



Financováno  
Evropskou unií  
NextGenerationEU




# Předmět: Nakládání s odpady

Ivo Kuřitka

ADAPT UTB: **A**daptabilní, **D**igitální, **A**gilní,  
**P**rogresivní, **T**ransformace UTB ve Zlíně  
reg. č. NPO\_UTB\_MSMT-16585/2022

Studijní program: Management udržitelného rozvoje

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta logistiky a krizového řízení

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Centrum polymerních systémů

„Tento výstup lze užít v souladu s licenčními podmínkami Creative Commons BY 4.0 International (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode>).“



# Cíl předmětu

Cílem předmětu je seznámení studenta s legislativním, organizačním, ekonomickým, technologickým a přírodovědným pozadím nakládání s odpady, a v tomto kontextu pak s konkrétními druhy odpadů a relevantními způsoby nakládání pro udržitelný rozvoj. Na seminářích budou probírána doplňující témata a ověřován studijní pokrok studentů. Součástí semináře bude i exkurze.



Financováno  
Evropskou unií  
NextGenerationEU



Národní  
plán  
obnovy



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

# Legislativa, Organizace, Technologie, Ekonomika.

- **Odpad je movitá věc, které se člověk zbavuje nebo má úmysl nebo povinnost se jí zbavit.** U nás definuje zákon č. 541/2020 Sb.
- **Vedlejší produkt.** Látka nebo předmět vzniklý při výrobním procesu, jehož prvotním cílem není výroba této látky nebo předmětu. Směrnice 2008/98/ES stanovuje podmínky, za kterých se taková látka nebo předmět nepovažuje za odpad.
- **Systemy rozšířené odpovědnosti výrobce.** (podle 2008/98/ES) Soubor opatření přijatých členskými státy, jejichž cílem je zajistit, aby výrobci nesli finanční odpovědnost nebo finanční a organizační odpovědnost za výrobek v rámci jeho životního cyklu i poté, co se stal odpadem.

# Legislativa, Organizace, Technologie, Ekonomika.

- Odpad
  - Nebezpečný odpad – NO
  - Ostatní odpad – OO
  - Předkonzumní, průmyslový, technologický, zemědělský
  - Postkonzumní
  - Technologický
  - Průmyslový
  - Komunální
    - tříděný
    - netříděný

# Směrnice 2008/98/ES o odpadech a zrušení některých směrnic a Pozměňující směrnice (EU) 2018/851

## CO JE CÍLEM TĚTO SMĚRNICE?

Stanovuje právní rámec pro nakládání s odpady v Evropské unii (EU).

Jeho cílem je chránit životní prostředí a lidské zdraví kladením důrazu na význam řádného nakládání s odpadem, techniky využití a recyklace s cílem snížit tlaky na zdroje a zlepšit jejich využívání.

Jako součást balíčku opatření o oběhovém hospodářství **pozměňuje směrnice (EU) 2018/851** směrnici 2008/98/ES.

Stanovuje minimální provozní požadavky na systémy rozšířené odpovědnosti výrobce. Mohou také zahrnovat organizační odpovědnost a odpovědnost přispívat k předcházení vzniku odpadů a k opětovné použitelnosti a recyklaci výrobků.

Posiluje pravidla o předcházení vzniku odpadů.

## ODKDY TATO PRAVIDLA PLATÍ?

- Směrnice 2008/98/ES měla být provedena do vnitrostátního práva do 12. prosince 2010.
- Pozměňující směrnice (EU) 2018/851 měla být provedena do vnitrostátního práva do 5. července 2020.



Financováno  
Evropskou unií  
NextGenerationEU



## Způsoby nakládání s odpadem

- opětovné využití
- materiálové využití
  - recyklace
  - kompostování
- energetické využití
  - přímé spalování
  - pyrolýza
  - výroba paliv
- skládkování



Faktory:

**Objem/prostor:** Odpad zabírá místo a sám nezmizí. Odvoz odpadu z provozoven a veřejných oblastí je i dnes prvním a hlavním cílem veškerého odpadového hospodářství.

**Nepříjemnosti:** Tam, kde se odpad v průběhu času hromadí kvůli neúčinnému sběru odpadu a veřejnému čištění, vznikají nepříjemnosti – zápach, hmyz, hlodavci, estetické problémy, roznos materiálu větrem apod. – a ohrožují komunitu.

**Problematika veřejného zdraví:** Nahromaděný odpad může představovat zdravotní problémy. Patogeny v odpadu se mohou šířit přímým nebo nepřímým kontaktem (voda, vzduch, hmyz, drobní hlodavci). Zdravotní problémy mohou také být zapříčiněny chemikáliemi v odpadu.

## Faktory:

**Ekonomika:** V městských oblastech, kde se musí nakládat s velkým množstvím odpadu a nejsou dostupné žádné snadné způsoby likvidace na krátkou vzdálenost, náklady na nakládání s pevným odpadem značně rostou. Problémy s náklady jsou klíčové v celém odpadovém hospodářství.

**Kontaminace životního prostředí:** Likvidace odpadu vede k přenosu látek z odpadu do ovzduší, vody a půdy a může způsobit kontaminaci životního prostředí.

**Zdroje:** Odpad obsahuje zdroje, které by měly být použity, aby se ušetřilo na jiných zdrojích. V mnoha částech světa se to děje z ekonomických důvodů, například zachycovače a malé recyklátory, které se regenerují zdroje z odpadu na živobytí. Na obnovu zdrojů však lze nahlížet také v kontextu vyhýbání se životnímu prostředí. Snižují se tím dopady z produkce původních zdrojů a zároveň se zamezuje dopadům na životní prostředí z likvidace odpadu.

Na obnovu zdrojů by se nemělo pohlížet pouze ze soukromého ekonomického hlediska. **Je to vskutku také veřejný zájem.**



## Systemy nakládání s odpadem:

**Vnitropodnikové nakládání s odpadem:** „Odpad“ lze využít přímo v areálu podniku nebo ve spolupráci s dalším podnikem, kdy jeden přímo používá „odpad“ (je to odpad?) z jiného odvětví jako zdroj ve své výrobě. Například piliny a štěpky ze dřeva nízké kvality by mohly být použity pro vlastní výrobu energie. Cílem minimalizace odpadů nebo předcházení vzniku odpadů.

**Odhazování odpadků/neřízené nakládání s odpady:** Odhazování odpadků kdekoli, kde se pohybují lidé, v přírodě, na venkově, ve městě, na veřejných prostranstvích, všude, i když v různém měřítku. Odhazovány jsou obvykle obaly, nedopalky, atd... Nežádoucí jev, který vyžaduje pozdější očištění, obvykle veřejnou, ale tak se může stát součástí veřejného odpadového hospodářství.

## Vratné systémy:

Použité produkty nebo obaly mohou být vráceny do obchodu, kde byly zakoupeny, nebo do podobného obchodu v závislosti na konkrétní struktuře odvětví obchodu a zásobování. Běžné jsou vratné nápojové lahve a plechovky se zálohou. Vymáhání zálohy je ekonomická motivace pro spotřebitele k vrácení zboží. Systémy vrácení mohou také existovat bez záloh, jako součásti dobrovolných dohod mezi orgány ochrany životního prostředí a obchodními řetězci jako prvek zodpovědnosti podniku v oblasti životního prostředí nebo jako součást právně vymáhané odpovědnosti výrobce nebo distributora. Takové systémy zahrnují např. baterie, léky, pneumatiky pro automobily a elektronická zařízení.

## System nakládání s komunálním odpadem

**(veřejný nebo soukromý):** Organizované nakládání s komunálním odpadem je zpravidla zajišťováno veřejně (státní správa, samospráva), ačkoli mnoho prvků v systému může být v soukromém vlastnictví a provozováno na základě smluvního partnerství, veřejná správa organizuje systém.

Komunální odpad je odpad, který vzniká u občanů a občanskou činností, ale patří k němu i podobný odpad z malých podniků a průmyslu, jde o charakter.

**System nakládání s průmyslovými odpady:** Průmyslový odpad je odpad průmyslového původu, který se vzniká ve velkém množství a má speciální složení, nebo vzniká v menším množství, ale jedná se o odpad nebezpečný. (Nebezpečný odpad řeší systém nakládání s nebezpečným odpadem.)

Problematika průmyslového odpadu je často řešena individuálně, protože jde o velká množství a zvláštní vlastnosti, což oboje určuje způsoby likvidace. Vyřešení systému pro nakládání s odpady v průmyslu je součástí získání oprávnění k tomuto konkrétnímu podnikání/povolení konkrétního provozu.

## **System nakládání s nebezpečným odpadem:**

Povaha nebezpečného odpadu vyžaduje zvláštní způsoby a pravidla sběru, skladování a přepravu odpadu. Také zařízení pro zpracování a likvidaci mají zvláštní vlastnosti a předpisy.

To obvykle vede k výrazně vyšším nákladům na tunu, než jsou běžné náklady na tuhý komunální odpad.

## Nakládání s odpadem – kritéria rozvahy o změně nebo novém systému:

**Ideální systém** nakládání s odpady pravděpodobně **neexistuje**.

**Co tedy** by měla organizace veřejné služby nakládání s odpady vzít v úvahu?  
Kritéria?

System nakládání s odpadem by měl:

- Zajistit nakládání s veškerým odpadem s minimálním úsilím pro zákazníka a občana.
- Zajistit co nejnižší zatížení životního prostředí (kontaminace ovzduší, vody a půdy), bez obtěžování hlukem.
- Zajistit maximální využití zdrojů z odpadu a současně minimalizovat využití zdrojů při nakládání s odpady.

# Nakládání s odpadem – kritéria rozvahy o změně nebo novém systému:

**Ideální systém** nakládání s odpady pravděpodobně **neexistuje**.

**Co tedy** by měla organizace veřejné služby nakládání s odpady vzít v úvahu?  
Kritéria?

System nakládání s odpadem by měl dále zajistit:

- Pracovní podmínky pro zaměstnance systému.
- Zahrňte estetická a architektonická hlediska při zřizování zařízení pro sběr a zpracování odpadu.
- Respektovat platné zákony, předpisy a zásady správné praxe.
- System by měl být ekonomicky přijatelný a spravedlivý.

## Přístupy:

Zdravý rozum, pokud možno racionální úvaha.

- A) Věci definované normami (zákony, ...) včetně třeba postavení zaměstnanců, atd.
- B) Věci diskuse mezi rozhodujícími činiteli – politika, veřejná diskuse







Financováno  
Evropskou unií  
NextGenerationEU



## **Přístupy: Hlavní přístup**

**Japonsko – 3R: reduce, reuse and recover**

**Západ a části Asie – waste hierarchy: Směrnice 2008/98/ES**

1. Předcházení vzniku odpadů a čistší technologie
2. Opětovné použití
3. Recyklace materiálů (3 a. Upcycling, 3b. Downcycling – závorka doplněna pro rozvinutí dalších úvah)
4. Jiné využití z hlediska materiálového a energetického
5. Likvidace včetně skládkování a hromadného spalování bez využití.

## Přístupy: Podobné pojmy, rozlišení, pozor!

**Upcycling** je proces přeměňování odpadu v nové materiály či produkty lepší kvality, pro zlepšení hodnot životního prostředí. Je to opak **downcyclingu**, který naopak kvalitu produktu snižuje.

Downcycling je obvykle snazší než upcycling.

**Upstream** je vše, co vstoupilo do výroby nějakého produktu, než se dostal ke spotřebiteli, včetně těžby přírodních zdrojů, výroby, dopravy atd. **Downstream** je vše, co se stalo s tímto produktem poté, co byl konzumován, a odložili jste ho s úmyslem se ho zbavit.

## Přístupy: Hlavní přístup

**Udržitelnost** – Koncept udržitelnosti zavedla Světová komise pro životní prostředí a rozvoj v roce 1987 (tzv. Brundtlandova zpráva, Naše společná budoucnost, WCED, 1987).

Udržitelnost je definována jako: „**Vývoj, který odpovídá potřebám současnosti, aniž by byla ohrožena schopnost budoucích generací uspokojovat své vlastní potřeby.**“

Udržitelnost má environmentální i sociální a ekonomický rozměr. Samotná definice neposkytuje instrukce, pokud jde o nakládání s odpady, ale podporuje myšlenku, že dlouhodobým problémům by měla být věnována větší pozornost, že každá generace by měla řešit své vlastní problémy, a tedy je nepřenášet dál.

## Přístupy:

### LCA přístup –

Hodnocení životního cyklu (LCA) je běžný nástroj používaný k hodnocení a minimalizaci dopadu průmyslu/produktů na životní prostředí, ale je stále poměrně nový v odpadovém hospodářství. LCA v podstatě zohledňuje také všechny hmotnostní toky a emise, jakož i využití energie, v rámci systému nakládání s odpady, přičemž musí brát v úvahu i předcházející vstupy (např. vápno používané při čištění spalin) a následné procesy (např. regenerace recyklovaného skla). Všechny bilancované energie, emise a zdroje jsou agregovány do společně dohodnutých kategorií dopadů, jako je například globální oteplování a acidifikace.

## Přístupy: LCA přístup –

LCA je komplexní bilanční systém, který umožňuje hodnotit alternativy podle definovaných agregovaných environmentálních kritérií.

Dřívější, tzv. Life cycle thinking (Myšlení životního cyklu) vychází ze stejného konceptu jako LCA, ale je méně datově náročné a s nižšími požadavky na úplnost, a proto by mohlo být méně správné jako LCA. Směrnice EU o odpadech (CEC, 2008) naznačuje že Life cycle thinking by mělo být zavedeno do veškerého rozhodování o nakládání s odpady a zejména měly takto být posuzovány odchylky od hierarchie nakládání s odpady.

## Přístupy:

### The Zero Waste Concept - nulový odpad

(Zero Waste Alliance, 2001, <https://zwia.org/> )

Cíle:

- Převést plýtvání na řízení zdrojů ve prospěch místní výroby a vytvoření udržitelné společnosti.
- Přepracovat produkty a metody výroby tak, aby se eliminovalo plýtvání pomocí napodobování přírodních procesů a uzavřených smyček.
- Nepoužívat spalování a skládkování, abyste podpořili inovace v ochraně zdrojů a metodách výroby
- Spolupracujte s ostatními se společnými zájmy po celém světě.

## Přístupy:

### The Zero Waste Concept

(Zero Waste Alliance, 2001, <https://zwia.org/> )

Zero Waste se týká postupů nakládání s odpady a způsobů plánování, které kladou důraz na prevenci vzniku odpadů, na rozdíl od fixace na zacházení s odpady = řešení příčin, a ne až následků.

Systemový přístup, který se zaměřuje na masivní změnu ve způsobu, jakým materiály procházejí společností, což nevede k žádnému odpadu.

Nulový odpad zahrnuje více než odstraňování odpadu prostřednictvím recyklace a opětovného použití, zaměřuje se též na restrukturalizaci výrobních a distribučních systémů s cílem snížit plýtvání.[4].

Filosofie nulového odpadu je spíše ideálním cílem nebo než přímo tvrdým cílem. Poskytuje základní zásady.



Financováno  
Evropskou unií  
NextGenerationEU



Národní  
plán  
obnovy



## Přístupy:

### Z kolébky do hrobu *versus* Z kolébky do kolébky

(William McDonough & Michael Braungart, The Cradle-to-Cradle Alternative (2003), State of the World 2004.  
<https://mcdonough.com/writings/cradle-cradle-alternative/> )

**Od kolébky do hrobu** (cradle-to-grave) je lineární materiálový model, který začíná těžbou zdrojů, přesouvá se k výrobě produktu a končí „hrobem“ nebo skládkou, kde je produkt likvidován.

Cradle-to-grave je v přímém protikladu k materiálům nebo produktům **Od kolébky do kolébky** (Cradle-to-Cradle), které jsou na konci své životnosti recyklovány do nových produktů, takže nakonec nevznikne žádný odpad.





Financováno  
Evropskou unií  
NextGenerationEU



Národní  
plán  
obnovy



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

## Přístupy:

### Čistá výroba

(UNEP, United Nations Environment Program 2001)

„Čistá výroba je neustálé uplatňování integrované preventivní environmentální strategie na procesy, produkty a služby ke zvýšení celkové účinnosti a snížení rizik pro člověka a životní prostředí. Koncept čistější výroby lze aplikovat na procesy používané v jakémkoli odvětví, na samotné výrobky a na různé služby poskytované ve společnosti.“

## Přístupy:

### Předcházení vzniku a minimalizace odpadu (OECD, 2000)

Předcházení vzniku odpadů probíhá předtím, než jsou výrobky nebo materiály identifikovány nebo uznány jako odpad.

Cíle předcházení vzniku odpadů jsou:

- Snížit množství odpadu (množství).
- Snížit koncentraci nebezpečných složek odpadu (zvýšit kvalitu).

Prevence vzniku odpadu se často nazývá redukce zdroje, protože snižuje nebo eliminuje plýtvání u zdroje. Předcházení vzniku odpadů se může zaměřit buď na skupinu produktů (tok odpadu) nebo na proces.

<https://www.oecd.org/env/waste/prevention-minimisation.htm>

## Přístupy: Hlavní přístup

### Předcházení vzniku a minimalizace odpadu (OECD, 2000)

#### Minimalizace odpadu **zahrnuje**:

- prevenci a/nebo snížení množství odpadu při už u zdroje,
- zlepšení kvality vytvářeného odpadu, jako je snížení nebezpečného prvku a podpora opětovného použití,
- recyklaci a využití.

Minimalizace odpadu **nezahrnuje** zpracování odpadu (tj. jakýkoli proces určený ke změně fyzikálního, chemického nebo biologického charakteru nebo složení odpadu) nebo likvidace odpadu (US EPA, 2006).

<https://www.oecd.org/env/waste/prevention-minimisation.htm>



Financováno  
Evropskou unií  
NextGenerationEU



# Technologie nakládání s odpady

## Vznik odpadu – výchozí bod.

- Kategorie odpadů jsou široké třídy odpadů pocházejících ze zdrojů se společnými vlastnostmi. Domovní odpad, komerční a institucionální odpad, průmyslový odpad a stavební a demoliční odpad jsou hlavní kategorie.
- Skupiny odpadů jsou podtřídami kategorií odpadů a mají společné charakteristiky s ohledem na zdroj a složení, což může vést k oddělenému sběru a manipulaci.
- Příklady
  - Domovní odpad zahrnuje tyto druhy odpadu:
    - Domovní odpad, zahradní odpad, objemný odpad a nebezpečný odpad z domácností.
    - Průmyslový odpad obsahuje několik druhů podle průmyslového odvětví.

Katalog odpadů upravuje u nás Vyhláška č. 8/2021 Sb.

## Exkurs – Komunální odpad

- Podle zákona č. 541/2020 Sb., o odpadech, je komunálním odpadem směsný a tříděný odpad z domácností, zejména papír a lepenka, sklo, kovy, plasty, biologický odpad, dřevo, textil, obaly, odpadní elektrická a elektronická zařízení, odpadní baterie a akumulátory, a objemný odpad, zejména matrace a nábytek, a dále směsný odpad a tříděný odpad z jiných zdrojů, pokud je co do povahy a složení podobný odpadu z domácností. Komunální odpad nezahrnuje odpad z výroby, zemědělství, lesnictví, rybolovu, septiků, kanalizační sítě a čistíren odpadních vod, včetně kalů, vozidla na konci životnosti ani stavební a demoliční odpad.

## Exkurs – Komunální odpad

- Obec je původcem komunálního odpadu od okamžiku, kdy osoba odloží odpad na místo obcí k tomuto účelu určenému. Obec je povinna přebrat veškerý komunální odpad vznikající na jejím území při činnosti nepodnikajících fyzických osob a musí určit místa pro oddělené soustředování komunálního odpadu. Mezi odděleně soustředované složky komunálního odpadu patří nebezpečné odpady, papír, plasty, sklo, kovy, biologický odpad a jedlé oleje a tuky. Od 1. ledna 2025 také textil.
- Oddělené soustředování složek komunálních odpadů může obec zajistit nejen prostřednictvím sběrných nádob na tříděný odpad, ale také například pytlovým způsobem sběru nebo určením místa pro odkládání jednotlivých složek komunálních odpadů v rámci sběrného dvora.

# Technologie nakládání s odpady

## Vznik odpadu – výchozí bod.

- Množství odpadu se často uvádí jako mokrá (nevysušená) hmotnost, protože se snadno měří prostým vážením.
- Množství lze uvést též jako objem, zejména pro přepravu.
- Jednotková rychlost produkce odpadu
  - kg/rok/osobu
  - kg/týden/domácnost,
  - míra produkce kg/rok/zaměstnanec
  - kg/rok/m<sup>2</sup> obchodu/provozovny,
  - kg/10000 Kč tržeb.

# Technologie nakládání s odpady

## Vznik odpadu – výchozí bod.

- Jednotková rychlost \* počet jednotek \* čas = celkové množství odpadu.
- Materiálové frakce jsou vizuálně identifikovatelné frakce v odpadu se společnými znaky:
  - např. papír, plast, sklo, organické látky kuchyňský odpad atd.
  - Každá frakce materiálu může být rozdělena na podfrakce, jako například v případě papíru: Noviny, reklamy, časopisy, papírové ručníky atd.
- Látky jsou jednotlivé chemické látky v odpadu, jejichž identifikaci obvykle vyžadují analytické techniky. Např. voda, bílkoviny, obsah popela, dusík, kadmium atd.



# Technologie nakládání s odpady

## **Sběr a doprava** – 2 bod.

- Sběr odpadu je organizované ukládání odpadu u zdroje a jeho shromažďování a přeprava do zařízení na zpracování odpadu nebo RVS (recyklace, využití, skládkování) zařízení. Účelem sběru a přepravy odpadů je odstranit odpad od zdroje vzniku a shromáždit dostatečné množství odpadu pro racionální systém řízení.
- Třídění: u zdroje na jednotlivé druhy nebo frakce nebo dílčí frakce
- Domácí sběr: Technický systém pro skladování odpadu u zdroje před sběrem (např. popelnice, pytle, kontejnery). To může zahrnovat koše v jednotlivých domácnostech i společné koše v bytových domech; a ta může být ve skutečnosti umístěna venku.

# Technologie nakládání s odpady

## **Sběr a doprava** – 2 bod.

- Sběrné stanice nebo střediska odpadu: Veřejná zařízení, kam mohou jednotlivci přinášet odpad. Sběrný dvůr, ekodvůr, recyklační centra....
- Svoz odpadu: Organizovaný svoz odpadu na svozovém místě (u domu, u krajnice, na centrálním místě body atd.), směřování vozidla na různá místa vyzvednutí, vážení a kontrola odpadu ve/na vozidle.
- Doprava: Přeprava odpadu z místa, kde byl sběr ukončen, až do vyložení odpadu ve zpracovatelském nebo RVS zařízení. Přeprava může rovněž zahrnovat přepravu upraveného odpadu nebo zbytků zpracování.
- Překládací stanice: Pro překládku odpadů např. od malých vozidel po velké jednotky (vhodné pro přepravu na dlouhé vzdálenosti, může být spojeno s mechanickým zpracováním (např. drcení, lisování).

# Technologie nakládání s odpady

## **Sběr a doprava** – 2 bod.

Sběr odpadu je organizované ukládání odpadu u zdroje a jeho shromažďování a přeprava do zařízení na zpracování odpadu nebo RVL (recyklace, využití, likvidace) zařízení. Účelem sběru a přepravy odpadů je odstranit odpad od zdroje vzniku a shromáždit dostatečné množství odpadu pro racionální systém řízení.

Třídění: u zdroje na jednotlivé druhy nebo frakce nebo dílčí frakce

Domácí sběr: Technický systém pro skladování odpadu u zdroje před sběrem (např. popelnice, pytle, kontejnery). To může zahrnovat koše v jednotlivých domácnostech i společné koše v bytových domech; a ta může být ve skutečnosti umístěna venku.

Sběrné stanice nebo střediska odpadu: Veřejná zařízení, kam mohou jednotlivci přinášet odpad. Sběrný dvůr, ekodvůr, recyklační centra....

# Technologie nakládání s odpady

## Zpracování a úprava odpadu – 3 bod.

- Úprava a zpracování odpadu může zahrnovat mechanické, tepelné nebo biologické zpracování nebo jejich kombinace. Účelem zpracování je využití recyklovatelných materiálů, extrahování energie z odpadu nebo zlepšení vlastností odpadu před další manipulací (odstranění nečistot, odstranění hnilobného a zapáchajícího odpadu, snížení objemu atd.)

### Mechanické úpravy

- zmenšení velikosti, třídění a zhutňování.
- Samostatně nebo v kombinaci s tepelným nebo biologickým zpracováním odpadu jako jednotky předzpracování nebo následného zpracování.
- Pokud je mechanická úprava zaměřena na separaci nebo zlepšování recyklovatelných materiálů, zařízení může být označováno jako zařízení na využití materiálu.
- Mechanické zpracování v podstatě sestává z jednotkových operací, které mění fyzikální, ale ne chemické vlastnosti odpadu.

# Technologie nakládání s odpady

## Zpracování a úprava odpadu – 3 bod.

### Tepelné zpracování

- spalování a pyrolýza/zplyňování
- vysokoteplotní (úplné nebo částečné) spalování odpadu, což vede ke značným změnám v chemických i fyzikálních vlastnostech odpadu.
- Spalování je spalování s přebytkem vzduchu poskytující téměř úplnou oxidaci organického uhlíku na oxid uhličitý.
- Pyrolýza je částečná oxidace, která zvyšuje teplotu (vnitřní spalování), což má za následek generování pyrolýzního plynu/tekutiny/oleje. Zplyňování je vysokoteplotní proces, jehož výsledkem je vnější ohřev odpadu uvolňování redukovaných plynů s vysokou výhřevností.
- Tepelné procesy produkují plyn / spaliny, které je třeba čistit, a dále pevný zbytek často označovaný jako popel nebo struska.

# Technologie nakládání s odpady

## Zpracování a úprava odpadu – 3 bod.

### Biologické zpracování

- kompostování
- anaerobní digesce
- kombinaci.

Kompostování je biologický aerobní proces přeměňující snadno rozložitelný organický odpad na oxid uhličitý a stabilní organickou hmotu.

Anaerobní digesce je biologická degradace organického odpadu v nepřítomnosti kyslíku, přičemž vzniká methan a oxid uhličitý. Methan = zdroj energie. Zbytky jsou kapalné nebo pevné a v závislosti na kvalitě se dále zpracovávají, skládkují nebo se využívají jako hnojivo.



Financováno  
Evropskou unií  
NextGenerationEU



# Technologie nakládání s odpady

## RVS odpadu – 4 bod.

Recyklace je použití materiálů při výrobě stejných nebo podobných produktů, které byly původem odpadu materiál. (srovnej upcycling a downcycling). Recyklace využívá původní materiálové charakteristiky odpadu. Při recyklaci odpad nahrazuje panenský materiál při výrobě.

Typické příklady – papír, sklo, plasty, železo, hliník, asfalt

- Sklo:
  - Vratné – čistění a doplňování, znovupoužití.
  - Drcení na střepy : sklářský kmen/skelná vata
  - Drcené/mleté sklo jako : spíše sekundární využití
- Plasty a papír:
  - Kolikátý cyklus, zkracování polymerních řetězců a vláken
- Kovy: metalurgie

Co je příčinou rozdílů mezi recyklací skla a kovů oproti plastům a papíru?



Financováno  
Evropskou unií  
NextGenerationEU



# Technologie nakládání s odpady

## **RVS odpadu** – 4 bod.

(Znovu)Využití je využití odpadních frakcí nebo upravených odpadů, které se liší od původu odpadu.

- sekundárními charakteristiky odpadního materiálu.
- Využití
  - materiálové využití
  - Energetické
- Příklady:
- Kompost – hnojivo
- Separovaný a rozemletý demoličního odpadu v betonu,
- Papírové a plastové frakce jako palivo získané z odpadu pro cementárny
- Struska nebo popel po spalování odpadu v silničních pracích
- Plasty na jiné produkty – palety.

Proč by neměl být v palivu pro cementárny hliník?





Financováno  
Evropskou unií  
NextGenerationEU



# Technologie nakládání s odpady

## RVS odpadu – 4 bod.

Skládkování je vyhrazené využití půdy pro ukládání odpadu v inženýrském zařízení. Je to konečná forma nakládání s odpady. Smetiště, černá skládka.

(Nezaměňovat: Výraz skládka je používán i pro uložený užitečný materiál, zejména ve volných hromadách, nekrytých či krytých).

Skládkován by měl být ukládán odpad, který již nelze zpracovat, recyklovat nebo jinak využít, typicky:

- inertní materiály
- tuhé zbytky po spalování odpadů
- zbytky po třídění odpadů
- nebezpečné odpady

Skládky komunálního odpadu versus nebezpečný odpad. Jak byste řešili?

Životnost, rekultivace, kdy mohou skončit kontrolní postupy?



Financováno  
Evropskou unií  
NextGenerationEU



# Technologie nakládání s odpady

## Analýza materiálových toků.

Základem pro nakládání s odpady efektivním způsobem je porozumění toku odpadu systémem a výměnami hmoty (zamýšlenými i nezamýšlenými), které systém nakládání s odpady má s okolím.

Material Flow Analysis (MFA) = analýza materiálových toků

- systematický přístup k hodnocení toku hmoty v rámci definovaného systému v daném prostoru a čase (bilancí antropogenních a přírodních toků).

Cíl MFA získat a poskytnout kompletní a konzistentní sadu informací o celkových tocích a akumulacích daného materiálu v rámci zvoleného systému.

Viz Brunner, P.H.; Rechberger, H. (2004). *Practical Handbook of Material Flow Analysis*. Lewis Publishers, New York. ISBN 978-1-56670-604-9.



Financováno  
Evropskou unií  
NextGenerationEU



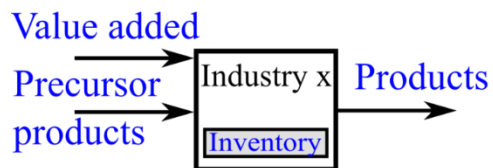
# Technologie nakládání s odpady

MFA -obecný systém, bez kvantifikace

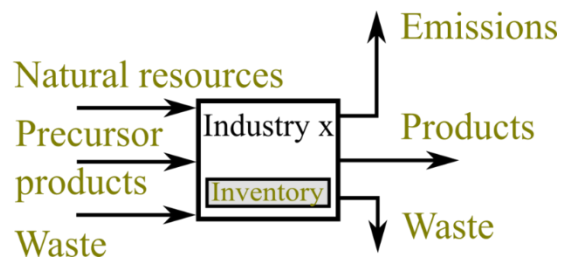
## Analýza materiálových toků.

MFA –bilancování účetní a fyzikální

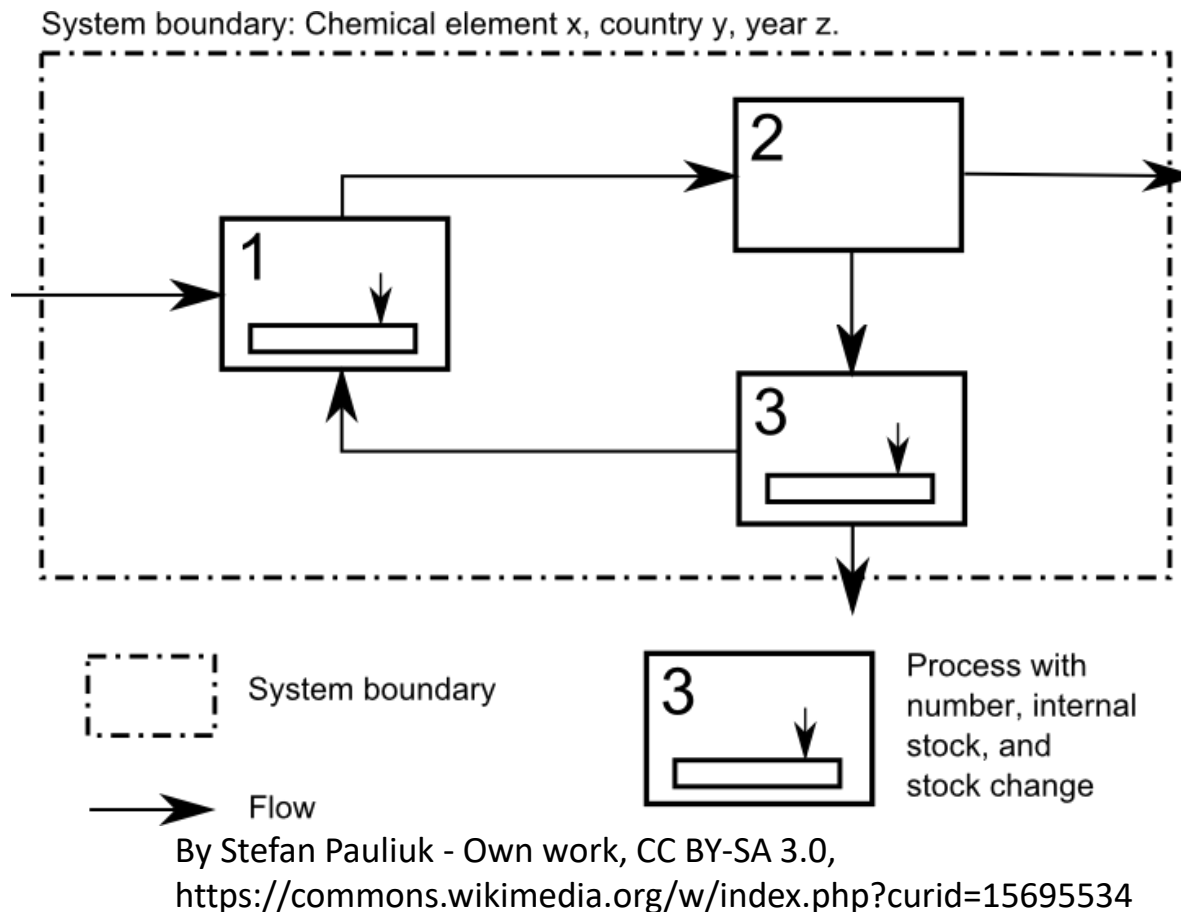
Economic process model



Physical process model



By Stefan Pauliuk - Own work Software: Inkscape 0.91, CC0,  
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=106915364>





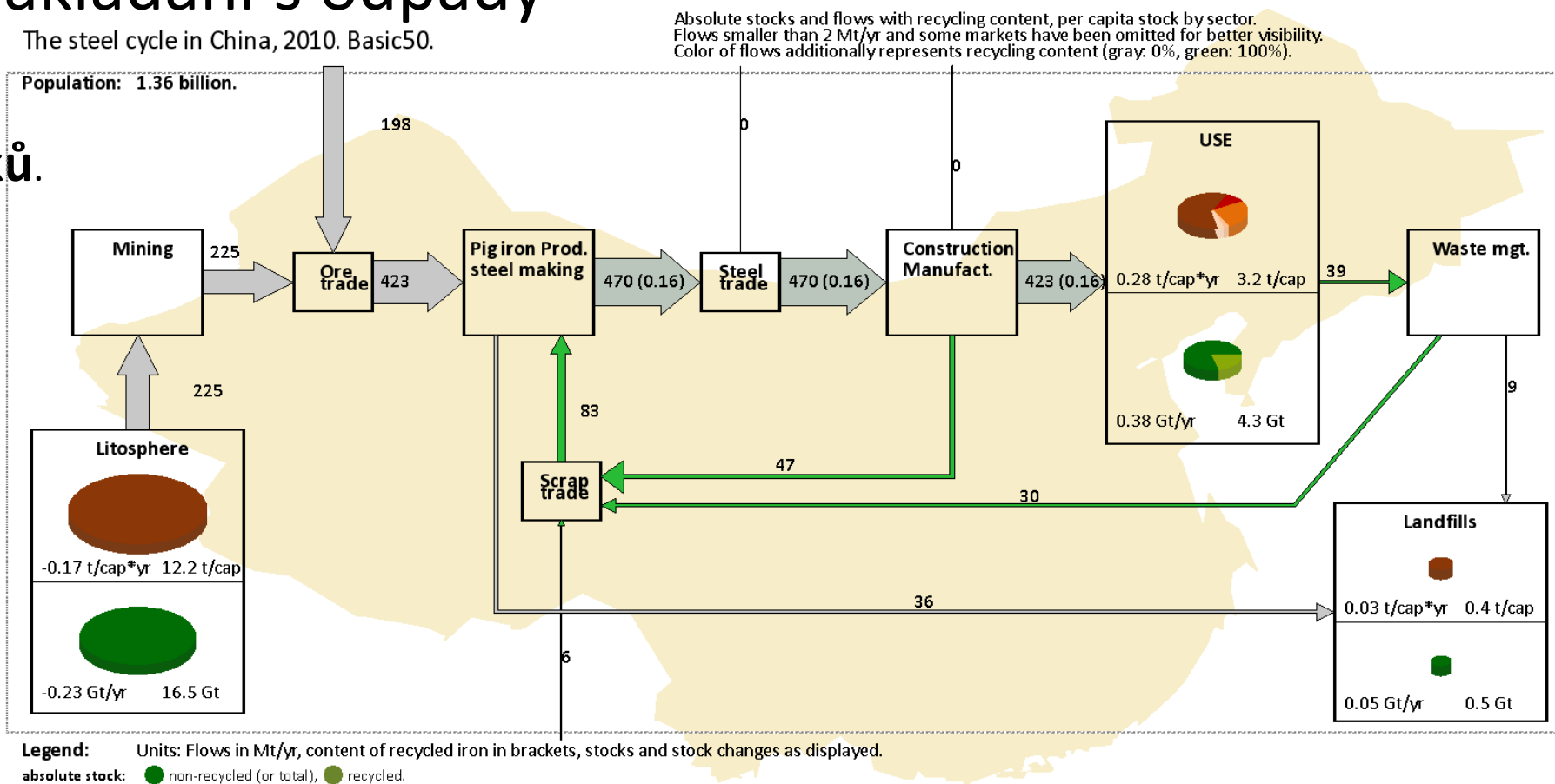
Financováno  
Evropskou unií  
NextGenerationEU



# Technologie nakládání s odpady

Analýza  
materiálových toků.

MFA  
typický systém,  
s kvantifikací



# Technologie nakládání s odpady

## **Analýza energetických toků. (energy budget)**

Energetická bilance je bilance energetických příjmů a výdajů. Nutno odlišit od rigorózní energetické bilance. Je mnoho výměn energie, k teré tato analýza nepodchytí. Lépe je hovořit o rozdílu mezi vynaloženou energií (náklady) a energií ušetřenu nebo získanou. V angličtině je toto rozlišení zřejmé:

**budget versus balance.**

Eurostat však hovoří o energetických bilancích. (energy balance)

MFA je nutno doplnit bilancí energie. S výhodou se využije již definovaných materiálových toků, energie má vždy nějaký nosič.



Financováno  
Evropskou unií  
NextGenerationEU



# Technologie nakládání s odpady

## Analýza energetických toků. (energy budget)

- Prvním krokem je sestavení komoditních bilancí pro každý nosič energie v přirozených měrných jednotkách nosiče energie – buď fyzikálních (tuny a metry krychlové), nebo energetických (GWh u elektřiny a TJ u tepla).
- Druhým krokem je převod komoditní bilance v různých jednotkách na společnou energetickou jednotku, a to vynásobením všech údajů příslušným převodním faktorem (výhřevnost pro nosiče energie ve fyzikálních jednotkách a jednotkový převodní faktor pro nosiče energie měřené v energetických jednotkách).
- Třetí krok se týká uspořádání energetické bilance, aby se zabránilo dvojímu započítání energie.



Financováno  
Evropskou unií  
NextGenerationEU



# Technologie nakládání s odpady

## **Analýza energetických toků.** (energy budget)

Energetická bilance je bilance energetických příjmů a výdajů.

### Případová studie:

A. Bellini and A. Bonoli, "Energy balance of waste management systems: A case study," *2017 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*, Singapore, 2017, pp. 1495-1499, doi: 10.1109/IEEM.2017.8290142.

Nutný institucionální přístup, odkaz zde <https://ieeexplore.ieee.org/document/8290142>

# Technologie nakládání s odpady

## Spojená analýza materiálových a energetických toků.

### Material and energy flow analysis (MEFA)

je efektivní nástroj, který dokonce poskytuje možnost navrhovat udržitelné systémy. Nejprve se vytvoří schematický diagram materiálových a energetických toků cílového systému.

Za druhé se získají data týkající se materiálového a energetického toku.

Nakonec je provedeno hodnocení. Stanoví se čistá získaná energie (nebo náklad, podle znaménka), i zde lze stanovit účinnost jako podíl získané energie/energetický vstup

Srovnej DEWULF, Jo, Steven DE MEESTER a Rodrigo A. F. ALVARENGA, ed. *Sustainability Assessment of Renewables-Based Products* [online]. Wiley, 2015. ISBN 9781118933947. Dostupné z: doi:10.1002/9781118933916

KULLMANN, Felix, Peter MARKEWITZ, Detlef STOLTEN a Martin ROBINIUS. Combining the worlds of energy systems and material flow analysis: a review. *Energy, Sustainability and Society* [online]. 2021, 11(1) [cit. 2023-05-28]. ISSN 2192-0567. Dostupné z: doi:10.1186/s13705-021-00289-2



# Technologie nakládání s odpady

## Spojená analýza materiálových a energetických toků.

### Kvantifikace emisí

- Emise ze systému odpadového hospodářství musí být kvantifikovány jako součet emisí z jednotlivých procesů v systému.
- Emise do ovzduší, vody a půdy, při současné přísné regulaci emisí spalin, emise prachu a vypouštění s odpadními vodami, mají nízkou hmotnost, takže se nebudou objevovat jako významné v materiálové bilanci, ale jsou významné z hlediska životního prostředí a regulace (limity).
- Přímé měření při zamýšleném vypouštění (komíny, kanalizace, filtry, atd.) např. rtuť z likvidace nebezpečného odpadu, atd.
- Přímé měření při rozptýleném vypouštění (plyny z kompostovacích hromad, prach z recyklačního zařízení nebo methan na skládce), například oxid uhličitý, methan, amoniak

## Ekonomika nakládání s odpady

**Cvičení: promyslete a ve skupinách diskutujte tyto náklady (skupiny nákladů) z hlediska soukromého podnikatelského subjektu, veřejného podniku/orgánu samosprávy, společenského hlediska**

- Kapitálové náklady nebo fixní náklady.
- Variabilní náklady nebo provozní náklady (provoz a údržba).
- Tržby (příjmy z prodeje výrobků/služeb).
- Daně.
- Náklady na sběr
- Náklady na přepravu
- Náklady na úpravy
- Náklady na skládkování
- Náklady na spalování
- Náklady na kompostování
- Náklady na recyklaci
- Externí náklady
- Ceny externalit

# Speciální a nebezpečné odpady.

Nebezpečné odpady mohou poškozovat lidské zdraví nebo životní prostředí, a proto jim je potřeba věnovat zvýšenou pozornost. K negativnímu působení nebezpečných odpadů může docházet na místě jejich vzniku, při přepravě nebo v místě jejich zpracování, zejména odstranění. Mezi nebezpečné odpady patří např. odpady polychlorovaných bifenyly (PCB), odpady perzistentních organických polutantů (POPs), infekční odpady ze zdravotní a veterinární péče, odpady obsahující rtuť či odpady nebezpečných chemikálií převážně z výrobních procesů.

# Speciální a nebezpečné odpady.

Mezi nebezpečné odpady řadíme odpady, které vykazují alespoň jednu nebezpečnou vlastnost (označováno písmeny HP a číslem) uvedenou v příloze nařízení komise (EU) č. 1357/2014 ze dne 18. prosince 2014, kterým se nahrazuje příloha III směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/98/ES o odpadech. Celkově se určuje 15 nebezpečných vlastností (HP 1 až HP 15). Mezi nebezpečné vlastnosti odpadu patří toxicita, karcinogenita, mutagenita, infekčnost, ekotoxicita a další. MŽP se zabývá nebezpečnými vlastnostmi odpadů: HP 1 (Výbušné), HP 2 (Oxidující), HP 3 (Hořlavé), HP 12 (Uvolňování akutně toxického plynu), HP 14 (Ekotoxický), HP 15 (Odpad schopný vykazovat při nakládání s ním některou z výše uvedených nebezpečných vlastností, kterou v době vzniku neměl).

# Speciální a nebezpečné odpady.

- Výbušný (planem, náraz, tření)
- Oxidující při kontaktu s jinám mat.
- Vysoce hořlavý (vb. vzp. 21 °C)
- Dráždivý (zánět při kontaktu s kůží nebo sliznicí)
- Zdraví škodlivý (vdechování, požití, transdermální)
- Toxický (vážná, akutní nebi toxická zdravotní rizika/smrt)
- Karcinogenní
- Žíravý (ničí živou tkáň při kontaktu)
- Infekční (životaschopní původci, nebo jejich toxiny, způsobující onemocnění)
- Teratogenní
- Mutagenní
- Uvolňování vysoce toxických nebo toxických plynů ve styku s vodou, vzduchem nebo kyselinami
- Senzibilizující (působící přecitlivělost)
- Ekotoxicita (bezprostřední nebo opožděné riziko pro životní prostředí)
- Látky schopné při likvidaci uvolňovat jinou látku, která má některou z charakteristik, uvedených výše.



Financováno  
Evropskou unií  
NextGenerationEU



# Povinná literatura

- Waste: a handbook for management. Second edition. Editor T. M. LETCHER, editor D. A. VALLERO. Amsterdam: Academic Press., 2019. ISBN 978-0-12-815060-3.
- BHAT, R. A., H. QADRI, K. A. WANI, G. H. DAR a M. A MEHMOOD, eds. Innovative Waste Management Technologies for Sustainable Development. IGI Global, 2020. Practice, Progress, and Proficiency in Sustainability. ISBN 9781799800316. <https://www.igi-global.com/gateway/book/225845>



Financováno  
Evropskou unií  
NextGenerationEU



# Povinná literatura

- GUO, Wenshan, Huo Hao NGO, Rao Y. SURAMPALLI a Tian C. ZHANG. Sustainable Resource Management, Volume I [online]. Wiley, 2021. ISBN 9783527825394. Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9783527825394>
- ZIČHA, Jiří, Lenka SMÉKALOVÁ, Olga KAPPLOVÁ a Ljudmyla Oleksandrivna HOLOVKO. Management of municipal waste in the EU member states: best practices. Zlín: Tomas Bata University, 2021, 1 online zdroj (103 stran). ISBN 978-80-7678-055-2. Dostupné také z: <https://digilib.k.utb.cz/handle/10563/50140>

# Doporučená literatura

- AKKUCUK, U, ed. The Circular Economy and Its Implications on Sustainability and the Green Supply Chain. IGI Global, 2019. Advances in Fin., Account., and Econom. ISBN 9781522581093 <https://www.igi-global.com/gateway/book/214498>
- RUDOLPH, Natalie, Raphael KIESEL a Chuanchom AUMNATE. Understanding plastics recycling: economic, ecological, and technical aspects of plastic waste handling. Munich: Hanser Publishers, [2017], xiv, 117 s. ISBN 9781569906767.
- Electronic Waste: Recycling and Reprocessing for a Sustainable Future. HOLUSZKO, M.E., KUMAR, A., ESPINOSA, D. C.R., eds. Weinheim, Germany: Wiley, 2022. ISBN 9783527816422  
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9783527816392>