

Rozwój zrównoważony w gospodarce wodno-ściekowej

**Sustainable development in water
and wastewater management**

dr inż. Andrzej Marcinkowski

Ocena cyklu życia (LCA)

life cycle assessment, ekobilansowanie

– technika służąca do oceny wpływu na środowisko wywieranego przez poszczególne fazy życia produktu (od wydobycia zasobów potrzebnych do wytworzenia produktu do jego utylizacji)

może być zorientowana na ocenę procesu technologicznego; wartością odniesienia (jednostką funkcyjną) jest często jednostka wytworzonego produktu.

Fazy cyklu życia wyrobu

od kołyski do grobu – *from-cradle-to-grave*

kołyska – *cradle*

- wydobywanie zasobów naturalnych potrzebnych do produkcji danego wyrobu [wyczerpywanie zasobów, wpływ na środowisko sektora wydobywczego – emisje, odpady...],
- przetwórstwo zasobów – wytwarzanie surowców (ruda – metal, ropa naftowa – tworzywa sztuczne) [emisje, ścieki...],
- transport surowców [zużycie paliwa, emisje],
- produkcja wyrobu [zużycie energii, mediów, emisje, odpady],
- produkcja opakowania itp. [pozyskanie drewna, produkcja papieru...],

brama – *gate*

- dystrybucja produktu, transport wyrobów, odpadów [emisje],
- użytkowanie wyrobu, konserwacja, naprawy [odpady, ścieki],
- koniec życia produktu (faza odpadowa) powtórne użycie, recykling, spalanie odpadów, składowanie, itp. [emisje, skażenie gleby, itp.]

grób – *grave*

LCA – narzędzie zarządzania środowiskowego

Miejsce LCA w rodzinie ISO 14000

PN-EN ISO 14040:2006 - Zarządzanie środowiskowe -
Ocena cyklu życia - Zasady i struktura

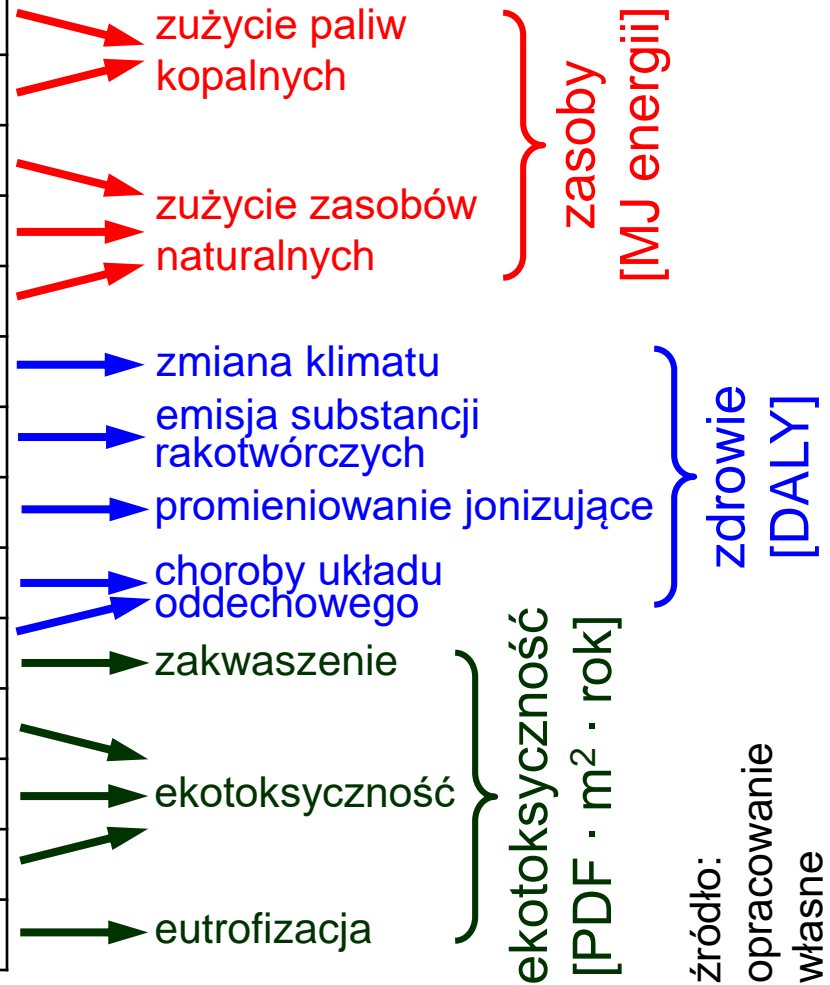
PN-EN ISO 14044:2006 - Zarządzanie środowiskowe -
Ocena cyklu życia - Wymagania i wytyczne

Ekoprojektowanie

– podejście do projektowania wyrobu uwzględniające jego wpływ na środowisko we wszystkich fazach cyklu życia (element inżynierii produkcji)

Tabela inwentaryzacji

Czynnik	Przedział	Ilość	Jedn.
gaz ziemny	surowce	2,5	m ³
węgiel kamienny	surowce	19	g
siarka	surowce	242	mg
aluminium	surowce	520	g
bazalt	surowce	36	mg
dwutlenek węgla	powietrze	4,4	kg
WWA	powietrze	53	μg
Rad-226	powietrze	1,3	Bq
pył < 2,5 μm	powietrze	112	mg
dwutlenek siarki	powietrze	72	mg
aceton	woda	1,6	ng
aluminium	woda	16	mg
kadm	gleba	34	μg
azotan amonu	gleba	3,1	g



zwykle zawiera co najmniej kilkaset pozycji

Analiza kilku/kilkunastu kategorii wpływu, umożliwia uwzględnienie przesuwania wpływu na środowisko między sektorami [4]

[4]: J.B. Guinée, Handbook on life cycle assessment operational guide to the ISO standards, Int. J. Life Cycle Assess. 7 (2002) 311-313

źródło:
opracowanie
własne

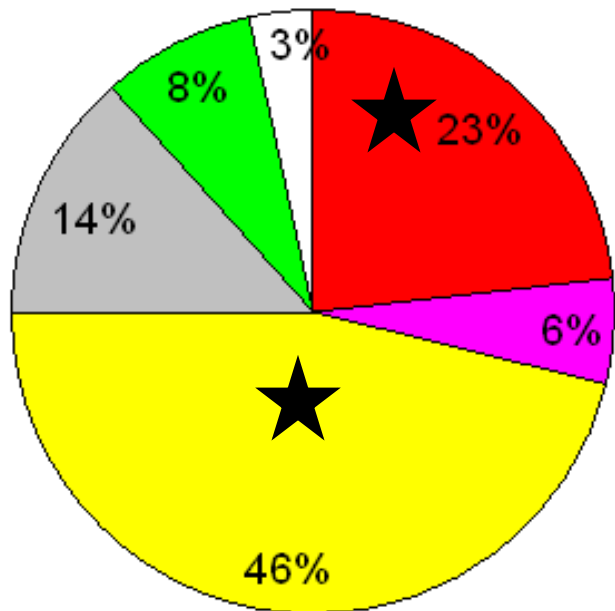
WPŁYW NA ŚRODOWISKO PROCESU UZDATNIANIA WODY



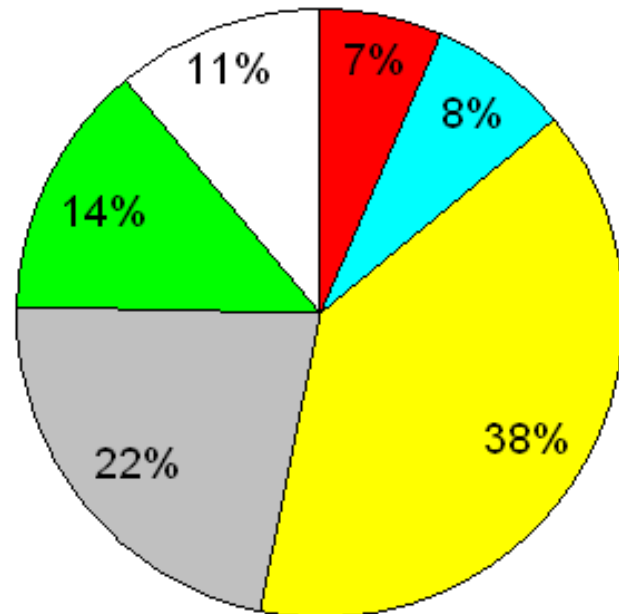
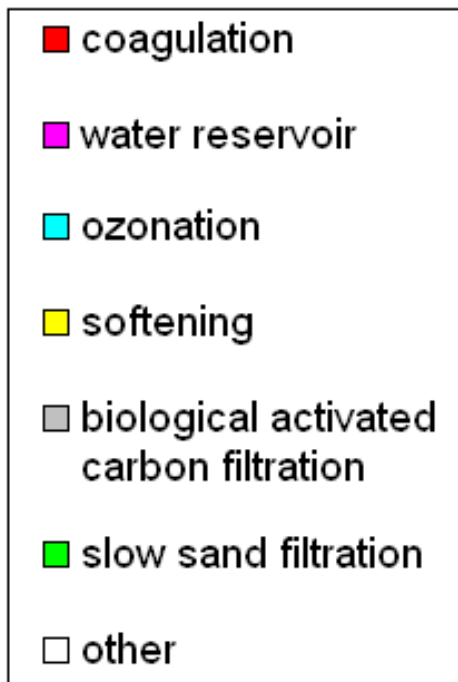
źródło: oprac. własne na podst. [1]

[1] R. Barrios et al., Environmental and financial life cycle impact assessment of drinking water production at Waternet, Journal of Cleaner Production 16 (2008) 471-476

Wpływ procesów na środowisko i koszty



**udział procesów
we wpływie
na środowisko**



**udział procesów
w kosztach**

coagulation & softening → 69%

Redukcja wpływu na środowisko

koagulacja:

zmiana koagulantu – FeSO_4 zamiast FeCl_3

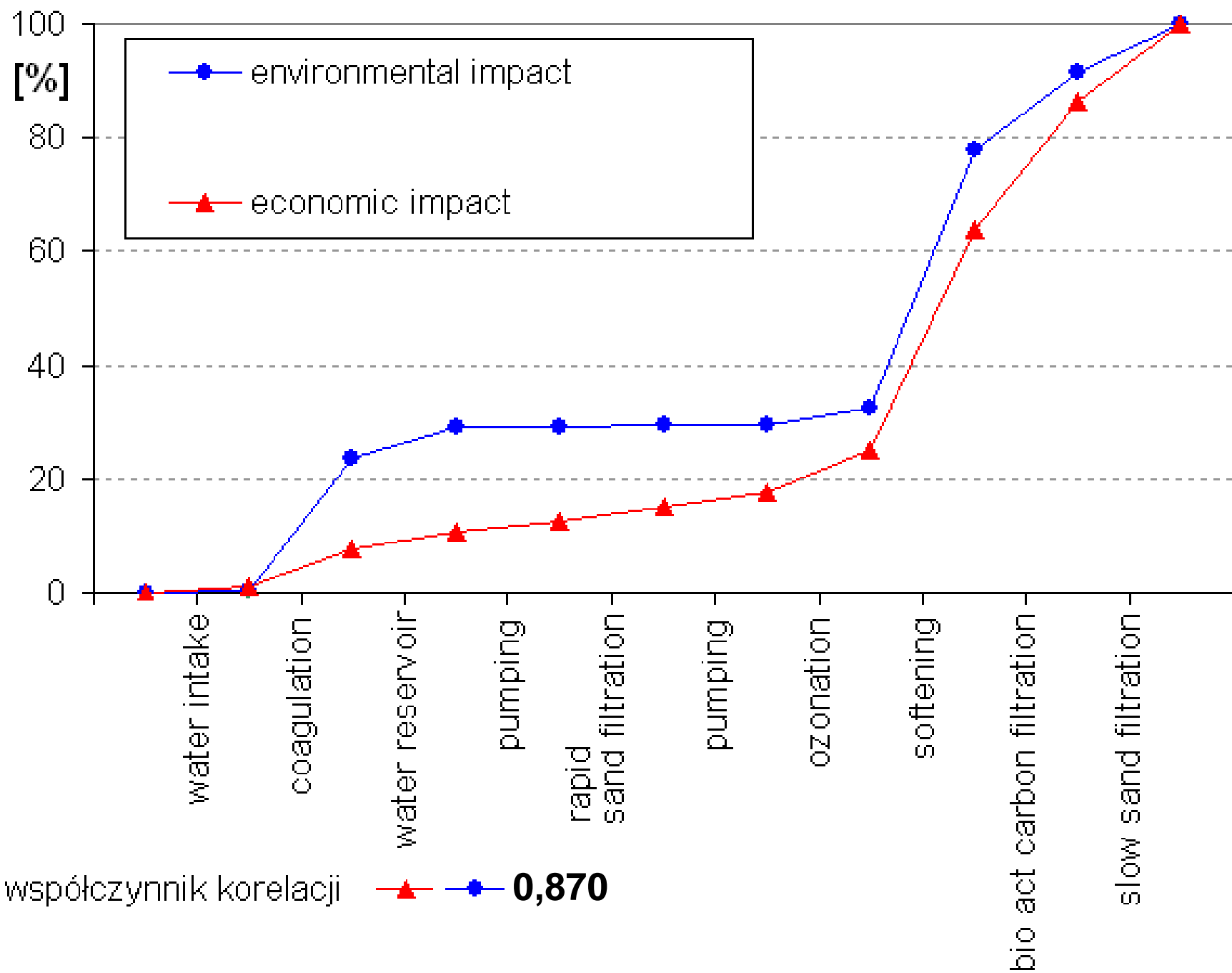
redukcja wpływu procesu na środowisko o 66%

zmiękczenie:

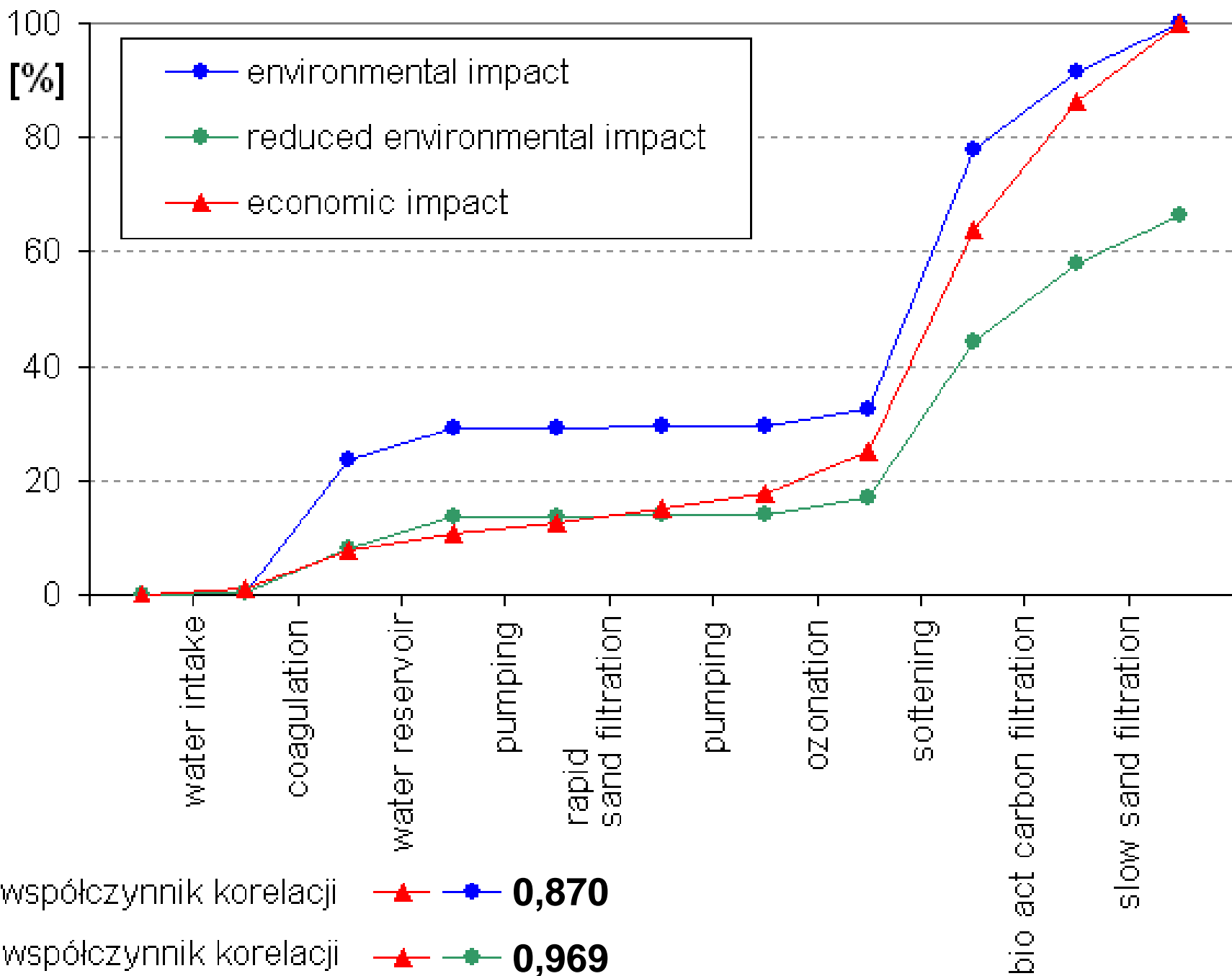
użycie substancji zmiękczającej (NaOH) wytworzonej przy użyciu energii ze źródeł odnawialnych

redukcja wpływu procesu na środowisko o 40%

redukcja wpływu na środowisko 33%



źródło: oprac. własne na podst. [1]



współczynnik korelacji ▲ ● **0,870**

współczynnik korelacji ▲ ● **0,969**

źródło: oprac. własne na podst. [1]

WPŁYW NA ŚRODOWISKO OBIEGU WODY W CYKLU MIEJSKIM

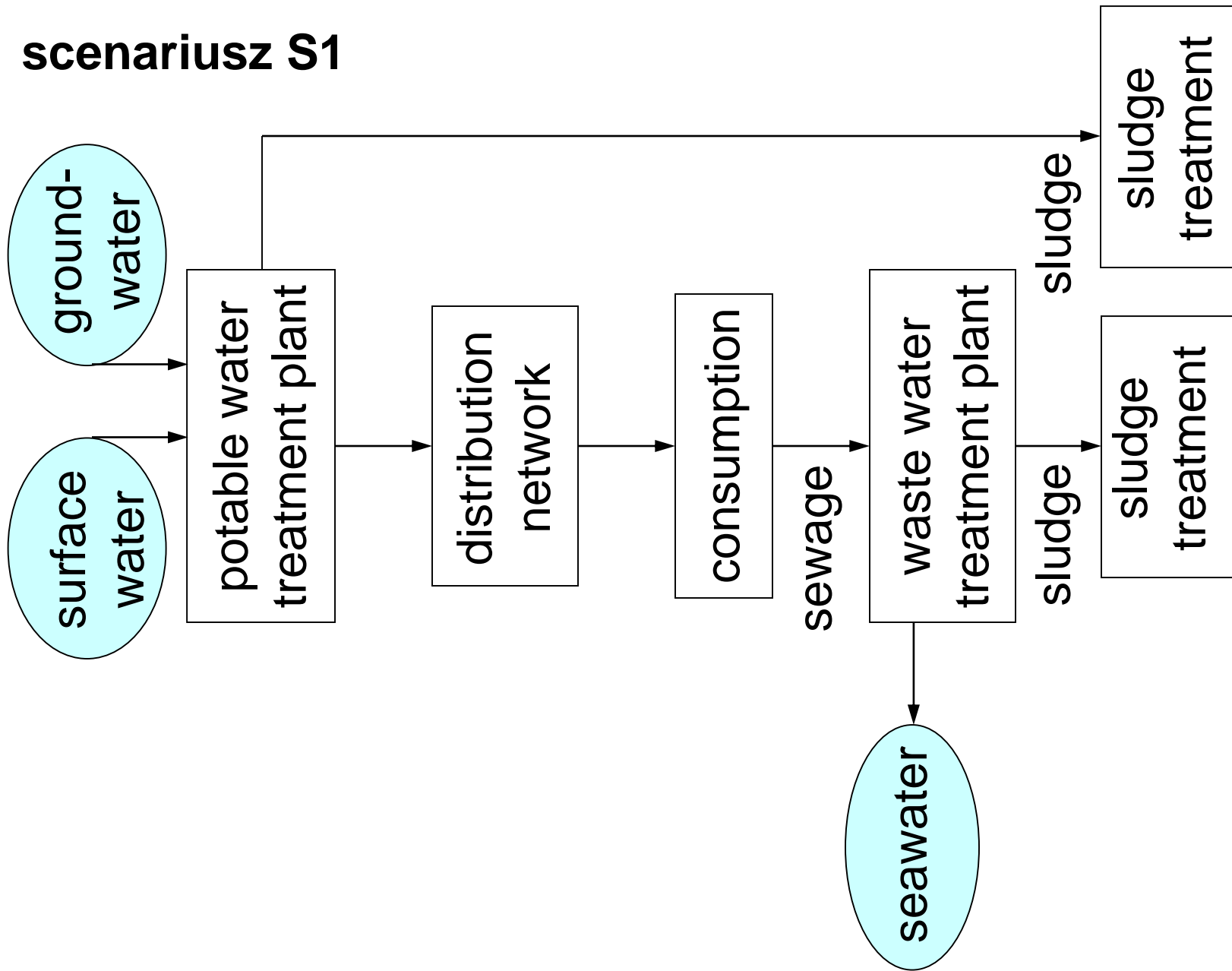
analizowane scenariusze:

S1: istniejące rozwiązanie

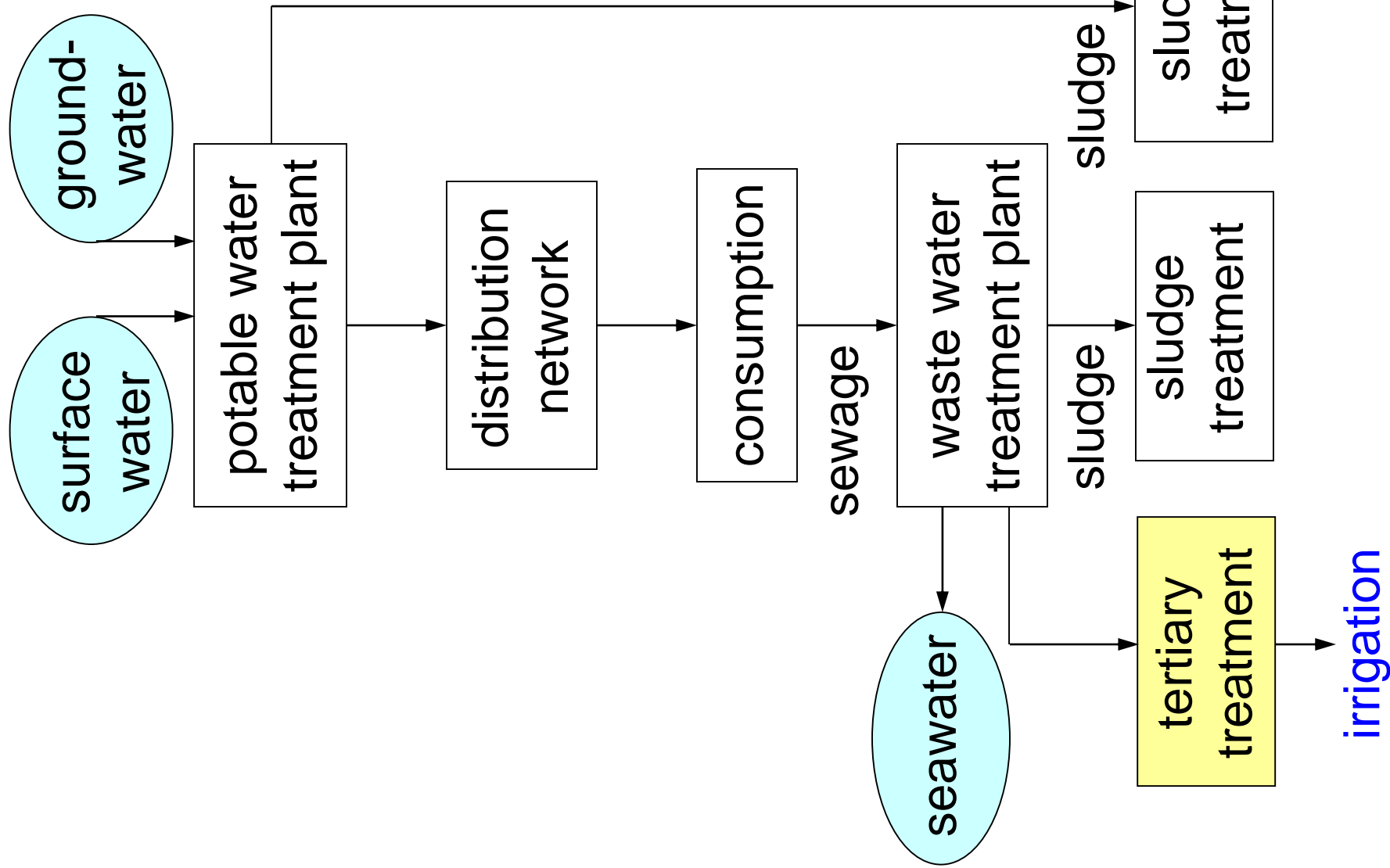
S2: S1 + zastosowano trzeci stopień oczyszczania ścieków, odzyskana woda jest stosowana w celach rolniczych do nawadniania

S3: S2 + zastosowano instalację odwróconej osmozy do uzdatniania wody morskiej; uzyskana woda stosowana jest do celów zaopatrzenia ludności, przemysłu, jak i do celów rolniczych

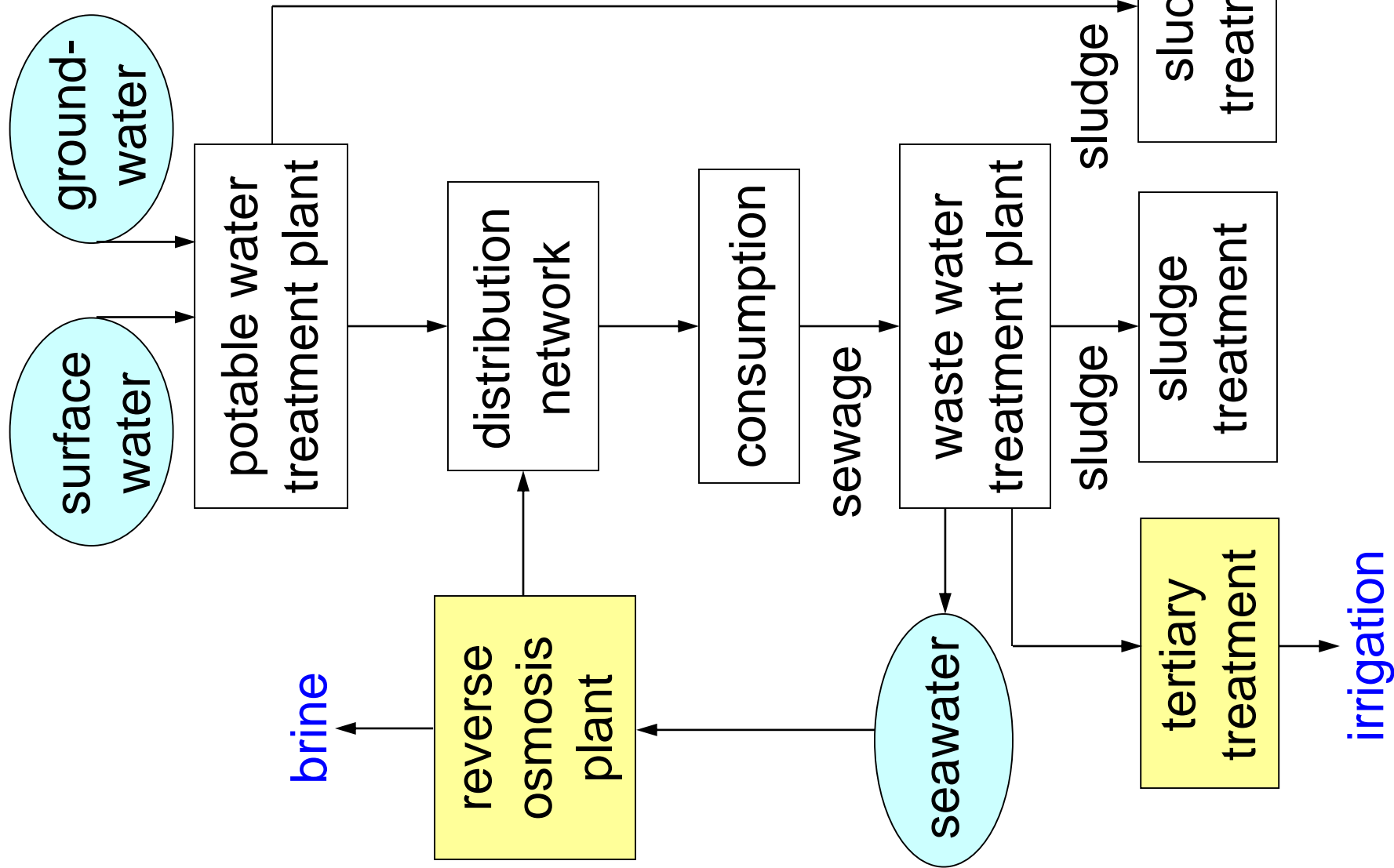
scenariusz S1



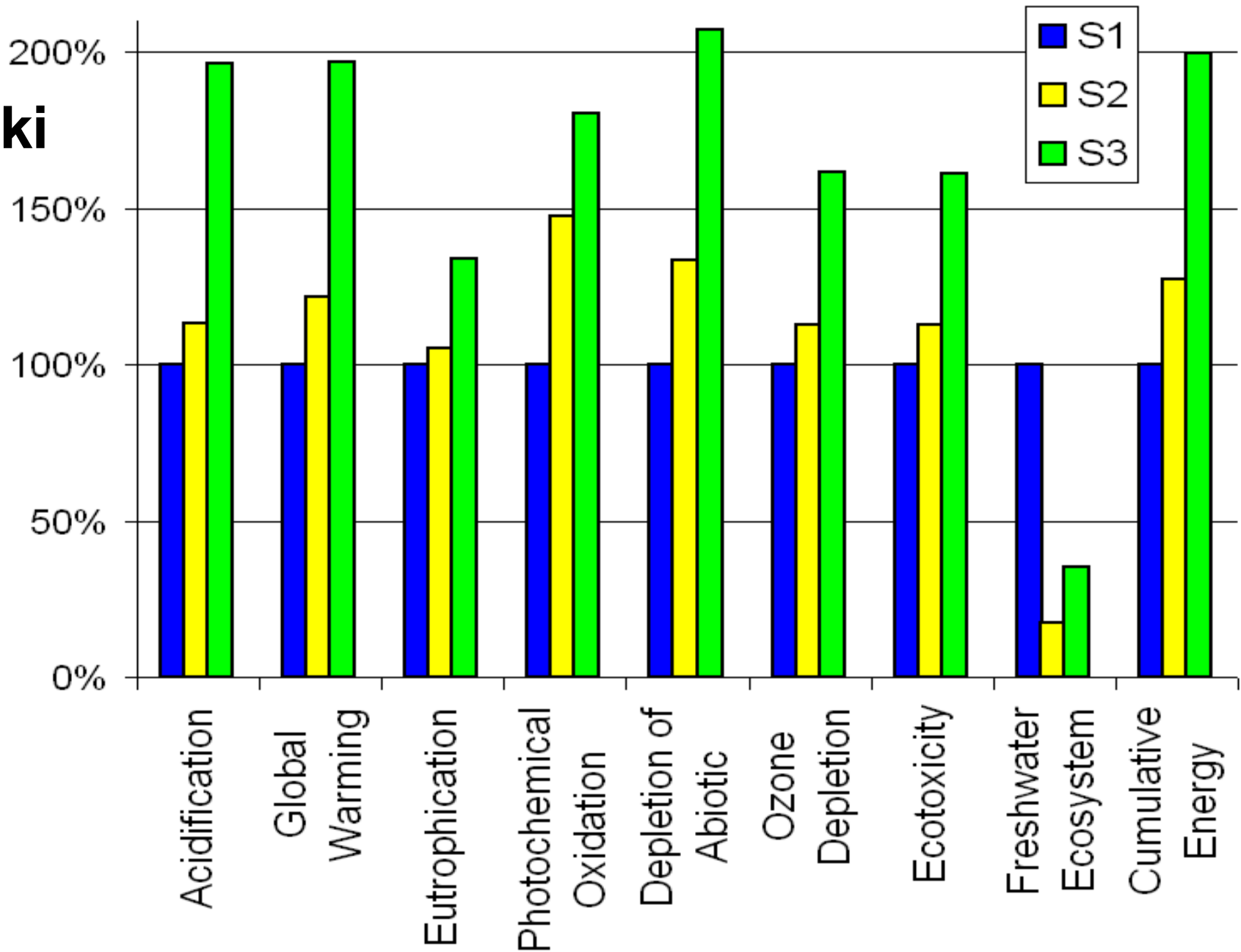
scenariusz S2



scenariusz S3



Wyniki LCA



źródło: oprac. własne na podst. [2]

Wnioski

- **S1: dla większości kategorii wpływu największy udział w oddziaływaniu na środowisko miało funkcjonowanie sieci dystrybucji wody (zużycie energii);**
- **S2: znaczny udział we wpływie na środowisko wynikał z dystrybucji wody oraz z pracy oczyszczalni ścieków;**
- **S3: największy udział we wpływie na środowisko miała instalacja odwróconej osmozy;**
- **odległość między instalacją uzdatniania wody a odbiorcami ma zasadniczy wpływ na efektywność środowiskową całej sieci**

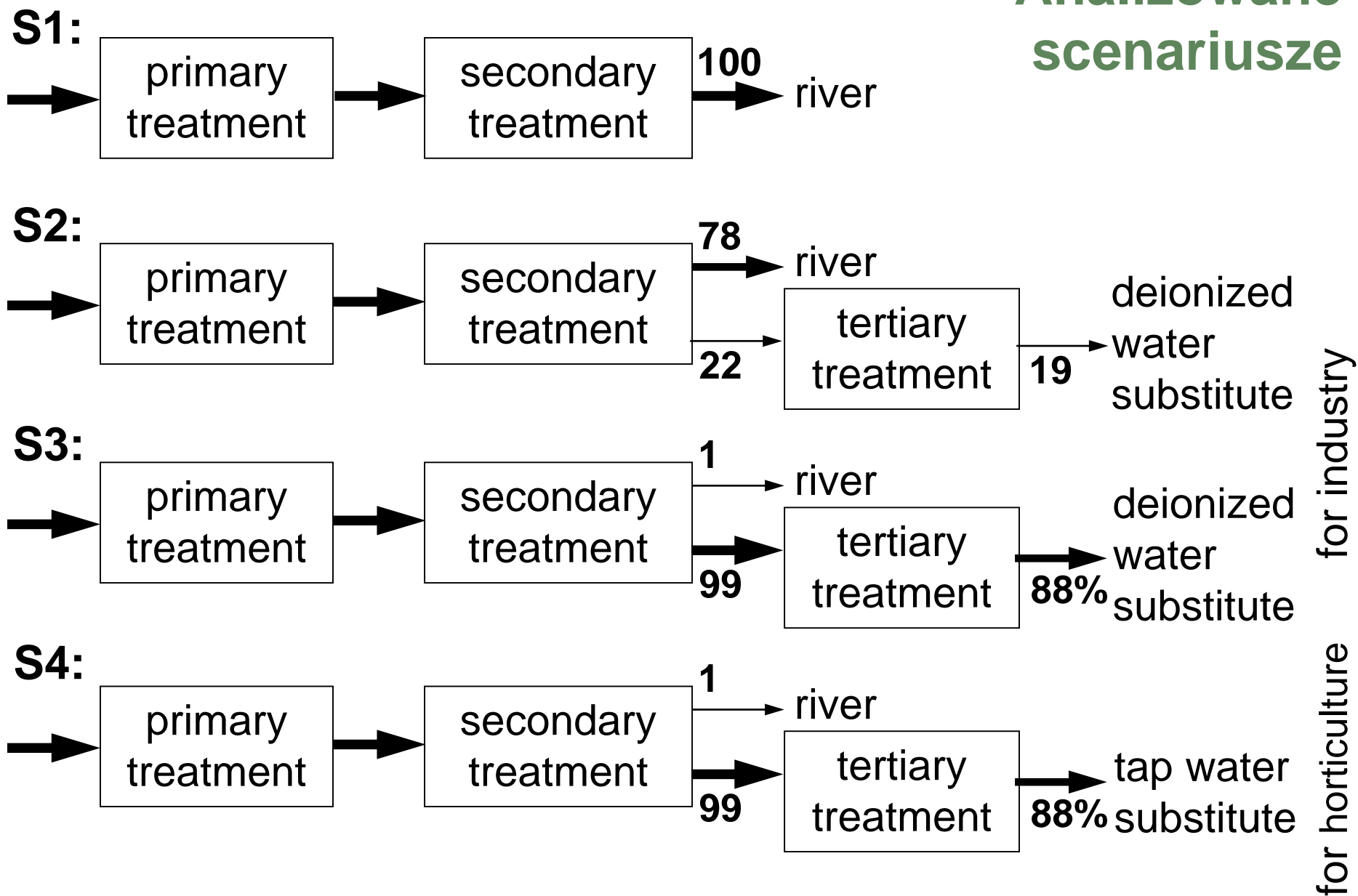
WPŁYW NA ŚRODOWISKO SYSTEMU ODZYSKU WODY W PARKU PRZEMYSŁOWYM

Współpraca przedsiębiorstw przemysłowych polegająca na przekazywaniu strumieni odpadowych i produktów ubocznych celem wykorzystania jako surowce (media) produkcyjne nazywana jest symbiozą przemysłową [5]. Najpełniej współpraca taka przejawia się na terenach przemysłowych ze względu na różnorodność firm działających w niewielkiej odległości między sobą i możliwość utworzenia swoistej sieci wymiany odpadów (ekosystemów przemysłowych).

Rozwój struktur tego typu uważany jest za jeden z najbardziej obiecujących i dostępnych zarazem sposobów urzeczywistniania doktryny rozwoju zrównoważonego[6].

[5]: M.R. Chertow, "Uncovering" Industrial Symbiosis. *Journal of Industrial Ecology*, 11 (2000), pp. 11-30; [6]: A. Singh et al., Environmental impact assessment of different design schemes of an industrial ecosystem; *Resources, Conservation and Recycling* 51 (2007) pp. 294–313

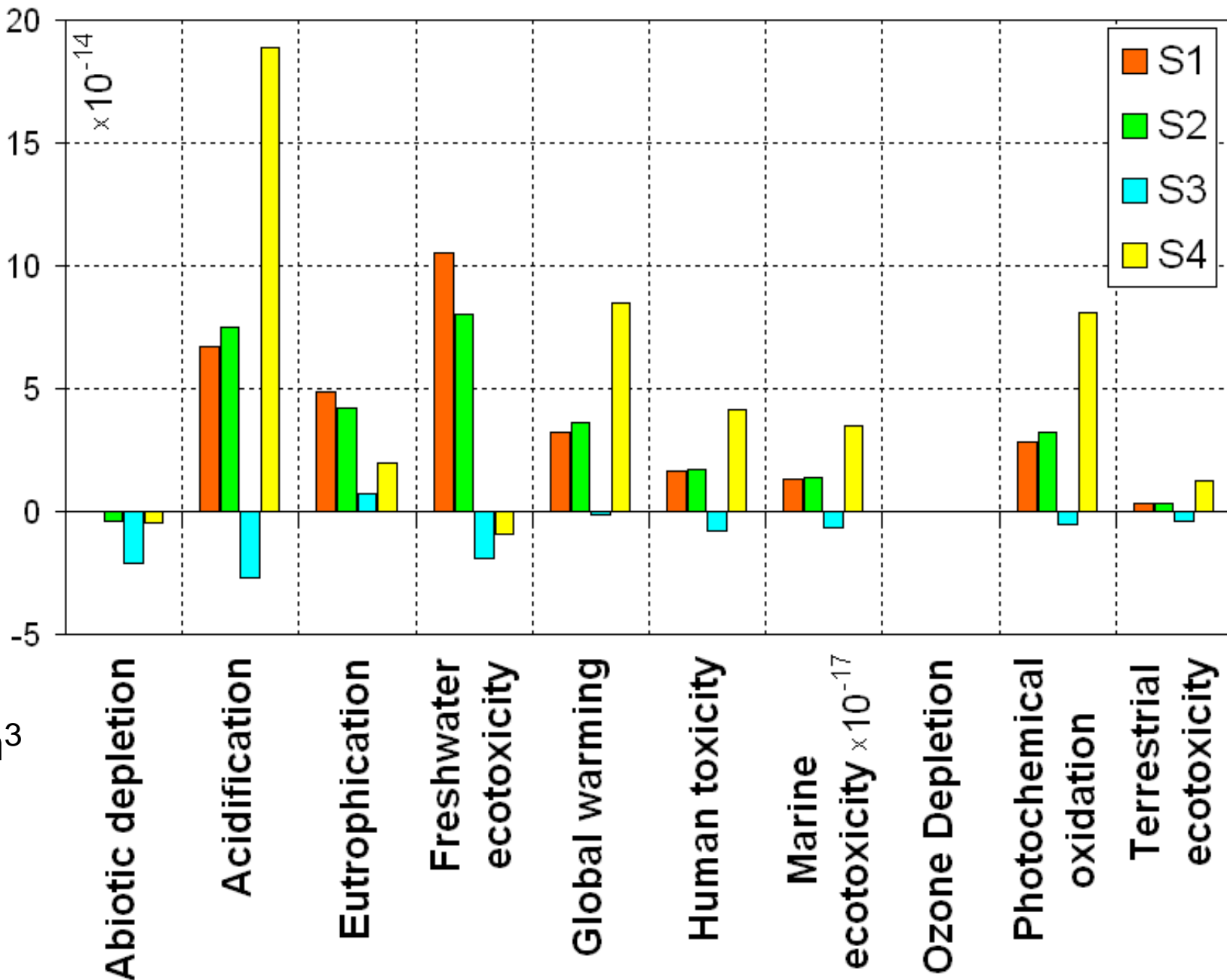
Analizowane scenariusze



źródło: oprac. własne na podst. [3]: L. Tong et al., Life cycle assessment of water reuse systems in an industrial park, Journal of Environmental Management 129 (2013) 471-478

Wyniki LCA

FU = 1 m³



Wnioski

- **S1: największy udział w oddziaływaniu na środowisko miał drugi stopień oczyszczania ścieków;**
- **S2: procesami najbardziej obciążającymi środowisko były drugi i trzeci stopień oczyszczania ścieków; pozytywny wpływ na środowisko związany z wykorzystaniem dejonizowanej wody nie rekompensował negatywnego wpływu;**
- **S3: największy udział w obciążeniu środowiska miał trzeci stopień oczyszczania ścieków; pozytywny wpływ na środowisko związany z wykorzystaniem dejonizowanej wody rekompensował obciążenie;**
- **S4: największy udział w obciążeniu środowiska miał trzeci stopień oczyszczania ścieków; wpływ wykorzystania wody na cele ogrodnicze nie rekompensował obciążenia;**
- **Odnotowano bardzo duży wpływ przeznaczenia odzyskanej wody na ogólny bilans wpływu na środowisko**

Bibliografia

- [1]: R. Barrios et al., Environmental and financial life cycle impact assessment of drinking water production at Waternet, *Journal of Cleaner Production* 16 (2008) 471-476
- [2]: M.J. Amores et al., Environmental assessment of urban water cycle on Mediterranean conditions by LCA approach, *Journal of Cleaner Production* 43 (2013) 84-92
- [3]: L. Tong, X. Liu, X. Liu, Z. Yuan, Q. Zhang, Life cycle assessment of water reuse systems in an industrial park, *Journal of Environmental Management* 129 (2013) 471-478
- [4]: J.B. Guinée, Handbook on life cycle assessment operational guide to the ISO standards, *Int. J. Life Cycle Assess.* 7 (2002) 311-313
- [5]: M.R. Chertow, “Uncovering” Industrial Symbiosis. *Journal of Industrial Ecology*, 11 (2000), pp. 11-30
- [6]: Singh, A., Loua, H., Yawsa, C., Hopper, J., Pike, R. (2007) Environmental impact assessment of different design schemes of an industrial ecosystem. *Resources, Conservation and Recycling* 51, pp. 294–313.