

Manuál pro povrchové úpravy kovů



Manuál je jedním z výstupů grantového projektu VaV/720/7/01, „Oborový manuál pro prevenci a minimalizaci odpadů“, vypsaneho a zastřešeneho Ministerstvem životního prostředí.

Autorský tým:

České centrum čistší produkce, Dittrichova 6, Praha 2

www.cpc.cz

RNDr. Anna Christianová, CSc., Mgr. Miroslav Krčma

Mgr. Libor Novák, Mgr. Klára Ouředníková

Ing. Robert Hanus

SVÚOM, U Měšťanského pivovaru 934/4, Praha 7

www.svuom.cz

Ing. Kateřina Kreislová, Ing. Václav Trojan, Jan Penz

Mgr. Jan Koubský, M.Sc., Dělnická 2, Karlovy Vary

Ing. Miroslav Kovář, Klostermannova 1671/21b, Děčín 6

Obsah

1.	Prevence a minimalizace odpadu	4
1.1	Stručný popis jednotlivých kroků	7
1.1.1	Stanovení cíle a strategie projektu (Krok I.).....	7
1.1.2	Vazba na environmentální politiku a plán odpadového hospodářství (Krok II.)	7
1.1.3	Rozhodnutí o dalším kroku v projektu prevence podle způsobu výběru odpadu, který má být omezen (Krok III.)	8
1.1.4	Vstup externích informací (Krok IV.).....	8
1.1.5	Návrh preventivních opatření včetně interní recyklace a výběr optimálního opatření (Krok V.)	9
1.1.6	Externí recyklace (Krok VI.)	10
1.1.7	Odstranění odpadu (Krok VII.)	10
1.1.8	Program prevence	11
2.	Povrchové úpravy kovů	12
2.1	Vstupy, procesy a výstupy	12
2.2	Techniky prevence	13
2.3	Příklady preventivních opatření	36
3.	Přílohy	41
	Příloha 1: KROK I. CO CHCEME	41
	Příloha 2: KROK II. JAK ZAŘADIT PROJEKT DO KONCEPCE ROZVOJE PODNIKU	43
	Příloha 3: KROK III. Z ČEHO VYCHÁZÍME	47
	Příloha 4: Postup při analýze materiálových toků	48
	Příloha 5: Příklad sestavení tabulek TopTwenty pro povrch. úpravy kovů	55
	Příloha 6: KROK IV. CO MUSÍME VĚDĚT	57
	Příloha 7: Metoda logického rámce (LogFrame)	59
	Příloha 8: KROK V. CO MÁME UDĚLAT A PROČ	61
	Příloha 9: KROK VI. CO JEŠTĚ MŮŽEME UDĚLAT	63
	Příloha 10: Postup pro stanovení indikátorů a hodnocení dopadu preventivního opatření	64
	Výklad odborných pojmů a zkratk	76
	Pojmy a definice	79
	Použitá a doporučená literatura	83

1. Prevence a minimalizace odpadu

Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a navazující předpisy klade důraz na předcházení vzniku odpadů a minimalizaci odpadů. Konkrétněji jsou tyto požadavky formulovány v koncepcích a plánech odpadového hospodářství. Předcházení vzniku odpadů znamená přijmout změny, které mohou být rozloženy do celého životního cyklu výrobku a všech technologií, s nimiž se výrobek setká.

Oblast prevence a minimalizace odpadu upravuje zákon č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci, který je závazný zejména pro velké průmyslové a zemědělské provozy. Seznam kategorií zařízení na které se zákon vztahuje je uveden v příloze tohoto zákona, mezi ně patří zařízení pro povrchové úpravy i zařízení na odstraňování nebo využívání nebezpečného odpadu. Za integraci je v tomto zákoně považováno současné (integrované) posouzení dopadů na všechny složky životního prostředí.

Předcházení vzniku odpadů má dopad nejen na životní prostředí, ale také na ekonomiku podniku, resp. zařízení nevýrobního charakteru, jako jsou služby, školy, nemocnice, úřady, armáda aj. (Pro zjednodušení se v textu pojmem „podnik“ označuje kterýkoliv z původců odpadu ve smyslu zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech.)

Ekonomicky významné je zejména vyšší využití vstupních surovin a energií zavedením preventivních opatření, navíc klesnou poplatky za znečišťování životního prostředí a nakládání s odpady.

Preventivní přístup nepovažuje za řešení, když je znečištění přenášeno z jedné složky životního prostředí do druhé, např. nepovažuje za optimální řešení snížení emise oxidů síry na úkor spotřeby vápence a energie a za vzniku tuhého odpadu. Prevence vede producenta odpadu k integrovanému sledování materiálových toků během celé výrobní technologie nebo sledování produktu během celého jeho životního cyklu.

Aby se předešlo vzniku odpadů ve výrobě, přijímá podnik řadu opatření na místě jejich vzniku. Mohou mít formu změny technologického postupu (jako je úprava zařízení spojená s investicí nebo neinvestiční změna organizačního rázu), náhrady suroviny jinou surovinou, a především formu optimalizace technologického postupu, jeho dodržování a dobré hospodaření. Preventivním opatřením je i změna výrobku vedoucí ke snížení odpadu. Jednou z metodik pro hledání těchto opatření je **hodnocení možností čistší produkce**, zjednodušeně mluvíme o projektu čistší produkce.

Projekt čistší produkce zahrnuje kromě preventivních opatření na místě vzniku odpadu také interní recyklaci odpadu v podniku (odpad je využit jako surovina pro tentýž nebo jiný účel v podniku). **Minimalizace odpadu** zahrnuje navíc externí recyklaci (recyklaci mimo podnik), cílem je snížit množství nevyužívaných odpadů.

Postup pro analýzu a hodnocení příčin vzniku odpadu, hledání a přijetí preventivních opatření a opatření k minimalizaci odpadu označujeme v dalším jako **projekt prevence**.

Tento **manuál** byl zpracován jako metodická příručka pro management podniku a pověřené pracovníky podniku při hledání, volbě a zavádění preventivních opatření na ochranu životního prostředí do každodenní činnosti a rozhodovacích procesů a může sloužit jako pomůcka při zpracování žádosti o integrované povolení.

První část manuálu pojednává o významu preventivního přístupu ke vzniku odpadu a jeho minimalizaci. Je uveden stručný popis jednotlivých kroků metodického postupu,

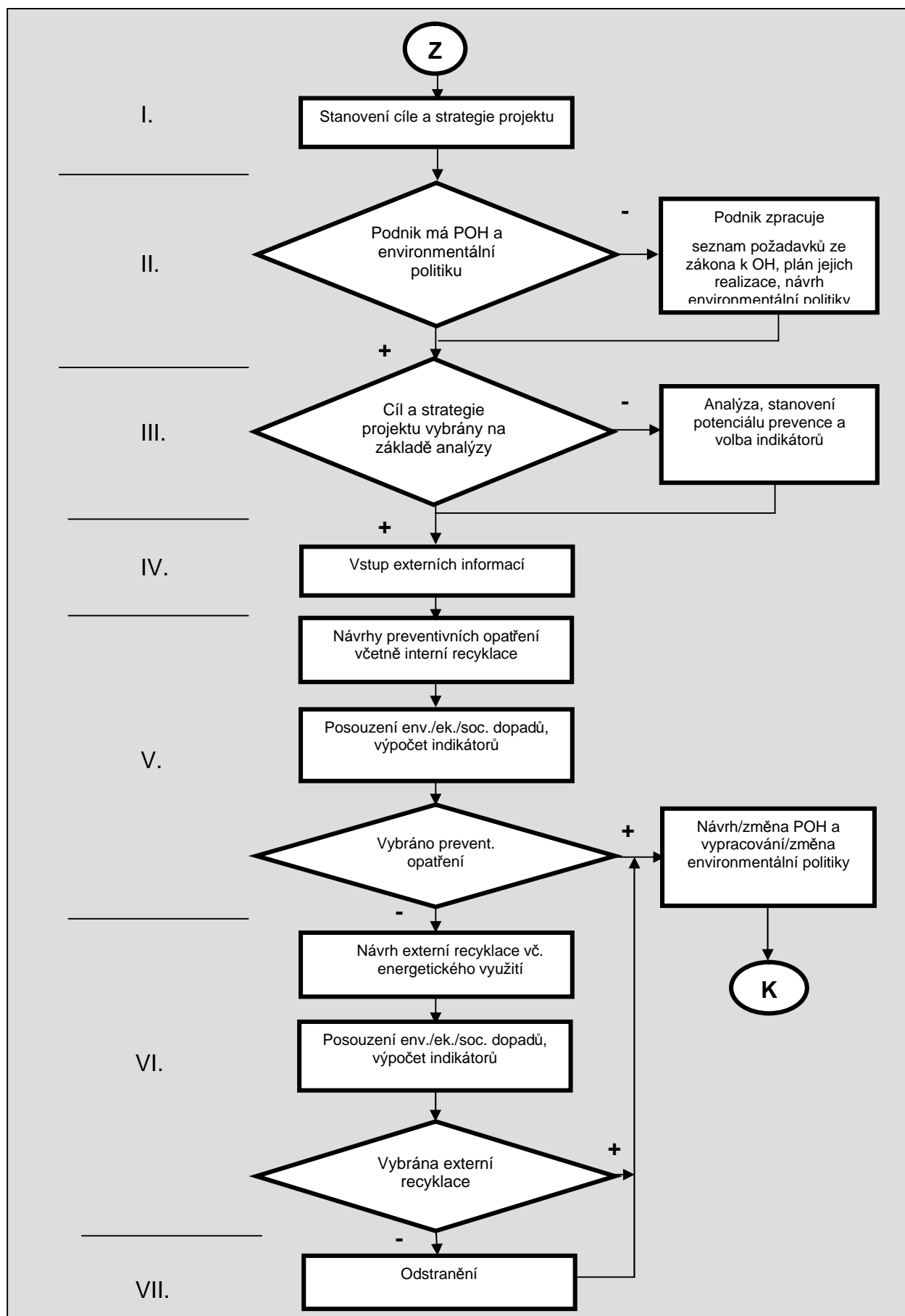
znázorněného na jednoduchém blokovém schématu (obr.1), při zpracování podnikového projektu prevence, s uvedením příloh, ve kterých je příslušný krok podrobněji rozpracován, případně doplněn příkladem použití a pomocných pracovních metod.

Druhá část je zaměřena na daný obor. Nejprve představuje vstupy, základní procesy a výstupy, které v tomto odvětví výroby zásadní měrou ovlivňují zatěžování životního prostředí, další část je věnována preventivním přístupům a minimalizaci odpadů v daném oboru a uvádí příklady preventivních opatření z oboru.

Třetí část manuálu obsahuje přílohy, ve kterých jsou podrobněji rozvedeny jednotlivé kroky projektu prevence, a popsány pomocné metodiky, případně na příkladech.

Závěrem jsou vysvětleny pojmy a definice, používané v manuálu, a uvedena použitá a doporučená literatura.

Je třeba konstatovat, že projekt prevence je soubor vzájemně provázaných činností, nových informací a jejich aplikace, které obvykle v plné míře pochopíme teprve ke konci prvního projektu. To znamená, že se v průběhu projektu nevyhneme případným chybným rozhodnutím a omylům. Z tohoto důvodu doporučujeme **účast externího konzultanta** zejména v prvních fázích projektu.



Obr. 1: Kroky v projektu prevence

1.1 Stručný popis jednotlivých kroků

1.1.1 Stanovení cíle a strategie projektu (Krok I.)

Předpokládejme, že se vedení podniku rozhodlo realizovat projekt prevence a vytvořit k tomu personální a finanční podmínky. Podrobněji viz *Příloha 1*.

Často se stává, že se podnik již zaměřil na konkrétní odpad bez analýzy materiálových toků a bez určení příčiny jeho vzniku. Důvodem bývá, že odpad je zátěží pro podnik na základě požadavku ze zákona o odpadech (jako je omezení produkce odpadu podle § 10,11,12, požadované omezování spotřeby nebezpečné složky či ochrana zdraví pracovníků) nebo se nakládání s odpadem promítá neúměrnými náklady do ceny výrobku.

Cílem projektu prevence je obvykle **snížit množství odpadu**, přecházejícího do životního prostředí (např. snížit množství odpadních vod o 5%) nebo **snížit spotřebu vstupů do procesu** (např. snížit spotřebu vody v podniku o 20%). Cíl projektu musí být reálně dosažitelný a musí být měřitelný.

Minimalizace odpadu se zaměřuje v první řadě na **předcházení vzniku odpadu**, tj. primárním řešením není koncová technologie, která pouze brání přechodu znečištění do životního prostředí. To však neznamená, že nemůžeme použít koncovou technologii vůbec. Je nutná k tomu, aby zachytila odpady a znečištění, kterým z principu není možné předejít.

Kromě zvýšení ochrany životního prostředí (**environmentálního dopadu**) má projekt **ekonomický dopad**: pomáhá optimalizovat náklady na proces, na investice (např. optimalizovat kapacitu čistírny odpadních vod) a na nakládání s odpady a znečištěním. Šetří zdroje a snižuje zatížení životního prostředí, přičemž vznikají finanční úspory.

Strategie projektu musí být zaměřena na

- stanovení skutečné příčiny vzniku odpadu
- odstranění nebo omezení skutečné příčiny vzniku odpadu
- osvojení principu stálého zlepšování, který opakovaným prověřováním možnosti prevence vede ke stálému snižování negativních dopadů na životní prostředí z činnosti podniku.

1.1.2 Vazba na environmentální politiku a plán odpadového hospodářství (Krok II.)

U podniku, který má vypracovaný plán odpadového hospodářství nebo který přijal v rámci jiné aktivity (zejména zavádění EMS) environmentální politiku, projekt prevence produkovaného odpadu zapadá do celkové koncepce podniku jako řešení konkrétního problému, a především – má vazbu na řízení podniku.

Podnik, který nemá plán odpadového hospodářství ani environmentální politiku, může vypracovat první návrh environmentální politiky např. na podkladě soupisu požadavků zákona o odpadech a plánu jejich plnění, záměrů na zdokonalení výrobních postupů apod. Pokud však minimalizovaný odpad nevybere na základě celkové analýzy materiálových toků, nemusí mít dostatek informací o skutečných příčinách jeho vzniku, a často tak hledá řešení vedlejšího, nikoliv základního problému.

Podrobněji viz *Příloha 2*.

1.1.3 Rozhodnutí o dalším kroku v projektu prevence podle způsobu výběru odpadu, který má být omezen (Krok III.)

Pro stanovení cílů a strategie projektu prevence je nutné znát **potenciál prevence** odpadů, tj. potřebu minimalizovat jejich vznik.

K identifikaci míst s vysokým potenciálem prevence se provádí **analýza procesů a materiálových toků**. Má tento postup:

- **předběžné hodnocení**, které spočívá ve vypracování **přehledu materiálových toků včetně nákladů** (analýza vstupů a výstupů), aby bylo zřejmé jejich využití a **rozsah ztrát**. To se provádí sestavením tabulek (v projektech prevence označovaných TT – TopTwenty) pro nejvýznamnější suroviny, nebezpečné látky a odpady - viz *Přílohy 4 a 5*. K jejich sestavování se využijí podnikem sledované údaje a interní informace a podle potřeby se doplní vlastním měřením, případně expertním odhadem. Ke stanovení **pořadí významnosti** pro suroviny a odpady se používají **bodovací systémy** na základě pro podnik důležitých **kritérií**. Podrobněji – viz *Přílohy 4 a 5*. Ze zjištěných míst vysokého potenciálu se vybere odpad, na který bude projekt zaměřen, tj. **předmět projektu**. Vybraný předmět projektu schvaluje vedení podniku.
- **podrobná analýza** materiálových toků v místech, souvisejících s vybraným odpadem, na který se projekt zaměřil. Je nutná k nalezení skutečných **příčin vzniku ztrát, odpadů a znečištění** a tím k ověření skutečného potenciálu prevence daného materiálového toku.

Prostředkem k posuzování procesu vzniku odpadu obvykle nebudou jen informace shromážděné a zpracované pro odpadové hospodářství. Budou to rovněž **podnikové informace** jako: popis technologií, předpisy, normy a také účetní doklady o dodaných vstupních surovinách a veškerých materiálech, evidence nebezpečných látek, spotřeby materiálů a energií, výsledky interních kontrol, apod. Bližší – viz *Příloha 4, odst.B a E*.

Na přesnosti analýzy závisí úspěch při hledání variant řešení a výběru varianty. Z analýzy musí vyplynout, zda **příčinou vzniku odpadu** je samotný výrobek, volba surovin, výrobní technologie, výrobní zařízení nebo výrobní postup a jeho provádění. Analýza podle dokumentace musí být doplněna reálnou kontrolou provozu, v reálných podmínkách.

Výsledky uvedeného postupu dávají možnost **konkretizovat cíle** projektu.

Aby bylo možno sledovat plnění cílů, je nutno hodnotit změny, ke kterým dojde vlivem zavedení opatření prevence. K popsání stavu před a po zavedení opatření je potřeba zavést **environmentální a ekonomické indikátory** jako jednotky pro měření změny. Indikátorem je na příklad měrná spotřeba surovin, energií nebo měrná produkce odpadu – podrobněji viz *Příloha 10*.

1.1.4 Vstup externích informací (Krok IV.)

Aby **návrhy preventivních opatření** byly optimální, musíme porovnat stav v podniku se stavem v odvětví, technologickými trendy, teorií procesů atd. **Externí informace** jsou obsaženy např. v odborné literatuře, studiích, získají se z kontaktů s vysokými školami a výzkumnými ústavy, z databází nejlepších dostupných technik (BAT) nebo kontaktů s odbornými pracovními skupinami k referenčním dokumentům BAT (BAT Reference Documents – BREF's). Řada informací je obsažena v **databázích**, zpracovaných v projektech MŽP. Podrobněji viz *Příloha 6*.

Databáze preventivních opatření by se výhledově měla propojit s dalšími databázemi, jako je databáze vlastností materiálů, odpadů a druhotných surovin, databáze LCA, ekodesignu, databáze nejlepších dostupných technik, recyklačních technologií atd.

1.1.5 Návrh preventivních opatření včetně interní recyklace a výběr optimálního opatření (Krok V.)

Na základě zjištěné skutečné příčiny vzniku odpadu a z analýzy materiálového toku **navrhne** pracovní skupina **varianty preventivního opatření** k omezení vzniku odpadu a ke zvýšení využití vstupujících materiálů. Způsoby navrhování variant preventivního opatření jsou popsány v *Příloze 8*.

Varianty preventivních opatření **se hodnotí** z hlediska

- **environmentálního** přínosu pro životní prostředí (např. omezení znečištění a odpadů, dopad změny na životní prostředí v podniku a jeho okolí)
- **ekonomického** přínosu pro podnik (např. realizovatelnost s ohledem na investiční náročnost a budoucí provozní náklady, doba návratnosti investice).
- **technického** (např. bezpečnost práce, možné změny kvality výrobku, nároky na prostor, na nová zařízení a přístroje a jejich kompatibilitu s ostatním zařízením).

Pomocí **indikátorů** určí pracovní skupina u dané varianty očekávané snížení vzniku odpadu a porovná je se stanoveným cílem projektu. K materiálovým tokům přiřadí toky finanční, tj. náklady na nevyužité suroviny, náklady na nakládání s odpady před přijetím opatření, náklady na změny procesu (organizační a investiční) a jeho provoz, aby bylo možno porovnat náklady spojené se zavedením opatření a návratnost investic s úsporami, danými zvýšením efektivnosti. Stanoví rovněž sociální dopad opatření.

Vhodně zvolené environmentální indikátory může podnik rovněž použít v žádosti o integrované povolení. Také publikované referenční dokumenty nejlepších dostupných technik – BREF (viz *Použitá a doporučená literatura*)

K **porovnání variant** je možno využít postupů uvedených v *Příloze 10*.

Na základě výsledků analýz a hodnocení variant navrženého preventivního opatření pracovní skupina **vybere optimální řešení**, navrhne plán realizace a jejího finančního zajištění, a předloží vedení podniku **ke schválení**. Úspěch při hledání variant řešení a výběru optimální varianty závisí na kvalitě analýzy materiálových toků.

Tím rovněž vytváří zpětnou vazbu pro stanovení nových cílů a projektů které jsou základem pro vznik podnikového **programu prevence odpadů a znečištění**.

Dosavadní nebo uvažovaná opatření k předcházení vzniku odpadu, k omezení množství nebo k využití odpadu mohou být využita při zpracování žádosti o integrované povolení, rovněž tak opatření k zajištění plnění povinností preventivního charakteru.

Podle výsledků všech hodnocení a analýz jsou vypracovány a vedením podniku schváleny **změny podnikového plánu odpadového hospodářství**, případně **finální verze environmentální politiky**.

Podrobněji o navrhování a výběru preventivních opatření – viz *Příloha 8*.

Interní recyklace

Jestliže z principu není možné omezit vznik odpadu, pracovní skupina hledá možnost vrátit odpad na vstup jako surovinu pro tentýž proces (např. vratný výrobní ocelový šrot nebo

vratný odpad z tlakového lisování plastů). Podobně jako u preventivních opatření u zdroje hodnotí opatření z hlediska

- bezpečnosti pracovníků
- požadavků na kvalitu výrobku a její možnou změnu (v kladném i záporném smyslu) při použití druhotné suroviny
- požadavků na standardizaci vlastností druhotné suroviny
- požadavků na prostor
- požadavků na nová zařízení (např. úprava odpadu před opakovaným použitím) a jeho kompatibility s dosavadním zařízením
- nároků na spotřeby energie a dalších materiálů pro úpravu odpadu na druhotnou surovinu.

Základní kritéria pro interní recyklaci jsou odvozena z požadavků na kvalitu výrobku; je např. známo, že při tlakovém lisování se množství výrobních odpadů plastů, které se může přidat k primární surovině aniž by došlo ke změně mechanických vlastností výrobku, pohybuje mezi 5-30%. Podobná omezení platí i pro recyklaci skla, papíru, textilu.

1.1.6 Externí recyklace (Krok VI.)

Při **externí recyklaci** (využití odpadu jako suroviny pro jiný výrobní proces) i **energetickém využití** je nutno postupovat stejně jako u hledání opatření preventivních. Při úpravách odpadu před jeho využitím vznikají obvykle rovněž odpady, které je potřeba omezovat také již u zdroje. Technické řešení externí recyklace musí být ekonomicky dostupné a mít příznivý dopad na životní prostředí.

Z hlediska environmentálního dopadu používaných recyklačních technik má v řadě případů příznivější dopad na životní prostředí **energetické využití** odpadů. Požadavek zákona na vyšší materiálové využití je proto výzvou pro využívání ekodesignu při návrhu výrobků a při vývoji nových technik a technologií, včetně recyklačních (jakou je např. chemická recyklace plastů).

K externí recyklaci viz *Příloha 9*.

1.1.7 Odstranění odpadu (Krok VII.)

Řešení tohoto kroku není předmětem manuálu. Je uveden jen pro úplnost, existují odpady, pro které se přes všechna přijatá opatření nenalezne využití. Původce odpadu v tomto případě použije kontaktu na odbornou firmu podnikající v odpadovém hospodářství.

Postupy k odstranění odpadu stanovuje příloha zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech.

1.1.8 Program prevence

Při analýze materiálových toků bývá v projektu prevence nalezeno více zdrojů odpadů a znečištění, které je možno omezit pomocí preventivních opatření. Na základě těchto výsledků podnik vyhodnotí projekt a stanoví, jakým způsobem budou udržovány dosažené efekty opatření projektu a jaký bude další postup. Z toho vychází i možné pokračování projektů prevence v rámci vzniklého **programu prevence** v souladu s přijatou environmentální politikou.

Všechny postupy pro nakládání s odpady je třeba posuzovat z pohledu vlastností výrobku obsahujícího druhotné suroviny. V řadě případů brání materiálovému využití odpadů požadavky na kvalitu a bezpečnost výrobku, případně je využití spojeno se spotřebou energie, vznikem dalších odpadů a proces zatěžuje neúměrně životní prostředí. Tím se ještě podtrhuje význam předcházení vzniku odpadů, posuzování výrobku v celém životním cyklu a využívání ekodesignu. **Problematika odpadového hospodářství se posunuje od výroby k výrobku.**

2. Povrchové úpravy kovů

2.1 Vstupy, procesy a výstupy

Povrchové úpravy se provádějí z různých důvodů či potřeb, většinou jako protikorozi ochrana proti působení atmosféry, z požadavků na funkční vlastnosti jako tvrdost, oděruschopnost, kluznost, dlouhodobá využitelnost či životnost, apod., především ve strojírenských technologiích.

Procesy povrchových úprav kovů mají tři základní fáze, které mají své vstupy, sled dílčích procesních operací a výstupy. Jsou to:

1. předběžné zpracování a příprava kovových materiálů
2. vytvoření konverzního povlaku nebo povlaku vhodného kovového materiálu
3. povrchová úprava nanesením organického povlaku.

Tyto fáze podle požadavků na funkční vlastnosti povrchové úpravy pak v potřebném technologickém sledu dané fáze používají různé dílčí operace procesů povrchové úpravy, prováděné obvykle s pomocí pevných a chemických prostředků/pomocných vstupů. Mezi ně náleží:

Čistění a odmašťování povrchu:

- mechanickou cestou, hlavně otryskáváním tryskacími prostředky
- chemicky za použití rozpouštědel
- elektrochemicky s použitím alternativních chemických činidel.

Tryskací prostředky:

- běžné, např.: křemičitý písek, brusné materiály, ocelový nebo litinový granulát a drť, sekaný ocelový drát, balotina (skleněné kuličky), polyuretanová pěna s abrazivem.
- „čistší“, např.: plastový granulát, obilná drť, voda s přídavkem bikarbonátu.

Prostředky k chemickému čistění mořením:

- běžné, např.: roztoky kyselin (sírové, chlorovodíkové, fosforečné, fluorovodíkové, dusičné), roztoky alkálií (hydroxidy), mořicí přísady (inhibitory).

Alternativní rozpouštědla (náhrada halogenových): vodné roztoky, emulze a disperze, uhlovodíková rozpouštědla, chlorfluoruhlovodíky, různá organická rozpouštědla, zkapalněné plyny, tuhý oxid uhličitý, čistění absorpčním médiem, odmašťování nízkotlakou plazmou.

Příprava povrchu opatřeného organickým povlakem:

Odstraňování starých nátěrů

- mechanickou cestou: tryskání, kartáčování, obrušování, oškrabávání.
- mechanicky při vyšší teplotě,
- chemicky: rozpouštědly, odstraňovači nátěrových hmot.

Výstupy. Při všech uvedených způsobech předběžné přípravy materiálů dochází obvykle ke znečišťování všech složek životního prostředí. Vznikají: odpadní vody, kaly, emise do ovzduší i pevný odpad. Látky obsažené v těchto odpadech jsou často toxické a nebezpečné pro životní prostředí - obsahují zbytky nátěrů včetně antikoročních přísad a pigmentů,

použité tryskací částice a další pomocné chemikálie, z nichž některé mohou být i těkavé organické sloučeniny a OCD látky. Jedná se i o odpad s rizikem vzniku výbuchu či požáru.

Významným zdrojem odpadů jsou chemické a elektrochemické povrchové úpravy, které probíhají v roztocích chemických činidel. Funkční lázně mají obvykle omezenou životnost, výnosy lázní je nutno doplňovat, vznikají jejich odpady, případně emise do ovzduší.

2.2 Techniky prevence

Obecné strategie prevence znečištění při povrchových úpravách kovů předpokládají, při hledání nejlepších způsobů prevence a minimalizace odpadů i technik pro jejich aplikaci, nutnost analyzovat jak jednotlivé fáze výrobního procesu, tak životní cyklus výrobku až do konce jeho životnosti.

Se zaměřením na z hlediska znečišťování životního prostředí nejvýznamnější procesní operace povrchových úprav, jsou v následujícím tabelárním přehledu uvedeny hlavní směry prevenčních technik, které je možno uplatnit k předcházení vzniku či minimalizaci vznikajících znečištění. Jedná se o:

- techniky optimalizace čisticích a odmašťovacích procesů (tab.1),
- dostupné alternativní technologie pro čištění a odmašťování kovových povrchů (tab.2),
- procesní aspekty dostupných alternativních technologií pro čištění a odmašťování (tab.3),
- dostupné alternativní technologie pro odstraňování starých nátěrů (tab.4),
- procesní aspekty dostupných alternativních technologií pro odstraňování starých nátěrů (tab.5),
- nejnovější technologie pro odstraňování starých nátěrů (tab.6),
- procesní aspekty nejnovějších technologií pro odstraňování starých nátěrů (tab.7),
- možnosti prevence znečištění při galvanické povrchové úpravě kovů (tab.8),
- charakteristika a porovnání náhradních a běžných technologií při povrchové úpravě kovů (tab.9), další alternativní technologie povrchové úpravy kovů, které produkují omezená množství nebezpečných a obtížně odstranitelných odpadů (tab.10),
- strategie prevence znečištění u organických nátěrů nanášených na kovové povrchy (tab.11),
- alternativní nátěrové technologie organické povrchové úpravy kovů (tab.12).

Tabulka 1: Změny a úpravy procesů čištění a odmašťování

Čisticí technika	Techniky optimalizace čisticích a odmašťovacích procesů
Odmašťování ponorem za použití běžných rozpouštědel	<ul style="list-style-type: none"> • omezení celkové potřeby čištění a odmašťování • použití méně toxických rozpouštědel, např. emulzních čisticích prostředků, vodou ředitelných rozpouštědel a pomocných látek • užití co nejmenšího množství různých rozpouštědel v provozu • předcházení kontaminaci rozpouštědla – zkontrolovat, zda součástky nejsou před aplikací nadměrně znečištěné nebo mokré • údržba zařízení – zásobníky, závěsy a nádrže (vany) udržovat v technicky vyhovujícím stavu, aby nedošlo ke korozi a následnému znečišťování rozpouštědla korozními produkty • použití předepsaných druhů rozpouštědel – zamezit přidání i malého množství nesprávného rozpouštědla do nádrže, předejít znehodnocení celého jejího obsahu • pravidelná likvidace kalu z nádrží – kovové částice mohou vyvolat chemické reakce vedoucí k chemickému rozkladu rozpouštědla. Doporučuje se nepřetržitá filtrace. • omezení ztrát vypařováním – dané zařízení prostorově umísťovat mimo místa s intenzivním prouděním vzduchu nebo s vysokou teplotou • minimalizace výnosu, tj. kapaliny, která ulpívá na součástce, když je vyjímána z nádrže (vany) a následně odkapává. Mezi techniky snižování množství výnosu patří řádné upevnění na závěsy, intenzivní odstředění a instalace odkapávacích krytů • aplikace protiproudového čištění – součástky procházejí řadou odmašťovacích nádrží (van) či jednotlivými jejich sekcemi s postupně se zvyšující čistotou rozpouštědla; toto opatření sníží spotřebu rozpouštědla prodloužením doby jeho použitelnosti • nesměšování různých rozpouštědel – pro účely recyklace je mnohem snadnější oddělit rozpouštědlo od nečistot, než oddělovat dvě rozpouštědla a nečistoty • zamezit kontaminaci použitých rozpouštědel vodou, kalem a odpadními látkami • řádné označení obsahu každého kontejneru s odpadem či surovinou • recyklace na místě - metody k recyklaci zahrnují sedimentaci, filtraci, odpařování, vakuovou destilaci, frakční destilaci

Odmašťování v parách rozpouštědla	<ul style="list-style-type: none"> • omezení vstupní/výstupní rychlosti – kapalina (výnos) i páry nadměrně unikají z komory, pokud se odmašťované předměty vyjmají příliš rychle • omezení míry zátěže – používat koše s plochou menší než je 50% plochy hladiny odmašťovače a tím snížit výnos odpařováním • snížení množství výnosu lepším nastavením a orientací součástí v komoře • utěsnění odmašťovací kabiny • dodržování provozní teploty a dostatečné chlazení snižuje ztráty odparem • omezení proudění vzduchu v prostoru kolem zařízení • zamezení procesnímu šoku – procesní šok nastává v okamžiku, kdy se do kabiny dostane velké množství součástí najednou a dojde k ucpání parové sítě a nasátí vzduchu do zařízení • vhodná regulace teploty rozpouštědla – teplota v kabině odmašťovacího zařízení by měla být udržována na úrovni odpovídající vzniku páry, tím se zajistí správná funkce zařízení • nastavit dostatečnou dobu odmašťování – zajistit, aby všechny součástky dosáhly teploty par odmašťovače a nedocházelo ke jeho kondenzaci na povrchu součástí • stříkat pouze pod odpařovací zónou – stříkat je nutné stabilním proudem, je potřeba zabránit jemnému mlžení • udržovat správnou výši hladiny rozpouštědla v zařízení – kromě nadměrné kontaminace vodou je hlavní příčinou acidity halogenových rozpouštědel tepelný rozklad jejich par při styku s horkým povrchem elektrických topných těles, která nejsou ponořena pod hladinu • minimalizovat únik par do okolí – výpary generují vzdušné emise těkavých organických látek
--	---

Odmašťování ponorem za použití vodných roztoků	<ul style="list-style-type: none"> • udržovat předepsané složení a ostatní kvalitativní parametry odmašťovacího prostředku • provádět kontrolu odmašťovaných předmětů – žádné součástky vstupující do nádrže by neměly obsahovat cizorodé látky • zamezit nadměrnému plnění nádrže, které výrazně snižuje účinnost odmašťování • zajistit nepřetržitou kontrolu teploty a prověřovat funkčnost topení nebo chlazení • dodržovat správný postup přípravy roztoku, jednotlivé komponenty důkladně promíchat a obsah nádrže (vany) zahřát na předepsanou teplotu • průběžně odstraňovat kaly a nečistoty, nejlépe kontinuální filtrací • monitorovat životnost odmašťovacího roztoku • provádět řádnou údržbu zařízení • realizovat opatření pro snížení výnosu • používat demineralizovanou vodu • využívat princip protiproudového odmašťování • používat postřikový oplach tam, kde je to možné – účinnost oplachování lze zvýšit instalací stabilních postřikovacích systémů • nainstalovat mlhové trysky – tak se spotřebuje mnohem méně vody než při použití běžných typů • využívat systémy s uzavřeným oběhem
---	--

Tabulka 2: Dostupné alternativní technologie pro čištění a odmašťování kovových povrchů

Technologie	Přínos pro prevenci znečištění	Možné aplikace	Provozní přínosy	Nevýhody
Odmašťovací prostředky založené na vodní bázi	<ul style="list-style-type: none"> Nedochází k poškozování ochranné ozónové vrstvy Země většinou neobsahují těkavé látky mnohé z nich jsou biologicky odstranitelné nehořlavé a nevybušné 	<ul style="list-style-type: none"> výborně odstraňují anorganické a polární organické nečistoty používají se při odstraňování lehkých olejů a zbytků z jiných čisticích procesů používají se k odstranění vysokoviskózních olejů a nánosů vosků při zvýšených teplotách (>70°C) 	<ul style="list-style-type: none"> odstraňují tuhé nečistoty a olejovité látky čisticí schopnost se mění v závislosti na koncentraci a teplotě, takže je možné proces uzpůsobit individuálním potřebám možnost zintenzivnění procesu pomocí ultrazvuku 	<ul style="list-style-type: none"> problematické uplatnění u součástek se spárami a štěrbinami technologie vyžadují větší prostor, hlavně u vícestupňového čištění v řadě vyžadují vyšší teplotu (10-35°C) při nedostatečném zbavení vlhkosti mohou kovové součástky zkorodovat (doporučuje se inhibitor koroze)
Odmašťovací prostředky založené na částečné vodní bázi	<ul style="list-style-type: none"> některé z nich mají nízkou tenzi par a s tím může souviset snížení emisí těkavých organických sloučenin terpeny lze použít i za nízkých teplot, tzn. nižší spotřebu tepelné energie u některých typů lze některé složky odmašťovacího prostředku získávat z oplachových vod a recyklovat nebo likvidovat samostatně 	<ul style="list-style-type: none"> vysoká rozpouštěcí schopnost těchto odmašťovacích prostředků umožňuje odstraňovat nečistoty tvořené mazacími tuky, vosky nebo dehtovitými látkami většinu odmašťovacích prostředků založených na částečné vodní bázi lze využít na kovy a některé plasty N-metyl-2-pyrrolidon se používá jako rozpouštědlo v odstraňovacích nátěru, při čištění a odmašťování 	<ul style="list-style-type: none"> lze přidat inhibitory koroze vyšší hodnota pH, zabraňuje rozpouštění kovů snížení povrchového napětí umožňuje pronikání do spár a štěrbin glykoletery jsou velmi účinná rozpouštědla, která snadno odstraní nečistoty tvořené polárními i nepolárními látkami N-metyl-2-pyrrolidon se používá, pokud je potřeba rozpouštědlo mísitelné s vodou Většina esterů má vysokou rozpouštěcí schopnost pro mnoho nečistot hydrofobního charakteru a dobře se mísí s ostatními organickými rozpouštědly 	<ul style="list-style-type: none"> N-metyl-2-pyrrolidon je reproduktivní toxin přenášený kožně, nutná ochrana rukou některé glykoletery mohou mít teratogenní účinky většina koncentrátů těchto přípravků jsou hořlavé kapaliny některé limonenové silice obsahují terpeny, které nepříjemně zapáchají některé složky těchto přípravků mohou narušovat plastové materiály některé estery vyžadují příliš dlouhou dobu než se dokonale odpaří v některých případech může jít o látky škodlivé pro vodní organismy
Uhlovodíková rozpouštědla	<ul style="list-style-type: none"> nezvyšuje se množství odpadních vod jsou snadno recyklovatelné destilací benzínové frakce s vyššími teplotami destilačního rozmezí méně zapáchají a mají i limitovaný obsah aromatických uhlovodíků (tj. nižší toxicitu) vyšší teploty destilačního rozmezí způsobují i snížení ztrát odparem 	<ul style="list-style-type: none"> používají se v aplikacích, ve kterých je styk s vodou nežádoucí používá se na obtížně odstranitelné nečistoty obsahující mazací tuky a vosky a na dehtovité nečistoty. benzínové frakce s nižšími teplotami destilačního rozmezí se používají např. při opravách automobilů (čisticí benzín) 	<ul style="list-style-type: none"> nepřítomnost vody snižuje riziko korozního napadení kovových materiálů lze použít pro všechny kovy a některé plasty (nevhodné pro většinu elastomerů) nízké povrchové napětí umožňuje pronikání do spár 	<ul style="list-style-type: none"> jde o výhradně hořlavé kapaliny (páry tvoří se vzduchem výbušné směsi), některé jsou látky vysoce hořlavé nebo extrémně hořlavé u vysokovroucích rozpouštědel pomalejší proces sušení vysoké náklady na zachycení a zneškodnění plyných exhalací

Zkapalněné plyny	<ul style="list-style-type: none"> používání kapalného CO₂ nevyžaduje opatření proti neznečišťování ovzduší nezvyšuje se množství odpadních vod využívají se přírodní nebo průmyslové zdroje již vzniklého CO₂, takže se nezvyšuje množství skleníkových plynů v zemské atmosféře 	<ul style="list-style-type: none"> velmi dobře rozpouštějí organické sloučeniny střední molekulové hmotnosti, které jsou málo polární lze použít pro čištění miniaturních ložisek měřících přístrojů, elektromechanických přístrojů, úložných zařízení s přímým přístupem, optických součástek, zásobníků polymerů, materiálů vyrobených práškovou metalurgií, keramiky nízká viskozita a okamžité odpaření zbytků média umožňují čištění i malých spár a štěrbin a porézních materiálů 	<ul style="list-style-type: none"> použitelné pro kovy, keramiku a plasty jako je např. teflon, vysokohustotní polyetylen, epoxidy a polyamidy na součástkách neulpívají zbytky rozpouštědla lze jimi účinně čistit kyslíkové přístroje některé látky tohoto typu lze mezi sebou neomezeně mísit a tím měnit jejich vlastnosti 	<ul style="list-style-type: none"> nevhodně zvolené látky, které zlepšují rozpouštěcí vlastnosti CO₂ mohou působit jako nečistoty nebezpečí výbuchu při poškození tlakové nádoby nebo potrubí, jsou-li použity hořlavé plyny jsou narušovány polyakryláty, polystyren, neopren, polykarbonáty a polyuretany tato metoda není vhodná pro součástky, které by mohly být poškozeny působením vysokého tlaku nebo nízkou teplotou neodstraní nečistoty tvořené anorganickými nebo organickými polárními látkami
Tuhý oxid uhličitý	<ul style="list-style-type: none"> nevznikají žádné plynné znečišťující emise nahrazuje CFC a organická rozpouštědla nezvyšuje se množství odpadních vod využívají se přírodní nebo průmyslové zdroje již vzniklého CO₂, takže se nezvyšuje množství skleníkových plynů v zemské atmosféře odstraněné nečistoty jsou unášeny tokem inertního CO₂ 	<ul style="list-style-type: none"> čistí součástky kontaminované radioaktivními látkami používá se při čištění optických prvků astronomických dalekohledů odstraňuje mikroskopické částice a lehké oleje z přesných sestav odstraňuje drobná znečištění křemíkových desek a zrcadel 	<ul style="list-style-type: none"> nevzniká žádný odpad čistícího média prostředek je nehořlavý, netoxický, nemá korozní účinky nezanechává žádné zbytky prostředek proniká do úzkých a obtížně přístupných prostorů snadno měnitelná velikost vložek a tedy i účinnost čištění účinnější než tryskání zkapalněným dusíkem či vzduchem 	<ul style="list-style-type: none"> CO₂ je nutné čistit doba čištění je omezena možnou kondenzací vlhkosti na studeném povrchu a následnou korozí proud plynu může absorbovat pevné částice, jako např. písek, které mohou mechanicky poškodit kovový povrch pro odstranění znečištění tvořeného převážně mastnotami je nutné přidání další chemické látky, aby byly odstraněny úplně

Čištění absorpčním médium	<ul style="list-style-type: none"> • k čištění není potřeba žádná voda • nahrazuje rozpouštědla • médium je biologicky rozložitelné a lze ho recyklovat 	<ul style="list-style-type: none"> • odmašťuje nízkolegovanou ocel před tepelným zpracováním • pohlcuje oleje a mastnoty • odmašťuje hliník a jiné měkké materiály 	<ul style="list-style-type: none"> • média jsou recyklovatelné a regenerovatelné materiály • použité pracovní médium je možné, za určitých podmínek, likvidovat spaláním • škrabkové aplikátory lze využívat neomezeně 	<ul style="list-style-type: none"> • nelze použít na velké povrchy či drobné součástky
Různá organická rozpouštědla	<ul style="list-style-type: none"> • neobsahují halogeny, tzn. nedochází k poškozování ochranné ozónové vrstvy Země • použití ředidel nemísitelných s vodou nezpůsobuje zvýšení produkce odpadních vod 	<ul style="list-style-type: none"> • většinou se používají při zakázkových kusových výrobách, v maloobjemových diskontinuálních výrobních procesech a při ručním dočišťování. 	<ul style="list-style-type: none"> • alkoholy jsou polární rozpouštědla dobře odstraňující širokou škálu anorganických i organických nečistot; rozpustné ve vodě, sušení probíhá velmi rychle • ketony mají vysokou rozpouštěcí schopnost, mnohé polymerní materiály a lepidla však narušují; některé jsou rozpustné ve vodě a lze je využít pro odmašťovací operace, kdy se vyžaduje rychlé vysušení • rostlinné oleje se používají pro odstraňování tiskářských barev a většinou polymerů nenarušují • nižší homology alkoholů a ketonů mají nízké teploty varu a rychle se odpařují 	<ul style="list-style-type: none"> • snadno se odpařují a proto přispívají k tvorbě emisí těkavých organických sloučenin • alkoholy a ketony mají nízký bod vzplanutí a představují nebezpečí požáru a výbuchu • jejich inhalace je zdraví škodlivá • vysoký tlak nasycených par je někdy překážkou, která brání jejich využití ve všech technologických zařízeních
Chlorfluor- uhlovodíky HCFC	<ul style="list-style-type: none"> • méně poškozují ochrannou ozónovou vrstvu Země než CFC • nezvyšuje se množství odpadních vod 	<ul style="list-style-type: none"> • používají se jako náhrada za odmašťování v parách CFC-113 • použitelné pro většinu kovů, keramiku a mnohé plasty • azeotropické směsi s alkoholy se používají při čištění elektroniky 	<ul style="list-style-type: none"> • krátkodobé řešení pro zachování provozu před výběrem vhodnější alternativní technologie umožňující využití stávajícího zařízení • u některých prostředků se obtížně stanovuje bod vzplanutí, některé nejsou hořlavé kapaliny 	<ul style="list-style-type: none"> • poškozují ochrannou ozónovou vrstvu Země a přispívají ke globálnímu oteplování • nevhodné pro polyakryláty, polystyreny a kopolymery ABS

Tabulka 3: Procesní aspekty dostupných alternativních technologií pro čištění a odmašťování

Technologie	Technologická náročnost	Náročnost na obsluhu	Vznikající odpad a emise	Spotřeba energie	Úpravy nutné po vyčištění
Odmašťovací prostředky založené na vodní bázi	střední	malá	<ul style="list-style-type: none"> zachycený olej, nečistoty a mastnoty ve filtrech, koncentráty lázní, odpadní voda a detergent 	<ul style="list-style-type: none"> střední – kontrola teploty, sušení 	<ul style="list-style-type: none"> oplach deionizovanou vodou nebo alkoholem sušení lze urychlit zvýšením teploty sušícího vzduchu nebo použitím pomocného absorpčního materiálu, instalací vhodné automatické sušičky
Odmašťovací prostředky založené na částečné vodní bázi	střední	střední	<ul style="list-style-type: none"> odpadní olej obsahující převážně organický materiál, vodní složka obsahující hlavně anorganické látky; filtry zachycující nečistoty, mastnotu a neemulgované složky 	<ul style="list-style-type: none"> nízká – pouze na sušení 	<ul style="list-style-type: none"> některé složky odmašťovacích prostředků se pomalu vypařují a proto je nutný oplach vodou nebo alkoholem a následné sušení
Chlorfluor-uhlovodíky HCFC	malá	střední	<ul style="list-style-type: none"> destilační zbytky, nepoužitelné rozpouštědlo, HCFC unikající do ovzduší 	<ul style="list-style-type: none"> vysoká – udržování varu, regenerace rozpouštědla (destilace) 	
Různá organická rozpouštědla	malá	malá	<ul style="list-style-type: none"> odpadní rozpouštědla 	<ul style="list-style-type: none"> malá – určeno pro maloobjemové a lokální čištění 	<ul style="list-style-type: none"> použití rostlinného oleje jako čistícího média vyžaduje doplnění postupu o odmaštění za použití vhodného odmašťovacího prostředku
Zkapalněné plyny	vysoká	vysoká	<ul style="list-style-type: none"> kontaminanty kondenzují v nádrži plynný oxid uhličitý může být vypuštěn do ovzduší nebo vyčištěn a opětovně použit 	<ul style="list-style-type: none"> malá – provoz čerpadel 	<ul style="list-style-type: none"> odmašťování probíhá v tlakových nádobách
Tuhý oxid uhličitý	střední	střední	<ul style="list-style-type: none"> zbytky odstraněného nátěru prachové částice oxid uhličitý 	<ul style="list-style-type: none"> střední – zdroj zkapalněného CO₂, mrazicí jednotka, • dodávka stlačeného vzduchu 	<ul style="list-style-type: none"> nutno zabránit kondenzaci vzdušné vlhkosti na součástkách
Čištění absorpčním médiem	malá	malá	<ul style="list-style-type: none"> použité médium 	<ul style="list-style-type: none"> nízká u vzduchové ventilace a systému odsávání 	<ul style="list-style-type: none"> odstranění zbytků pracovního média z produktu, někdy je nutné odsátí
Uhlovodíková rozpouštědla	malá	střední	<ul style="list-style-type: none"> použití rozpouštědel nemísitelných s vodou nezpůsobuje zvýšení produkce odpadních vod; exhalace těkavých látek; odpadní rozpouštědlo lze spalovat, recyklace destilací 	<ul style="list-style-type: none"> nízká – pouze na sušení 	<ul style="list-style-type: none"> součástky lze zbavit zbytků rozpouštědel proudem vzduchu nebo jinou metodou

Tabulka 4: Dostupné alternativní technologie pro odstraňování starých nátěrů

Technologie/ Způsob odstranění nátěru	Pozitivní efekty prevence znečištění	Možné aplikace	Přínosy	Nevýhody
Tryskání plastovým granulátem	<ul style="list-style-type: none"> eliminace emisí těkavých organických sloučenin použití netoxického abraziva jde o suchý proces použité abrazivo se čistí a několikrát opětovně použije při dalším odstraňování nátěrů některá použitá abraziva lze recyklovat na plastové výrobky 	<ul style="list-style-type: none"> lze použít pro různé kovové i nekovové podklady používá se při odstraňování starých nátěrů z letadel a zařízení používaných v letectví odstraňuje práškové nátěry z povrchů součástek s minimálními rozměrovými tolerancemi 	<ul style="list-style-type: none"> vysoce kontrolované odstranění nátěru lze selektivně odstranit jednotlivé vrstvy nátěru eliminuje použití vody při použití termoplastického abraziva lze odpad recyklovat 	<ul style="list-style-type: none"> použitý granulát je smíšen se zbytky nátěrových hmot obsahujících těžké kovy, takže musí být zařazen mezi nebezpečný odpad pracovníci si musí chránit oči a dýchací cesty tryskání je velmi hlučné může dojít k poškození kovového podkladu agresivnější abraziva mohou poškodit kompozitní materiály (skelný laminát) kontaminanty v abrazivu způsobují zvýšení napětí podkladu abraziva jsou hořlavá
Tryskání obilnou drť	<ul style="list-style-type: none"> eliminace emisí těkavých organických sloučenin použité abrazivo se čistí a několikrát opětovně použije při odstraňování starých nátěrů použití netoxického, biologicky odstranitelného abraziva jde o suchý proces 	<ul style="list-style-type: none"> jemný způsob čištění vhodný pro odstraňování mezivrstev a výplňových materiálů s minimální odolností proti abrazi (doporučeno pro kompozitní materiály) používá se v leteckém průmyslu pro tenké duralové plechy a pro součásti z měkkých hliníkových slitin 	<ul style="list-style-type: none"> kontrolované odstranění nátěru lze selektivně odstranit jednotlivé vrstvy nátěru eliminuje použití vody použití levných abraziv abraziva jsou netoxická a biologicky odstranitelná 	<ul style="list-style-type: none"> použitá obilná drť obsahuje zbytky nátěrových hmot obsahujících těžké kovy, takže vytváří nebezpečný odpad koncentrované kontaminanty v recyklovaném abrazivu mohou poškodit podklad účinnost čištění je střední až nízká pracovníci si musí chránit oči a dýchací cesty tryskání je velmi hlučné abrazivo je citlivé na vlhkost
Odstranění nátěru opalováním	<ul style="list-style-type: none"> eliminace emisí těkavých organických sloučenin 	<ul style="list-style-type: none"> lze odstraňovat silné nánosy nátěrových hmot z různých fixačních přípravků a součástí ve stříkacích kabinách a automatizovaných nanášecích linkách 	<ul style="list-style-type: none"> rychlé odstranění silných vrstev nátěrů zpracování součástek složitých tvarů 	<ul style="list-style-type: none"> odpadem jsou zbytky nátěrových hmot, které se klasifikují jako nebezpečný odpad poškozuje materiály, které neodolávají vysokým teplotám (některé slitiny, magnetické materiály) nátěry obsahující halogeny (PVC nebo PTFE) nebo dusík produkují korozně agresivní zplodiny nesmí být použito na nízkotající kovy a jejich slitiny a na hořčík a jeho slitiny vyžaduje zpracování odtahované vzdušiny ze zařízení v závislosti na místních požadavcích nedokonalým spalováním mohou vznikat karcinogenní produkty zvýšení rizika požáru

Odstranění nátěru v tavenině solí	<ul style="list-style-type: none"> eliminace emisí těkavých organických sloučenin 	<ul style="list-style-type: none"> lze odstraňovat silné nánosy nátěrových hmot z různých fixačních přípravků a součástí ve stříkacích kabinách a automatizovaných nanášecích linkách 	<ul style="list-style-type: none"> rychlé odstranění silných vrstev nátěrů zpracování součástek složitých tvarů solné lázně zajišťují rovnoměrné zahřívání odpadní vody mohou být slučitelné se stávajícími systémy zpracování vod 	<ul style="list-style-type: none"> jako vedlejší produkt vyniká kal, který je klasifikován jako nebezpečný odpad poškozuje materiály, které neodolávají vysokým teplotám (některé slitiny, magnetické materiály) nelze použít na nízkotající kovy a jejich slitiny a na hořčík a jeho slitiny vyžaduje zpracování odtahované vzdušiny ze zařízení v závislosti na místních požadavcích plynné exhalace mohou obsahovat karcinogenní sloučeniny
Tryskání vodou s přídavkem bikarbonátu	<ul style="list-style-type: none"> eliminace emisí těkavých organických sloučenin použití netoxického abraziva 	<ul style="list-style-type: none"> odstraňuje nátěry z různých kovových podkladů odstraňuje silné vrstvy nečistot a mastných úsad 	<ul style="list-style-type: none"> lze selektivně odstranit jednotlivé vrstvy nátěru levné abrazivo někdy lze tekutý odpad vypustit do běžného kanalizačního systému použitá voda chladí povrch zpracovávaného materiálu není nutností povrch před tryskáním zvlhčit odpadní roztok bikarbonátu je slučitelný se stávajícími systémy zpracování vod 	<ul style="list-style-type: none"> použité abrazivo nelze recyklovat produkovaný kal obsahuje zbytky nátěrových hmot obsahujících těžké kovy, takže je klasifikován jako nebezpečný odpad nutná instalace sběrného systému na odpadní roztok bikarbonátu nutné odsávání vznikajících prachových emisí a jejich zachycení pracovníci si musí chránit oči a dýchací cesty tryskání je velmi hlučné abrazivo může poškodit podklad
Tryskání tuhým oxidem uhličitým (suchým ledem)	<ul style="list-style-type: none"> eliminace emisí těkavých organických sloučenin jde o „suchý“ proces, takže nevzniká žádná odpadní voda odstraněný nátěr není smíšen se žádným pracovním médiem oxid uhličitý je získáván z přírodních nebo průmyslových zdrojů, kde je 	<ul style="list-style-type: none"> odstraňování starých nátěrů z povrchů vyžadujících vysokou úroveň čistoty vhodné pro zařízení, u něhož je demontáž obtížná nebo nemožná vhodné pro případy, kdy objem odpadu musí být co nejvíce minimalizován, např. u součástek, které obsahují radioaktivní složky nebo u 	<ul style="list-style-type: none"> vyniká malý objem suchého odpadu eliminace použití vody lze selektivně odstranit jednotlivé vrstvy nátěru není nutné předběžné nebo následné čištění není nutné 	<ul style="list-style-type: none"> odstraněné nátěrové hmoty s obsahem těžkých kovů jsou nebezpečným odpadem nutné větrání pracovních prostorů zabraňující zvýšení koncentrace oxidu uhličitého v ovzduší vznikají prachové emise, které mohou obsahovat těžké kovy z nátěru pracovníci si musí chránit oči a dýchací cesty pracovníci musí používat ochranné prostředky proti hluku riziko ohrožení extrémním chladem (omrzliny) možnost vzniku pracovního úrazu zasažením

	přítomen jako odpadní produkt	nátěrů u nichž je předpoklad, že obsahují vysoký podíl zvláště nebezpečných kovů (kadmium, olovo, šestimocný chrom)	maskování (je třeba chránit pouze křehké materiály, jako např. sklo, průhledné plasty ...) <ul style="list-style-type: none"> odstraňování starého nátěru ze zařízení lze uskutečnit i bez jeho demontáže není nutný systém separace nebo recyklace abraziva nulové náklady na likvidaci abraziva pelety, které pronikly do spár a štěrbin, se vypaří a nemusí se pracně odstraňovat 	pracovníka proudem pelet pohybujících se vysokou rychlostí <ul style="list-style-type: none"> odražené a nezachycené pelety mohou kontaminovat pracovní prostředí škodlivinami z odstraňovaného nátěru nízká produktivita práce vlivem rychlé únavy pracovníků (možnost automatizace procesu je minimální) nutnost důkladného uzemnění všech částí tryskacího zařízení vč. otryskávaného předmětu (nebezpečí vzniku statické elektřiny) část otryskaného nátěru má, vlivem elektrostatické přitažlivosti, tendenci se znovu usazovat na podkladu abrazivo o nízké teplotě ochlazuje otryskávaný předmět a způsobuje kondenzaci vzdušné vlhkosti na jeho povrchu možnost poškození kompozitních materiálů obsahující termosetické plasty obtížně kontrolovatelné odstraňování nátěru z grafito-epoxidových materiálů (kevlar) malá rychlost odstraňování nátěru objemné a ekonomicky nákladné zařízení
Vysokotlaké tryskání vodou	<ul style="list-style-type: none"> eliminace emisí těkavých organických sloučenin vodu lze zpracovat a regenerovat během procesu a tím snížit množství odpadní vody 	<ul style="list-style-type: none"> automatizované systémy rychlého odstranění nátěru 	<ul style="list-style-type: none"> vysoká účinnost metody procesní vodu lze recyklovat odpadní vody mohou být slučitelné se stávajícími systémy zpracování vod 	<ul style="list-style-type: none"> kal se zbytky nátěrových hmot obsahujících těžké kovy je nebezpečným odpadem procesní vodu je nutno zachycovat recyklace procesní vody vyžaduje použití ultra-vysokotlakých automatizovaných systémů (pracovní tlaky nad 100 MPa), jejichž provoz je ekonomicky náročný nevhodná tryska může poškodit otryskávaný podklad tryskání je velmi hlučné tryskající voda může poškodit zátky nebo těsnění a proniknout tak do dutin otryskávaného předmětu, což je nežádoucí

Střednětlaké tryskání vodou	<ul style="list-style-type: none"> eliminace emisí těkavých organických sloučenin (některé systémy pracují s aditivy, která mohou obsahovat těkavé organické sloučeniny) vodu lze zpracovat a regenerovat během procesu a tím snížit množství odpadní vody 	<ul style="list-style-type: none"> rychlé odstranění nátěru 	<ul style="list-style-type: none"> vysoká účinnost metody procesní vodu lze recyklovat odpadní vody mohou být slučitelné se stávajícími systémy zpracování vod 	<ul style="list-style-type: none"> kal se zbytky nátěrových hmot obsahujících těžké kovy je nebezpečným odpadem procesní vodu je nutno zachycovat a recyklovat pracovníci si musí chránit oči a dýchací cesty vzhledem k vysokým reakčním silám vznikajícím na trysce není tato metoda vhodná pro ruční použití nevhodná tryska může poškodit otryskávaný podklad tryskání je velmi hlučné tryskající voda může poškodit zátky nebo těsnění a proniknout tak do dutin otryskávaného předmětu, což je nežádoucí
Tryskání tekutým dusíkem	<ul style="list-style-type: none"> eliminace emisí těkavých organických sloučenin jde o „suchý“ proces, takže nevzniká žádná odpadní voda nevzniká žádný prach, plyny, ani jiné škodliviny odstraněný nátěr není smíšen se žádným pracovním médiem 	<ul style="list-style-type: none"> lze odstraňovat silné nánosy nátěrových hmot z různých fixačních přípravků a součástí ve stříkacích kabinách a automatizovaných nanášecích linkách 	<ul style="list-style-type: none"> environmentálně ohleduplná metoda nejmenší možný objem odpadu eliminace použití vody velmi krátké cykly (5 až 15 min.) zajišťují velký výkon automatizované linky vhodné pro velmi silné vrstvy nátěrů 	<ul style="list-style-type: none"> odstraněné nátěrové hmoty s obsahem těžkých kovů jsou nebezpečným odpadem nutná ventilace pracovních prostorů zabráňující zvýšení koncentrace dusíku v ovzduší pracovníci se musí chránit před nízkými teplotami během manipulace metoda není vhodná pro odstraňování tenkých vrstev nátěrů nepříliš účinné pro epoxidové a polyuretanové materiály velikost otryskávaného předmětu v automatizovaných linkách je omezena

Tabulka 5: Procesní aspekty dostupných alternativních technologií pro odstraňování starých nátěrů

Technologie	Technologická náročnost/Náročnost na obsluhu	Produkovaný odpad a emise	Pořizovací náklady	Spotřeba energie	Úpravy nutné po odstranění nátěru
Tryskání plastovým granulátem	střední	<ul style="list-style-type: none"> • odstraněný nátěr a použité abrazivo • prach • hluk 	střední	<ul style="list-style-type: none"> • stlačený vzduch unášející abrazivo • energie nutná pro regeneraci a recyklaci média, zachycení prachu a větrání pracovního prostoru 	<ul style="list-style-type: none"> • nepřetržitá separace abraziva od částic nátěru během procesu odstraňování • odstranění maskování • likvidace použitého abraziva a vzniklého odpadu • některá použitá abraziva lze recyklovat na plastové výrobky
Tryskání obilnou drtí	střední	<ul style="list-style-type: none"> • odstraněný nátěr a použité abrazivo • prach • hluk 	střední	<ul style="list-style-type: none"> • stlačený vzduch unášející abrazivo • energie nutná pro regeneraci a recyklaci abraziva, zachycení prachu a větrání pracovního prostoru 	<ul style="list-style-type: none"> • nepřetržitá separace abraziva od částic nátěru během procesu odstraňování • odstranění maskování • likvidace použitého abraziva a vzniklého odpadu • použité abrazivo lze zpracovat biologickou degradací
Odstranění nátěru opalováním	nízká <ul style="list-style-type: none"> • nízká při zpracování • vysoká při údržbě 	<ul style="list-style-type: none"> • tepelně degradovaný nátěr • unikající plynné exhalace 	střední	<ul style="list-style-type: none"> • přívod elektřiny nebo plynu pro ohřev 	<ul style="list-style-type: none"> • chlazení a větrání • zachycování a likvidace prachových emisí
Odstranění nátěru v solné tavenině	nízká <ul style="list-style-type: none"> • nízká při zpracování • vysoká při údržbě 	<ul style="list-style-type: none"> • sůl/kal jako vedlejší produkty • unikající plynné exhalace • oplachová voda 	střední	<ul style="list-style-type: none"> • přívod elektřiny nebo plynu pro ohřev 	<ul style="list-style-type: none"> • chlazení a větrání • oplach vodou
Tryskání vodou s přídavkem bikarbonátu	střední	<ul style="list-style-type: none"> • kapalný odpad obsahující odstraněný nátěr a použité médium • prachové částice • hluk 	nízké	<ul style="list-style-type: none"> • stlačený vzduch a voda unášející abrazivo • větrání omezující prašnost 	<ul style="list-style-type: none"> • odstranění maskování • likvidace roztoku bikarbonátu se zbytky nátěru

Tryskání tuhým oxidem uhličitým	střední	<ul style="list-style-type: none"> • odstraněný nátěr • prach • hluk • oxid uhličitý 	střední	<ul style="list-style-type: none"> • zkapalněný oxid uhličitý • stlačený vzduch unášející abrazivo 	<ul style="list-style-type: none"> • odstranění maskování • likvidace zbytků nátěru
Vysokotlaké tryskání vodou	vysoká <ul style="list-style-type: none"> • nízká při zpracování • vysoká při údržbě 	<ul style="list-style-type: none"> • kal obsahující odstraněný nátěr • odpadní voda • prachové částice • hluk 	vysoké	<ul style="list-style-type: none"> • elektřina pohánějící vodní čerpadlo 	<ul style="list-style-type: none"> • odstranění maskování • likvidace zbytkového kalu a odpadní vody
Střednětlaké tryskání vodou	nízká/vysoká	<ul style="list-style-type: none"> • kal obsahující odstraněný nátěr (v některých případech obsahuje též použítá aditiva a abraziva) • odpadní voda • prachové částice • hluk 	nízké	<ul style="list-style-type: none"> • elektřina pohánějící vodní čerpadlo 	<ul style="list-style-type: none"> • odstranění maskování • likvidace zbytkového kalu a odpadní vody • pokud jsou použity pomocné látky, je nutné zajistit jejich zpracování
Tryskání tekutým dusíkem	střední <ul style="list-style-type: none"> • nízká při zpracování • vysoká při údržbě 	<ul style="list-style-type: none"> • odstraněný nátěr • inertní plyný dusík 	střední	<ul style="list-style-type: none"> • zdroj zkapalněného dusíku 	<ul style="list-style-type: none"> • odvětrání dusíku z vnitřního prostoru pracovní kabiny • temperace otryskaných předmětů (zahřívání po dobu 5 minut) • likvidace zbytkového odpadu

Tabulka 6: Nejnovější technologie pro odstraňování starých nátěrů

Technologie/ Mechanismus odstranění nátěru	Pozitivní efekty prevence znečištění	Možné aplikace	Přínosy	Nevýhody
Zahřívání laserem	<ul style="list-style-type: none"> nahrazuje rozpouštědla vzniká velmi malé množství odpadu (dochází k tepelné degradaci složek nátěru) 	<ul style="list-style-type: none"> odstranění nátěru a /nebo čištění často se používá ve spojení s tryskáním CO₂ peletami nejvhodnější pro automatizované systémy 	<ul style="list-style-type: none"> vzniká velmi malé množství odpadu vyžaduje minimální zaučení pracovníků umožňuje odstranit pouze vrchní vrstvu nátěru, bez nebezpečí odstranění i podkladového nátěru nedochází k poškození kovového podkladu nepoškozuje elektronické součástky a nemění metalurgické vlastnosti kovů a slitin umožňuje odstranit nátěr ve spárách a štěrbinách do hloubky až 30 mm nepoškozuje kompozitní materiály malé nároky na systémy řízení technologického procesu snadná kumulace nečistot k likvidaci 	<ul style="list-style-type: none"> nutný záchyt a likvidace unikajících plyných exhalací nutnost vybavení pracovníků prostředky na ochranu před nebezpečnými účinky laserového záření nutnost zabránění opětovnému usazování popílku na podkladu (ofukováním vzduchem nebo jiným způsobem) nedokonalým spalováním mohou vznikat karcinogenní produkty
Zahřívání vysoko- energetickým světelným zdrojem	<ul style="list-style-type: none"> nahrazuje odstraňování s použitím rozpouštědel vzniká velmi malé množství odpadu (dochází k tepelné degradaci složek nátěru) 	<ul style="list-style-type: none"> odstranění nátěru a /nebo čištění často se používá ve spojení s tryskáním CO₂ peletami 	<ul style="list-style-type: none"> vzniká velmi malé množství odpadu 	<ul style="list-style-type: none"> nutný záchyt a likvidace unikajících plyných exhalací nedokonalým spalováním mohou vznikat karcinogenní produkty povrch není dokonale čistý
Tryskání ledovými krystaly	<ul style="list-style-type: none"> nahrazuje odstraňování s použitím rozpouštědel netoxické abrazivo vzniká malé množství odpadu (v podstatě jen odstraněný nátěr) 	<ul style="list-style-type: none"> lze využívat i ve stísněných prostorech (např. v ponorkách) vhodné pro hliník a jeho slitiny a pro kompozitní materiály 	<ul style="list-style-type: none"> abrazivo nepřispívá ke vzniku dalšího množství odpadu není potřeba systém separace/recyklace abraziva 	<ul style="list-style-type: none"> vzniklý odpad je klasifikován jako odpad nebezpečný možnost úrazu v důsledku zasažení ledovými krystaly, které se pohybují velkou rychlostí pracovníci musí nosit ochranné respirační pomůcky a chránit si zrak a sluch

Tabulka 7: Procesní aspekty nejnovějších technologií pro odstraňování starých nátěrů

Technologie	Technologická náročnost/Náročnost na obsluhu	Produkovaný odpad a emise	Pořizovací náklady	Spotřeba energie	Úpravy nutné po odstranění
Zahřívání laserem	vysoká • nízká při zpracování • vysoká při údržbě	<ul style="list-style-type: none"> tuhý odpad (struska) obsahující především pigmenty a plnidla 	vysoké	<ul style="list-style-type: none"> elektřina pro provoz laseru odsávání exhalací a větrání pracovního prostoru 	<ul style="list-style-type: none"> zachycování plyných exhalací unikajících během procesu likvidace odpadů
Zahřívání vysokoenergetickým světelným zdrojem	vysoká • nízká při zpracování • vysoká při údržbě	<ul style="list-style-type: none"> tuhý odpad (struska) obsahující především pigmenty a plnidla 	vysoké	<ul style="list-style-type: none"> elektřina pro provoz světelného zdroje odsávání exhalací a větrání pracovního prostoru 	<ul style="list-style-type: none"> zachycování plyných exhalací unikajících během procesu likvidace odpadů
Tryskání ledovými krystaly	střední/střední	<ul style="list-style-type: none"> odstraněný nátěr vzduchem přenášené nečistoty 	průměrné	<ul style="list-style-type: none"> stlačený vzduch unášející abrazivo elektřina pro provoz mrazicího zařízení na výrobu krystalů ledu 	<ul style="list-style-type: none"> odstranění maskování likvidace odpadů

Tabulka 8: Možnosti prevence znečištění při galvanické povrchové úpravě kovů

Omezení zdrojů	Recyklace a regenerace zdrojů
<ul style="list-style-type: none"> • použití procesních chemikálií bez přídavku komplexotvorných látek • snížení objemu oplachové vody: <ul style="list-style-type: none"> - použití postřikových oplachových systémů - iniciace čeření v oplachové nádrži - opakované použití oplachů u chemicky slučitelných lázní - použití vícestupňového protiproudového oplachu - sledování vodivosti a použití průtokových snímačů • prodloužení životnosti procesní lázně <ul style="list-style-type: none"> - kontrolou kvality - elektrolytickou regenerací nebo chemickou úpravou a filtrací - použitím destilované vody, deionizované vody nebo využitím permeátu z reverzní osmózy - řádnou údržbou závěsů - použitím kvalitnějších anod a jejich obalů • snížení ztráty výnosu: <ul style="list-style-type: none"> - nastavením procesní lázně na nejnižší přijatelnou koncentraci chemikálií - použitím chemické lázně pracující za vyšší teploty - pomalejším vyjímáním závěsů s obrobky - zachytáváním výnosu na odkapávací desku, která ho odvádí zpět do procesní nádrže - přidáváním smáčedel do procesní lázně - optimalizace polohy obrobku při vyjímání z lázně - opětovným získáním procesních chemických látek ve výnosové nádrži a opětovným naplněním procesní nádrže regenerovaným roztokem - oplach postřikem přímo nad procesní nádrží 	<ul style="list-style-type: none"> • opětovné použití odpadní oplachové vody • aplikace technik opětovného využití materiálů • regenerace použitých roztoků z procesní lázně • recyklace procesních chemikálií a roztoků oplachové vody pomocí regeneračních technik <ul style="list-style-type: none"> - odpařováním - reverzní osmózou - za pomoci iontoměničů - elektrolyzou - elektrolytickou regenerací - elektrodialýzou • recyklace použitých rozpouštědel destilací • oddělování různých odpadních toků pro účely recyklace, selektivního zpracování a diskontinuálního zpracování

Tabulka 9: Charakteristika a porovnání náhradních a běžných technologií při povrchové úpravě kovů

Náhradní technologie	Běžná technologie	Nároky na kvalitu přípravy povrchu	Provozní náročnost	Relativní investiční náklady	Relativní provozní náklady	Rizika pro zdraví a bezpečnost
Chemické pokovování tepelným rozkladem par sloučenin kovů	Elektrolytické pokovování	stejná	Nižší	vyšší	stejné	nižší
	Bezproudové pokovování	stejná	Nižší	vyšší	stejné	nižší
	Plátování	větší	Nižší	vyšší	vyšší	stejná
	Eloxování a anodizace	stejná	Nižší	vyšší	stejné	nižší
Iontová implantace	Elektrolytické pokovování	stejná	vyšší	vyšší	vyšší	nižší
	Bezproudové pokovování	stejná	vyšší	vyšší	vyšší	nižší
	Plátování	větší	vyšší	vyšší	vyšší	nižší
	Cementování	větší	vyšší	vyšší	vyšší	nižší
Žárově stříkané povlaky	Elektrolytické pokovování	menší	stejná	vyšší	stejné	vyšší
	Bezproudové pokovování	menší	stejná	vyšší	stejné	vyšší
	Plátování	větší	stejná	vyšší	stejné	vyšší
Vakuové pokovování	Elektrolytické pokovování	větší	nižší	stejné	stejné	nižší
	Bezproudové pokovování	větší	nižší	stejné	stejné	Nižší
	Plátování	větší	nižší	vyšší	stejné	Nižší

Tabulka 10.: Další alternativní technologie povrchové úpravy kovů, které produkují omezená množství nebezpečných a obtížně odstraňovatelných odpadů

Technologie	Přínosy pro prevenci znečištění	Funkční aspekty	Aplikace	Požadovaná úroveň zpracování a náklady	Přínosy	Omezení
Galvanické pokovování mědi v bezkyanidových lázních	<ul style="list-style-type: none"> • nevyžaduje použití kyanidů (jejich nepřítomnost v oplachových vodách a v kalech) • u odpadních vod nutná pouze úprava pH, eliminuje se dvoufázové zpracování (rozklad kyanidů a srážení kalu), tj. není třeba použít chlor nebo chlornany 	<ul style="list-style-type: none"> • proces a zařízení jsou podobné jako u kyanidového pokovování • pH 8.8 – 9.8 • není třeba oxidačního procesu pro rozklad kyanidů • teplota lázně 43-60°C • vrstva je matná, s jemnou amorfni strukturou • přidáním leskotvorných přísad lze zlepšit jakost povrchu (vyšší lesk) 	<ul style="list-style-type: none"> • pokovování oceli, mosazi, slitin olova a cínu, zinku, a pozinkovaného hliníku • kování, lodní součástky, instalatérské nástroje, textilní stroje, automobilový a letecký průmysl 	<ul style="list-style-type: none"> • nutná častější úprava parametrů lázně • provozní náklady jsou vyšší, ale porovnáním s náklady na likvidaci odpadů s obsahem kyanidů se mnohonásobně vyplácí • důležitým kritériem je i splnění přísných limitů obsahu kyanidů v odpadních vodách 	<ul style="list-style-type: none"> • proces pokovování je rychlejší než u kyanidových lázní • snižuje se pracovní riziko • zpracování použitých lázní je mnohem jednodušší 	<ul style="list-style-type: none"> • pokovovací proud musí být větší než u kyanidových lázní • větší nároky na kvalitu přípravy povrchu
Elektrolytické postupy odstraňování pokovení v bezkyanidových lázních	<ul style="list-style-type: none"> • použitý pracovní roztok neobsahuje kyanidy • použité látky jsou méně toxické (většinou lépe chemicky rozložitelné a biologicky odbouratelné) • jednodušší zpracování odpadních vod 	<ul style="list-style-type: none"> • bezkyanidové pracovní procesy lze použít pro odstraňování většiny kovových povlaků • existují různé techniky odstraňování pokovení, je tedy obtížné obecně formulovat univerzálně platné procesní aspekty 	<ul style="list-style-type: none"> • letecký a automobilový průmysl • odstraňování pokovení ze závěsů • odstraňování defektního pokovení 	<ul style="list-style-type: none"> • nízká – obsluha zapracovaná pro použití kyanidových lázní by měla bez problémů zvládnout i odstraňování pokovení pomocí roztoků neobsahujících kyanidy • klesají náklady na zpracování odpadů, ale mohou se zvýšit provozní náklady 	<ul style="list-style-type: none"> • výrazně se snižuje množství nebezpečného odpadu • lázně se lépe udržují a regenerují • lázně mají delší životnost 	<ul style="list-style-type: none"> • rychlost odstraňování je relativně malá • může dojít k narušení podkladového kovu • nutné použití elektrického proudu • u některých kovů je nutný ohřev lázně • možnost nežádoucích interakcí některých kovů

Galvanické pokovování zinkovými slitinami	<ul style="list-style-type: none"> • využívá se jako alternativa kadmiování, nejčastěji se používá kombinovaného vylučování kovů zinek-nikl nebo zinek-kobalt 	<ul style="list-style-type: none"> • u vrstev silnějších než 25 µm jsou slitiny zinku téměř stejně účinné jako kadmium • pro pozinkování slitinami lze využít kyselých i alkalických lázní • kyselé lázně vytváří rovnoměrnější vrstvy, což zajišťuje lepší ochranu proti korozi • alkalické lázně mají vyšší proudový výtěžek a metoda je tedy efektivnější 	<ul style="list-style-type: none"> • automobilový průmysl • stavební kování • součásti klimatizačních zařízení 	<ul style="list-style-type: none"> • jde o běžný galvanický proces, který nevyžaduje zvláštní přeškolení obsluhy • • nutno zintenzivnit kontrolu složení lázně, protože je náročnější na dodržení více kvalitativních ukazatelů • lze využít stávající zařízení, někdy je nutná jen instalace nových nádrží 	<ul style="list-style-type: none"> • používané slitiny zinku mají lepší protikorozní vlastnosti než čistý zinek • slitiny niklu a zinku mají větší otěruvzdornost • slitiny zinku a kobaltu jsou v ovzduší se zvýšeným obsahem SO₂ odolnější proti působení atmosférických vlivů 	<ul style="list-style-type: none"> • koeficienty tření zinkových slitin jsou zpravidla vyšší • slitinu zinek-kobalt nelze využít za vyšších teplot • ve srovnání s kadmíem má zinek větší elektrický odpor • vyžaduje kvalitnější přípravu povrchu
Vakuové nanášení hliníku	<ul style="list-style-type: none"> • v některých aplikacích může nahradit kadmiování • hliník je netoxický a jeho zpracováním nevzniká nebezpečný odpad 	<ul style="list-style-type: none"> • nanášený kov se ve vysokém vakuu vypaří a jeho páry na podkladu zkondenzují • povrch součástek musí být velmi kvalitně připraven, zbytky nečistot se odstraňují vysokonapětovým doutnavým výbojem 	<ul style="list-style-type: none"> • lze aplikovat na různé materiály, včetně plastů a kompozitních materiálů • často se používá v leteckém průmyslu 	<ul style="list-style-type: none"> • obsluha zařízení je náročná a vyžaduje důkladné zaškolení • pořizovací náklady jsou výrazně vyšší než u galvanického pokovování, ale snižuje se produkce nebezpečného odpadu • systém vyžaduje instalaci vakuové komory, vysokovýkonných dvoustupňových vývěv, speciálního odpařovacího a vysokonapětového zdroje 	<ul style="list-style-type: none"> • jednotná tloušťka vrstvy a rovnoměrný nános • zařízení je hermeticky uzavřeno, nemůže tedy dojít k ohrožení zdraví • vytvořený povlak poskytuje v prostředí s průmyslově znečištěnou atmosférou lepší ochranu než kadmiování • povlak odolává vysokým teplotám • lze použít i v kombinaci s titanem • je možno vytvářet i relativně silné vrstvy 	<ul style="list-style-type: none"> • vzhledem k charakteru vytvořené vrstvy je někdy nutné dodatečné leštění • pro zvýšení odolnosti proti korozi je vhodné konečný povrch dodatečně chránit chromátováním event. lakováním • nevhodné pro předměty nepravidelných a složitých tvarů • takto nanášený hliník má vysoký koeficient tření a tedy i nepříznivé kluzné vlastnosti

Tabulka 11: Strategie prevence znečištění u organických nátěrů nanášených na kovové povrchy

Původ/druh znečištění	Metody prevence znečištění a regenerace
Prostřík / část nátěrové hmoty, která není nanesena na povrchu natíraného předmětu	<ul style="list-style-type: none"> § vzdálenost mezi stříkací pistolí a výrobkem mezi 15 až 20 cm podle typu stříkacího zařízení § pistole se drží kolmo k povrchu § řádný výcvik obsluhy a automatizace nástřiku § omezení nadměrného tlaku vzduchu při aplikaci nátěrové hmoty § zachycování a regenerace materiálu prostříku § využití elektrostatických stříkacích systémů (stříkání v elektrickém poli) § využití aplikačních pistolí pracujících na jiném než pneumatickém principu § instalace směšovačů nátěrových hmot optimalizujících spotřebu materiálu § kontrola kvality, čistoty a dalších parametrů součástek před aplikací nátěrové hmoty
Emise rozpouštědel/ztráty odparem z procesního zařízení lakoven	<ul style="list-style-type: none"> § zásobní nádrže s rozpouštědlem nesmí přijít do styku se zdroji tepla § využití práškových nátěrových hmot § využití vodou ředitelných nátěrových hmot § využití nátěrových hmot vytvrzovaných UV zářením
Odpady vznikající z technologických důvodů / čištění procesního zařízení rozpouštědly	<ul style="list-style-type: none"> § seřazení jednotlivých šarží podle požadovaného barevného odstínu od nejsvětlejší k nejtmavší § vytvoření skupin součástek zpracovávaných podobným materiálem/způsobem § oddělení stříkacích kabin, kde se používají vodou ředitelné nátěrové hmoty od stříkacích kabin, kde se používají rozpouštědlové nátěrové hmoty § vícenásobné použití čisticích prostředků § zabránit nadbytečnému používání rozpouštědel § čištění nanášecího zařízení po každém použití
Omezování zdrojů	<ul style="list-style-type: none"> § přehodnocení potřeby aplikace nátěrové hmoty a zvážení případných alternativ § využití jiných způsobů ochrany materiálu, mající za následek prodloužení životnosti výrobku oproti řešení vyžadující aplikaci nátěrových hmot

Tabulka 12: Alternativní nátěrové technologie organické povrchové úpravy kovů

Technologie	Přínosy prevence znečištění	Možné aplikace	Výhody	Omezení
Nátěrové hmoty obsahující organická rozpouštědla s velkým obsahem sušiny (rozpouštědlové vysokosušinné nátěrové hmoty)	<p>§ vykazují nižší koncentrace rozpouštědel, než běžné nátěrové hmoty, tj. snižují environmentální, bezpečnostní a zdravotní negativní dopady</p> <p>§ výroba a aplikace těchto nátěrových hmot spotřebuje méně energie než běžné nátěrové hmoty</p>	<p>§ automobilový průmysl</p> <p>§ ocelové konstrukce</p>	<p>§ tyto nátěrové hmoty se jednodušeji skladují vzhledem k nízkým koncentracím rozpouštědla</p> <p>§ vytvořený povlak má větší tloušťku než u běžných nátěrů, tím se urychluje aplikace nátěrových hmot a snižuje se tak počet jednotlivých vrstev</p> <p>§ jsou slučitelné s aplikačním zařízením a technikami používajícími běžné nátěrové hmoty</p>	<p>§ mají větší tendenci vytvářet vady nátěru. Při aplikaci na svislý povrch mají vysokosušinné NH sklon ke vzniku podteklin</p> <p>§ vzniká povlak o větší tloušťce, na kterém se mohou během dalšího zpracovávání vytvářet puchýře</p> <p>§ při zvýšené teplotě mohou pryskyřice s nízkou molekulovou hmotností tékat</p> <p>§ prostředkem vzniká nevytvrzený odpad zatímco u běžných nátěrových hmot je prostředek suchý a práškový</p> <p>§ viskozita nátěrových hmot silně závisí na teplotě, což může nepříznivě ovlivnit kvalitu nástřiku</p> <p>§ zasychání nátěru trvá déle, tím se zvyšuje pravděpodobnost usazování nežádoucích částic přenášených vzduchem (prach, létající hmyz)</p> <p>§ organická rozpouštědla se využívají v omezeném rozsahu, ale jejich přítomnost v nátěrových hmotách je stále nezbytná</p>
Práškové nátěrové hmoty	<p>§ nepoužívají se v nich žádná rozpouštědla</p> <p>§ nižší spotřeba energie při vytvrzování než při použití vypalovacích nátěrových hmot</p>	<p>§ automobilový průmysl, výroba nábytku, stavebnictví</p>	<p>§ vysoká efektivita nanášení</p> <p>§ prášková nátěrová hmota neobsahuje rozpouštědla, pro čištění je možné využít stlačený vzduch</p> <p>§ vytvořený povlak má lepší kvalitativní parametry, než při použití běžných nátěrových hmot</p>	<p>§ aplikace práškových nátěrových hmot vyžaduje manipulaci se zahřátými díly, tj. je nutná zóna pro zchladnutí dílů</p> <p>§ protože aplikace probíhá ve velkoobjemových nádržích, je náročné změnit barvu nátěrové hmoty – problém vzájemné kontaminace a dlouhé doby potřebné na výměnu</p> <p>§ při elektrostatickém způsobu nanášení musí být součástky z elektricky vodivého materiálu</p>
Elektrochemicky nanášené nátěrové hmoty (kataforéza, anaforéza)	<p>§ snížené hodnoty emisí těkavých organických sloučenin</p> <p>§ vynikající efektivita nanášení</p>	<p>§ automobilový průmysl</p> <p>§ průmyslové výrobky</p>	<p>§ dobrá přilnavost nátěru i na hranách a jednotná tloušťka vzniklé vrstvy</p> <p>§ univerzální použití</p> <p>§ jednoduchá automatizace aplikačního procesu</p> <p>§ nízké množství používaných organických rozpouštědel</p> <p>§ možno využít systém uzavřeného cirkulačního okruhu, který snižuje ztráty nátěrové hmoty</p>	<p>§ vysoké pořizovací a provozní náklady</p> <p>§ tento typ nátěrových hmot je velmi citlivý na přítomnost jakýchkoli nečistot v celém průběhu procesu</p> <p>§ k docílení lesku je nutný přídavek speciálních přísad</p> <p>§ kovový povrch může reagovat s nátěrem</p> <p>§ autoforéza = výhoda</p>

Vodou ředitelné nátěrové hmoty	<ul style="list-style-type: none"> § snižují emise těkavých látek i nebezpečí požáru § čištění zařízení je jednodušší § do pracovního ovzduší se uvolňuje menší množství škodlivin § provozní náklady jsou nižší, protože odpadá spotřeba drahých rozpouštědel 	§ automobilový průmysl, stavebnictví	<ul style="list-style-type: none"> § snazší splnění emisních limitů platných pro těkavé organické sloučeniny § menší vystavení obsluhy škodlivým výparům, pro vysychání barvy je nutné proudění vzduchu § menší nebezpečí požáru § tyto nátěrové hmoty jsou při styku s pokožkou méně problémové § dobré až vynikající vlastnosti vytvořeného povlaku včetně lesku a odolnosti proti vnějším vlivům § čištění zařízení a likvidace odpadu je jednodušší 	<ul style="list-style-type: none"> § některé druhy vodou ředitelných nátěrových hmot obsahují určité množství organických rozpouštědel § nevytvrzená nátěrová hmota bývá citlivá na vodu a vlhkost § u některých aplikací, např. vysokoteplotního vysoušení (vypalování) je zvýšená spotřeba energie § vyšší nároky na kvalitu přípravy povrchu před aplikací § nátěry mají nižší lesk § některé pryskyřice degradují ve vodě
Nátěrové hmoty vytvrzované UV zářením	§ při použití těchto druhů nátěrových hmot vzniká jen nepatrné množství emisí těkavých organických sloučenin	§ automobilový průmysl, výroba lakovaných drátů, kovové dekorace	<ul style="list-style-type: none"> § vyžaduje použití minimálního množství rozpouštědel § vysoká reaktivita a velmi rychlé aplikace § vysoká produktivita § nátěrové hmoty lze vytvrzovat i za nízkých teplot, což umožňuje použití i na materiály, které není možno vystavit běžným teplotám § nízké investiční náklady na zařízení 	<ul style="list-style-type: none"> § přítomnost pigmentů snižuje účinnost UV záření a zpomaluje vytvrzování § nátěrové hmoty obsahují některé reaktivní složky, které mohou při delším styku s pokožkou vyvolat její poškození § vyšší viskozita některých nátěrových hmot může při určitých aplikacích způsobovat problémy
Nátěrové hmoty vytvrzované elektronovým zářením (EP)	§ při použití těchto druhů nátěrových hmot vzniká jen nepatrné množství emisí těkavých organických sloučenin	§ automobilový průmysl, výroba lakovaných drátů, kovové dekorace	<ul style="list-style-type: none"> § vyžaduje použití minimálního množství rozpouštědel § vysoká reaktivita a velmi rychlé aplikace § vysoká produktivita § nátěrové hmoty lze vytvrzovat i za nízkých teplot, což umožňuje použití i na materiály, které není možno vystavit běžným teplotám 	<ul style="list-style-type: none"> § nátěrové hmoty obsahují některé reaktivní složky, které mohou při delším styku s pokožkou vyvolat její poškození § EP systémy pracují za vakua a proto jsou příslušná výrobní zařízení velmi nákladná § vyšší viskozita některých nátěrových hmot může při určitých aplikacích způsobovat problémy

2.3 Příklady preventivních opatření

Metody prevence a minimalizace odpadů směřují k účelnému omezování vznikajícího množství odpadů a znečištění, a to především hned u jejich zdroje na základě nalezených příčin jejich vzniku. Řada z preventivních opatření má jednoduchý základ a nenáročnou aplikaci.

K doložení přínosů prevenčního přístupu k problematice odpadů jsou v dalším uvedeny jednoduché příklady využití uvedené metodiky prevence a minimalizace v podnicích a dvě případové studie čistší produkce.

Příklad 1

V podniku A se kovové součástky moří v roztoku kyseliny sírové v rámci přípravy součástky na galvanické pokovování. Doba moření je 12 hodin. Do mořicí lázně se přidává inhibitor koroze, který minimalizuje korozní napadení čistého povrchu kovu způsobené kontaktem se zředěnou kyselinou sírovou. Zkrácením doby moření se sníží spotřeba kyseliny alespoň o 10% a spotřeba inhibitoru koroze. Návratnost je okamžitá, opatření nevyžaduje žádné náklady.

Příklad 2

V podniku B se pro určité součástky používá oplach ponorem s kontinuálním průtokem čerstvé vody. Oplach se provádí před a po galvanickém pokovování. Použitím diskontinuálního způsobu oplachování (při občasné kontrole jakosti oplachové vody) místo kontinuálního lze snížit spotřebu vody o 10% a více. Minimální náklady znamenají rychlou návratnost. Spotřeba vody a vznik odpadu mohou být dále sníženy i instalací průtokoměrů a změnou způsobu oplachování z ponorového na postřikový.

Příklad 3

V podniku C se ocelové svazky moří roztokem kyseliny chlorovodíkové. Ponorem na několik minut dojde k odstranění okují a rzi před galvanickým pozinkováním. Dochází ke ztrátě roztoku kyseliny po vyjmutí součástek z lázně. Výnos lze snížit o 15%, pokud se vyjímané součástky nechají zavěšeny na 2-3 minuty nad lázní, přičemž část roztoku odkape zpět do lázně.

Příklad 4

Podnik D vyrábí desky s plošnými obvody pro vojenskou a leteckou elektroniku.

Linky, na kterých se provádí leptání, autokatalytické pokovování a elektrolytické pokovování v minulosti využívaly k čištění desek jednorázové oplachové systémy. Tím vznikalo velké množství poměrně zředěné odpadní vody obsahující kovy.

V rámci projektu čistší produkce byla navržena změna oplachového systému: bylo zavedeno protiproudové oplachování po autokatalytickém a elektrolytickém pokovování, oplachové nádrže byly upraveny tak, že kapalinu z čistších lázní je možné využít jako přídavnou vodu pro více kontaminované fáze, do oplachových nádrží byly nainstalovány průtokové měřiče a můstky k měření vodivosti, které monitorují čistotu lázní a maximální využití pokovovacích roztoků.

Po snížení spotřeby vody podnik přistoupil k opatřením vedoucím ke zlepšené regeneraci mědi z použitých pokovovacích roztoků a prvooplachových nádrží. Regenerace mj. zvyšuje životnost oplachových lázní. Odpadní toky obsahující jiné kovy, jako např. olovo a nikl, jsou separovány a ošetřeny borohydridem sodným, srážecím činidlem. Při tomto procesu vzniká menší množství pevných částic, než u klasického hydroxidového srážení, a tím i menší množství odpadního kalu. Dosažené úspory v podniku spočívají v prodeji opětovně získané mědi, ve snížení množství chemických látek používaných pro ošetření odpadních vod obsahujících kovy a ve snížení celkové spotřeby vody.

Případová studie 1

Snížení produkce odpadu v podniku vyrábějícím kovový nábytek

V podniku zabývajícím se výrobou kovového nábytku byl realizován projekt prevence vzniku odpadu. Jako metodika bylo použito hledání možností čistší produkce s cílem snížit dopady výroby na životní prostředí a zároveň výrobu zefektivnit, snížit náklady a zvýšit konkurenceschopnost podniku.

Charakteristika podniku

Podnik se rozkládá na 33500 m². Vyrábí 2 základní druhy nábytku: nábytek s pochromovanými trubicovitými nohami a nábytek s ocelovými prvky. Výrobní linka produkuje více než 200 druhů výrobků, většina z nich je z oceli s aplikovaným nátěrem či galvanickým pokovováním. Výrobky se prodávají na domácím trhu. Podnik má 1500 zaměstnanců, z nichž 1000 pracuje ve výrobě.

Výrobní proces

Výrobu tvoří tři samostatné jednotky: výroba, nanášení nátěrových hmot a galvanické pokovování. Jako suroviny se využívají ocelový plech a trubky, nátěrové hmoty, odmašťovací prostředky a složky galvanizačních lázní a čalounické materiály.

V procesu výroby se ocelový plech řeže na potřebnou velikost podle vyráběného kusu nábytku a takto vzniklé polotovary se dále zpracovávají ohýbáním či lisováním, čímž získávají požadovaný tvar. Některé díly se svařují. Hotové výrobky se dále opatřují organickým povlakem nebo se určité části jen pokovují.

Podnik má pro nanášení nátěrových hmot dvě stříkací linky: automatizovanou, která využívá zařízení pro stříkání v elektrickém poli, a linku se standardními stříkacími pistolemi ovládanými ručně.

Součástky se před aplikací nátěru odmašťují, fosfátují, pasivují a suší. Podnik má dvě fosfátovací linky, které produkují velké množství odpadní vody. Po aplikaci nátěrových hmot součástky zasychají volně zavěšeny na hácích.

Pokovování se provádí jako matné niklování nebo lesklé chromování, případně se zinkuje. Všechny manipulace při galvanických pokovovacích operacích se provádějí ručně. Před pokovováním se součástky čistí, leští a odmašťují.

Environmentální problémy:

- vypouštění vysoce kontaminovaných nezpracovaných odpadních vod, obsahujících alkalicky nebo kysele reagující sloučeniny, fosfáty, dusičnany a uhličitany, přímo do splaškové kanalizace.
- produkce odpadních pokovovacích lázní obsahujících kyanidy, kyselinu sírovou a sloučeniny šestimocného chrómu.
- emise par organických rozpouštědel používaných jako ředidla nátěrových hmot, které ohrožují zdraví pracovníků.

Výsledky projektu:

V rámci projektu bylo nalezeno 8 opatření prevence znečištění. Jednorázová cena za zavedení těchto opatření byla stanovena na USD 349 500, každoroční úspora dosažená díky těmto opatřením byla vyčíslena na USD 1 061 300 ročně. Podnik navíc přestal úplně využívat

2 druhy toxických látek, snížil spotřebu kyseliny sírové, oxidu chromového, sloučenin niklu a vody o 30%. Podnik také díky těmto opatřením nemusel přistoupit ke stavbě nákladného systému kanalizace, který byl nezbytným předpokladem splnění environmentálních předpisů.

Závěr

Přehled procesů, dílčích preventivních opatření, nákladů na realizaci opatření, environmentálních a ekonomických přínosů a návratnosti dílčích opatření:

Výrobní proces	Opatření prevence znečištění	Zdravotní a enviromentální přínos	Náklady USD	Finanční přínos ročně USD	Návratnost
Čištění	náhrada H_2SO_4 a benzenu alkalickým roztokem	Snížení množství vypouštěné H_2SO_4 a benzenu	20 900 ročně	----	----
Odmašťování	řádné vyčištění obrobků	eliminace použití kyanidů	0	3 600	okamžitá
Moření	standardizované použití H_2SO_4 , eliminace použití inhibitoru	snížení vypouštěného množství H_2SO_4 a inhibitoru	0	1 000	okamžitá
Galvanické pokovování	zlepšení procesních parametrů	omezení znečišťujících látek v odpadní vodě	12 000 ročně	13 000	1 rok
Galvanické pokovování	snížení ztráty procesního roztoku	omezení znečišťujících látek v odpadní vodě	12 500	nestanoveno	10,5 měsíce
Galvanické pokovování	náhrada kyanidové technologie bezkyanidovou	eliminace použití kyanidů	20 000	7 500	----
Galvanické pokovování	zlepšení procesu zpracování vody	snížení produkce odpadní vody	1 500	1 000 000	2,5 měsíce
Nátěr	zlepšení aplikace nátěrových hmot	snížení ztrát	315 000	1 060 000	4 měsíce
CELKEM			349 500 + jednoráz. (32 760 ročně)		

Přijetí opatření prevence znečištění přineslo podniku zlepšení kvality výrobků, vyšší ochranu zdraví, úspory finančních prostředků a snížení environmentálních dopadů. Podle nového zákona o životním prostředí musí podnik vybudovat systém na zpracování odpadní vody. Zavedená zlepšení sníží náklady na tento systém.

Případová studie 2

Projekt čistší produkce v podniku v ČR zabývajícím se povrchovou úpravou kovů

Charakteristika podniku

Podnik zaměstnává 433 lidí a má roční obrát 220 mil. Kč. V podniku se vyrábí špendlíky, zavírací špendlíky, patentní spony, nýtové knoflíky, náprstky, spony, plastové a kovové zipy, části podvazkových pásů a šlí, knoflíky a další drobné předměty. Podnik má vlastní dílnu na opravu strojů a zařízení.

Výrobní proces

Povrchová úprava kovů patří mezi nejdůležitější činnosti podniku v rámci výroby drobných spotřebních kovových předmětů. Galvanické pokovování vrstvou niklu se provádí na většině výrobků. Na niklovací lince probíhá 7 procesů v následujícím sledu: odmašťování, oplach, moření, oplach, pokovování, oplach a neutralizace. V procesu pokovování se využívají specifické chemické látky a voda, a tento provoz se podílí v největší míře na znečištění produkovaném podnikem.

Projekt čistší produkce

Podnik se rozhodl vybudovat čistírnu odpadních vod, aby mohl splnit environmentální normy a standardy. Spotřeba vody v galvanickém provozu byla hlavním parametrem pro vybudování čistírny. Vzhledem k tomu, že odhad investice činil 25 mil. Kč, rozhodla se společnost hledat nějaký jiný způsob, jakým vyhovět předepsaným požadavkům a který by byl zároveň finančně přijatelnější.

České centrum čistší produkce zorganizovalo pro vedení a zaměstnance podniku teoretický i praktický kurz. Cílem podniku při vstupu do kurzu bylo snížit spotřebu vody a chemikálií při niklování a prověřit správnost zadání parametrů pro projekt nové neutralizační stanice. CPC navrhlo realizovat v podniku projekt čistší produkce. Případová studie se zaměřila na povrchové úpravy drobného galanterního zboží.

80% výrobků z celkové produkce podniku prochází galvanovnou. Na začátku projektu byly v provozu dvě pokovovací niklové linky. Ačkoliv starší linka představovala pro životní prostředí větší zátěž než nová linka, tým konzultantů rozhodl, že opatření se soustředí na nové zařízení.

S ohledem na fakt, že čistší produkce je kontinuální proces, věnoval podnik pozornost možnostem dalších zlepšení i poté, co konzultanti dokončili práci na projektu. V období šesti měsíců následujících po ukončení projektu bylo možné výrazně snížit spotřebu vody.

Technologické změny

Navržená preventivní opatření přinesla provedení několika změn ve výrobních technologiích:

- využití první statické oplachové lázně (ekolázně) jako přídavné vody do galvanických niklových lázní
- snížení množství el. proudu při pokovování
- používání různých druhů pokovovacích bubnů/cívek pro různé výrobky
- propojení oplachových lázní následujících po moření do kaskádního systému.

Snížení spotřeby vody v době po ukončení projektu bylo dosaženo především přidáním regenerační jednotky niklu do ecolázně.

Environmentální přínosy

Vyšší účinnost upravené niklovací linky umožnila podniku zastavit provoz staré linky. Roční spotřeba vody se snížila o 8 223 m³. Tok odpadní vody se snížil o 56% na 7,7 m³/hod. Spotřeba energie klesla téměř o 22 000 kWh za rok. Dále se snížila spotřeba chemických látek a niklu (o 3100 a 980 kg ročně).

Finanční přínosy

Kromě nákladů na regenerační jednotku, která byla zakoupena po ukončení projektu, byly investice směřující k realizaci změn minimální. V prvním roce klesly náklady o 650 000 Kč. Nejedná se ovšem pouze o samotný výrobní proces, ve kterém má být dosaženo největších úspor, ale především o snížení potřebné kapacity čistírny odpadních vod, kterou má společnost postavit. Před zavedením opatření CP byla plánována výstavba ČOV o kapacitě 17,8 m³/h s investicí ve výši 25,5 mil. Kč. V důsledku přijetí opatření CP se potřebná kapacita čistírny snížila na 7,7 m³/h a investiční náklady zároveň poklesly na 17,3 mil. Kč.

3. Přílohy

Příloha 1

KROK I. CO CHCEME

Stanovení cíle a strategie projektu

Výstupy kroku. Stanovený obecný cíl a strategie projektu.

Přijatý, schválený projekt a jeho podpora vedením podniku (organizační a finanční zajištění).

Sestavená a schválená řídicí a pracovní skupina projektu.

Cílem projektu je obvykle snížit množství odpadu, který představuje problém na základě požadavku ze zákona (jako je omezení produkce odpadu, požadované omezování spotřeby nebezpečné složky či ochrana zdraví pracovníků) nebo se nakládání s odpadem promítá neúměrnými náklady do ceny výrobku. Cílem může být např. snížit objem odpadů odkládaných na skládku na 15% současného množství, ale také optimalizovat náklady na investice a na nakládání s odpady a znečištěním (např. optimalizovat kapacitu čistírný odpadních vod z provozu). Cíl projektu musí být reálně dosažitelný (ke konečnému cíli se můžeme dostat v několika krocích) a musí být měřitelný.

Aby bylo cíle dosaženo, musí být **strategie projektu** zaměřena na

- stanovení skutečné příčiny vzniku odpadu (např. nedodržování předepsaného postupu při výrobě)
- odstranění nebo omezení skutečné příčiny vzniku odpadu (např. zdokonalení postupu, změna dispozice pracoviště, zavedení monitorovacího a kontrolního systému na dodržování stanovených postupů)
- osvojení principu stálého zlepšování, který opakovaným prověřováním možností prevence vede ke stálému snižování negativních dopadů z činnosti podniku na životní prostředí (např. průběžné sledování změn v konstrukci vozidel a jejich promítnutí do pracovního postupu)

PROČ TO TAK JE

-

CO S TÍM UDĚLÁME

-

JAK SE POJISTÍME

Pokud má být projekt úspěšný, musí být do projektu zapojeno **vedení podniku**. Vedení podniku musí nejen rozhodnout o cílech a strategii projektu, ale také

- určit manažera projektu - osobu s přímým kontaktem na vedení, s přístupem k podnikovým údajům a informacím o strategii podniku, s dostatečnými pravomocemi k rozhodování a k návrhům změn; vedení musí pověřit manažera projektu výběrem externího konzultanta, vypracováním plánu projektu a sestavením pracovní skupiny
- přijmout organizační předpis k cíli a strategii projektu, k postavení manažera projektu a pracovní skupiny; v rámci projektu je třeba získávat údaje, které nemusí být běžně dostupné a výsledkem projektu je návrh/realizace změn, ke kterým je nutno mít kompetence
- zajistit financování projektu
- ustanovit řídicí skupinu, tj. skupinu vedoucích pracovníků, která spolupracuje s manažerem při kontrole řešení projektu
- schválit sestavenou pracovní skupinu, její pravomoci a odpovědnost, do níž jmenuje pracovníky na všech úrovních, kteří mohou tvůrčím způsobem přispět k řešení projektu (tj. včetně technologa a provozních pracovníků na příslušném úseku, kde odpad vzniká, kteří ze své praxe mohou velmi dobře určit, které nedostatky jsou skutečnou příčinu vzniku odpadu; musí se např. zkontrolovat, zda je dodržována předepsaná technologie, zda nedošlo ke změnám technologie nebo pracovního postupu, které nejsou zdokumentovány); pracovní skupina se zabývá přípravou technické stránky projektu a jeho realizací
- schválit školení pracovníků, podílejících se na projektu a zastřešit kontakty na odborné instituce, které mohou pomoci při hledání řešení (inovace nebo nová technologie, změna surovin, návrh nového designu)
- rozhodnout o výběru a postavení externího konzultanta, který bude poskytovat odbornou pomoc; je zřejmé, že předpokladem úspěšného projektu je těsná spolupráce konzultanta s manažerem projektu a pracovní skupinou; obvykle se podílí na vypracování plánu projektu a sestavení pracovní skupiny. Vedení musí rozhodnout, zda konzultant dostane přístup ke všem podrobnostem o technologických postupech, k časovým řadám měřených veličin a rovněž k záznamům o vadách výrobků a důvodech těchto vad, pokud byly zjišťovány. Konzultant se obvykle nezabývá jen metodickým vedením projektu, ale rovněž tréninkem pracovní skupiny (včetně řešení konkrétních problémů) tak, aby mohla pokračovat v dalších projektech prevence bez externího vedení.

KROK II. JAK ZAŘADIT PROJEKT DO KONCEPCE ROZVOJE PODNIKU

Vazba na environmentální politiku a plán odpadového hospodářství

Výstupy kroku: *Zpracovaný, schválený a vyhlášený návrh environmentální politiky. (Podnik se schválenou environmentální politikou a plánem odpadového hospodářství může tento krok vypustit.)*

Projekt prevence by měl zapadnout do celkové koncepce rozvoje podniku, a to především v oblasti ochrany životního prostředí. V opačném případě může představovat zbytečně vynaložené náklady. V jednodušší situaci je podnik, který dokázal zveřejnit, **čeho chce v ochraně životního prostředí dosáhnout**. Často používanou formou je zveřejnění environmentální politiky podniku.

A. Podnik má environmentální politiku a plán odpadového hospodářství

Podnik, který **má vypracovaný plán odpadového hospodářství nebo** který přijal v rámci jiné aktivity (zejména zavádění EMS) **environmentální politiku**, má představu o svém rozvoji nejméně v krátkodobém výhledu **a projekt** zapadá do celkové koncepce rozvoje podniku.

Environmentální politika je písemný závazek podniku, v němž jsou stanoveny důležité směry ochrany životního prostředí, které podnik hodlá realizovat. Je dlouhodobým programem a měla by být v souladu s obchodní strategií a dalšími aktivitami podniku. Směřuje k zaměstnancům podniku, obchodním partnerům, státní správě i veřejnosti. Obvykle je formulována obecně tak, aby nemusela být stále měněna, ale je možné ji konkretizovat.

O environmentální politice podniku by měli být podrobně informováni všichni jeho zaměstnanci. Především by měli získat jasnou představu o tom, jak tato politika ovlivní jejich pracovní činnost.

Zveřejnění environmentální politiky je i dobrou vizitkou podniku ve vnějších vztazích.

Příklad environmentální politiky fiktivního podniku provádějícího povrchové úpravy:

ENVIRONMENTÁLNÍ POLITIKA

Jsme si vědomi

- *neudržitelnosti stávající zátěže životního prostředí průmyslovou výrobou jako celku a*
- *přímé vazby produkce odpadů a znečištění na efektivnost výroby a dlouhodobou konkurenceschopnost podniku.*

Proto se náš podnik hlásí k aktivní ochraně životního prostředí. Chceme postupně snižovat zatěžování životního prostředí, a to zejména preventivními opatřeními v provozech, kde vznikají nebezpečné odpady.

Budeme soustavně zvyšovat využití vstupujících surovin a energií, zejména u technologií pro předúpravu povrchů výrobků před nanášením ochranných vrstev a při jejich nanášení. Pro zajištění tohoto cíle budeme využívat dostupné zdroje a zaměříme své úsilí především do oblasti předcházení vzniku odpadů všech skupenství, a opětovného využívání nezbytně vznikajícího množství přednostně v technologiích, kde vznikají.

Z výrobních programů budeme postupně vylučovat suroviny se škodlivým dopadem na životní prostředí včetně těch, které ztěžují recyklovatelnost výrobků po ukončení životnosti.

Budeme snižovat nejen naše vlastní emise odpadů, ale rovněž emise odpadů nepřímé, tj. zatěžování životního prostředí u subdodavatelů a odběratelů (uživatelů) našich výrobků, čemuž přizpůsobíme naši marketingovou politiku a vlastní vývoj výrobků.

Budeme soustavně zavádět programy pro zvyšování kvalifikace svých pracovníků, neboť je považujeme za nezbytný základ pro dodržování a zlepšování technologických procesů i pro hledání a zavádění nových opatření na ochranu životního prostředí.

O ekologických problémech, aktivitách a řešeních budeme pravidelně informovat veřejnost, především v komunitách, kde pracují naše výrobní jednotky.

Lze předpokládat, že v takovém podniku je vedena celková evidence vstupů a výstupů do podniku, existuje interní informační systém. V takovém případě pracovní skupina má podklady k popisu dopadů činností na životní prostředí (environmentální dopady) a může určit jejich environmentální aspekty, tj. prvky popisovaných činností, kterými můžeme dopady na životní prostředí řídit. Příklady takového postupu pro činnosti při povrchových úpravách kovů jsou uvedeny v následující tabulce.

Příklad: Environmentální aspekty činností při povrchových úpravách kovů:

Činnost	Environmentální aspekt	Organizační jednotka	Ovlivněná složka životního prostředí	Environmentální dopad
Odmaštění povrchu výrobku	Čistota lázně (nesměšování různých rozpouštědel)	Úprava povrchu před nanášením vrstev	Půda, vody, ovzduší	Zvýšení množství odpadních provozních kapalin a spotřeby surovin, emise do ovzduší, popř. odpady nebo odpadní voda ze zpracování emisí
Údržba zařízení a pro odmašťování povrchů kovů	Čistý povrch ploch nádrží a držáků	Úprava povrchu před nanášením vrstev	Půda; povrch. a podzemní vody	Znečištění půdy a vod, zvýšená spotřeba surovin
Údržba lázně	Prodloužení životnosti lázně	Úprava povrchu před nanášením vrstev	Půda; povrch. a podzemní vody	Znečištění půdy a vod, zvýšená spotřeba surovin
Skladování louhů	Únik netěsnostmi mimo zajištěné plochy	Úprava povrchu před nanášením vrstev	Půda, povrch. vody	Znečištění půdy a vod
Skladování nevyužitelného podílu před uložením na skládku	Pomíchání separovaného NO a ostatního odpadu	Sklad	Půda, vody	Znečištění půdy a vod (uložením na nesprávný druh skládky)
Čištění odpadních vod	Vypuštění nedokonale vyčištěných vod	Neutralizační stanice	Povrchové vody	Znečištění vod znečišťujícími látkami

B. Podnik nemá environmentální politiku a plán odpadového hospodářství

Pokud podnik **nemá plán odpadového hospodářství ani environmentální politiku**, může mít jistou představu o svém rozvoji, ale ochranu životního prostředí obvykle vnímá jen z pohledu nutných výdajů, pouze reaguje (často velmi chaoticky) na požadavky ze zákona. K formulaci environmentální politiky může vycházet např. ze soupisu požadavků zákona o odpadech a obvyklých způsobů jejich plnění, se zahrnutím záměrů na zdokonalení výrobních postupů. Podle nich může vypracovat první návrh environmentální politiky, kterou po ukončení projektu bude umět přesně formulovat. Požadavek na neustálé zlepšování ochrany životního prostředí může zpracovat nejlépe jako **závazek k prevenci odpadů**, případně i ke zvyšování podílu recyklovaných odpadů nebo zdokonalování koncových zařízení.

Inspirací pro formulaci environmentální politiky mohou být i **ČSN EN ISO 14 001** pro zavádění systému environmentálního managementu nebo Nařízení Rady EU 1836/93 a 761/2001 (**EMAS I a II**).

Krok III.

Z ČEHO VYCHÁZÍME

Rozhodnutí o dalším kroku podle postupu při stanovení cíle a strategie projektu

Výstup kroku: *Zjištěn potenciál prevence v podniku.*

O výsledku zjištění informováno vedení podniku.

Vybrán a schválen předmět projektu.

Zjištěny příčiny vzniku odpadu.

Stanoveny a schváleny konkrétní cíle a jejich indikátory.

Upřesněna motivace řídící a pracovní skupiny

Ke stanovení cílů a strategie projektu prevence je nutné znát **potenciál prevence** v podniku.

Pro identifikaci míst s vysokým potenciálem prevence se provádí **předběžné hodnocení**, které spočívá ve vypracování **přehledu materiálových toků včetně nákladů** (analýza vstupů a výstupů), aby bylo zřejmé jejich využití a rozsah nejvýznamnějších ztrát.

Jestliže cíl projektu nebyl stanoven na základě analýzy materiálových toků, např. je to jen reakce na pokutu ČIŽP, může se stát, že vycházíme ze špatných informací o odpadu a nenajdeme správné řešení. Pokud je např. cílem snížit objem odpadů ukládaných na skládku, neomezíme se jen na analýzu výstupní frakce určené k uložení, ale budeme sledovat, jak k množství a složení této frakce přispívají předchozí technologické kroky.

K nalezení skutečných **příčin vzniku** ztrát, odpadů a znečištění je nutná **analýza procesů a materiálových toků**, na které se projekt zaměřil.

Postup v tomto kroku bude jednodušší v případě, že odpad, který má být omezen, resp. cíl a strategie projektu byly vybrány na základě analýzy materiálových toků (např. v projektu čistší produkce). Pokud odpad, který má být omezen, nebyl vybrán na základě analýzy (např. je to jen reakce na pokutu ČIŽP), je nutno takovou analýzu dodatečně provést, aby byl ověřen skutečný potenciál prevence materiálového toku. Mohlo by se totiž stát, že množství odpadu vybraného k minimalizaci je určeno jiným materiálovým tokem, který je nutno přednostně omezit. (Příklad: množství strusky při tavbě surového železa závisí na složení vsázky, které je možné měnit.)

Po dobře provedené analýze by mělo být jasné, jaké odpady při sledovaném procesu vznikají, v jakém množství, v kterém kroku a za jakých podmínek. Z analýzy musí vyplynout, zda **příčinou vzniku odpadu** je samotný výrobek, volba surovin, výrobní technologie, výrobní zařízení nebo výrobní postup a jeho provádění. Na přesnosti analýzy závisí úspěch při hledání variant řešení a výběru varianty, kterou podnik hodlá realizovat.

Podrobně je postup pro provedení předběžné a podrobné analýzy materiálových toků uveden v *Příloze 4*.

Postup při analýze materiálových toků

A. Předběžné hodnocení - metodika pro stanovení potenciálu prevence

Předpokládejme, že podnik má dostatek podkladů pro kvalifikovaná rozhodnutí. Jaké podklady lze k posuzování procesu vzniku odpadu použít, je uvedeno dále v odst. B. Vedení podniku zajistí, aby řídicí a pracovní skupina projektu prevence k těmto údajům získaly přístup.

Cílem předběžného hodnocení je určit nejvýznamnější suroviny, nebezpečné látky a odpady v podniku, tj. vypracovat přehled pro životní prostředí i pro podnik nejvýznamnějších materiálových toků, a to včetně finančních nákladů. To umožní **zjistit jejich využívání a ztráty materiálových a finančních hodnot**, které materiálové toky, zejména odpady, představují.

Důležitým výsledkem předběžného hodnocení a sestavování k němu užívaných tabulek mohou být zjištění, že např.:

- není s dostatečnou přesností měřeno množství spotřebované suroviny ani není stanoven postup pro expertní odhad
- dochází k neměřitelnému přechodu suroviny z jednoho materiálového toku do druhého
- technické normy a technologické postupy nebyly aktualizovány
- není funkční interní informační systém
- hodnoty je třeba převést na stejné jednotky a přepočítat pro stejné časové intervaly, aby je bylo možno porovnávat (obvykle je sledována spotřeba surovin a množství odpadů za rok, ale je možné zvolit jakýkoliv jiný časový interval, který lépe odpovídá charakteru výroby resp. činnosti).

Počet sledovaných surovin a odpadů při předběžném hodnocení se řídí rozsahem výroby/činností podniku. K udržení „rozumného“ rozsahu předběžného hodnocení se v projektech čistší produkce pro tento účel sestavují **tabulky**, pro které se vžilo označení **TT – Top Twenty**. Jsou to:

- tabulka pro dvacet nejvýznamnějších surovin (tzv. Top Twenty 1, TT1)
- tabulka pro dvacet nejvýznamnějších surovin obsahujících nebezpečné látky (tzv. Top Twenty 2, TT2): její provedení je stejné jako TT1.

Tabulky TT1 a TT2 obsahují údaje o množství a ceně surovin a také o množství a ceně surovin nevyužitých. K materiálovému toku tak přiřazujeme tok finanční, významným materiálovým tokem může být i relativně malá spotřeba drahé suroviny. Suroviny v TT1 a TT2 seřadíme podle významnosti pomocí metodiky hodnocení, kterou si sami zvolíme a popíšeme, viz bod C tohoto kroku.

Tabulky TT1 a TT2

Název látky	Měrná jednotka	Spotřeba za rok	Cena za jednotku	Cena celkem (A)	Využitý podíl	Nevyužitý podíl (B)	Ztráta (A) x (B)

- **tabulka** pro dvacet nejvýznamnějších odpadů (tzv. Top Twenty 3, **TT3**).

Tabulka TT3 obsahuje kromě údaje o množství vzniklého odpadu také údaj o ceně nevyužitých surovin a ceně za nakládání s odpady. Odpady v TT3 seřadíme podle významnosti pomocí výše zmíněné metodiky a uvedené v bodě C. tohoto kroku. Kritériem pro hodnocení významnosti odpadu může být např. skutečnost, že se jedná o nebezpečný odpad, který se nesmí ukládat na žádném typu skládky, přičemž jsou uloženy vysoké sankce za nedodržení předepsaného postupu a náklady za nakládání s odpadem podnik neúnosně zatěžují.

Tabulka TT3

Odpad	Měrná jednotka	Množství za rok	Cena surovin v odpadu (C)	Cena za nakládání s odpadem (D)	Celkové náklady (C) + (D)

Jestliže se nejedná o prevenci a minimalizaci odpadu při výrobní činnosti, ale hledáme možnost **minimalizovat množství nevyužitého odpadu z výrobku po ukončení životnosti**, má postup stejnou logiku: Jednotlivé kroky při nakládání s odpadem (výrobkem po ukončení životnosti) jsou analogické krokům výrobního procesu. Materiálový tok frakce odpadu je analogický materiálovému toku suroviny (TT1 a TT2) při výrobním procesu, při nakládání se sledovanou složkou odpadu vznikají „druhotné“ odpady (TT3). Jejich množství a nebezpečnost má rozhodující vliv na volbu technologie pro využití nebo odstranění odpadu.

K sestavení tabulek využije pracovní skupina projektu všech sledovaných údajů a informací a podle potřeby je doplní vlastním měřením nebo expertním odhadem.

Příklad použití tabulek TopTwenty – viz *Příloha 5*.

B. Zdroje informací pro stanovení potenciálu prevence

Prostředkem k posuzování procesu vzniku odpadu obvykle nebudou jen informace shromážděné a zpracované pro odpadové hospodářství.

Podnik disponuje **databázemi**, které si vytváří jednak podle svých potřeb a dobrovolných aktivit, jednak v rámci povinností vyplývajících ze zákona. Databáze mají vypovídací schopnost jen za určitých podmínek a předpokladů (např. jen pro účel, pro který byly shromažďovány). Údaje o odpadech v nich mohou být obsaženy případně nepřímo nebo jako doplňující informace.

Jako **zdroje informací** mohou sloužit následující **podnikové podklady**:

- V podniku jsou k dispozici **účetní doklady** o dodaných vstupních surovinách a veškerých materiálech potřebných k výrobě. Z nich lze vysledovat jejich původ, a tedy obsah nečistot a doprovodných prvků u surovin z jednotlivých lokalit, které mohou být důvodem pro přeřazení odpadu do jiné kategorie.
- Podnik vede účetnictví tak, že může vyčíslit **náklady spojené se vznikem odpadu** a nakládáním s ním a rovněž **cenu nevyužitých surovin**, které jsou obsaženy v odpadu. Odhad obvykle nezahrnuje náklady za spotřebu energií a výrobní náklady

v technologických krocích, kde je odpad ještě součástí výrobku/polotovaru, ale pro potřeby projektu je dostatečný.

- V souladu se zákonnými požadavky podnik vede **evidenci nebezpečných látek**, které jsou spotřebovány při výrobě nebo přecházejí do výrobku, ale také se stávají odpadem nebo složkou odpadu a způsobují, že vzniká odpad nebezpečný. Tuto evidenci lze využít pro sestavení tabulky TT2. Jako povinnost ze zákona podnik vede průběžnou **evidenci odpadů** a má podklady pro sestavení registru odpadů podle jejich významnosti, v tabulce TT3.
- Podnik vede **evidenci spotřeby materiálů a energií** pro výrobu. Může tak sestavit registr spotřeb na výrobek, stanovit náročnost výroby a výrobku.

Z evidence lze zjistit, jaký podíl vstupujících energií a materiálů přechází do výrobku. Porovnání údajů o spotřebách s informacemi o srovnatelných nebo špičkových technologiích a srovnatelných výrobcích (statistiky, nabídky, databáze LCA) ukazuje, jak efektivní je používaná technologie a její dodržování nebo zda důvodem vzniku odpadu není špatně navržený výrobek. Z evidence lze sestavit tabulku TT1.

- Podnik disponuje **popisem technologií, předpisy** a často i **technickými normami** pro materiály a výrobní procesy, tj. i pro popis reakcí, při kterých mohou vznikat nebezpečné složky odpadů, a to jak ve standardním případě, tak pro odchylky od tohoto standardu, např. pro závislost na lokalitě vstupní suroviny (neboť jiný obsah/počet stopových prvků může působit jako katalyzátor chemických reakcí, resp. jim může bránit), v případě havárie apod.
- Z jakýchkoliv důvodů může podnik provádět interní kontrolu. **Systémem interní kontroly** jsou míněna systémová opatření přijatá podnikem, která musí zajistit a dokumentovat, zda je činnost vykonávána podle požadavků stanovených v zákonech a předpisech nebo stanovených v souladu s nimi. Systémová opatření musí být popsána v dokumentaci o technologických postupech.
- Pokud podnik používá **metodiku logického rámce** (Log Frame) pro plánování, řízení a vyhodnocování projektu, pak nalezené vazby mezi cílem, účelem, výstupy, činnostmi a jejich nástroji využít i v projektu minimalizace odpadu.

Princip této metody a příklad jejího použití – viz *Příloha 7*.

C. Postup hodnocení významnosti surovin/odpadů

Pro sestavení **pořadí významnosti** pro suroviny a odpady v tabulkách TopTwenty se s výhodou používají **bodovací systémy**.

Jako příklad uvádíme bodovací systém, jehož základem jsou **kritéria** (obvykle 5 – 8), která definuje pracovní skupina a přidělí jim **váhu (V_k)** podle jejich významnosti (např. celé číslo od 1 do 5). Ke každému kritériu je přiřazeno **hodnocení (H_k)** podle skutečného stavu v podniku (např. celé číslo od 1 do 3). Kritéria jsou aplikována na všechny suroviny/odpady a pomocí váhy a hodnocení je vypočítán potenciál prevence příslušné suroviny/odpadu. Vyšší potenciál prevence u konkrétní suroviny znamená, že snížení její spotřeby (tj. vyšší využití ve výrobním procesu) má významnější environmentální a ekonomický dopad než snížení spotřeby jiných surovin. Vyšší potenciál prevence u konkrétního odpadu znamená, že snížení množství odpadu má vyšší environmentální a ekonomický dopad než snížení množství jiných odpadů.

Příklad kritérií, jejich váhy a hodnocení:

1. kritérium: základní surovina pro výrobu - váha 5

<i>Hodnocení</i>	
1	norma spotřeby byla vypracována, je pravidelně aktualizována
2	norma spotřeby byla vypracována, není pravidelně aktualizována
3	norma spotřeby nebyla vypracována

2. kritérium: pravděpodobnost environmentálního dopadu použití suroviny - váha 4

<i>Hodnocení</i>	
1	nízká, neočekávaná, ojedinělá
2	střední, možná, čas od času se vyskytující
3	vysoká, reálně očekávaná, trvale působící

3. kritérium: základní surovina je zdrojem nebezpečného odpadu - váha 5

<i>Hodnocení</i>	
1	Ojediněle
2	při nedodržení technologického postupu
3	v každém případě

atd. Počet kritérií volí pracovní skupina podle potřeby.

Potenciál prevence sledované suroviny se vypočítá jako

$$P = S_k V_k H_k,$$

kde index **k** je vztažen k počtu kritérií.

Pro tento případ přiřazení váhy a hodnocení platí, že čím vyšší je hodnota P, tím vyšší je potenciál prevence sledované suroviny.

D. Podrobná analýza významných odpadů – zjištění příčin vzniku odpadu

Pro výrobní odpady

Pracovní skupina sestaví **Senkeyův diagram pro materiálový tok**, ve kterém vzniká předběžným hodnocením zjištěný významný odpad (např. pro výrobu materiálu, zpracování polotovaru, montáž výrobku). Diagram je důležitý pro stanovení případného vlivu předchozích kroků na vznik odpadu, aby byla určena skutečná příčina jeho vzniku a využita možnost omezit jeho množství modifikací předchozích kroků. Podle způsobu vzniku odpadu je potřeba popsat reakce/kroky, při kterých odpad vzniká a zjistit, které aspekty (látky/podmínky/lidské faktory) modifikují průběh reakce a množství vstupních látek, převedených do výrobku, a rovněž kvalitu a množství odpadu. Analýza dopadu jednotlivých aspektů je základem výběru nástrojů pro řízení materiálového toku.

Níže uvedený Senkeyův diagram je obecným příkladem **schématu materiálového toku ve výrobě**. Zachycuje vstupy do činnosti ve které odpad vzniká, vlastní činnost a výstupy z ní, včetně interní recyklace.

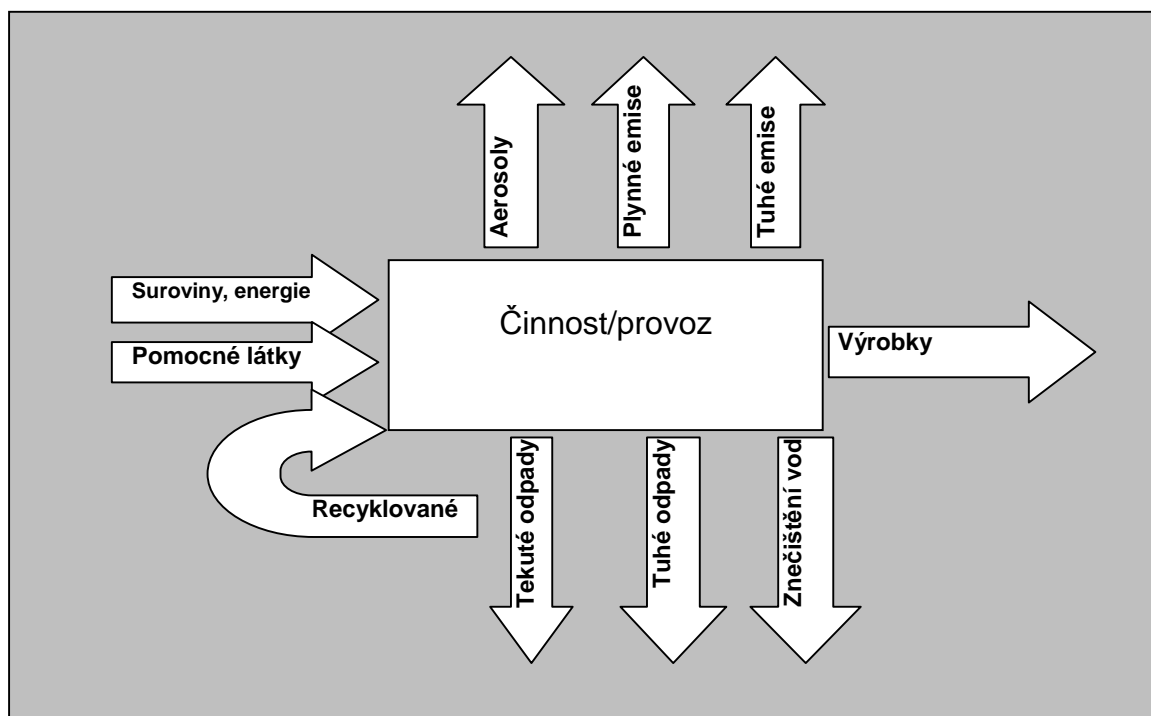


Schéma materiálového toku (Senkeyův diagram).

Pro výrobky po ukončení životnosti

Minimalizací odpadů je míněna v tomto případě minimalizace podílu nevyužitých odpadů. Preventivní opatření jsou spojena především s designem výrobku, výběrem použitých materiálů, jejich kombinacemi a způsobem spojování součástí a dílů. Preventivní opatření je třeba hledat i pro nakládání s výrobkem po ukončení životnosti (sběr, shromažďování, úprava, třídění, technologie materiálového využití). I zde je základem popis materiálových toků, z něhož jsou odvozeny možnosti jeho řízení.

Pro obě uvedené kategorie (výrobní odpady i výrobky po ukončení životnosti) platí:

Analýzu materiálových vstupů a výstupů a analýzu výrobního procesu, zaměřenou na vznik a množství konkrétního odpadu, lze rozdělit do následujících kroků:

- Shromáždění veškeré dostupné dokumentace o vzniku odpadu při výrobním procesu (v technologických postupech, normách, interních předpisech a certifikovaných či jinak ověřovaných postupech, dokumentaci o monitorování a o surovinách) .
- Ověření úplnosti a úrovně vypovídací schopnosti této dokumentace.
- Stanovení uzlových bodů, které jsou/mohou být dokumentací nedostatečně ošetřeny (s požadavkem na doplnění chybějících údajů).
- Kontrola dodržování předepsaných postupů, kontrola povolených výjimek, možných opomenutí a nedodržení předpisů, vztahujících se k vstupům a výstupům surovin a k výrobnímu procesu.
- Kontrola uzlových bodů, vztahujících se k vstupům a výstupům surovin a k výrobnímu procesu (**bilancování** materiálových toků v uzlových bodech).
- Kontrola monitorování vstupů a podmínek měření, srovnatelnosti a reprodukovatelnosti výsledků, vztahujících se ke vstupům a výstupům surovin a k výrobnímu procesu.

Analýza dle dokumentace musí být doplněna **reálnou kontrolou provozu**, v reálných podmínkách.

Podrobná analýza environmentálních a ekonomických dopadů na životní prostředí je v projektu prevence a minimalizace odpadů sice zaměřena na odpady a jejich minimalizaci, avšak odpovědět, zda samotná minimalizace odpadu je pro životní prostředí nejvíce šetrným řešením, by vyžadovalo sledování vazeb mezi činnostmi a databázemi v odpadovém hospodářství během celého životního cyklu výrobku.

E. Stanovení konkrétních cílů projektu a stanovení indikátorů

Předchozím postupem získal podnik přehled o nejvýznamnějších surovinách, nebezpečných látkách a odpadech, byl stanoven potenciál prevence odpadů, vybrán odpad s vysokým potenciálem prevence k řešení jako předmět projektu a podrobnou analýzou vybraných odpadových toků zjištěny příčiny vzniku odpadu.

To umožňuje konkretizovat a upřesnit cíle projektu tak, aby byly co nejvíce vstřícné k životnímu prostředí a tedy ambiciózní, ale přitom reálně dosažitelné a aby úroveň jejich dosažení pomocí prevenčních opatření bylo možno hodnotit. Upřesněné cíle schvaluje vedení podniku.

Abychom mohli popsat výchozí a konečný stav a hodnotit změny, ke kterým dojde zavedením opatření prevence, zavedeme **environmentální** a **ekonomické indikátory**, které na potřebné úrovni popisují činnosti a jejich změny. Indikátorem je např. celková i měrná spotřeba surovin a energií nebo celková i měrná produkce odpadu v dané technologii. V rámci projektu prevence sledujeme jednak absolutní hodnoty snížení množství produkováných odpadů a znečištění, jednak změny hodnot indikátorů. Výpočet environmentálních a ekonomických indikátorů musí být doplněn interpretací výsledků, která je zaměřena na **příčiny vzniku odpadů**.

Upřesněné cíle projektu a stanovené indikátory jsou pro vedení podniku údaje, podle kterých může formulovat motivaci pro řídící a zejména pracovní skupinu projektu. Práce na projektu obvykle nezbavuje členy pracovní skupiny plnění obvyklých pracovních povinností, je „prací navíc“. Z tohoto důvodu **motivace** představuje pozitivní moment pro aktivní účast zainteresovaných pracovníků podniku, případně i konzultanta, na zpracování a realizaci projektu prevence.

Příklad sestavení tabulek TopTwenty pro povrchové úpravy kovů

Tabulky TT1 a TT2 pro suroviny:

Název látky	Měrná jednotka	Spotřeba za rok	Cena za jednotku	Cena celkem (A)	Využitý podíl	Nevyužitý podíl (B)	Ztráta (A) x (B)
kyselina chlorovodíková	kg	9,2*	100 Kč	9 200 Kč/t oceli	50%	50%	4 600 Kč/t oceli
prášková barva	kg	519750**	150 Kč	77962500 Kč	99,7 %	0,3 %	233887 Kč

atd.

Poznámka: * spotřeba 30% HCl v kg/t zpracované oceli

** spotřeba za rok

Tabulka TT3 pro odpady:

Tabulka TT3 obsahuje kromě údaje o množství vzniklého odpadu také údaj o ceně nevyužitých surovin a ceně za nakládání s odpady. Kritériem pro hodnocení významnosti odpadu může být např. skutečnost, že se jedná o nebezpečný odpad, který se smí ukládat pouze na skládce nebezpečných odpadů.

Odpad	Měrná jednotka	Množství za rok	Cena surovin v odpadu (C)	Cena za nakládání s odpadem (D)	Celkové náklady (C) + (D)
prášková barva	kg	15585	233887,- Kč	10000,- Kč	243887,- Kč

Příklad kritérií pro hodnocení významnosti surovin/odpadů, jejich váhy a hodnocení pro náterovou hmotu jako základní surovinu:

- 1.kritérium: hodnocení stejné jako v příloze 4.C – váha 5
- 2.kritérium: pravděpodobnost environmentálního dopadu použití suroviny - váha 4

Hodnocení	
1	nízká, neočekávaná, ojedinělá (např. vodouředitelná nátěrová hmota – minimální emise VOC při aplikaci)
2	střední, možná, čas od času se vyskytující (např. vysokosušinná nátěrová hmota – malé emise VOC při aplikaci)
3	vysoká, reálně očekávaná, trvale působící (např. rozpouštědlová nátěrová hmota – vysoké emise VOC při aplikaci)

- 3.kriterium: hodnocení stejné jako v příloze 4.C – váha 5.

Příklad. V případě aplikace vodouředitelné nátěrové hmoty v provozu, kde je vypracovaná norma spotřeby, ale není pravidelně aktualizovaná je potenciál prevence:

$$P = 5 \cdot 2 + 4 \cdot 1 + 5 \cdot 1 = 19$$

KROK IV. CO MUSÍME VĚDĚT

Vstup externích informací

Výstup kroku: Zajištění informací o preventivních opatřeních

Pro volbu optimálního opatření potřebujeme externí informace mj. o trendech v odvětví, o jiných projektech prevence, nových technologiích, z databází preventivních opatření, atd.

Externími informacemi jsou míněny např. články v odborné literatuře, studie, kontakty s vysokými školami a výzkumnými pracovišti, databáze nejlepších dostupných technik (BAT) nebo kontakty s odbornými pracovními skupinami k referenčním dokumentům BAT (BAT Reference Documents – BREF's, viz zákon č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci).

Základními informacemi jsou požadavky zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech, zákona č. 188/2004 Sb., o změně zákona o odpadech a vyhlášky č. 381 a 383/2004 Sb., o některých podrobnostech nakládání s odpady. Dále zákona o ovzduší, vodního zákona, zákona o integrované prevenci, zákona o ochraně životního prostředí, příslušných vyhlášek a souvisejících norem.

Požadavky ze zákona se promítají do trendů vývoje odvětví, zejména z pohledu konkurenceschopnosti a ekonomické stability.

Informace o nejlepších dostupných technikách vytvořilo a udržuje Ministerstvo průmyslu a obchodu na www.ippc.cz nebo Agentura IPPC při Českém ekologickém ústavu na www.env.cz, resp. www.ceu.cz.

Literaturu k vývoji ochrany životního prostředí a odpadovému hospodářství, recyklačním technologiím, statistiky o produkci odpadů, sběru, zpětném odběru a využívání dopadů, shromažďuje CeHO – Centrum pro hospodaření s odpady při VUV T.G.Masaryka, www.vuv.cz.

Další statistické údaje o produkci odpadů a nakládání s nimi zpracovává Český statistický úřad, www.czso.cz. Některé statistické údaje zveřejňují osoby s povinností zpětného odběru vybraných výrobků a autorizované osoby.

Vedení podniku zastřeší podle potřeb pracovní skupiny kontakty na zdroje informací.

Databáze preventivních opatření byla navržena a vytvořena v roce 2004 Českým centrem čistší produkce pro manuál prevence a minimalizace odpadů. Základem první verze databáze jsou opatření z projektů čistší produkce, navržena a realizovaná v podmínkách konkrétních výrobních procesů ve vybraných průmyslových odvětvích, mimo jiné v papírenském průmyslu, povrchové úpravě kovů, v textilním průmyslu a nakládání s autovraky. Jsou považována za opatření s prokázaným environmentálním a ekonomickým přínosem. Pokud žádné ze známých opatření nebude řešením problému, bude nutno postupovat podle obecného algoritmu a s jeho pomocí najít řešení nové (a jím rozšířit databázi).

Databáze má formu tabulek a software. Tabulky preventivních opatření jsou základem software.

Databáze má tři hierarchické a dvě logické úrovně.

Hierarchické úrovně:

1. úroveň: průmyslové odvětví (textilní a papírenský průmysl, povrchové úpravy kovů, ELV atd.)
2. úroveň: výrobní fáze
3. úroveň: opatření minimalizace odpadu

Logické úrovně:

1. podle vlivu opatření na životní prostředí
2. podle technologického materiálu.

Databáze ve formě software je přístupná na adrese:

<http://www.cpc.cz/projekty/vyzkum/manualvav/>

Procházení záznamy v databázi je velmi jednoduché, neboť existující rozhraní zatím umožňuje jen pohyb v hierarchické struktuře **odvětví - výrobní fáze - opatření**.

Jednotlivá opatření minimalizace odpadu jsou zatříděná podle následujících klíčů:

- odvětví
- výrobní fáze
- materiál, který se zpracovává v dané operaci a na který je zaměřeno opatření minimalizace

U jednotlivých opatření je rovněž hodnocen jejich dopad na životní prostředí.

Metoda logického rámce (LogFrame)

Tato metoda slouží pro plánování, řízení a vyhodnocování projektu (v tomto případě projektu minimalizace odpadu).

Princip metody logického rámce zobrazuje následující tabulka:

Popis projektu	Objektivně ověřitelné ukazatele	Prostředky ověření	Předpoklady/rizika prostředí
Cíl – popisuje požadovanou změnu	Ukazatele dosažení cíle – jak se požadovaná změna objektivně projeví	Popis postupu/způsobu, kterým ověříme, že byly splněny ukazatele dosažení cíle	
Účel – vnitřní důvod, pro který je projekt realizován	Ukazatele dosažení účelu – požadovaný stav po ukončení projektu	Popis postupu/způsobu, kterým ověříme, že byly splněny ukazatele dosažení účelu	Předpoklady, za kterých dosáhneme cíle, jestliže bylo dosaženo účelu.
Výstupy – to, co musí být vytvořeno, aby byl splněn účel projektu.	Ukazatele dosažení výstupů – podmínky, které stanoví, v jakém množství, jakosti a termínu je třeba jednotlivé výstupy dodat	Popis postupu/způsobu, kterým ověříme, že byly splněny ukazatele dosažení výstupů.	Předpoklady, za kterých dosáhneme účelu, jestliže bylo dosaženo výstupu.
Činnosti – soubory hlavních činností, které je bezpodmínečně nutno vykonat k dosažení výstupů.	Vstupy a zdroje – potřeba materiálů a pracovníků	Popis postupu/způsobu, kterým ověříme, že byly splněny ukazatele dosažení činností.	Předpoklady, za kterých dosáhneme výstupu, jestliže bylo provedena činnost.

Příklad: Projekt na snížení spotřeby vody při oplachu

Popis projektu	Objektivně ověřitelné ukazatele	Prostředky ověření	Předpoklady/rizika prostředí
Cíl – Snížit spotřebu čisté vody pro oplachování	Denně je připraveno ke spotřebě 10 m ³ odpadní vody	Měření spotřeby vody a její kvality	
Účel – Vybudovat systém oplachu využívající méně znečištěné odpadní vody	Systém je vybudován a zprovozněn do 3 měsíců	Kontrola stavby a její lokalizace na vybraném místě	Byl/nebyl vybrán dostatečný zdroj vody
Výstupy <ul style="list-style-type: none"> - Nalézt stupeň oplachování s vodou využitelnou pro podobný účel - Oddělit odpadní vodu z tohoto stupně oplachu a použít ji pro oplach na prvním stupni - Zakoupit potřebný materiál a čerpadla a sestavit instalovat čerpadlo, atd. 	<ul style="list-style-type: none"> - Zdroj vody je lokalizován - Systém je vybudován - Čerpadlo je zakoupeno a nainstalováno 	<ul style="list-style-type: none"> - Zápisy z hledání zdroje vody - Doklady o provedení prací - Doklady o nákupu zařízení 	<ul style="list-style-type: none"> - Vybrané místo dovoluje/nedovoluje umístit potrubí a čerpadla podle potřeby - Čerpadlo o potřebném výkonu je/není k dispozici
Činnosti <ul style="list-style-type: none"> - Najít odborníka na stavbu uzavřených systémů - Uzavřít smlouvu s odborníkem - Vybrat firmu pro realizaci stavby , atd. 	<ul style="list-style-type: none"> - Jsou podepsány smlouvy s odborníkem a firmou, které mají všechny náležitosti 	<ul style="list-style-type: none"> - Smlouvy jsou evidovány a přístupné kontrolním orgánům 	Kvalifikace odborníků a firem odpovídá/neodpovídá požadované kvalitě práce

Metodika logického rámce nutí navrhovatele projektu přesně formulovat a uvědomit si vazby mezi cílem, účelem, výstupy, činnostmi a jejich nástroji.

KROK V. CO MÁME UDĚLAT A PROČ

Návrh preventivních opatření včetně interní recyklace a výběr optimálního opatření

Výstupy kroku: *Návrh, výběr a schválení preventivního opatření, resp. preventivních opatření.*

Vypracování, schválení a finanční zajištění plánu realizace preventivních opatření.

Vypracování a schválení změny/upřesnění plánu odpadového hospodářství a environmentální politiky jako rámce pro soustavné zlepšování ochrany životního prostředí při činnostech podniku, resp. při využívání jeho výrobků a služeb.

Předchozí kroky a jejich výstupy vedou pracovní skupinu k **návrhům preventivních opatření** na místě vzniku odpadu, případně k hledání možnosti **interní recyklace** pro odpady, kterým není možné předejít.

Pro **posouzení dopadu opatření** musí být popsány změny v materiálových a energetických tocích po zavedení opatření.

Preventivní **opatření navrhuje** pracovní skupina projektu prevence **variantně**, výchozím podkladem je především analýza materiálových toků, stanovené indikátory a přijaté cíle. K navrhování v pracovní skupině lze použít jako metodu např.:

- brainstorming (navrhování námětů ústně)
- brainwriting pool (výměna psaných námětů)
- použití individuálního zápisníku, apod.

Přitom platí, že **na přesné analýze materiálových toků závisí úspěch při hledání variant řešení a výběru optimální varianty**.

Varianty navrženého opatření se hodnotí pomocí indikátorů z hlediska

- **technického** (např. bezpečnost práce, možné změny kvality výrobku, nároky na prostor, nová zařízení a přístroje a jejich kompatibilita s ostatním zařízením), tj. vyberou se **opatření, která jsou technicky realizovatelná**
- **environmentálního** (např. omezení množství odpadů, dopad změny na životní prostředí v podniku a jeho okolí) **vzhledem ke stanoveným cílům**
- **ekonomického** (např. realizovatelnost s ohledem na investiční a provozní náklady, úspory), tj. k materiálovým tokům přiřadí pracovní skupina **toky finanční**, tj. náklady na nevyužité suroviny, náklady na nakládání s odpady před přijetím opatření, náklady na změny procesu (organizační a investiční) a jeho provoz, aby bylo možno porovnat **náklady** spojené se zavedením opatření a **návratnost investic** s dosaženými **úsporami**, danými zvýšením efektivnosti.

Na základě výsledků analýz a hodnocení pracovní skupina vybere **optimální řešení**. Výběr **opatření** lze provést např. pomocí

- výběru **kriterií**, která jsou pro podnik závažná (některá jsou u hledisek již zmíněna)
- stanovením jejich **váhy** a prostřednictvím **metody vážených součtů**
- **párovým porovnáním** apod..

Vybraná opatření pak předloží pracovní či řídicí skupina vedení podniku ke **schválení**. K vybrané variantě se zpracuje **návrh postupu a realizace opatření**, který vychází z dokumentace dosavadních kroků. Z této dokumentace lze posoudit efektivnost činnosti pracovní skupiny a navázat na tuto činnost při dalších projektech. Na základě této dokumentace a **zajištění financování** realizace rozhoduje řídicí skupina o zavedení jednotlivých opatření a opírá se o ni i **realizace opatření**.

Výsledky projektu je nutno vyhodnotit a zajistit **zpětnou vazbu pro stanovení nových cílů** a projektů.

Zkušenosti z projektu prevence vedou podnik k vypracování programu prevence odpadů a znečištění (tj. komplexního souboru organizačních, administrativních a plánovacích aktivit), který zaručuje soustavnost ve zlepšování ochrany životního prostředí.

Na základě projektu prevence jsou vypracovány a vedením schváleny změny plánu odpadového hospodářství, případně environmentální politika ve své finální verzi.

KROK VI. CO JEŠTĚ MŮŽEME UDĚLAT

Externí recyklace

Výstupy kroku: Je vybrána, schválena a finančně zajištěna externí recyklace nebo energetické využití odpadu.

Jestliže není možné vrátit odpad do téhož procesu, hledá pracovní skupina možnost využít odpad jako surovinu pro jiný výrobní proces i mimo podnik. Vzhledem ke skutečnosti, že životní prostředí nemá šanci absorbovat všechny vznikající odpady, stalo se nakládání s odpady novým průmyslovým odvětvím.

Při externí recyklaci a energetickém využití odpadu je nutno uvažovat stejně jako u hledání opatření preventivních. Úpravami odpadu před jeho využitím vznikají rovněž odpady a stejně jako ve výrobním procesu bychom měli omezovat jejich množství a nebezpečnost u zdroje. Odpad/druhotná surovina má většinou jiné chemické a fyzikální vlastnosti než primární surovina, může vyžadovat modifikace technologie a ovlivnit výstupy z procesu, zejména množství a nebezpečnost vznikajících odpadů, a také změnit spotřebu energií a dalších surovin. Při použití odpadu jako druhotné suroviny může dojít k významným změnám kvality výrobku, resp. pokud nejsou zaručeny standardní vlastnosti odpadu, je obtížné např. dodržovat normy, zavedené v rámci systému řízení jakosti (řada ISO 9000). Při **externí recyklaci** musíme

- vycházet z analýzy materiálových toků (porovnání materiálového toku bez druhotných surovin a s druhotnými surovinami, především porovnání vlastností a množství odpadů, vznikajících v obou případech)
- vycházet z analýz životního cyklu výrobku, a to z hlediska fyzikálních vlastností výrobku, jeho bezpečnosti a životnosti
- využívat informací dalších databází a služeb jiných subjektů pro získání relevantních informací
- vybrat environmentální indikátory pro konkrétní činnosti a produkty (postup výběru se řídí stejnými zásadami jako jsou zásady uvedené v *Příloze 10*)
- stanovit environmentální aspekty a dopady činností a produktů (viz *Příloha 10*)
- na základě výsledků předchozích kroků navrhnout technologická opatření s environmentálním dopadem, tj. hledat technické možnosti řízení environmentálních aspektů činností a produktů
- k materiálovým tokům přiřadit toky finanční - může existovat řešení na vysoké technické úrovni, které je však náročné nejen na investici do zařízení, ale především má vysoké provozní náklady; V tomto případě je nutno hledat způsob nastavení takových podmínek, aby technické řešení bylo ekonomicky dostupné (ve stejném smyslu, jako jsou definovány BAT – nejlepší dostupné techniky - v zákoně o integrované prevenci)
- stanovit indikátory ekonomického přínosu (viz *Příloha 10*)
- hledat podmínky pro dosažení ekonomického přínosu.
- návrh řešení předložit vedení podniku, které rozhodne o jejich realizaci.

Postup pro stanovení indikátorů a hodnocení dopadu preventivního opatření

A. Hodnocení environmentálního přínosu preventivního opatření

Environmentální přínos je vyjádřen jako snížení zatížení životního prostředí realizací navržených preventivních opatření. Vychází z absolutní hodnoty snížení znečištění a je rovněž hodnocen pomocí environmentálních indikátorů, které jsou vybrány pro konkrétní činnost. Indikátorem je např. měrná spotřeba surovin a energií nebo měrná produkce znečištění v dané technologii. Výpočet **environmentálních a ekonomických indikátorů** musí být doplněn interpretací výsledků, která je zaměřena na příčiny vzniku odpadů a znečištění.

Vhodně zvolené environmentální indikátory může podnik rovněž použít v žádosti o integrované povolení. Také publikované referenční dokumenty nejlepších dostupných technik – BREF (viz *Použitá a doporučená literatura*)

Mezi environmentální přínosy patří kromě snížení zatížení životního prostředí (například emisemi nebo hlukem) i snížení rizik na pracovišti (například náhradou nebezpečných látek používaných ve výrobním procesu jinými látkami, zlepšením bezpečnosti práce na daném zařízení, apod.).

Ke zhodnocení, jaký environmentální přínos preventivní opatření představuje, je potřeba vybrat veličiny, které budou při hodnocení sledovány nebo přímo definovat **indikátory**, tj. **veličiny vztažené na měrnou jednotku (měrné veličiny)**, a **měřit či sledovat jejich hodnoty před a po zavedení opatření**.

Příklad takových veličin je uveden v následující tabulce:

Tab. A.1: Sledované veličiny

Veličina	Hodnota před opatřením	Hodnota po opatření
Celková produkce vybraného druhu odpadu		
produkce vybraného druhu odpadu danou technologií		
Celková spotřeba vybrané suroviny		
spotřeba vybrané suroviny danou technologií		
Celková spotřeba vybrané energie		
spotřeba vybrané energie danou technologií		
Celková výroba		
výroba na dané technologii		

Z naměřených **hodnot veličin** jsou vypočteny **hodnoty environmentálních indikátorů** a na jejich základě stanoveny **environmentální přínosy projektu prevence**. Podle potřeby je možné hodnocení rozšířit o další výpočty a stanovit další indikátory, je však vždy nutno postup jednoznačně popsat.

Hodnocení environmentálního přínosu preventivního opatření vyžaduje v celkovém přehledu následující kroky:

- provedení předběžného hodnocení včetně sestavení tabulek (TT1, TT2, TT3) spotřeb významných surovin/energií a produkce znečištění (viz Krok III A) a na vybraných technologických činnostech také podrobné analýzy materiálových/energetických toků (viz Krok III A až D)
- stanovení environmentálních indikátorů a postupu pro jejich výpočet (viz Krok III E). Indikátory se stanovují tak, aby popisovaly existující stav i stav po zavedení preventivního opatření. Vychází se z předpokladu, že změna v životním prostředí (environmentální dopad) je úměrná účelové/řízené změně činnosti (environmentální aspekt), kterou můžeme měřit zvolenou řadou environmentálních indikátorů. Předpokládá se, že hodnoty indikátorů budou vztaženy na stejný objem výroby vybrané části subjektu, tj. objem výroby zůstane konstantní před a po realizaci preventivního opatření. Pokud by došlo ke změně objemu výroby, musí být indikátory přepočítány, aby bylo možné porovnat stav před a po realizaci opatření.
- navržení a výběr opatření, která povedou ke snížení spotřeby surovin/energií a produkce znečištění (viz Krok V)
- sestavení tabulky pro vyhodnocení environmentálního přínosu, spojeného s realizací vybraných opatření.

V každém preventivním projektu je nutno definovat veličiny, měrné jednotky, indikátory, výrobu a výrobek, časový interval sledování (rok, případně jiný interval). Je nutno stanovit způsob měření, monitorování a jejich kontroly. Tyto definice musí být uvedeny v dokumentaci k projektu.

Příklady hodnocení

a) Stanovení významnosti znečištění, suroviny nebo energie pro činnost podniku

Významnost znečištění, spotřebovávané suroviny, nebo energie pro činnost subjektu je nezávisle posuzována podle následujících měřítek:

- § množství (spotřeba surovin, energií, pomocných materiálů)
- § obsah nebezpečných/toxických složek (negativní vliv na ŽP)
- § cena (na nákup je vynaloženo nejvíce prostředků)
- § množství odpadů a nákladů vynaložených na jejich úpravu nebo odstranění.

Podle významnosti jsou odpady (suroviny, energie) seřazeny v tabulkách (TT1, TT2, TT3), které jsou výstupem analýzy materiálových toků. Zdůvodnění stanoveného pořadí významnosti se zaznamená do dokumentace projektu. V tabulce jsou jako **příklad** ukázány některé indikátory a jejich konkrétní použití.

Tab. A.2: Posouzení významnosti znečištění (suroviny, energie) pro činnost podniku

Indikátor	Hodnota před opatřením	Hodnota po opatření
Podíl dané technologie na produkci vybraného odpadu (příklad: podíl množství odpadu otryskávacího písku na vybraném pracovišti před a po preventivním opatření na celkovém produkovaném množství odpadu otryskávacího písku v podniku)		
Podíl dané technologie na spotřebě vybrané suroviny (příklad: podíl spotřeby rozpouštědla v lakovací lince na celkové spotřebě rozpouštědla v lakovně)		
Podíl dané technologie na spotřebě vybrané energie (příklad: podíl spotřeby el. energie v udírně sýrů na celkové spotřebě el. energie při výrobě sýrů)		

b) Stanovení významnosti preventivního opatření, vyjádřené jako pokles produkce odpadu nebo spotřeby surovin a energií v absolutní nebo relativní hodnotě

Projekt prevence si klade za cíl najít opatření, které významně sníží produkci znečištění nebo zvýší využití surovin a energií. K posouzení významnosti opatření slouží vzorce pro číselné vyjádření změny, ke které dojde realizací preventivního opatření. Budou sledovány rozdíly v produkci znečištění a ve spotřebě surovin a energií před a po preventivním opatření („absolutní změna“, v jednotkách znečištění nebo spotřeby), a dále bude tento rozdíl vztažen na původní produkci odpadu nebo spotřebu („relativní změna“, v % původní produkce nebo spotřeby).

Příklad:

Tab. A.3: Posouzení významnosti preventivního opatření

Indikátor	Hodnota před opatřením	Hodnota po opatření	Změna
celková produkce vybraného druhu odpadu (příklad: rozdíl celkové produkce odpadu otryskávacího písku v podniku před a po preventivním opatření) (příklad: rozdíl celkové produkce odpadu otryskávacího písku před a po preventivním opatření, vyjádřený v procentech původní produkce)			absolutní relativní
produkce vybraného druhu odpadu danou technologií (příklad: rozdíl produkce odpadu otryskávacího písku na dané technologii před a po preventivním opatření) (příklad: rozdíl produkce odpadu otryskávacího písku na dané technologii před a po preventivním opatření, vyjádřený v procentech původní produkce)			absolutní relativní
celková spotřeba vybrané suroviny (příklad: rozdíl celkové spotřeby otryskávacího písku v podniku před a po preventivním opatření) (příklad: rozdíl celkové spotřeby otryskávacího písku před a po preventivním opatření, vyjádřený v procentech původní spotřeby)			absolutní relativní
spotřeba vybrané suroviny danou technologií			

Indikátor	Hodnota před opatřením	Hodnota po opatření	Změna
(příklad: rozdíl spotřeby otryskávacího písku před a po preventivním opatření na dané technologii) (Příklad: rozdíl spotřeby otryskávacího písku na dané technologii před a po preventivním opatření, vyjádřený v procentech původní spotřeby)			absolutní relativní
celková spotřeba vybrané energie (příklad: rozdíl spotřeby el. energie k otryskávání v podniku před a po preventivním opatření) (příklad: rozdíl spotřeby el. energie na otryskávání preventivním opatřením, vyjádřený v procentech původní spotřeby)			absolutní relativní
spotřeba vybrané energie danou technologií (příklad: rozdíl spotřeby el. energie k otryskávání na dané technologii před a po preventivním opatření) (příklad: snížení spotřeby el. energie k otryskávání na dané technologii před a po preventivním opatření, vyjádřený v procentech původní spotřeby)			absolutní relativní
celková výroba			
výroba na dané technologii			

c) Stanovení významnosti preventivního opatření, vyjádřené jako změna velikosti znečištění, resp. spotřeby surovin a energií na jednotku výroby nebo jako změna množství suroviny a energie převedené do výroby/výrobku

Pro potřeby projektu a posouzení stavu provozované technologie jsou z naměřených veličin vypočítány hodnoty indikátorů, které mají rozměr měrných veličin, případně jsou bezrozměrné. Jejich účelem je charakterizovat úroveň, resp. změnu úrovně technického zařízení nebo míru využití suroviny ve výrobku. Vyhodnocení je možné rozšířit podle potřeb projektu s tím, že každý postup hodnocení je nutno jednoznačně popsat. Význam indikátoru bude komentován.

Příklad: Kovoobráběcí firma před fosfátováním a galvanizací železného drátu využívá otryskávací zařízení. Odpadem je v takové operaci otryskávací písek (kód odpadu 12 02 01) z mechanického opracování povrchu kovů. Jeho spotřeba je vyjádřena v tunách a elektrická energie v kWh. Tato spotřeba je vztažena na množství opracovaného drátu (v tunách). Environmentální přínos preventivního opatření, založený na efektivnějším využití otryskávacího zařízení, lze vyjádřit jako snížení spotřeby písku a energie na jednu tunu otryskaného železného drátu, vyjádřené v kg/t, kWh/t, nebo snížení produkce odpadu na jednotku produkce (kg/t). Hodnoty těchto indikátorů posuzují efektivitu preventivního opatření a rovněž mají vazbu na ekonomické hodnocení zvoleného opatření.

Následně jsou jako případná pomůcka uvedeny tabulky, které je možno při uvedených dvou způsobech hodnocení environmentálního dopadu preventivního opatření použít. Tabulky používají jako základ hodnoty indikátorů, přičemž tabulku A.5 k vyhodnocení environmentálního přínosu opatření lze upravit podle potřeby resp. podle zvoleného hodnocení změny.

Tab. A.4: Stanovení změny, dané preventivním opatřením

Indikátor	Rozměr (jednotka)	Hodnota před opatřením	Hodnota po opatření	Poznámka (komentář)
Měrná produkce vybraného odpadu na dané technologii (příklad: množství odpadu plechu z lisování na 1t výrobku před a po preventivním opatření)				
Měrná spotřeba vybrané suroviny na dané technologii (příklad: spotřeba glazury na 1t keramických dlaždic před a po preventivním opatření, rozdíl těchto měrných spotřeb)				
Měrná spotřeba vybrané energie na dané technologii (příklad: spotřeba el. energie na vypálení 1 tuny keramických dlaždic před a po preventivním opatření, rozdíl těchto měrných spotřeb)				
Míra využití vybrané suroviny (příklad: podíl množství laku, který se stane při lakování odpadem, k vykázané spotřebě laku při lakování)				

Tab.A.5: Tabulka vyhodnocení environmentálního přínosu (rozšiřuje se podle potřeby)

Indikátor	Označení	Jednotka	Hodnota před opatřením	Hodnota po opatření	Zvolené hodnocení změny (rozšířit dle potřeby)					
Odpady										
	druh dle katalogu									
	druh dle katalogu									
	druh dle katalogu									
	druh dle katalogu									
Znečištění ovzduší										
Znečištění vody										

Suroviny										
Energie										

Pozn. Tabulku přizpůsobte podmínkám vašeho projektu, doplňte konkrétními údaji a texty.

B. Hodnocení ekonomického přínosu preventivního opatření

Prevence a minimalizace odpadů, stejně jako čistší produkce, pohlíží na odpad jako na nevyužitou draze nakoupenou surovinu, kterou se nepodařilo přeměnit v žádný výrobek, je tedy výrobní ztrátou.

Hodnocení ekonomického přínosu preventivního opatření má formu projektového účetnictví, neinformuje o finanční stabilitě firmy. Je základem pro posouzení efektivity plánovaných preventivních opatření, která byla v projektu navržena. Provádí se zpravidla ve fázi projektu, která je označována jako „Analýza proveditelnosti“ (Feasibility Study). Kalkulace využívá metodiku sledování celkových nákladů (TCA – Total Cost Assessment).

Analýzy finančních toků či účetnictví prováděné firmou pro potřeby daně z příjmu se z důvodu odlišného zaměření mohou od hodnocení přínosu preventivního opatření lišit.

Ekonomické hodnocení posuzuje finanční stránku preventivního opatření nejen ve srovnání se stávajícím stavem (tj. před zavedením opatření), nýbrž i s ostatními investičními záměry, které lze porovnat vybranými ekonomickými indikátory. Indikátory jsou sestavovány na základě jednoduchého přehledu investic a finančních toků, týkajících se plánovaného preventivního opatření v podniku.

a) Posouzení plánovaných investičních nákladů

Cílem je zaměřit se na veškeré investiční náklady, které preventivní opatření vyžaduje. Z hlediska potřeby investic se zpravidla jedná o následující opatření, nebo jejich kombinaci:

- organizační opatření (zpravidla nevyžaduje investice)
- úpravu stávající technologie
- nákup nové technologie
- nákup doplňku k stávající technologii, který zvyšuje účinnost celého zařízení (linky).

Přehled o potřebných investičních nákladech na jednotlivá preventivní opatření si lze uspořádat např. do tabulky 7.2.1 (viz níže). Tabulku lze rozšiřovat nebo krátit tak, aby co nejvěrněji vyjadřovala plánovanou změnu.

V jednotlivých tabulkách vyplňte odpovídající údaje a připište přehled dokladů, ze kterých byly údaje čerpány (např. podnikové účetnictví, interní doklad o nákupu energie, kalkulace nákladů podle místa spotřeby, expertní odhad apod.). V případě potřeby tabulky rozšiřte a připojte odpovídající komentář. Údaje o investičních nákladech zvoleného opatření lze získat například z nabídky dodavatele, ceníku stavebních prací, informace o cenách druhotných surovin apod.

Tab. B.1: Tabulka investičních nákladů

Náklady	Kč	Zdroj informace
Příprava		
- zpracování projektové dokumentace		
- demontáž starého zařízení		
- stavební příprava		
- nakládání s odpadem (demoliční odpad, doprava apod.)		
Investice		
- pořizovací cena technologie		
- instalace		
- připojení na inženýrské sítě		
- provozní testy		
Příjem z prodeje starého zařízení		
- prodej zařízení (záporná položka)		
- využití zařízení jako záložní kapacita výroby (záporná položka)		
CELKEM	(A)	

Pozn. Tabulku přizpůsobte podmínkám vašeho projektu, doplňte konkrétními údaji a texty (např. „technologie“ nahradíte „nákup systému protiproudého oplachu a membránového filtru“)

b) Posouzení současných a budoucích provozních nákladů

Cílem přehledu provozních nákladů stávajícího provozu a provozu se zavedeným preventivním opatřením je podat komplexní přehled o **struktuře nákladů před a po plánovaném opatření.**

Provozní náklady je třeba správně alokovat. Správná alokace zahrnuje připsání části provozních nákladů k surovinám, médiím či energiím vstupujícím do procesu, ve kterém se plánuje preventivní opatření.

Příklad: Voda využívaná v procesu zahrnuje náklady na nákup vody, čištění a čerpání do místa spotřeby. Stejným způsobem se alokují náklady vztahující se k odpadům či k emisnímu monitoringu. Pokud preventivní opatření snižuje produkci odpadů, snižuje i náklady vztahující se k nakládání s odpady, jejich úpravě, dopravě atd.

Z těchto důvodů **je třeba preventivní opatření posuzovat z pohledu celého procesu a sledovat, jak se projeví v nákladech na vstupech** (materiály, suroviny, energie, pomocné látky, apod.), jak se projeví **na výstupech** (odpady, emise, výrobky, apod.) a jak **na procesech** (mzdové náklady, údržba, přeprava, apod.).

Přednostně jsou údaje vyhodnocovány za kalendářní rok. V případě, že se jedná o sezónní či kampaňovou či dávkovou výrobu, je možné zvolit jiný, dostatečně reprezentativní časový interval. Rovněž je možné vyhodnotit náklady vztažené např. na roční objem produkce. Vyhodnocují se pouze reálně dosažitelné skutečné náklady a přínosy. Ostatní aspekty (např. snížení rizika havárie, zlepšení pracovního prostředí, atp.) mohou být stručně popsány.

Informace o provozních nákladech lze získat z podnikového finančního a manažerského účetnictví, z vnitřních informačních systémů. V některých případech je třeba přepočítat ceny surovin, nákladů na dopravu a úpravu surovin k místu, ve kterém je plánováno preventivní opatření. Např. cena vody, spotřebovávané v dané výrobní operaci, se stanoví jako součet nákupní ceny (poplatků za čerpání), nákladů na úpravu a nákladů na přečerpání vody do místa spotřeby.

Pokud neexistují objektivní měřicí metody pomocí kalibrovaných měřidel, účetní doklady apod., **lze využít i expertního odhadu v místě zavedení preventivního opatření.** Např. množství energie předané médiem v procesu lze vyhodnotit z tepelného gradientu, rychlosti průtoku v potrubí o dané světlosti apod..

Možnost přehledného uspořádání získaných údajů o nákladech k jejich porovnání je znázorněna v tabulce B.2, možnost časového rozlišení údajů o nákladech v tabulce B.3.

Tab.B.2: Tabulka srovnání provozních nákladů (všechny údaje v jednotkách Kč za rok případně v Kč na jednotku výroby)

Provozní náklady	Hodnota před opatřením	Hodnota po opatření	Úspora	Zdroj informace
Energie				
- elektrická energie (započítejte rovněž odpovídající část fixní platby, rovněž spotřebu energie v jiných částech provozu, např. energii na čerpání vody do místa opatření)				
- plyn (dtto)				
- tuhá paliva (dtto)				
- ostatní energie (pára, PHM, apod.)				

Voda				
- náklady na nákup či poplatky za odběr				
- náklady na úpravu (chemická úprava, např. změkčování apod.)				
- náklady na čištění odpadních vod				
- náklady na vypouštění vod (poplatky)				
- ostatní náklady spojené s vodou (ztráty, úniky při čištění apod.)				
Suroviny				
- spotřeba surovin, přeprava				
- spotřeba pomocných materiálů (filtry, čisticí chemie apod.)				
Odpady				
- poplatky za odpady a emise				
- kontrakty s externími firmami (nakládání s odpady, značení, apod.)				
- likvidace havárií (odstranění znečištění způsobené havárií)				
Údržba				
- náklady na údržbu (čištění technologie, drobné opravy a výměny)				
Zmetkovitost				
- náklady na zmetkovitost (počet zmetků krát náklady na jejich výrobu)				
Náklady na pracovní sílu				
- personální náklady vč. soc. a zdrav. dávek, daní; zahrňte i náklady na personál, zajišťující dozor				
Shoda s legislativou				
- nákl. na evidenci (odpady, emise,..)				
- monitoring (revize, servis)				
- náklady na havarijní připravenost				
- pokuty				
- poškození majetku, vliv na stárnutí ostatních částí technologie				
Ostatní provozní náklady vázané k projektu (daně, atp.)				
CELKEM	(B)	(C)	(B) – (C)	

Tabulku přizpůsobte podmínkám vašeho projektu, doplňte konkrétními údaji a texty (např. „spotřeba surovin“ nahraďte „nákup pásové oceli typ XYZ“).

Tab. B.3: Tabulka časového rozlišení

Časové rozlišení nákladů	kalendářní rok, roční produkce, jiné:
---------------------------------	--

c) Posouzení přímých ekonomických přínosů preventivního opatření

Cílem je identifikovat, jaké přímé ekonomické přínosy byly/budou zaznamenány díky zavedení preventivního opatření v podniku.

Tab. B.4: Tabulka přímých ekonomických přínosů

Veličina / indikátor ekonomického přínosu	Hodnota před opatřením	Hodnota po opatření	Zdroj informace
Zvýšení produkce – tržby, zvýšení podílu na trhu vázané na preventivní opatření (expertní odhad)	0		
Prodej vedlejšího produktu			
Ostatní ekonomické přínosy			
CELKEM	(D)	(E)	

Tabulku přizpůsobte podmínkám vašeho projektu, doplňte konkrétními údaji a texty (např. „prodej vedlejšího produktu“ nahraďte „prodej dřevního odpadu“).

Stanovit, jak se zvýšily tržby a podíl na trhu po zavedení preventivního opatření, je v některých případech obtížný úkol. V takovém případě lze do tabulky dosadit expertní odhad. Pomocí preventivního opatření lze v některých případech využít odpad jako surovinu (vedlejší produkt), což je rovněž ekonomický přínos daného opatření. To se týká i interní recyklace, pokud má odpad požadované vlastnosti a může se vrátit do výroby.

C. Seznam ekonomických indikátorů a jejich význam**a) Kapitálová náročnost – hodnota investice**

Vyjadřuje celkové investice včetně nákladů na přípravu místa (odstranění staré technologie, stavební náklady), zajištění infrastruktury a inženýrských sítí (napájení, rozvody vody, vzduchu apod.), nákup investice-technologie, proškolení zaměstnanců a provozní testy před započítáním vlastní výroby, či provozování.

Tab. C.1: Tabulka celkových investičních nákladů

Investiční náklady celkem	(Kč)
----------------------------------	------

b) Doba návratnosti bez využití diskontu

Z pohledu podnikatelského záměru by doba návratnosti investice neměla překročit např. 3 roky. Investice do čistírny odpadních vod má zápornou dobu návratnosti, z ekonomického pohledu jde o nenávratnou investici. **Preventivní opatření směřují k takovým opatřením, aby bylo dosaženo potřebného snížení znečišťování životního prostředí, avšak prostřednictvím investice s relativně krátkou dobou návratnosti. Doba návratnosti je** posuzovaná jako **podíl** veškerých **nákladů (investice)** a dosažitelných provozních **úspor nebo zvýšení kapacity výroby** využitím efektivnějších technologií.

Bez využití diskontu je:

$$Doba\ návratnosti = \frac{Investice(A)}{Úspory(C - B) + Přínosy(E - D)} (roky)$$

Pozn. A – viz Tab. B.1 ; B, C – viz Tab. B.2, D,E – viz Tab. B.4

Tab. C.2: Tabulka doby návratnosti

Doba návratnosti bez využití diskontu	(roky)
--	--------

b) Čistá současná hodnota (NPV) s využitím diskontní sazby

NPV představuje **sumu diskontovaných ročních peněžních toků (přínosy-náklady, cashflow, CF).**

Způsob použití je znázorněn následujícím **příkladem**:

Pro potřeby SFŽP je potřeba provést kalkulaci NPV s využitím toků například během 4 let, diskontní sazba $p=0,10$.

Kalkulaci zpracujeme podle následujících vzorců:

$$CF(rok0) = -investice(Kč)$$

$$CF(rok1) = \frac{\dot{Úspory}(C - B) + \dot{Přínosy}(E - D)}{(1 + p)^1}$$

$$CF(rok2) = \frac{\dot{Úspory}(C - B) + \dot{Přínosy}(E - D)}{(1 + p)^2}$$

$$CF(rok3) = \frac{\dot{Úspory}(C - B) + \dot{Přínosy}(E - D)}{(1 + p)^3}$$

$$CF(rok4) = \frac{\dot{Úspory}(C - B) + \dot{Přínosy}(E - D)}{(1 + p)^4}$$

$$NPV(Kč) = \sum_{rok=0}^4 CF(rok)$$

Pozn. B, C – viz Tab. B.2, D, E – viz Tab. B.4

Tab. C.3: Tabulka čisté současné hodnoty

NPV _(p,t) <i>p</i> – cena peněz (úroková míra) <i>t</i> – doba v letech	(Kč)
---	-------------

c) Vnitřní výnosové procento IRR

Vnitřní výnosové procento (IRR) je diskontní míra, při které se hodnota investice rovná současné čisté hodnotě peněžního toku. Používá se pro porovnání různých projektů mezi sebou, vyjadřuje zhodnocení peněz v daném projektu.

IRR se vypočte iteračním způsobem jako hodnota **p** při kterém je NPV(roky)= 0 (viz vzorec pro čistou současnou hodnotu).

Počet let, pro který byl proveden výpočet, je nutno uvést do tabulky IRR (viz níže). Pro výpočet hodnoty IRR je třeba využít tabulkový kalkulátor (MS Excel, Quatro Pro atd.), nebo specializovaný software.

Tab. C.4: Vnitřní výnosové procento projektu

IRR _(roky)	(%)
------------------------------	------------

Výklad odborných pojmů a zkratk

Abrazní tryskání Obecný termín pro tryskání abrazními částicemi.

Bezproudové (autokatalytické) pokovování Vylučování kovového povlaku řízenou chemickou redukcí, která je katalyzována vylučovaným kovem nebo slitinou.

Černění Povrchová úprava kovu vytvořená jeho ponorem do roztavených oxidujících solí, do solných roztoků nebo do směsí kyselých roztoků.

Čištění Odstraňování všech cizích látek z povrchu.

Deionizace Odstranění iontů z roztoku výměnou iontů.

Diafragma Pórovitá membrána oddělující anodový a katodový prostor pokovovací vany navzájem nebo od prostoru a umožňující průchod proudu.

Disperze Rozptýlení částic jedné látky v jiné látce, které jsou jinak vzájemně nemísitelné.

Disperzní povlak Povlak tvořený částicemi jednoho materiálu obsaženými v mřížce jiného kovu nebo nekovu.

Efektivita nanášení Množství nátěrové hmoty ulpívající na povrchu zpracovávaného prvku děleno množstvím spotřebované nátěrové hmoty celkem.

Elektrolytické čištění Čištění, při němž roztokem prochází elektrický proud a čištěný předmět je jednou z elektrod.

Elektrolytické leštění Hlazení a leštění povrchu kovu jeho anodickým zapojením ve vhodném roztoku.

Elektrolytické pokovování Elektrolytické vylučování přilnavého kovového povlaku na elektrodě s cílem získat povrch s vlastnostmi nebo rozměry odlišnými od povrchu podkladového kovu.

Elektrolytický roztok Vodivé prostředí, ve kterém je průchod proudu doprovázen pohybem hmoty.

Emulgátor Látka používaná k vytvoření stabilní emulze.

Emulzní čištění Čištění emulgovaným prostředkem složeným z organického rozpouštědla, vodní fáze a emulgačních činidel.

Fosfátování Vytváření vrstvy nerozpustných fosforečnanů na povrchu kovu při použití činidla obsahujícího kyselinu fosforečnou a/nebo fosforečnany.

Fyzikální napařování (PVD) Postup vytváření povlaku odpařováním a následnou kondenzací prvku nebo sloučeniny (obvykle ve vysokém vakuu).

Hustota proudu Podíl proudu na povrchu elektrody a plochy tohoto povrchu.

Iontové nanášení Obecný termín používaný pro postupy vytváření atomárního filmu, při kterých je povrch podkladu a/nebo vytvořený film vystaven proudu částic o vysoké energii (obvykle iontů plynu), který vyvolává změny oblasti rozhraní nebo změny vlastností filmu.

Chemické napařování (CVD) Postup vytváření povlaku chemickou reakcí vyvolanou tím, že teplo nebo plyny způsobí redukci par kondenzujících na podkladu.

Chemické pokovování Vylučování kovového povlaku chemickými neelektrolytickými způsoby.

Chromátování Vytváření chromátového konverzního povlaku na povrchu kovu pomocí roztoků obsahujících sloučeniny šestimocného/trojmocného chrómu.

CHSK Chemická spotřeba kyslíku. Množství kyslíku potřebné pro chemickou oxidaci organických látek v kapalině.

Iontové nanášení Obecný termín používaný pro postupy vytváření atomárního filmu, při kterých je povrch podkladu a/nebo vytvořený film vystaven proudu částic o vysoké energii (obvykle iontů plynu), který vyvolává změny oblasti rozhraní nebo změny vlastností filmu.

Iontová výměna Metodika separace nebo koncentrování elektrolytů využívajících výměnné schopnosti měničů iontů.

Kompozitní povlak Povlak obsahující současně vyloučené kovové a nekovové částičky.

Krycí schopnost Schopnost roztoku určeného k elektrolytickému pokovování vyloučit za daného souboru podmínek souvislý kovový povlak na celém povrchu původně nepokovené katody.

Moření Odstraňování oxidů nebo jiných sloučenin z povrchu kovů chemickým nebo elektrochemickým působením.

Odmašťování Odstraňování mastnoty a oleje z povrchu.

Odmašťování rozpouštědly Čištění organickými rozpouštědly.

Odmašťování v parách Čištění parami rozpouštědel, která kondenzují na čištěném předmětu.

Osmóza Jev, při němž v roztoku dochází k selektivní propustnosti jen určitých molekul skrze polopropustnou membránu.

Pasivace Vyvolání pasivity kovového povrchu nebo elektrolyticky vyloučeného kovového povlaku.

Pasivita Stav kovu, při němž jsou jeho normální reakce ve vymezeném prostředí zpomaleny.

Plátování kovem Nanášení kovového povlaku na jiný kov mechanickými postupy.

Plazma Skupenství, do něhož se látka dostane při velmi vysokých teplotách. Molekuly jsou rozštěpeny na atomy a elektrony v atomech jsou tak silně excitovány, že se pohybují volně, bez vazby na konkrétní atom.

Podkladový kov/materiál Materiál, na němž se vylučují nebo vytvářejí povlaky.

Povrchová úprava Úprava, která modifikuje povrch.

Povrchově aktivní činidlo Látka, která i v malých koncentracích výrazně ovlivňuje povrchové napětí nebo napětí na rozhraní fází.

Prostřík Materiál, který je určen k aplikaci na zpracovávanou součástku, ale výsledně ulpívá mimo její povrch vlivem nedokonalého přenosu materiálu.

Přilnavost Podíl síly působící na povrch, která je potřebná k oddělení povlaku od jeho podkladu a plochy tohoto povrchu.

Reverzní pokovování Způsob elektrolytického pokovování, při němž se směr proudu periodicky mění.

Smáčedlo Látka snižující povrchové napětí kapaliny, čímž způsobuje její snazší rozptýlení na povrchu pevné látky.

Spálení (burn-off) Neúmyslné odstranění autokatalytického povlaku z nevodivého podkladu při následném elektrolytickém pokovování v důsledku použití příliš velkého proudu nebo špatné kontaktní plochy.

Tryskání Proces, při němž se pevné částičky kovů, minerálů, syntetických pryskyřic nebo rostlin, popř. voda, vrhají vysokou rychlostí na předmět za účelem čištění, úběru, nebo zpevnění jeho povrchu.

Tryskání drtí Abrasní tryskání malými ostrohrannými částicemi nepravidelného tvaru z oceli nebo litiny.

Tryskání sekaným drátem Tryskání krátkými částicemi drátu z železných nebo neželezných kovů.

Tryskání skleněnými kuličkami Proces, při němž se proti skleněnému povrchu vrhají malé kulovité (např. skleněné nebo keramické) částice, a to za mokra či sucha.

Tryskání za mokra Tryskání kapalným nebo kašovitým médiem obsahujícím abrazivo používané k čištění citlivých dílů s přesnými rozměrovými tolerancemi a ke zlepšení únavové pevnosti tvrzených dílů.

Vícevrstvý povlak Povlak složený ze dvou nebo více následně nanesených vrstev kovu; vrstvy mohou být z téhož kovu s různými charakteristikami nebo z různých kovů.

Vnos Kapalina vnášena do lázně předměty, které se do ní umísťují.

Výměna iontů Vratný proces vzájemné výměny iontů mezi pevnou látkou a kapalinou bez podstatných strukturních změn pevné látky.

Vylučovací rozezí Rozezí hustot proudů, v němž lze získat vyhovující povlak.

Výnos Kapalina vynášena z lázně předměty, které se z ní vyjímají.

Vytváření konverzních povlaků Chemické nebo elektrochemické vytváření povlaků, které jsou sloučeninou povrchového kovu. Např. chromátové povlaky na zinku nebo kadmium, oxidové a fosfátové povlaky na oceli.

Žárové pokovování ponorem Proces zhotovování kovového povlaku ponořením předmětu do lázně roztaveného kovu.

Žárové stříkání Vytváření povlaku vrháním roztaveného nebo teplem změkčeného materiálu z pistole na libovolný podklad.

Pojmy a definice

Čistší produkce (Cleaner production): stálá aplikace integrální prevenční strategie ochrany životního prostředí na procesy, výrobky a služby s cílem zvýšit jejich efektivnost a omezit rizika pro člověka i pro životní prostředí. U výrobních procesů zahrnuje čistší produkce efektivnější využívání surovin a energií, vyloučení toxických a nebezpečných materiálů a prevenci vzniku odpadu a znečištění u zdroje. U produktů (výrobků a služeb) se strategie čistší produkce zaměřuje na snížení dopadů na životní prostředí a to v rámci jejich celého životního cyklu, od vývoje až po jejich využití (definice UNEP).

Ekoeffektivnost (Eco-efficiency): je jedním z výsledků čistší produkce. Označuje současné dosažení dvojího efektu – zvýšení účinnosti jak po stránce ekonomické, tak environmentální.

Ekologická zátěž: látky a materiály, uvedené do životního prostředí, které mohou okamžitě nebo následně poškodit člověka nebo jiné organismy

Environmentální aspekt: prvek činnosti, výrobků nebo služeb, který může ovlivňovat životní prostředí

Environmentální dopad: jakákoli změna v životním prostředí, ať nepříznivá, či příznivá, která je zcela nebo částečně způsobena činnostmi, výrobky či službami organizace

Environmentální indikátor: údaj nebo funkce (vztah mezi veličinami), kterým je popsán stav a jeho změna, které mají dopad na životní prostředí, např. měrná spotřeba suroviny (spotřeba suroviny, vztažená na výrobu), údaj o využití surovin a energií atd.

Environmentální politika: písemné prohlášení podniku o jeho cílech, zásadách a záměrech na ochranu a péči o životní prostředí

Environmentální tvrzení: prohlášení, symbol nebo obrazec, který poukazuje na environmentální aspekt výrobku, součástky nebo obalu

Environmentální závažnost: velikost (stupeň, váha) environmentálního dopadu na životní prostředí; údaj stanovený výpočtem podle vzorce dohodnutého k hodnocení váhy jednotlivých EA.

Hodnocení možností čistší produkce (Cleaner production assesment, CPA): metodika omezení dopadu činnosti podniků a životní prostředí. Aplikace této metodiky vede ve výrobních procesech k efektivnějšímu využívání surovin a energií, vyloučení toxických a nebezpečných materiálů a prevenci vzniku odpadu a znečištění u zdroje.

Hodnocení životního cyklu (Life cycle assessment): metoda pro hodnocení dopadu produktů na životní prostředí z hlediska celého jejich životního cyklu, od získávání surovin přes jejich výrobu a užití až po konečné odstranění výrobku po ukončení životnosti.

Koncové technologie (End-of-pipe treatment): jejich účelem je bránit vstupu znečištění do životního prostředí; nejsou nutnou součástí výrobní technologie, jsou využívány pro snížení znečištění životního prostředí na úroveň požadovanou zákonem. Jde např. o odlučovače, ČOV, atp.

Materiálová identifikace: slova, číslce nebo symboly použité k označení složení součástek výrobku nebo obalu

Minimalizace odpadu (Waste Minimalization): zahrnuje čistší produkci/prevenici znečištění i recyklaci odpadu mimo místo jeho vzniku. V USA, odkud tento pojem pochází, je spojen především s minimalizací nebezpečného odpadu. Termín minimalizace odpadu se někdy používá nepřesně jako synonymum pro aplikaci čistší produkce u výrobních technologií.

Monitorování: Monitorováním se v životním prostředí obvykle rozumí trvalé sledování/sledování vlivu určitého subjektu nebo činnosti na životní prostředí, přičemž je stanoven předmět hlavního a vedlejšího monitorování, a včasné zjišťování jevů, které mohou být projevem závad. Smyslem sledování je i souborné vyhodnocování a upřesňování předpokladů, z kterých monitorování vycházelo. Monitorování může probíhat v časových etapách, přesnost měření musí být předepsána v projektu na provozování monitorovacího systému a např. v provozním řádu. O provozování monitorovacího systému a provedených měřeních se vede podrobná evidence. Návrh monitorování musí stanovit taková opatření a pracovní postupy, aby byla zajištěna bezpečnost a ochrana zdraví všech pracovníků, přítomných při sledování.

Norma: Norma je dokument vytvořený podle zákona č. 22/1997 Sb.¹; je označen písemným označením ČSN, jeho vydání bylo oznámeno ve Věstníku Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Norma poskytuje pro obecné a opakované používání pravidla, směrnice nebo charakteristiky činností nebo jejich výsledků zaměřené na dosažení optimálního stupně uspořádání ve vymezených souvislostech. Další podrobnosti viz zákon č. 22/1997 Sb.

Omezení zdroje znečištění (Source Reduction): je nejužším termínem, používaným pro prevenci odpadu a znečištění, který zahrnuje pouze tyto prevenční techniky: změny technologie, úpravy výrobku, změny používaných surovin, změny v organizaci výroby a v provádění operací. Omezení zdroje nezahrnuje recyklaci odpadu, a tedy ani zhodnocení odpadu v podniku, kde vznikl.

Potenciál čistší produkce: možnost snížení produkce odpadu a znečištění, které lze dosáhnout aplikací metodiky čistší produkce

¹ Zákon č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, v aktuálním znění

Prevence znečištění (Pollution Prevention, P2): použití takových materiálů, procesů nebo postupů, které omezují nebo zabraňují vzniku odpadu a znečištění u zdroje vzniku. To zahrnuje postupy, které omezují používání nebezpečných látek, energií, vody nebo jiných zdrojů, a postupy, které chrání přírodní zdroje jejich uchováním nebo efektivnějším využíváním.

Tento termín se používá pro čistší produkci v USA.

Projekt čistší produkce (Cleaner Production Project): jednorázová aplikace strategie čistší produkce na vybraném problému.

Regionální projekt čistší produkce: projekt čistší produkce, vyhlašovaný a koordinovaný místní státní správou a samosprávou, odborně vedený konzultanty čistší produkce. Cílem projektu je vyškolit pracovníky malých a středních podniků, aby teoretické znalosti metodiky čistší produkce aplikovali ve svých podnicích, a tímto postupem omezit dopad činnosti malých a středních podniků na životní prostředí v regionu/místě. Regionem je míněna oblast se společným ekologickým problémem, např. čistotou vody v řece.

Registr environmentálních aspektů (REA): přehled všech environmentálních aspektů, vyplývajících z činností podniku. Součástí registru je i vyhodnocení váhy jednotlivých aspektů; Tabulky registrů jsou součástí základní podnikové databáze, která obsahuje jako jednotlivé soubory: významné EA, vyřazené (odstraněné, zaniklé) EA, ostatní EA a EA vyplývající z činnosti jiných organizací, smluvně vázaných k podniku.

Surovina druhotná: surovina nebo materiál získaný z odpadu (norma ČSN 83 8001)

Surovina vedlejší: Surovina vedlejší je materiál, který je důležitý při výrobě výrobku, ale obvykle se nestává jeho součástí. Náhradou vedlejší suroviny se nemusí změnit vlastnosti výrobku.

Surovina základní: Surovina základní je materiál, který se stává součástí konečného výrobku. Nelze ji zaměnit, aniž by se změnila vlastnosti výrobku.

Systém environmentálního managementu (Environmental Management System, EMS): normovaný systém řízení, který integruje ochranu životního prostředí do systému řízení podniku, tj. zaměřil se na zapracování tohoto kritéria do všech činností podniku; využívá organizačních struktur, plánovací činnosti, odpovědností, praktik, postupů, procesů a zdrojů podniku k vyvíjení, zavádění, dosahování a přezkoumávání environmentální politiky

Definice EMS podle ČSN EN ISO 14001: „Systém environmentálního managementu je ta součást celkového systému managementu, která zahrnuje organizační strukturu, plánovací činnost, odpovědnosti, praktiky a postupy, procesy a zdroje k vyvíjení, zavádění, dosahování, přezkoumávání a udržování environmentální politiky.“

Technické požadavky na výrobek: Pro účely zákona č. 22/1997 Sb. se technickými požadavky na výrobek rozumí vlastnosti výrobku z hlediska oprávněného zájmu, rozměrů, funkčnosti, jakosti, včetně požadavků na jeho název, pod kterým je prodáván, úprava názvosloví, znaků, zkoušení výrobku a zkušebních metod, balení, značení nebo označování výrobku a postupů pro posuzování shody výrobku s právními předpisy nebo s normami.

Technický předpis: Technickým předpisem se pro účely zákona č. 22/1997 Sb., označuje právní předpis, vyhlášený ve Sbírce zákonů České republiky, který obsahuje technické požadavky na výrobky nebo s nimi spojené závazné výrobní, případně kontrolní, evidenční nebo jiné administrativní postupy a metody.

Technologie: Podle zákona č.21/1997 Sb.², se technologií rozumí informace a výrobně technické poznatky ve zhmotnělé podobě nebo na médiích pro elektronický přenos dat, modely, prototypy, technické výkresy a náčrtky, diagramy, světlotisky nebo příručky, nebo ve zhmotnělé podobě výcvikové nebo technické soupravy, jež mohou být použity k vyhotovení technických plánů k výrobě, k využití nebo přepracování zboží, včetně programového vybavení a technických údajů, avšak nikoliv zboží samotné.

Udržitelný rozvoj (Sustainable development): rozvoj, který dokáže naplnit potřeby současné generace, aniž by ohrozil splnění potřeb generací následujících, nebo byl na úkor jiných národů. Je sladěním ekonomického rozvoje s ekologickými principy a sociálními aspekty.

Úvodní environmentální přezkoumání: přezkoumání vztahu organizace k ochraně životního prostředí podle požadavků normy ČSN EN ISO 14001, zaměřené zejména na stránku technickou a systémovou.

Vedlejší výrobek (koprodukt): jakékoliv dva nebo více výrobků stejného jednotkového procesu

Výrobek: Podle zákona č. 22/1997 Sb., je výrobkem jakákoliv věc, která byla vyrobena, vytěžena nebo jinak získána bez ohledu na stupeň jejího zpracování a je určena k uvedení na trh.

Životní cyklus: navazující a navzájem spojená stadia výrobního systému od získávání suroviny nebo výroby přírodní suroviny po konečné zneškodnění

² Zákon č. 21/1997 Sb., o kontrole vývozu a dovozu zboží a technologií, podléhajících mezinárodním kontrolním režimům.

Použitá a doporučená literatura

- Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a navazující vyhlášky
- Zákon č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, v aktuálním znění
- Zákon č. 158 /1998 Sb., o chemických látkách a přípravcích, v aktuálním znění
- Zákon č. 21/1997 Sb., o kontrole vývozu a dovozu zboží a technologií, podléhajících mezinárodním kontrolním režimům
- Zákon č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci
- Referenční dokumenty nejlepších dostupných technik (BREF, Referenční dokumenty BAT) dostupné na www.ippc.cz
- Sborník „Seminar on Economic Aspects of Clean Technologies, Energy and Waste Management in the Steel Industry“, Linz, 22.-24.4.1998
- Směrnice Parlamentu a Rady EC 2000/53/EC k vozidlům po ukončení životnosti
- Směrnice Parlamentu a Rady 2002/96/EC o odpadech z elektrických a elektronických zařízení a směrnice 2002/95/EC o omezení používání některých nebezpečných látek v elektrických a elektronických zařízeních
- Směrnice Rady 75/442/EHS, o odpadech, ve znění směrnice 91/156/EHS a rozhodnutí Komise 96/360/ES
- Směrnice Rady 91/157/EHS, k bateriím a akumulátorům obsahujícím některé nebezpečné látky, doplněná směrnicí Rady 93/86/EHS
- Směrnice Rady 75/439/EHS, o zneškodňování odpadních olejů, ve znění Směrnice Rady 87/101/EHS
- Zpráva Komise COM(95)522 – final, určená Radě a Evropskému parlamentu, o politice nakládání s odpady
- Usnesení Rady z 24.2.1997 o strategii Společenství v oblasti nakládání s odpady 97/C76/01
- Směrnice Rady 89/369/EHS a 89/429/EHS ke spalovnám komunálního odpadu
- Směrnice Rady 99/..ES o skládkování odpadů
- Směrnice Rady 91/689/EHS o nebezpečných odpadech ve znění směrnice Rady 94/31/ES
- Směrnice Rady 84/631/EHS o dozoru a kontrole přepravy nebezpečného odpadu přes hranice států v rámci Evropského Společenství, upravená směrnicí Komise 85/469/EHS, a dále rozhodnutí Rady 90/170/EHS o přijetí rozhodnutí/doporučení OECD o kontrole přepravy nebezpečných odpadů přes hranice států Evropským hospodářským společenstvím, rozhodnutí Rady 93/98/EHS o uzavření Konvence o pohybu nebezpečných

odpadů přes hranice států a jejich zneškodňování (Basilejská konvence) jménem Společenství, nařízení Rady (EHS) č. 259/93 o dohledu a kontrole zásilek odpadů v rámci ES, do a mimo ES, rozhodnutí Komise 94/575/ES, stanovící postup kontroly podle nařízení Komise (EHS) č. 259/93 pro některé zásilky odpadů do některých nečlenských států OECD

- Směrnice Rady 96/61/ES o integrované prevenci a omezení znečištění
- Manuál čistší produkce, vydalo České centrum čistší produkce (CPC), Praha (1997)
- Čistší produkce, *metodická příručka pro průmyslové podniky*, České centrum čistší produkce, Praha 1998
- Projekty čistší produkce, *interní materiály CPC, nepublikováno*
- Ekologicky šetrná výroba, *projekt PPŽP (1995)*
- Program čistší produkce, *projekt PPŽP (1996)*
- Výroční zprávy CPC Praha
- Zavádění čistší produkce a vypracování komunální politiky, *metodická příručka pro místní správu a samosprávu*, vydalo CPC, Praha (1998)
- Sborníky: European Roundtable on Cleaner Production 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002
- Brezet, H., van Hemel, Carolien: Ecodesign, A Promising Approach to sustainable Production and Consumption, manuál, Delft University of Technology, (1994)
- Norma ČSN EN ISO 14001 – systémy environmentálního managementu, specifikace s návodem pro její použití
- Norma ČSN ISO 14004 – systémy environmentálního managementu, všeobecná směrnice k zásadám, systémům a podpůrným technikám
- Nařízení Rady č. 1836/93/EHS (EMASI) a č. 741/200 (EMAS II) pro dobrovolnou účast průmyslových podniků na systému environmentálního managementu a auditů
- Norma ČSN ISO 14040 – Posuzování životního cyklu (LCA), zásady a osnova
- Unesení vlády č. 159/93 ze 7. 4. 1993, kterým byl vyhlášen Národní program pro označování výrobků ochrannou známkou „Ekologicky šetrný výrobek“.
- Manuál minimalizace odpadu, *WEC, sborník ze semináře, (1994)*
- Státní politika životního prostředí, 1999
- Směrnice SFŽP pro poskytování podpory projektům čistší produkce 1998, 1999
- Amundsen Audun: Omezování vzniku odpadů - čistší produkce, ENZO, Praha 1995
- Weizsäcker, E., U., Lovins, A., Lovinsová L., H.: Faktor 4, *český překlad a vydání MŽP v rámci projektu PHARE, 1996*
- Manuály OECD o čistší produkci v různých průmyslových odvětvích a činnostech