

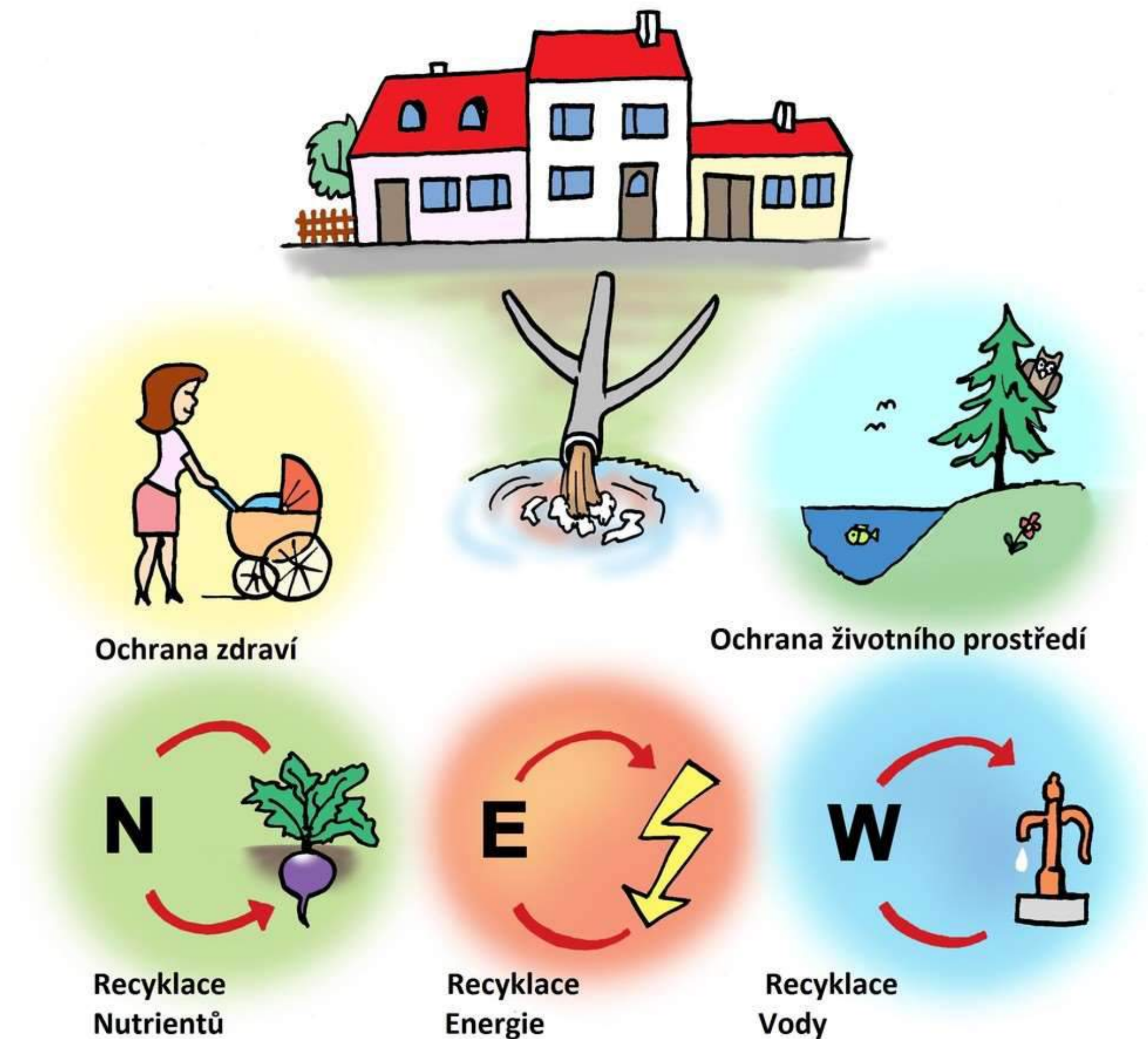
Solární sušení čistírenských kalů v době klimatické změny – cesta k modrozelené infrastruktuře měst a obcí

Miroslav Kos

- Klimatická změna přináší nejen negativa, ale rovněž nové příležitosti
- Je zde souvislost s aktuálními výzvami EU v rámci programu Green Deal s tlakem na dosažení uhlíkové neutrality a cirkulární ekonomiky.
- K dosažení tohoto cíle jsou obvykle implementovány „4R“ (Reduction, Reuse, Recycle, and Recovery). K dosažení cílů musíme ke 4R ještě přidat jedno páté R, které je zcela zásadní, a to přehodnocení (Rethink) používaných procesů.
- Jedním z projevů je snížení relativních vlhkostí vzduchu a vyšší teploty ovzduší
- Projevů globálního oteplování může využít solární sušení kalů. Jde o nízkoenergetickou, zelenou technologii, která současně zabezpečuje požadavky na hygienizaci kalů, otevírá možnosti zpracování kalů směrem k energetickému využití a k získávání kritického materiálu fosforu.

Motivace

- ✓ Ochrana zdraví
- ✓ Ochrana prostředí
- ✓ Nutrienty (N,P)
- ✓ Obnovitelná energie
- ✓ Opětovné použití vody



- Současné nakládání s čistírenskými kaly se stalo vysoce problematické s ohledem a zjištěné vysoké obsahy mikropolutantů především zbytky léčiv
- Hledají se další obnovitelné zdroje - sušina kalu je dobrým energetickým zdrojem
- Kal je současným i výhledovým obnovitelným zdrojem fosforu, který je kritickým materiálem EU i ČR, tj. transformace by měla být vedena směrem umožňujícím využití produktu ke hnojení
- K využití kalu do budoucna potřebujeme zajistit nejen jeho hygienizaci (současný požadavek), ale i odstranění mikropolutantů (evidentně výhledový požadavek), což je možné pouze termickými metodami,
- Abychom mohli použít termické metody, potřebujeme z odvodněných kalů odstranit vodu. K účinnému sušení kalu je nezbytný dodatečný (externí) zdroj tepla,
- Nejlevnějším a obnovitelným zdrojem tepla je sluneční záření,
- S výhodou lze v našich klimatických podmínkách kombinovat solární energii a energii kalu uvolněnou termochemickým procesem při transformaci kalu na zdroj
- Řešení musí mít minimalizovány energetické nároky a dopady na životní prostředí.

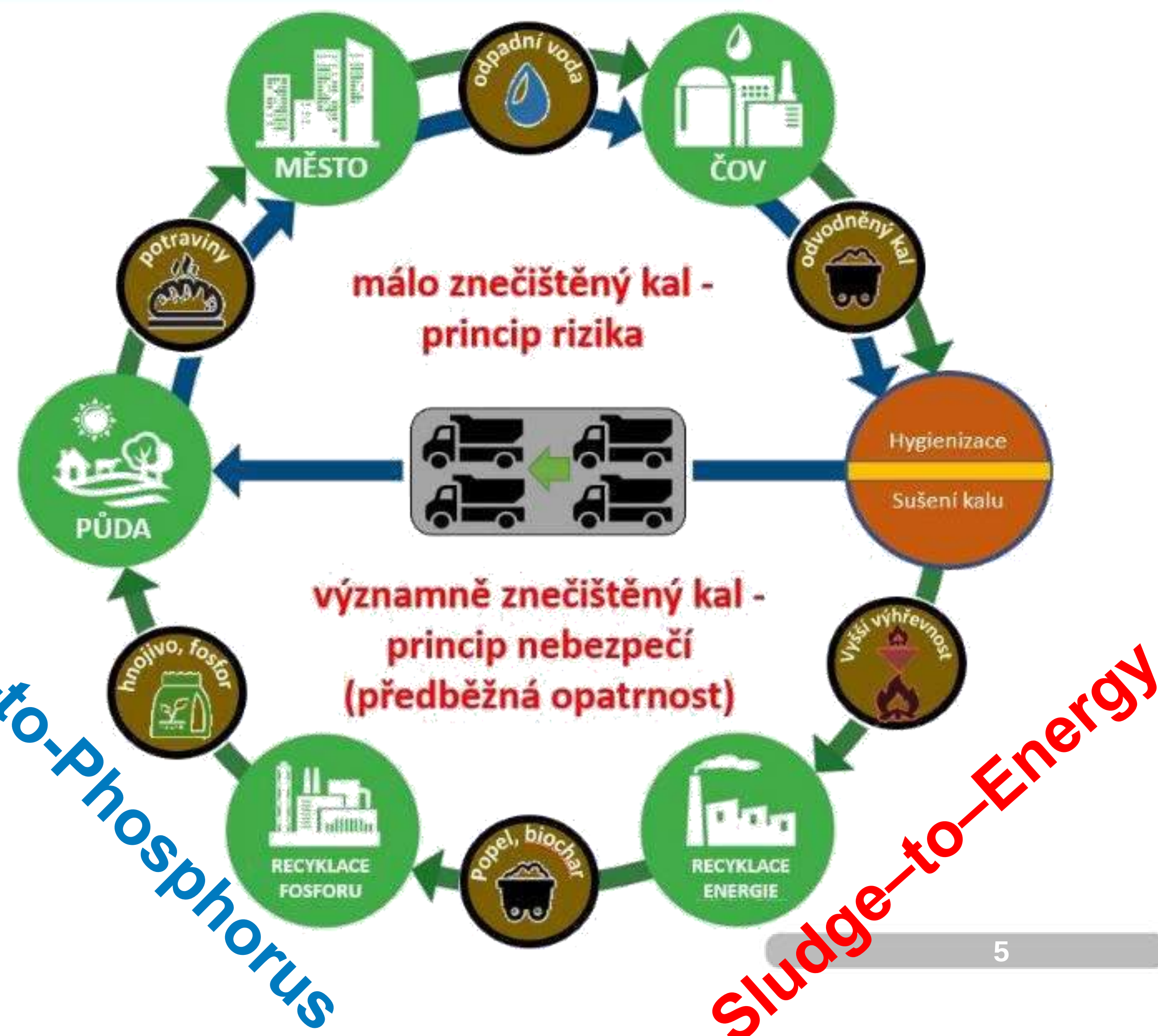


Hledají se nové životaschopné alternativy k aplikaci čistírenských kalů na zemědělskou půdu.

Lze očekávat změny nakládání s čistírenskými kaly s ohledem na zjištěné vysoké obsahy mikropolutantů (endokrinní disruptory, zbytky léků, těžké kovy, mikroplasty, drogy, biocidy, hormony, antibiotickou rezistenci, látky narušující činnost žláz s vnitřní sekrecí atd.).

V řadě zemí EU je nebo bude nastaven směr k energetickému nebo materiálovému (zdroj fosforu a strukturovaného uhlíku) využití čistírenských kalů v rámci oběhového hospodářství,

Současně použité procesy musí zajistit odstranění organických polutantů.



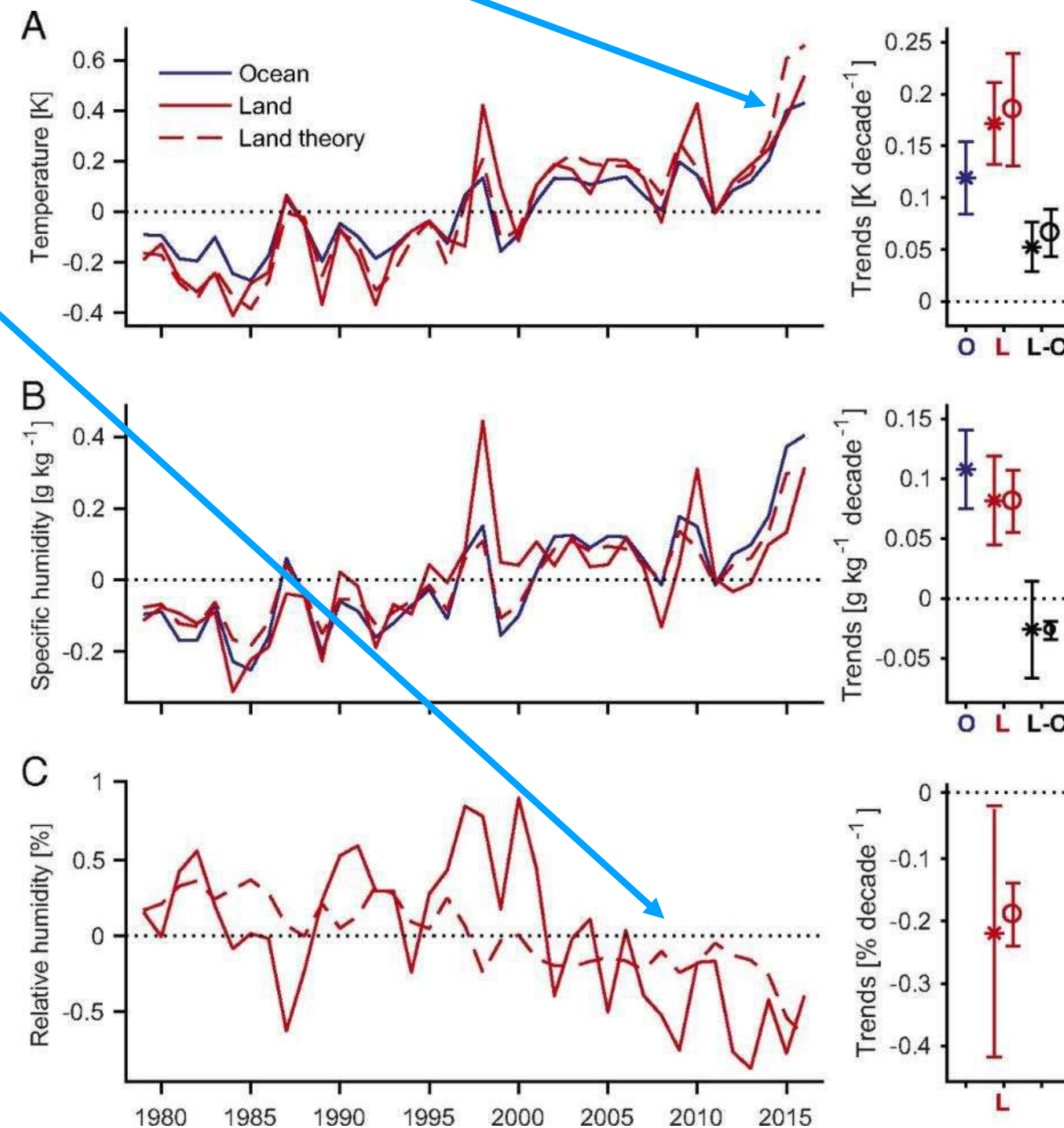
- Legislativní změna podmínek nakládání s čistírenskými kaly vyvolává požadavek na hygienizaci kalů před jejich použitím do zemědělství (od 1.1.2023 podle Vyhl.č.305/2019 *).
- Hygienizace kalů sušením a finální likvidace termickými způsoby se stává preferovanou technologií s ohledem na množství mikropolutantů v kalech
- Pro menší kapacity je vhodným ekologickým i ekonomickým způsobem využití solární energie pro sušení kalů. V ČR doposud není ani jedna sušárna tohoto typu.
- Rozhodli jsme se českým klientům nabídnout řešení pomocí solárních sušáren kalů a v případě dalšího zpracování termickým způsobem využití vzniklého tepla v solární sušárně. Variantou je pak využití odpadního tepla z jiného zdroje v solární sušárně.
- Pro provozovatele je legislativní změna pouze důvodem pro další náklady. Hledají co nejlevnější dlouhodobé řešení s nízkými provozními náklady, kterým by zajistili splnění legislativních požadavků.



*) 305. Vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 437/2016 Sb., o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady a změně vyhlášky č. 341/2008 Sb., o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady a o změně vyhlášky č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady (vyhláška o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady)

- Růst teploty vzduchu
- Pokles relativní vlhkosti vzduchu

- Velmi výhodné pro odpařování vody
- Velmi výhodné pro odpařování vody



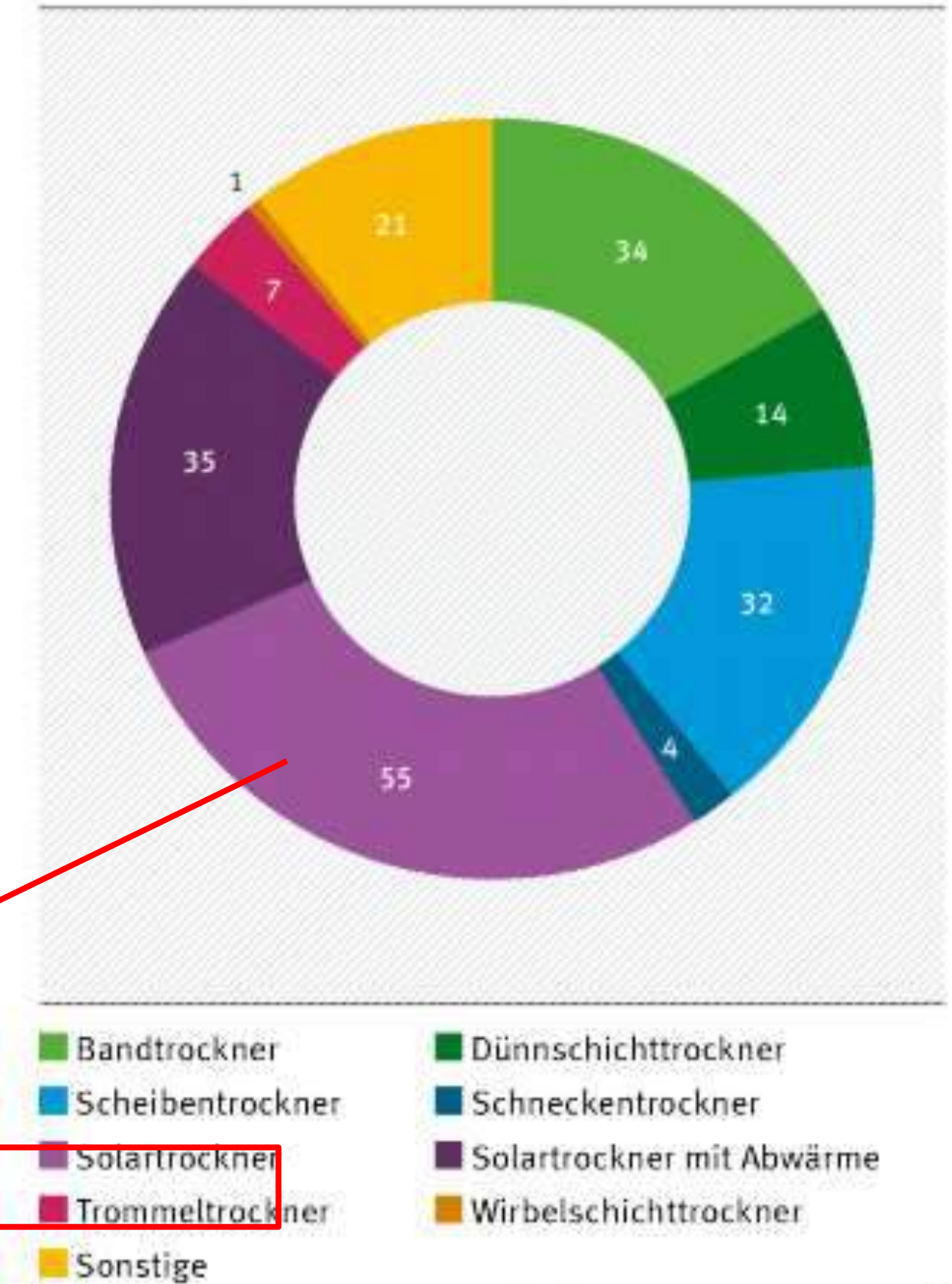
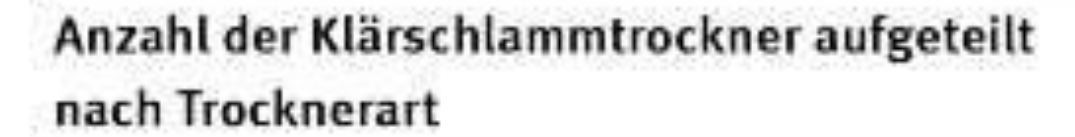
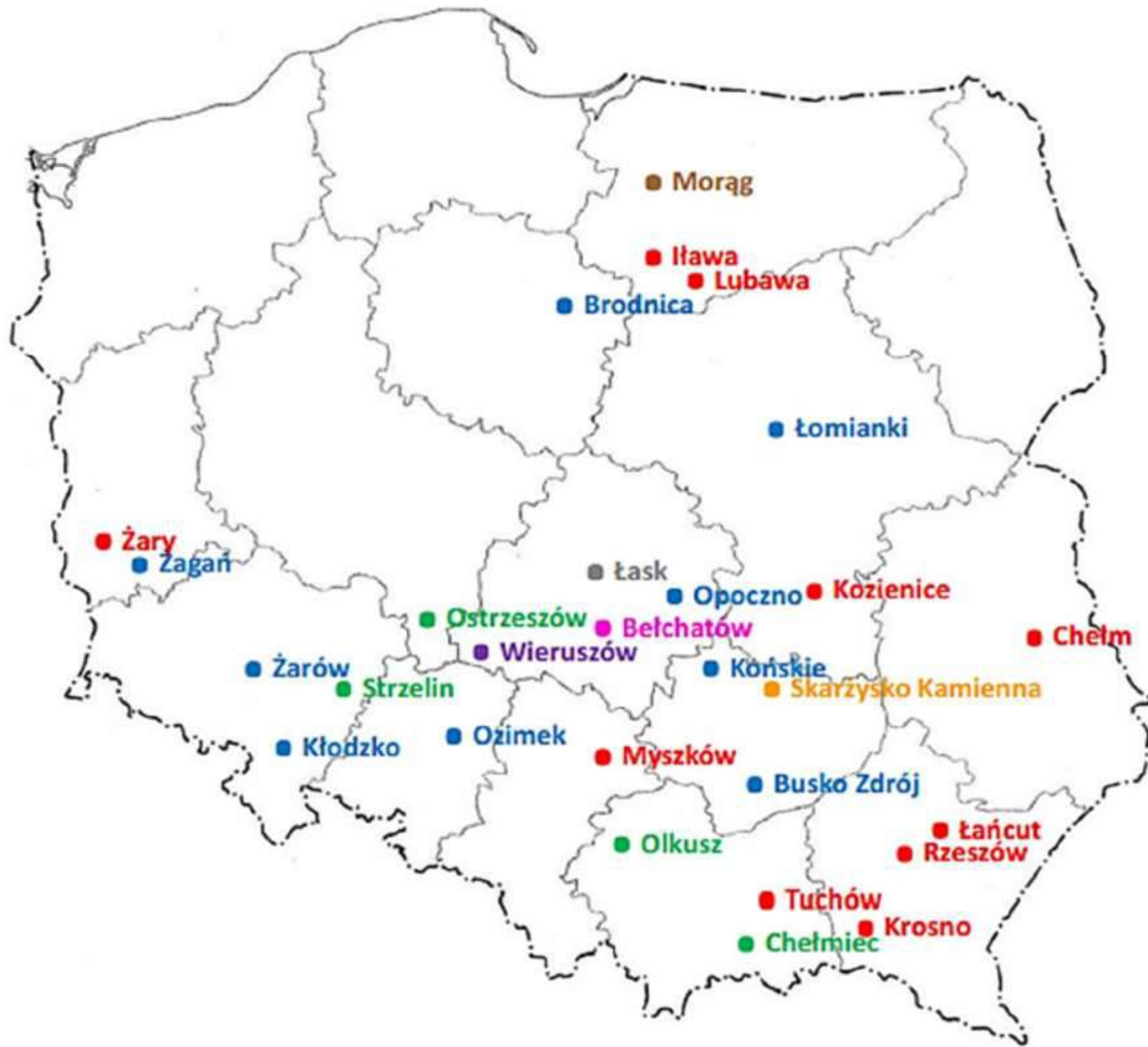
Byrne, M.P., Gorman P.A. (2017) Trends in continental temperature and humidity directly linked to ocean warming, <https://www.pnas.org/content/pnas/115/19/4863.full.pdf>

- ✓ Solární sušárna je ventilovaný skleník
- ✓ Solární sušárna pracuje s řízeným využitím slunečního záření, které ohřívá vzduch až na teplotu 50 °C. Většina sluneční energie však není využita pro ohřev vzduchu, ale jako entalpie odpařování.
- ✓ Vzduch ve skleníku je současně vyhříván slunečním zářením a ochlazován odpařováním vody, oba procesy jsou v rovnováze.
- ✓ Součástí vnitřního vybavení je také systém pro prohrabávání, převrácení a posun kalu od jedné strany ke druhé. Provoz větracího systému a zařízení na prohrábku a posun kalu je řízen automatickým ovládacím systémem.
- ✓ Usušený kal se hromadí v koncové části solární sušárny
- ✓ Solární sušárna s dotací vytápění z externího zdroje tepla je velmi zajímavou variantou pro naše klimatické podmínky. Dochází tak ke stabilizaci provozu a redukci potřebné plochy solární sušárny.



- Řešení je zatím v ČR zcela nové, realizace jsou pouze v zahraničí.
- Nespornou výhodou solárního sušení je využití energie ze slunce a tím velmi nízké provozní náklady. Solární sušárny mají nízkou spotřebu elektrické energie než nízkoteplotní sušárny (0,020-0,030 proti 0,070–0,090 kWh/kg odpařené vody).
- Nevýhodou jsou velké nároky na zastavěnou plochu
- V úhrnu však jsou investiční náklady obdobné, avšak provozní náklady jsou u solární sušárny mnohonásobně nižší.
- Předpokládáme využití prefabrikace k realizaci základny haly a pojezdu prohrabovacího mechanismu. Solární sušárny s dotací vytápění z externího zdroje tepla je velmi zajímavou variantou pro naše klimatické podmínky.
- Na řadě lokalit je k dispozici odpadní teplo (přebytkový bioplyn, odpadní teplo z kogenerace), které může být použito k podpoře provozu solární sušárny a stabilizaci výkonu v málo slunných dnech.
- Jiným případem je kombinace solární sušárny s další technologií, která využije energetický obsah ve vysušeném kalu jako např. spalování kalu, nebo pyrolýza kalu. Lze také využít tepla získaného z tepelných čerpadel.

Solární sušení je běžné i severněji od Česka V Německu nejrychleji rostoucí segment kalového hospodářství

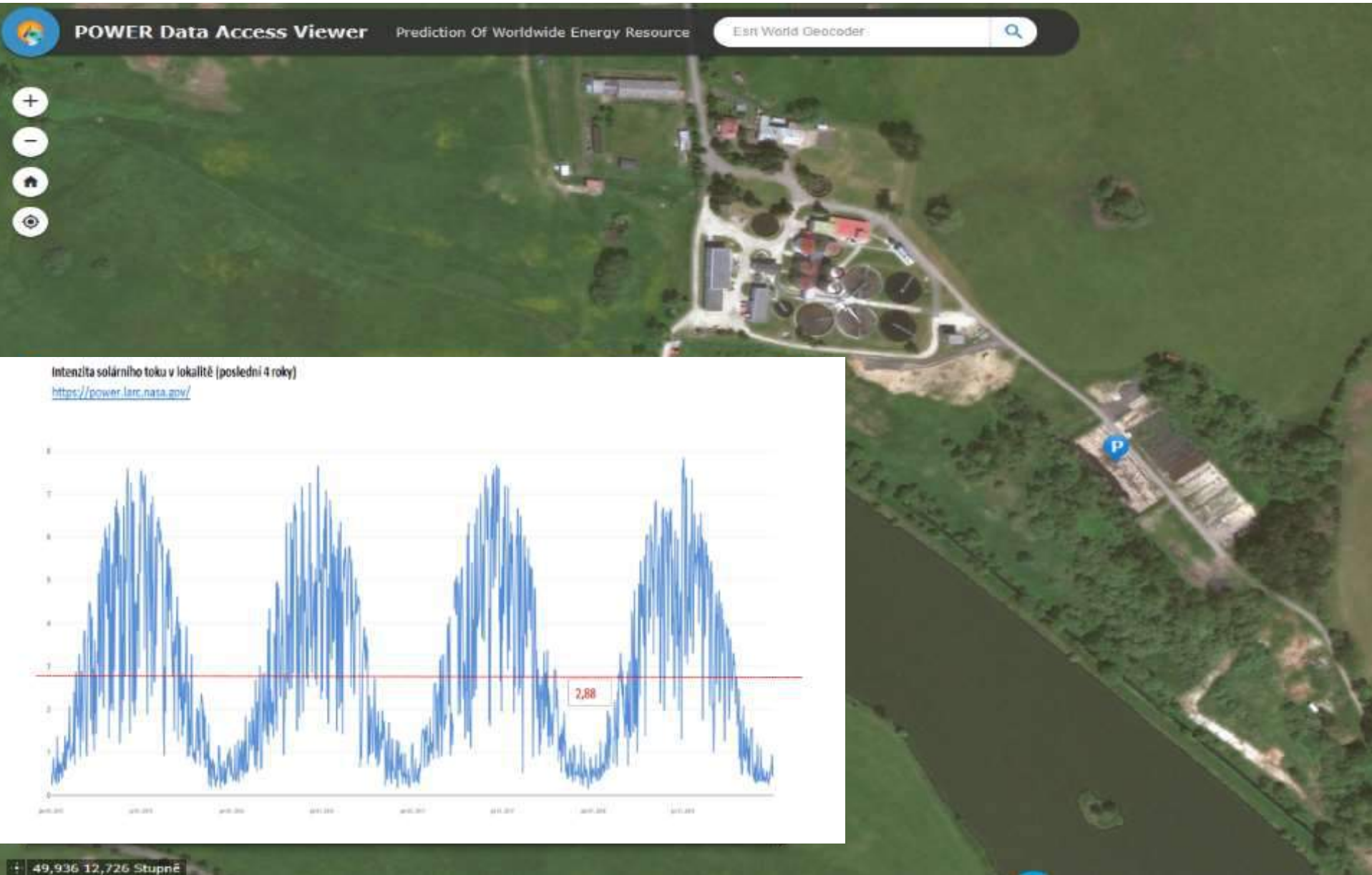


Quelle: [EIGENE ERHEBUNG, 2018]



Sdružení vodohospodářských společností Emschergenossenschaft a Lippeverband se rozhodlo vybudovat pro své čistírny Emscher a Bottrop, ale i pro další jimi provozované ČOV, největší solární sušárnu kalů na světě na ploše 61 000 m². Solární sušárna se staví na ČOV Bottrop, která se nachází ve středu zájmového území. Sušárna bude moci zpracovat až 220 000 t odvodněných kalů tj. cca ¼ produkce odvodněných čistírenských kalů v ČR. Kaly bude sušit solární sušárna tvořená 32 ks solárních hal s nucenou ventilací a s recirkulačními ventilátory.

Počet hal sušáren	32
Celková plocha zařízení	61 000 m ²
Efektivní sušicí plocha	43 000 m ²
Biofiltry dezodorizace	8 500 m ²
Dopravní plochy	6 200 m ²
Hala logistiky kalů	2 500 m ²



Vstupní údaje	rozměr	hodnota	Výstupní údaje	rozměr	hodnota
množství odvodněného kalu k sušení	t/rok	2 000,0	množství usušeného kalu	t/rok	470,6
	t/měsíc	166,7		t/měsíc	39,2
	t/d	5,5		t/d	1,3
sušina odvodněného kalu v %	%	20,0	sušina usušeného kalu	%	85,0
sušina v odvodněném kalu	t/rok	400,0	sušina v usušeném kalu	t/rok	400,0
množství vody v odvodněném kalu	t/rok	1 600,0	množství vody v usušeném kalu	t/rok	70,6
	t/měsíc	133,3		t/měsíc	5,9
	t/d	4,4		t/d	0,2
			množství odpařené vody - požadavek	t/rok	1 529,4
				t/měsíc	127,5
				kg/d	4 190,2
Průměrná hodnota slunečního záření na lokalitě	kWh/m².d	2,88	množství externího tepla	kWh/d	3 600,0
Průměrná hodnota odparu vody na 1 m² v lokalitě	kg/m².rok	735,8	využitelnost tepla	kWh/d	1 080,0
Potřebná plocha solární sušárny podle odparu	m²	2 078	množství odpařené vody externím teplem	kg/d	900,0
			redukováná plocha solární sušárny	m²	1 632

Parametr	Rozměr	Hodnota
Potřebná celková efektivní plocha haly	m²	2 078,5
Efektivní šířka solární haly	m	10,0
Počet solárních hal	ks	2,0
Potřebná efektivní délka jedné haly	m	103,9
Zvolená délka haly	m	110,0
Zvolená šířka haly	n	10,7
Celková plocha solárních hal	m²	2 354,0
Snížená délka haly (uskladnění kalu)	m	5,0
Snížení haly (uskladnění kalu, max. plnění)	m	0,8
Plocha snížené plochy (uskladnění kalu) celkem	m²	107,0
Rezerva ve velikosti hal (skutečnost - výpočet)	m²	275,5
Max. objem pro uskladnění kalu při max. plnění	m³	85,6
Teoretická doba uskladnění sušeného kalu	měsíc	1,3

Parametr	Rozměr	Hodnota
Efektivní hodnota výparu vody	kg H ₂ O/m².rok	735,8
Množství odpařené vody	t/rok	1 529,4
Množství sušeného kalu	t/rok	470,6
Redukce hmotnosti kalu	%	76,5%
Průměrná sušina kalu po sušení	%	85,0
Specifická spotřeba elektrické energie	kWh/ t H ₂ O	35,0

Stavební část:



- ✓ Sušící plocha je řešena jako drátkobeton nebo asfaltová plocha.
- ✓ Boční stěny, které jsou vyrobeny jako speciální prefabrikáty mají několik funkcí:
 - tvoří boční stěnu sušící plochy
 - tvoří základ pro montáž konstrukce haly solární sušárny
 - tvoří pojezdovou dráhu pro zařízení SolarTiger[®]
- ✓ Galvanizovaná konstrukce haly je upevněna na prefabrikáty.
- ✓ Ocelová konstrukce haly je pokryta transparentním materiálem (speciální profukovaná fólie nebo sklo) podobně jako u skleníku, přičemž chrání před deštěm a úniky tepla.
- ✓ Hala je vybavena odvodněním dešťových vod.

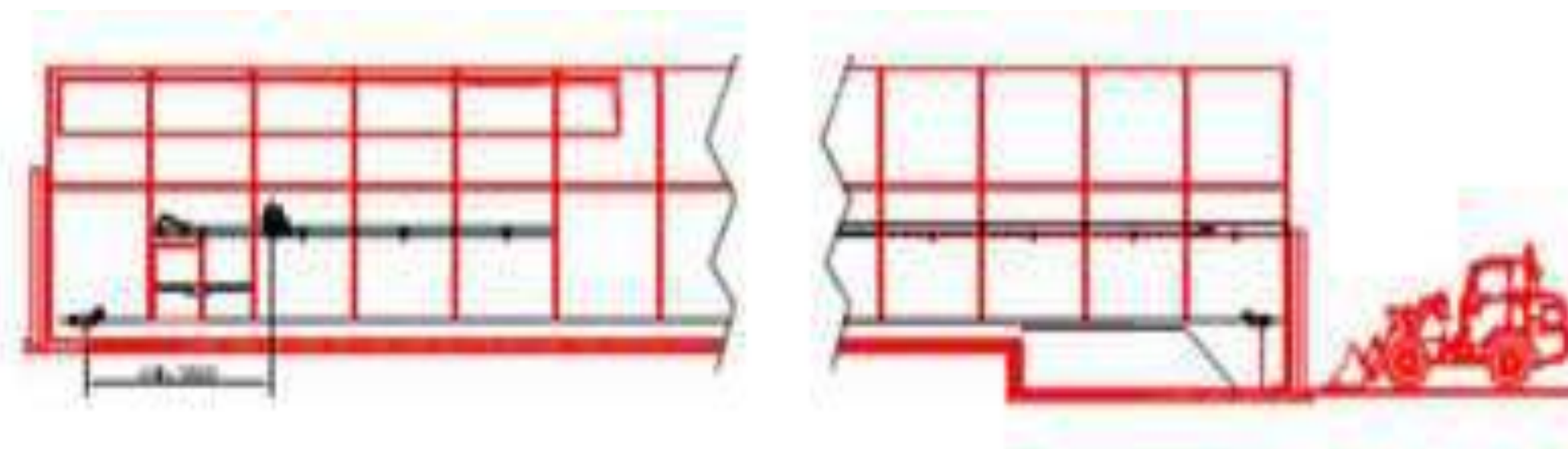


Technologická část:



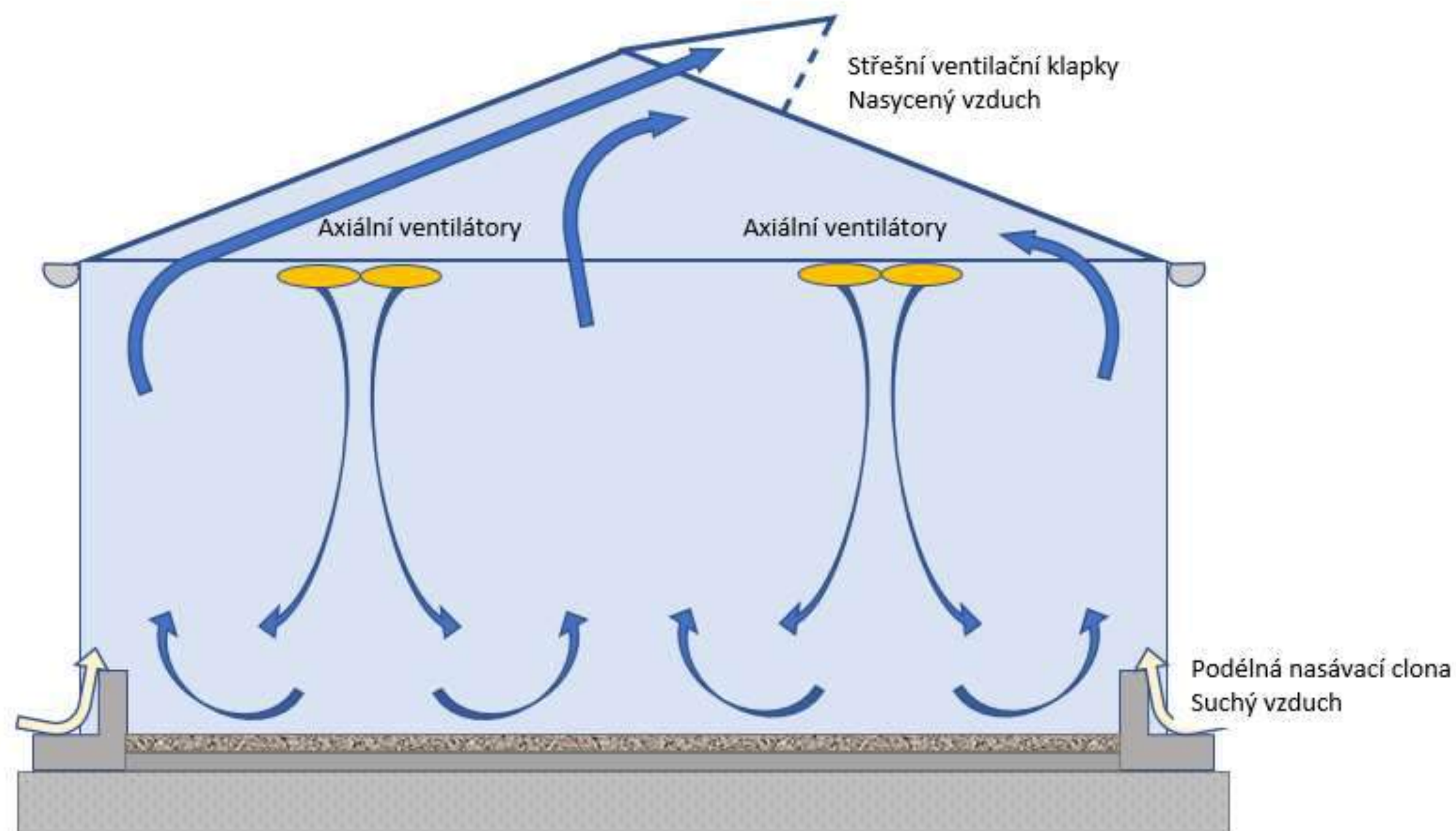
- ✓ Zařízení SolarTiger[®] nebo WendeWolf[®] pro prohrádku, provzdušnění, posun sušeného kalu v solární sušárně se řízeným pojezdem
- ✓ Řídící systém provozu solární sušárny sledující teploty a vlhkost uvnitř a vně solární sušárny
- ✓ Axiální ventilátory pro zabezpečení interní cirkulace vzduchu
- ✓ Ventilátory pro profukování střešní dvouvrstvé fólie
- ✓ Alt. interní topný systém (vzduchový nebo podlahový využívající teplou vodu z externího zdroje odpadního tepla)





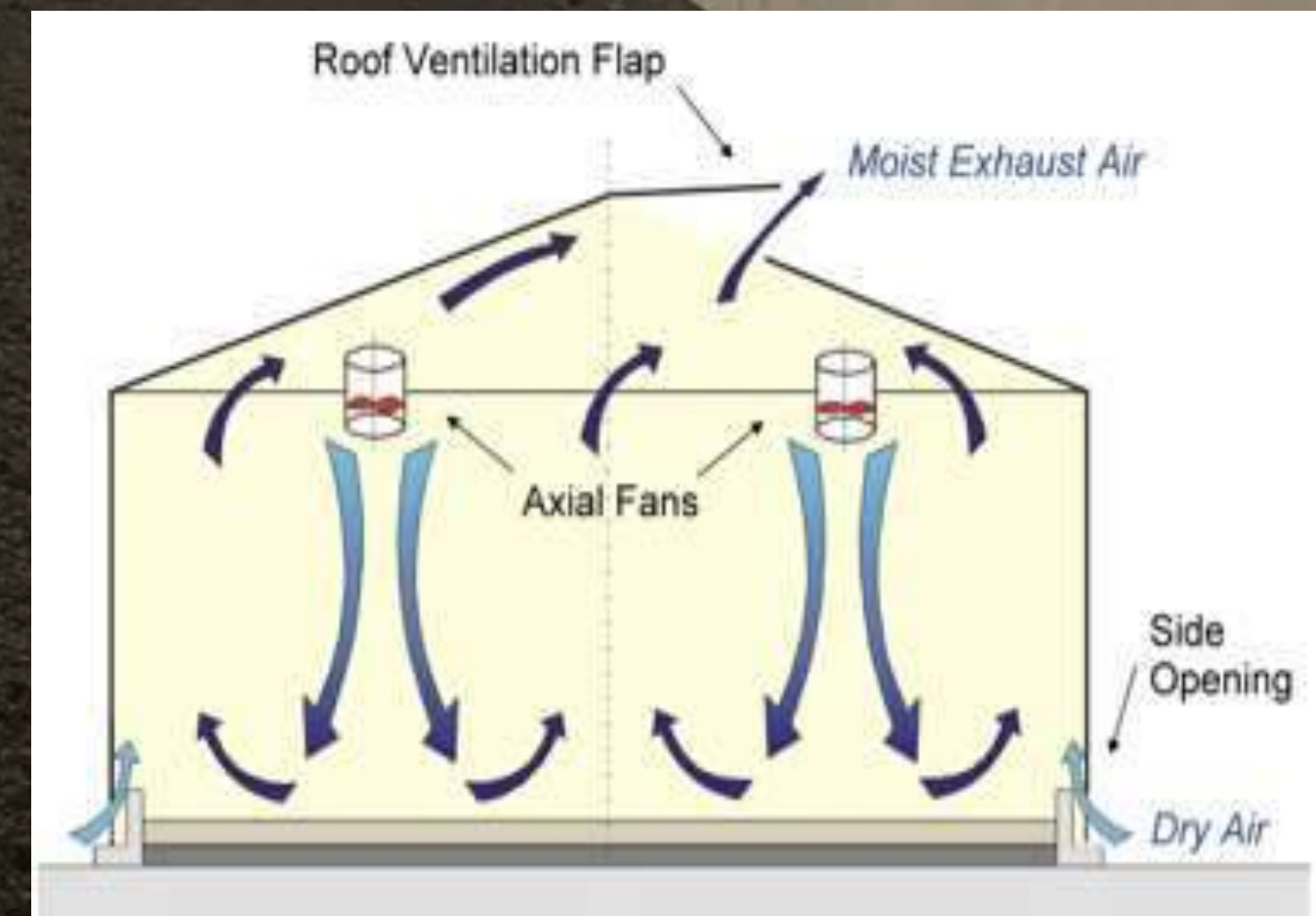
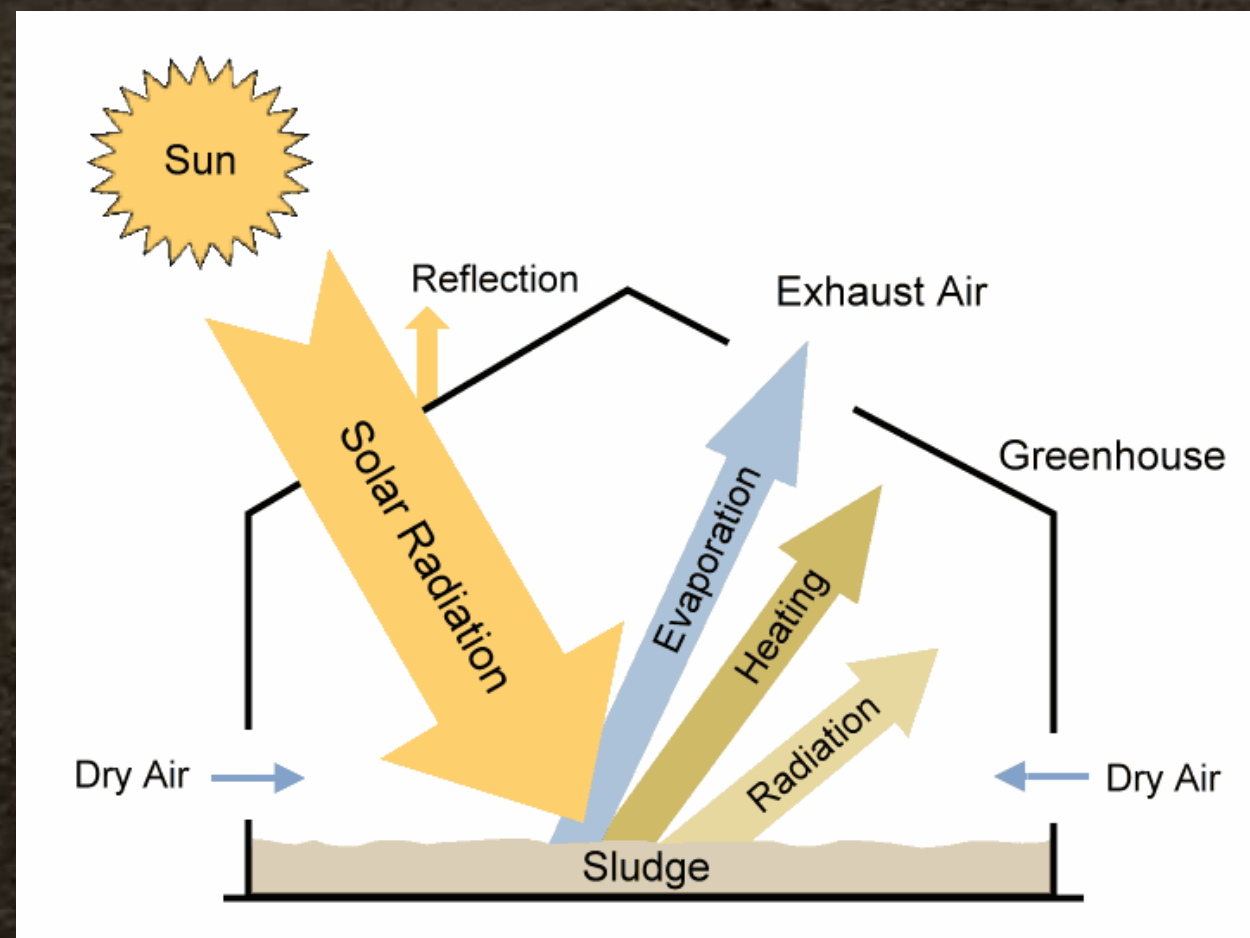
V ČR bude plnění a vyprazdňování solárních sušáren převážně nakladači.

SMP CZ má připraven dodavatelský systém solárních hal v různých provedeních



Větrání

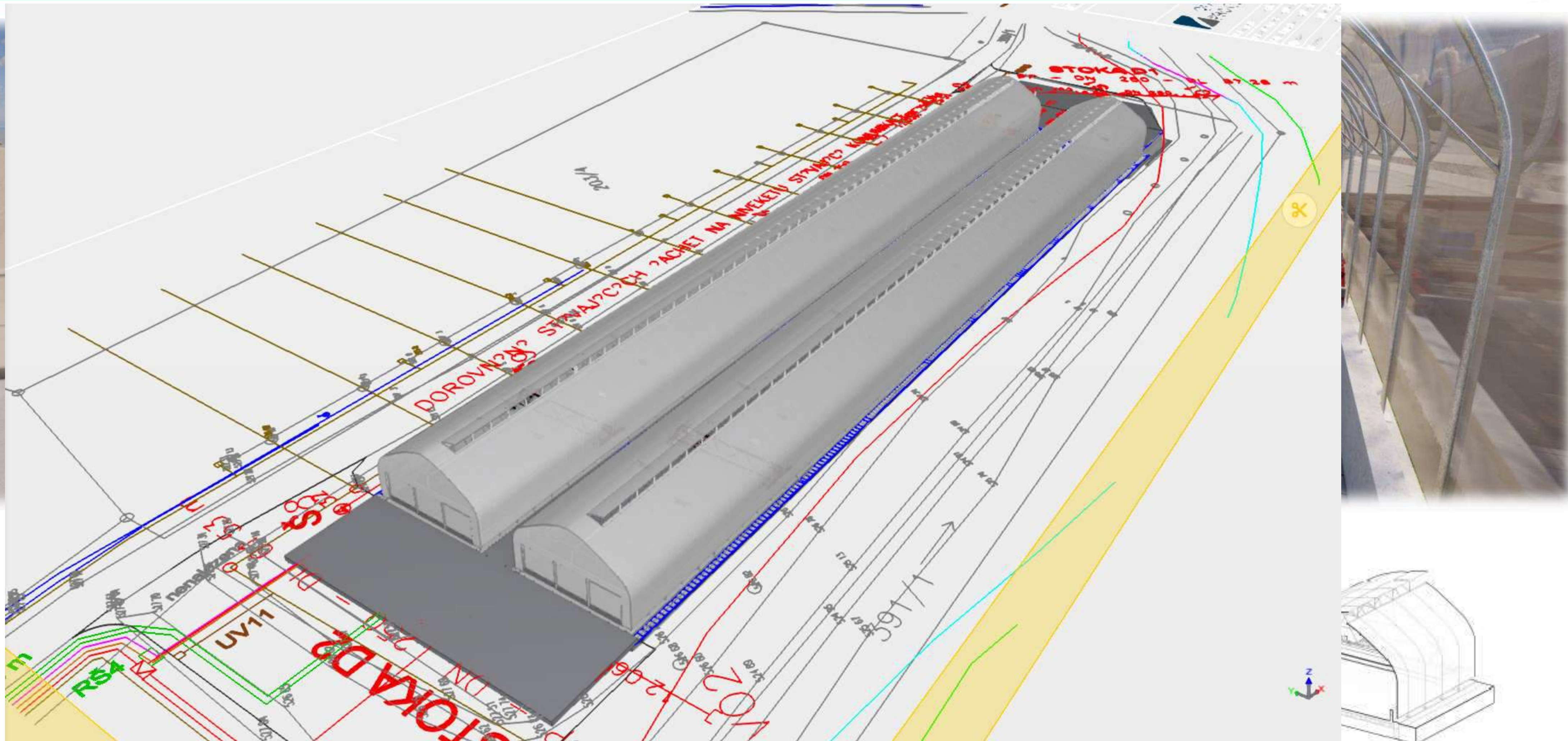
Solární hala je vybavena střešní elektricky ovládanou ventilační kapkou, jejíž ovládání je napojeno na řídicí systém solární sušárny. Hala má podél celé délky oboustranně umístěný ventilační otvor, který spolu s klapkou zabezpečuje systém účinného větrání založeném na přirozeném proudění vzduchu na principu rozdílných teplot. Intenzita výměny vzduchu je řízena přivíráním a otevíráním střešní klapky. Na podporu interní cirkulace vzduchu v solární hale budou nad kalovou vrstvou umístěny vysoce výkonné procesní ventilátory, jejichž chod bude automaticky řízen řídicím systémem.



Solární sušárna čistírenských kalů

1. **Nízká spotřeba energie (cca 20-25 kWh elektrické energie na tunu odpařené vody)**
2. **Jde o plně řízený proces pomocí regulace prohrabovacího stroje frekvenčním měničem a ventilace pomocí měření a řízení chodu stroje**
3. **Je možný šaržovitý provoz zařízení, dimenzování je na roční kapacitu**
4. **Během sušení je kal zpracováván po celé šířce sušení v podélném směru**
5. **Nízká potřeba pracovníků pro provoz, údržbu a servis (předpoklad 20-30 minut denně)**
6. **Velmi vysoká úroveň bezpečnosti práce**
7. **Prevence nepříjemných zápachů celkovým provzdušněním odvodněných sušených kalů v jednom pracovní kroku, záběr zařízení na celou šířku sušicí oblasti.**







společně @ VINCI 

30 let
společného
příběhu

Děkuji za pozornost!