

# Environmentální aspekty technologičnosti konstrukce

7. přednáška

# Environmentální aspekty technologičnosti konstrukce

- Průmyslová činnost má negativní účinky na životní prostředí.
- Odpady jsou jen jedním z environmentálně aktivních efektů každého výrobního systému a musí být posuzovány v širších souvislostech jejich vlivu na životní prostředí.
- Environmentální aspekty průmyslové činnosti lze z důvodů přehlednosti a souladu s legislativním systémem rozčlenit formou složkového dělení (to jest rozdělení na jednotlivé složky životního prostředí
  - Voda
  - Ovzduší
  - Příroda
  - Odpady
- Posuzování jednotlivých složkových problémů komplexně je naprosto nezbytné, protože se všechny vyjmenované složky navzájem ovlivňují.
- Opatření pro ochranu vod mají vliv na odpadové hospodářství i na ovzduší, naopak ochrana ovzduší pomáhá chránit vody atd.

# Environmentální vlivy výrobních systémů

- Emise do atmosféry
- Znečištění vod
- Ochrana přírody
- Odpady

Všechny výše uvedené vazby mezi produkcí odpadů a dalšími vlivy je nutno vyřešit ve fázi návrhu generelu závodu a při zpracování technologického projektu je respektovat

# Emise do atmosféry

- Emise vnos jakékoliv látky z nějakého zdroje do atmosféry
- Z hlediska ochrany ovzduší emise znečišťujících látek, které nejsou přirozenou součástí atmosféry (např. halogenované uhlovodíky, sirouhlík, organické polutanty) nebo se vyskytují v řádově nižších koncentracích (např. tuhé organické částice - saze, apod)
- Zdroji znečišťování ovzduší jsou: technologické objekty obsahující stacionární zařízení ke spalování paliv, zařízení technologických procesů, uhelné lomy a jiné plochy s možností zapaření, hoření nebo úletu znečišťujících látek nebo plochy, na kterých jsou prováděny práce, které mohou způsobovat znečišťování ovzduší. Jsou to sklady a skládky paliv, surovin, produktů a odpadů
- **Zákon č. 201/2012 Sb. O ochraně ovzduší** je založen na respektování tzv. emisního principu - "co se vypustí, to se zaplatí". Podrobně stanovuje povinnosti jednotlivých provozovatelů zdrojů znečišťování ovzduší a umožňuje uložení citelných sankcí za jejich porušování.

# Znečištění vod

- Pojmem vodní hospodářství rozumíme souhrn vztahů, činností a zařízení, které slouží k manipulaci-nakládání s vodou, jejímu skladování, úpravám, odběru nebo vypouštění, měření kvalitativních i kvantitativních ukazatelů.
- Vodní hospodářství definujeme jako určitou instituci ze dvou důvodů. Prvním je snaha kontrolovat množství využívané vody z důvodu minimalizace odchylek od přirozeného stavu v dané lokalitě a snaha o maximálně hospodárné využití vody. Druhým důvodem je snaha o minimalizaci znečištění této vody. I zde jako v případě ochrany ovzduší platí "emisní princip" - co se vypustí, to se zaplatí.
- **Zákon 254/200 Sb. O vodách** (vodní zákon) s pozdějšími doplňky a celá řada dalších předpisů, jichž je v této oblasti celkem cca 150.
- Ve vodním hospodářství existuje množství zákonů, které upravují postup hospodaření s vodou od základních pojmů (např. co je to vodohospodářské dílo apod.), přes oznamovací povinnosti (např. zjištění podzemních vod, podklad k vodohospodářskému plánu apod.), až po povinnosti organizační. Proces nakládání s vodou můžeme z technického hlediska rozdělit do tří základních skupin:
  - vstup vody do procesu
  - vlastní proces
  - vypouštění vody

# Ochrana přírody

- Při investiční výstavbě průmyslových objektů jde většinou o stavby "na zelené louce.
- **Výstavba je regulována Zákon na ochranu životního prostředí 17/92 Sb.**
- To znamená, že dochází buď k trvalému, nebo dočasnému záboru zemědělského nebo lesního půdního fondu.
- Lesní a zemědělské půdy obsahují soubory lokálních ekosystémů, což jsou větší či menší území vyznačující se ekologickou stabilitou. Tím je míněno druhové zastoupení jednotlivých živých organismů (rostlinstva, živočichů), které žijí ve vzájemné rovnováze. Jakýkoliv rušivý zásah, někdy zdánlivě bezvýznamný, poměrně rychle rovnováhu naruší a tak může dojít až k rozpadu daného ekosystému.
- Z těchto důvodů je nutné před zahájením výstavby provést podrobný průzkum nejen hydrogeologický, ale i biologický, a do nákladů stavby zahrnout eventuální přesuny cenných exemplářů živočichů, rostlin apod.
- Celá stavba pak musí být koncipována tak, aby byl rušivý zásah minimalizován a to tak, aby se po dokončení stavby stav ekosystému blížil co nejvíce původnímu stavu.
- Dalším možným střetem mezi ochranou přírody a mezi investorem je možnost zásahu do chráněné krajinné oblasti (případně jiného institucionálně chráněného území) nebo regionálního či nadregionálního biokoridoru. Chráněné území je oblast, na jejímž území jsou zákonem omezeny některé činnosti (jako např. kácení stromů, průjezd vozidel, zásahy mimo komunikace, stavby apod.). Na těchto územích je proto nová výstavba sice v principu možná, ale pouze za dodržení přesných a poměrně tvrdých podmínek.

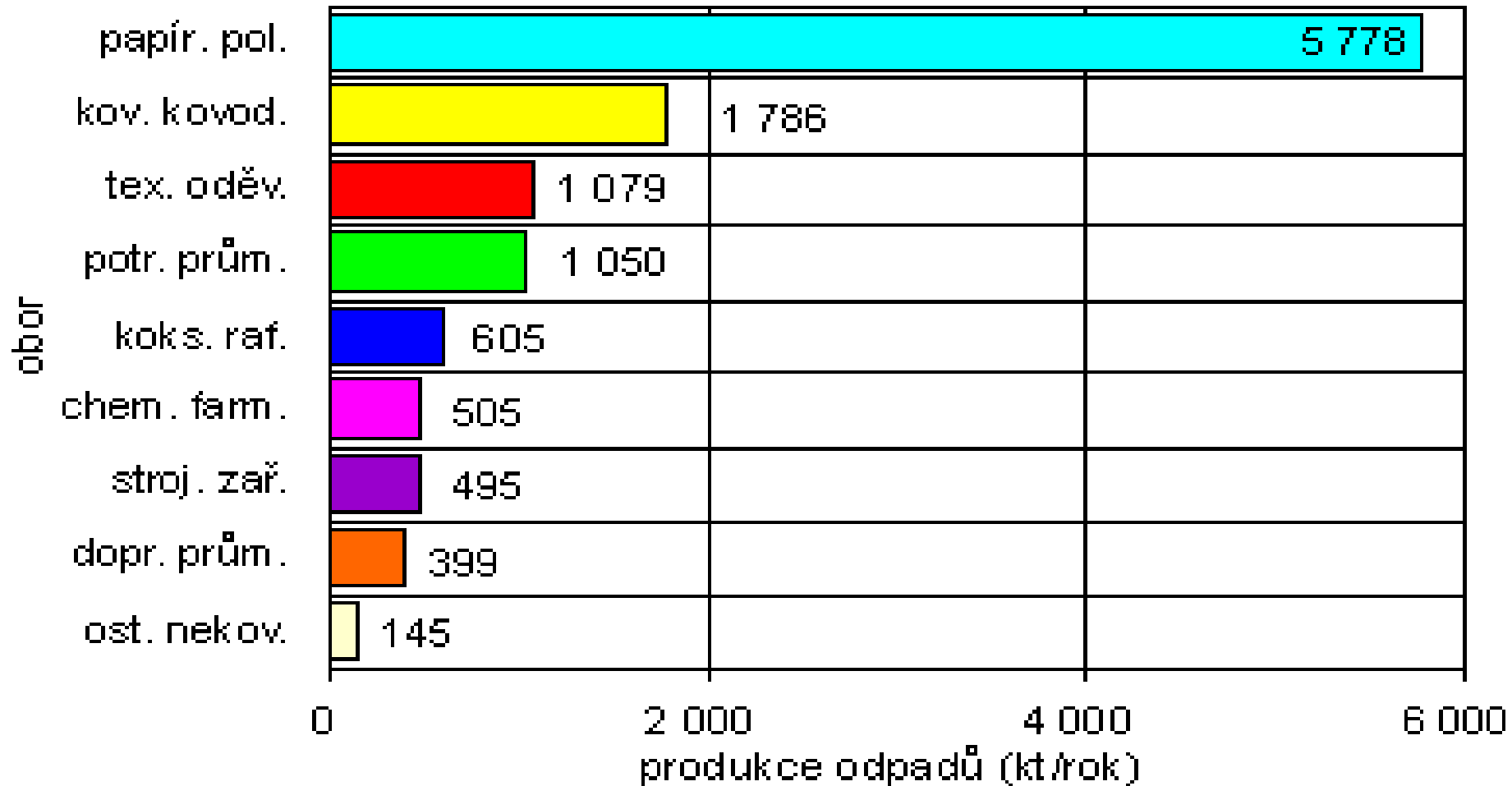
# Ochrana přírody

- Dalším institucionálně chráněným územním objektem je biokoridor. Biokoridory spojují jednotlivé ekosystémy v regionu (regionální biokoridory) nebo až v rámci celé Evropy (evropské nadregionální biokoridory). Po těchto dopravních cestách migrují živé organismy, přičemž touto migrací je zaručena přirozená diverzita druhů (jak rostlinstva tak živočichů). Jedná se o spojitě pásy zeleně vinoucí se krajinou a umožňující spojení mezi ekosystémy.
- Projektování nového průmyslového podniku musí dále respektovat územně plánovací dokumentaci příslušného územního celku, to znamená zpravidla územní plán příslušného města, v jehož katastru se nachází zájmový pozemek. Procedura jednání o umístění stavby je řízena zákonem č. 183/2006 sb. (stavební zákon).
- U velkých investičních celků se dále vyžaduje zpracování studie vlivu stavby na životní prostředí EIA (environmental impact assessment) v proceduře zákona 100/2001 sb. Studie EIA pak analyzuje veškeré vlivy stavby na životní prostředí ve vzájemných souvislostech a příslušný orgán státní správy na jejím základě může ovlivnit charakter investičního záměru.
- Všechny uvedené vazby mezi produkcí odpadů a dalšími vlivy průmyslového podniku na životní prostředí je nutno vyřešit už ve fázi generelu závodu a při zpracování technologického projektu je respektovat.

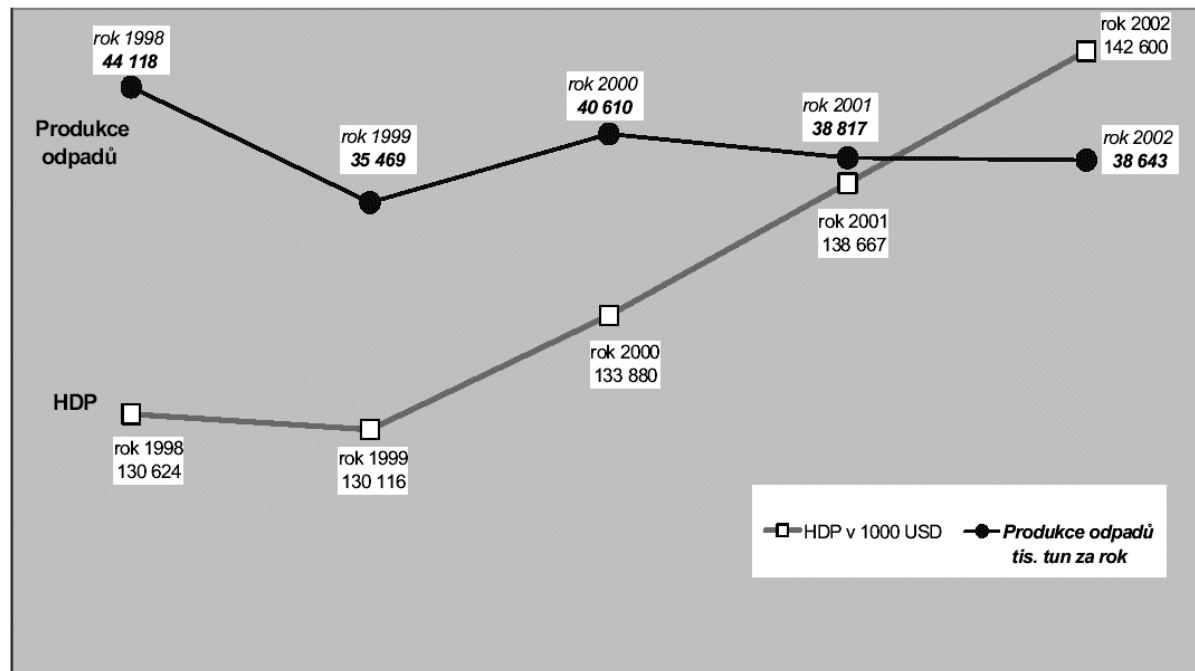
# Nakládání s odpady

- Nakládání s odpady (odpadové hospodářství) je regulováno samostatným systémem právních předpisů, opírajících se o základní zákon "O odpadech" a je proto účelné s tématem odpadů zacházet samostatně. Znalost stavu a dynamiky vývoje produkce odpadů je jedním z nezbytných předpokladů pro ovlivňování stavu odpadového hospodářství na všech úrovních podnikové sféry.
  - Odpadové hospodářství firmy představuje nejen efekty ekologické ale i ekonomické
  - Informace a dostupné prostředky pro manipulaci s nimi umožňují nebývalou mírou ovlivnit výrobu zboží i kvalitu chápanou moderně jako uspokojení všech požadavků zákazníka
  - Pochopení vzájemné souvislosti a vazeb mezi informacemi průmyslové a neprůmyslové povahy je klíčem k efektivitě ekonomické aktivity a k obchodnímu úspěchu

# Významné obory původců odpadů



# Vztah produkce odpadů v ČR k HDP

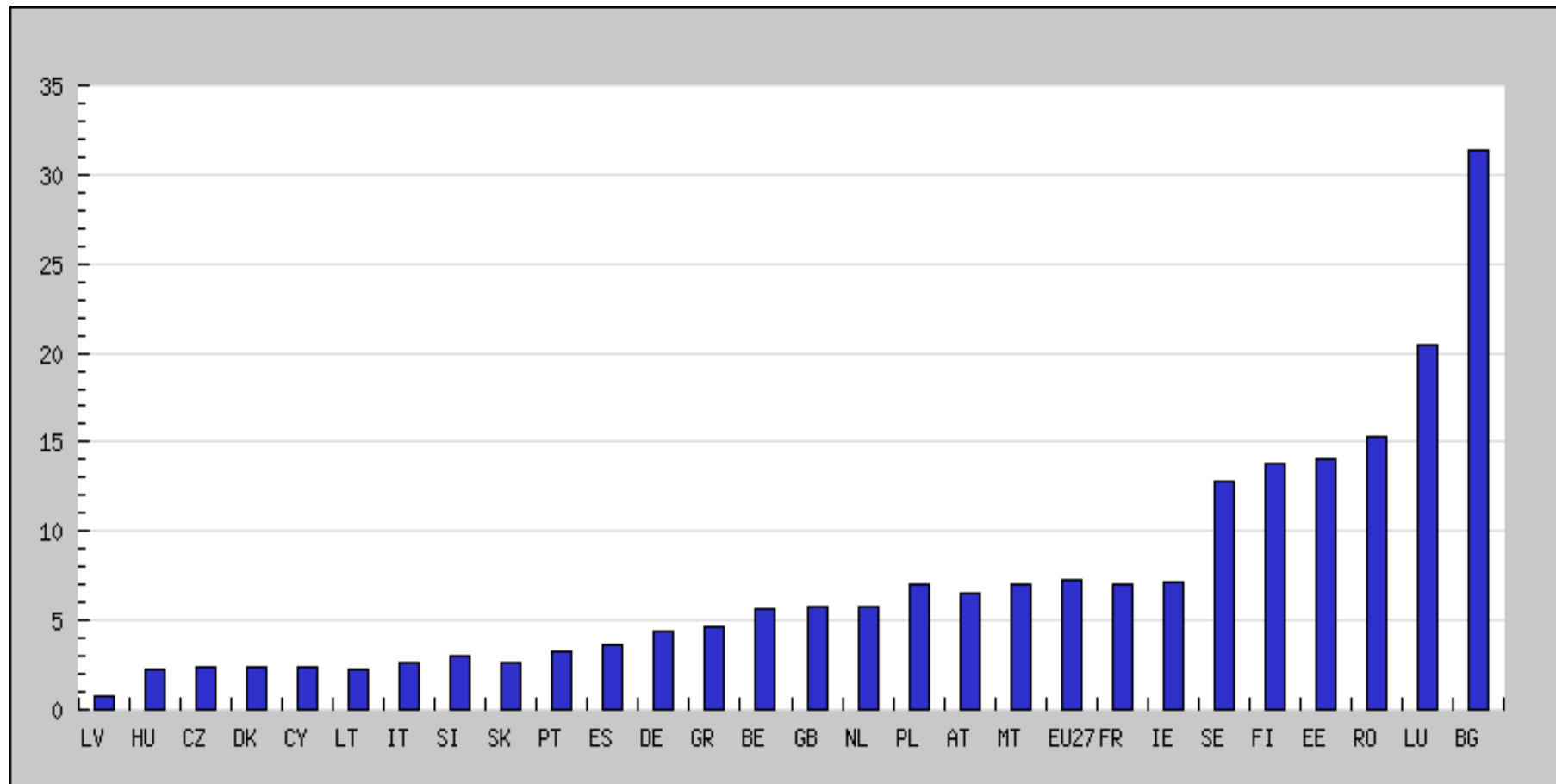


**Celková produkce všech odpadů v ČR 2010-2021 [tis. t]**

Rok	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Produkce odpadů [tis. t]	31 811	30 672	30 023	30 621	32 028	37 338	34 242	34 513	37 785	37 362	38 504	39 897

Zdroj: ISOH, MŽP, 2022

# Celková produkce odpadů na obyvatele mezinárodní srovnání [t/obyv.]



# Definice odpadu

- Odpad je movitá věc, která se pro vlastníka stala nepotřebnou a vlastník se jí zbavuje s úmyslem ji odložit, nebo která byla vyřazena na základě zvláštního právního předpisu.  
Zákon 185/2001 sb. "O odpadech"

# Vznik odpadu

- Odpad vznikne v důsledku různých činností, například technologického procesu.
- Téměř vždy je ještě před zahájením této činnosti jasné, jaký odpad vznikne, jaké bude jeho množství a také by mělo být rozhodnuto o jeho dalším osudu.
- Musí být vyhrazeno místo pro jeho uložení po dobu činnosti při které odpad vzniká.
- V rámci fungujícího odpadového hospodářství provozu se tento vzniklý odpad okamžitě zaeviduje (přiřadí se mu katalogové číslo, kategorie O nebo N, a jeho množství) a určí se jeho další osud (skladování, doprava na skládku a uložení, doprava a zneškodnění jinými metodami).
- Před zahájením produkce odpadu N musí být splněny administrativní požadavky zákona o odpadech (rozhodnutí o nakládání s nebezpečnými odpady vydané orgánem státní správy a zajištění autorizované osoby pro nakládání s odpady podléhající zpřísněnému režimu).

# Zneškodňování odpadů

- Odpad, který prošel procesem vzniku, shromáždění, přepravy, je nutné nějakým způsobem zneškodnit.
- Nejběžnější způsob zneškodňování odpadů v ČR je nadále skládkování. Další způsoby jsou již poměrně speciální a jsou vhodné pro některé typy odpadů (např. solidifikace, ukládání do podzemních prostor apod.).
- Z hlediska ochrany životního prostředí je nejlepší, jestliže zneškodnění odpadu proběhne formou přepracování na druhotnou surovinu.

# Kategorizace odpadů

Ke každému druhu odpadu lze v souladu se zákonem 185/2001 sb. "O odpadech" dle VYHLÁŠKY ze dne 5. ledna 2021 o Katalogu odpadů a posuzování vlastností odpadů (Katalog odpadů)

přiřadit šestimístný kód, v němž:

- první dvojčíslí označuje skupinu odpadů
- druhé dvojčíslí označuje podskupinu odpadů
- třetí dvojčíslí označuje druh odpadu zařazeného do příslušné skupiny (podskupiny) odpadů

# Odpady v mechanických dílnách

- V mechanických dílnách vzniká největší objem odpadu ve formě třísek z obrábění a to ve formě třísek nebo kalů.
- Související produkce odpadů představují především zbytky rezných kapalin.
- V navazujících dílnách tepelného zpracování, povrchových úprav a montáže jsou produkovány další kategorie odpadů.
- Výrobní podnik zároveň vyprodukuje odpady podobné komunálním.
- Výňatek z podrobné klasifikace všech kategorií odpadů, které mohou být produkovány v systémech pro obrábění viz následující příklad.
- Speciální kategorii odpadu představuje zbytková ocel, litina a barevné kovy které mají charakter recyklovatelné surovin.
- Způsob kategorizace třískových odpadů podle normy ČSN 42 00 30.

# Katalog odpadů (příklad 1)

<b>08 00 00</b>	<b>ODPADY Z VÝROBY, ZE ZPRACOVÁNÍ, Z DISTRIBUCE A Z POUŽÍVÁNÍ NÁTĚROVÝCH HMOT, LEPIDEL, TĚSNICÍCH MATERIÁLŮ A TISKAŘSKÝCH BAREV</b>	
<b>08 01 00</b>	<b>ODPADY Z VÝROBY, ZE ZPRACOVÁNÍ A Z POUŽÍVÁNÍ BAREV A LAKŮ</b>	
08 01 01	barva s obsahem halogenovaných rozpouštědel a/nebo lak s obsahem halogenovaných rozpouštědel	N
08 01 02	barva bez halogenovaných rozpouštědel a/nebo lak bez halogen.rozpouštědel	N
08 01 03	barva rozpustná ve vodě a/nebo lak rozpustný ve vodě	N
08 01 04	prášková barva	N
08 01 05	vytvrzená barva a/nebo vytvrzený lak	N
08 01 06	kal z odstraňování barev a/nebo laků s obsahem halogenovaných rozpouštědel	N
08 01 07	kal z odstraňování barev a/nebo laků bez halogenovaných rozpouštědel	N
08 01 08	vodný kal s obsahem barev a/nebo laků	N
08 01 09	odpad z odstraňování barev a/nebo laků (kromě kódů 08 01 05 a 08 01 06)	N
08 01 10	vodná suspenze s obsahem barev a/nebo laků	N
08 01 99	odpad druhově blíže neurčený nebo výše neuvedený	
<b>08 04 00</b>	<b>ODPADY Z VÝROBY, ZE ZPRACOVÁNÍ A Z POUŽÍVÁNÍ LEPIDEL A TĚSNICÍCH MAT.</b>	
08 04 01	lepidlo s obsahem halogenovaných rozpouštědel a/nebo těsnicí mat. s obsahem halogenovaných rozpouštědel	N
08 04 02	lepidlo bez halogen. Rozpouštědel a/nebo těsnicí materiál bez halogen. rozpouštědel	N

# Katalog odpadů (příklad 2)

<b>12 00 00</b>	<b>ODPADY Z TVÁŘENÍ A Z OBRÁBĚNÍ KOVŮ A PLASTŮ</b>	
<b>12 01 00</b>	<b>ODPADY Z TVÁŘENÍ A Z OBRÁBĚNÍ (NAPŘ. KOVÁNÍ, SVAŘOVÁNÍ, LISOVÁNÍ, TAŽENÍ, ŘEZÁNÍ A PILOVÁNÍ)</b>	
12 01 01	piliny a/nebo třísky železných kovů	O
12 01 02	ostatní železný kov	O
12 01 03	piliny a/nebo třísky neželezných kovů	O
12 01 04	ostatní neželezný kov	O
12 01 05	plast	O
12 01 06	řezný olej s obsahem halogenů (neemulgovaný)	N
12 01 07	řezný olej bez halogenů (neemulgovaný)	N
12 01 08	řezná emulze s obsahem halogenů	N
12 01 09	řezná emulze bez halogenů	N
12 01 10	syntetická řezná kapalina	N
12 01 11	kal z obrábění	N
12 01 12	Upotřebený vosk a tuk	N
12 01 13	odpad ze svařování	O
12 01 99	odpad druhově blíže neurčený nebo výše neuvedený	
<b>12 02 00</b>	<b>ODPADY Z MECHANICKÉHO OPRACOVÁNÍ POVRCHU (NAPŘ. OTRYSKÁVÁNÍ, BROUŠENÍ, HONOVÁNÍ, LAPOVÁNÍ, LEŠTĚNÍ)</b>	
12 02 01	Otryskávací písek	O
12 02 02	kal z broušení a honování a lapování	N
12 02 03	kal z leštění	N
12 02 99	odpad druhově blíže neurčený nebo výše neuvedený	

# Katalog odpadů (příklad 3)

<b>11 00 00</b>	<b>ANORGANICKÉ ODPADY S OBSAHEM KOVŮ ZE ZPRACOVÁNÍ KOVŮ, Z POVRCHOVÉ ÚPRAVY KOVŮ, Z HYDROMETALURGIE NEŽELEZNÝCH KOVŮ</b>	
<b>11 01 00</b>	<b>ODPADY Z POVRCHOVÉ ÚPRAVY KOVŮ</b>	
11 01 01	Kyanidový (alkalický) odpad s obsahem těžkých kovů kromě chrómu	N
11 01 02	Kyanidový (alkalický) odpad bez těžkých kovů	N
11 01 03	odpad s obsahem chrómu a bez kyanidů	N
11 01 04	odpad bez chrómu a kyanidů	N
11 01 05	kyselý mořicí roztok	N
11 01 06	kyselina blíže nespecifikovaná	N
11 01 07	alkálie blíže nespecifikovaná	N
11 01 08	kal z fosfátování	N
11 01 99	odpad druhově blíže neurčený nebo výše neuvedený	
<b>11 03 00</b>	<b>ODPADY Z POPOUŠTĚNÍ</b>	
11 03 01	odpad s obsahem kyanidů	N
11 03 02	ostatní odpad	N
<b>11 04 00</b>	<b>OSTATNÍ ANORGANICKÉ ODPADY S OBSAHEM KOVŮ BLÍŽE NESPECIFIKOVANÉ</b>	
11 04 01	ostatní anorganický odpad s obsahem kovů blíže nespecifikovaný	N

# Technologičnost konstrukce a produkce odpadů

- Využití materiálu při obrábění je relativně nízké 15 – 40 % materiálu se mění v odpad
- Objemová hmotnost vznikajících třísek je velmi nízká (0,2 až 0,3 t/m<sup>3</sup>) a manipulace je tedy náročná a velmi nákladná
- Některé odpady obsahují recyklovatelnou surovinu a při důkladné separaci náklady na likvidaci odpadu klesají
- Nebezpečné složky odpadů musejí být skladovány a manipulovány podle zvláštních předpisů
- Je nutné dodržet právní předpisy a technické normy, upravující např. skladování hořlavých, výbušných, případně jedovatých látek.
- Současně s přesunem odpadu na místo shromaždiště se provede i jeho třídění, tzn. uložení podle jednotlivých katalogových druhů.

# Příklad -Kalení do soli

- Princip kalení do soli, oleje a vody je shodný a spočívá v ohřevu oceli na teplotu 20 až 40°C nad teplotu A3 pro podeutektoidní oceli a nad teplotu A1 u většiny nadeutektoidních ocelí, zjednodušeně do oblasti austenitu.
- Poté následuje výdrž na této teplotě, aby došlo k homogenizaci austenitu v celém průřezu součásti, a prudké ochlazení na teplotu vzniku martenzitické nebo bainitické struktury.
- V praxi se běžně používá sůl AS 140 (dusitan sodný). Tato sůl pracuje od teplot cca 180 °C (přibližný bod tání soli je 140 °C) až do 550 °C (počátek rozkladu soli).
- Mezi hlavní přednosti kalení do soli patří nejmenší deformace součástí po zakalení, vysoká rychlost ochlazování a nehořlavost solné lázně.
- Nevýhodou je její značná ekologická závadnost, vysoká škodlivost na zdraví a vyšší cena ve srovnání s olejem jako kalícím médiem.
- Termální kalení v solných lázních je daleko „citlivější“ zákonitým transformacím (blíží se teoretické kritické rychlosti) a právě nadkritická ochlazovací rychlost dosahovaná ve vakuových pecích má za následek silné přesycení tuhého roztoku uhlíku v železe  $\gamma$ , navíc delší prodlevy na austenitizaci vedou k hrubnutí  $\gamma$  zrna, čímž po prudkém ochlazení vznikají dlouhé martenzitické jehlice šířící se průřezem rychlostí zvuku (!) a výsledkem pak je nehomogenní napěťové pole (tah – tlak = ohyb tělesa)



# Ekonomika zneškodnění odpadů

- Pro odpovědné projektování systémů odpadového hospodářství je nutno analyzovat základní finanční údaje charakterizující trh odpadů v ČR. Důležité jsou zejména údaje o:
  - nákladech na odstraňování odpadů
  - měrných nákladech na odstraňování odpadů
  - poplatcích
  - pokutách
  - investičních nákladech a zdrojích financování (SFŽP)
  - daňových úlevách

# Provozní náklady na odstraňování odpadů

- Na směsný odpad znečištěný látkou vyšší nebezpečnosti se hledí jako by obsahoval pouze tuto látku
- Cena za likvidaci je složena jako součet fixní ceny za zneškodnění konkrétního typu odpadu a nákladů na dopravu
- Náklady na manipulaci jsou přímo úměrné objemu manipulační jednotky bez ohledu na hmotnost

$$N_L = m \cdot N_j + N_d \cdot V \quad [\text{Kč}]$$

Kde:  $N_L$  ... náklady na likvidaci odpadu [Kč]

$m$  ... hmotnost odpadu

$N_j$  ... náklady na likvidaci kategorie odpadu

$N_d$  ... jednotkové manipulační náklady

$V$  ... objem odpadu

# Sestavení nákladové rovnice

- Náklady spojené s odpady nezahrnují jen náklady spojené se zneškodněním odpadu, ale také cenu surovin obsažených v odpadech a náklady spojené se zpracováním vstupů výroby při jejich přeměně na odpad

Nákladovou rovnici je tedy nutno doplnit

$$N_E = N_L + N_m + N_p$$

Kde:  $N_E$  ... náklady na likvidaci odpadu [Kč]

$N_L$  ... náklady na likvidaci kategorie odpadu

$N_m$  ...jednotkové manipulační náklady

$N_p$  ...jednotkové manipulační náklady

Rovnici lze přepsat:

$$N_E = m \cdot N_j + N_d \cdot V + m \cdot k_m \cdot N_p$$

Kde:  $k_m = Q_s/Q_m$  ... koeficient využití polotovaru

# Minimalizace nákladů na odpady

- Koeficient  $k_m$  závisí zejména na zvoleném polotovaru tzn. určení jeho tvaru, velikosti a způsobu výroby. Náklady na přeměnu polotovaru v odpad jsou závislé na typu výrobní technologie.
- Při aplikaci optimalizace nákladů v mechanických dílnách, speciálně v systémech pro obrábění je nutno se zaměřit prioritně na ty proměnné nákladové rovnice, které je možno formou technicko-organizačních opatření ovlivnit.
- Náklady na likvidaci (NL) lze minimalizovat zejména separací toxických složek směsných odpadů, separací druhotně využitelných odpadů.
  - To znamená především separaci řezných kapalin, odpadů z povrchových úprav kovů a tepelného zpracování, komunálních odpadů, konstrukčních ocelí, legovaných ocelí a barevných kovů.
- Náklady na dopravu (Nd) již vzniklých odpadů lze minimalizovat zejména snižováním jejich objemu.
  - To znamená především dokonalé zvládnutí tvorby třísky, propracovanou technologičnost konstrukce.
- Náklady na přeměnu polotovarů v odpad ( $N_p$ ) lze minimalizovat preferencí levných technologií a technologičností konstrukce,

# Vliv řezného prostředí na produkci odpadů

- Frézování: vysokorychlostní obrábění rovin s dobrým odchodem třísek je typickým příkladem čisté technologie. Frézování nástroji z rychlořezných ocelí vyžaduje použití řezných kapalin. Kritickými operacemi jsou především:
  - složitých profilů ( nástroje RO)
  - výrobu ozubení
  - frézování závitů
- Vrtání: Při vrtání děr obvyklých štíhlostních poměrů je mezním hlediskem průměr díry Kritickými operacemi jsou především:
  - vrtání hlubokých otvorů (řezná kapalina slouží především k odplavování třísek z místa řezu)
  - Vystružování(vzhledem k požadované kvalitě povrchu nelze předpokládat práci za sucha).
- Soustružení: především pro obrábění jednoduchých vnějších povrchů, ale i čel lze použít vysokorychlostního obrábění. Kritickými operacemi jsou především:
  - soustružení tvarových ploch
  - soustružení závitů

podstatné je, že pro hrubovací operace, při kterých stroj produkuje největší objem třísek, lze aplikovat vysokorychlostní obrábění a vyloučit tak vznik směsného odpadu.
- Hoblování a obrážení: operace užívající především RO nástroje. Nelze předpokládat dosažení vysokých řezných rychlostí. Kritickou operací na obrážecích strojích je:
  - výroba ozubení
- Broušení: při broušení malých přídavek lze obrábět bez použití řezných kapalin. Při velkém vývinu tepla a riziku teplotních deformací obrobku je nutné použít chladicí kapaliny.

# Vliv řezného prostředí na produkci odpadů

- Řezné kapaliny mají vliv nejen na chlazení a mazání obráběcí soustavy, ale ovlivňují komplexně celý průběh, resp. výsledek obráběcího procesu, Řezné kapaliny mohou:
  - zvýšit trvanlivost obráběcího nástroje,
  - redukovat deformaci při tvoření třísky,
  - redukovat celkovou řeznou sílu a spotřebu energie,
  - redukovat deformace obrobku v důsledku zvýšení teploty v části obrobku,
  - usnadňovat utváření třísky,
  - zabraňovat tvorbě nárůstku,
  - minimalizovat minimální tloušťku třísky,
  - ovlivňovat velikost a průběh zbytkových pnutí v povrchové vrstvě obrobené plochy,
  - ovlivňovat velikost a průběh zpevnění v povrchové vrstvě obrobené plochy.
- Řezné kapaliny musí vyhovovat požadavkům z hlediska těchto uvažovaných vlivů na obráběcí proces, musí však vyhovovat i řadě dalších požadavků:
  - nesmí mít další nepříjemné účinky jako jsou alergické reakce nebo zápach,
  - nesmí korozně napadat obrobek a obráběcí stroj,
  - nesmí ulpívat na obrobku a třískách.
- Ze všech těchto uvedených hledisek je zřejmé, že je velmi obtížné realizovat vhodnou řeznou kapalinu.

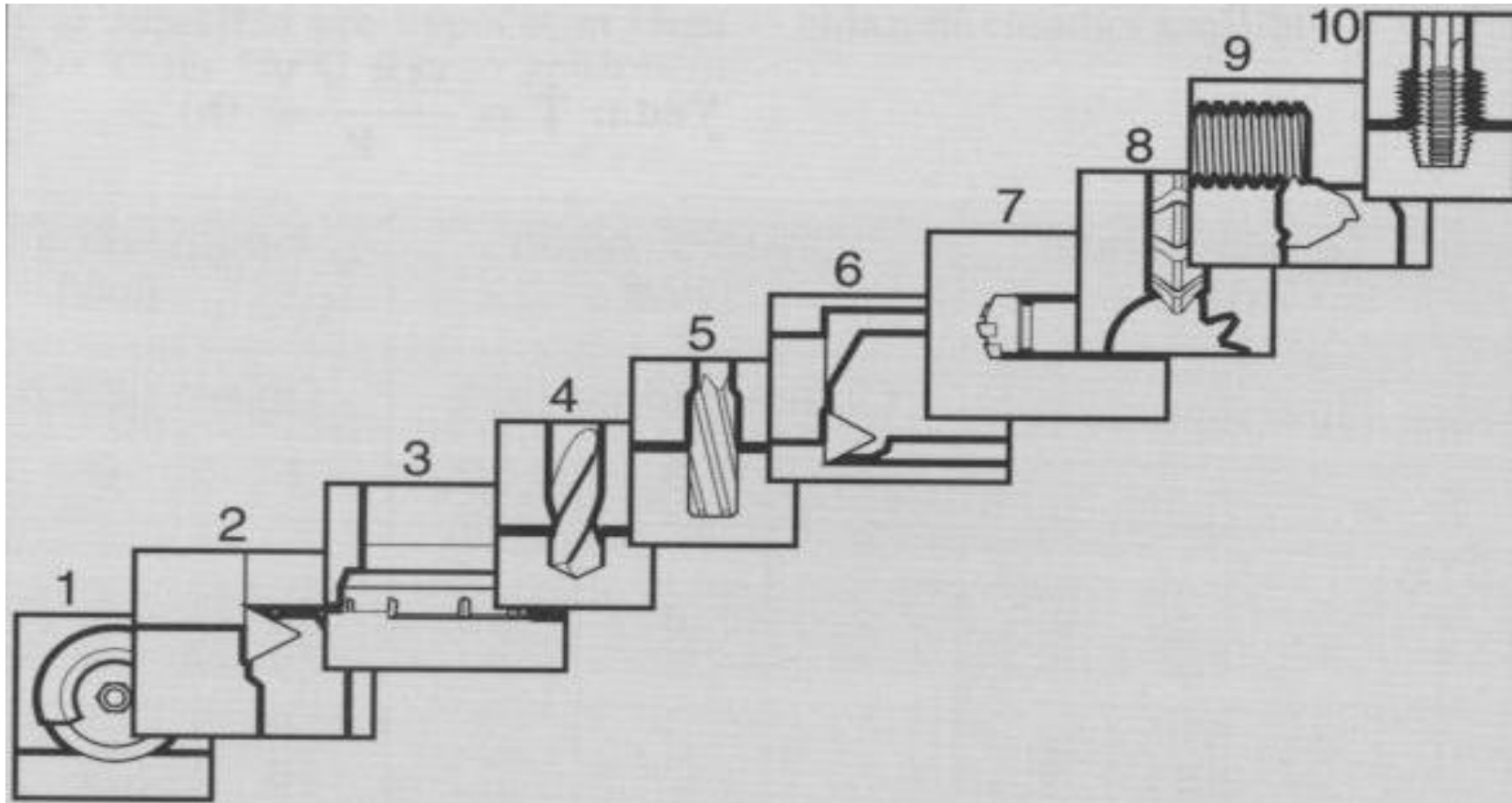
# Vliv řezného prostředí na produkci odpadů

- Tradiční řezné kapaliny na bázi ropy, často s přísadami chlóru, fosforu a síry, se jeví jak z ekologického, tak i ekonomického hlediska problémové.
- Ještě horší postavení zauímají emulze, které kromě základového oleje obsahují celou řadu přísad, včetně látek způsobujících ekzémy.
- V současné době existuje dosti široká škála řezných kapalin ekologického typu, které jsou alternativou k tradičním ropným produktům, přestože vývoj nových řezných kapalin šetrných k životnímu prostředí není jednoduchou záležitostí jak z hlediska ekologického, tak z hlediska účinnosti na obráběcí proces.

# Nasazení alternativních ekologických kapalin

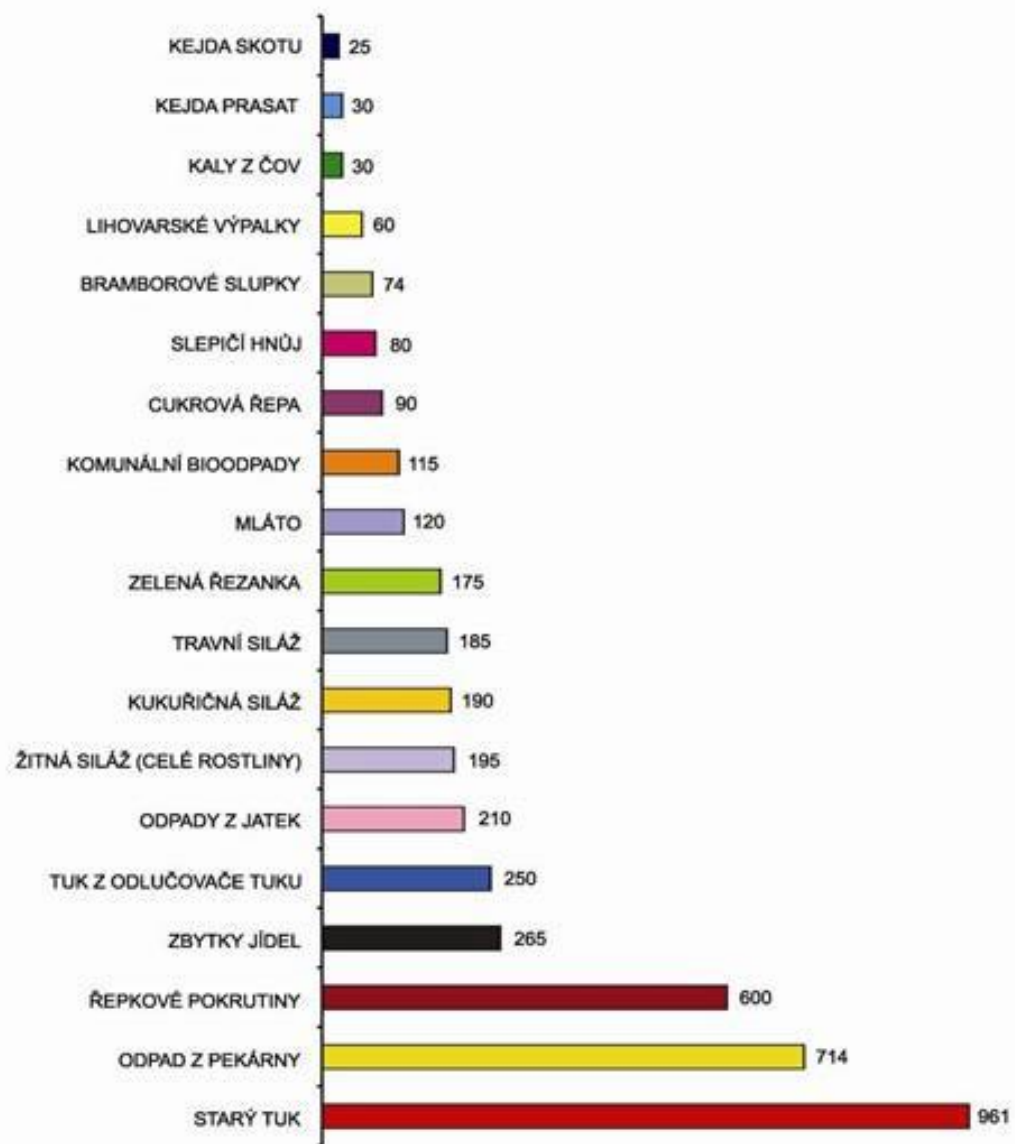
- Skutečnost, že se řada obráběcích operací neobejde bez použití procesních kapalin, je příčinou, že výrobci vyvíjí alternativní řezné kapaliny, které budou plnit základní funkční požadavky na řezné kapaliny a zároveň budou šetrné k životnímu prostředí.
- Alternativní kapaliny neobsahují základové oleje na bázi ropy, jako je tomu u konvenčních kapalin. Jejich základní složkou jsou estery nebo prostředky na rostlinné a živočišné bázi.
- Základové oleje obvykle neplní požadavky kladené na řezné kapaliny
- Klíčovou úlohu hrají aditiva, která obvykle představují pro životní prostředí větší nebezpečí než základové oleje
- Velkým problémem při použití alternativních kapalin je jejich znečištění cizími oleji.
- Zejména se jedná o látky, které pronikají z mazacích okruhů stroje, hydrauliky, z převodovek a z kluzných vedení. Toto znečištění se nepříznivě promítá do jejich ekologických charakteristik, funkční účinnosti do procesu obrábění, trvanlivosti a nákladů na jejich údržbu a likvidaci a zdravotních rizik

# Hodnocení technologií z hlediska použití řezných kapalin



1.Broušení 2.soustružení 3.frézování 4.vrtání 5.vystružování 6.vyvrtávání 7.hluboké 8.výroba 9.soustruž. 10.řezání  
HSS ozubení závitů závitů

## VÝNOS BIOPLYNU Z TUNY BIOMASY



M<sup>3</sup> BIOPLYNU NA TUNU BIOMASY

# Metody optimalizace odpadového hospodářství

- 1. externí
  - právní regulace
  - finanční a ekonomické nástroje
  - široké zapojení spotřebitelů (obyvatelstva)
  - dobrovolné dohody
- 2. interní
  - systém řízení výroby včetně kontroly v podnikové úrovni,
  - výrobní struktura
  - změna technologií
  - změna surovinových vstupů a polotovarů
  - separace odpadů
  - ostatní nástroje (výchova, vzdělávání, informace apod.)
  - využití soustavy norem řady ISO 9 000 a ISO 14 000.
- Externí metody optimalizace odpadového hospodářství jsou předmětem zájmu legislativních orgánů a občanské veřejnosti.

# Metoda čistší produkce

- Celkové náklady na odpadové hospodářství podniku jsou v zemích OECD v průměru z 90% tvořeny ztrátami ve výrobě (především ztrátami surovin a energií)
- Podniky, které chtějí významně snížit náklady na odpadové hospodářství, se proto musí zaměřit na předcházení vzniku odpadů
- Prevence vzniku odpadu je prioritní technikou v hierarchii odpadového hospodářství před využitím odpadu a nebo jeho zneškodněním
- Metoda, později nazývaná CP, byla poprvé použita v americkém koncernu 3M
- Nejde o metodu jednoznačně matematicky sofistikovanou, ale spíše o postup práce, o metodiku, která může být aplikovaná na konkrétní problémy.

# Metoda CP je definována těmito charakteristikami

- Odstraňuje příčiny vzniku odpadu u zdroje pomocí preventivních opatření, která jsou součástí výrobních technologií.
- Na odpad pohlíží jako na výrobní ztrátu a jeho vzniku předchází efektivnějším využíváním vstupů výroby
- Není jednorázovou metodou, ale procesem, který směřuje ke stálému snižování negativních efektů produkce odpadů
- Výrobní technologii sleduje jako celek, protože příčiny vzniku odpadů vycházejí z materiálových a energetických toků ve výrobě.
- Změny nesmějí snížit kvalitu a užitnou hodnotu výrobku

# Přínosy metody CP

- Až 25% produkovaného odpadu je možné omezit neinvestičními opatřeními.
- Dobré hospodaření zahrnuje organizační opatření, jako je pečlivé zacházení se surovinami a pomocnými látkami, školení a motivace personálu nebo změny ve sledu operací.
- Vnitropodniková recyklace (na místě) není vždy efektivní, zejména ve výrobních systémech pro obrábění.
- Významné snížení produkce odpadů může přinést technologická změna, která buďto omezí produkci odpadu nebo odpad změní v recyklovatelnou surovinu.
- Možnosti pro aplikaci této metody lze odhadnout na základě přehledu o hlavních materiálových tocích ve výrobě a o celkových nákladech na odpadové hospodářství.

# Z preventivní techniky využívané v metodice čistší produkce

- Z preventivních technik využívaných v metodice čistší produkce lze uvést následující opatření seřazená podle míry výsledné efektivity:
  - **pečlivé zacházení se surovinami** a pomocnými látkami, tj. **organizační opatření** (školení a motivace personálu, změny sledu a průběhu prací, směrnice pro práce s materiály a obaly atd.)
  - **změny výrobní technologie** – od jednoduchých úprav na strojích a přístrojích až k dalekosáhlým změnám metod, do této oblasti spadají také opatření s největšími úsporami energií
  - **změny výrobku** mohou zahrnovat různé změny a modifikace, které neomezí jeho užitnou hodnotu, např. snížení počtu materiálů pro výrobu
  - **náhrada toxických nebo obtížně nazpět získatelných materiálů** takovými surovinami, které jsou méně škodlivé, což může mít bez velkých investic značný vliv na snížení množství a nebezpečnosti odpadů a emisí
  - **vytvoření systému oběhů materiálů**, resp. zpětného získávání druhotných surovin, vnitroprovazní recyklace „na místě“
  - **externí recyklace**, tj. navrácení druhotných surovin do hospodářského koloběhu jako metoda ke snižování množství odpadů a znečištění, která je jistě velmi významná z hlediska národohospodářského, se již do konceptu CP zpravidla nezahrnuje Pro čistší produkci je charakteristické, že nevede jen k přínosům pro životní prostředí, ale i k přínosům finančním.

# Metodika zavedení systému CP do výroby

- **Prvním krokem** při zavádění CP v podniku je vstupní zhodnocení podniku anebo jeho vybrané části tak, aby mohly být stanoveny priority projektu optimalizace metodou CP. Logický sled kroků při analýze vstupního hodnocení je následující:
- Vypracovat přehled nejvýznamnějších vstupů do výroby, tedy používaných surovin a pomocných látek. Jako kritéria výběru se přitom použije:
  - toxicita
  - cena
  - objem
- Vpracovat přehled nejvýznamnějších odpadů a zjistit jejich složky. Těmto hlavním komponentům se přiřadí odpovídající postup výroby. (tento přehled umožňuje zkontrolovat zda v přehledu vstupů není opomenut některý významný materiálový vstup z hlediska produkovaného odpadu).
- U každého významného odpadu uvést náklady na zacházení s tímto odpadem (náklady na záchyt, dopravu a likvidaci)
- U nejvýznamnějších vstupů do výroby zjistit efektivnost jejich přeměny na žádaný výrobek (vyjádřeno v procentech využití ve výrobku)
- Vyčíslit finanční ztrátu spojenou s produkcí daného odpadního toku.

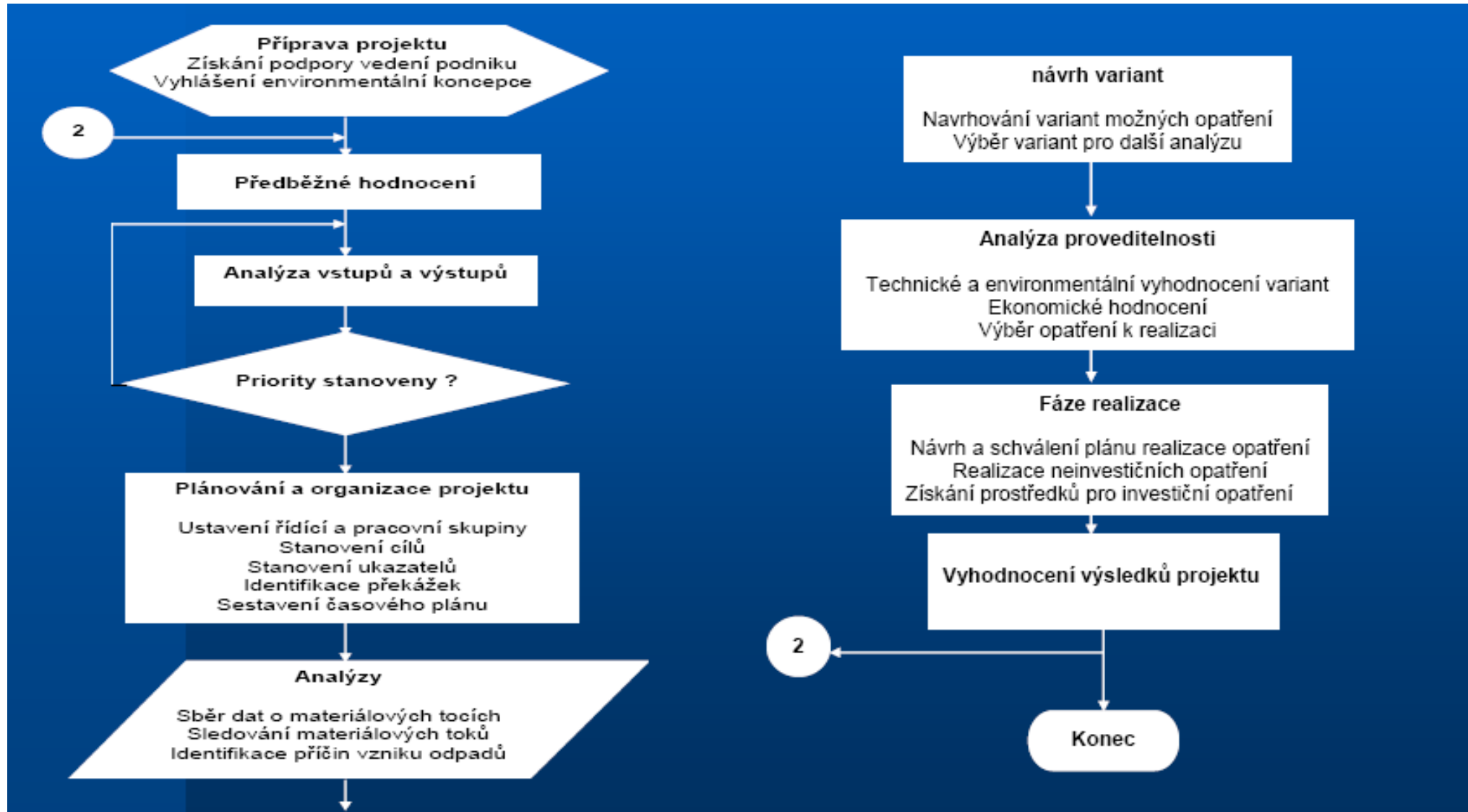
# Metodika zavedení systému CP do výroby

- **Druhým krokem** je stanovení kritérií pro objektivní posouzení plnění cílů optimalizace. Kritériem hodnocení může být v zásadě buďto minimalizace nákladů a (s menší praktickou použitelností) minimalizace produkce odpadů.
- **Třetím krokem** je stanovení skutečných příčin vzniku odpadu. Pro analýzu těchto příčin je nutné zmapovat materiálové toky ve výrobě. Přitom je třeba sestavit bilanční schéma výroby a provést materiálové bilance. Bilance umožní identifikovat všechna místa kde odpad vzniká a vyčíslit velikost těchto zdrojů.
- **Čtvrtým krokem** je variantní návrh preventivních opatření. V této fázi je navrhnout změny technologie k odstranění příčin produkce odpadů, nebo alespoň omezení produkovaného množství. Pokud z technických (výrobních důvodů) nelze odstranit produkci odpadu, lze změnit alespoň jeho charakter s ohledem na manipulovatelnost odpadu. Zároveň lze separací složek odpadu změnit jeho charakter s ohledem na jeho toxicitu v celém nebo části jeho objemu.
- **Pátým krokem** je technickoekonomické vyhodnocení stanovených variant. To může vycházet z expertního vyjádření (metodou párového porovnání, metodou vážených součtů) nebo analytickým hodnocením lineárního programování (v případě jednodušších linearizovatelných jevů).

# Algoritmus implementace metody CP do projektu výrobního systému

- Pro zjištění přínosu projektu je nezbytné mít zpětnou vazbu ve formě vyhodnocení.
- To napomáhá kvantifikovat úspěch, porozumění chybám a stanovení nových cílů
- Zavádění čistší produkce není jednorázovou záležitostí, ale procesem, který směřuje ke stálému zlepšování environmentálního chování podniku
- Vyhodnocení výsledků projektu proto není závěrečným krokem, ale program čistší produkce pokračuje dalším projektem čistší produkce začínajícím krokem 2 - Předběžné hodnocení.

# Algoritmus zavedení CP do výrobního systému



# Aplikace CP do systému environmentálního řízení

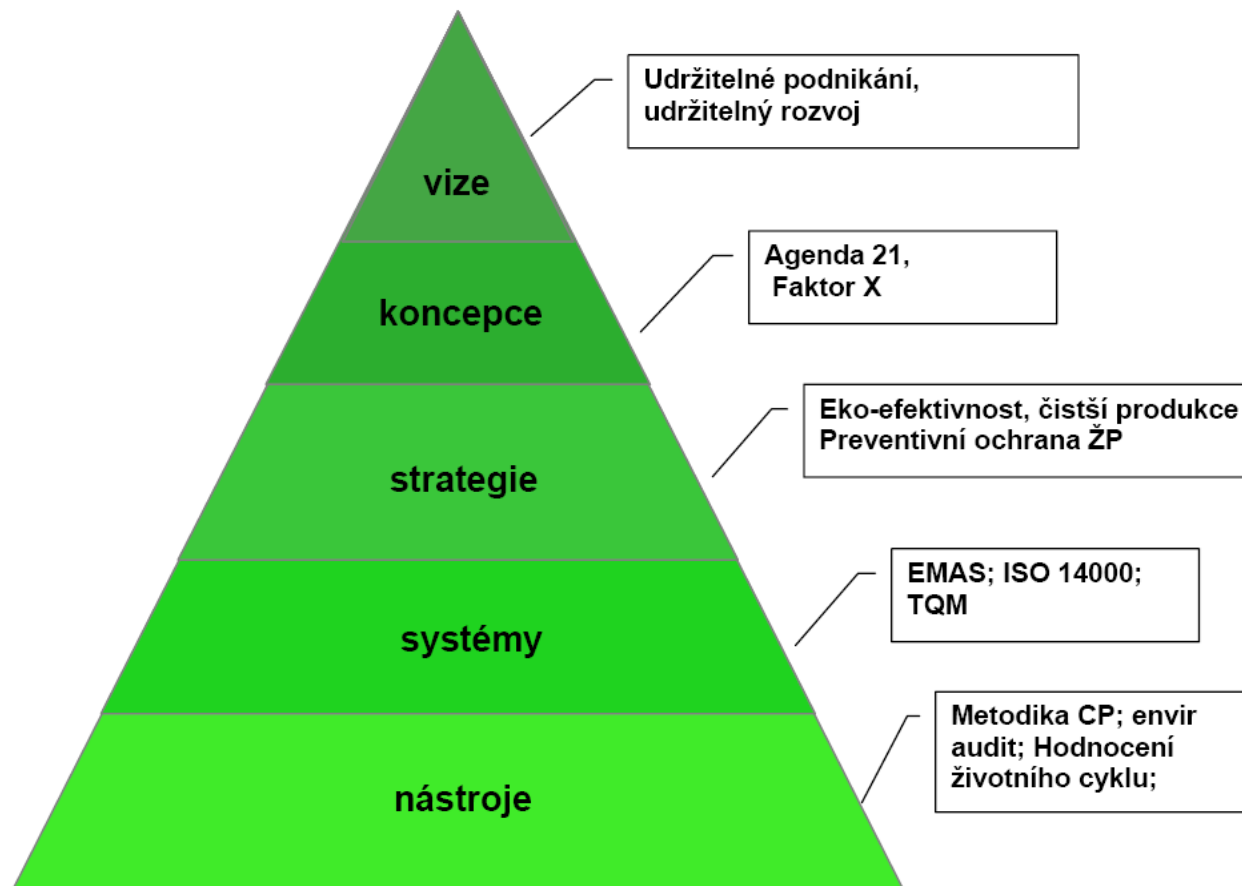
- Jedním z cílů optimalizace nakládání s odpady v podniku, je vytvoření, zavedení a udržování vhodně strukturovaného systému environmentálního řízení.
- Pro zavedení EMS (Environmental management systema) existují v zásadě dva předpisy
  - ISO 14001 Systémy environmentálního managementu, specifikace s návodem pro využití
  - nařízení Rady EU č.1836/93 EMAS (Environmental management audit systems).

# Environmentální management

- **Proaktivní a reaktivní management**
- Vznikající problémy se řešily nejprve neaktivně, to znamená, že byly registrovány tehdy, až bylo příliš pozdě.
- V zásadě existují dva možné přístupy reakce na vzniklý problém.
  - **Reaktivní přístup** lze charakterizovat jako takový, kdy se vyčkává na rozhodnutí z vnějšku, reaguje se až po vzniku problému
  - **Proaktivní přístupy**, které by měly být současnou strategií ochrany životního prostředí, se snaží o pojmenování problému dříve než nastane a zasahují preventivními postupy.

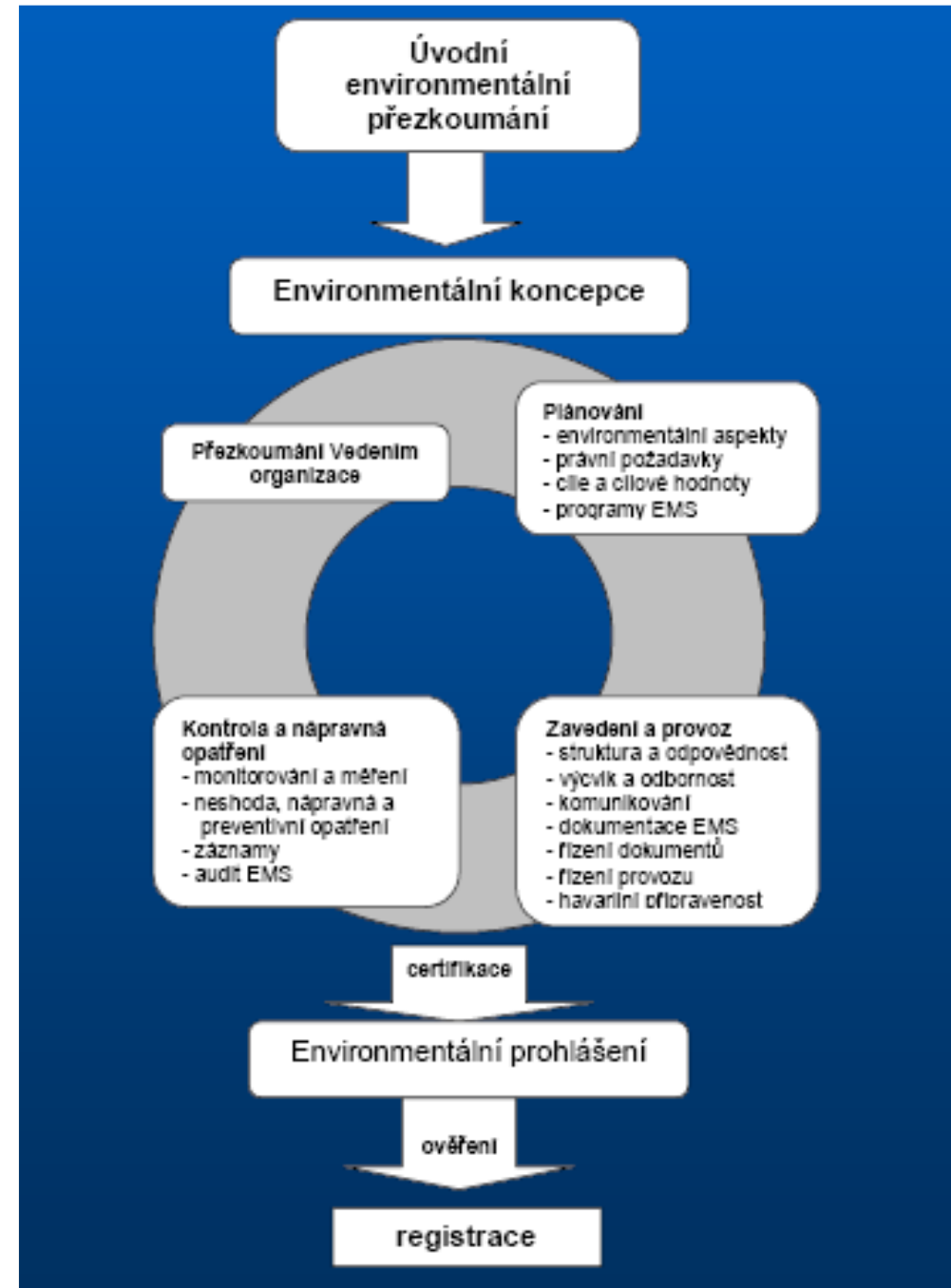
# Management ochrany ŽP

Podnikový management ochrany životního prostředí je schematicky znázorněn na následujícím obrázku.



# Dynamická dimenze EMS

- Úvodní environmentální přezkoumání
- Environmentální koncepce
- Plánování
- Zavedení a provoz
- Kontrola a nápravná opatření
- Přezkoumání vedením organizace
- Environmentální prohlášení



# Souvislost mezi EMS a ekonomikou podniku

- Přínosy z EMS lze očekávat v podobě:
  - redukce provozních nákladů, úspory energií a surovin
  - snížení rizika environmentálních havárií
  - úspory na pokutách a sankcích spojených
  - snazšího získávání povolení, licencí, prodejních a jiných osvědčení
  - redukce nákladů na pojištění
  - splnění kritérií nutných pro investování a získávání kapitálu
  - rozšíření možností v oblasti exportu a veřejných zakázek
  - zvýšení důvěry orgánů veřejné správy
  - navázání dobrých vztahů s veřejností a zlepšení public relations
  - získání obchodně využitelné vizitky certifikátu ISO 14 001

# Vazba na subsystém CAPP / ERP

- Metodika optimalizace odpadového hospodářství ve výrobních systémech pro obrábění je procesem, který může být úspěšně aplikován na konkrétní případy výroby jen za předpokladu racionální implementace do systému technické přípravy výroby (TPV) v daných konkrétních podmínkách.

definici CIM (Computer integrated manufacturing):

- Opakované využití jednou získaných informací

# Počítačová podpora EMS jako součást CAQ

- Ekologický informační systém se obecně skládá ze subsystémů: voda, ovzduší, odpady, příroda. Jednotlivé subsystémy spolu musí umět spolupracovat a musí obsahovat moduly pro:
  - administraci (pro styk se státní správou)
  - pro technické vyhodnocení dat (tabulky, grafy apod.)
  - možnost statistického zpracování dat

# LCA analýza

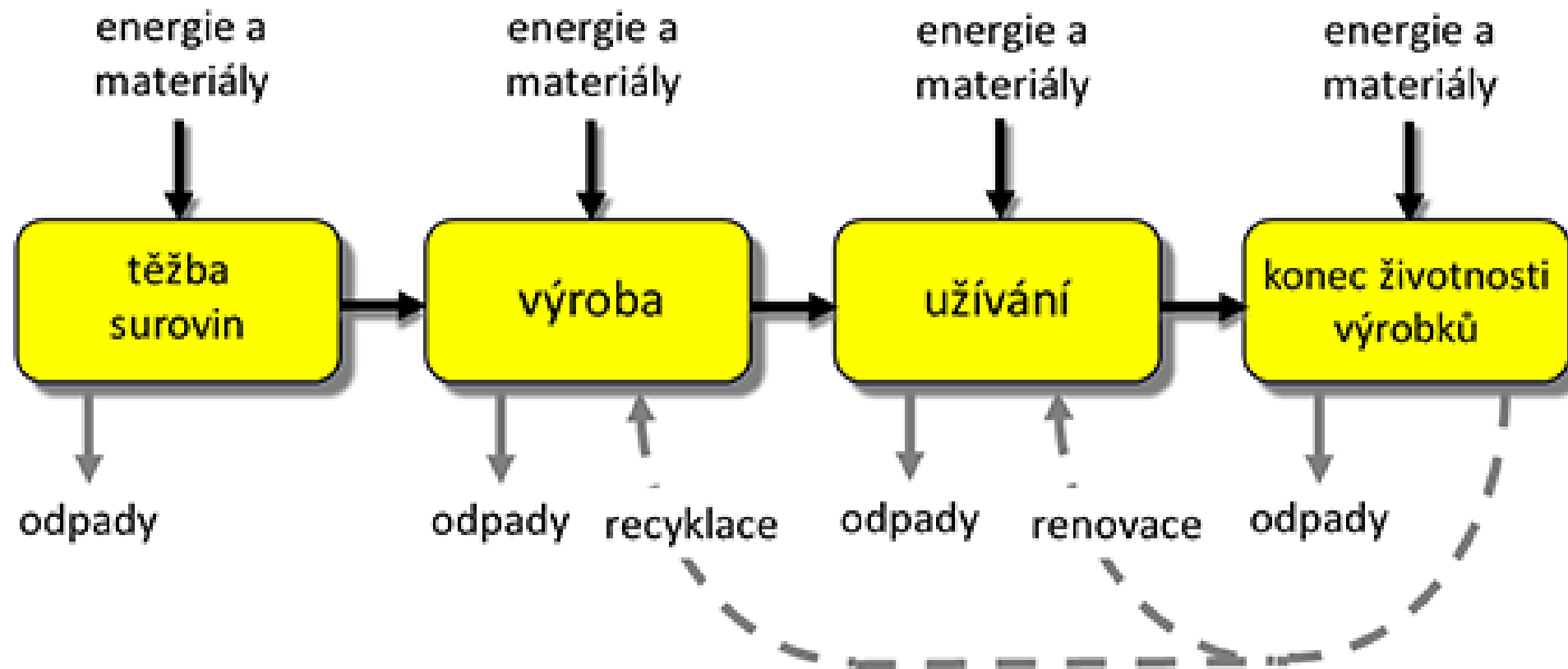
- Metodika **hodnocení životního cyklu výrobků** a služeb je nejčastěji známá pod zkratkou LCA z anglického Life-Cycle Assessment. Jedná se o systematický přístup, jímž se hodnotí dopady produktu na životní prostředí. Za produkt se zde považuje definovaný výrobní systém zahrnující všechny vstupy materiálů, energií a dopravy potřebné pro výrobu produktu, jeho vlastní výrobu a užití až po fázi likvidace. Je tak zahrnut celý životní cyklus daného produktu a posuzují se všechny environmentální dopady, které jsou s tímto životním cyklem spojené.
- **Během vývoje metodiky byla zformována následující struktura celé analýzy LCA, která se skládá ze 4 fází:**
  - definice cíle a rozsahu (Goal and scope definition)
  - inventurní analýza (Inventory analysis)
  - analýza dopadu, hodnocení vlivů (Impact assessment)
  - interpretace výsledků a návrh zlepšení (Interpretation, Improvement assessment)

# Metodologie LCA analýzy

Podrobná metodologie LCA analýzy je obsažena mezinárodních normách:

- ČSN EN ISO 14040:2006 Environmentální management - Posuzování životního cyklu - Zásady a osnova
- ČSN EN ISO 14044:2006 Environmentální management - Posuzování životního cyklu - Požadavky a směrnice
- ČSN ISO/TR 14047:2005 Environmentální management - Posuzování životního cyklu - Příklady aplikace ISO 14042
- ČSN P ISO TS 14048:2003 Environmentální management - Posuzování životního cyklu - Formát dokumentace údajů

# LCA a EPD (environmentální prohlášení o produktu)



# Emisní povolenky

- Emisní povolenky jsou hlavním nástrojem [Evropského systému pro obchodování s emisemi](#) (*European Union Emissions Trading Scheme*, EU ETS), jehož cílem je snížit emise skleníkových plynů prostřednictvím jejich zpoplatnění.
- EU ETS byl spuštěn Evropskou unií v roce 2005 jako první velký systém pro obchodování s emisemi skleníkových plynů (a do začátku roku 2021, kdy začal fungovat národní ETS v Číně, byl největším systémem svého druhu na světě). Kromě zemí EU zahrnuje také Island, Lichtenštejnsko a Norsko.

# Emisní obchodování

- Emisní obchodování je nástroj motivující ke snižování emisí skleníkových plynů. Subjekty, které mají možnost redukovat emise s nižšími náklady, mohou uspořené emisní povolenky nebo jiné emisní kredity prodat těm, u nichž by taková redukce byla nákladnější. Obchodovat mezi sebou mohou státy Dodatku 1 Kjótského protokolu v rámci flexibilního mechanismu Mezinárodní emisní obchodování (International Emission Trading, IET); největším systémem emisního obchodování je European Union Emission Trading Scheme (EU ETS), kterého se jako členský stát EU účastní i Česká republika.
- EU ETS zahrnuje přes 11 000 zařízení ze sektorů energetiky, výroby oceli a železa, cementu a vápna, celulózy a papíru, sklo-keramického průmyslu, chemického průmyslu, rafinérií a letecké přepravy v 31 státech a pokrývá cca 2 mld. t CO<sub>2</sub> ročně. V roce 2020 budou emise v EU ETS o 21 % nižší ve srovnání s rokem 2005.
- V ČR je EU ETS upraven zákonem č. 383/2012 Sb. Uvádí, na jaká zařízení se systém vztahuje a jaká jsou práva a povinnosti jejich provozovatelů. Provozovatelé monitorují své emise, vykazují je každoročně Ministerstvu životního prostředí a vyřazují za ně povolenky. Část povolenek dostanou provozovatelé bezplatně, zbytek si mohou koupit na trhu nebo v aukci. Povolenky existují a pohybují se na účtech v rejstříku povolenek, jehož národním správcem je OTE, a.s.

# Strategie – jak povolenky snižují emise?

- Elektrárny a průmyslové závody vypouštějící skleníkové plyny dnes musí prokázat, že mají na tyto emise povolenky v příslušném rozsahu. Jedna povolenka opravňuje k vypuštění jedné tuny CO<sub>2</sub>, případně ekvivalentního množství N<sub>2</sub>O nebo perfluorovaných uhlovodíků.
- Každý rok vydává EU určité množství těchto povolenek (angl. *European Emission Allowance*, EUA), přičemž toto množství (tzv. **emisní strop**) se během let rovnoměrně snižuje – v souladu s emisními cíli EU. Systém tak umožňuje kontrolovat a průběžně redukovat množství emisí ze zahrnutých sektorů.

# Princip regulace

- Elektrárny a další provozy zapojené do systému si povolenky nakupují v aukci (nebo je mohou obdržet zdarma) a následně s nimi volně obchodují na burze. Jejich emise jsou měřené a ověřované, a pokud je skleníkových plynů více, než ke kolika daný subjekt opravňuje jeho povolenky, obdrží pokutu (100 € za tunu emisí) a zároveň si musí potřebné povolenky doplnit.
- Mají-li elektrárny či průmyslové závody možnost snížit své emise levněji, než je cena emisních povolenek, stojí před rozhodnutím: je výhodnější inovovat a investovat do čistších technologií, nebo raději při dané ceně nakoupit emisní povolenky?
- Množství povolenek nabízených v dalších letech (tj. maximální množství povolených emisí) EU postupně snižuje. Zároveň možnost volného obchodování s povolenkami zaručuje, že ke snižování emisí dochází nejdříve ve firmách, kde je realizace nejlevnější. To je argument pro tvrzení, že EU ETS vede k dosažení emisních cílů nákladově efektivním způsobem.

# Kolik stojí emisní povolenky?

- Cena emisních povolenek je klíčovým parametrem celého systému.
- Je-li příliš nízká, může si znečišťovatel nakoupit potřebné povolenky levně a princip, že odpovídajícím způsobem zaplatí za způsobené znečištění, zůstává nenaplněn.

# Regulovaná průmyslová odvětví

System pokrývá zejména větší zdroje v energeticky náročných odvětvích (celkem téměř 11 000 zařízení), a to:

- elektrárny s tepelným příkonem nad 20 MW,
- ropné rafinérie,
- koksovny,
- železárny, ocelárny,
- cementárny
- a některou další průmyslovou výrobu.
- Kromě toho zahrnuje přibližně 600 provozovatelů letadel v rámci [Evropského hospodářského prostoru](#) (EHP). Souhrnně pokrývá přibližně 38 % emisí skleníkových plynů v EU, kromě emisí CO<sub>2</sub> jsou zahrnuté také emise oxidu dusného N<sub>2</sub>O a emise zcela fluorovaných uhlovodíků PFCs.

## Bezplatné emisní povolenky

- V letech 2013–2020 bylo bezplatně přiděleno cca 43 % povolenek, především pro emisně intenzivní průmyslová odvětví. Zbylých 57 % bylo určeno k vydražení (skutečný počet vydražených povolenek byl však nižší). Bezplatné emisní povolenky jsou určeny takovým odvětvím hospodářství, ve kterých by bylo snadné přesunout výrobu do zemí, kde nejsou emise skleníkových plynů omezovány. Při důsledném uplatnění dražby povolenek by tak mohlo docházet k odlivu výrobních závodů z EU a navýšení emisí v jiných zemích. Množství bezplatně přidělovaných povolenek je postupně snižováno a například výroba elektřiny již není pro přidělování bezplatných povolenek způsobilá od roku 2013 (nicméně některé státy, včetně České republiky, si vyjednaly výjimku z tohoto pravidla až do roku 2019).

# Využití finančních zdrojů získaných v aukcích

- Celkové výnosy z aukcí z prodeje emisních povolenek činily v letech 2012–2019 přibližně 50 miliard eur (z toho 14 miliard byly výnosy v roce 2019, kdy byla cena povolenek nejvyšší).
- Dražba probíhá v rámci každého ze zapojených států – ty také rozhodují o konkrétním využití prostředků, které se aukcí vyberou.
- Z celkového obnosu bylo vynaloženo na klimatické a energetické účely 78 %, a to především na energii z obnovitelných zdrojů, zvyšování energetické účinnosti a udržitelnou dopravu.

# Dražby povolenek

- Podobu dražeb upravuje Nařízení č. 1031/2010. 25 členských států včetně České republiky draží své povolenky 4x týdně na energetické burze v Lipsku společností European Energy Exchange (EEX). Velká Británie draží povolenky samostatně 1x týdně prostřednictvím londýnské ICE Futures Europe (ICE). Termíny i množství dražených povolenek zveřejňují obě společnosti v tzv. dražebních kalendářích na svých webových stránkách, kde lze najít také výsledky jednotlivých dražeb.
- Dražeb se mohou zúčastnit:
  - a) provozovatelé zařízení a letadel v EU ETS,
  - b) investiční podniky, které získaly povolení podle směrnice 2004/39/ES (MiFID) a které podávají nabídky na svůj vlastní účet nebo jménem svých klientů,
  - c) úvěrové instituce, které získaly povolení podle směrnice 2006/48/ES (o přístupu k činnosti úvěrových institucí), a které podávají nabídky na svůj vlastní účet nebo jménem jejich klientů,
  - d) obchodní seskupení osob uvedených v písmenu a), které podávají nabídky na svůj účet nebo jménem svých členů, a
  - e) veřejné subjekty nebo státem vlastněné subjekty členských států, jež kontrolují osoby uvedené v písmenu a).
- Dražeb se lze zúčastnit přímo, jako člen dané burzy, nebo prostřednictvím brokera (zprostředkovatele), pokud mu to umožňuje legislativa jeho státu.

Obě burzy nabízejí různé formy členství, včetně zjednodušeného tzv. „auction only“. To je určeno především pro menší podniky, které si chtějí nakoupit povolenky, ale již s nimi dále nehodlají na burze obchodovat. Takovéto členství je zpravidla bez účastnického poplatku.

# Vývoj ceny emisních povolenek od roku 2005 v systému EU ETS



# Budoucnost

- Evropští poslanci v 2023 schválili ukončení vydávání bezplatných emisních povolenek v průmyslu do roku 2034 a zpoplatnění emisí z vytápění budov a silniční dopravy od roku 2027. Odhlasovali také zavedení takzvaného uhlíkového cla na hranicích při dovozu železa, hliníku, hnojiv nebo elektřiny z třetích zemí.)
- Uhlíkové vyrovnání na hranicích, kterým chce unijní blok zajistit, aby země mimo Evropskou unii zvýšily své cíle ve snižování emisí. Podle tohoto mechanismu budou muset dovozci zboží, na které se vztahuje unijní systém obchodování s povolenkami, zaplatit rozdíl mezi cenou za emise uhlíku v zemi výroby a cenou uhlíkových povolenek v Evropské unii.
- Europoslanci rovněž podpořili vytvoření takzvaného sociálního fondu, který má ochránit domácnosti a malé podnikatele před vysokými cenami energií a náklady na dopravu.