

# POSSIBILITIES OF APPLICATION OF BIOINDICATORS AT KLATOVY - ŠTĚPÁNOVICE LANDFILL

## MOŽNOSTI VYUŽITÍ BIOINDIKÁTORŮ V OKOLÍ SKLÁDKY V KLATOVECH - ŠTĚPÁNOVICÍCH

**Vaverková M., Kotvicová J.**

Department of Applied and Landscape Ecology, Faculty of Agronomy, Mendel University of  
Agriculture and Forestry in Brno, Zemědělská 1, 613 00, Brno, Czech Republic

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

### **ABSTRAKT**

The study “Possibilities of application of bioindicators at Klatovy – Štěpánovice landfill” is focused on examination and determination of bioindicators, mainly phytoindicators. From their existence, condition or behaviour judgements might be carried out on existence of specific environmental indicators and on environmental condition and changes. The goal of this study is to examine the conditions of ecological load (forest and meadow ecosystems) of Klatovy – Štěpánovice landfill.

**Key words:** phytoindicators, landfill, waste, bioindicators

## ÚVOD

Práce „Možnosti využití bioindikátorů v okolí skládky v Klatovech - Štěpánovicích“ je zaměřena na posouzení a stanovení bioindikátorů, zejména fytoindikátorů. Z jejich existence, stavu nebo chování je možno usuzovat na přítomnost určitého činitele v prostředí a na stav a změny v prostředí. Cílem práce je posoudit stav zatížení okolí (lesních a lučních ekosystémů) skládky v Klatovech – Štěpánovicích.

V průběhu letních a podzimních měsíců roku 2007 - 2008 byly sebrány a identifikovány vzorky vybraných bioindikátorů (fytoindikátorů) v nejbližším okolí skládky. Tento sběr bude proveden dvakrát ročně i v následujících letech.

Vzhledem k tomu, že bioindikátory (fytoindikátoru) 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 možnosti využití bioindikátorů v okolí skládky v Klatovech – Štěpánovicích je posouzení a stanovení rostlinných bioindikátorů - druhů (společenstev) se známou tolerancí k určitému ekologickému faktoru a mapování stavu prostředí a jeho změn podle jejich výskytu.

### Metodika biomonitoringu

Biomonitoring je systém prokazování stavu prostředí a jeho změn v čase a prostoru s využitím kumulačních a indikačních vlastností živých organismů. Bioakumulace je schopnost organismu kumulovat v různých částech svého těla polutanty z okolního prostředí. Bioindikace je schopnost organismů, populací a společenstev reagovat na vlastnosti prostředí a jejich kvantitativní a kvantitativní změny .

#### *Biomonitoring:*

- podchycuje působení faktorů v prvních fázích jejich vlivu a umožňuje poznat škodlivé účinky už při minimálních dávkách škodlivin a tím snížit finanční náklady,
- poskytuje informace o dlouhodobém stavu dané lokality.

### Výběr a popis lokality

Skládka v Klatovech - Štěpánovicích je umístěna v severní části široce otevřeného údolí, je orientované ve směru Z-V. Spodní okraj pozemku je lemován stálou bezejmennou vodotečí, která je levostranným přítokem Točnického potoka, ten je pravostranným přítokem řeky Úhlavy. Horní okraj pozemku navazuje na lesní porost s převahou borovice lesní (*Pinus sylvestris*). Jižní svah je zemědělsky využíván. Skládka je situována na svahu severním směrem od osy údolí. Původní plocha byla obhospodařována jako louka.

### ***Klimatické poměry***

Zájmové území se podle klimatické rajonizace nachází v mírně teplé oblasti MT 10 charakterizované dlouhým teplým suchým létem, přechodným obdobím s mírně teplým jarem a mírně teplým podzimem. Zima je krátká, mírně teplá a velmi suchá, s krátkým trváním sněhové pokrývky. Pro klimatickou charakteristiku zájmového území byly použity údaje Českého hydrometeorologického ústavu z let 1901 - 1950.

*Tab. 1 Klimatické charakteristiky oblasti MT 10*

Počet letních dnů	40 - 50
Počet dnů s průměrnou teplotou 10 °C a více	140 - 160
Počet mrazových dnů	110 - 130
Počet ledových dnů	30 - 40
Průměrná teplota v lednu	-2 až -3 °C
Průměrná teplota v červenci	17 - 18 °C
Průměrná teplota v dubnu	7 - 8 °C
Průměrná teplota v říjnu	7 - 8 °C
Průměrný roční potenciální výpar z povrchu půdy	652 mm
Průměrné roční srážky	746 mm
Průměrný počet dnů se srážkami 1 mm a více	100 - 120
Srážkový úhrn ve vegetačním období	400 - 450 mm
Srážkový úhrn ve zimním období	200 - 250 mm
Počet dnů se sněhovou pokrývkou	50 - 60
Počet dnů zamračených	120 - 150
Počet dnů jasných	40 - 50

Průměrná roční teplota na Klatovsku je zhruba 8,0 °C, nejchladnějším měsícem je leden, nejteplejším červenec (tab.2).

Dlouhodobý roční srážkový průměr činí 582 mm. Srážky jsou celkově rovnoměrně rozděleny po celý rok s maximy v letních měsících a minimy v zimě (tab.3). Průměrná vlhkost vzduchu je poměrně vysoká. Relativní vlhkost vzduchu jen málokdy v denním průměru klesá pod 70 %, celoroční průměr je 75 %.

Tab. 2 Průměrná měsíční teplota vzduchu ve °C (Klatovy)

Měsíc	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
°C	-2,1	-0,9	3,1	7,3	12,4	15,3	17,1	16,4	12,9	7,7	2,6	-0,6

Tab. 3 Průměrný měsíční úhrn srážek v mm (Klatovy)

Měsíc	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
mm	30	27	28	46	65	76	82	70	51	42	32	33

Klimatická stanice I. řádu Klatovy.

Nadmořská výška:

421 m.n.m.

Průměrná teplota:

7,6 °C.

Průměrný úhrn srážek

582 mm.

### Hydrologické poměry

Území skládky (okolí) leží v soutokovém úhlu řeky Úhlavy a Točnického potoka. Z vodohospodářského hlediska patří lokalita do povodí řeky Úhlavy (h.č.p. 10–03–001) Plocha povodí činí 919,4 km<sup>2</sup>, délka toku 108,5 km. Jedná se o významný vodohospodářský tok, který je tvořen pstruhovou vodou od Dolní Lhoty, vodní nádrží Nýrsko, chráněným úsekem v horním toku v CHKO Šumava a ochranným vodárenským pásmem pro odběr v Plzni. Čistota vody horního toku spadá do I.-II. třídy, dále do III. a IV. třídy. Průtok v ústí je 5,69 m<sup>3</sup>/s. Největší průtok Úhlavou ve stanici Klatovy za období 1951-1960 byl zaznamenán dne 9.7.1954 v hodnotě 163 m<sup>3</sup>/s a minimální dne 12.7.1934 v hodnotě 0,42 m<sup>3</sup>/s (Traksmandl, V. 1985).

### Geomorfologické poměry

Lokalita se nachází v západní oblasti Čech v bývalém okrese Klatovy. Z hlediska regionálního členění reliéfu České republiky spadá oblast do celku Švihovská vrchovina (I5B-3), okrsku Bolešinská kotlina (označení I5B-3D-b). Následující tabulka zobrazuje zařazení území do geomorfologického systému ČR.

Tab. 4 Zařazení území do geomorfologického systému

Provincie	I	Česká vysočina
Subprovincie	I5	Poberounská soustava
Oblast	I5B	Plzeňská pahorkatina
Celek	I5B-3	Švihovská vrchovina
Podcelek	I5B-3D	Klatovská kotlina
Okrsek	I5B-3D-b	Bolešinská kotlina

Území je tvořeno pahorkatinou na převážně kyselých břidlicích s buližníky a na extrémně kyselých permských sedimentech.

Klatovská kotlina, součást Švihovské vrchoviny, je úzká tektonická sníženina o rozloze 157 km<sup>2</sup> se střední výškou 449,5 m, tvořená pozdně variskými granitoidy a moldanubickými rulami, které se šíří v barrandienském směru v délce 32 km. Je tvořena pahorkatinným povrchem granitoidových vrchů, rulových suků, zarovnaných povrchů a mělkých široce rozevřených údolí Úhlavy a jejích přítoků.

Vlastní území Bolešinské kotliny je součástí středočeského algonkia, které je v této oblasti v kontaktu s klatovským výběžkem středočeského žulového plutonu, jenž svým jihozápadním výběžkem vyplňuje složité poruchové pásmo. Tvoří hranici mezi dvěma geologickými útvary – severozápadně ležícím mladším algonkiem a jihozápadně rozloženým moldanubikem. Základní horniny tohoto útvaru jsou biotický až amfiboliticko - biotický granit a granodiorit, výrazně jsou zde zastoupeny i žilce.

#### Geologické poměry

Podle regionálního členění reliéfu ČR se lokalita nalézá v Švihovské vrchovině v oblasti převážně různě odolných hornin spilitového stupně barrandienského protezoika a pozdně variskými magmatiky, poskrovněji se objevují horniny staršího palezoika a místy i karbonské sedimenty, které vytváří strukturně denudační reliéf na okrajích výrazněji neotektonicky porušený, s rozsáhlými sukly a strukturními hřbety barrandienského směru s široce rozevřenými údolními (převážně v povodí Úhlavy).

Základními horninami v zájmové lokalitě jsou břidlice, drobové břidlice a nepřeměněné až mírně přeměněné droby. Droby vytváří slabší lavice a vložky v břidlicích. Je zde i výskyt rohovců. Převážná část území má denudační charakter. Nejrozšířenější jsou uloženiny deluviální, jílovitohlinitého charakteru s příměsí úlomků buližníků, břidlic a drobů.

#### **Biogeografické a geobiocenologické členění**

Podle biogeografického členění České republiky lokalita náleží do přírodní lesní oblasti 6 Západočeská pahorkatina. Z hlediska biogeografického je lokalita začleněna následovně:

Biogeografická provincie:	středoevropské listnaté lesy.
Biogeografická podprovincie:	Hercynská.
Biogeografický region:	1,28 Plzeňský.

Na východní, jižní a západní straně okolí skládky pokračuje původní zatravnění. Na severní straně navazuje porost s dřevinami jako je borovice lesní (*Pinus sylvestris*), dub letní (*Quercus robur*), smrk ztepilý (*Picea abies*), javor klen (*Acer pseudoplatanus*), vtroušeně bříza bělokorá (*Betula pendula*).

Podle této charakteristiky lze uvedené území vymezit lesním typem 3S2 – svěží dubová bučina se svízelem drsným. Charakteristika tohoto lesního typu vychází z popisu uvedeného v publikaci Fytocenologie a lesnická typologie od autorů Randušky, Plívy a Vorla:

- Lesní typ 3S2 – svěží dubová bučina se svízelem drsným.
- Rozšíření: svahy a plošiny v rámci lokality.
- Půdy: hluboké, čerstvě vlhké, hlinitopísčité, půdní typ kambiem, typická dle podloží mezotrofní.
- Významné druhy rostlin: *Rubus idaeus*, *Rubus fruticosus*.
- Nepatrně zastoupené druhy rostlin: *Carex sylvatica*, *Mycelis muralis*.
- Přírozená skladba: BK6, DB3, LP1, JD, HB.
- Cílová skladba – SM6, JD1, BK2, MD1 (PRŮŠA, 2001).

Lesní typ 3S2 se řadí do geobiocenologického systému Querci-fageta aceris Qfac 3 BC3 javorové dubové bučiny. Nachází se v reliéfu členitých pahorkatin a nižších vrchovin v nadmořských výškách 300-500 m n. m. Je vázána na půdy obohacené humusem ve vydutých částech svahů a na jejich bázích. Půdy středně hluboké s vyrovnaným vlhkostním režimem, dobře zásobené. Z půdních typů převládají eutrofní kambizemě typické a kambizemě rankrové, humusová forma moder. K převládajícím dřevinám buku (*Fagus sylvatica*) se pravidelně přidružují habr (*Carpinus betulus*), javory (*Acer pseudoplatanus*). Z keřů se roztroušeně vyskytuje bez černý (*Sambucus nigra*). V synuzii podrostu by se měl mimo jiných významně vyskytovat kaprad' samec (*Dryopteris filix-mas*), ale je zde zastoupen řídce.

### **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 je 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.

### **Činnosti prováděné na skládce Klatovy - Štěpánovice**

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

### Bioindikátory

Bioindikátorem mohou být vyšší rostliny, mechorosty, lišejníky, houby, řasy a sinice, suchozemští obratlovci, ryby nebo hmyz a 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 hromadí chemické látky.

### Fytoindikace - indikační geobotanický průzkum

Fytoindikace je průzkumná a indikační geobotanická metoda, vycházející ze dvou základních poznatků:

- vegetace citlivě reaguje na změny chemismu půdy, způsobené např. kontaminacemi a změnami druhového složení,
- určité typy kontaminací se projevují specifickým poškozením rostlin (chlorózy, nekrózy, nanismy).

Výsledky terénní inventarizace druhového složení a zdravotního stavu vegetace pak umožňují posoudit stav lokality z hlediska kontaminace. Dosažené výsledky jsou při podstatně nižších nákladech plně srovnatelné s klasickými technickými metodami.

Fytoindikace umožňuje:

- stanovit zdroje kontaminací,
- určit charakter kontaminantů (ropné uhlovodíky, těžké kovy, plynné emise),
- zjistit směry a způsoby šíření kontaminací (povrchové splachy, podpovrchové průsaky),
- posoudit ovlivnění složek životního prostředí (půda, voda, vzduch).

Výhody proti obvyklým metodám:

- poskytuje přímo celoplošnou informaci, bez zásahů do zkoumaných pozemků,
- výsledky jsou k dispozici prakticky okamžitě, bez čekání na laboratorní zpracování vzorků,
- má podstatně příznivější poměr informace/cena.

Oblasti využití:

- posouzení aktuálního rizika starých ekologických zátěží (skládky, kontaminace),
- zhodnocení rozsahu kontaminací v průmyslových a zemědělských areálech,

- posouzení funkčnosti pásem hygienické ochrany vodních zdrojů,
- hodnocení vlivu zimní údržby komunikací (solení) na kontaktní ekosystémy,
- posouzení intenzity plošné eroze půd a splachů z polí,
- biomonitoring ekologicky rizikových objektů,
- podklady pro studie revitalizací, rekultivací, ÚSES, EIA a pro ekologické audity.

## Některé ze stanovených fytoindikátorů skládky v Klatovech - Štěpánovicích

Tab.1 Třezalka skvrnitá

Název	<b>Třezalka skvrnitá</b> ( <i>Hypericum maculatum</i> )
Popis	Mapování ovzduší
Jednotka měření	Podíl jedinců s nekrózou na m <sup>2</sup>

Tab.2 Vřes obecný

Název	<b>Vřes obecný</b> ( <i>Calluna vulgarit</i> )
Popis	Ukazatel nepříznivé formy humusu - indikace kyselých půd
Jednotka měření	Podíl jedinců jetele na m <sup>2</sup>

Tab.3 Kručinka barvířská

Název	<b>Kručinka barvířská</b> ( <i>Genista tinctoria</i> L.)
Popis	Půdy chudé na dusík
Jednotka měření	Podíl výskytu kručinky na m <sup>2</sup>



Tab.4 Bez černý

Název	<b>Bez černý (<i>Sambucus nigra</i>)</b>
Popis	Krátkodobý i dlouhodobý nepřímý monitoring znečištění prostředí rizikovými prvky.
Jednotka měření	Podíl výskytu bezu na m <sup>2</sup>

Tab.5 Vrbovka úzkolistá

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

Tab.6 Borovice lesní

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

Tab.7 Jitrocel větší

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

Tab.8 Dutohlávka lesní

Název	<b>Dutohlávka lesní</b> ( <i>Cladonia arbuscula</i> )
Popis	Citlivá na oxidy dusíku, síry, těžké kovy
Jednotka měření	Podíl lišejníků s hnědou stélkou na m <sup>2</sup>

### **Vybrané fytoindikátory skládky v Klatovech - Štěpánovicích**

Z řady identifikovaných bioindikátorů (viz Tab.1 - 8) 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 na 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. Určité druhy lišejníků jsou zejména citlivé na oxidy dusíku a síry a na těžké kovy, které se v lišejníkových stélkách kumulují. V důsledku působení uvedených látek znečišťujících životní prostředí, stélky lišejníků hnědnou a postupně odumírají.

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

### **ZÁVĚR**

Výstavbou a provozováním skládky v Klatovech - Štěpánovicích došlo ke změně přírodních podmínek zdejšího mikroregionu, byla přerušena návaznost biologické skladby s okolním prostředím.

Vliv této skládky na životní prostředí může být při nedodržení technických a provozních podmínek negativní zejména případným vlivem prosakující skládkové vody do podzemních vod a nekontrolovanou tvorbou skládkového plynu bez řešení problematiky.

V případě poškození těsnícího systému tělesa skládky je nejdůležitějším faktorem ovlivňujícím zdraví a životní prostředí nebezpečí vyluhování solí a stopových prvků ze skládky. Velikost rizika pro životní prostředí je určena množstvím polutantů obsažených v průsacích skládky. I menší množství těžkých kovů v prostředí může představovat zdravotní riziko nebo ohrožení životního prostředí. Těžké kovy se mohou navíc koncentrovat např. na zrnech zemin a také akumulovat v organizmech. Přenos těchto kovů může vzrůst i vlivem okyselení prostředí a dalším nárůstem koncentrace škodlivin vedoucím k následnému uvolňování polutantů do prostředí.

V práci, která se zabývá vlivem skládky na její okolí, je řešena otázka využití bioindikátorů (fytoindikátorů) pro hodnocení zátěží okolí skládky. Tato otázka je aktuální

především proto, že tyto zátěže mohou obsahovat různorodé kontaminující cizorodé látky, tj. nejen rizikové prvky, ale také organokovové sloučeniny a prioritní organické polutanty.

V práci je zmíněna otázka bioindikace a fytoindikace, včetně různých možností použití bioindikačních systémů. Popsáno bylo několik druhů bioindikátorů (fytoindikátorů) vyskytujících se v okolí skládky, včetně lišejníků, které se mohou zvláště osvědčit při hodnocení kontaminace rizikovými prvky.

Práce bude pokračovat výzkumem možných znečišťujících látek, které mohou unikat do okolí skládky v Klatovech – Štěpánovicích, zejména rozptylováním prachu a roznosem lehkých frakcí odpadu větrem. Dále se bude práce zabývat identifikací dalších 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

Culek, M., 1995: Biogeografické členění ČR. Enigma, Praha,

Hruška, B., Jelínek J., 1998: Lesnická geologie. MZLU, Brno,

Chmelař, J., 1990: Dendrologie s ekologií lesních dřevin 1. a 2. část. VŠZ, Brno,

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.

Král, V., 2005 Studie lesnické rekultivace skládky odpadů, MZLU, Brno, Lesnická a dřevařská fakulta

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.,

<http://www.geovision.cz/>