

Centrum environmentálního výzkumu: Odpadové a oběhové hospodářství a environmentální bezpečnost

WP 1.F NÁRODNÍ MONITORING OBĚHOVÉHO HOSPODÁŘSTVÍ

konference

Životní prostředí – Prostředí pro život
23.-24.10.2025, NTK Praha



T A
Č R

Tento projekt je spolufinancován se státní podporou
Technologické agentury ČR a Ministerstva životního
prostředí v rámci **Programu Prostředí pro život**.

www.tacr.cz

www.mzp.cz

Materiálová spotřeba a materiálová stopa

Mgr. Jan Kovanda, PhD.

Centrum pro otázky životního prostředí Univerzity Karlovy

Úvod

- Materiálová spotřeba a dematerializace představují centrální koncepty přechodu k oběhovému hospodářství
- Dva klíčové indikátory: Domácí materiálová spotřeba (*Domestic Material Consumption – DMC*) a surovinová spotřebou neboli materiálová stopa (*Raw Material Consumption – RMC; Material Footprint – MF*)
- DMC započítává přímou spotřebu primárních materiálů rezidenty daného státu a bývá označována jako odpadový potenciál – všechny přímo spotřebované primární materiály se dříve či později přemění na odpady a emise
- MF bere v potaz veškerou materiálovou spotřebu, ke které došlo v důsledku konečné spotřeby daného státu, tedy například i spotřebu materiálů v jiných státech při výrobě dováženého zboží. Kvantifikuje tedy materiálovou spotřebu pro stát jako hybatele dané spotřeby, bez ohledu na to, kde k této spotřebě došlo.

Definice a výpočet DMC

1) $DMC = DE + IM - EX$

- Kde DE (*Domestic Extraction*) představuje těžbu nerostných surovin a produkci biomasy, IM (*Import*) jsou přímé celkové dovozy a EX (*Export*) jsou přímé celkové vývozy
- DMC je v současnosti plně standardizovaný indikátor, který sestavují a publikují ČSÚ a Eurostat, a to včetně jeho komponent DE, IM a EX (<https://csu.gov.cz/produkty/ucty-materialovych-toku-vybrane-indikatory-wfs45ozf4u>)

Definice a výpočet MF (1)

$$2) \quad MF = DE + RME_{IM} - RME_{EX}$$

- Kde DE je těžba nerostných surovin a produkce biomasy, RME_{IM} (Raw Material Equivalents of Import) jsou surovinové ekvivalenty dovozů a RME_{EX} (Raw Material Equivalents of Export) jsou surovinové ekvivalenty vývozů
- RME_{IM} představují veškeré materiály, které byly potřeba na výrobu dováženého zboží, a to i když se přímo nestaly součástí tohoto zboží, ale byly například použity pouze na energetické zabezpečení této výroby nebo se už v průběhu výroby přeměnily na odpady a emise. RME_{EX} pak představují veškeré materiály, které byly potřeba na výrobu vyváženého zboží.
- RME_{IM} a RME_{EX} není možné přímo měřit, ale musí se počítat a modelovat – využití input-output modelování s environmentálním rozšířením (*Environmentally Extended Input-Output Modelling – EE-IOM*)

Definice a výpočet MF (2)

$$3) \quad x = F_{DE} * (I - A)^{-1} * y$$

- Kde x jsou surovinové ekvivalenty produktů obsažených ve vektoru y , F_{DE} je těžba nerostných surovin a produkce biomasy podle sektorů na jednotku monetárního výstupu těchto sektorů, $(I - A)^{-1}$ je tzv. Leontiefova inverze, která se sestavuje na základě input-output tabulek a y je vektor, pro který chceme vypočítat surovinové ekvivalenty

$$4) \quad MF = F_{DE} * (I - A)^{-1} * y_{DFD}, \text{ kde } y_{DFD} \text{ je domácí konečná spotřeba}$$

$$5) \quad MF = DE + RME_{IM} - RME_{EX} = F_{DE} * (I - A)^{-1} * y_{DFD}$$

- Díky rovnici 5) je možné vypočítat materiálovou stopu nejen pro ekonomiku jako celek, ale i pro jednotlivé skupiny produktů, které tvoří domácí konečnou spotřebu, a to v takovém detailu, v jakém jsou dostupné input-output tabulky.

Modely EE-IOM využívané pro výpočet MF (1)

1) Jednoregionální EE-IOM modely (Single Region Environmentally Extended Input-Output Modelling – SR-EE-IOM)

- Využívají pouze input-output tabulky státu, pro který počítáme materiálovou stopu
- Nevýhody: Inherentní předpoklad, že dovážené produkty jsou vyráběny stejnou technologií, jako ty samé produkty v domácí ekonomice. Možno částečně neutralizovat využitím dat z posuzování životního cyklu (Life Cycle Assessment – LCA) $\Rightarrow$ hybridní SR-EE-IOM
- Výhody: Nižší datová a výpočetní náročnost, je možné dobře zajistit konzistenci a kvalitu dat vstupujících do výpočtu

Modely EE-IOM využívané pro výpočet MF (2)

2) Multiregionální EE-IOM modely (Multi-Regional Environmentally Extended Input-Output Modelling – MR-EE-IOM)

- Využívají input-output tabulky všech států, s kterými daný stát obchoduje, a to i zprostředkovaně. Vzhledem k propojenosti globálních dodavatelských řetězců je nutné zahrnout většinu států světa.
- Nevýhody: Velmi vysoká datová a výpočetní náročnost, nebezpečí nekonzistence a nízké kvality dat vstupujících do výpočtu
- Výhody: realistické zastoupení výrobní technologie dovážených produktů, hodnoty MF by se teoreticky měly více blížit realitě než u jednoregionálních modelů

Dostupnost a využití DMC a MF

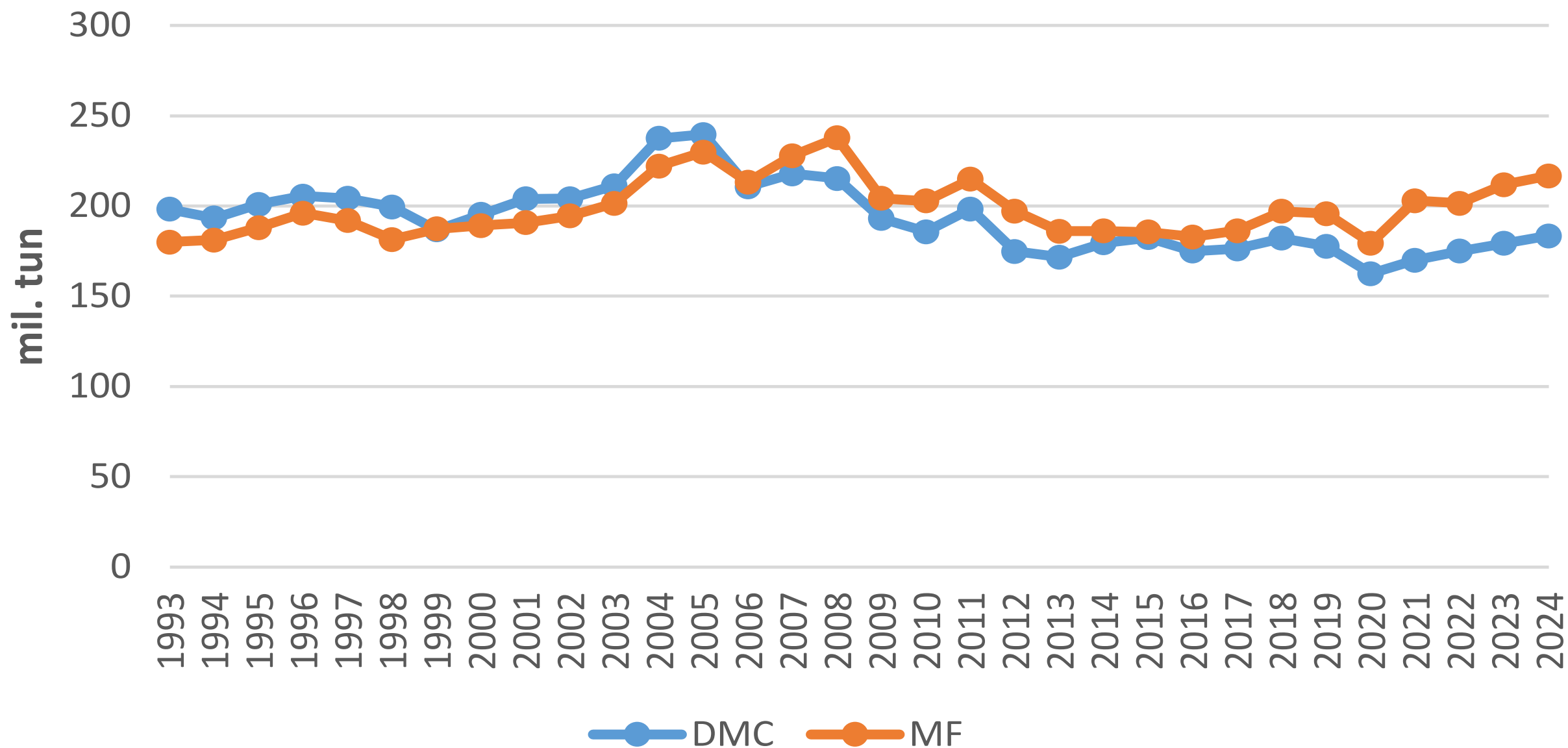
1) DMC

- Jednoznačná metodika výpočtu, bývá sestavována statistickými úřady
- Donedávna součást indikátorových souborů všech hlavních organizací (Eurostat, EEA, OECD, OSN), nyní je postupně doplňován/nahrazován MF

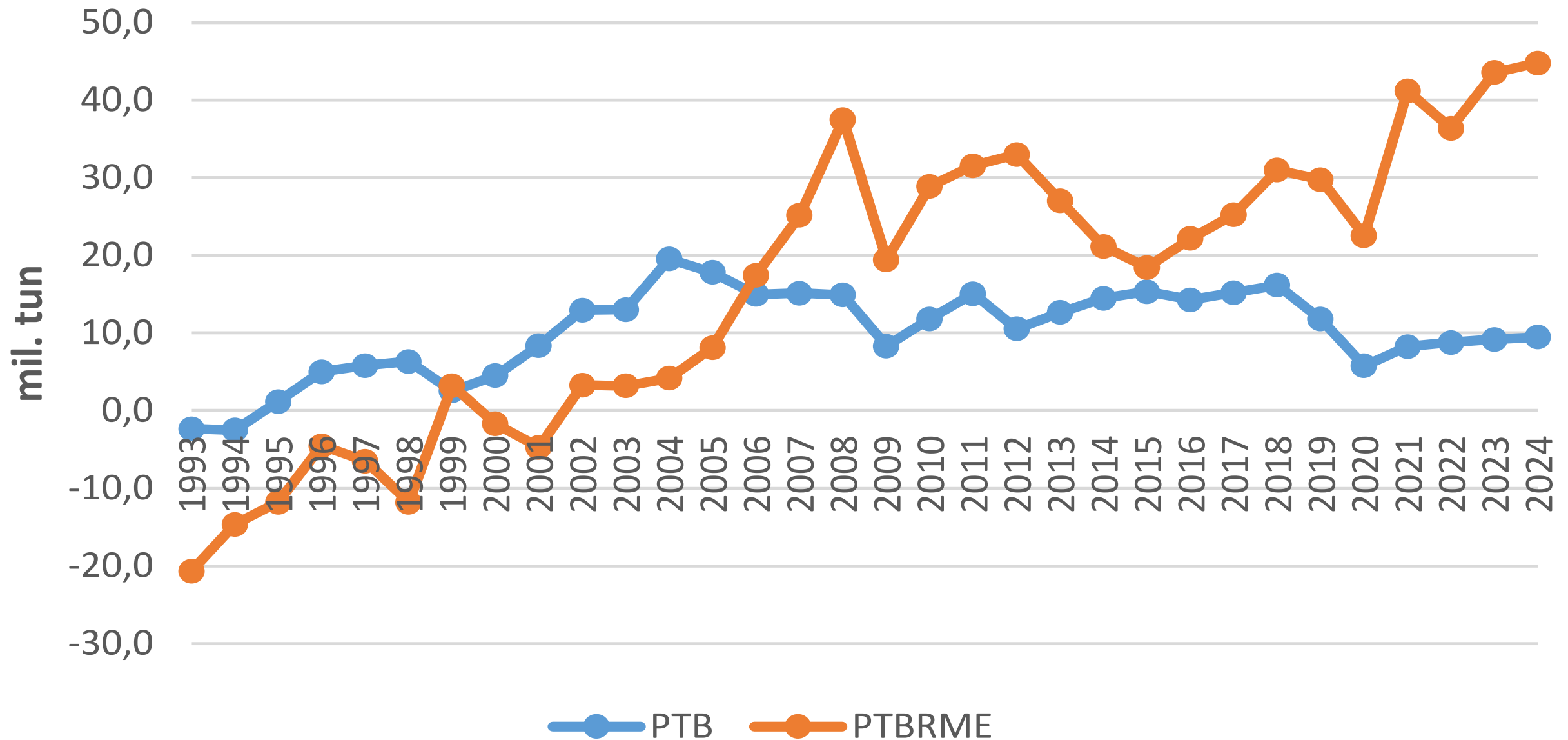
2) MF

- Metodika výpočtu není plně standardizována, bývá sestavována v rámci výzkumných projektů a mezinárodními institucemi
- Eurostat: Hybridní SR-EE-IOM pro EU jako celek, odvozený zjednodušený výpočetní nástroj pro státy EU. Probíhá vývoj MR-EE-IOM
- Databáze Mezinárodního panelu pro zdroje (IRP UNEP): zahrnuje DMC i MF, MF vypočítávána pomocí MR-EE-IOM GLORIA, který spravuje Univerzita v Sydney. Oficiální zdroj MF dat pro monitoring cílů udržitelnosti OSN (Cíl 12 – Zajistit udržitelnou spotřebu a výrobu, zahrnuje DMC a MF v absolutních hodnotách, na obyvatele a HDP)

DMC a MF, Česká republika, 1993-2024

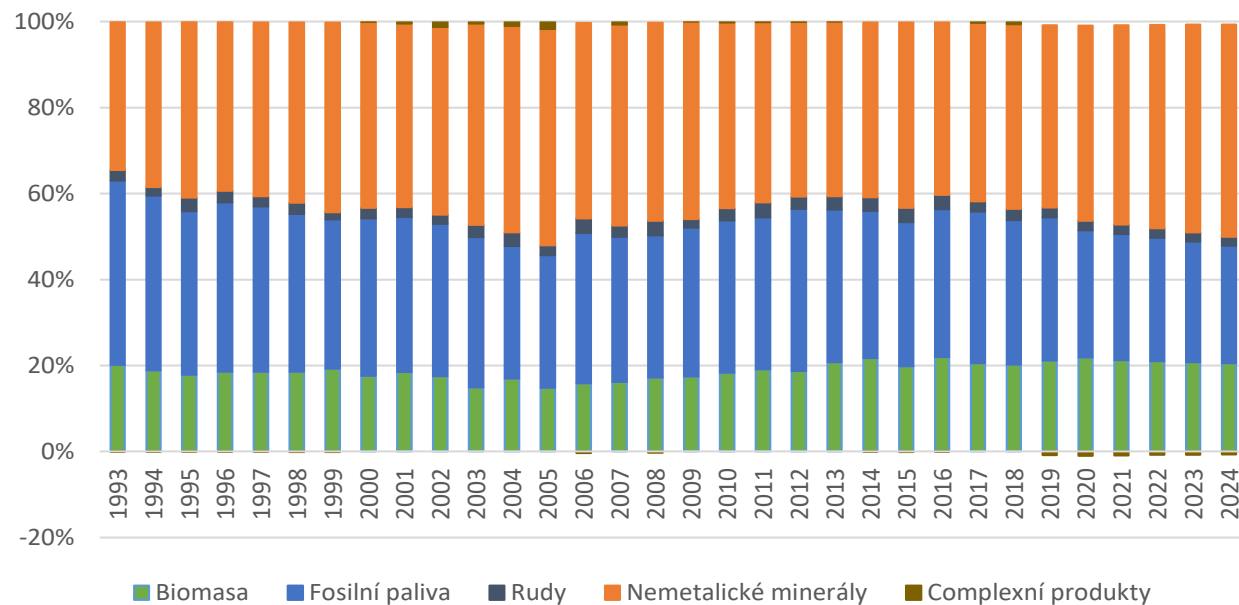


PTB a PTB_{RME}, Česká republika, 1993-2024

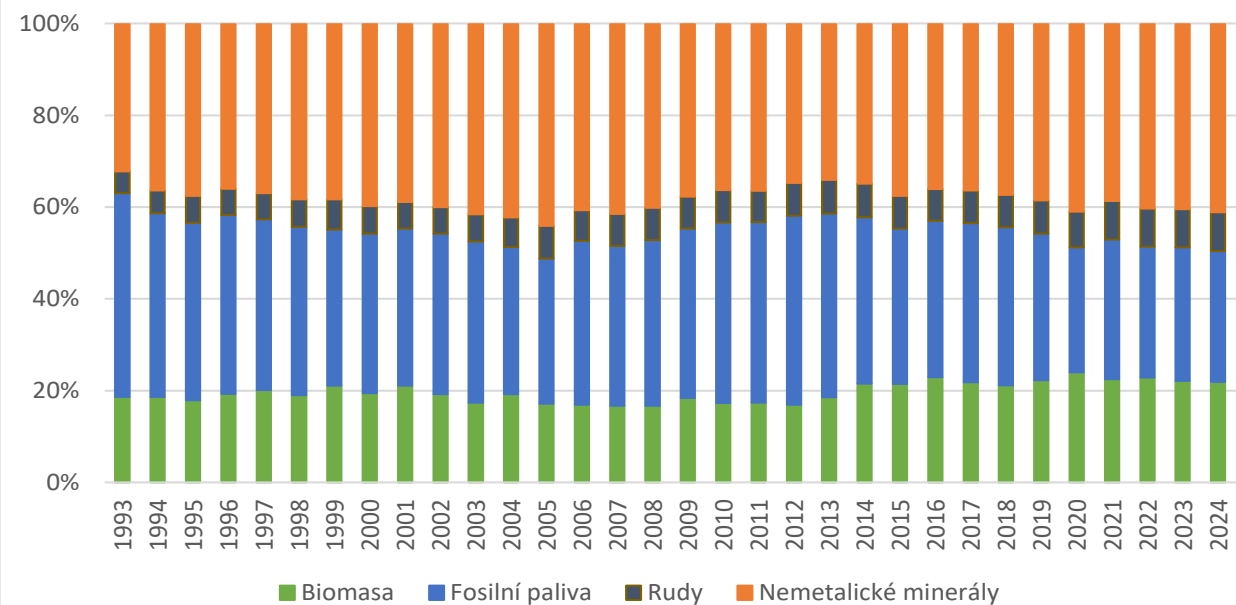


Zdroj: IRP UNEP

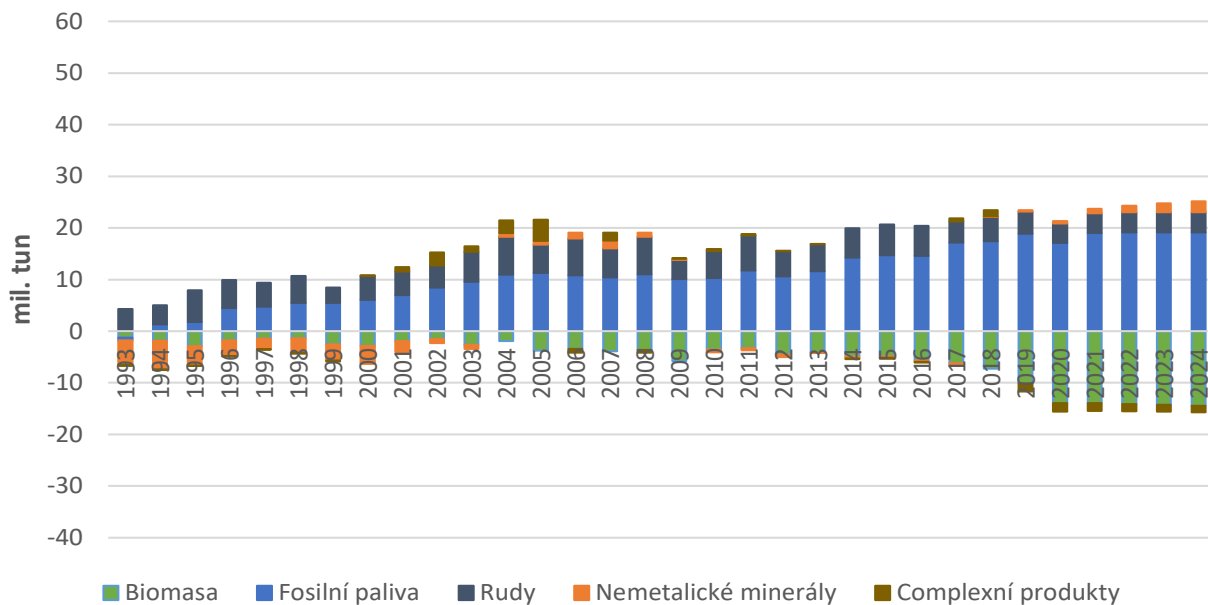
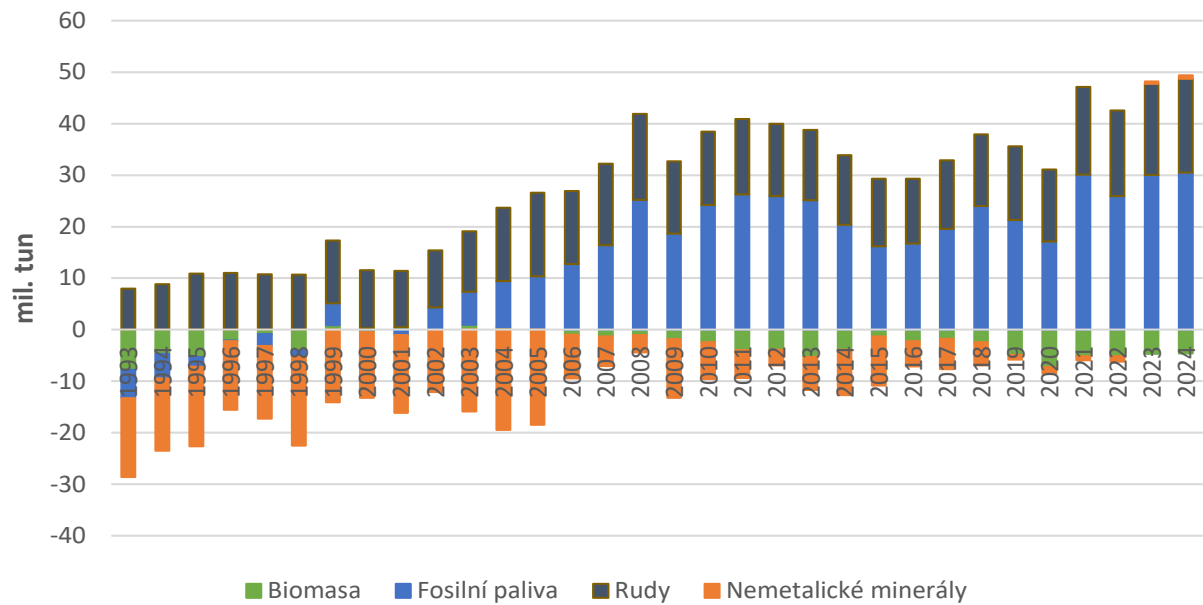
DMC podl skupin materiálů, Česká republika, 1993-2024



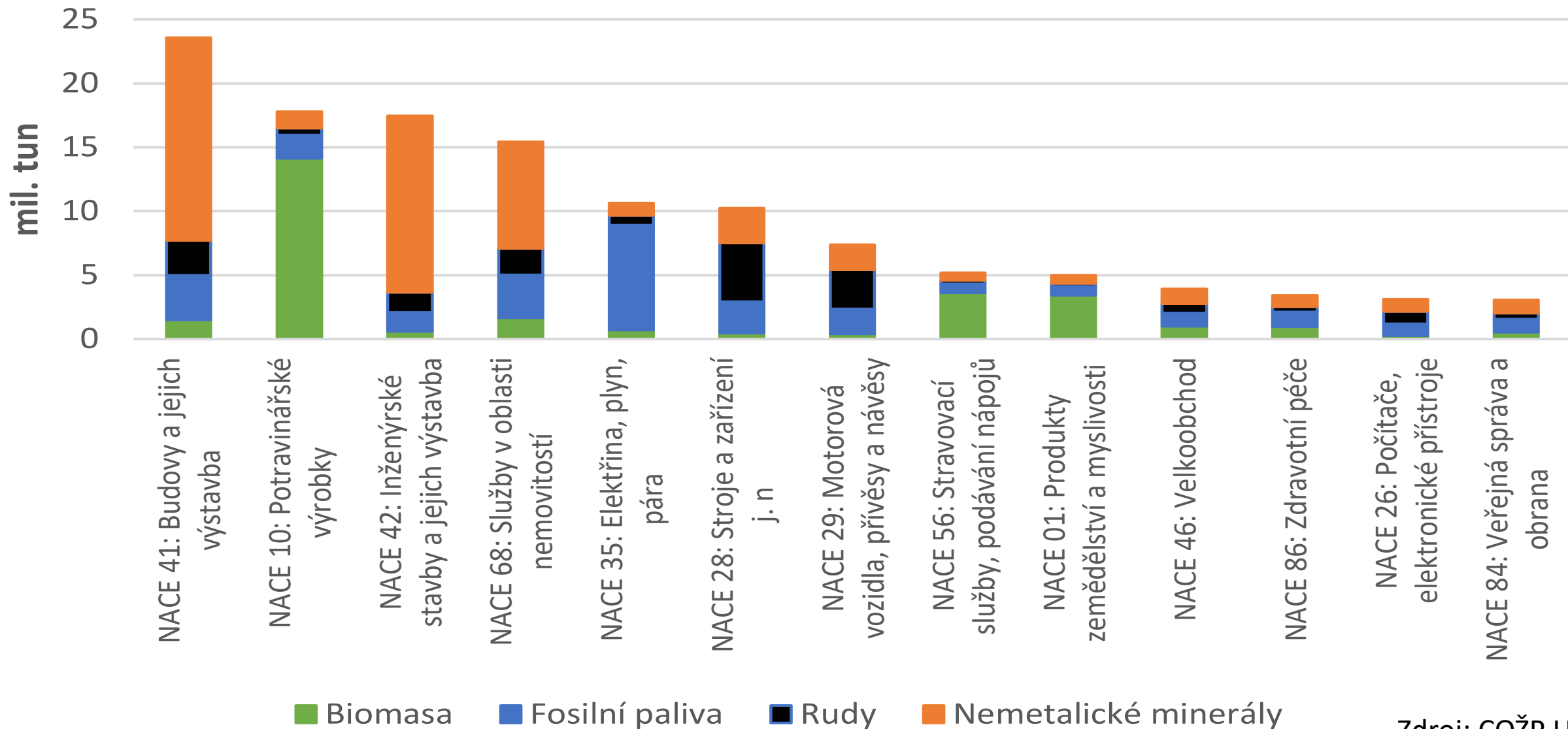
MF podle skupin materiálů, Česká republika, 1993-2024



PTB podl skupin materiálů, Česká republika, 1993-2024

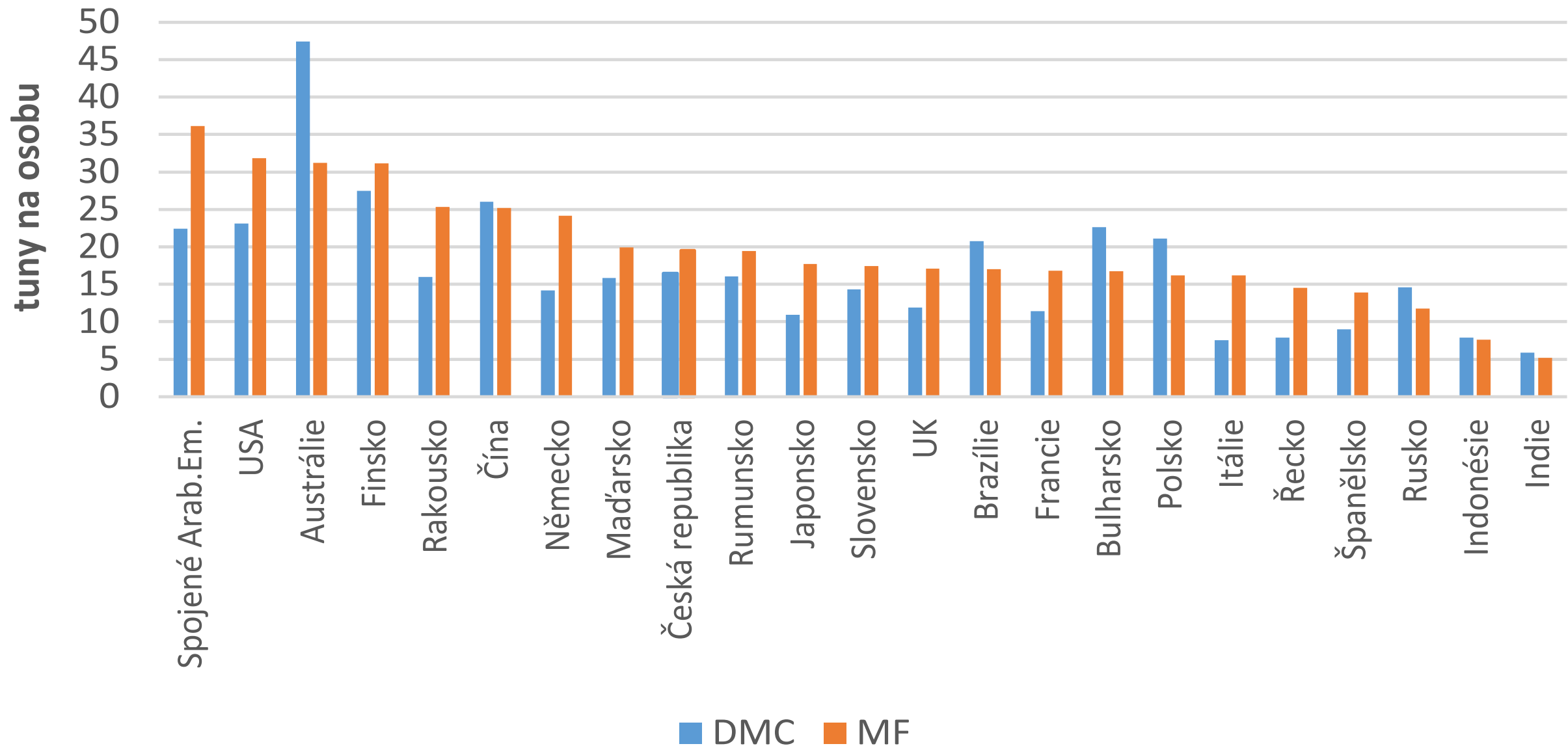
PTB_{RME} podle skupin materiálů, Česká republika, 1993-2024

MF podle skupin produktů domácí konečné spotřeby, Česká republika, 2023



Zdroj: COŽP UK

DMC a MF, mezinárodní srovnání, 2023



Závěrečné shrnutí

- Domácí materiálová spotřeba (DMC) a materiálová stopa (MF) představují klíčové indikátory pro měření odpadového potenciálu a dematerializace ekonomiky
- DMC je plně standardizovaný indikátor, metodika výpočtu MF zatím není plně standardizována
- Česká republika v letech 1993-2024 snížila svůj odpadový potenciál, avšak navýšila svou materiálovou stopu. To bylo doprovázeno zvyšující se materiálovou závislostí ČR na zahraničí, což s sebou nese řadu rizik.
- Mezi materiálově nejnáročnější odvětví patří v ČR stavebnictví, produkce potravin a zajištění energetických potřeb.
- V rámci rozvinutých ekonomik ČR dosahuje průměrné materiálové spotřeby a stopy. DMC a MF rozvojových států je však výrazně nižší.

Děkuji za pozornost

jan.kovanda@czp.cuni.cz