

# POSSIBILITIES OF APPLICATION OF CLEANER PRODUCTION INDICATORS AT KLATOVY - ŠTĚPÁNOVICE LANDFILL

## VÝZKUM VYUŽITÍ INDIKÁTORŮ ČISTŠÍ PRODUKCE V OKOLÍ SKLÁDKY V KLATOVECH - ŠTĚPÁNOVICÍCH

**Vaverková M., Kotovicová J.**

Ústav aplikované a krajinné ekologie, Agronomická fakulta, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika.

E-mail: magda.vaverkova@uake.cz , kotovicj@node.mendelu.cz

---

### ABSTRACT

The goal of my thesis is suggestion, application and verification of environmental indicators of cleaner production. Cleaner production (CP) is an ongoing application of integral prevention strategy to processes, products and services aiming at increasing their effectiveness and reducing their risks towards men as well as towards environment. CP is a strategy that protects the environment, the consumer and the worker while improving the industrial efficiency, profitability and competitiveness of enterprises. By eliminating or reducing waste at the source, economic development can continue to occur, but in a more environmentally sustainable manner. CP can bring significant financial and economic advantages as well as environmental benefits at the local and global level. Cleaner Production is called a “win-win” strategy, because it protects the environment, the consumer and the worker while at the same time improving industrial efficiency, profitability and competitiveness. CP is an integral, necessary component for achieving sustainable development. Some of the intrinsic concepts in CP that directly support sustainable development include: Reduction of waste at source and reducing the use of raw materials as a more sustainable practice for the Earth’s limited resources; Pollution prevention, which covers the environmental portion of the triple bottom line; Greater degree of partnerships and communication with local governments, universities, and communities to ensure local participation and encourage equity; Return on investment calculations that help the economy and the environment. A series of environmental indicators of cleaner production is specified in prevention of pollution development. An environmental indicators can generally be understood as a quantitative tool that points to a condition or analyses changes, while measuring and communicating progress towards the environmental resources. Its purpose is to show how well a system is working to meet the defined goals. The aim of environmental indicators is thus to develop a framework that attempts to bring the economic, social and environmental aspects of society together, emphasizing the links between them. Indicators should be specific, measurable, pedagogical, sensitive to change, reliable, based on accessible data, cost-effective and relevant. They monitor society in an integrated manner while accommodating responsibility across geographical and time scales. The aim of my thesis is a possibility of specifying environmental indicators - bioindicators of cleaner production focused mainly on process of landfilling. Here we can find a lot of opportunities for prevention, because landfilling is the least environmentally acceptable way of waste disposal.

**Key words:** cleaner production, environmental indicators, landfill, waste, bioindicators

## ÚVOD

Práce „Výzkum využití indikátorů čistší produkce v okolí skládky v Klatovech“ je zaměřena zejména na posouzení a stanovení environmentálních indikátorů čistší produkce – bioindikátorů, dále na zjišťování obsahu znečišťujících látek ve vybraných bioindikátorech.

Cílem práce je posoudit stav zatížení okolí (lesních a lučních ekosystémů) skládky v Klatovech – Štěpánovicích.

V průběhu letních a podzimních měsíců roku 2007 byly sebrány a identifikovány vzorky vybraných bioindikátorů v nejbližším okolí skládky. Tento sběr bude proveden dvakrát ročně v následujících dvou letech.

Ve vzorcích budou analyzovány chlor, fluor a síra, dále bude analyzována přítomnost, kondice a chování vybraného bioindikátoru s cílem identifikace přítomnosti určitého faktoru prostředí stavu a změny prostředí.

Vzhledem k tomu, že bioindikátory podávají nejpřesnější obraz o stavu území a ve své podstatě informují o příčinách případných změn stavu, a to 3 až 5 let zpětně, navíc ukazují i tendenci vývoje (sukcese) – tedy prognózu, k jakému stavu území směřuje – zda dochází ke zhoršování, či zlepšování místních podmínek, bude možné sledovat vliv skládky v Klatovech - Štěpánovicích na okolí.

## MATERIÁL A METODIKA

Cílem studie využití indikátorů čistší produkce v okolí skládky v Klatovech – Štěpánovicích je posouzení a stanovení environmentálních indikátorů - bioindikátorů čistší produkce.

### 2.1. Metodika čistší produkce

Pojem čistší produkce

Čistší produkce je označení pro preventivní strategii, jejímž cílem je předcházení vzniku znečištění co nejbližší u zdroje. Tuto strategii lze aplikovat na všechny procesy, výrobky a služby, kterými se lidská společnost zabývá.

Definice čistší produkce

„Čistší produkce je stálá aplikace integrální preventivní strategie na procesy, výrobky a služby s cílem zvýšit jejich efektivnost a omezit rizika jak vůči člověku, tak i vůči životnímu prostředí“.

Výrazem "stálá aplikace" se zdůrazňuje, že zavedení čistší produkce v organizaci by nemělo být jednorázovou akcí sledující vyřešení určitého úkolu, nýbrž procesem, který by řešením dalších úkolů kontinuálně snižoval negativní dopad výroby na životní prostředí. Lze

řici, že zajištění potřeby této stálé aplikace bylo jedním z faktorů, jež také přispěly ke vzniku environmentálních manažerských systémů.

Pojem "integrální" zdůrazňuje, že při aplikaci čistší produkce jsou výrobní procesy z hlediska dopadu na životní prostředí sledovány jako celek, z hlediska vlivu na všechny složky životního prostředí. Nemělo by tedy dojít k přenášení negativního dopadu z jedné složky životního prostředí do druhé, jako tomu bývá u koncových technologií.

Pojem efektivnost zdůrazňuje, že ke snížení negativního dopadu výroby na životní prostředí přispívá také každé snížení spotřeby surovin, materiálů a energie, a tím se v podstatě naplňuje požadavek udržitelného rozvoje lidské společnosti.

Čistší produkce je univerzálně použitelná strategie, její aplikace nezávisí ani na velikosti, ani na charakteru podniku. Metodu čistší produkce lze aplikovat jak na procesy, tak i na výrobky a služby nejrůznějšího charakteru.

## **2.2. Přínosy čistší produkce**

Podstata úspěchu čistší produkce spočívá v tom, že na rozdíl od aplikace strategie kontroly a řízení znečištění, která většinou vede ke zvýšení nákladů, je aplikace čistší produkce doprovázena téměř vždy pozitivním ekonomickým efektem, snížením výrobních nákladů, zvýšením efektivnosti výroby a zvýšením konkurenceschopnosti. Tento významný rozdíl je způsoben tím, že čistší produkce snižuje negativní dopad na životní prostředí předcházením vzniku znečištění. Každý odpad, jehož vzniku se podaří zabránit, znamená nejen úsporu surovin, za které by bylo nutno zaplatit, ale i úsporu nákladů, které by musely být vynaloženy buď na jeho zneškodnění nebo ve formě poplatku či pokuty na jeho vypuštění do životního prostředí. Kromě toho vede aplikace čistší produkce velmi často ke zjištění zbytečných výrobních ztrát.

## **2.3. Potenciál čistší produkce**

Pojem potenciál čistší produkce se vztahuje k předpokládanému snížení produkce tuhých, kapalných a plyných odpadů, ke kterému by mělo dojít po zavedení preventivních opatření čistší produkce. Potenciál čistší produkce se vyjadřuje v různých jednotkách. Pro posouzení velikosti snížení znečištění životního prostředí se udává buď přímo množstvím odpadů, jejichž vzniku bude zabráněno anebo relativně v procentech nevzniklých odpadů vztahených na původní množství odpadů.

Pro posouzení ekonomického efektu čistší produkce se potenciál čistší produkce vyjadřuje v peněžních jednotkách, které představují úspory, jichž bylo pomocí opatření čistší produkce dosaženo. Při hrubém odhadu úspor se vychází z poplatků, popř. úplat, které by bylo nutné zaplatit za zneškodnění anebo vypouštění těch odpadů, jejichž vzniku bylo opatřeními čistší produkce zabráněno. Praxe však ukazuje, že hodnota skutečných úspor přesahuje takto stanovený hrubý odhad nejméně desetkrát, neboť v něm nejsou započteny úspory, kterých bylo dosaženo v důsledku snížení spotřeby surovin a spotřeby energie. Tyto úspory se obtížně předem odhadují.

Vzhledem k tomu, že z ekonomického hlediska je významná nejen celkově uspořena finanční částka, ale i doba, které k tomu bylo zapotřebí, rozděluje se potenciál čistší produkce podle návratnosti realizovaných opatření do tří skupin.

- V první A skupině se uvádějí úspory, kterých bude dosaženo pomocí opatření investičně nenáročných, s dobou návratnosti nižší než 1 rok.
- Do druhé B skupiny se řadí úspory dosažené pomocí opatření málo až středně investičně náročných s dobou návratnosti mezi 1 až 5 roky.
- Do poslední C skupiny se řadí opatření investičně náročná s dobou návratnosti nad 5 let.

Je zřejmé, že zařazení opatření do uvedených skupin nezávisí jen na charakteru a ceně opatření, ale i na charakteru, velikosti a prosperitě podniku.

## **2.4. Popis skládky tuhého komunálního odpadu Klatovy - Štěpánovice**

Na okrese Klatovy je produkováno ročně cca 45 tis. tun TKO. Tento odpad je zneškodňován na zabezpečených skládkách buď přímo na území okresu nebo na skládkách okresů sousedních. Na území okresu Klatovy jsou v současné době v provozu 3 zabezpečené skládky TKO, z nichž lokalita Klatovy - Štěpánovice je nejvýznamnější.

Skládka Klatovy - Štěpánovice - na k.ú. Štěpánovice a Dehtín (vpravo při silnici ve směru od Přeštic na Klatovy) se nachází 1 km severně od obce Štěpánovice a 1 km jižně od obce Dehtín. Jedná se o široce otevřené údolí orientované ve směru Z-V. Skládka je vybavena těsněním minerálního původu. Skládkování bude prováděno po etapách, celková kapacita (teoretická životnost) je 17 let, event. déle. Celkový zábor představuje 7,4 ha. Provoz na této lokalitě byl zahájen v dubnu 1996, provozovatelem je město Klatovy (organizace Odpadové hospodářství města Klatov).

### **Skládka tuhého komunálního odpadu Klatovy - Štěpánovice, I. etapa a II. etapa:**

- určena skupinou S-OO – pro ukládku odpadů kategorie ostatní odpad, jejichž vodný výluh nepřekračuje v žádném z ukazatelů limitní hodnoty výluhové třídy číslo III dle vyhlášky č. 383/2001 Sb., přílohy č.6, tabulky č. 6.3, pro odpady kategorie ostatní odpad, jejichž přijetí nelze hodnotit na základě vodného výluhu;
- zvláště velký zdroj znečišťování ovzduší, dle zákona č. 86/2002 Sb. vyhlášky č. 356/2002 Sb.;
- zařízení k odstraňování odpadů – ukládání v úrovni nebo pod úrovní terénu, kód D1;
- celková projektovaná kapacita: 275 000 m<sup>3</sup>;
- projektovaná kapacita: 57 000 m<sup>3</sup> (I. etapa); 218 000 m<sup>3</sup> (II. etapa);
- předpokládané množství ukládaných odpadů: 20 000 t.rok<sup>-1</sup>;
- maximální kóta zaplnění: 443 m n. m.

## **Vybavení skládky:**

Skládka Klatovy – Štěpánovice je vybavena následujícími objekty:

- Komunikace v části s živičným povrchem, v části silniční panely a kamenivo zatažené lomovou výsivkou
- Vrátnice
- Provozní budova
- Trafostanice
- Jímka průsakových vod I. a II. etapy
- Silniční váha Shenck DFT – E2
- Jímka užitkové vody u vrátnice
- Jímka užitkové vody u provozní budovy
- Dva monitorovací vrty SV, NV
- Sklepový rošt
- Septik u vrátnice
- Septik u provozní budovy
- Sklad kontejner – sklad nářadí
- Zabezpečovací zařízení

## **Činnosti prováděné na skládce**

Organizace provozu skládky je prováděna dle provozního řádu, zabývá se příjmem a evidencí odpadů.

Odpady přijaté na skládku se hutní pomocí kompaktoru. Průsakové vody se jímají do zabezpečené jímky a odváží se na ČOV. Odplynění skládky je prováděno odplyňovacím systémem.

## **VÝSLEDKY A DISKUZE**

### **3.1. Identifikace indikátorů čistší produkce, využitelných v okolí skládky v Klatovech - Štěpánovicích**

V rámci projektů čistší produkce se obvykle stanovují dvě skupiny indikátorů -

- indikátory ekonomické – vztahují se k jednotce výroby, vyjadřují efektivitu využívání vstupů do procesů

Tato skupina indikátorů je pro stabilitu podniků rozhodující, v rámci projektů čistší produkce se vyčíslují a slouží jako podklad pro posouzení návratnosti případných investic, z projektu vyplývajících.

Pro posouzení využitelnosti postupů čistší produkce v okolí skládky v Klatovech jsou však rozhodující -

- indikátory environmentální – vztahující se k jednotlivým složkám životního prostředí

Z tohoto důvodu jsem skupině environmentálních indikátorů - bioindikátorů věnovala hlavní pozornost s cílem je stanovit a určit způsob jejich měření.

### 3.2. Environmentální indikátory – bioindikátory

Bioindikátorem mohou být vyšší rostliny, mechorosty, lišejníky, houby, řasy a sinice, suchozemští obratlovci, ryby nebo hmyz i ostatní bezobratlí. Bioindikátor je tedy živý organismus nebo společenstvo organismů, z jejichž přítomnosti, kondice či chování je možno usuzovat na přítomnost určitého faktoru prostředí i na stav a změnu prostředí.

Bioindikátory dělíme na:

- hlídky (sentinely) – citlivé organismy, které do prostředí zavádíme úmyslně, aby ukazovaly jeho okamžité změny,
- detektory – organismy, které se vyskytují přirozeně a reagují na změny prostředí,
- exploátory (vykořisťovatelé) – organismy, jejichž přítomnost signalizuje narušení a znečištění prostředí,
- akumulátory – organismy, které přijímají a hromadí chemické látky.

### 3.3 Výhoda i nevýhoda využití rostlin jako bioindikátorů

Rostliny nejsou vhodné jako kvantitativní indikátory proměn životního prostředí. Na základě bioindikace nezjistíme absolutní hodnotu proměny prostředí, mohou nás však na první pohled upozornit např. na zvýšenou nebo sníženou dostupnost živin, na změny prostředí. Jejich výhodou i nevýhodou je, že se jedná o komplexní vyjádření proměny prostředí – výskyt rostlin je výsledkem souhrnného, dlouhodobého působení sledovaného faktoru. Protože prostředí se mění v čase i prostoru, k odhadu jejich dlouhodobých hodnot je většinou třeba několika měření. Výhodou botanického průzkumu je jeho snazší dostupnost oproti technickým měřením.

Bioindikátory jsou vhodné zejména pro sledování dlouhodobých změn. Jejich funkce je zejména signální - umožňují upozornit na místa, kde by bylo vhodné provést přesnější a podrobnější analýzu pomocí chemických analýz.

### 3.4. Některé ze stovených bioindikátorů skládky v Klatovech - Štěpánovicích

Tab.1 Jetel prostřední

Název	<b>Jetel prostřední (<i>Trifolium medium</i>)</b>
Popis	Monitorování síry, železa a olova
Jednotka měření	Podíl jedinců jetele na m <sup>2</sup>

Tab.2 Jetel rolní

Název	<b>Jetel rolní</b> (jetel zaječí, kočičí jetel) ( <i>Trifolium arvense</i> )
Popis	Monitorování síry, železa a olova
Jednotka měření	Podíl jedinců jetele na m <sup>2</sup>

Tab.3 Jílek mnohokvětý

Název	<b>Jílek mnohokvětý</b> ( <i>Lolium multiflorum</i> )
Popis	Monitorování síry, železa a olova
Jednotka měření	Podíl výskytu jílku na m <sup>2</sup>

Tab.4 Kopřiva dvoudomá

Název	<b>Kopřiva dvoudomá</b> ( <i>Urtica dioica</i> )
Popis	Signalizuje vysoké hladiny dusíku v půdě
Jednotka měření	Podíl výskytu kopřivy na m <sup>2</sup>

Tab.5 Vrbovka úzkolistá

Název	<b>Vrbovka úzkolistá</b> (vrbka úzkolistá) ( <i>Epilobium angustifolium</i> )
Popis	Indikuje narušené půdní poměry
Jednotka měření	Podíl výskytu vrbovky úzkolisté na m <sup>2</sup>

Tab.6 Dub letní

Název	<b>Dub letní</b> (dub křemelák) ( <i>Quercus robur</i> )
Popis	Kontaminace olovem
Jednotka měření	Obsah olova v listech µg/g

Tab.7 Borovice lesní

Název	<b>Borovice lesní</b> ( <i>Pinus sylvestris</i> )
Popis	Kontaminace sírou, chlorem a fluorem
Jednotka měření	Obsahu síry, chloru a fluoru v jehlicích

Tab.8 Jitrocel větší

Název	<b>Jitrocel větší</b> ( <i>Plantago major</i> )
Popis	Sešlapávané půdy
Jednotka měření	Podíl výskytu jitrocele většího na m <sup>2</sup>

Tab.9 Dutohlávka lesní

Název	<b>Dutohlávka lesní</b> ( <i>Cladonia arbuscula</i> )
Popis	Ukazují znečištění vzduchu, jsou citlivé ke kyselým plynným zplodinám
Jednotka měření	Zatím není stanoveno



### 3.4. Vybrané bioindikátory skládky v Klatovech - Štěpánovicích

Z vybraných bioindikátorů byl eliminován Dub letní (dub křemelák) (*Quercus robur*), protože většinou slouží jako indikátor kontaminace životního prostředí TK (olovem) a ve vybrané lokalitě – okolí skládky v Klatovech – Štěpánovicích, je pravděpodobnost výskytu TK (uniku TK ze skládky do okolí) velmi malá.

Z řady identifikovaných bioindikátorů (viz Tab.1 - 9) pro posouzení zátěže okolí skládky v Klatovech – Štěpánovicích mohou být významné lišejníky. Ačkoli lišejníky jsou odolné vůči rozličným přírodním extrémům, většina z nich je velmi citlivá ke znečištění životního prostředí. Stavba stélky, která není krytá žádnými ochrannými strukturami a jejíž obě složky jsou v křehké rovnováze snadno porušitelné změnami prostředí, ale také pomalý růst a dlouhověkost jsou významnými vlastnostmi z hlediska využití lišejníků jako bioindikátorů.

V okolí skládky v Klatovech-Štěpánovicích byla identifikována dutohlávka lesní (*Cladonia arbuscula*).

#### Popis dutohlávky lesní (*Cladonia arbuscula*)

Hustě větvené kmínky s jednostranně uspořádanými koncovými větévkami jsou slámově žluté, žlutozelené až bělavé, někdy dokonce s modrozeleným nádechem. Povrch kmínků je matný, hladký, velmi slabě pavučinovitě plstnatý, řidčeji bradavičnatý.

Úžlabí větví je obvykle proděravělé.

Vyskytuje se na kyselých vřesovištích, v suchých lesích, řídkých exotermních trávnících a ve smilkových porostech.

Ostatní bioindikátory vyskytující se v okolí skládky a možnosti jejich využití pro sledování změn životního prostředí budou předmětem dalšího výzkumu.

### ZÁVĚR

Práce bude pokračovat výzkumem možných znečišťujících látek, které mohou unikat, do okolí skládky v Klatovech – Štěpánovicích, zejména působením větru. Dále se bude práce zabývat identifikací vhodných rostlinných bioindikátorů ve vztahu k tomuto možnému a předpokládanému znečištění.

## LITERATURA

Absolon, K., 1994: Metodika sběru dat pro biomonitoring v chráněných územích. Český ústav ochrany přírody a krajiny, Praha

Kotovicová, J. a kol.: Čistší produkce. MZLU v Brně 2003, ISBN 80-7157-675-1

Kotovicová, J., Podhrázská, J.: Možnosti využití indikátorů čistší produkce pro ochranu zranitelných oblastí. Soil and Water, 4/2005, s. 51-59. VÚMOP Praha. ISSN 1213-8673.

Straalen, N. M., Krivolutsky D. A., 1996: Bioindicator Systems for Soil Pollution.

Spellerberg, I. F., 1995: Monitorování ekologických změn. Český ústav ochrany přírody, Brno. ochrany přírody a krajiny, Praha.

Kramer, K. J., Botterweg J., 1991: Aquatic Biological Early Warning Systems. An Overview. In Jeffrey, D. W., Madden, B. (eds): Bioindicators of Environmental Management. Academic Press, London, San Diego, N. York, etc.,