



foto: Archiwum Budimex

# Rysy, pęknięcia w betonowych nawierzchniach drogowych (część 2)

Autorzy artykułu zwracają uwagę na brak w dokumentach krajowych zapisów precyzyjnie określających wielkość dopuszczalnych rys/pęknięć pozwalających na odbiór nawierzchni przez zamawiającego bez konieczności wykonywania zabiegów naprawczych, jak i przypadków, w których naprawa jest rozwiązaniem lepszym od wymiany całej płyty.

### 3. Rysy w literaturze zagranicznej:

#### 3.1. Austria

Austriackie wytyczne *Deckenherstellung* (Wykonanie nawierzchni betonowej) RVS 08.17.02 w Tabeli 14 „Wymagania dotyczące równości i rys” podają:

*Rissfreiheit: Anzahl gerissener Deckfelder < 2% mit Rissbreiten > 1 mm auf mindestens 1 m Länge* (Nawierzchnia jest bez rys jeśli ilość pól z rysami o rozwarciu > 1mm i długości minimum 1 m jest mniejsza od 2%. Tł. AL.)

W książce „Betonstrassen. Das Handbuch” (2012) [26] (Rys, 9-4) wyróżniono takie rodzaje rys:

- poprzeczne (1)
- podłużne (1)

- siatkowe (2)
- rysy w obszarze dylatacji poprzecznych (3)
- rysy przykrawędziowe (3).

W tabeli 9-2 podano tylko możliwe konsekwencje w przypadku wystąpienia danych rys, a nie podano ich szerokości.

W pkt. 9.2.2. „Risse in der Betonfahrbahn” wskazuje się, że rysy należy klasyfikować wg rozmiaru (mb, m<sup>2</sup>) jak i rozwarości (mm), a podział przedstawia rys. 9-4.

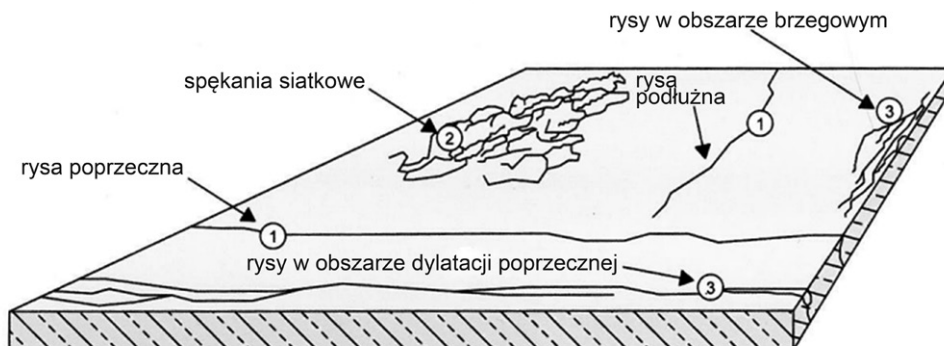
Według zaleceń pkt. 9.4.1:

- rysy powierzchniowe o rozwarciu do 1 mm należy najpierw zbadać, by ocenić konieczność wykonywania zabiegów naprawczych. Takie rysy z reguły nie wymagają zabiegów, ale stałej obserwacji,
- rysy o szerokości do 2 mm należy uszczelnić żywicą, wciskając ją poprzez pakery aż do pełnego jej wypełnienia,
- rysy ciągłe (przez całą grubość warstwy) należy koniecznie uszczelnić (przed wnikaniem wody),
- rysy ciągłe podłużne o zmieniającej się szerokości są kotwione, a poprzeczne dyblowane,
- rysy poprzeczne kotwi się w przypadku gdy sąsiadujące szczeliny poprzeczne pracują,

Rys.9-4 „Betonstrassen. Das Handbuch” (Drogi betonowe. Podręcznik. Wiedeń 2012)

Rodzaje rys:

- poprzeczne (1)
- podłużne (1)
- siatkowe (2)
- rysy w obszarze dylatacji poprzecznych (3)
- rysy przykrawędziowe (3)



- jeśli odległość między rysami jest  $< 1$  m, należy rozważyć wymianę płyty,
- poszerzenie rysy wykonuje się na 8 mm, a głębokość nacięcia na 3 mm, po zagruntowaniu można ją zamknąć gorącą bitumiczną masą zalewową lub reaktywną żywicą.

### 3.2. Niemcy

W wydanych w 1933 r. wytycznych (MfB) podano, że rysy włoskowate nie wymagają naprawy, a tylko rysy o większej rozwarłości wymagają nacięcia na głębokość 3 cm na szerokości 1 cm i zalania ich, aby uniknąć kruszenia się krawędzi. Szczeliny i dylatacje zalewano wówczas płynnym bitumem (także smołą do 1937 r.). Aktualnie zgodnie z ZTV BEB-StB (pkt. 2.3.2) należy rozróżnić rysy:

- powierzchniowe
- rysy ciągłe (przez grubość warstwy).

Rysy ciągłe należy zamknąć. Nawierzchnie klasy SV, I-III mogą być trwale zabezpieczone tylko poprzez wbudowanie dybli lub kotew w rysę. Przy odstępach rys  $< 1$  m należy płytę wymienić.

Komentarz do tych wytycznych w ZTV-TL Beton-StB (2010) [23] zaleca obserwację rys powierzchniowych, natomiast naprawa rys ciągłych zależy od ich szerokości, a także zmian rozwarcia. Rysy te można poszerzyć i zalać masą na gorąco (do dylatacji). Takie rysy o szerokości  $> 1$  mm należy zalać na głębokość 5 mm lub 15-krotną szerokość rozwarcia.

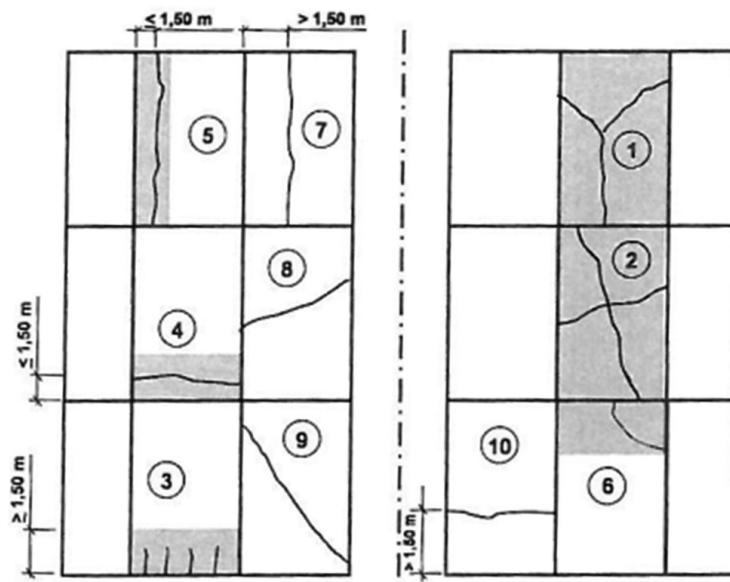
Rysy powierzchniowe (włoskowate, skurczowe i rysy do szerokości 1 mm) należy najpierw sprawdzić, czy w ogóle konieczne jest działanie naprawcze, czy też należy nadal je obserwować.

Rysy o szerokości do 1 mm można zalać grawitacyjnie niskowiskozijną żywicą.

W „Strassenbau heute. Betondecken” (2010) [22] mamy taki zapis: dla rys ciągłych  $\leq 2$  mm istniejące zazębienie może umożliwiać przenoszenie sił poprzecznych – o ile nie ma na płytach uskoku, to początkowo nie trzeba rysy dyblować lub kotwić. Rysy ciągłe o szerokości  $> 2$  mm dla klasy SV, I do III czy też innych obciążonych dużym ruchem nawierzchni należy dla zapewnienia współpracy płyt dyblować lub kotwić. Jeśli możliwa jest zmiana szerokości rysy, to dyblujemy rysę, jeśli nie, to kotwimy ją. Rysy poprzeczne do kierunku jazdy są zawsze dyblowane.

W najnowszej wersji książki „Strassenbau heute. Band 1. Betondecken” (2018) [27] przyjęto taki podział rys i ewentualne sposoby naprawcze:

- rysy o szerokości mniejszej od 0,2 mm; można zamknąć poprzez grawitacyjne zalanie zgodnie z ZTV-ING,
- powierzchniowe rysy o szerokości do 1 mm; zbadanie czy konieczne są naprawy i ewentualna dalsza obserwacja rys,
- rysy ciągłe o szerokości  $\leq 2$  mm: jeśli nie ma różnicy wysokości płyt, w pierwszym okresie nie trzeba wykonywać dyblowania, kotwienia, obserwacja,
- rysy o szerokości  $> 2$  mm; rysy ciągłe w nawierzchniach dróg klasy Bk 100 do Bk 1,8 i innych dróg o dużym obciążeniu należy dyblować lub kotwić. Dalsze postępowanie z takimi rysami – jak opisano powyżej w pozycji [22],
- rysy podłużne i poprzeczne w odległości  $> 75$  cm od szczeliny podłużnej lub poprzecznej; na-



Rys. 2. Warianty zabiegów naprawczych

- cina się min. 3 razy poprzecznie rysę, usuwa beton, poszerza rysę ( $B = 8$  mm,  $H = 25$  mm), zalewa ją masą na gorąco, a dyble żywicą,
- rysy w odległości  $< 75$  cm od szczeliny; najlepszym rozwiązaniem jest usunięcie pasma płyty na szerokość minimum 1,50 m. Połączenie nowej części płyty ze „starą” poprzez wklejane dyble (co 25 cm) i spoinę ściskaną,
- przy odległości rysy  $< 30$  cm od szczeliny; rysę można zamknąć przy pomocy zaprawy cementowej z dodatkiem tworzyw sztucznych (zaprawa PCC),
- rysy i pustki nad ułożonymi przez dyblarkę dyblami i kotwami; można wypełnić iniekcjami z płynnych żywic pod ciśnieniem 1,5 bara,
- rysy i pustki pod dyblami i kotwami; naprawa poprzez iniekcje ciśnieniowe,
- rysy w odstępach  $< 1,0$  m; najlepszym rozwiązaniem wymiana całej płyty.

Warianty zabiegów naprawczych dla rys pokazanych na rysunku powyżej są następujące:

- wymiana całych płyt dla rys (1) i (2)
- wymiana części płyt dla rys (3) do (6)
- dla rys (7) do (10) wystarczy wklejenie dybli lub kotew.

Podsumowując podział rys i działania naprawcze można zestawzić w tabeli 3.

Tabela 3. Austria, Niemcy – podział rys i sposoby naprawy

Lp	Rodzaj rysy	Szer. rysy	Działanie	Kraj/Rok
1	powierzchniowe	$< 1$ mm	obserwacja	A/2011-2
2	rysa	$< 2$ mm	uszczel. żywicą	A/ 2012
3	głębokie	n. o.	uszczelnienie	A/2012
4	odl. między rysami $< 1$ m	n.o.	wymiana płyty	A/2012
5	powierzch./włoskowate	$< 1$ mm	obserw./uszcz. żywicą	N/2010-18
6	ciągłe (SV,I-III)	$> 1$ mm	dyblowanie/kotw.	N/2010-18
7	powierzchniowe	$< 0,2$ mm	obserwacja	N/2018
8	powierzchniowe	$< 1$ mm	obserw./zalanie żywicą	N/2018
9	ciągłe	$< 2$ mm	obserw./dyblowanie-kotwienie	N/2018
10	pustki	n.o.	iniekcja	N/2018
11	odl. między rysami $< 1$ m	n.o.	wymiana płyty	N/2018





Przykład rysy w przekroju odwiertu wg tabeli 1/4 (średnia)



Rysa wg Tabeli 1/3, 6, 9, 10 (mała)



Wykuwanie punktowe GWB (powyżej)  
Wypełnianie specjalistyczną zaprawą (poniżej)



Od lewej:  
– widok rysy na nawierzchni (wg T1/3, 6, 9, 10)  
– rysa nadająca się do zalania żywicą



Cięcie płyt do rozbiórki



Płyta bez uszkodzeń z wyjątkiem punktu odwiertu

#### 4. Doświadczenia własne

##### Przypadek 1

Najczęściej stosowane – wycinanie punktowe GWB lub usuwanie całych płyt:

- Wycinanie punktowe GWB
- Usuwanie całych płyt.



Rozbiórka nawierzchni



## Przypadek 2

Budowa drogi ekspresowej z betonu cementowego – grawitacyjne zalewanie rys:

W trakcie układania nawierzchni betonowej zauważono pojawiające się rysy biegnące równoległe do osi jezdni, oddalone o 10-20 cm od jej krawędzi. W wyniku szczegółowej analizy zauważono brak wyraźnych ostrokrawędziowych powierzchni wewnętrznych rys, co może świadczyć, że powstały one prawdopodobnie w trakcie wbudowywania mieszanki bądź w krótkim czasie po jej ułożeniu. Pojawiające się zarysowania nie są także skutkiem skurczu plastycznego, brak świadczących o tym ostrych krawędzi we wnętrzu rysy. Gładkie, wypukłe wewnętrzne boczne powierzchnie rysy, świadczą, że powstały one w wyniku oddziaływań mechanicznych, w trakcie kiedy mieszanka betonowa była urabialna.

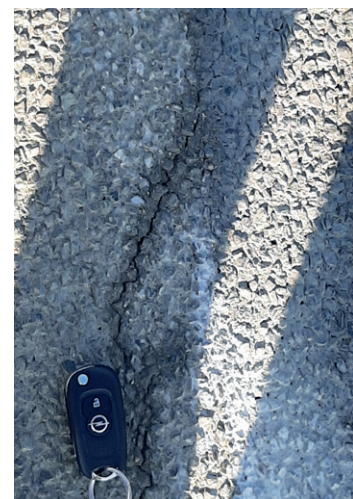
Wyniki badań uzyskane zarówno w laboratorium inwestora jak i zamawiającego potwierdziły zgodność w zakresie parametrów mechanicznych jak i trwałościowych. Zalecono oraz wykonano w miejscach o naruszonej ciągłości struktury iniekcję grawitacyjną. Czynność ta zapobiegnie potencjalnej destrukcji mrozowej.

W trakcie wizji lokalnej, którą przeprowadzono po 12 miesiącach od wypełnienia ubytku materiałem na bazie żywicy, nie stwierdzono ani wydłużenia rysy czy też odspojenia wypełnienia od wewnętrznych jej krawędzi.

## Przypadek 3

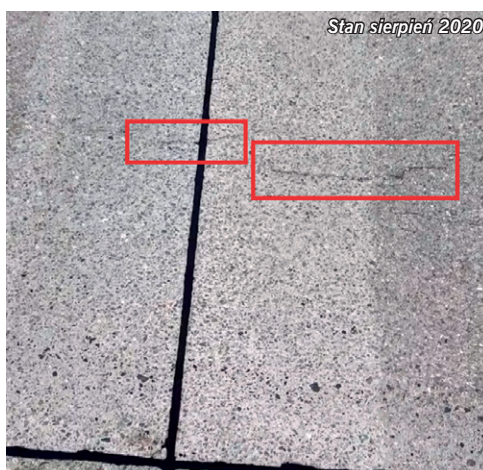
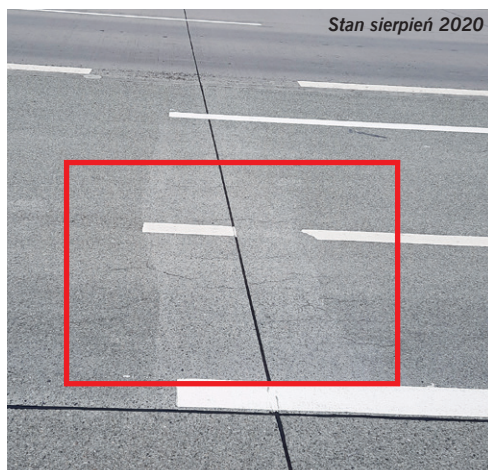
Pozostawienie rys do obserwacji (2017-2022, beton z odkrytym kruszywem):

Nawierzchnię betonową układano w godzinach



Od lewej:  
– wypełnienie rysy  
– rysa na powierzchni nawierzchni

nocnych i pomimo zachowania reżimu technologicznego układania i pielęgnacji pojawiły się rysy skurczowe. Szerokość ich rozwarcia można było zakwalifikować wg tabeli 1 do pęknięć wąskich (do 0,5 mm wg. tab.1/10) i częściowo do drobnych, skurczowych (do 1,0 mm wg. tab.1/9). Postanowiono nie wykonywać żadnych zabiegów naprawczych, a poddać nawierzchnię obserwacji i sprawdzać, czy nie nastąpi efekt „samoleczenia warstwy” (zjawisko opisywane przez prof. A.M. Neville’a [19] – „Co się tyczy wodoszczelności, bardzo wąskie, niepowiększające się rysy o szerokości 0,12 do 0,20 mm (uwaga – oko ludzkie widzi rysy od 0,10 mm) mogą początkowo przeciekać. Jednakże rozpuszczony wodorotlenek wapnia przenoszony przez powoli przesączającą się wodę może wchodzić w reakcje z atmosferycznym dwu-

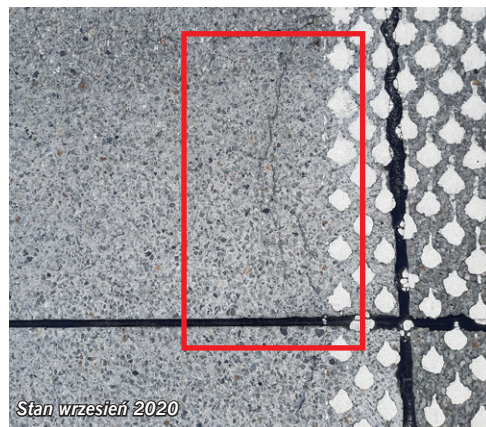


## Literatura:

1. Bratro E. Budowa i utrzymanie dróg [1932]
2. Drogowy Instytut Badawczy Wytyczne dla budowy nawierzchni betonowych [1935]
3. Bratro E. Betonowe nawierzchnie drogowe [Zw. Pol. Fabr. Portland-Cementu 1939]
4. Molisz R. Budowa i utrzymanie dróg [Genewa 1945]
5. Sokalski K., Kobylński A. Nawierzchnie betonowe [1955]
6. Lenczewski S. Drogi-Lotniska-Koleje-Budowle Podziemne [1970]
7. Lewinowski Cz. Wymiarowanie konstrukcji jezdni drogowych z betonu cementowego [1982]
8. Rolla S. Nowoczesne nawierzchnie betonowe [1983]
9. Skadlewski E. Poradnik majstra drogowego. Nawierzchnie betonowe [1983]
10. Szydło A. Nawierzchnie drogowe z betonu cementowego [2004]
11. Nita P. Budowa i utrzymanie nawierzchni lotnisk [2008]
12. IBDiM Praca zbiorowa Beton modyfikowany do dróg i mostów [2010]
13. Graczyk M. Nośność konstrukcji w nawierzchniach wielowarstwowych w krajowych warunkach klimatycznych [2010]
14. Glinicki M.A. Trwałość betonu w nawierzchniach drogowych [2011]
15. Godlewski D. Nawierzchnie drogowe [2011]



16. Szydło A. Mackiewicz P. Nawierzchnie betonowe na drogach gminnych [2012]
17. W. Kozłowski Nawierzchnie bitumiczne i betonowe w budownictwie drogowym. Projektowanie dróg. [2018]
18. Glinicki M.A. Inżynieria betonowych nawierzchni drogowych [2019]
19. Neville A.M. Właściwości betonu [wyd. 2004]
20. Jacobs J (ii.) Strassenbau heute. Betondecken [1979]
21. Eisenmann J. Leykauf G. Betonfahrbahnen [Niemcy 2003]
22. Ehrlich M. Hersel O. Strassenbau heute. Betondecken [Niemcy 2010]
23. ZTV-TL Beton-StB Beton [Niemcy 2010]
24. Meichsner H., K.R.-S. Risse in Beton und Mauerwerk [Niemcy 2011]
25. RVS 08.17.02 Deckenherstellung [Austria 2011]
26. Betonstrassen. Das Handbuch [Wiedeń 2012]
27. Villaret (ii.) Strassenbau heute. Band 1. Betondecken [Niemcy 2018]
28. Delatte N. Concrete pavement design, construction, and performance [USA 2008]
29. Texas D.O.T. Item360 Concrete Pavement
30. Dąbrowski W. Budujemy drogi betonowe – to się opłaca [2016]
31. Wernecke Der Bauingenieur, Zeszyt 14, Haltbare Betonstrassen, czerwiec [Niemcy 1924]
32. SOSN-B GDDKiA 2007
33. DSN Zał. 12 GDDKiA 2019
34. WWiORB D.05.03.04.02 Nawierzchnia z betonu cementowego GDDKiA, wrzesień 2020
35. Polecki A. Utrzymanie nawierzchni wykonanych z betonu cementowego – typowe uszkodzenia eksploatacyjne, przykłady technologii napraw [Drogownictwo 2/202



tlenkiem węgla. Wytrącający się węglan wapniowy uszczelnia pęknięcia". Wykonany przejazd w wrześniu 2022 r. wykazał, że trudno jest zlokalizować na suchej nawierzchni rysy z roku 2017. Zdjęcia nawierzchni z września 2022 pokazują zamknięte rysy. Ruch samochodowy w ciągu 5 lat dokładniej odstoń kruszywo niż wykonane szrotkowanie w 2017 roku. Optyczny wygląd nawierzchni dużo lepszy niż w 2017 r. Po okresie pięcioletniego użytkowania nawierzchni nie nastąpiło powiększenie się rys, a wręcz odwrotnie ich zamknięcie.

### Wnioski

Doświadczenia polskie i zagraniczne ze 100 lat zajmowania się problematyką rys/spękań w nawierzchniach betonowych zebrane w przedstawionym zbiorze literatury oraz doświadczenia

praktyczne wielu krajów wskazują, że istnieje możliwość określenia kategorii rys, które nie wymagają działań naprawczych lub ich wymagają, lecz nie zmuszają wykonawcy do usuwania całych płyt. Opracowanie takiego załącznika do WWiORB -D.05.03.04 (i do Gwarancji Jakości) pozwoli zachować lepszą równość nawierzchni (przy pozostawieniu płyt), a także uprości kwestie sporne występujące w ocenie tego problemu (regionalne różne interpretacje) między wykonawcą-nadzorem-zamawiającym.

Długi okres gwarancji udzielanej przez wykonawcę robót (do 10 lat) zabezpiecza w pełni interesy zamawiającego w przypadku gdyby rysy poddane obserwacji nie uległy „samoleczeniu” i konieczne byłoby wprowadzenie programu naprawczego. Nawierzchnie betonowe z uwagi na technologię wykonania robót są narażone na niekorzystne warunki atmosferyczne, tj. powiew wiatru, nasłonecznienie, wilgotność czy zmienność temperatury powietrza. Wszystkie powyższe czynniki, technologie wbudowania, skład mieszanek betonowych oraz wiele innych zjawisk może wpłynąć na niekontrolowane pojawienie się zarysowań nawierzchni. Jest to temat bardzo złożony i należy każdy traktować indywidualnie.

Obecnie w Polsce nie występują żadne wytyczne odnośnie postępowania w przypadku pojawiania się zarysowań na powierzchni nawierzchni poza jedną, tj. usunięcie. Brakuje wytycznych, w których zawarte byłyby informacje dotyczące postępowania w zależności od szerokości rozwarcia rys. Takie opracowanie przyspieszyłoby wprowadzenie programu naprawczego, którego celem byłoby zapewnienie trwałości i nośności jezdni.

**Andrzej Litwinowicz, Mariusz Rechnio**  
główni technologzy Budimex SA

Tabela 4. Propozycja postępowania z rysami i pęknięciami w nawierzchni betonowej przy odbiorze

Lp.	Rodzaj rysy, pęknięcia	Rozwarcie	Program naprawczy	Uwagi
1	Mikrorysy	< 10 µm	nd	Widoczne po deszczu, zabrudzeniu
2	Mikrospękania	< 0,15 mm	nd	Widoczne po deszczu, zabrudzeniu
3	Rysy wąskie	< 1 mm	pozostawione do obserwacji/zalanie grawitacyjne żywicą	Możliwe samoleczenie betonu
4	Rysy średnie	0,5-1,5 mm	pozostawione do obserwacji /zalanie żywicą	Możliwe samoleczenie betonu
5	Rysy duże	1,6-3,0 mm	uszczelnienie żywicą, lub dedykowanymi środkami	Obserwacja płyty
6	Rysy b. duże	>> 3,0 mm	usunięcie części płyty lub całej	Lub: krótką rysę do np. 1,0 m można zszyc dyblami
7	Rysy w odległości < 1 m od siebie	> 1 mm	usunięcie płyty	