

**RAPORT – ANALIZA REDUKCJI EMISJI ZANIECZYSZCZEŃ I GAZÓW
CIEPLARNIANYCH DLA PROJEKTU BUDOWY KŁADEK ORAZ DROGI
PIESZO–ROWEROWEJ „VELO RABA” W MYŚLENICACH**

1. Charakterystyka przedsięwzięcia i kontekst

Przedmiotem inwestycji jest budowa nowej kładki pieszo–rowerowej nad rzeką Rabą, kładki nad potokiem Kobylak oraz drogi pieszo-rowerowej o długości ok. 1 089,4 m pomiędzy ul. Parkową (droga powiatowa nr K1974) a ul. J. Piłsudskiego (droga powiatowa nr K1977) w Myślenicach.

Trasa projektowana jest, jako ciąg pieszo-rowerowy o szerokości 3,5–4,7 m, z wyodrębnioną częścią dla rowerów i pieszych, z oświetleniem oraz miejscem obsługi ruchu rowerowego (MORR). Inwestycja wprost wspiera rozwój ruchu rowerowego w ciągu „Velo Raba” i zapewnia bezpieczne, atrakcyjne połączenie między dzielnicami rozdzielonymi doliną rzeki – co sprzyja zastępowaniu przejazdów samochodowych podróżami rowerem.

2. Podstawy prawne – powiązanie projektu z celami redukcji emisji

2.1. Prawo unijne

1. Dyrektywa 2008/50/WE (CAFE) w sprawie jakości powietrza i czystszej powietrza dla Europy

– zobowiązuje państwa członkowskie do oceny i poprawy jakości powietrza oraz ograniczania stężeń m.in. NO_x i pyłu PM, aby „uniknąć, zapobiegać lub ograniczać szkodliwe oddziaływanie na zdrowie ludzi i środowisko”.

2. Dyrektywa (UE) 2016/2284 (tzw. NEC) w sprawie redukcji krajowych emisji SO₂, NO_x, NMVOC, NH₃ i PM_{2,5}

– nakłada na państwa członkowskie obowiązek redukcji m.in. NO_x i drobnych pyłów, co wymaga działań ograniczających emisje z transportu drogowego.

3. Rozporządzenie (UE) 2019/631 określające normy emisji CO₂ dla nowych samochodów osobowych i lekkich pojazdów użytkowych

– ustanawia wymagania redukcji emisji CO₂ z sektora transportu, poprzez normy emisji dla nowych pojazdów (docelowa średnia emisja dla nowych aut osobowych 95 g CO₂/km oraz dalsze zaostrożenia po 2025 r.).

2.2. Prawo krajowe

1. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska

– określa zasady ochrony środowiska oraz warunki korzystania z jego zasobów, w tym zasady wprowadzania substancji do środowiska oraz zobowiązanie organów do działań na rzecz poprawy, jakości powietrza.

2. Krajowe programy ochrony powietrza i programy ochrony powietrza dla stref, sporządzane na podstawie POŚ

– wyznaczają działania zmierzające do redukcji stężeń m.in. NO₂, PM₁₀, PM_{2,5}.

Rozwój infrastruktury rowerowej jest w nich często wskazywany, jako środek ograniczania emisji komunikacyjnych

Projekt „Velo Raba” – poprzez zmniejszenie liczby przejazdów samochodowych – wpisuje się w te dokumenty i stanowi lokalny środek realizacji krajowych i unijnych celów redukcji emisji.

3. Założenia do obliczeń redukcji emisji

Na potrzeby niniejszej analizy przyjmuje się następujące założenia:

1. Parametry trasy

- Długość drogi pieszo-rowerowej: **≈ 1,09 km** (na odcinku km 0+000 – 1+089,4).

2. Ruch rowerowy

- Średnia liczba użytkowników trasy: **200 rowerzystów/dobę**.
- Liczba podróży, które **zastępują przejazd samochodem osobowym: 50 osób/dobę** (regularnych użytkowników, którzy wcześniej jechali autem).
- Przyjmujemy, że każdy z tych 50 użytkowników wykonuje **przejazd „tam i z powrotem”** po całej trasie:
- długość przejazdu jednej osoby/dzień:

$$d_{os} = 2 \cdot L = 2 \cdot 1,0898 \text{ km} \approx 2,18 \text{ km/dzień}$$



$$D_{rok} = 109 \text{ vkm/dzień} \cdot 300 \text{ dni/rok} \approx 32\,694 \text{ vkm/rok}$$

- Łączna liczba kilometrów przejazdów samochodem, które znikają dzięki trasie rowerowej

$$D_{\text{dzień}} = 50 \cdot 2,18 \approx 108,98 \text{ km/dzień} \approx 109 \text{ vkm/dzień}$$

3. Czas użytkowania w ciągu roku

- Dla uproszczenia przyjmuje się **300 dni/rok** intensywnego użytkowania (dni robocze + większość weekendów w sezonie).
- Roczna liczba kilometrów jazdy samochodem zastąpiona rowerem:

$$D_{\text{rok}} = 109 \text{ vkm/dzień} \cdot 300 \text{ dni/rok} \approx 32\,694 \text{ vkm/rok}$$

4. Typ pojazdu zastępowanego przez rower

- Przeciętny samochód osobowy klasy Euro 5–6, silnik benzynowy, typowy dla polskiego parku pojazdów.
- Dla gazowych zanieczyszczeń przyjmujemy maksymalne wartości dopuszczalne wg norm Euro 5/6 dla silników benzynowych. Oponeo
- Dla CO₂ przyjmujemy średnią emisję zbliżoną do aktualnej średniej dla polskiej floty nowych samochodów (ok. 130–135 g CO₂/km; raporty wskazują, że Polska należy do krajów o najwyższej średniej emisji ~135 g CO₂/km). Teraz-Srodowisko +1

4. Współczynniki emisji przyjęte do obliczeń

Dla jednego samochodu osobowego (średnie rzeczywiste wartości zbliżone do norm Euro 6 dla silników benzynowych):

Substancja	Współczynnik emisji f_i [g/km]	Podstawa / komentarz
CO	1,0 g/km	Limit Euro 5/6 dla silników benzynowych Oponeo
HC	0,10 g/km	Limit Euro 5/6 – węglowodory Oponeo
NO _x	0,08 g/km	Limit Euro 6 dla benzyny (NO _x) Oponeo
PM	0,005 g/km	Limit Euro 5/6 dla benzyny – cząstki stałe Oponeo
CO ₂	135 g/km	Zbliżone do średniej emisji nowych aut w Polsce (~135 g/km) Teraz-Srodowisko +1

Uwaga: są to wartości **konserwatywne** – rzeczywiste emisje starszych pojazdów często są wyższe, więc realny efekt redukcyjny projektu może być większy.

5. Metodyka obliczeń redukcji emisji

Dla każdej substancji i (CO, HC, NO_x, PM, CO₂) stosujemy ten sam schemat:

1. Obliczenie rocznej liczby zastąpionych km jazdy autem:

$$D_{\text{rok}} = N_{\text{osób}} \cdot d_{\text{os}} \cdot n_{\text{dni}}$$

gdzie:

- $N_{\text{osób}} = 50$ – liczba osób, które przesiadły się z auta na rower,
- $d_{\text{os}} \approx 2,18$ km/dzień,
- $n_{\text{dni}} = 300$ dni/rok.

Wychodzi:

$$D_{\text{rok}} \approx 32\,694 \text{ km/rok}$$

2. Obliczenie redukcji emisji danej substancji:

$$M_i = D_{\text{rok}} \cdot f_i$$

gdzie:

- M_i – masa zredukowanej emisji [g/rok],
- f_i – współczynnik emisji [g/km].

3. Przeliczenie na kg/rok:

$$M_i^{\text{[kg/rok]}} = \frac{M_i^{\text{[g/rok]}}}{1000}$$

Dla CO₂ dodatkowo przeliczamy kg → t CO₂e/rok (1 t = 1000 kg).

6. Obliczenia dla poszczególnych substancji

6.1. Tlenek węgla (CO)

- Współczynnik emisji: $f_{CO} = 1,0 \text{ g/km}$

$$M_{CO}^{[g/rok]} = 32\,694 \text{ km/rok} \cdot 1,0 \text{ g/km} = 32\,694 \text{ g/rok}$$

$$M_{CO}^{[kg/rok]} = \frac{32\,694}{1000} \approx \mathbf{32,69 \text{ kg CO/rok}}$$

Wniosek: Projekt ogranicza rocznie emisję CO o ok. **33 kg**.

6.2. Węglowodory (HC)

- Współczynnik emisji: $f_{HC} = 0,10 \text{ g/km}$

$$M_{HC}^{[g/rok]} = 32\,694 \text{ km/rok} \cdot 0,10 \text{ g/km} = 3\,269,4 \text{ g/rok}$$

$$M_{HC}^{[kg/rok]} = \frac{3\,269,4}{1000} \approx \mathbf{3,27 \text{ kg HC/rok}}$$

Wniosek: Projekt ogranicza rocznie emisję niespalonych węglowodorów o ok. **3,3 kg**.

6.3. Tlenki azotu (NOx)

- Współczynnik emisji: $f_{NOx} = 0,08 \text{ g/km}$

$$M_{NOx}^{[g/rok]} = 32\,694 \text{ km/rok} \cdot 0,08 \text{ g/km} = 2\,615,52 \text{ g/rok}$$

$$M_{NOx}^{[kg/rok]} = \frac{2\,615,52}{1000} \approx \mathbf{2,62 \text{ kg NOx/rok}}$$

Wniosek: Projekt ogranicza rocznie emisję tlenków azotu o ok. **2,6 kg**.

Ma to istotne znaczenie w kontekście zobowiązań wynikających z dyrektywy NEC oraz programów ochrony powietrza (NOx to jeden z kluczowych prekursorów smogu i ozonu przygruntowego). EUR-Lex +2

6.4. Cząstki stałe (PM)

- Współczynnik emisji: $f_{PM} = 0,005 \text{ g/km}$

$$M_{PM}^{[g/rok]} = 32\,694 \text{ km/rok} \cdot 0,005 \text{ g/km} = 163,47 \text{ g/rok}$$

$$M_{PM}^{[kg/rok]} = \frac{163,47}{1000} \approx \mathbf{0,16 \text{ kg PM/rok}}$$

Wniosek: Projekt redukuje rocznie emisję cząstek stałych z rur wydechowych o ok. **0,16 kg**.

Choć wartość wydaje się niewielka, należy pamiętać, że **małe ilości PM w centrum miasta mają duże znaczenie zdrowotne**, a do tego dochodzi redukcja wtórnych pyłów z hamulców i opon (tu nie liczona).

6.4. Cząstki stałe (PM)

- Współczynnik emisji: $f_{PM} = 0,005 \text{ g/km}$

$$M_{PM}^{[g/rok]} = 32\,694 \text{ km/rok} \cdot 0,005 \text{ g/km} = 163,47 \text{ g/rok}$$

$$M_{PM}^{[kg/rok]} = \frac{163,47}{1000} \approx 0,16 \text{ kg PM/rok}$$

Wniosek: Projekt redukuje rocznie emisję cząstek stałych z rur wydechowych o ok. **0,16 kg**.

Choć wartość wydaje się niewielka, należy pamiętać, że **małe ilości PM w centrum miasta mają duże znaczenie zdrowotne**, a do tego dochodzi redukcja wtórnych pyłów z hamulców i opon (tu nie liczona).

6.5. Dwutlenek węgla (CO₂) – w przeliczeniu na t CO₂e/rok

- Współczynnik emisji: $f_{CO_2} = 135 \text{ g/km}$

$$M_{CO_2}^{[g/rok]} = 32\,694 \text{ km/rok} \cdot 135 \text{ g/km} = 4\,413\,690 \text{ g/rok}$$

$$M_{CO_2}^{[kg/rok]} = \frac{4\,413\,690}{1000} \approx 4\,413,69 \text{ kg/rok}$$

$$M_{CO_2}^{[t/rok]} = \frac{4\,413,69}{1000} \approx 4,41 \text{ t CO}_2\text{e/rok}$$

Ponieważ w transporcie drogowym dominującym gazem cieplarnianym jest CO₂, a emisje CH₄ i N₂O są relatywnie małe, można przyjąć, że **redukcja gazów cieplarnianych $\approx 4,4 \text{ t}$ ekwiwalentu CO₂ rocznie**.

7. Zestawienie wyników

7.1. Tabela zbiorcza

Substancja	Redukcja emisji [kg/rok]	Redukcja emisji [t/rok]
CO	32,69	0,0327
HC	3,27	0,0033
NO _x	2,62	0,0026
PM	0,16	0,00016
CO ₂	4 413,69	4,41

(zaokrąglenia do dwóch miejsc po przecinku dla kg i t)

7.2. Interpretacja

- Nawet przy **stosunkowo krótkiej trasie (~1,1 km)** i **tylko 50 osobach dziennie** rezygnujących z auta, projekt pozwala uniknąć emisji ok. **4,4 t CO₂e rocznie**.
- Wraz ze wzrostem liczby osób, które przesiadą się z samochodu na rower (np. 100 zamiast 50), wartości te **rosną liniowo**.
- Projekt przyczynia się do redukcji emisji wszystkich analizowanych substancji (CO, HC, NO_x, PM, CO₂), co jest spójne z celami dyrektyw CAFE, NEC oraz przepisów krajowych w zakresie ochrony powietrza.

8. Wniosek końcowy – odpowiedź na warunek

Biorąc pod uwagę:

- parametry inwestycji z PFU (ciąg pieszo–rowerowy o długości ok. 1,1 km w Myślenicach),
- założony ruch rowerowy (200 rowerzystów/dobę), z czego 50 osób **rezygnuje z dojazdu samochodem**,
- przyjęte, oparte na normach i statystykach UE, współczynniki emisji z samochodu osobowego,

projekt: **przyczynia się do redukcji substancji szkodliwych na obszarze realizacji inwestycji**, w tym:

- CO, HC, NO_x, PM – dzięki ograniczeniu emisji z ruchu samochodowego,
- gazów cieplarnianych (CO₂) – w wysokości ok. **4,4 t CO₂e/rok**.

Tym samym inwestycja spełnia wskazany warunek środowiskowy oraz wpisuje się w realizację celów wynikających z prawa unijnego (dyrektywy CAFE i NEC, rozporządzenie 2019/631) oraz prawa krajowego (Prawo ochrony środowiska i programy ochrony powietrza).