

Dr. Ing. Alicja Sołowczuk, alicja.solowczuk@ps.pl¹

WAHL DER REPARATUR - ODER UMBAUART DER STRASSE IM HINBLICK AUF IHRE GEBRAUCHSWERTE

Gegenwärtig wird die Entscheidung über die Art der Reparatur der Straßendecke auf Grundlage von Ergebnissen der diagnostischen Untersuchungen getroffen und die Entscheidung über den Umfang eines eventuellen Umbaus eines Straßenabschnittes auf Grundlage der Durchlassfähigkeit und der Verkehrssicherheit. Sowohl im ersten als auch im zweiten Fall werden keine Schätzungen des zu erwartenden Nutzens angestellt, das ist ob sich im Ergebnis des Umbaus oder der Reparatur die Gebrauchswerte der Straße verbessert haben. Das einzige Zeugnis der erzielten Verbesserung ist die Anzahl der Verkehrsunfälle, die nach der ausgeführten Reparatur oder nach dem ausgeführten Umbau passierten. An der Technischen Universität Szczecin wurde eine Methode der Bewertung der Gebrauchswerte nach geometrischen Parametern der Straße und Betriebseigenschaften der Straßendecke erstellt, die in beiden verglichenen Fällen, das heißt "vor" und "nach" dem Ausführen der Straßenarbeiten, das Einschätzen der Geschwindigkeiten erlaubt. Das Ergebnis der Bewertung der Gebrauchswerte ist der erzielte wirtschaftliche Effekt, welcher sich aus folgenden Kosten zusammensetzt: Kosten des Umweltschutzes, Kosten der Benutzer, Betriebskosten der Fahrzeuge und der prognostizierten Verkehrsunfälle.

Stichworte: Reparatur, um Bauart Der Straße, Gebrauchswerte; Geschwindigkeit; Kosten des Umweltschutzes, Kosten der Fahrzeuge, prognostizierten Verkehrsunfälle.

1. EINLEITUNG

Der wichtigsten Parameter einer Straße, der deren Gebrauchswerte charakterisiert, ist die Geschwindigkeit, mit welcher sich Fahrzeuge auf dieser Straße sicher bewegen können. Die Motoreigenschaften, die Effektivität des Bremssystems, den Zustand der Stoßdämpfer und der Reifen außer Acht lassend, ist diese von geometrischen Eigenschaften der Straße, vom Zustand der Fahrbahndecke, von der Verkehrsdichte und seiner Struktur als auch vom Verhalten anderer Verkehrsteilnehmer, von den Wetterbedingungen und Gewohnheiten der Fahrer abhängig. Die Geschwindigkeit ist nicht konstant entlang der gesamten Straßlänge, sondern ist veränderlich in der Zeit und im Raum. Generell wird die Geschwindigkeit als wichtigster verallgemeinerter Parameter einer entworfenen Straße angesehen, welcher für die Einstufung dieser Straße zu einer gegebenen Funktionalität oder einer technischen Kategorie entscheidend ist [1].

Die Gebrauchswerte der Straße (Geschwindigkeit, zulässige Fahrzeugparameter, Fahrkomfort und die Verkehrssicherheit, die Durchlässigkeit und der Verkehrsbelastungsgrad, das Einwirken auf die Umwelt) charakterisieren unter dem praktischen und betrieblichen Aspekt eine beliebige Straße. Der auf einer Straße fahrende Fahrer soll darüber informiert werden, mit welcher Geschwindigkeit und mit welcher Belastung auf dieser Straße gefahren werden

¹ alicja.solowczuk@ps.pl, Technische Universität Szczecin Lehrstuhl für Straßen, Brücken und Baustoffe

darf, wo sich die gefährlichen Stellen befinden usw. Die Geschwindigkeit hängt mit fast allen sonstigen Gebrauchswerten zusammen, weil sie von den geometrischen Parametern der Straße und von den Betriebseigenschaften der Straßendecke abhängig ist, die gleichzeitig die Mehrheit der Gebrauchswerte bestimmen.

Das in Polen bestehende System der Bewertung des Straßenzustandes SOSN [3], auf dessen Grundlage der Straßenverwalter die Entscheidung über die Straßenreparatur trifft, berücksichtigt lediglich die Bewertung der Betriebseigenschaften der Straßendecke. Die Bewertung des Straßenzustandes als eines gesamten Straßenbauwerks wird vor allem zum Planen jeglicher Straßenarbeiten, Straßeninvestitionen, Straßenverkehrsanalysen usw. zwecks deren effektiven Nutzung benötigt. Die seit dem Jahre 2000 geltende "*Richtlinie zur Bewertung der wirtschaftlichen Effektivität der Straßen- und Brückenvorhaben*" [4], die gesellschaftliche Kosten und Nutzen bewertet, basiert vollständig auf der *mittleren freien Geschwindigkeit* und auf der in tabellarischer Form systematisierten *Reisegeschwindigkeit*, die von der mittleren freien Geschwindigkeit abhängig ist. Auch das System HDM-4, in dem die Kosten und Nutzen der Straßenbenutzer betreffenden Teil, basiert hauptsächlich auf der Geschwindigkeit. Bei der Verwendung der oben genannten *Richtlinie* kann man die grundsätzlichen Kriterien bewerten, d.i. die Reduzierung der Anzahl der Verkehrsunfälle und die Reduzierung der Umweltbelastung. Die Kriterien, die mit der Reduzierung der Betriebskosten der Fahrzeuge und der Zeitersparnis zusammenhängen, liegen bei der Bestimmung der wirtschaftlichen Prioritäten sowohl in der *Richtlinie* als auch im HDM-4-System auf einem entfernten Platz. Beim Einsatz der *Richtlinie* [4] kann der wirtschaftliche Effekt von jeder Reparatur- oder Umbauvariante mit Hilfe der *IRR* – Kennzahl berechnet werden. Die Bestimmung des wirtschaftlichen Effektes der gegebenen Lösung beruht auf mehrfachen Kostenberechnungen in Abhängigkeit von der mittleren freien Geschwindigkeit der Straße v_{pr} und der Reisegeschwindigkeit v_{po} . Im Fall der Reparaturen der bestehenden Straßen, die in den letzten Jahrzehnten gebaut wurden, können es nur Näherungswerte sein, weil sich die damaligen mittleren freien Geschwindigkeiten v_{pr} von den gegenwärtigen Geschwindigkeiten in einem wesentlichen Maße unterscheiden.

In verschiedenen Ländern wurden zum Bewältigen von ähnlichen Aufgaben eigene Methoden der Bewertung des Straßenzustandes entwickelt. In Abhängigkeit vom vorhandenen Wissen und von den wissenschaftlichen Errungenschaften auf diesem Gebiet des Straßenwesens, berücksichtigen die Bewertungsmethoden des Straßenzustandes einige oder mehr als zehn Straßeneigenschaften. Gegenwärtig, die im Lande und im Ausland verwendeten Bewertungsmethoden des Straßenzustandes wurden nur auf den Zustand der Straßendecke [2] eingeschränkt, wobei besondere Aufmerksamkeit den drei Hauptbetriebseigenschaften gewidmet wurde: der Längs- und Querebenenflächigkeit der Straße und den Antischleudereigenschaften. Die Straße als Ganzes wird dagegen nicht bewertet.

2. REIHENFOLGE DER GESCHWINDIGKEITSSCHÄTZUNG

Im Jahre 2005 wurde an der Technischen Universität Szczecin ein Modell zur Geschwindigkeitsschätzung hinsichtlich der geometrischen Parameter der Straße und der Betrie-

Daten aus der Straßendatenerfassung und aus Forschungen im Rahmen des SOSN-Systems: Straßenquerschnittstyp, Straßenbreite, l_z , K , R , γ , I , L , d , l_b , l_b+l_k , k , IRI , S_{BB} , Lage des Straßenabschnittes, örtliche Geschwindigkeitsbeschränkungen, Straßenkreuzungen und Bahnübergänge				
Etappe I	$v_{85p} = v_{85w} - f(l_z)$			
Etappe II	$v_{85o} = v_{85p} - f(K) = [v_{85w} - f(l_z)] - f(K)$			
Etappe III	$W_1 = \frac{v_{85}^{(R,\gamma)}}{v_{85o}}$		$W_2 = \frac{v_{85}^{(I,L)}}{v_{85o}}$	
	$W_{(1-2)} = W_M W_W^{(0,7-0,05I)}$	$W_M = \min\{W_1, W_2\}$ $W_W = \max\{W_1, W_2\}$	$v_{85(1-2)} = W_{(1-2)} v_{85o}$	
Etappe IV	$W_3 = \frac{v_{85}^{(SBB)}}{v_{85o}}$	$W_4 = 1,023 - 0,208 \cdot 2,98^{-d}$	$W_5 = \frac{v_{85}^{(I)}}{v_{85o}}$	$W_6 = \frac{v_{85}^{(k)}}{v_{85o}}$
		$W_{(4,5)} = W_M W_W^{\frac{1}{3}W_M}$		$W_{(6,7)} = W_M W_W^{\frac{1}{3}W_M}$
		$W_M = \min\{W_4, W_5\}$		$W_M = \min\{W_6, W_7\}$
		$W_W = \max\{W_4, W_5\}$		$W_W = \max\{W_6, W_7\}$
	$W_{(3-7)} = W_M W_W^{\frac{1}{3}W_M}$	$W_M = \min\{W_{4-7}, W_3\}$ $W_W = \max\{W_{4-7}, W_3\}$	$v_{85(3-7)} = W_{(3-7)} v_{85o}$	
Etappe V	$W_{(1-7)} = W_M W_W^{W_M(0,33-0,01I)}$	$W_M = \min\{W_{(1-2)}, W_{(3-7)}\}$ $W_W = \max\{W_{(1-2)}, W_{(3-7)}\}$	$v_{85(1-7)} = W_{(1-7)} v_{85o}$	
Etappe VI	$W_8 = f(\text{Lage des Straßenabschnittes})$ $W_9 = f(\text{örtliche Geschwindigkeitsbeschränkung})$ $W_{10} = f(\text{Kreuzungen und Bahnübergänge})$			
Etappe VII	$W(P)_j = \Omega [W_{(1-10)_j}, W_{(1-10)_{j-1}}]$		$W(N)_j = \Lambda [W_{(1-10)_j}, W_{(1-10)_{j+1}}]$	

Fig. 1 Mehretappen-Modell der Geschwindigkeitsschätzung auf Basis der gewählten Straßeneigenschaften

Fig. 1. A several-stage model of estimated speed with regard to selected properties of the road

bseigenschaften der Straßendecke (Fig. 1) entwickelt. Das entwickelte Modell erlaubt die Schätzung der Geschwindigkeit der freien Bewegung auf einer nassen Fahrbahn der zweispurigen Zweirichtungsstraßen sowohl für den bestehenden als auch für den prognostizierten Straßenzustand. Als prognostizierter Straßenzustand wurde die Straße nach dem Abschluss der Straßendeckenreparatur oder nach dem Beenden der Instandhaltungsmaßnahmen, oder nach dem Umbau der Straße und nach den damit zusammenhängenden Änderungen von geometrischen Parametern angenommen.

Im entwickelten Modell können die Geschwindigkeiten im Bezug auf drei Querschnittstypen geschätzt werden, d.i. für eine zweispurige Zweirichtungsstraße mit Bankett und Fahrbahnbreiten 6 und 7 m, und für eine zweispurige Zweirichtungsstraße mit befestigten Randstreifen und einer Fahrbahnbreite von 7 m.

Die Geschwindigkeiten einer freien Bewegung werden zuerst getrennt für jede einzelne Straßeneigenschaft geschätzt, anschließend wird der Koeffizient W_i bestimmt und am Ende wird der gemeinsame Einfluss der betrachteten Straßeneigenschaften auf die Geschwindigkeit geschätzt.

3. REIHENFOLGE DES VORGEHENS BEIM TREFFEN VON ENTSCHEIDUNGEN ÜBER DIE REPARATUR ODER DEN UMBAU EINER STRASSE

Nach der Einschätzung des Einflusses der einzelnen Straßeneigenschaften auf die Geschwindigkeiten $v_{85(1-7)}$, $v_{m(1-7)}^o$ und $v_{m(1-7)}^c$ soll der Straßenverwalter die Ausgangsentscheidungen hinsichtlich der prognostizierten Arbeiten auf Grundlage der minimalen Geschwindigkeit $v_{85\min}$ treffen. In der Fig. 1 wurden Diagramme der Geschwindigkeitsprofile für zwei Straßenabschnitte mit der Kurvigkeit von $5^\circ/\text{km}$ und $33^\circ/\text{km}$ bei gleichen Werten der sonstigen Straßeneigenschaften dargestellt. Der Straßenverwalter kann nach der Analyse der erhaltenen Werte eine Wahl treffen, für welche Straßenabschnitte die Reparatur unbedingt erforderlich ist oder erwünscht sein kann, und für welchen Straßenabschnitt eine sofortige Reparatur aufgrund der geringen geschätzten Geschwindigkeitswerte erforderlich ist.

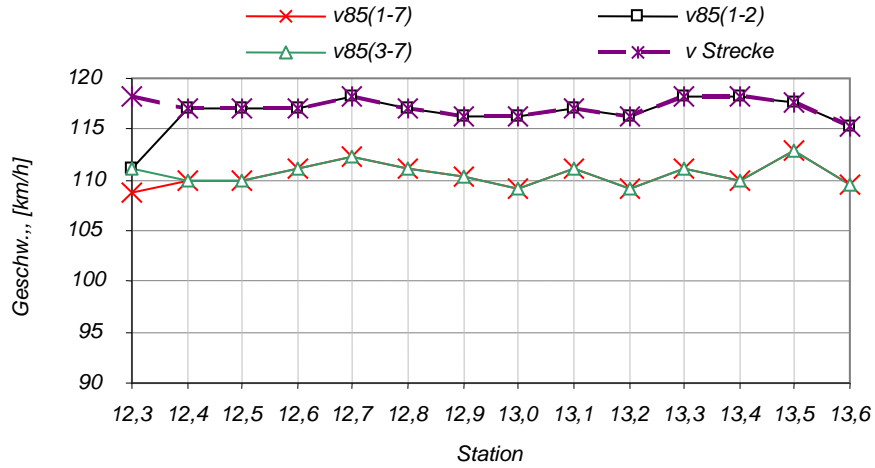
Auf dem dargestellten Straßenbeispiel ist eine Reparatur der Straßendecke auf dem Abschnitt 12,8-13,6 erforderlich, dagegen auf dem Abschnitt 12,3-12,8 könnte man mittlerweile nur das Fräsen der Spurrinnen-Buckel durchführen (Fig. 2 *c* und *d*). Solche Lösungen kann der Straßenverwalter als eine der ersten Varianten der Reparatur annehmen. Die zweite Variante kann die Reparatur der Straßendecke und der Randstreifen auf dem gesamten betrachteten Straßenabschnitt sein. In der Fig. 2 wurde auch der Nutzen nach der Realisierung der zweiten Reparaturvariante dargestellt $\Delta v_{85} = v_{85(1-7)} - v_{85(1-2)}$.

Das Ergebnis der Durchführung der Straßendecken- und der Randstreifenreparatur auf dem Straßenabschnitt mit der Musterkurvigkeit ($K = 5^\circ/\text{km}$), wird die Erhöhung der Geschwindigkeit v_{85} um durchschnittlich 7 km/h sein (Fig. 2 *b*). Dagegen auf dem kurvigen Abschnitt (12,3-12,4) wird die Geschwindigkeitsdifferenz nach der durchgeführten Reparatur ca. 2 km/h betragen, weil auf diesem Abschnitt der bestehende horizontale Bogen den größten Einfluss auf die Geschwindigkeit hat und nicht der Zustand der Straßendecke.

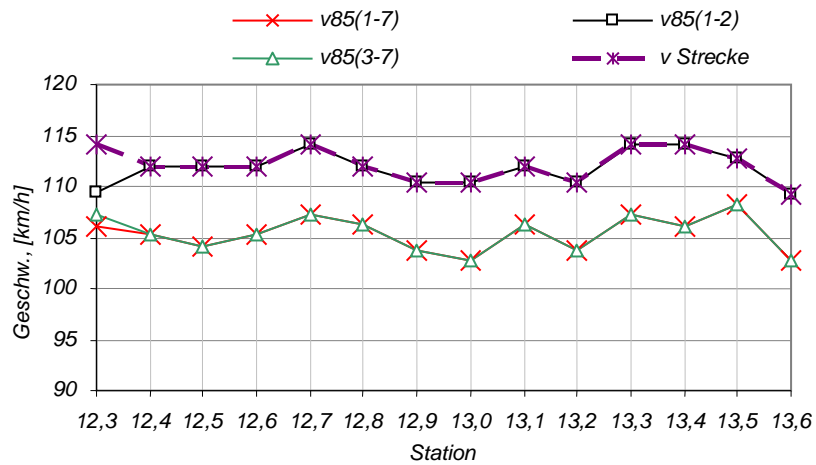
Die vorgeschlagene Reihenfolge der Bewertung des Straßenzustandes und des Entscheidungstreffens über die Art der durchzuführenden Arbeiten wurde in der Fig. 3 dargestellt. Bei der Erstellung von Varianten der Instandhaltung, der Reparatur und des Umbaus, wurde nach der empfohlenen Methode das Einschätzen des Nutzens vorgeschlagen, welchen der einzelne Fahrer Δv_{85} oder die Gesamtheit der Fahrer Δv_m^o und Δv_m^c erhalten wird. Beim Einschätzen des Nutzens schlug die Verfasserin gemäß den dargestellten Regeln [4] die Bestimmung der Senkung der Betriebskosten der Fahrzeuge bei unterschiedlichem Straßende-

kenzustand, der Kosten der Senkung der Emission von toxischen Abgasbestandteilen, als auch der Kosten der Zeitersparnis des Fahrers vor.

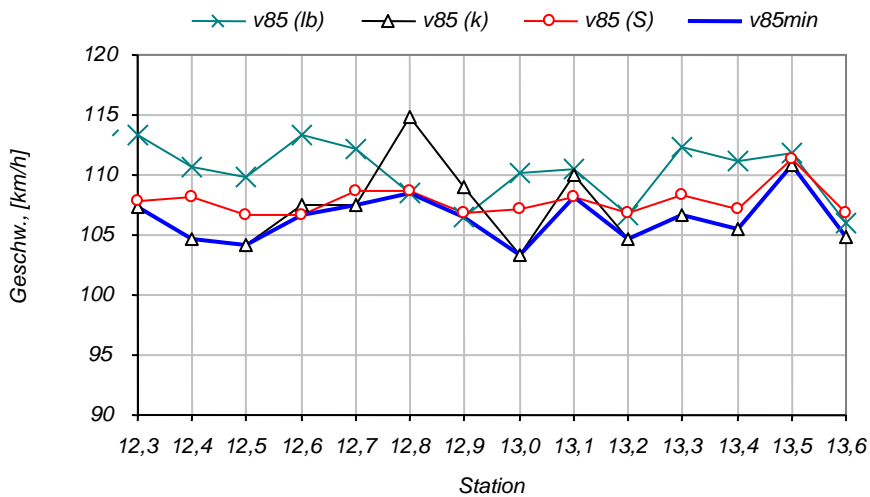
a) Kurvigkeit der Strecke gleich 5 [°/km]



b) Kurvigkeit der Strecke gleich 33 [°/km]



c) Kurvigkeit der Strecke gleich 5 [°/km]



d) Kurvigkeit der Strecke gleich 33 [°/km]

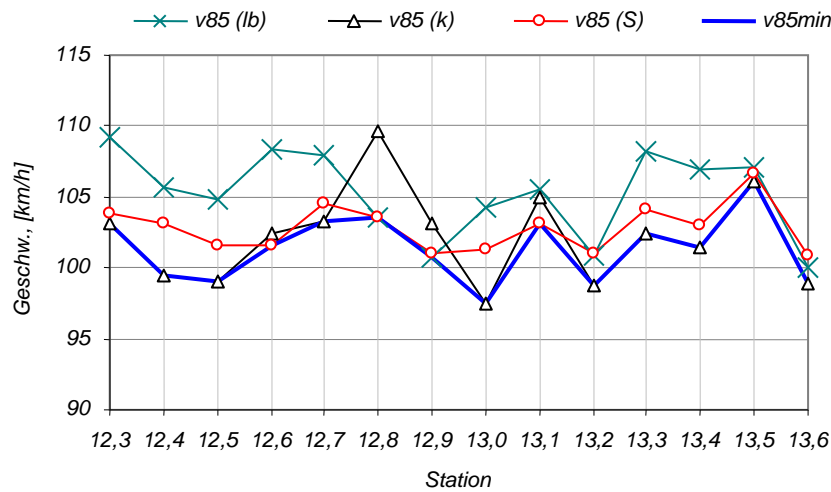


Fig. 2. Beispiele der Geschwindigkeitsprofile auf Straßenabschnitten mit verschiedener Kurvigkeit und mit gleichen Werten der sonstigen Straßeneigenschaften

Zwecks Einschätzung des Nutzens sollten die mittleren Geschwindigkeitswerte des Fahrzeugstromes bestimmt werden. Auf Grundlage der Daten aus den Geländemessungen ermittelte die Verfasserin, dass bei einer Verkehrsmischung von $p_c = 0,05 - 0,25$ der Anteil der Fahrzeuge in einer freien Bewegung ca. 20 – 40 % beträgt. In der Tab. 1 wurden die entsprechenden Verhältniswerte der Geschwindigkeit des Fahrzeugstromes und der Geschwindigkeit einer freien Bewegung zusammengestellt. Die Tatsache berücksichtigend, dass alle Abhängigkeiten der Geschwindigkeit von den Straßeneigenschaften, die für die Bewertung des Straßenzustandes verwendet werden, für eine freie Bewegung bestimmt wurden, kann man durch die Verwendung der Geschwindigkeitsverhältniswerte (Tab. 1) die Geschwindigkeiten der Fahrzeugströme einschätzen.

Tab. 1. Verhältnis der Geschwindigkeit des Fahrzeugstromes zu der Geschwindigkeit der freien Bewegung

Table 1. Proportion of traffic stream to free flow traffic speed

$\frac{v_m^o(\text{Fz - Strom})}{v_{85}}$	$\frac{v_{85}(\text{Fz - Strom})}{v_{85}}$	$\frac{v_m^o}{v_{85}}$	$\frac{v_m^o(\text{Fz - Strom})}{v_m^o}$	$\frac{v_m^c(\text{Fz - Strom})}{v_m^c}$
0,75 – 0,81	0,85 – 0,98	0,83 – 0,87	0,85 – 0,95	0,95 – 0,99

Die Grundlage der Analyse der wirtschaftlichen Effektivität von analysierten Reparaturvarianten ist die Identifizierung von zwei Varianten: der Nullvariante *WO* und der Investitionsvariante *WI* [4]. Die Nullvariante *WO*, d.i. „keine Maßnahmen“, bedeutet den Straßenzustand ohne Durchführung der Investitions- oder Modernisierungsmaßnahmen. Die Variante *WI* ist eine Variante, bei welcher sowohl die Investitionsaufwendungen bestimmt werden, die

im ersten und ggf. in weiteren Jahren getragen werden, als auch die Instandhaltungskosten eines neuen oder modernisierten Abschnittes. Die wirtschaftliche Analyse der Straßenbauinvestitionen wird so durchgeführt, dass zuerst die Einzelkosten von jedem Element berechnet werden und anschließend werden die summarischen Berechnungen vorgenommen.

<i>Daten aus der Straßendatenerfassung oder aus diagnostischen Untersuchungen</i>
<i>Bestimmung eines minimalen Wertes der Geschwindigkeit $v_{85 \text{ min}}$</i>
<i>Bestimmung der weiteren Geschwindigkeiten lt. entsprechenden Funktionen $v_{85} = f(x)$</i>
<i>Annahme einer Ausgangsentscheidung über die Varianten der Straßenbauarbeiten</i>
<i>Bestimmung für den bewerteten Straßenabschnitt des Wertes der Mustergeschwindigkeit v_{Muster} und für jeden Hektometerabschnitt der Anfangs- und Streckengeschwindigkeit v_{Anfang} und $v_{\text{Abschnitt}}$</i>
<i>Straßenzustand "vor" der Reparatur oder "vor" dem Umbau</i> <i>Bestimmung für jeden Hektometerabschnitt des Gesamteinflusses der betrachteten Straßeneigenschaften auf die Geschwindigkeit: $v^{\text{"vor"}}_{(1-2)}$, $v^{\text{"vor"}}_{(3-7)}$ und $v^{\text{"vor"}}_{(1-7)}$</i>
<i>Straßenzustand "nach" der Reparatur oder "nach" dem Umbau</i> <i>Bestimmung für jeden Hektometerabschnitt des Gesamteinflusses der betrachteten Straßeneigenschaften auf die Geschwindigkeit: $v^{\text{"nach"}}_{(1-2)}$, $v^{\text{"nach"}}_{(3-7)}$ i $v^{\text{"nach"}}_{(1-7)}$</i>

Bestimmung der Varianten der Reparaturmaßnahmen

1	<i>Realisieren von Instandhaltungsmaßnahmen</i>	<i>Schätzung des Geschwindigkeitswertes entlang der Straße $v^{\text{"nach"}}_{(1-7)}$ für den Zustand "nach"</i>	Δv_{85} Δv^o_{sr} Δv^c_{sr}	<i>Bestimmung des mittleren Wertes der Erhöhung der Geschwindigkeit auf einem gegebenen Straßenabschnitt</i>
2	<i>Realisieren der Reparaturmaßnahmen</i>	<i>Schätzung des Geschwindigkeitswertes entlang der Straße $v^{\text{"nach"}}_{(1-7)}$ für den Straßenzustand "nach"</i>	Δv_{85} Δv^o_{sr} Δv^c_{sr}	<i>Bestimmung des mittleren Wertes der Erhöhung der Geschwindigkeit auf einem gegebenen Straßenabschnitt</i>
3	<i>Realisieren der Umbaumaßnahmen</i>	<i>Schätzung des Geschwindigkeitswertes entlang der Straße $v^{\text{"nach"}}_{(1-7)}$ für den Straßenzustand "nach"</i>	Δv_{85} Δv^o_{sr} Δv^c_{sr}	<i>Bestimmung des mittleren Wertes der Erhöhung der Geschwindigkeit auf einem gegebenen Straßenabschnitt</i>

Fig. 3. Reihenfolge der Bewertung des Straßenzustandes und der Annahme der Varianten der Straßenbauarbeiten
 Fig. 3. Sequence of road condition evaluation and assumptions of road work variants

Unter dem Einsatz der Nutzen/Kosten Methode wird zur Einschätzung der Effektivität der ausgeführten Arbeiten die Kennzahl B/C (Benefits/Cost Ratio) berechnet, die ein Verhältnis des erhaltenen Nutzens und der getragenen Kosten ausdrückt. Diese Kennzahl – das Verhältnis der Summe des diskontierten Jahresnutzens zur Summe der diskontierten jährlichen

Straßenkosten Netto in der untersuchten Periode [4]:

$$\frac{B}{C} = e = \frac{\sum_{t=1}^T v_{rt} NB_t}{\sum_{t=1}^T v_{rt} NC_t} \quad (1)$$

wobei: $B/C = e$ – Kennzahl der wirtschaftlichen Effektivität; v_{rt} – Diskontierfaktor im weiteren Jahr t der betrachteten Periode, NB_t – Ersparnisse der Benutzer im weiteren Jahr t der betrachteten Periode bei einem gegebenen Diskontsatz, PLN; NC_t – Straßenkosten im weiteren Jahr t bei einem gegebenen Diskontsatz, PLN; T – Summarische Periode der summierten Kosten, Jahre.

Die Kosten von jeder Variante der Straßenarbeiten werden mit Hilfe des Diskontierens der nacheinander folgenden Bestandteile in den einzelnen Varianten bestimmt: in der Nullvariante WO und in der Investitionsvariante WI (für die bestehende Straße und für die reparierte oder umgebaute Straße):

- K_c – Kosten der Straßenbenutzer die sich aus Zeitersparnissen der Passagiere und der Fahrer ergeben;
- K_w – Kosten der prognostizierten Verkehrsunfälle;
- K_s – Kosten des Umweltschutzes (Kosten der Emission der toxischen Bestandteile der Abgase);
- K_e – Betriebskosten der Fahrzeuge.

Nach der Ermittlung der Kosten werden die Netto-Straßenaufwendungen NC_t berechnet, die als eine Differenz der getragenen Aufwendungen für den Umbau, Reparaturen oder die Erneuerung der Straße in der Null- und Investitionsvariante $NC_t = C_t^{WO} - C_t^{WI}$ berechnet werden, als auch die Ersparnisse der Straßenbenutzer und der Umwelt NB_t , die als eine Differenz der getragenen Aufwendungen in der Null- und Investitionsvariante $NB_t = (B_t^{WO} - B_t^{WI})$ berechnet werden. Danach wird der Nettonutzen (*Net Value*) für jedes Jahr NV_t berechnet, das ist die Summe der Ersparnisse der Straßenbenutzer und der Umwelt NB_t und der Straßenbauaufwendungen Netto NC_t , die einen nicht diskontierten Gewinn in jedem analysierten Jahr darstellt $NV_t = NB_t + NC_t$. Nach der Verwendung der diskontierenden Faktoren bei einem angenommenen Diskontsatz r , entsprechend für die Jahreswerte NV_t , wird der diskontierte Nettonutzen NV_t für alle Jahre der untersuchten Periode summiert, und man erhält den Wert NPV_r (diskontierter Nettogewinn, diskontierter Nettowert).

In der oben dargestellten Schätzung des wirtschaftlichen Effektes werden sowohl die einzelnen Abhängigkeiten der Geschwindigkeit von den Eigenschaften der Straße verwendet (Fig. 2 c und d) als auch der summarische Einfluss auf die Geschwindigkeit der geometrischen und betrieblichen Eigenschaften der Straßendecke (Fig. 2 a und b), als auch die in der *Richtlinie* [4] bestimmten Einheitskosten: Kosten der Benutzer, des Fahrzeugbetriebs, der Emission der toxischen Abgasbestandteile und der Verkehrsunfälle. Der Straßenverwalter erhält bei der Wahl der zu realisierenden Straßenbauarbeiten, in Abhängigkeit von der Anzahl der vorgeschlagenen Reparaturvarianten, einige Kennzahlen B/C . Über die berechneten Kosten der einzelnen Varianten verfügend, kann er die Realisierung der Variante mit dem günstigsten Wert der Kennzahl B/C wählen. Im anderen Fall kann der Straßenver-

walter z.B. einschätzen, was sich auf der gegebenen Straße besser lohnt. Der Straßenverwalter kann wählen, ob es günstiger sein wird die Reparatur nur der Straßendecke zu wählen, die nach diagnostischen Untersuchungen in die Klasse D eingestuft worden ist (kritischer Zustand), oder er kann auch die Zunahme der Straßenbelastung durch den Verkehr in den kommenden Jahren zusätzlich berücksichtigen und entscheiden, dass es im gegebenen Fall effektiver sein wird, die Straße breiter zu machen und die befestigten Randstreifen zu bauen. In beiden genannten Fällen werden zuerst die prognostizierten Geschwindigkeiten für beide Varianten geschätzt und danach die davon abhängigen Kosten des Umweltschutzes, Kosten der Benutzer, Betriebskosten der Fahrzeuge und der prognostizierten Verkehrsunfälle. Die erzielten Werte der Kennzahl B/C können eine Grundlage für Treffen die Entscheidung über Reparatur oder Umbau auf Grundlage der geschätzten Gebrauchswerte darstellen.

Die Differenz zwischen der vorgeschlagenen Methode der Bewertung der Gebrauchswerte und der in der *Richtlinie* [4] dargestellten Methode liegt darin, dass in dieser Methode vor allem das Modell der Geschwindigkeitsschätzung auf Straßen mit drei Querschnittstypen bei verschiedenen Werten der Kurvigkeit der Strecke, der Sichtweite, des horizontalen Bogenradius und des Verschwenkungswinkels der Strecke, der Längsneigung, der Entfernung der Seitenhindernisse, der Längs- und Querebenflächigkeit, der Antischleudereigenschaften und des unterschiedlichen Zustandes der Bodenrandstreifen verwendet wird. Dagegen, in der bisherigen Straßenwesenpraxis, werden alle wirtschaftlichen Berechnungen auf Grundlage der *Richtlinie* [4] in Abhängigkeit von der mittleren freien Geschwindigkeit ausgeführt, die sich hauptsächlich lediglich mit einigen geometrischen Parametern der Straße identifiziert und eine Reihe der betrieblichen und Instandhaltungseigenschaften nicht widerspiegelt.

LITERATUR

- [1] Datka St., Suchorzewski W., Tracz M.: *Inżynieria ruchu*, [Straßenverkehrstechnik], WKŁ wyd. 2, Warszawa 1997
- [2] Godlewski D.: *Zagadnienia systemowe związane z utrzymaniem jezdni drogowych*. [Systemprobleme im Zusammenhang mit der Erhaltung der Straßenfahrbahnen], Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1991
- [3] *System oceny stanu nawierzchni SOSN*, [System der Bewertung des Straßenzustandes], Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych, Warszawa 2002
- [4] Szrajber J, Kretkiewicz B.: *Instrukcja oceny efektywności ekonomicznej przedsięwzięć drogowych i mostowych*, [Richtlinie für die Bewertung der wirtschaftlichen Effektivität der Straßen- und Brückenbauvorhaben], Instytut Badawczy Dróg i Mostów, Warszawa 2000

THE SELECTION OF ROAD REPAIR OR RECONSTRUCTION WITH REGARD TO UTILISABLE VALUES

Currently the decision concerning the type of road surface repair is undertaken on the basis of results of diagnostic research, and the decision concerning the range of prospective reconstruction of a section of a given road is made on the basis of traffic capacity and safety conditions. In neither case is an estimation of the anticipated advantages made, with the result that it remains unclear as to whether the utilisable values of the road were increased after repair or

reconstruction. The only evidence of improvement is the number of road accidents which take place following the repair or reconstruction. At the Szczecin University of Technology, a method of estimation of the utilisable values considering the geometric parameters of the road and exploitation characteristics of the pavement has been developed, which allows the speeds in both cases to be estimated, i.e. “before” and “after” the road work. The result of the estimation of the utilisable values is the economic effect obtained, which includes the following costs: natural environment protection, users, vehicle use and predicted road accidents.

Keywords: road surface repair, reconstruction road, utilisable values, natural environment protection, vehicle use, predicted road accidents.

WYBÓR RODZAJU REMONTU LUB PRZEBUDOWY DROGI ZE WZGLĘDU NA JEJ WARTOŚCI UŻYTKOWE

Obecnie decyzję o rodzaju remontu nawierzchni podejmuje się na podstawie wyników z badań diagnostycznych, a decyzję o zakresie ewentualnej przebudowy fragmentu drogi na podstawie warunków przepustowości i bezpieczeństwa ruchu. W jednym i drugim przypadku nie wykonuje się żadnego szacowania oczekiwanych korzyści, tj. czy rzeczywiście w wyniku przebudowy lub remontu poprawiły się wartości użytkowe drogi. Jedynym świadectwem uzyskanej poprawy jest liczba wypadków drogowych, jakie zdarzyły się po wykonanym remoncie lub przebudowie. W Politechnice Szczecińskiej opracowano metodę oceny wartości użytkowych ze względu na parametry geometryczne drogi i cechy eksploatacyjne nawierzchni, pozwalającą szacować prędkości w obu porównywanych przypadkach, tj. „przed” i „po” wykonaniu prac drogowych. Wynikiem oceny wartości użytkowych jest uzyskany efekt ekonomiczny, na który składają się koszty: ochrony środowiska, użytkowników, eksploatacji pojazdów i prognozowanych wypadków drogowych.

Słowa kluczowe: rodzaj remontu, przebudowa drogi, wartości użytkowe, wypadki drogowe, prędkość, ochrona środowiska, eksploatacja pojazdów.