

GENERALNA DYREKCJA DRÓG KRAJOWYCH I AUTOSTRAD
Biuro Studiów

WYTYCZNE STOSOWANIA
„Systemu Oceny Stanu Nawierzchni Betonowych
/SOSN-B/”

Załącznik 1

**Zasady ciągłego obmiaru uszkodzeń i oceny stanu
nawierzchni betonowych metodą oceny wizualnej
w Systemie Oceny Stanu Nawierzchni Betonowych
/SOSN-B/**

OPRACOWANIE:

dr Andrzej Janowski
mgr inż. Stanisław Szpinek

Opiniodawca:

Politechnika Wroclawska Zakład Dróg i Lotnisk – prof. dr hab. inż. Antoni Szydło

WARSZAWA
Styczeń 2007

Spis treści

1. Przedmiot zasad.....	3
1.1. Podstawowe określenia	3
2. Metoda oceny wizualnej nawierzchni	3
3. Inwentaryzacja uszkodzeń nawierzchni	3
3.1. Założenia	3
3.2. Opis uszkodzeń.....	4
3.2.1. Pęknięcie pojedyncze podłużne lub ukośne	4
3.2.2. Pęknięcie pojedyncze poprzeczne.....	5
3.2.3. Płyta połamana	6
3.2.4. Uszkodzenie narożnika	6
3.2.5. Pęknięcie przy krawędzi	7
3.2.6. Wykruszenie szczeliny	8
3.2.7. Uszkodzenia powierzchni	8
3.2.8. Wadliwe uszczelnienie	9
3.2.9. Łata	10
3.2.10. Uszkodzenie zbrojenia	10
3.3. Przebieg inwentaryzacji uszkodzeń.....	10
4. Ocena stanu spękań i stanu powierzchni nawierzchni	11
4.1. Obliczanie wskaźników stanu spękań i stanu nawierzchni	11
4.2. Klasyfikacja stanu spękań i stanu powierzchni dla odcinka pomiarowego	14
4.3. Ocena dla drogi (odcinka), ciągu drogowego lub sieci dróg.....	14
5. Struktura zbioru wejściowego SOSN.....	15
6. Przykład oceny wybranego odcinka drogi	16
7. Sprzęt pomiarowy.....	17
7.1. Elementy systemu SOWA-2	17
7.2. Obsługa rejestratora uszkodzeń.....	17
7.2.1. Rejestracja.....	19
7.2.2. Ustawienia.....	19
7.2.3. Kalibracja	19
7.2.4. Transmisja.....	19
7.2.5. Przeglądanie.....	19
7.2.6. Stan pamięci.....	19
7.2.7. Kasowanie.....	19
7.2.8. Data i czas	19

1. Przedmiot zasad

Przedmiotem zasad są zalecenia odnośnie wykonywania obmiaru uszkodzeń i oceny wskaźnikowej stanu nawierzchni betonowych sieci dróg krajowych w Systemie Oceny Stanu Nawierzchni Betonowych (SOSN-B) do planowania remontów na poziomie sieci.

1.1. Podstawowe określenia

Stan spękań – cecha nawierzchni charakteryzująca stopień jej zużycia strukturalnego i funkcjonalnego, stanowiąca przesłankę do określenia utraty nośności nawierzchni betonowej.

Stan powierzchni – cecha nawierzchni charakteryzująca stopień funkcjonalnego zużycia nawierzchni betonowych.

Zakres występowania uszkodzeń – miara ilości uszkodzeń na inwentaryzowanym odcinku drogi.

Stopień szkodliwości uszkodzeń – jakościowa ocena inwentaryzowanych uszkodzeń.

Odcinek pomiarowy – odcinek drogi, dla którego wyznaczono ocenę wizualną. Odcinek pomiarowy posiada długość 1 km jednakże, w szczególnych przypadkach¹, może być on krótszy.

Ciągła ocena wizualna nawierzchni – wskaźnikowa ocena stanu spękań i stanu powierzchni nawierzchni odcinka drogi o dowolnej długości, na podstawie obmiaru uszkodzeń nawierzchni występujących na całej długości tego odcinka.

2. Metoda oceny wizualnej nawierzchni

Ocena wizualna polega na interpretacji wyników wizualnej inwentaryzacji uszkodzeń nawierzchni przeprowadzonej na całej długości odcinka pomiarowego. Na najbardziej obciążonym pasie ruchu rejestruje się opisane w rozdziale 3.2. rodzaje uszkodzeń z uwzględnieniem ich stopnia szkodliwości. Jeżeli szerokość pasa jest większa niż szerokość płyt, należy zinwentaryzować obydwa rzędy płyt tworzące pas ruchu. Dane z inwentaryzacji podlegają przetwarzaniu z zastosowaniem procedur opisanych w rozdziale 4.1. Obliczany jest zakres i punktacja dla poszczególnych uszkodzeń a następnie obliczane są wskaźniki stanu spękań i stanu powierzchni. Stan nawierzchni drogi klasyfikuje się zgodnie z kryteriami podanymi w rozdziałach 4.2 i 4.3..

3. Inwentaryzacja uszkodzeń nawierzchni

3.1. Założenia

Ocena wizualna odbywa się w oparciu o inwentaryzację wymienionych w Tabeli 1 rodzajów uszkodzeń nawierzchni betonowych.

Zidentyfikowane uszkodzenie przypisuje się jednej, uszkodzonej płycie. Jeśli na płycie występuje kilka uszkodzeń tego samego rodzaju o różnej szkodliwości, rejestrowana jest szkodliwość większa.

¹ Koniec betonowego fragmentu drogi, krótki fragment o charakterze wstawki.

Tabela 1. Uszkodzenia identyfikowane w systemie SOWA-2.

Lp.	Uszkodzenie	Rozróżnienie szkodliwości*	Miara	Oznaczenie skrótowe
1	Pęknięcie pojedyncze podłużne/ukośne	Tak	szt.	PL
2	Pęknięcie pojedyncze poprzeczne	Tak	szt.	PT
3	Połamana płyta		szt.	BS
4	Pęknięcie przy krawędzi	Tak	szt.	PK
5	Uszkodzone zbrojenie		szt.	UZ
6	Wadliwe uszczelnienie		szt.	WU
7	Uszkodzenie narożnika	Tak	szt.	UN
8	Wykruszenie szczeliny	Tak	szt.	WS
9	Uszkodzenia powierzchni (pęknięcia powierzchniowe, złuszczenia, ubytki)		szt.	UP
10	Łata		szt.	LA

* Szkodliwość określa się jako małą lub dużą, zgodnie z definicjami podanymi dla każdego rodzaju uszkodzenia.

3.2. Opis uszkodzeń

Dla każdego rodzaju uszkodzenia, dla którego wyróżnia się szkodliwość, podano cechy wyróżniające mały lub duży stopień szkodliwości.

Aby uszkodzeniu przypisać szkodliwość małą muszą być spełnione **wszystkie** cechy tego stopnia szkodliwości, w wypadku szkodliwości dużej wystarczy spełnienie **jednej** cechy.

Wszystkie uszkodzenia nawierzchni betonowych są uszkodzeniami punktowymi tzn. są zliczane a ich rozmiarów nie określa się.

3.2.1. Pęknięcie pojedyncze podłużne lub ukośne

Opis.

Pęknięcia zmęczeniowe przebiegające w przybliżeniu wzdłuż lub ukośnie do kierunku poruszania się pojazdów, dzielą płytę na dwie lub trzy części, (patrz Rys. 1.).

Szkodliwość.

Szkodliwość mała:

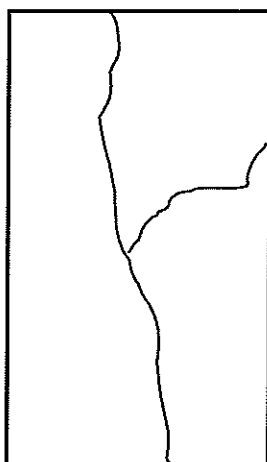
- szerokość pęknięcia < 3 mm *i*
- szerokość obszaru wykruszeń i towarzyszących pęknięć < 10 cm *i*
- uskok między krawędziami pęknięcia < 5 mm,
lub
- prawidłowo uszczelnione o nieokreślonej szerokości.

Szkodliwość duża:

- szerokość pęknięcia ≥ 3 mm
lub
- szerokość obszaru wykruszeń i towarzyszących pęknięć ≥ 10 cm,
lub
- uskok między krawędziami pęknięcia ≥ 5 mm.

Procedura zliczania.

Zidentyfikowane pęknięcie przypisywane jest jednej, uszkodzonej płycie.

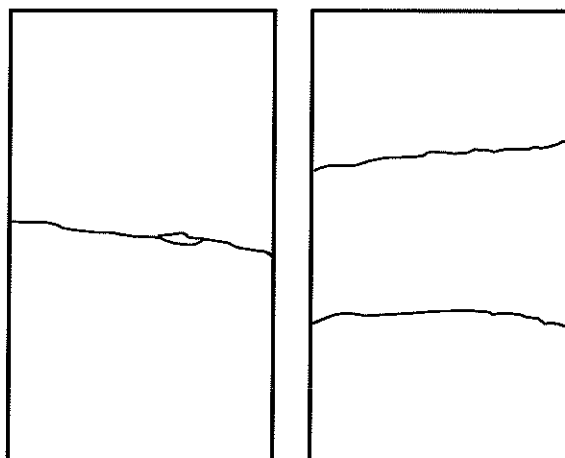


Rys. 1. Schematyczna ilustracja pęknięć pojedynczych podłużnych i ukośnych.

3.2.2. Pęknięcia pojedyncze poprzeczne

Opis.

Pęknięcia przebiegające w przybliżeniu poprzecznie do kierunku poruszania się pojazdów², dzielą płytę na dwie lub trzy części, Rys. 2.



Rys. 2. Schematyczna ilustracja pęknięć pojedynczych poprzecznych.

Szkodliwość.

Szkodliwość mała:

- szerokość pęknięcia $< 3 \text{ mm}$ i
- szerokość obszaru wykruszeń i towarzyszących pęknięć $< 10 \text{ cm}$ i
- uskok między krawędziami pęknięcia $< 5 \text{ mm}$,
lub
- prawidłowo uszczelnione o nieokreślonej szerokości i
- brak wysadziny przy pęknięciu i
- tylko jedno pęknięcie.

Szkodliwość duża:

- szerokość pęknięcia $\geq 3 \text{ mm}$

² Przyczyną powstawania pęknięć tego typu są naprężenia wywoływane rozszerzalnością cieplną betonu i gradientem temperatury w płycie lub skurczem podczas wiązania betonu.

- lub*
- szerokość obszaru wykruszeń i towarzyszących pęknięć ≥ 10 cm
- lub*
- uskok między krawędziami pęknięcia ≥ 5 mm
- lub*
- wysadzina towarzysząca pęknięciu
- lub*
- dwa pęknięcia, niezależnie od stopnia szkodliwości każdego z nich osobno.

Procedura zliczania.

Zidentyfikowane pęknięcie przypisywane jest jednej, uszkodzonej płycie.

3.2.3. Płyta połamana

Opis.

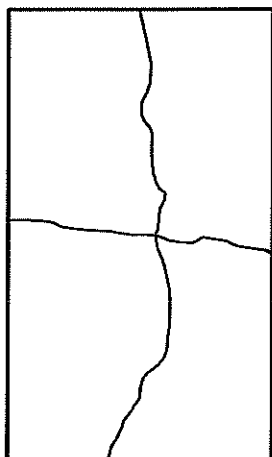
Przecinające się pęknięcia zmęczeniowe dzielą płytę na cztery lub więcej fragmentów, Rys. 3.

Szkodliwość.

Nie wyróżnia się stopni szkodliwości.

Procedura zliczania.

Zidentyfikowane pęknięcie przypisywane jest jednej, uszkodzonej płycie.



Rys. 3. Schematyczna ilustracja połamania płyty.

3.2.4. Uszkodzenie narożnika

Opis.

Pęknięcie lub wykruszenia z towarzyszącymi im pęknięciami, przecinające krawędzie płyty w odległościach od narożnika nie większych niż 1 m, przecinają boczne powierzchnie płyty (patrz Rys. 4.).

Szkodliwość.

Szkodliwość mała:

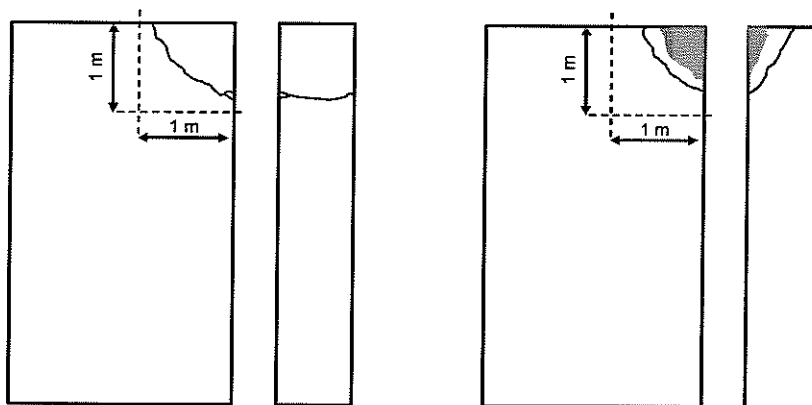
- pojedyncze pęknięcie bez wykruszeń oraz luźnego materiału i szerokość pęknięcia < 3 mm *lub*
- prawidłowo uszczelnione o nieokreślonej szerokości.

Szkodliwość duża:

- pęknięcie silnie wykruszone z luźnymi lub brakującymi fragmentami
lub
- szerokość pęknięcia ≥ 3 mm
lub
- wielokrotne pęknięcia
lub
- wykruszenie narożnika.

Procedura zliczania.

Zidentyfikowane uszkodzenie narożnika przypisywane jest jednej, uszkodzonej płycie. Jeżeli występuje więcej niż jedno uszkodzenie narożnika i charakteryzują się one różnymi szkodliwościami, rejestruje się wyższy stopień szkodliwości.



Rys. 4. Schematyczna ilustracja uszkodzeń naroży płyty (Uwaga: operator widzi tylko obraz przedstawiony w lewych częściach rysunków).

3.2.5. Pęknięcie przy krawędzi

Opis.

Pęknięcia zmęczeniowe w przybliżeniu równoległe do krawędzi albo pęknięcia w odległości do 50 cm od krawędzi. Wypiętrzenia (wysadziny) odłamanych fragmentów płyty³, Rys. 5.

Szkodliwość.

Szkodliwość mała:

- pęknięcia występują wzdłuż mniej niż $\frac{1}{4}$ długości lub szerokości płyty *i*
- fragmenty mocno trzymające się, mogą być lekko przemieszczone, otoczone pęknięciami małej szkodliwości *i*
- wpływ na równość nawierzchni jest niewielki.

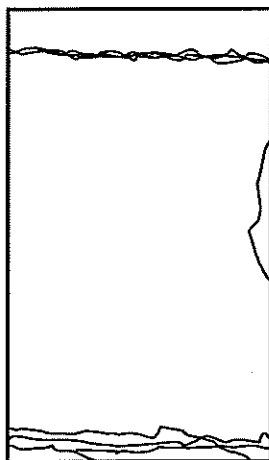
Szkodliwość duża:

- pęknięcia występują na znacznej części krawędzi płyty (ponad $\frac{1}{4}$ długości lub szerokości)
lub
- fragmenty są wyraźnie określone i łatwo dają się wyjmować
lub
- mają znaczący wpływ na równość.

³ Uszkodzenia powstają przeważnie w wyniku procesów zamarzania i rozmarzania oraz pod wpływem wysokich temperatur gdy obce, nieściśliwe ciała w szczelinach lub pęknięciach uniemożliwiają ekspansję płyty.

Procedura zliczania.

Zidentyfikowane uszkodzenie szczeliny przypisywane jest jednej, uszkodzonej płycie. Jeżeli wypiętrzenie dotyczy obydwóch stron szczeliny należy rejestrować je dla każdej płyty. Jeżeli pęknięcia występujące przy więcej niż jednej szczelinie są różnych szkodliwości, rejestruje się wyższy stopień szkodliwości.



Rys. 5. Schematyczna ilustracja pęknięć przy szczelinie.

3.2.6. Wykruszenie szczeliny

Opis.

Wykruszenia i obłamania w odległości do 10 cm od krawędzi szczeliny. Zazwyczaj nie sięgają na całą głębokość lecz przecinają boczną powierzchnię płyty.

Szkodliwość.

Szkodliwość mała:

- krawędź jest odłamana pęknięciami małej szkodliwości *i*
- w szczelinie nie ma dużej liczby ruchomych fragmentów.

Szkodliwość duża:

- krawędź jest odłamana pęknięciami dużej szkodliwości
lub
- w szczelinie jest duża liczba ruchomych fragmentów.

Procedura zliczania.

Jeżeli zidentyfikowane uszkodzenie dotyczy krawędzi jednej płyty, przypisywane jest jednej, uszkodzonej płycie. Jako szkodliwość przyjmuje się większą z występujących. W przypadku, gdy uszkodzone są obydwie przylegające płyty, zliczane są obie.

3.2.7. Uszkodzenia powierzchni

Opis.

Uszkodzenia naruszające górną część płyty:

- siatka pęknięć, pęknięcia blokowe⁴

⁴ Siatka drobnych pęknięć często powstaje podczas wiązania i pielęgnacji betonu a także wskutek reakcji alkalicznej w betonie.

lub

- brakujące, małe (średnica 2 – 10 cm, głębokość 1 – 5 cm) fragmenty materiału, które straciły spójność z resztą płyty⁵. Uwzględnia się jeśli występują średnio 4 szt./m²

lub

- złuszczenie warstwy sięga głębokości 1-2 cm⁶

lub

- wybój, Rys. 6.

Szkodliwość.

Nie wyróżnia się stopni szkodliwości.

Procedura zliczania.

Zidentyfikowane pęknięcie przypisywane jest jednej, uszkodzonej płycie.



Rys. 6. Schematyczna ilustracja pęknięć powierzchniowych.

3.2.8. Wadliwe uszczelnienie

Opis.

Brak uszczelnienia w szczelinie umożliwiającą gromadzenie się w szczelinie nieściśliwych materiałów i przedostawanie się wody. Do najczęstszych wad uszczelnienia należy:

- wyrwanie,
- wypchnięcie,
- wciśnięcie uszczelnienia,
- porośnięcie roślinnością,
- stwardnienie wypełniacza,
- odklejenie od brzegów płyt,
- rozsunięcie się płyt.

Szkodliwość.

Nie wyróżnia się stopni szkodliwości.

Procedura zliczania.

Uszkodzenie nie przypisuje się konkretnej płycie. Należy zliczać również wadliwe uszczelnienia szczelin podłużnych.

⁵ Ubytki powstają na skutek procesów zamarzania i odmarzania lub zachodzenia reakcji chemicznych w betonie.

⁶ Złuszczenia powstają na skutek istnienia pęknięć skurczowych, działania soli odladzających, procesów zamarzania i odmarzania

3.2.9. Łata

Opis.

Obszar, na którym usunięto pierwotny materiał i zastąpiono go mieszanką mineralno asfaltową lub innym materiałem, także wycięcia pod urządzenia infrastruktury.

Szkodliwość.

Nie wyróżnia się stopni szkodliwości.

Procedura zliczania.

Zidentyfikowana łata lub łaty przypisywane są jednej, uszkodzonej płycie.

3.2.10. Uszkodzenie zbrojenia

Opis.

Poluzowanie (także odsłonięcie) lub pęknięcie stali zbrojeniowej.

Szkodliwość.

Nie wyróżnia się stopni szkodliwości.

Procedura zliczania.

Jeżeli zidentyfikowane uszkodzenie dotyczy jednej płyty, przypisywane jest jednej, uszkodzonej płycie. W przypadku gdy uszkodzone są obydwie przylegające płyty, zliczane są obie.

3.3. Przebieg inwentaryzacji uszkodzeń

Inwentaryzację wykonują zespoły pomiarowe powołane przez Oddziały Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad. Zespół wyposażony jest w samochód dostawczy z którego wykonywana jest inwentaryzacja oraz w elektroniczny rejestrator uszkodzeń nawierzchni. Samochód posiada zainstalowany czujnik do pomiaru dystansu i specjalne gniazdo zasilania, do którego w czasie wykonywania pomiaru podłączany jest rejestrator.

Inwentaryzacja wykonywana jest w sposób ciągły, na odcinkach o dowolnej długości. Inwentaryzacji poddaje się nawierzchnię na jednym, najbardziej obciążonym pasie ruchu każdej jezdni.

Uwaga: Inwentaryzacji podlega jeden rząd płyt!

Zabezpieczenie pracy w terenie powinno być takie samo jak na drogach o nawierzchniach bitumicznych (System Oceny Stanu Nawierzchni SOSN. Wytyczne Stosowania - Załącznik A, GDDP, 2002). W trakcie wykonywania inwentaryzacji należy stosować się do aktualnie obowiązujących przepisów w zakresie uczestnictwa pojazdów w ruchu drogowym tj.: Prawa o ruchu drogowym oraz Rozporządzeń wydawanych przez właściwe jednostki administracji publicznej.

Do prowadzenia inwentaryzacji uszkodzeń stosuje się rejestrator SOWA-2, którego obsługę opisano w rozdziale 7.

Przed przystąpieniem do inwentaryzacji operator wprowadza informacje dotyczące numeru drogi i odcinka, kilometrażu początku rejestracji, średniej długości płyty na inwentaryzowanym odcinku oraz pozostałe informacje dodatkowe.

Inwentaryzację (w tym pomiar dystansu) należy rozpoczynać od początku płyty. Automatyczne zliczanie płyt zaczyna się od początku inwentaryzowanego odcinka oraz po każdym wprowadzonym przez operatora kodzie początku płyty. Jeśli wymagane jest precyzyjne przypisanie uszkodzeń do konkretnych płyt, operator powinien rejestrować początek każdej płyty.

Duża precyzja przestrzenna konieczna jest tylko przy rejestracji początków płyt, natomiast w przypadku każdego innego uszkodzenia wystarczy, że zostanie ono odnotowane w obrębie płyty.

Rejestrowane są wszystkie dostrzeżone uszkodzenia. Również odcinki bardzo silnie zniszczone powinny być inwentaryzowane według pełnej procedury gdyż chodzi o uzyskanie jak najpełniejszej obiektywnej wiedzy o stanie nawierzchni.

Należy rozróżnić łątę asfaltową i nawierzchnię betonową pokrytą cienkim dywanikiem bitumicznym lub utwaleniem powierzchniowym. Nawierzchnię taką traktuje się jak nawierzchnię betonową i w miarę możliwości identyfikuje się widoczne uszkodzenia z uszkodzeniami charakterystycznymi dla nawierzchni betonowych. W tym wypadku inwentaryzowanie uszkodzeń powierzchni jest niemożliwe. Łata asfaltowa to obszar gdzie fragment nawierzchni betonowej został zastąpiony lub uzupełniony mieszanką mineralno – asfaltową lub innym materiałem. Na odcinku drogi o nawierzchni nominalnie betonowej fragment będący łątą, niezależnie od długości i szerokości, inwentaryzuje się jako łątę.

4. Ocena stanu spękań i stanu powierzchni nawierzchni

W pierwszej kolejności wyznacza się zakres uszkodzenia: jest to procentowo wyrażona liczba płyt, na której występuje określone uszkodzenie do liczby wszystkich płyt na inwentaryzowanym odcinku stumetrowym (hektometrowym). W szczególnych przypadkach⁷ zakres może być wyznaczany dla odcinka krótszego niż 100 m. W dalszej kolejności wykonywane są następujące kroki:

- obliczenie punktów dla poszczególnych rodzajów uszkodzeń i stopni szkodliwości,
- obliczenie punktów dla poszczególnych rodzajów uszkodzeń bez rozróżnienia stopni szkodliwości,
- obliczenie punktów osobno dla wszystkich uszkodzeń dających wkład do wskaźnika n i osobno do wskaźnika p ,
- obliczenie wartości wskaźników n i p dla hektometrów,
- obliczenie miarodajnych wartości wskaźników n i p dla odcinków pomiarowych.

4.1. Obliczanie wskaźników stanu spękań i stanu nawierzchni

Inwentaryzowane są wszystkie uszkodzenia zauważone przez operatora. Do oceny brane są jednak pod uwagę tylko uszkodzenia o najwyższej pozycji w hierarchii wg Tabeli 2. Jeżeli na odcinku odpowiadającym długości płyty znajduje się więcej niż jedno uszkodzenie o tej samej pozycji w hierarchii, wszystkie są uwzględniane w obliczeniach. Hierarchia uszkodzeń jest uwzględniana automatycznie w procesie przetwarzania danych źródłowych.

Oceny dokonuje się na podstawie miarodajnych wartości wskaźnika stanu strukturalnego (spękań) n i wskaźnika stanu powierzchni p .

⁷ Koniec betonowego fragmentu drogi, krótki fragment o charakterze wstawki.

Tabela 2. Hierarchia uszkodzeń nawierzchni z betonu cementowego.

Ranking	Grupa uszkodzeń	Uszkodzenie
1	Uszkodzenia wpływające na stan strukturalny i funkcjonalny	Połamana płyta
		Pęknięcie pojedyncze poprzeczne dużej szkodliwości
		Uszkodzone zbrojenie
2	Uszkodzenia wpływające na stan strukturalny	Pęknięcie pojedyncze poprzeczne małej szkodliwości
		Pęknięcie pojedyncze podłużne/ukośne
3	Uszkodzenia związane z krawędziami	Pęknięcie przy krawędzi
		Uszkodzenie narożnika
		Wykruszenie szczeliny
		Wadliwe uszczelnienie
4	Wady powierzchni	Łata
		Uszkodzenia powierzchni

Do obliczania wskaźnika pęknięć n bierze się pod uwagę:

- pęknięcia pojedyncze,
- połamane płyty,
- uszkodzenia narożnika,
- pęknięcia przy krawędzi,
- wadliwe uszczelnienie,
- uszkodzone zbrojenie.

Do obliczania wskaźnika stanu powierzchni p bierze się pod uwagę:

- uszkodzenia narożnika⁸,
- wykruszenia szczelin,
- uszkodzenia powierzchni,
- łaty.

Punktacja poszczególnych rodzajów uszkodzeń z rozróżnieniem stopni szkodliwości wykonywana jest według wzoru (1):

$$(1) \quad P_{ij} = a_{ij} \cdot S_{ij}^{b_{ij}} \cdot f$$

gdzie: S_{ij} jest zakresem uszkodzenia na ocenianym odcinku hektometrowym wyrażony w % (definicja zakresu – patrz wyżej),

a_{ij}, b_{ij} są parametrami podanymi w Tabela 3,

i wskazuje rodzaj uszkodzenia ($i = PL, PT, BS, UN, PK, WS, UP, WU, LA, UZ$, symbole uszkodzeń wg Tabela 1),

j wskazuje szkodliwość uszkodzenia ($j = M, D$),

f współczynnik zależny od natężenia ruchu (Tabela 4).

Indeks j pomija się jeśli stopień szkodliwości nie jest wyróżniany.

⁸ Uszkodzenie narożnika jest wliczane zarówno do wskaźnika pęknięć jak i stanu powierzchni.

Tabela 3. Parametry punktacji uszkodzeń.

Lp.	Uszkodzenie	Wsk.	a		b	
			przy szkodliwości		przy szkodliwości	
			M	D	M	D
1	Pęknięcie pojedyncze podłużne/ukośne	n	4.2	8.4	0.5	0.5
2	Pęknięcie pojedyncze poprzeczne	n	4.2	14.0	0.5	0.5
3	Połamana płyta	n	14.0		0.5	
4	Pęknięcie przy krawędzi	n	2.1	7.0	0.5	0.5
5	Uszkodzone zbrojenie	n	8.4		0.5	
6	Wadliwe uszczelnienie	n	7.0		0.5	
7	Uszkodzenie narożnika	n/p	2.1	7.0	0.5	0.5
8	Wykruszenie szczeliny	p	1.4	7.0	0.5	0.5
9	Uszkodzenia powierzchni	p	4.2		0.5	
10	Łata	p	2.1		0.5	

Tabela 4. Wpływ natężenia ruchu.

Natężenie ruchu [osie obliczeniowe 100 kN/dobę/pas ruchu]	f
do 140	0.80
141 ÷ 270	0.85
271 ÷ 570	0.90
571 ÷ 860	0.95
powyżej 860	1.00

Przy punktacji poszczególnych rodzajów uszkodzeń bez rozróżniania stopni szkodliwości dominujące znaczenie ma szkodliwość, uzyskująca na danym hektometrze większą liczbę punktów. Punktacja jest liczona według wzoru (2):

$$(2) \quad P_i = 0.9 \cdot P_{ij_{\max}} + 0.1 \cdot \sum_j P_{ij}$$

gdzie: $P_{ij_{\max}} = \max(P_{iD}, P_{iM})$, punkty P_{iD} , P_{iM} są obliczane z wzoru (1).

Ostatecznie, w punktacji wszystkich uszkodzeń, dominujące znaczenie ma uszkodzenie uzyskujące na danym hektometrze największą liczbę punktów. Punktacja jest liczona według wzoru (3):

$$(3) \quad P = 0.9 \cdot P_{i_{\max}} + 0.1 \cdot \sum_i P_i$$

gdzie: $P_{i_{\max}} = \max(P_{PL}, P_{PT}, P_{BS}, P_{UN}, P_{PK}, P_{WU}, P_{UZ})$ przy obliczeniach wskaźnika n,
 $P_{i_{\max}} = \max(P_{UN}, P_{WS}, P_{UP}, P_{LA})$ przy obliczeniach wskaźnika p,
punkty P_i są obliczane z wzoru (2).

Wartość wskaźnika obliczana jest według wzoru (4):

$$(4) \quad n = \max\left(1 - \frac{P_n}{100}, 0\right)$$

$$p = \max\left(1 - \frac{P_p}{100}, 0\right)$$

gdzie: P_n , P_p jest punktacją uszkodzeń obliczaną jest wg wzoru (3) odpowiednio dla wskaźnika n i p.

Odcinkom pomiarowym przypisuje się miarodajną wartość wskaźnika obliczaną według wzoru (5):

$$(5) \quad n_m = E(n) - \alpha \cdot D(n)$$

$$p_m = E(p) - \alpha \cdot D(p)$$

gdzie: $E(n)$, $D(n)$ i $E(p)$, $D(p)$ jest odpowiednio wartością średnią i odchyleniem standardowym zbioru wskaźników dla odcinków stumetrowych wchodzących w skład odcinka pomiarowego,
 α jest parametrem, ustalonym obecnie na 0.3.

Jeśli oceniany pas ruchu tworzony jest z dwóch rzędów płyt, wówczas do oceny miarodajnej wg wzoru (5) wybiera się gorszą z odpowiadających sobie ocen hektometrowych.

4.2. Klasyfikacja stanu spękań i stanu powierzchni dla odcinka pomiarowego

Wartości liczbowe kryteriów uzależniono od kategorii ruchu na drodze. Przyjęto jednakowe wartości dla ocen stanu spękań i stanu powierzchni. Kryteria te wyrażone są wartościami miarodajnych wskaźników spękań n_m i stanu powierzchni p_m dla poszczególnych klas stanu nawierzchni (Tabela 5).

Tabela 5. Graniczne wartości wskaźników n_m i p_m dla poszczególnych klas stanu nawierzchni dla dróg klasy A, S, GP, G

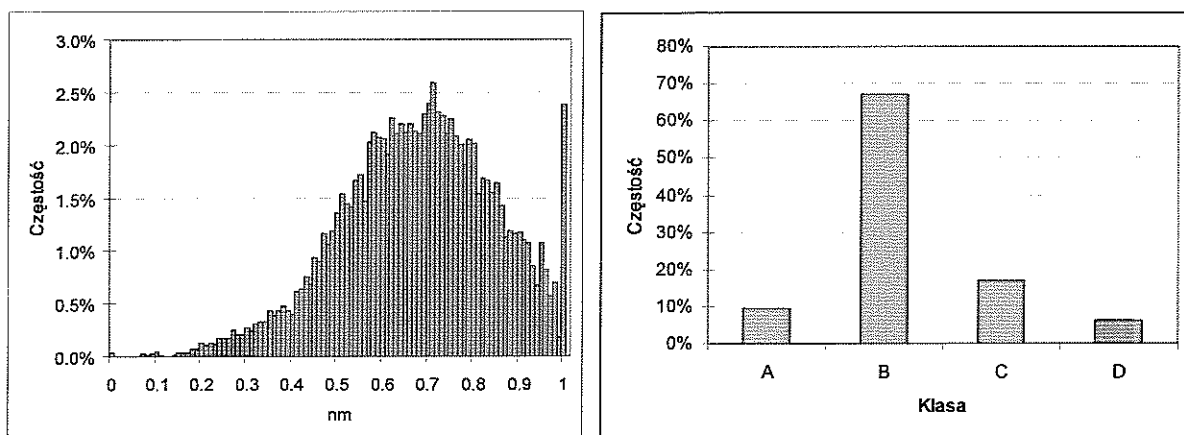
Klasa	Wskaźniki n_m i p_m
A	więcej niż 0,90
B	0,56 ÷ 0,90
C	0,41 ÷ 0,55
D	0,40 lub mniej

Klasyfikacji stanu nawierzchni dla odcinka pomiarowego dokonuje się poprzez porównanie wyliczonych wartości wskaźników n_m i p_m z wartościami granicznymi.

Przykładowe klasy wyznaczone dla odcinka pomiarowego są przedstawiane w Tabeli 8 i Tabeli 9 w rozdziale 6.

4.3. Ocena dla drogi (odcinka), ciągu drogowego lub sieci dróg

W systemowej ocenie stanu spękań i stanu powierzchni sieci dróg lub jej fragmentu należy posługiwać się zestawieniami (rozkładami) miarodajnych wskaźników n_m i p_m dla odcinków pomiarowych. Dwa sposoby prezentacji takiej oceny przedstawiono na Rys. 7, przy czym do klasyfikacji stanu należy przyjmować skalę podaną w Tabeli 6.



Rys. 7. Dwa sposoby przedstawienia zestawienia miarodajnej wartości wskaźnika n_m dla odcinków pomiarowych (analogicznie dla wskaźnika p_m).

Jeżeli znane są miarodajne wskaźniki dla odcinków pomiarowych, wówczas do oceny stanu drogi, ciągu drogowego lub sieci dróg wykorzystuje się średnią arytmetyczną:

$$(6) \quad E[w] = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N w_i$$

gdzie: w_i jest wskaźnikiem spękań n_m lub stanu powierzchni p_m

N jest liczbą wszystkich wskaźników.

Jeżeli dostępna jest informacja bardziej ogólna w postaci zestawienia (rozkładu) klas stanu nawierzchni, wówczas wykorzystuje się średnią ważoną obliczaną według wzoru:

$$(7) \quad E[w] = \frac{\sum_{i=1}^4 w_i^0 \cdot x_i}{\sum_{i=1}^4 x_i}$$

gdzie: x_i jest liczbą ocen należących do klasy i .

w_i^0 jest reprezentatywną wartością wskaźnika dla klasy i (Tabela 6).

Tabela 6. Reprezentatywne wartości wskaźników w poszczególnych klasach

Klasa	A	B	C	D
Wartość reprezentatywna w^0	0.955	0.730	0.480	0.200

5. Struktura zbioru wejściowego SOSN

Plik wejściowy SOSN zawiera wszystkie dane dla jednej drogi. Plik ten zapisywany jest w trybie tekstowym. W nagłówku są zawarte ogólne dane o źródłowych zbiorach inwentaryzacyjnych, które posłużyły do utworzenia danego pliku wejściowego SOSN. W części głównej są zawarte wyniki obmiaru, punktacja uszkodzeń i wskaźniki stanu.

Nazwa zbioru wejściowego: **OBxxxxxx.Ryy**

gdzie

xxxxxx jest numerem drogi (1 – 6 znaków),
yy jest rokiem wykonania inwentaryzacji.

Tabela 7. Plik wejściowy SOSN

NAGŁÓWEK

Zawartość pola	Pierwsza kolumna	Długość	Część ułamkowa
„*” służy do identyfikacji rekordu nagłówka	1	1	-
Nazwa pliku źródłowego	2	12	-
Kierunek inwentaryzacji: N – kierunek zgodny z kilometrażem drogi, M – przeciwny	15	1	-
Data inwentaryzacji DDMRR	17	6	-
Współrzędna początku ocenianego odcinka	24	8	3
Współrzędna końca ocenianego odcinka	33	8	3

CZEŚĆ GŁÓWNA

Zawartość pola	Pierwsza kolumna	Długość	Część ułamkowa
Kilometr	1	4	-
Hektometr	6	1	-
Zakres pęknięć poj. podłużnych małej szkodliwości	8	3	
Zakres pęknięć poj. podłużnych dużej szkodliwości	12	3	
Zakres pęknięć poj. poprzecznych małej szkodliwości	16	3	
Zakres pęknięć poj. poprzecznych dużej szkodliwości	20	3	
Zakres połamania płyt	24	3	
Zakres uszkodzeń narożników małej szkodliwości	28	3	
Zakres uszkodzeń narożników dużej szkodliwości	32	3	
Zakres pęknięć przy krawędzi małej szkodliwości	36	3	
Zakres pęknięć przy krawędzi dużej szkodliwości	40	3	
Zakres wyruszeń szczelin małej szkodliwości	44	3	
Zakres wyruszeń szczelin dużej szkodliwości	48	3	
Zakres uszkodzeń powierzchni	52	3	
Zakres wadliwych uszczelnień	56	3	
Zakres łąt asfaltowych	60	3	
Zakres uszkodzeń zbrojenia	64	3	
Liczba początków płyt	68	3	
Punktacja pęknięć pojedynczych podłużnych	72	6	2
Punktacja pęknięć pojedynczych poprzecznych	79	6	2
Punktacja połamania płyt	86	6	2
Punktacja uszkodzeń narożników	93	6	2
Punktacja pęknięć przy krawędzi	100	6	2
Punktacja wyruszeń szczelin	107	6	2
Punktacja uszkodzeń powierzchni	114	6	2
Punktacja wadliwych uszczelnień	121	6	2
Punktacja łąt asfaltowych	128	6	2
Punktacja uszkodzeń zbrojenia	135	6	2
Wskaźnik stanu spękań n.	142	5	3
Wskaźnik stanu powierzchni p.	148	5	3

6. Przykład oceny wybranego odcinka drogi

Przykład: wyznaczenie oceny stanu spękań dla odcinka autostrady nr 18 od km 70+900 do km 82+000, na którym inwentaryzację uszkodzeń wykonano w sposób ciągły. Wyniki przedstawiono w Tabeli 8 i Tabeli 9.

Tabela 8. Wyznaczenie ocen stanu spękań na kilkukilometrowym odcinku drogi

Odcinek pomiarowy	Hektometr										Wskaźniki dla odcinków pomiarowych	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	n_m	Klasa
Od, km	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	n_m	Klasa
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
70										0.51		
71	0.60	1.00	0.87	0.62	0.74	1.00	0.75	0.65	1.00	0.81	0.72	B
72	0.74	0.71	0.68	0.57	0.66	0.82	0.82	0.81	0.81	0.68	0.70	B
73	0.82	1.00	1.00	1.00	0.81	0.82	0.80	1.00	0.82	0.73	0.85	B
74	0.50	0.65	0.87	0.74	1.00	0.70	0.87	0.67	1.00	1.00	0.75	B
75	1.00	0.87	1.00	0.87	1.00	0.53	0.57	0.87	0.81	1.00	0.80	B
76	1.00	1.00	1.00	0.81	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.96	A

77	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	A
78	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.87	0.81	1.00	1.00	0.81	0.92	A
79	1.00	0.87	1.00	1.00	1.00	1.00	0.87	0.81	0.77	0.87	0.89	B
80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	A
$E[n_m]$											0.86	B

Tabela 9. Zestawienie ocen stanu spełnień na kilkukilometrowym odcinku drogi

Klasa		Zestawienie ocen	Reprezentatywna wartość wskaźnika
1	2	3	4
A	Stan dobry	36.4 %	0.955
B	Stan zadowalający	63.6 %	0.730
C	Stan niezadowalający planowany zabieg remontowy	0.0 %	0.480
D	Stan zły natychmiastowa interwencja	0.0 %	0.200

W kolumnach 2 – 11 Tabeli 8 podane są wartości wskaźnika n wyznaczone dla poszczególnych stumetrowych odcinków badanej drogi. Miarodajne wartości wskaźnika n_m dla każdego kilometrowego odcinka pomiarowego obliczono wg wzoru (5), (Tabela 9, kolumna 12). Klasę odcinków, wyznaczono zgodnie z Tabelą 5, (Tabela 8, kolumna 13).

Ocena dla odcinka drogi, będąca średnią arytmetyczną ocen dla poszczególnych odcinków pomiarowych wg wzoru (6) wynosi:

$$E[n_m] = 0.859 \approx 0.86; \text{ klasa B.}$$

Ocena dla odcinka drogi, szacowana na podstawie zestawienia ocen odcinków pomiarowych, Tabela 9, kolumna 3, wg wzoru (7) wynosi:

$$E[n_m] = 0.955 \times 0.364 + 0.730 \times 0.636 + 0.480 \times 0.000 + 0.200 \times 0.000 = 0.826 \approx 0,83; \text{ klasa B.}$$

Podobnie należy wykonywać obliczenia dla oceny stanu powierzchni na odcinku drogi.

7. Sprzęt pomiarowy

7.1. Elementy systemu SOWA-2

Wspomagany komputerowo System Oceny Wizualnej drogowych nawierzchni betonowych SOWA-2 przeznaczony jest do rejestracji rodzajów uszkodzeń nawierzchni betonowych wymienionych w rozdziale 3.2 oraz przetwarzania danych o nich. System składa się z następujących elementów:

- licznika dystansu,
- elektronicznego rejestratora służącego do zapisu zdarzeń, tj. uszkodzeń nawierzchni i punktów charakterystycznych występujących na odcinku pomiarowym,
- programu służącego do transmisji danych z rejestratora do komputera i ich przetwarzania.

7.2. Obsługa rejestratora uszkodzeń

Rejestrator SOWA-2 przedstawiono na Rys. 8 a znaczenie jego przycisków w Tabeli 10.



Rys. 8. Widok rejestratora SOWA-2

Tabela 10. Lokalizacja uszkodzeń na klawiaturze rejestratora SOWA-2

Pęknięcie podłużne lub ukośne małej szkodliwości	Pęknięcie podłużne lub ukośne dużej szkodliwości	Pęknięcie poprzeczne małej szkodliwości	Pęknięcie poprzeczne dużej szkodliwości
Wykruszenie szczeliny małej szkodliwości	Wykruszenie szczeliny dużej szkodliwości	Pęknięcie przy krawędzi małej szkodliwości	Pęknięcie przy krawędzi dużej szkodliwości
Łata	Uszkodzenia powierzchni	Uszkodzenie narożnika małej szkodliwości	Uszkodzenie narożnika dużej szkodliwości
Punkt referencyjny /Funkcja dowolna 1	Uszkodzone zbrojenie	Wadliwe uszczelnienie	Płyta połamana
Słupki kilometrowy /Funkcja dowolna 2	Funkcja dowolna 3 /Funkcja dowolna 4	Funkcja dowolna 5	Lokalizacja płyty

Przyciski R i K są wykorzystywane do rejestracji koniecznych zdarzeń (punkty referencyjne i słupki kilometrowe) i ich znaczenie nie powinno być zmienione ze względu na konieczność lokalizacji zdarzeń na drodze.

Obsługa rejestratora odbywa się za pomocą pokazywanego na wyświetlaczu menu sterowanego klawiaturą. Bezpośrednio po uruchomieniu wykonywany jest automatycznie autotest, po którym na wyświetlaczu pojawia się menu główne zawierające opcje opisane w następnych rozdziałach.

7.2.1. Rejestracja

„Rejestracja” jest główną funkcją rejestratora umożliwiającą zapis w pamięci aparatu zdarzeń występujących na odcinku pomiarowym (uszkodzeń zidentyfikowanych na nawierzchni oraz punktów charakterystycznych).

Jeżeli ilość dostępnej pamięci umożliwia kontynuację pracy, można rozpocząć procedurę otwierania pliku pomiarowego, odpowiadając na pojawiające się na wyświetlaczu zapytania. Po wprowadzeniu odpowiednich informacji otworzony zostaje zbiór pomiarowy i rejestrator jest przygotowany do zapisu zdarzeń. W czasie trwania rejestracji w dwóch górnych wierszach wyświetlacza widoczne są następujące informacje: data, nazwa aktualnie otwartego zbioru, czas oraz współrzędna.

W dwóch dolnych wierszach pojawia się informacja o dwóch zdarzeniach wprowadzonych w ostatniej kolejności do pamięci rejestratora. W skład tej informacji wchodzi:

- skrócona nazwa uszkodzenia i kod szkodliwości lub nazwa zdarzenia (Tabela 1),
- współrzędna, przy której nastąpiła rejestracja uszkodzenia lub zdarzenia.

7.2.2. Ustawienia

Funkcja **Ustawienia** umożliwia sprawdzenie numeru aparatu (opcja **Numer**), wybór podziału liczby impulsów dystansomierza (1, 2, 4, 8, 16, opcja **Dzielnik**) i dostosowanie jasności wyświetlacza do własnych potrzeb. (opcja **Podświetlenie**). Ostatnie ustawienie nie jest zapamiętywane i po każdym włączeniu rejestratora przyjmuje wartość domyślną.

7.2.3. Kalibracja

W celu zapewnienia precyzji lokalizacji inwentaryzowanych uszkodzeń nawierzchni niezbędna jest kalibracja dystansomierza. Zadaniem funkcji „Kalibracja” jest ustalanie liczby impulsów przekazywanych z dystansomierza do rejestratora, przypadających na jednostkę długości drogi pokonywanej samochodem pomiarowym.

7.2.4. Transmisja

Funkcja „Transmisja” pozwala na przesłanie do komputera zawartości pamięci rejestratora, którą stanowią pliki pomiarowe. Transmisja danych realizowana jest przy współpracy rejestratora z zainstalowanym w komputerze programem SOWAP2.

7.2.5. Przeglądanie

Funkcja „Przeglądanie” umożliwia przegląd plików zapisanych w pamięci rejestratora.

7.2.6. Stan pamięci

Funkcja „Stan pamięci” służy do kontroli aktualnego stopnia wykorzystania pamięci rejestratora.

7.2.7. Kasowanie

Funkcja „Kasowanie” służy do kasowania całej zawartości pamięci rejestratora z wyjątkiem pliku kalibracyjnego. Oznacza to, że nie jest konieczne ponowne kalibrowanie urządzenia po zwolnieniu jego pamięci.

7.2.8. Data i czas

Funkcja „Data i czas” służy do kontroli i aktualizacji ustawionej daty i czasu.

