Środowiskowa ocena cyklu życia (LCA) jako kryterium wyboru w mostownictwie cz. III

Utworzono: środa, 28, marzec 2012 08:27 Tomasz Siwowski



Wyniki wykonanej analizy LCA wskazują, że całkowity ekowskaźnik dla pomostu żelbetowego wynosi 167 kPt. Największy negatywny wpływ na środowisko jest generowany przez ten pomost w fazie użytkowania (71%). Jest to związane z niską trwałością pomostu i koniecznością wymiany po 30 latach. Proces wymiany powoduje podwojenie obciążenia środowiskowego z fazy produkcji, a ponadto dochodzą obciążenia związane z zakłóceniami ruchu pojazdów (korki). Obojętna środowiskowo jest faza zagospodarowania końcowego materiałów z rozbiórki żelbetu.

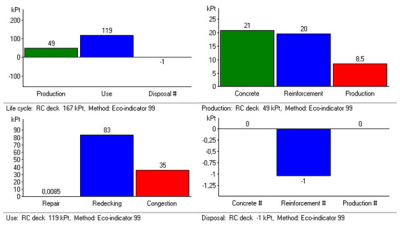
Ekowskaźnik dla pomostu stalowego wynosi 176 kPt. W tym przypadku prawie 93% obciążenia środowiskowego generuje faza produkcji, a głównie produkcja stali, wytworzenie i montaż konstrukcji oraz jej zabezpieczenie antykorozyjne. Konieczność odnowy tego zabezpieczenia jest w zasadzie jedynym poważnym obciążeniem środowiskowym pomostu w fazie użytkowania. Należy zwrócić także uwagę na ujemny (tzn. korzystny) wpływ złomowania i powtórnej przeróbki stali w fazie zagospodarowania końcowego.

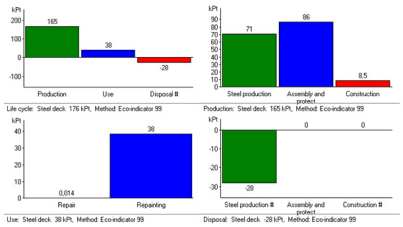
Całkowity ekowskaźnik dla pomostu aluminiowego wynosi 92 kPt. W tym przypadku również faza produkcji najbardziej obciąża środowisko (ponad 200 kPt). Jednakże jej negatywny wpływ prawie w połowie „łagodzi” faza zagospodarowania końcowego, tj. recykling oraz użycie aluminium wtórnego w następnej produkcji. Należy także zwrócić uwagę na prawie nie obciążającą środowiska fazę użytkowania pomostów aluminiowych.

Uzyskane wartości ekowskaźników (kPt) dla wszystkich trzech porównywanych wariantów pomostów przedstawiono na rys. 4, 5 i 6. Dla każdego z wariantów pomostów wyniki badań zaprezentowano w postaci czterech wykresów: pierwszy porównuje trzy główne fazy całego cyklu życia pomostu (produkcja, użytkowanie,

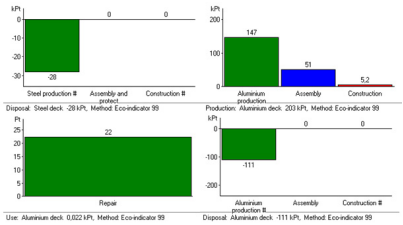
Phoca PDF

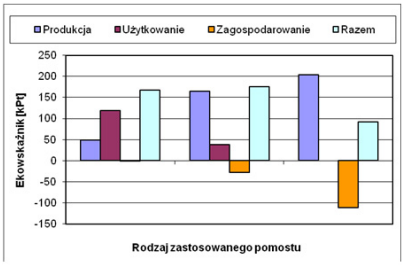
końcowe zagospodarowanie) i podaje całkowity ekowskaźnik dla danego rodzaju pomostu, trzy następne podają ekowskaźniki dla poszczególnych faz, z rozbiciem na główne materiały (w fazie produkcji) i procesy (w fazie użytkowania).





Interpretację wyników analizy LCA przeprowadzono jedynie na poziomie globalnego ekowskaźnika ocenianego systemu (wariantu pomostu). Na tym etapie analizy stosunkowo niewiele wiadomo o strukturze wpływu na środowisko. Aby uzyskać takie informacje należy wyniki globalne poddać stopniowej dezagregacji, schodząc na coraz niższe poziomy ich modyfikacji (kategorie szkód, kategorie wpływu). Tak szczegółowa ocena środowiskowa pomostów nie jest jednak przedmiotem niniejszej pracy.





Na rys. 7 porównano badane warianty pomostów pod względem ich wpływu na środowisko, mierzonego ekowskaźnikiem (w kPt). Całkowity szkodliwy wpływ pomostu aluminiowego w 60-letnim cyklu życia stanowi jedynie 52% wpływu pomostu stalowego i 55% wpływu pomostu żelbetowego. Wynik taki uzyskano pomimo ponad 4-krotnie większej szkodliwości pomostu aluminiowego od pomostu żelbetowego w fazie produkcji. Szkodliwość środowiskowa pomostu aluminiowego w fazie produkcji wynika głównie z procesu produkcji aluminium pierwotnego (134 kPt). Jest ona jednak w 90% rekompensowana przez recykling aluminium, czyli korzystne działanie na środowisko spowodowane ograniczeniem produkcji aluminium pierwotnego o masą poddaną recyklingowi. Stosunkowo duży wpływ środowiskowy ma także proces wytwarzania konstrukcji aluminiowej (51 kPt), co związane jest z dużą objętością konstrukcji oraz dużą ilością spawania. W tej fazie pomost aluminiowy jest także nieznacznie bardziej szkodliwy od pomostu stalowego (48 kPt). Natomiast jak należało się spodziewać zdecydowanie najlepszy pod względem środowiskowym jest pomost aluminiowy w fazach użytkowania i zagospodarowania końcowego. Korzyści środowiskowe w fazie użytkowania wynikają głównie z trwałości stopu aluminium oraz braku konieczności wykonywania zabezpieczenia antykorozyjnego. W związku z tym obciążenie środowiskowe

Phoca PDF

generowane przez pomost aluminiowy w tej fazie jest znikome, w przeciwieństwie do pomostów żelbetowego (120% większe obciążenie) oraz stalowego (blisko 40% większe obciążenie). Jednakże główne „oszczędności” dla środowiska generuje pomost aluminiowy w fazie zagospodarowania końcowego, dzięki ponad 90% recyklingowi aluminium i odzyskowi pełnowartościowego metalu. Głównie dzięki temu końcowy wynik analizy LCA dla pomostu aluminiowego jest najkorzystniejszy.

Podsumowanie

W przyjętej przez rząd „Strategii wdrażania w Polsce zintegrowanej polityki produktowej” zaleca się dążenie się do minimalizowania oddziaływania produktów na środowisko we wszystkich fazach cyklu ich życia. Realizacja tego celu musi opierać się na wiedzy, jakiej dostarczać może szeroko i systematycznie stosowana analiza cyklu życia produktu. Dotyczy to również wyrobów i technologii stosowanych w budownictwie mostowym. Bazując na obecnych doświadczeniach ze stosowania analizy LCA oraz innych zasad zrównoważonego rozwoju można sformułować kilka wytycznych, stanowiących swoiste przykazania dla projektantów. Wśród nich można wymienić następujące:

- nie należy projektować wyrobów, ale ich cykle życia; należy zwracać uwagę na produkt od jego fazy koncepcyjnej aż do ostatecznego zagospodarowania materiałów z jego rozbiórki (tzw. podejście „od kołyski do grobu”);
- należy uwzględniać aspekt zużycia energii; ocena energochłonności materiału i/lub technologii powinna mieć miejsce na każdym etapie życia produktu, zarówno w fazie jego powstawania jak i użytkowania;
- należy minimalizować zużycie materiałów, dbając tym samym o racjonalne wykorzystywanie surowców naturalnych;
- należy przedłużać cykl życia produktów, zwiększając ich trwałość;
- należy używać materiałów z recyklingu, co ogranicza zużycie nowych surowców, a tym samym zmniejsza ilości powstających odpadów.

LCA jest uznaną i efektywną metodą oceny wpływu każdej działalności człowieka na środowisko. Wydaje się więc oczywiste, że jej stosowanie w planowaniu i projektowaniu inwestycji infrastrukturalnych może wpłynąć znacząco na realną ochronę naturalnych nieodnawialnych zasobów oraz zminimalizowanie negatywnego oddziaływania inwestycji na otoczenie. Niestety dzisiejsza praktyka w tym zakresie, bazująca na arbitralny decyzjach mniej lub bardziej światłych ekologów, nie ma nic wspólnego z rzeczywistą ochroną środowiska, a generuje jedynie nieuzasadnione koszty związane z budową urządzeń „chroniących” środowisko. Dlatego wydaje się konieczne jak najszersze propagowanie, a w konsekwencji kodyfikowanie, procedur LCA w ocenach oddziaływania inwestycji na środowisko, jak to już się stało w USA i niektórych krajach Europy Zachodniej.

Tomasz Siwowski
Politechnika Rzeszowska

Artykuł przygotowany na V Międzynarodową Konferencję Naukowo-Techniczną

„Ochrona środowiska i estetyka a rozwój infrastruktury drogowej" – Zamość, 7-9 września 2011 r., zorganizowaną przez lubelskie oddziały: SITK, GDDKiA, RDOŚ, TUP oraz Politechnikę Lubelską – Katedrę Dróg i Mostów.

Literatura:
[1] SIWOWSKI T., Propozycja zastosowania zasad zrównoważonego rozwoju w modernizacji mostu. Drogi i Mosty. 2008, Vol. 7, No.3, s.55-91.
[2] PN-EN ISO 14040:2000. Zarządzanie środowiskowe. Ocena cyklu życia. Zasady i struktura.
[3] PN-EN ISO 14041:2002. Zarządzanie środowiskowe. Ocena cyklu życia. Określenie celu i zakresu oraz analiza zbioru.
[4] PN ISO 14042:2002. Zarządzanie środowiskowe. Ocena cyklu życia. Ocena wpływu cyklu życia.
[5] PN ISO 14043:2002. Zarządzanie środowiskowe. Ocena cyklu życia. Interpretacja cyklu życia.
[6] SIWOWSKI T., KUSEK T., Sposoby modernizacji kratowych przęseł mostów drogowych. Materiały Konferencji Naukowo - Technicznej pn. "Mosty w drodze do XXI wieku". Jurata, Politechnika Gdańska, 1997, s.731 - 741.
[7] SIWOWSKI T., PIEKIEŁEK M., Studium modernizacji mostu przez Wisłę w Nagnajowie z wykorzystaniem pomostu aluminiowego. Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej, Seria: Budownictwo i Inżynieria Środowiska. 2004, zeszyt 36 (208), s.135-150.
[8] SIWOWSKI T., Pomosty drogowe. Magazyn Autostrady. Część I, 2006, nr 10, wydanie specjalne – jesień 2006, pn.: Mosty – konstrukcja, wyposażenie, utrzymanie, s. 30-38. Część II, 2006, nr 11, s. 67-72.
[9] SIWOWSKI T., STOKŁOSA R., Wzmocnienie stalowych przęseł kratownicowego mostu drogowego. Materiały Seminarium Wrocławskie Dni Mostowe pn.: „Mosty stalowe. Projektowanie, technologie budowy, badania, utrzymanie". Wrocław, Politechnika Wrocławska, 2008, s. 441-452.
[10] Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie (Dz. U. z dnia 3 sierpnia 2000 r. nr 63 poz. 735).
[11] SIWOWSKI T., Wykorzystanie pomostów aluminiowych do modernizacji mostów. Inżynieria i Budownictwo. 2002, Vol.LIX, nr 3-4, s.154-159.
[12] COOPER J.S., Specyfying functional units and reference flows for comparable alternatives. The International Journal of Life Cycle Assessment. 2003, Vol.8, No. 6, s.337-349.
[13] Life cycle assessment of aluminium: Inventory data for the worldwide primary aluminium industry. International Aluminium Institute. London, 2003.
[14] Sustainability of the European aluminium industry. European Aluminium Association. Brussels, 2006.
[15] SIWOWSKI T., Drogowe mosty aluminiowe – wczoraj, dziś i jutro. Drogi i Mosty. 2005, Vol.4, No.1, s.39-74.
[16] ADAMCZYK W., Ekologia wyrobów. Warszawa, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, 2004.
[17] DREYER L.C., NIEMANN A.L., HAUSCHILD M.Z., Comparison of three different LCIA methods: EDIP97, CML2001 and Eco-Indicator 99. Does it matter which one

you choose? International Journal of Life Cycle Assessment. 2003, Vol.8, No.4, s.191-200.

Life cycle assessment as selection criterion in bridge engineering

The sustainable development idea deals in an integrated way with economic, environmental and social issues. The environmental assessment of a product (material, technlogy, process) in its whole life is the subjest of a design procedure called Life Cycle Assessment (LCA). The LCA is a technique to assess the environmental aspects and potential impacts (positive and negative) associated with a product, process or service during a whole product life cycle, i.e. “from cradle to grove”. The comprehensive life cycle assessment enables the proper decision making and chosing a product or a process with the least negative environmental impact. A life cycle assessment model was developed to compare the sustainability of alternative bridge deck designs. The LCA was carried out according to PN-ISO1404x series Polish codes. The results of a comparative LCA for three deck alternatives for rehabilitated steel bridge have been presented in the paper.

Phoca PDF