



SRIP  
**MATPRO**

# Reciklaža kovinskih odpadkov s podporo umetne inteligence

**Jožef Medved**

Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za  
materiale in metalurgijo

Brdo, 21.6.2023

## **Bolj učinkovito reciklažo kovin,**

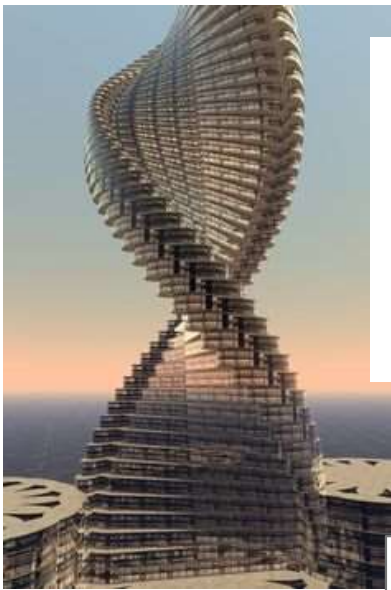
zmanjšanje porabe energije, zmanjšanje C odtisa, proizvodnjo brez odpada,

**lahko zagotovimo z uporabo umetne inteligence.**

Vsebina predavanja:

- O materialih
- Recikliranje jekla in železa
- Recikliranje baterij
- Recikliranje aluminija
- Model recikliranja z uporabo umetne inteligence





MATERIALI  
NAS  
OBKROŽA  
JO

SO DEL  
NAŠEGA  
ŽIVLJENJA



**Materiali so hrbtenica in vir blaginje industrijske družbe**

**NAPREDNI MATERIALI BODO IGRALI ODLOČILNO VLOGO**

**pri radikalnih spremembah 21. stoletja**

*MATERIALS 2030 MANIFESTO, feb. 2022*



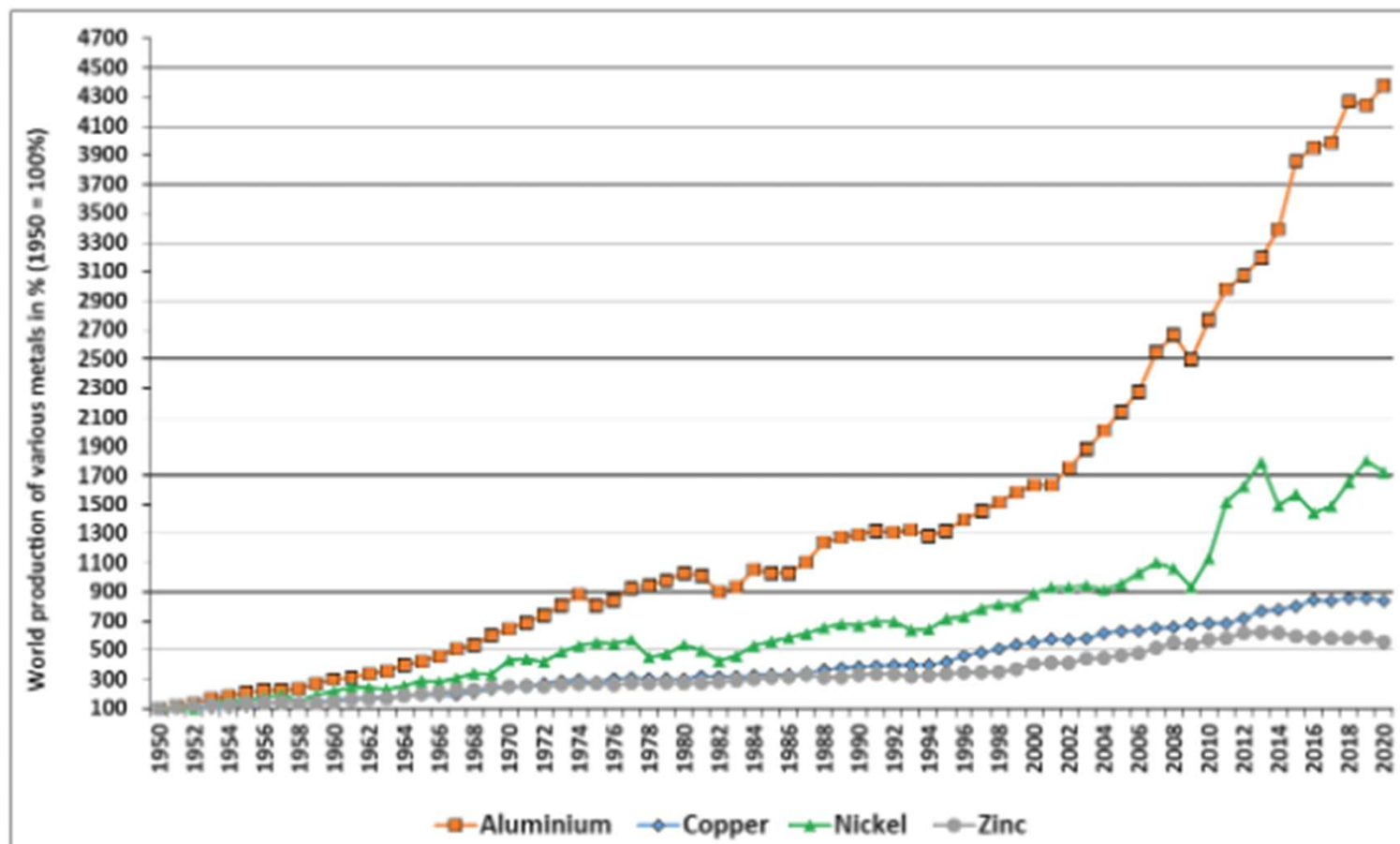


# ZELENI MATERIALI

**Dvojni zeleni in digitalni prehod EU, omogočajo sinergije med naprednimi materiali, tehnologijami in krožnostjo.**



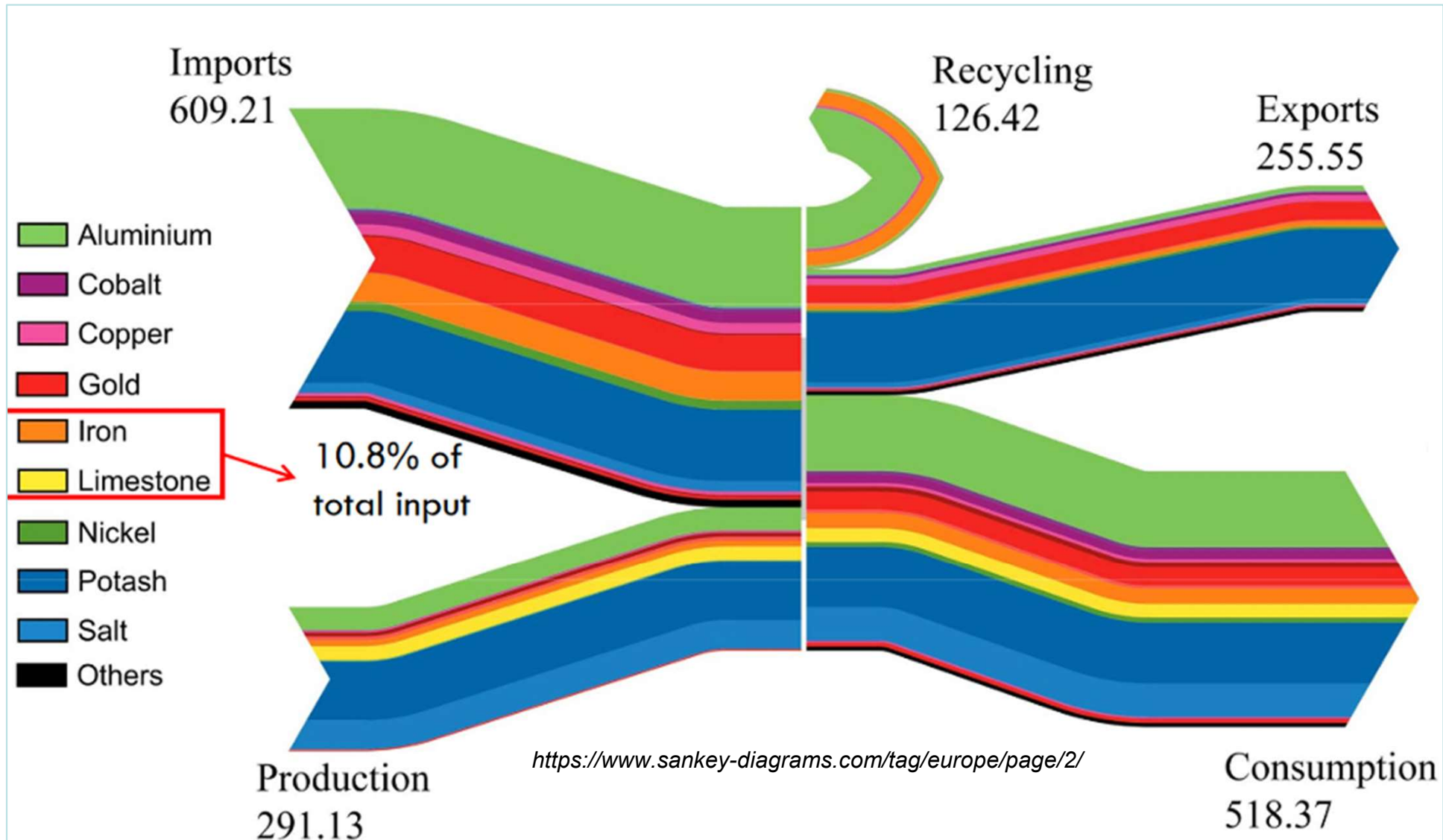
# Rast proizvodnje neželeznih kovin v svetu



**Trajnostni napredni materiali so ključno gonilo inovacij, ki ustvarjajo nove priložnosti.**

**Za doseg tega mora Evropa nadgraditi trajnostne lastnosti novih naprednih materialov.**

# STANJE V EU

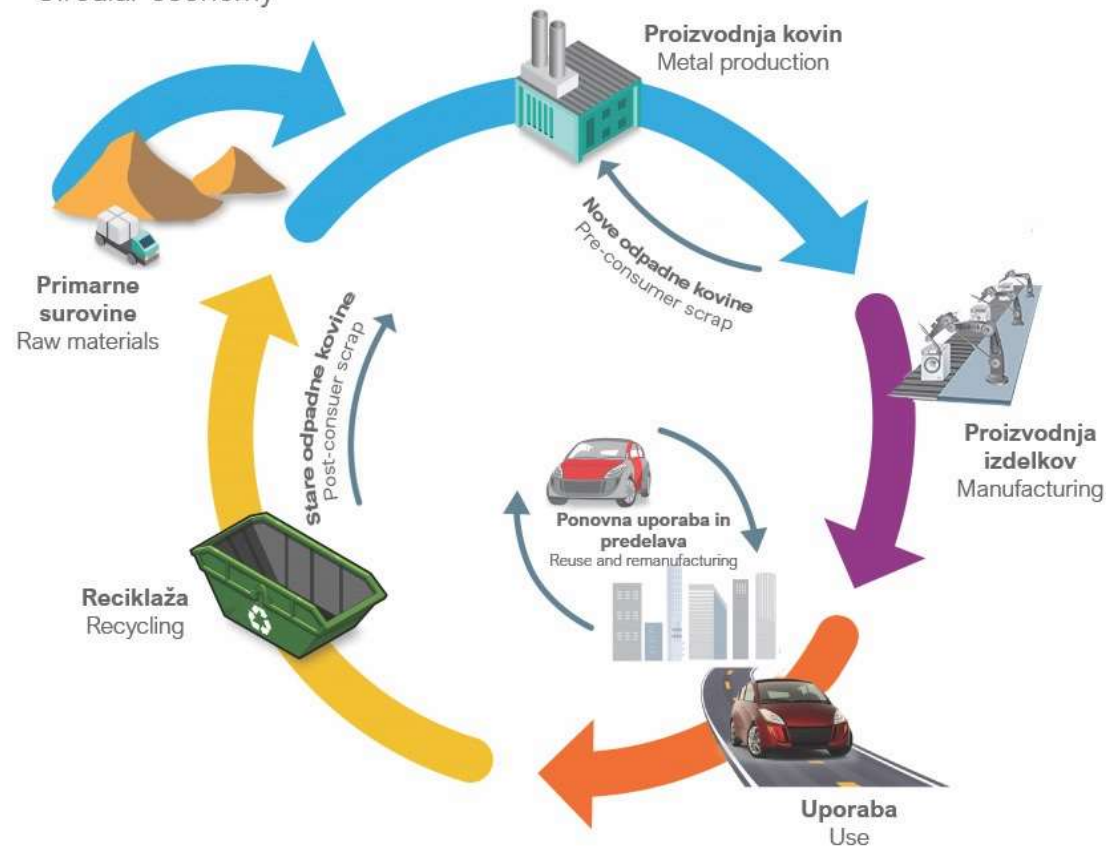


Stanje kovinskih materialov v EU  
Ovisnost EU

# Nekaj zahtev za ZELENE MATERIALE

- **Proizvodnja iz sekundarnih surovin**
- **Zmanjšanje porabe energije in okoljskega odtisa**
- **Zmanjšanje teže**
- **Odpornost proti koroziji**
- **Sledljivost "MATERIALU"**
- **Reciklaža - reciklabilnost**
- **Zagotavljanje strateške avtonomije**

Krožno gospodarstvo  
Circular economy



# Recikliranje jekla in železa

Po podatkih Ameriškega inštituta za železo in jeklo (AISI), je jeklo najbolj recikliran material na planetu.

40 % svetovne proizvodnje jekla je izdelano iz odpadnega železa.

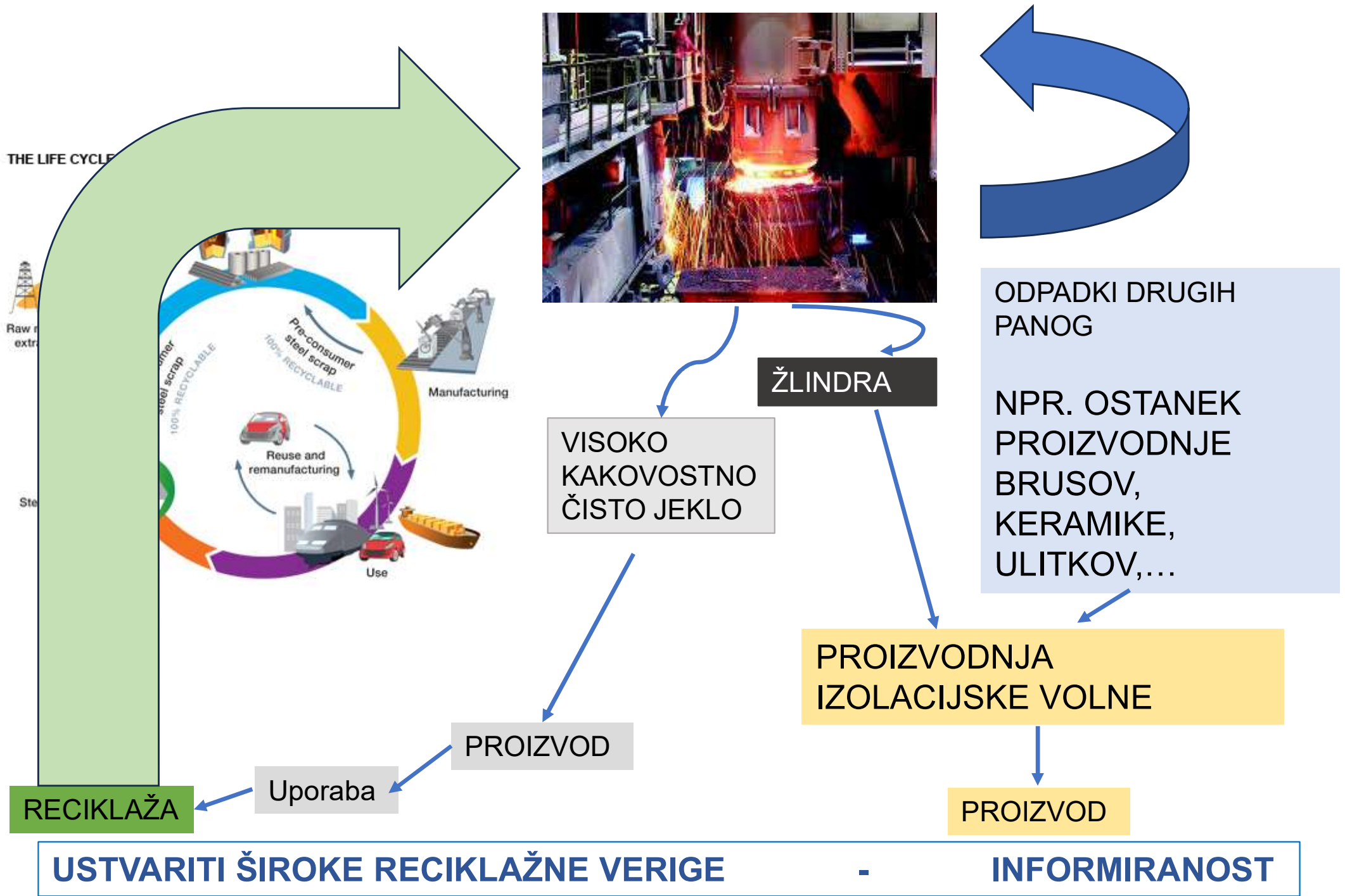


## Dejstva o recikliranju železa:

- Recikliranje odpadkov poteka v električnih obločnih pečeh.
- Reciklirajte vse stranske proizvode hkrati.
- Reduciraj kovine iz žlindre, ostalo pa uporabi, npr. za proizvodnjo cementa.
- Prah iz elektroobločnih peči je primerna sekundarna surovina za pridobivanje različnih kovin ali dodatek za izdelavo glazur.
- Odvečna toplota, ki se ne uporablja za taljenje ali ogrevanje jekla, se uporablja za predogrevanje nasipa ali za proizvodnjo električne energije.



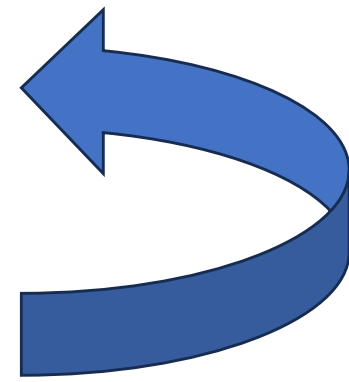
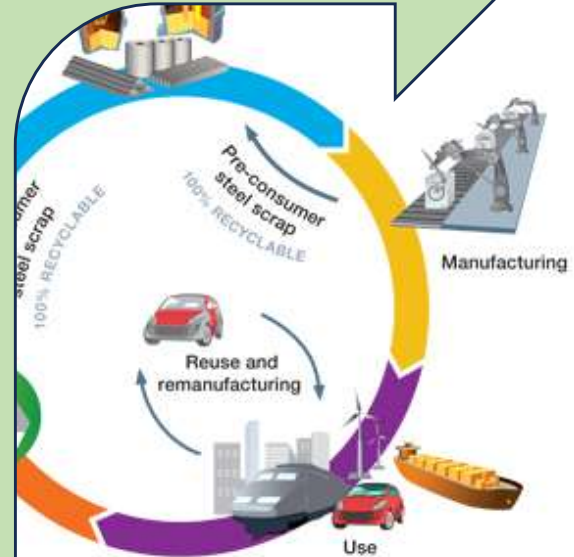
# RECIKLAŽA V JEKLARSKI INDUSTRIJI



THE LIFE CYCLE

Raw material extraction

Steel



ŽLINDRA

VISOKO KAKOVOSTNO ČISTO JEKLO

ODPADKI DRUGIH PANOG  
NPR. OSTANEK PROIZVODNJE BRUSOV, KERAMIKE, ULITKOV, ...

PROIZVODNJA IZOLACIJSKE VOLNE

PROIZVOD

PROIZVOD

Uporaba

RECIKLAŽA

USTVARITI ŠIROKE RECIKLAŽNE VERIGE - INFORMIRANOST

# Recikliranje baterij

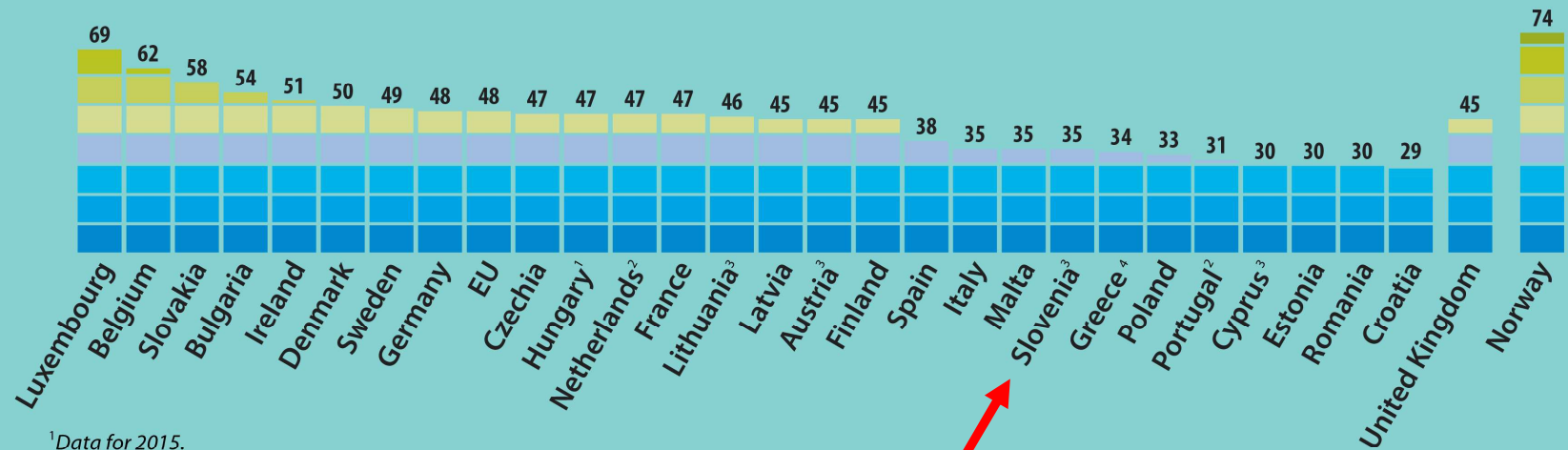
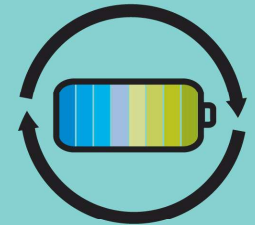
Številne kovine iz baterij so pomemben vir surovin.

Svinec je eden najbolj recikliranih materialov - celo na prvem mestu med kovinami, saj ga več kot 50 % pridobivajo iz sekundarnih surovin.



## Portable batteries and accumulators collected for recycling, (% , 2018)

Data estimated on the last three years of sales



<sup>1</sup>Data for 2015.

<sup>2</sup>Data for 2016.

<sup>3</sup>Data for 2017.

<sup>4</sup>Data for 2014.

Source: Eurostat (online data code: env\_waspb)

# Reciklaža avtomobiljskih baterij

Separator



Recikliranje



Pb-mrežice



Pb-pasta



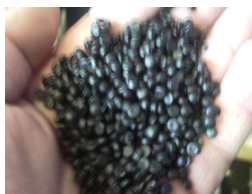
Rafinirani Pb in zlitine



Odpadna avtomobilska baterija



Ohušje baterije



Polipropilenski granulat

# Reciklaža aluminija

## Aluminij je okolju prijazen material:

- Aluminij in njegove zlitine je mogoče popolnoma reciklirati, zato je aluminij okolju prijazen material.
- Ocenjujejo, da reciklirajo 25-30 mil. t Al na leto.
- Poraba energije pri recikliranju je nizka in znaša le 5-10 % porabe pri proizvodnji primarnega aluminija – hranik energije.
- Če aluminijeve odpadke predhodno dobro obdelamo, lahko reciklirani aluminij uporabimo za vse namene.

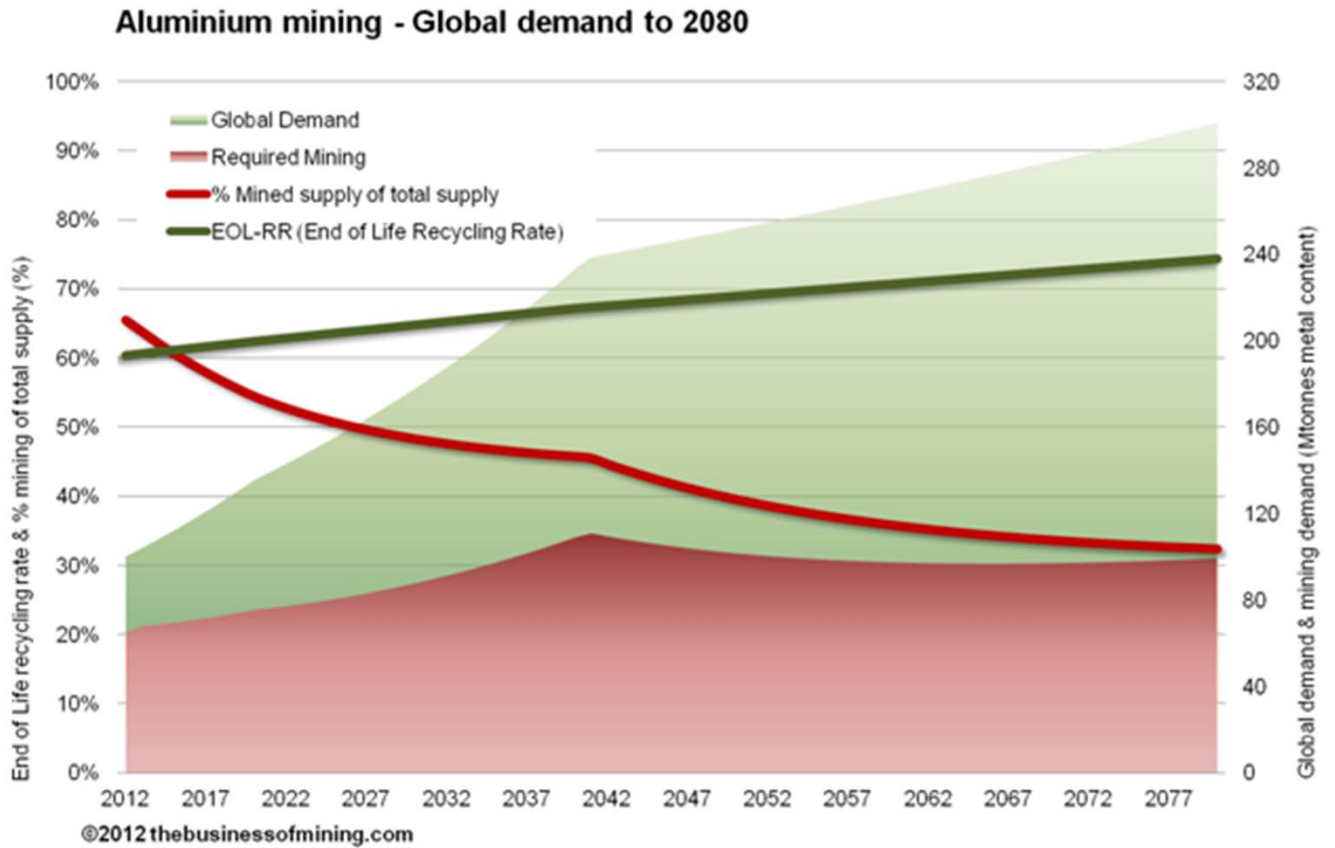


Svetovno povprečje je 4 kg recikliranega aluminija na prebivalca:

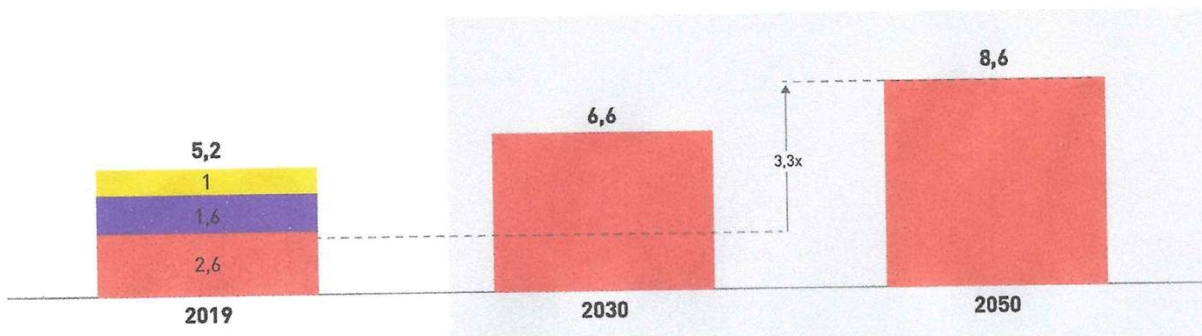
- Evropska unija 11 kg
- Severna Amerika z 9,5 kg,
- Kitajska 6 kg,
- Latinska Amerika 2 kg.

*Juicy Salif*, the aluminium citrus squeezer designed by Philippe Starck in 1990. (© Philippe Starck)

Rast potreb po aluminiju (4-6 % letno) ni mogoče zagotoviti samo z recikliranjem.



### Estimated quantities of aluminum scrap in the EU



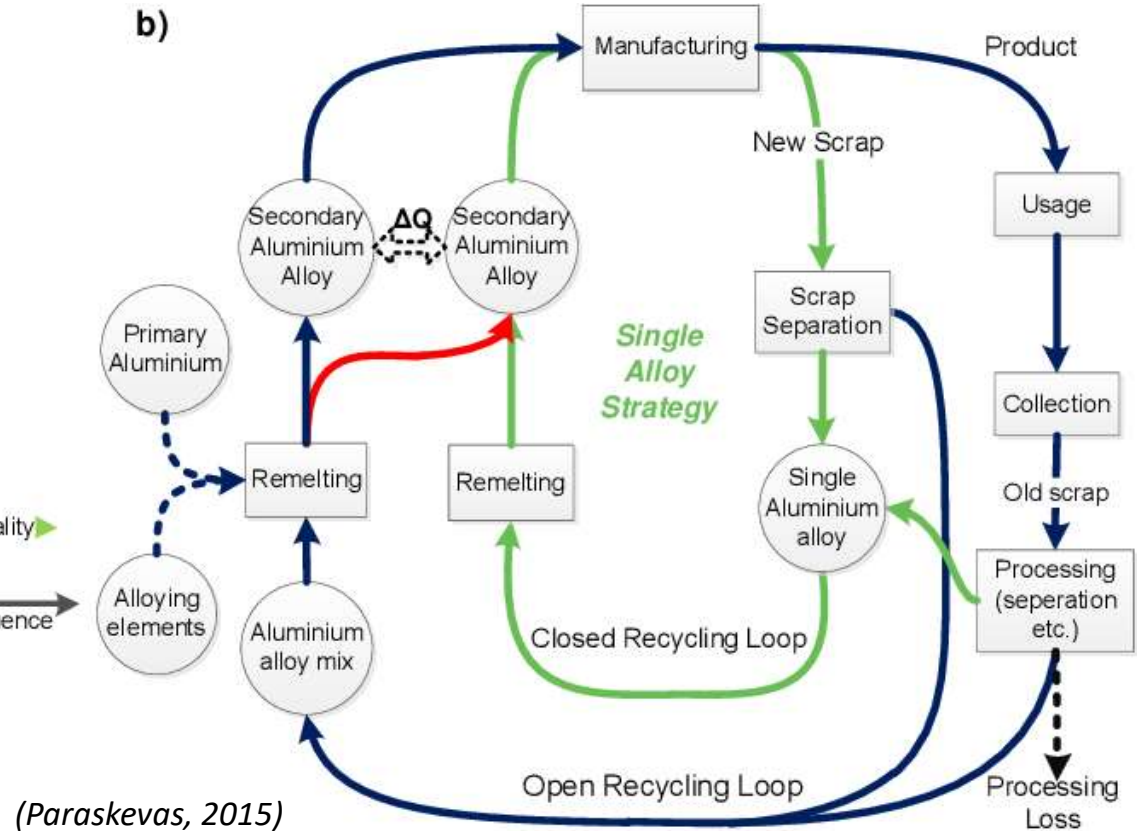
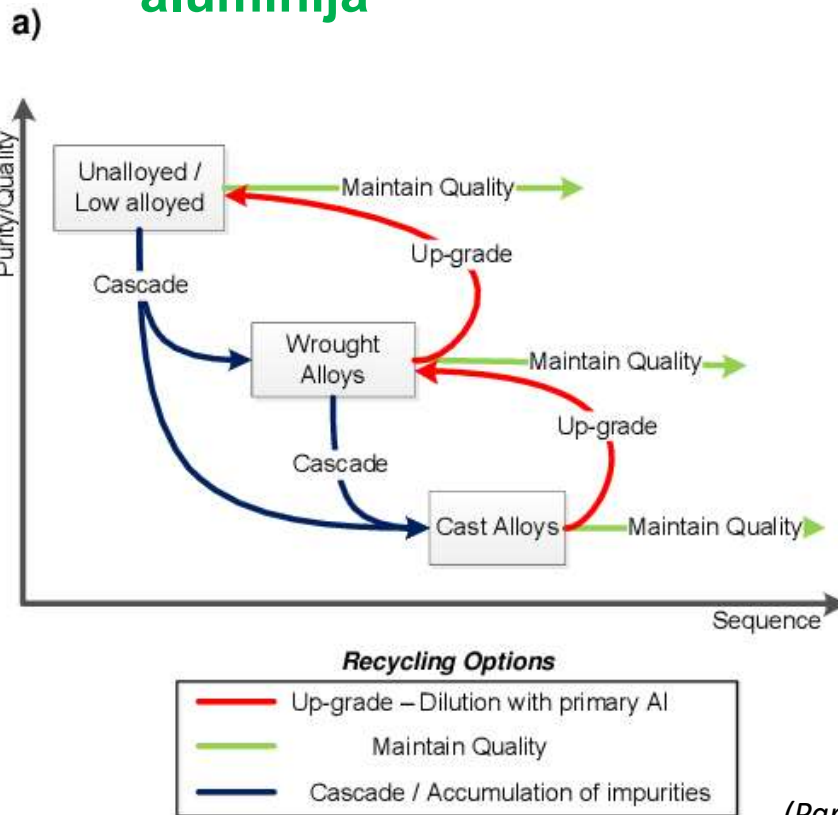
# ZELENA PLOČEVINKA



Aluminij je mogoče reciklirati »neskončno velikokrat«, ne da bi pri tem izgubili svoje lastnosti, zato je ključni prispevek k bolj učinkovitemu upravljanju z viri.



# Postopek recikliranja sekundarnega aluminija



# Umetna inteligenca in reciklaža

## *ChatGPT:* Recikliranje kovin

Tukaj je nekaj korakov, ki vam bodo pomagali pri recikliranju kovin:

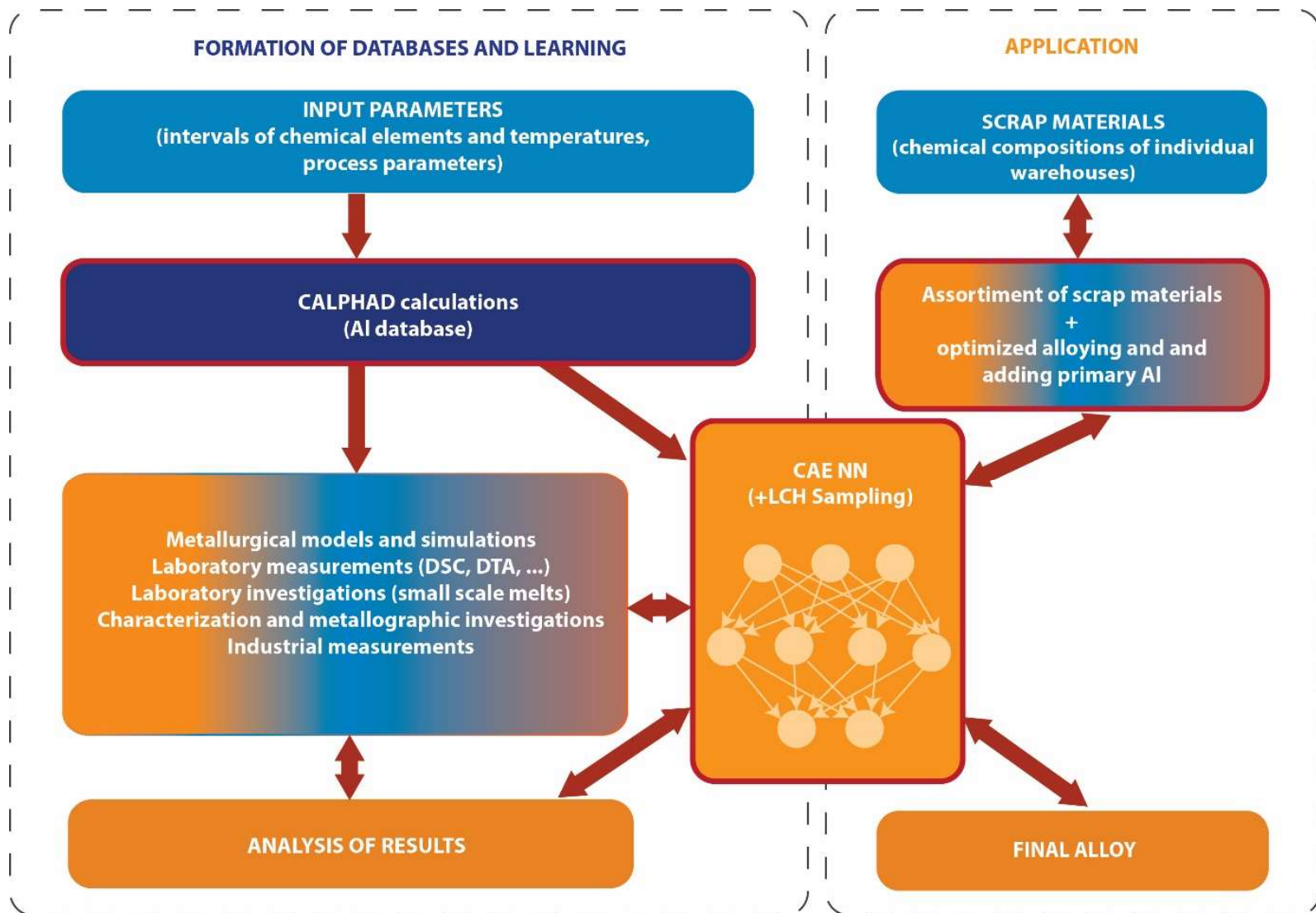
- 1. Zbiranje kovin:** Začnite zbirati vse vrste kovin, ki jih želite reciklirati. To vključuje stare gospodinjske aparate, kot so peči, hladilniki, pralni stroji, pa tudi konzerve hrane, pločevinke, pijač, stara posoda, žebli, žice, pločevine, kovinski deli avtomobilov itd.
- 2. Sortiranje:** Po zbiranju kovin jih razvrstite glede na vrsto. Na primer, ločite jeklene kovine od aluminija, bakra ali nerjavečega jekla. Sortiranje je pomembno, saj imajo različne vrste kovin različne lastnosti in zahtevajo različne postopke recikliranja.
- 3. Priprava kovin:** Preden kovine odnesete na recikliranje, odstranite vse neželene materiale, kot so plastika, steklo ali drugi nekovinski deli. To lahko vključuje razbijanje ali razstavljanje predmetov, da dobite čisto kovino...





# Prihodnost recikliranja aluminijastih odpadkov - UPORABA UMETNE INTEIGENCE

Orodja za  
simulacijo za  
optimalno zasnovo  
materiala (najnižji  
stroški z visoko  
kakovostjo)



# Vzpostaviti popolno verigo recikliranja za dvojni prehod



- Skladiščenje sekundarnih surovin v ozkih kakovostnih skupinah (baza podatkov)
- Določanje lastnosti (kemična sestava, delež površinskih nečistoč, delež vključkov, specifična površina, velikost, oblika,...)
- ...

UMETNA INTELIGENCA



**ZELENI IZDELEK**  
z zahtevanimi lastnostmi in kakovostjo



- Zbiranje (baza podatkov)
- Razvrstitev odpadkov v ožje kakovostne skupine
- Priprava sekundarnega materiala
- Ustrezno taljenje, legiranje, homogeniziranje in rafiniranje taline
- ...

# Reciklaža ali umetnost



*Gabriel Dishaw has designed a series of Nike sports shoes from recycled electronic waste*

*John Lopez, sculpture from recyclable material*



Hvala za vašo pozornost



*Armin Ciesielski, Peter Brakel and Walter Willer, employees of the German company Giganten aus Stahl, also created a replica of the Mercedes from scrap metal particles.*