

CZESŁAW LEWINOWSKI

EFEKTYWNOŚĆ REMONTÓW KAPITAŁNYCH DROGOWYCH BUDOWLI INŻYNIERSKICH

Streszczenie: W artykule omówiono ogólną formę rachunku ekonomicznego modernizacji i remontu kapitałnego drogowych budowli inżynierskich w zależności od istniejącego lub przewidywanego natężenia ruchu samochodowego.

WSTĘP

Wzrastające natężenie ruchu samochodowego na drogach, stawia przed personelem inżynieryjno-technicznym służby drogowej ważne zadanie przebudowy i modernizacji istniejącej sieci drogowej wraz z jej budowlami inżynierskimi. Drogowe budowle inżynierskie, jak mosty, wiadukty i przepusty pochodzące nieraz sprzed kilkudziesięciu lat, najczęściej niedostatecznie konserwowane w okresie wojennym, nie odpowiadają wymogom współczesnego ruchu samochodowego. Celem remontu kapitałnego, modernizacji lub przebudowy drogowej budowli inżynierskiej jest doprowadzenie jej do stanu technicznego, wymaganego przez obecne warunki szybkiego ruchu samochodowego.

Drogowa budowla inżynierska może nie odpowiadać wymaganiom ruchu, a zatem wymagać przebudowy, modernizacji lub remontu kapitałnego z następujących przyczyn [1]:

- 1) wzrostu obciążenia użytkowego (ruchomego),

- 2) poszerzenie budowli wywołane wzrostem natężenia ruchu samochodowego,
- 3) zmniejszenia się nośności wskutek normalnego zużycia lub niedostatecznej konserwacji.

Przez remont kapitalny w niniejszym artykule rozumie się doprowadzenie istniejącej drogowej budowli inżynierskiej do stanu technicznego (nośność, przepustowość itp.) jaki ten obiekt posiadał w chwili oddania go do eksploatacji.

Przez modernizację istniejącej drogowej budowli inżynierskiej uzyskujemy zwiększenie nośności, przepustowości oraz szybkości ruchu w stosunku do tego obiektu w chwili oddania go do eksploatacji.

W niniejszym artykule zostanie omówiona ogólna forma rachunku ekonomicznego modernizacji i remontu kapitalnego drogowych budowli inżynierskich, w zależności od istniejącego lub przewidywanego natężenia ruchu samochodowego.

1. Ogólna forma rachunku ekonomicznego

1.1. Uzasadnienie ekonomiczne przebudowy, modernizacji lub remontu kapitalnego drogowej budowli inżynierskiej.

Ekonomiczne uzasadnienie modernizacji lub remontu kapitalnego, każdej poważniejszej drogowej budowli inżynierskiej, której głównym efektem jest, obniżka kosztów transportu samochodowego oraz zwiększenie przepustowości i podniesienia bezpieczeństwa ruchu można ocenić wg ogólnego wzoru [2]:

$$q \cdot J < U$$

(1)

gdzie:

U - przyrost akumulacji w skali rocznej uzyskany dzięki obniżce kosztów własnych transportu samochodowego oraz ewentualnie dzięki osiągniętemu równocześnie pewnemu zwiększeniu się przepustowości danej budowli drogowej podlegającej modernizacji lub remontowi kapitalnemu,

J - nakłady inwestycyjne potrzebne na realizację zamierzonej modernizacji, przebudowy lub remontu kapitalnego, interesującej nas drogowej budowli inżynierskiej,

q - współczynnik opłacalności.

Przyrost akumulacji spowodowany obniżeniem kosztów własnych transportu samochodowego, uzyskany dzięki rozpatrywanej inwestycji oblicza się mnożąc różnicę w kosztach bezpośrednich przez wielkość produkcji, która będzie uzyskana po realizacji zamierzenia inwestycyjnego (lub przedsięwzięcia organizacyjno-technicznego) i dodając do tego ewentualną obniżkę całkowitych kosztów pośrednich. Innymi słowy w budownictwie drogowo-mostowym będzie to suma oszczędności uzyskana przez transport samochodowy dzięki zamierzonej inwestycji.

Dla inwestycji mających głównie na celu obniżkę kosztu transportu samochodowego należy przyjmować zgodnie z [2] współczynnik opłacalności $q = 0,20$ z tym, że wielkość tę należy podwyższyć, jeżeli przewidywany okres eksploatacji danej inwestycji jest krótszy od 15 lat. Podwyższenia tego dokonuje się w stosunku odwrotnie proporcjonalnym do skrócenia okresu eksploatacji wg wzoru

$$q_{spr.} = \frac{q \cdot 15}{n} \quad (2)$$

gdzie:

n - okres przyszłej eksploatacji, ustalony w oparciu o obowiązujące stawki amortyzacyjne.

Postępować tak należy przy okresach eksploatacji nie krótszych niż 6 lat. Poniżej tej granicy oblicza się wielkość współczynnika opłacalności "q" wg kryteriów dla inwestycji szybko rentujących się.

1.2. Obliczenie przyrostu akumulacji "U".

Przyrost akumulacji uzyskamy na skutek modernizacji, przebudowy lub remontu kapitalnego istniejącego obiektu mostowego o niewystarczającej nośności możemy obliczyć przy pomocy wzoru

$$U_1 = d \left[L_1 \cdot \sum_{i=1}^p N_1 \cdot k_1 + L_2 \cdot \sum_{j=p+1}^{\phi} N_j \cdot k_j - L_1 \cdot \sum_{i=1}^{\phi} N_{1j} \cdot k_{1j} \right] \quad (3)$$

lub

$$U_2 = d \left[L_1 \cdot \sum_{i=1}^p N_1 \cdot k_1 + k_0 \cdot L_2 \cdot \sum_{j=p+1}^{\phi} N_j + k_j - L_1 \cdot \sum_{i=1}^{\phi} N_{1j} + k_{1j} \right] \quad (4)$$

gdzie:

N_1 - dobowe natężenie ruchu samochodowego na istniejącym obiekcie o ciężarze pojedynczego pojazdu $Q \leq$ od nośności mostu istniejącego,

- N_j - dobowe natężenie ruchu samochodowego na istniejącym obiekcie o ciężarze pojedynczego pojazdu $Q >$ od nośności istniejącego mostu,
- k_1 - koszt własny jednego wozu-km dla poszczególnych rodzajów pojazdów (np. samochody osobowe, taksówki bagażowe itp.) których ciężar jednostkowy jest mniejszy niż nośność mostu istniejącego,
- K_j - koszt własny jednego wozu-km dla pojazdów o ciężarze $Q >$ niż nośność istniejącego mostu,
- L_2 - długość objazdu w km,
- L_1 - długość trasy w km mierzona po osi drogi głównej od rozpoczęcia objazdu do miejsca włączenia objazdu do drogi głównej,
- k_0 - wskaźnik kosztu przewozów zależny od rodzaju nawierzchni,
- d - równoważnik rocznej liczby dni ruchu samochodowego ($d \approx 360$).

Wzór (3) ma zastosowanie wtedy jeżeli stan i rodzaj nawierzchni na objoździe jest taki sam jak na drodze głównej. Jeżeli rodzaj i stan nawierzchni na trasie objazdu jest gorszy to należy stosować wzór (4).

Do przyrostu akumulacji obliczonego ze wzoru (3) lub (4) należy jeszcze dodać koszt utrzymania nawierzchni objazdu w skali rocznej.

Koszt utrzymania nawierzchni objazdu możemy obliczyć z wzoru.

$$K_n = \frac{1}{1000} (P_{rb} \cdot k_{rb} + P_{rk} \cdot k_{rk}) \cdot B \cdot L_2 \quad (5)$$

gdzie:

K_n - koszt utrzymania nawierzchni objazdu o długości L_2 ,

L_2 - długość objazdu w metrach,

P_{rb} - powierzchnia podlegająca remontowi bieżącemu w $m^2/1000 m^2$,

k_{rk} - koszt remontu kapitalnego $1 m^2$ nawierzchni w ciągu jednego roku w $zł/m^2$,

k_{rb} - koszt remontu bieżącego $1 m^2$ nawierzchni objazdu w ciągu jednego roku w $zł/m^2$,

B - szerokość jezdni objazdu w m,

P_{rk} - nawierzchnia podlegająca remontowi kapitalnemu w $m^2/1000 m^2$.

Na podstawie okresów czasu pracy poszczególnych rodzajów nawierzchni, można określić procentowy stosunek powierzchni poddanej bieżącemu i kapitalnemu remontowi wykonanej na tej samej "powierzchni odniesienia", w okresie jednego roku. Powierzchnie, które podlegają w roku remontowi kapitalnemu można obliczyć ze wzoru

$$P_{rk} = \frac{P_o}{O_p} = w m^2 \quad (6)$$

gdzie:

P_o - powierzchnia odniesienia ($P_o = 1000 \text{ m}^2$),

O_p - średni czasokres pracy danej nawierzchni objazdu w latach.

Powierzchnia podlegająca remontowi bieżącemu równa się powierzchni odniesienia pomniejszonej o powierzchnię poddaną remontowi kapitalnemu tj.

$$P_{rb} = P_o - P_{rk} \text{ w m}^2 \quad (7)$$

Po uwzględnieniu kosztu utrzymania objazdu wzór (3) przybierze postać

$$U_{1c} = U_1 + K_n = d \cdot \left[L_1 \cdot \sum_{i=1}^{i=p} N_i \cdot k_i + L_2 \cdot \sum_{j=p+1}^{j=\phi} N_j \cdot k_j - L_1 \sum_{i=1}^{i=\phi} N_{1j} \cdot k_{1j} \right] + \frac{1}{1000} (P_{rb} \cdot k_{rb} + P_{rk} \cdot k_{rk}) \cdot L_2 \cdot B \quad (8)$$

i odpowiednio

$$U_{2c} = U_2 + K_n = d \cdot \left[L_1 \cdot \sum_{i=1}^{i=p} N_i \cdot k_i + k_o \cdot L_2 \cdot \sum_{j=p+1}^{j=\phi} N_j \cdot k_j - L_1 \sum_{i=1}^{i=\phi} N_{1j} \cdot k_{1j} \right] + \frac{1}{1000} (P_{rb} \cdot k_{rb} + P_{rk} \cdot k_{rk}) \cdot L_2 \cdot B \quad (9)$$

Modernizacja, remont kapitalny lub przebudowa istniejącego obiektu mostowego uznana zostaje za ekonomicznie uzasadnioną jeżeli zostanie spełniona nierówność:

$$d \cdot \left[L_1 \cdot \sum_{i=1}^{i=p} N_i \cdot k_i + L_2 \sum_{j=p+1}^{j=\phi} N_j \cdot k_j - L_1 \sum_{i=1}^{i=\phi} N_{1j} \cdot k_{1j} \right] + \\ + \frac{1}{1000} (P_{rb} \cdot k_{rb} + P_{rk} \cdot k_{rk}) \cdot L_2 \cdot B > 0,20 \cdot J \quad (10)$$

lub

$$d \cdot \left[L_1 \cdot \sum_{i=1}^{i=p} N_i \cdot k_i + k_0 \cdot L_2 \sum_{j=p+1}^{j=\phi} N_j \cdot k_j - L_1 \sum_{i=1}^{i=\phi} N_{1j} \cdot k_{1j} \right] + \\ + \frac{1}{1000} (P_{rb} \cdot k_{rb} + P_{rk} \cdot k_{rk}) \cdot L_2 \cdot B > 0,20 \cdot J \quad (11)$$

Remont kapitalny lub modernizację istniejącego obiektu mostowego będzie inwentycją szybko rentującą się jeżeli zostanie spełniona nierówność

$$d \cdot \left[L_1 \cdot \sum_{i=1}^{i=p} N_i \cdot k_i + L_2 \cdot \sum_{j=p+1}^{j=\phi} N_{1j} \cdot k_{1j} - L_1 \cdot \sum_{i=1}^{i=\phi} N_{1j} \cdot k_{1j} \right] + \\ + \frac{1}{1000} (P_{rb} \cdot k_{rb} + P_{rk} \cdot k_{rk}) \cdot L_2 \cdot B > (0,33 + \frac{1}{n} + p) \cdot J \quad (12)$$

lub

$$d \cdot \left[L_1 \cdot \sum_{i=1}^{i=p} N_i \cdot k_{1+k_0} L_2 \cdot \sum_{j=p+1}^j N_{ij} \cdot k_{ij} - L_1 \cdot \sum_{i=1}^i N_{ij} \cdot k_{ij} \right] + \frac{1}{1000} (P_{rb} \cdot k_{rb} + P_{rk} \cdot k_{rk}) \cdot L_2 \cdot B > (0,33 + \frac{1}{n} + p) \cdot J \quad (13)$$

gdzie:

n - okres przyszłej eksploatacji budowli inżynierskiej, ustalony w oparciu o obowiązujące stawki amortyzacyjne,

p - stosunek rocznych odsetek od kredytu bankowego do całości nakładów. (Jeżeli nie korzystamy z kredytu bankowego to wówczas wielkość p przyjmuje się równą zero).

Innymi słowy możemy powiedzieć, że remont kapitalny lub modernizacja drogowej budowli inżynierskiej jest inwestycją szybko rentującą się jeżeli nierówność (1) jest spełniona przy wielkości współczynnika opłacalności "q" obliczonego ze wzoru:

$$q = 0,33 + \frac{1}{n} + p \quad (14)$$

Wielkość "q" wyrażona wzorem (14) odpowiada trzyletniemu czasowi wzrostu nakładów inwestycyjnych przez przyrost oszczędności uzyskanych przez transport samochodowy przy uwzględnieniu faktu, że wielkość kosztów przyjęta w rachunku nie obejmuje amortyzacji - jak również, że część nakładów inwestycyjnych jest obciążona odsetkami od kredytu bankowego.

Należy zaznaczyć, że nakłady inwestycyjne "J" przy przebudowie, względnie modernizacji istniejącej drogowej budowli inżynierskiej, należy przyjmować w wysokości nominalnej, pomniejszone o wartość zaoszczędzonego remontu kapitalnego. Nominalną wysokość nakładów inwestycyjnych przyjmujemy pod warunkiem że dokonanie remontu kapitalnego zostało uznane za konieczne ze względów technicznych i ekonomicznie uzasadnione. Efektywność kapitalnego remontu, stanowiąca ekonomiczne uzasadnienie zostanie omówiona w dalszym ciągu artykułu.

Przyrost akumulacji uzyskany na skutek modernizacji przebudowy lub remontu kapitalnego istniejącego obiektu mostowego o ograniczonej (zmniejszonej szybkości na moście) szybkości ruchu pojazdów samochodowych na moście możemy obliczyć wychodząc ze straty czasu wynikającego ze zmniejszenia szybkości [3].

Długość drogi L na której wystąpi strata czasu wynosi:

$$L = l_h + l_M + l_p \text{ w m.} \quad (15)$$

Na przejechanie drogi L przez samochody jadące ze stałą szybkością $V_{\text{śr}}$, gdyby ograniczenie szybkości na obiekcie mostowym nie było - potrzebny jest czas

$$T_{V_{\text{śr}}} = \frac{L}{V_{\text{śr}}} = \frac{l_h + l_M + l_p}{V_{\text{śr}}} \quad (16)$$

Na przejechanie drogi L przy zmniejszonej szybkości V_M na moście potrzebny jest czas: T_{VM} , który to czas możemy obliczyć ze wzoru:

$$T_{VM} = (V_{\text{śr.}} - V_M) \cdot \left(\frac{1}{a} + \frac{1}{a_1} \right) + \frac{l_M}{V_M} \quad (17)$$

Czas stracony przez pojazdy samochodowe na skutek ograniczenia szybkości na moście wynosi:

$$T_{\text{str.}} = T_{VM} - T_{V_{\text{śr.}}} \quad \text{w sek.} \quad (18)$$

We wzorach (15), (16), (17) i (18) wprowadzono następujące oznaczenia:

- l_h - długość drogi w m, potrzebnej do obniżenia szybkości od $V = V_{\text{śr.}}$ do $V = V_M$ przy opóźnieniu nadawanym przez hamulce "a" w m/sek^2 ,
- l_M - długość mostu w m,
- l_p - długość drogi w m, potrzebnej do uzyskania szybkości od $V = V_M$ do $V = V_{\text{śr.}}$ przy przyspieszeniu "a₁" w m/sek^2 ,
- $V_{\text{śr.}}$ - średnia szybkość pojazdów na trasie drogi w m/sek ,
- V_M - dopuszczalna szybkość pojazdów na moście w m/sek .

Znając wielkość czasu straconego przez jeden samochód obliczonego ze wzoru (18) możemy obliczyć całkowitą stratę czasu pojazdów w ciągu doby ze wzoru:

$$T_{\text{str.}}^{\text{dob}} = T_{\text{str.}} \cdot N_1 = (T_{V_M} - T_{V_{\text{śr.}}}) \cdot N_1 \quad (19)$$

gdzie:

N_1 - liczba samochodów przejeżdżających przez most w obu kierunkach w ciągu doby.

Roczną ilość straconych wozogodz. możemy obliczyć przy pomocy wzoru:

$$W_{\text{godz.}}^{\text{rocz.}} = \frac{1}{3600} \cdot T_{\text{str.}}^{\text{dob.}} \cdot d = \frac{1}{3600} (T_{V_M} - T_{V_{\text{śr.}}}) \cdot d \cdot N_1 \quad (20)$$

gdzie:

$W_{\text{godz.}}^{\text{rocz.}}$ - roczna ilość straconych wozogodz.,

d - równoważnik rocznej liczby dni ruchu samochodowego ($d \approx 360$).

Ilość straconych wozokm. (wozokm) w ciągu jednego roku możemy wyrazić wzorem:

$$W_{\text{km.}}^{\text{rocz.}} = W_{\text{godz.}}^{\text{rocz.}} \cdot V_{\text{śr.}} = 0,10 \cdot (T_{V_M} - T_{V_{\text{śr.}}}) \cdot N_1 \quad (21)$$

gdzie:

$V_{\text{śr.}}$ - średnia szybkość jazdy taboru samochodowego na danej drodze w km/godz.

Mając ilość straconych wozów/km w ciągu roku na skutek ograniczenia szybkości na moście oraz znając koszt własny jednego wozu/km przyrost akumulacji "U" możemy obliczyć ze wzoru:

$$U = W \frac{\text{rocz.}}{\text{km.}} \cdot k_n = 0,10 \left[(T_{V_M} - T_{V_{\text{śr}}}) \cdot \sum_{i=1}^{i=n} N_i \cdot k_i \right] \quad (22)$$

gdzie:

k_n - koszt jednego wozu/km w zł dla danego rodzaju pojazdu (np. autobus, samochód osobowy, samochód ciężarowy itp).

Z pomiarów dokonanych na istniejącym obiekcie mostowym należy określić procentowy udział natężenia ruchu samochodów osobowych, samochodów ciężarowych, autobusów itp. Wstawiając te dane do wzoru (22) otrzymamy:

$$U = 0,10 \left[(T_{V_M} - T_{V_{\text{śr}}}) (P_A \cdot N_A \cdot k_A + P_{so} \cdot N_{so} \cdot k_{so} + P_{sc} \cdot N_{sc} \cdot k_{sc} + \dots + P_{n-1} \cdot N_{n-1} \cdot k_{n-1} + P_n \cdot N_n \cdot k_n) \right] \quad (23)$$

gdzie:

- $P_A \cdot N_A$ - procentowy udział autobusów w ogólnym natężeniu ruchu w ciągu roku,
- k_A, k_{SO}, k_{SC} - koszt własny jednego wozokm dla autobusów, samochodów osobowych, samochodów ciężarowych itp.,
- $P_{SO} \cdot N_{SO}, P_{SC} \cdot N_{SC}, P_n \cdot N_n$ - procentowy udział w ogólnym natężeniu ruchu samochodów osobowych, samochodów ciężarowych itp. w ciągu jednego roku.

Modernizacja, remont kapitalny lub przebudowa istniejącego obiektu mostowego na którym została ograniczona szybkość jest ekonomicznie uzasadniona jeżeli zostanie spełniona nierówność

$$0,10 \left[(T_{V_M} - T_{V_{\acute{S}r}}) (P_A \cdot N_A \cdot k_A + P_{SO} \cdot N_{SO} \cdot k_{SO} + P_{SC} \cdot N_{SC} \cdot k_{SC} + \dots + P_{n-1} \cdot N_{n-1} \cdot k_{n-1} + p_n \cdot N_n \cdot k_n) \right] > 0,20 \cdot J \quad (24)$$

i odpowiednio inwestycja będzie szybko rentująca się jeżeli zostanie spełniona nierówność:

$$0,10 \left[(T_{V_M} - T_{V_{\acute{S}r}}) (P_A \cdot N_A \cdot k_A + P_{SO} \cdot N_{SO} \cdot k_{SC} + P_{SC} \cdot N_{SC} \cdot k_{SC} + \dots + P_{n-1} \cdot N_{n-1} \cdot k_{n-1} + p_n \cdot N_n \cdot k_n) \right] > (0,33 + \frac{1}{n} + p) \cdot J \quad (25)$$

Oznaczenia prawej strony nierówności (24) i (25) są takie same jak w nierówności (10) i (12).

W dotychczasowych rozważaniach wyprowadziliśmy zależności, przy których modernizacja, remont kapitalny lub przebudowa w zależności od natężenia ruchu samochodowego jest ekonomicznie uzasadniona.

W dalszych rozważaniach nasuwa się pytanie - czy istniejący obiekt poddać remontowi kapitalnemu, modernizacji czy też winien on ulec likwidacji (zastąpienie obiektu istniejącego obiektem nowym).

Warunkiem wskazującym na ekonomiczne uzasadnienie likwidacji istniejącego obiektu mostowego i zastąpienie go obiektem nowym jest spełnienie nierówności (4)

$$E_{rem.} < E_{now.} \quad \text{oraz} \quad E_{rem.} < E_{mod.} \quad (26)$$

gdzie:

$E_{rem.}$ - wskaźnik efektywności remontu kapitalnego,

$E_{now.}$ - wskaźnik efektywności obiektu nowego,

$E_{mod.}$ - wskaźnik efektywności obiektu zmodernizowanego.

Wskaźnik efektywności remontu kapitalnego możemy obliczyć ze wzoru:

$$E_{rem.} = \frac{\left(\frac{1}{T} R + K_{rem.}\right) \cdot b_r + S_{rem.}}{P_{rem.}} \quad (27)$$

gdzie:

- R - nakłady na remont kapitalny,
 T - graniczny zwrot nakładów R (T = 6 lat),
 $K_{rem.}$ - roczne koszty eksploatacji po kapitalnym remoncie,
 b_r - współczynnik zależy od stosunku $R:K_{rem.}$ z [2] i
 długości okresu międzyremontowego w latach,
 $S_{rem.}$ - koszt remontu bieżącego i średniego odniesiony do
 1 roku,
 $P_{rem.}$ - roczna przepustowość mostu, możliwa do osiągnięcia
 w ciągu jednego roku.

Odpowiednio dokonanie remontu kapitalnego będzie ekonomicznie uzasadnione jeżeli zostanie spełniona nierówność

$$E_{rem.} < E_{mod.} \quad i \quad E_{rem.} < E_{now.} \quad (26)$$

Modernizacja istniejącej drogowej budowli inżynierskiej będzie ekonomicznie uzasadniona przy spełnieniu nierówności:

$$E_{mod.} < E_{rem.} \quad i \quad E_{mod.} < E_{now.} \quad (28)$$

gdzie:

$$E_{mod.} = \frac{\left(\frac{1}{2} \cdot J_{mod.} + K_{mod.}\right) \cdot b_m + S_{mod.}}{P_{mod.}} \quad (29)$$

$$E_{\text{now.}} = \frac{\left[\frac{1}{p} \cdot J \cdot (1 + q_z \cdot n_z) + K \right] \cdot b + S}{p} \quad (30)$$

We wzorach (29) i (30) wprowadzono następujące oznaczenia:

$J_{\text{mod.}}$ - nakłady inwestycyjne na modernizacje obejmujące nakłady bezpośrednie i towarzyszące oraz odpowiedni narzut $J_{\text{mod.}} \cdot q_z \cdot n_z$ z tytułu zamrożenia, na kładów $J_{\text{mod.}}$.

$K_{\text{mod.}}$ - roczne koszty eksploatacji po modernizacji,

b_m - współczynnik korygujący zależny od stosunku $J_{\text{mod.}}$: $K_{\text{mod.}}$ i długością eksploatacji "m" obiektu modernizowanego,

$S_{\text{mod.}}$ - koszt remontów kapitalnych w odniesieniu do jednego roku, które zostaną poniesione w czasie "m",

$p_{\text{mod.}}$ - roczna przepustowość obiektu zmodernizowanego możliwa do osiągnięcia w ciągu jednego roku,

J - nakłady inwestycyjne bezpośrednie i towarzyszące potrzebne na realizację obiektu nowego,

q_z - współczynnik zamrożenia, który należy przyjmować w wysokości $q = 0,16$,

n_z - okres zamrożenia nakładów inwestycyjnych w czasie budowy,

K - roczne koszty eksploatacji obiektu nowego,

S - stała roczna w całym okresie eksploatacji wielkość kosztu remontów bieżących średnich i kapitalnych,

- b - współczynnik korygujący zależny od stosunku $J : K$ i od długości okresu eksploatacji,
- p - roczna przepustowość obiektu nowego możliwa do osiągnięcia w ciągu jednego roku.

Należy zaznaczyć, że wielkość współczynników, b_r , b_m , i b podana jest w Instrukcji Ogólnej [3]. Zaś roczną przepustowość możliwą do osiągnięcia w poszczególnych rozwiązaniach (remont kapitalny, modernizacja oraz przy budowie nowego obiektu) należy brać w pojazdach umownych (sprowadzone do jednego typowego pojazdu poprzez odpowiednie współczynniki podane w literaturze przedmiotu).

LITERATURA

- [1] Bartoszewski J.: Wzmacnianie i poszerzanie mostów Wyd. Kom. i łączności. W-wa 1962 r.
- [2] Instrukcja w sprawie efektywności mniejszych inwestycji oraz przedsięwzięć organizacyjno-technicznych PWE W-wa 1962 r.
- [3] Lewinowski Cz.: Ekonomiczne uzasadnienia budowy dwupoziomych skrzyżowań dróg publicznych z koleją. Przegląd Kolejowo-Drogowy nr 2/63.
- [4] Instrukcja Ogólna w sprawie metodyki badań ekonomicznej efektywności inwestycji. PWE W-wa 1962 r.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА ДОРОЖНЫХ ИНЖЕНЕРСКИХ СТРОЕК

Р е з ю м е

В статье даётся общая форма экономического расчёта усовершенствования и капитального ремонта дорожных инженерских строек в зависимости от существующей или предусматриваемой интенсивности автомобильного движения.

DER EKONOMISCHE NUTZEN DER VOLLSTÄNDIGEN RENOWIERUNG IM STRASSENBAU

Z u s a m m e n f a s s u n g

In dieser Arbeit wird die allgemeine Form der ökonomischen Berechnung für die Modernisierung und auch vollständige Renovierung von Strassenbauten unter Berücksichtigung des vorhandenen und des in der Zukunft voraussichtlichen Autoverkehrs besprochen.