,4	18
Obiloviny	1,4	2,9	642
Brambory	0,5	0,9	28
Rajčata	1,4	0,2	5
Jablka	0,4	0,6	180

Klíčový poznatek: rozdíl mezi živočišnou a rostlinnou produkcí je řádový, ne procentuální. 1 kg hovězího má 100× vyšší uhlíkovou stopu než 1 kg luštěnin a 540× vyšší zábor půdy. To není argument pro nebo proti živočišné produkci — je to fakt o jejím footprintu, ze kterého si čtenář udělá vlastní závěr.

### 5.2 Strukturální parametry velkochovu

Studie nepředkládá doporučení k spotřebě potravin. Předkládá však strukturální parametry, které velkochov vyžaduje:

*Tab. 5: Strukturální vstupy a požadavky velkochovu na živočišnou produkci. Hodnoty jsou typické rozmezí podle typu chovu (kravský, vepř, drůbež) a intenzity. Pro kontext: regenerativní pastva má některé z těchto parametrů řádově nižší (energie, hnojiva, antibiotika).*

Vstup / požadavek	Typický rozsah	Komentář
Půda (krmiva + pastva)	20-40 m <sup>2</sup> /kg masa	Většina pro pěstování krmiv
Voda (modrá + zelená)	1500-15000 l/kg	Dle druhu, regionu, krmiva

Vstup / požadavek	Typický rozsah	Komentář
Energie (krmiva + stáj)	10–30 kWh/kg	Krmiva, doprava, chlazení
Hnojiva (ND, P, K)	0,1–0,3 kg/kg	Pro krmné plodiny
Antibiotika	Cca 70 % celk. spotř.	Profylaktika i léčba
Větrání stájí	0,5–2 kWh/kg el.	Trvale
Manipulace s hnojem	Stálá	Skladování, aplikace, čištění
Asanace, kafilérie	1–3 % vstupů	Likvidace uhynulých zvířat
Masokombinát + chlazení	1–2 kWh/kg	Energie na zpracování
Doprava ke spotřebiteli	0,5–3 kWh/kg	Chlazený transport

## 6. Velkochov vs. regenerativní zemědělství

### 6.1 Princip regenerativního zemědělství

Regenerativní zemědělství je způsob hospodaření, jehož základním principem je udržení a obnova úrodnosti půdy. Klíčové techniky: minimální zpracování půdy (no-till), trvalý vegetační kryt (meziplodiny), rotace plodin, integrace pastvy a polních kultur, zvyšování obsahu organické hmoty a sekvestrace uhlíku [12].

Sekvestrace uhlíku v půdě je klíčová funkce. Podle projektu Drawdown a souvisejících studií může zlepšená pastva sekvestrovat 0,15–0,70 Gt CO<sub>2</sub> ročně globálně [13]. V evropských půdách je dnes uloženo přes 70 mld. tun uhlíku — pro srovnání: 0,1 % tohoto uhlíku odpovídá ročním emisím 100 milionů aut [14]. Zvýšení obsahu půdního uhlíku o jednotky procent znamená masivní klimatickou službu krajiny.

### 6.2 Tři scénáře pro ČR

Studie nenavrhuje konkrétní cíl, ale kvantifikuje tři modelové scénáře transformace zemědělství v ČR:

*Tab. 6: Tři scénáře transformace zemědělství v ČR a jejich dopad na klíčové vstupy. Hodnoty jsou orientační, založené na meta-analýzách evropských studií. Studie tyto scénáře nedoporučuje — předkládá pouze kvantitativní obraz dopadů jejich případné realizace.*

Scénář	Charakteristika	Energie	Voda	Půda
Status quo	Současný mix	100 %	100 %	100 %
Mix s 30 % regenerativním	30 % půdy přechází na RA postupy	–12–18 %	–10–15 %	0 %
Snížení živoč. produkce o 25 %	Snížení velkochovu, subst. rostl. produkty	–18–25 %	–15–25 %	–15–20 %
Kombinace	RA + sníž. živoč. 25 %	–25–35 %	–25–35 %	–15–20 %

### 6.3 Český projekt Carboneg

Český projekt Carboneg (zal. 2021, vlastník Benefit Management) implementuje principy carbon farming v ČR. Zemědělci uzavírají 5letou smlouvu, dodávají sezónní data, půda se vzorkuje a měří se množství oxidovatelného uhlíku. Toto se přepočítává na tuny CO<sub>2</sub> uložené do půdy formou organické hmoty. Výsledky potvrzuje externí certifikační agentura, vyplácí se odměna z prodeje uhlíkových kreditů firmám z jiných odvětví [15].

Spolek pro regenerativní zemědělství v ČR má dnes ověřenou technologii od Ústavu výzkumu globální změny AV ČR a Mendelovy univerzity v Brně (2025), která potvrzuje účinnost zvyšování obsahu mineralně asociovaného uhlíku a glomalinu v půdě [16]. To je důležitý vědecký podklad pro uznání carbon farming jako legitimní klimatické služby.

## 7. Permakultura, agrokruhy a lokální produkce

V ČR má 50 % obyvatel přístup k zahradě (vlastní, rodinné, pronajaté). Tato strukturální výhoda je v české kultuře přítomná desetiletí, ale v energetickém kontextu se její význam podceňuje. Z hlediska potravinového footprintu je samozásobitelská zahrada nejefektivnější způsob produkce — vstup energie 0,3–1 kWh primární energie na 1 kWh nutriční energie skutečně zkonsumované, oproti 5–10 kWh/kWh v industriálním modelu (od pole přes supermarket).

Agrokruhy a permakultura kombinují rostlinnou a živočišnou produkci v uzavřeném cyklu, kde výstup jednoho prvku je vstupem druhého (slepice spotřebovávají kuchyňské zbytky, hnůj zpět do půdy, sady chrání zeleninu před větrem). Studie z Evropy ukazují, že na dobře navrženém půlhektarovém pozemku lze produkovat 60–80 % potravinové potřeby 4členné rodiny při řádově nižším footprintu než industriální produkce.

Komunitou podporované zemědělství (KPZ) a farmářské trhy rostou v ČR od 2010 plynule. KPZ je přímý vztah farmáře a spotřebitele — spotřebitel platí předem (sezónně), farmář dodává čerstvé produkty. Eliminace mezičlánků (velkoobchod, supermarket, marketing) vede ke snížení potravinového footprintu o 30–60 % a k zachování příjmů u producenta.

Pokud by ČR realizovala 30 % své zeleniny lokálně/samozásobitelsky, ušetří to 5–8 TWh primární energie ročně a obrovské množství dovozních a logistických emisí. Studie tento údaj nedává jako doporučení — pouze jako kvantifikaci možnosti, kterou má každý občan v rámci své vlastní volby.

## 8. Stavebnictví — embodied vs. operational carbon

### 8.1 Dva typy uhlíkové stopy budovy

Uhlíková stopa budovy se dělí na embodied carbon (emise z výroby stavebních materiálů) a operational carbon (emise z provozu — vytápění, chlazení, elektřina). V minulosti bylo těžiště debaty na operational carbon, protože budovy spotřebovávají energii desetiletí. V posledních letech se však ukazuje, že u dobře izolovaných pasivních budov klesá operational carbon na minimum a embodied carbon je to, co rozhoduje o klimatickém dopadu nové stavby.

Tab. 7: Embodied carbon vybraných stavebních materiálů. Záporné hodnoty znamenají, že materiál během růstu (rostlina, dřevo) vázal uhlík z atmosféry, a v budově ho ukládá po desetiletí.

Materiál	Embodied CO <sub>2</sub>	Komentář
Beton/železobeton	300–400 kg CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	Cement = procesní emise
Cihly pálené	250–350 kg CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	Vysoká teplota výpalu
Ocel konstrukční	1500–2000 kg CO <sub>2</sub> /t	Vysokopecní výroba
Hliník	8000–14000 kg CO <sub>2</sub> /t	Energeticky velmi náročný
CLT panel (smrk)	–150 až –200 kg CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	Ukládá CO <sub>2</sub> desítky let
Konopí (rohož)	–50 až –80 kg CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	Rychle rostoucí, sekvestrace
Sláma (lis. balík)	–40 až –50 kg CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	Odpadní produkt obilovin
Celulóza recykl.	–10 kg CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	Recyklovaný papír
Ovčí vlna	+5 kg CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	Mírně pozitivní

### 8.2 CLT — křížem lepené dřevo

Cross Laminated Timber (CLT) je masivní stavební panel z křížem vrstveného a lepeného dřeva (typicky smrk). Vyrábí se v rozměrech do 16 × 3 m a v tloušťkách 60–400 mm [17]. CLT panel je 5× lepším tepelným izolantem než beton a 350× než ocel [18]. To znamená, že stavba z CLT vyžaduje řádově méně energie pro vytápění a chlazení.

Energetická náročnost výroby: dřevo + CLT vyžaduje 4× méně energie než cihla na tunu materiálu, 5× méně než beton, 24× méně než ocel, 126× méně než hliník [18]. K tomu navíc CLT váže CO<sub>2</sub> v budově desetiletí, takže efekt na klima je dvojnásobný — méně emisí ve výrobě + úložiště uhlíku v budově.

ČR má pro CLT silné předpoklady. Lesy pokrývají 33 % rozlohy ČR a kalamitní situace z kůrovcové epidemie přinesla obrovské množství dřeva. Závod Stora Enso v Ybbsu (Rakousko) zpracovává mj. kulatinu z ČR; v ČR samotné funguje výroba systému NOVATOP. Bavorsko a Rakousko jsou na světové špičce v CLT výstavbě (vč. vícepodlažních budov, Murray Grove Tower v Londýně 2008 byl prvním devítipodlažním domem z CLT) [17, 19].

Bariéra v ČR není technologická, ale regulatorní. Až do 1996 v ČR nebylo možné postavit dřevěnou stavbu vyšší než dvě nadzemní podlaží [19]. Tato omezení se postupně uvolňují, ale stavební průmysl je konzervativní — změna primárně závisí na regulaci (požární normy, statické posudky) a vzdělání projektantů, ne na technologii.

### 8.3 Konopí, sláma, celulóza — přírodní izolace

Tab. 8: Tepelně-technické parametry vybraných tepelných izolací. Lambda je součinitel tepelné vodivosti (čím nižší, tím lepší). Teplota výroby ukazuje energetickou náročnost — minerální vata vyžaduje 1600 °C, sláma se používá bez tepelného zpracování.

Izolace	λ [W/m·K]	T výroby	Embodied	Difúze μ
EPS (polystyren)	0,038	100 °C	+5,5 kg/kg	20–30
Minerální vata	0,039	1600 °C	+2,0 kg/kg	1
PUR/PIR pěna	0,024	60 °C	+4,5 kg/kg	30–50
Konopí (rohož)	0,040–0,045	150–160 °C	–1,6 kg/kg	1–2

Izolace	$\lambda$ [W/m·K]	T výroby	Embodied	Difúze $\mu$
Sláma (balík)	0,055	—	-1,5 kg/kg	1-2
Celulóza foukaná	0,040	80 °C	-1,0 kg/kg	1-2
Ovčí vlna	0,045	60 °C	+0,5 kg/kg	1-2

Klíčové strukturální zjištění: přírodní izolace mají srovnatelný (někdy mírně horší) tepelný odpor než syntetické, ale s řádově nižší energetickou stopou výroby a se schopností akumulovat teplo. Vysoká tepelná kapacita (konopí 1600 J/kg·K, dřevitá vlákna 2100 J/kg·K, kamenná vata jen 850 J/kg·K) prodlužuje fázový posun při prostupu tepla — což znamená lepší ochranu před letním přehříváním podkroví [20]. To je v podmínkách klimatické změny silný argument.

Ceny: v ČR 2024–2025 stojí konopná izolace cca 200–300 Kč/m<sup>2</sup> při tloušťce 100 mm, sláma jako lisovaný balík je výrazně levnější (odpadní produkt obilovin), celulóza foukaná z recyklovaného papíru 150–250 Kč/m<sup>2</sup> při 200 mm. Pro srovnání: minerální vata 100–200 Kč/m<sup>2</sup>, EPS 120–250 Kč/m<sup>2</sup>. Tedy přírodní izolace jsou o 20–50 % dražší než syntetické, ale s lepší klimatickou bilancí a delší životností.

## 9. Případové studie: Hostětín a Kněžice

### 9.1 Hostětín — model integrované soběstačnosti

Hostětín je obec v Bílých Karpatech s 240 obyvateli, která se od 1996 systematicky transformovala na model ekologicky soběstačné obce. Iniciátorem a organizátorem je obec ve spolupráci s Ekologickým institutem Veronica (ZO ČSOP). Klíčové prvky:

Tab. 9: Klíčové projekty obce Hostětín v období 1996–2025. Údaje vychází z dokumentace Centra Veronica Hostětín a publikovaných případových studií.

Prvek	Parametry	Rok	Provozovatel
Kořenová čistírna	Pro celou obec	1996	Obec
Sluneční kolektory svépom.	9 domů, 6 m <sup>2</sup>	od 1997	Domácnosti
Sušárna ovoce	4,5 t/sezónu	1998	ZO ČSOP
Biomasová výtopna	732 kW, 500–600 t	2000	Obec
Moštárna BIO	300 t jablek/rok	2000	Tradice Bílých Karpat
Velkoplošný sol. kolektor	36 m <sup>2</sup> , moštárna	2001	Nadace Veronica
Pasivní budova Centra V.	7–10× nižší spotř.	2007	ZO ČSOP Veronica
FVE u výtopny	50,6 kWp	2010	Konsorcium nadací
Fasádní solární kolektor	22 m <sup>2</sup> , Centrum	2009	ZO ČSOP Veronica
FVE moštárna + RD	8,8 + 13 kWp	různé	Soukromé

Energetická bilance Hostětína: Biomasová výtopna vyrobí ročně ~3 500 GJ tepla = 972 MWh, je napojeno >80 % domů (149 přípojek). Úspora CO<sub>2</sub> vůči předchozímu uhlí: 1 100–1 500 t/rok [21]. FVE u výtopny vyrobí ročně cca 2× více elektřiny, než výtopna sama spotřebuje. Solární kolektory uspoří ~100 t CO<sub>2</sub> ročně. Pasivní budova Centra Veronica (2007) má spotřebu na vytápění 7–10× nižší než běžné stavby v ČR. Moštárna zpracovává 300 tun jablek/rok v BIO kvalitě.

Klíčové ekonomické zjištění: Platby za palivo (dřevní štěpku) neodcházejí z regionu, jak by tomu bylo u uhlí, plynu nebo elektřiny. Místo toho jdou obci a místním lesním podnikům, čímž se posiluje ekonomická i energetická soběstačnost regionu [22].

Hostětín je prokázaný princip, ne univerzální šablona. Klíčem k jeho úspěchu byly: (a) silná místní iniciativa a kontinuita (starostové, ZO ČSOP Veronica), (b) mezinárodní partnerství (nizozemsko-český projekt v rámci Activities Implemented Jointly podle UNFCCC), (c) systematická dokumentace a vzdělávání. Tyto podmínky nelze automaticky replikovat — ale lze z nich vyvodit principy: lokální iniciativa, multi-projekty, dlouhý časový horizont.

## 9.2 Kněžice — energeticky soběstačná obec

Kněžice u Nymburka (500 obyvatel) jsou první plně energeticky soběstačnou obcí v ČR. V roce 2006 obec uvedla do provozu komplex bioplynová stanice + kotelna na biomasu + teplovodní rozvody. Investice 138 mil. Kč (z toho 95 mil. dotace) [23, 24].

Tab. 10: Parametry energetické soustavy obce Kněžice. Údaje vychází z provozních záznamů 2006–2024 a článků TZB-info, Biom.cz, ASB Portal.

Subsystém	Parametry
Bioplynová stanice	Fermentor 2 500 m <sup>3</sup> , plynojem 800 m <sup>3</sup>
Kogenerační jednotka	330 kWe + 405 kWt, nepřetržitý provoz
Vstupní suroviny BPS	27 komodit: kejda, žumpy, gastro, lihovar, jatka
Kotelna na biomasu	800 kW (sláma) + 400 kW (štěpka)
Teplovodní rozvod	149 přípojek, 95 % obyvatel
Roční dodávka tepla	2 000 MWh = 7 200 GJ
Roční výroba elektřiny	2 600 MWh
Čistá dodávka do sítě	2 200 MWh = 4–5 MWh/obyv.
Roční přínos obci	~8 mil. Kč
Posilovací kotel (2024)	120 kW štěpka pro 12 nových domů

Strukturální zjištění z Kněžic: Obec není čistě teplárenský projekt — bioplynová stanice zároveň nahrazuje kanalizaci a čistírnu odpadních vod. Bez výstavby BPS by obec musela investovat ~40 mil. Kč do splaškové kanalizace [25]. Odpady (kejda, gastro, lihovarské výpalky, obsah septiků) se mění na elektřinu, teplo a kvalitní hnojivo. Roční úspora CO<sub>2</sub> proti uhelnému zdroji je v řádu 1 500–2 500 tun.

Kněžice získaly v roce 2007 European Energy Award a v roce 2009 vítězství v 18. ročníku soutěže Vesnice roku. Starosta Milan Kazda dlouhodobě vede obec; jeho schopnost prosadit konsenzus s občany v roce 2001 (přesvědčit 142 z 149 domácností pro připojení) byla klíčovým faktorem. Jako u Hostětína: Kněžice nejsou šablona, ale prokázáný princip [26].

## 10. Strukturální závěr — autonomie a kompetence

Tato studie ukazuje, že krajina není pasivním nositelem energetiky — je sama aktivním účastníkem. Voda, půda, vegetace a stavební materiály tvoří vrstvu, která může fungovat regenerativně i degradativně, podle toho, jak je s ní hospodařeno. V současné situaci, kdy se Evropa stává nejrychleji se oteplujícím kontinentem a sucho přechází z jevu srážkového na jev evapotranspirační, není tato vrstva luxus. Je to infrastruktura, která rozhoduje, zda další generace budou mít k dispozici pitnou vodu, úrodnou půdu a obyvatelnou krajinu.

Studie nepředkládá normativní doporučení. Předkládá kvantitativní obraz: Hostětín a Kněžice ukazují, co je technicky a ekonomicky možné na úrovni obce 240–500 obyvatel. Modrozelená infrastruktura, carbon farming, CLT stavby a přírodní izolace ukazují, co je možné na úrovni města a kraje. Zahrádkářská tradice ČR ukazuje, co je možné na úrovni domácnosti.

Kdo se rozhodne jít touto cestou hlouběji, získá autonomii — menší závislost na centrálních vodovodech, energetické soustavě, globálním potravinovém řetězci, dovozových stavebních materiálech. Ale autonomie není zadarmo. Vyžaduje kompetenci: vědomí, jak funguje UV lampa ve vodárně, jak kompostovat, jak izolovat slámou, jak plánovat zimní zásobu jídla. Stejně jako vlastnit auto vyžaduje vědět, kdy ho nechat servisovat.

Volba je vždy na čtenáři. Centrální infrastruktura zůstává tam, kde je efektivnější — vodárenská síť ve městě, distribuční síť elektřiny, supermarkety. Soběstačnost vzniká tam, kde dává smysl — rodinný dům s vlastní studnou, obec s biomasovou kotelnou, kraj s vlastní bioplynovou stanicí. Fraktální princip je koexistence obou rovin, ne jejich nahrazování. Krajina se stává spoluautorem energetiky.

## 11. Závěr

Šestá studie této série rozšiřuje fraktální ekosystémový rámec o vrstvu krajiny — vodu, potraviny a stavební materiály. Klíčová zjištění:

(I) Evropa je nejrychleji se oteplujícím kontinentem planety. Studie 2024–2025 dokumentují bezprecedentní 6leté období sucha (2020–2025) a strukturální posun od srážkového k evapotranspiračnímu deficitu. Retenční opatření přestávají být kosmetická a stávají se strukturální adaptací.

(II) Modrozelená infrastruktura může v městské zástavbě snížit povrchový odtok o 30–50 % a tepelný stres o 2–4 °C. Pražská a brněnská adaptační strategie už integrují tyto prvky; rakouská a německá města jsou referenčním standardem.

(III) Dešťová voda může pokrýt 100 % spotřeby pitné vody RD v ČR (48 m<sup>3</sup>/rok ze 100 m<sup>2</sup> střechy, vícestupňová úprava 100–170 tisíc Kč). Šedá voda dodatečně sníží spotřebu vodovodu o 30–40 %. Soběstačnost ale klade na vlastníka odpovědnost za kvalitu — kompetence, ne automatika.

(IV) Potravinový řetězec představuje 26 % světových antropogenních emisí, z toho 57 % z živočišné produkce. Hovězí má 100× vyšší uhlíkovou stopu a 540× vyšší zábor půdy než luštění (Poore & Nemecek 2018). Studie tato data předkládá bez doporučení.

(V) Regenerativní zemědělství snižuje spotřebu energie, vody a zvyšuje sekvestraci uhlíku v půdě. Český projekt Carboneg implementuje carbon farming s ověřenou metodikou AV ČR a Mendelovy univerzity (2025).

(VI) CLT a přírodní izolace mají záporný embodied carbon — ukládají uhlík v budově desetiletí. CLT je 5× lepším izolantem než beton, vyrábí se s 5× menší energií. Konopí, sláma, celulóza mají tepelnou kapacitu 2–2,5× vyšší než minerální vata, což znamená lepší ochranu před letním přehříváním.

(VII) Hostětín (240 obyvatel) je prokázaný model integrované soběstačnosti: biomasová výtopna 732 kW, sluneční kolektory na 9 domech, FVE 72 kWp, pasivní Centrum Veronica, kořenová čistírna, BIO moštárna. Klíčová byla místní iniciativa a mezinárodní partnerství.

(VIII) Kněžice (500 obyvatel) jsou první plně energeticky soběstačnou obcí ČR. Bioplynová stanice 330 kWe + kotelna 1,2 MW, čistá dodávka 2 200 MWh/rok = 4–5 MWh na obyvatele, roční přínos obci 8 mil. Kč. Současně řeší kanalizaci a zpracování bioodpadů.

(IX) Volba a kompetence. Studie nedává normativní doporučení. Soběstačnost vyžaduje technickou gramotnost a údržbu — stejně jako vlastnit auto. Centrální infrastruktura má smysl tam, kde je efektivnější. Fraktální princip je koexistence obou rovin, ne jejich nahrazení.

(X) Krajina jako spoluautor. Voda, půda, vegetace a stavební materiály jsou aktivními součástmi ekosystému, ne pasivním pozadím. Klimatická adaptace v 21. století bude rozhodnuta právě v této vrstvě — jak hospodaříme s vodou, jak pěstujeme potraviny, z čeho stavíme. Volba je na každém z nás.

## 12. Použité zdroje

[1] Předchozí studie této série I.–V., violka.info 2026.

[2] Shekhar, A. et al. (2024): A drying Europe — air dryness and soil moisture trends 1950–2021. ClimateChangePost shrnutí.

[3] Down to Earth (2025): Global Drought Extremes in 2025 — evaporation-driven crisis triples affected land since 1990s.

[4] CORDIS / Horizon Europe (2025): Living with Drought project — Europe as the fastest warming continent.

[5] EU JRC (2025): Drought in Europe – April 2025 report.

[6] ČHMÚ HAMR — týdenní přehledy meteorologického, hydrologického a podzemního sucha v ČR, 2024–2025.

- [7] VTEI / ČHMÚ (2021): Hydrologická bilance vybraných povodí ČR se zaměřením na suché období 2014–2019.
- [8] Bruthans, J. et al. (2024): Methodology for creating a Map of the Vulnerability of the Quantity of Natural Groundwater Resources to Drought for the Czech Republic. VTEI 5/2024.
- [9] Peláková, M., Eckhardt, P. (2024): Groundwater abstraction noticeably reduces the flow of some watercourses during the dry season. VTEI 5/2024.
- [10] Poore, J., Nemecek, T. (2018): Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. Science, vol. 360, 987–992.
- [11] Our World in Data (2022): Environmental Impacts of Food Production.
- [12] Spolek pro regenerativní zemědělství (CZ): regenerative.cz — principy a aktivity.
- [13] Project Drawdown — sektorová sekvestrace uhlíku v půdě.
- [14] Živá půda: Carbon Farming I — Kam s uhlíkem? Do půdy.
- [15] Carboneg (2021–): český projekt carbon farming, carboneg.com.
- [16] Ústav výzkumu globální změny AV ČR a Mendelova univerzita Brno (2025): Ověřená technologie pro zvyšování obsahu mineralně asociovaného uhlíku a glomalinu v půdě.
- [17] Stora Enso, Pavlas, M. (2024): Dřevostavby z vrstvených masivních panelů — Technologie CLT. Publikace ČVUT.
- [18] DřevoStavby.cz: Technologie dřevostaveb — CLT panel je 5× lepším izolantem než beton.
- [19] Nazelno.cz, Doležel, M. (2025): Dřevostavby z masivních panelů — silné stránky a slabiny moderní konstrukce.
- [20] TZB-info: Izolace z obnovitelných surovin (dřevo, celulóza, konopí, ovčí vlna, sláma).
- [21] Veronica Centrum Hostětín: Výtopna na biomasu, hostetin.veronica.cz.
- [22] Moderní obec (2015): V Hostětíně se udržitelné energetice daří už přes 15 let.
- [23] Obec Kněžice: Energeticky soběstačná obec, obec-knezice.cz.
- [24] ASB Portal: Kněžice — energeticky soběstačná obec.
- [25] Smart obec: Kněžice — první energeticky nezávislá obec v Česku.
- [26] Kučera, Z., Biom.cz (2006): Kněžice — model lokální energetické soběstačnosti.
- [27] EU Adaptation Strategy (2021) — modrozelená infrastruktura jako klíčová cesta.
- [28] Magistrát hl. m. Prahy — Strategie adaptace hl. m. Prahy na klimatickou změnu.
- [29] Statutární město Brno — Adaptační strategie a program zelených střech.
- [30] Český spolek pro agrolesnictví: memorandum o spolupráci s Spolkem pro regenerativní zemědělství (2024).

*Tento dokument je technicko-analytický rozbor šestý v sérii violka.info. Neobsahuje politická doporučení ani regulatorní stanoviska. Jeho cílem je transparentně předložit metodiku a vstupní hodnoty tak, aby výpočty byly nezávisle ověřitelné. Numerické hodnoty vycházejí z publikovaných dat (Poore & Nemecek 2018, Shekhar et al. 2024, Global Drought Extremes 2025, ČHMÚ, JRC EU), provozních záznamů obcí Hostětín a Kněžice, a publikací Veronicy, Carbonegu a souvisejících organizací. Konkrétní hodnoty se v aktuálních zdrojích mohou lišit; práce je řádovým rozbohem s důrazem na strukturální obraz porovnání cest transformace.*