



Politechnika Wroclawska

Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego
Zakład Dróg i Lotnisk



Katalog typowych konstrukcji nawierzchni sztywnych

Prof. Antoni Szydło

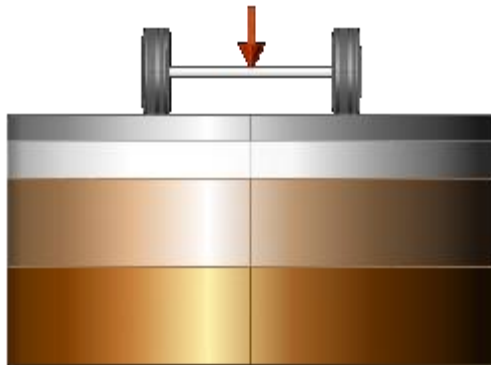


Tematyka

1. Podstawowe informacje w odniesieniu do poprzedniego katalogu z 2001 r.
2. Zakres stosowania katalogu
3. Terminologia warstw konstrukcji nawierzchni
4. Procedura projektowania
5. Ruch projektowy i kategorie ruchu
6. Warunki gruntowo-wodne
7. Ulepszone podłoże
8. Typowe konstrukcje nawierzchni
9. Wymagania materiałowe i technologiczne
10. Zakres stosowania i wymagania dotyczące mieszanek niezwiązanych
11. Zakres stosowania i wymagania dotyczące mieszanek związanych spoiwami hydraulicznymi
12. Zakres stosowania i wymagania dotyczące gruntów stabilizowanych spoiwami
13. Zakres stosowania i wymagania dotyczące gruntów niewysadzinowych (naturalnych lub antropogenicznych)
14. Podsumowanie

PODSTAWOWE INFORMACJE W ODNIESIENIU DO POPZEDNIEGO „KTKNS” Z 2001 r.

1. Wprowadzono zmiany i uściwienia w terminologii konstrukcji nawierzchni sztywnych.
2. Pozostawiono 30-letni okres projektowy. Klasyfikację ruchu oparto o sumaryczną liczbę równoważnych osi obliczeniowych w okresie projektowym.
3. Wprowadzono nowe, dostosowane do występujących obciążeń, współczynniki służące do przeliczania pojazdów ciężkich na równoważne osie obliczeniowe.

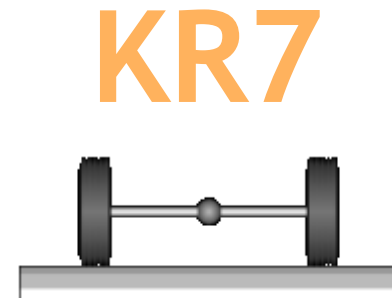
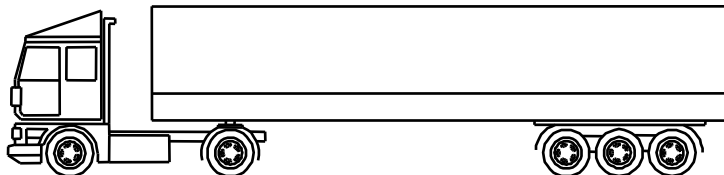


r



PODSTAWOWE INFORMACJE W ODNIESIENIU DO POPZEDNIEGO „KTKNS” Z 2001 r.

4. Wprowadzono nową kategorię ruchu bardzo ciężkiego KR7.
5. Wprowadzono współczynniki szerokości pasa ruchu i współczynniki pochylenia niwelety do obliczania ruchu projektowego.
6. Wprowadzono nieznaczne zmiany w klasyfikacji grup nośności podłoża gruntowego nawierzchni i uzupełniono ją o wymagany wtórny moduł odkształcenia E_2 .



PODSTAWOWE INFORMACJE W ODNIESIENIU DO POPZEDNIEGO „KTKNS” Z 2001 R. (c.d.)

7. Wprowadzono wymóg kontroli nośności gruntu w czasie robót.

8. Przyjęto trzy poziomy wymaganej nośności na powierzchni dolnych warstw konstrukcji nawierzchni, pod podbudową zasadniczą w zależności od kategorii ruchu.

9. Usystematyzowano zasady stosowania warstw odsączającej i odcinającej.





PODSTAWOWE INFORMACJE W ODNIESIENIU DO POPZEDNIEGO „KTKNS” Z 2001 R. (c.d.)

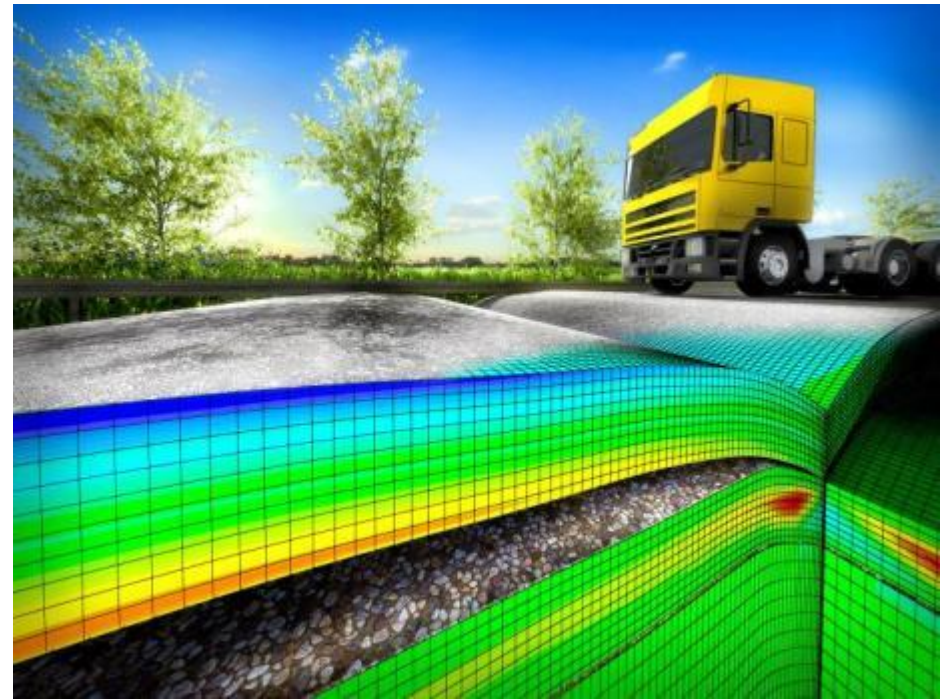
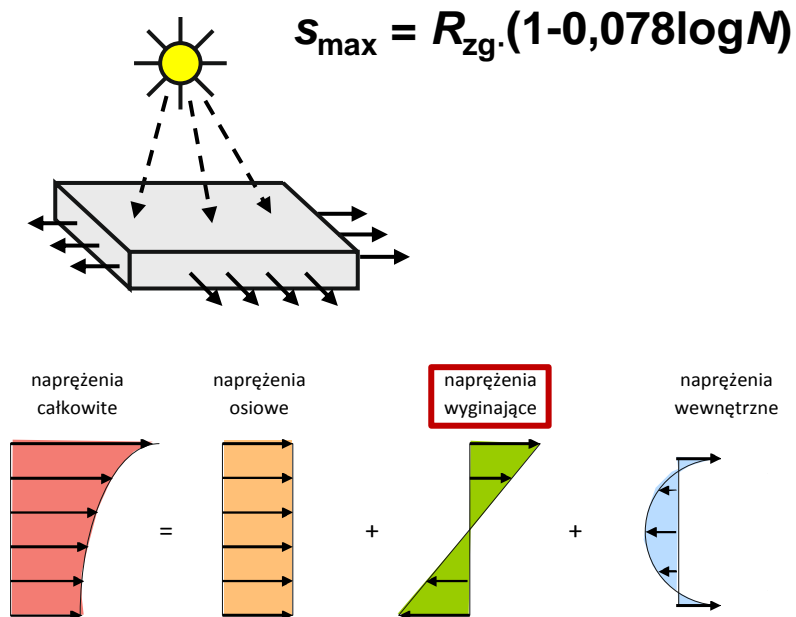
10. Podano różnorodne rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne do warstw dolnych konstrukcji nawierzchni i warstwy ulepszonego podłoża.

11. Uwzględniono nowe wymagania sformułowane zgodnie z Normami Europejskimi w odniesieniu do kruszyw, cementów, mieszanek betonowych, mieszanek niezwiązanych, mieszanek związanych oraz gruntów stabilizowanych spoiwami hydraulicznymi i wapnem.



PODSTAWOWE INFORMACJE W ODNIESIENIU DO POPZEDNIEGO „KTKNS” Z 2001 R. (c.d.)

12. Konstrukcje typowe podane w nowym Katalogu określono na podstawie zaawansowanych metod obliczeniowych z zastosowaniem dotychczasowego kryterium zmęczeniowego stosowanego w poprzednim Katalogu. Wyniki obliczeń konfrontowano z konstrukcjami typowymi w innych krajach o podobnych warunkach klimatycznych. Wykorzystano także badania autorów oraz dotychczasowe doświadczenia krajowe.





PODSTAWOWE INFORMACJE W ODNIESIENIU DO POPRZEDNIEGO „KTKNS” Z 2001 R. (c.d.)

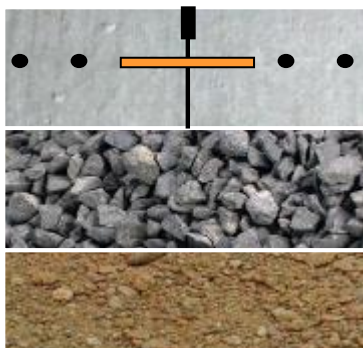
13. Opracowano nowe wymagania technologiczne dotyczące składników betonu, zasad produkcji mieszanek betonowych, transportu i wbudowania oraz wymagań dla betonu do nawierzchni drogowych na podstawie nowych specyfikacji technicznych.





ZAKRES STOSOWANIA

W Katalogu uwzględniono nawierzchnie z płyt betonowych dyblowanych i kotwionych o ciągłym zbrojeniu oraz niezbrojonych.





ZAKRES STOSOWANIA

Katalog obejmuje konstrukcje nawierzchni składające się z górnej warstwy z betonu cementowego oraz podbudów wykonanych z mieszanek niezwiązanych, betonu asfaltowego, mieszanek związanych spoiwami hydraulicznymi, gruntów stabilizowanych spoiwami hydraulicznymi.



ZAKRES STOSOWANIA

Katalog nie obejmuje nawierzchni o górnych warstwach wykonanych z elementów prefabrykowanych, kostki kamiennej i kostki betonowej. Nie dotyczy także nawierzchni wykonanych z płyt betonowych sprężonych, z włóknami rozproszonymi, z betonu wałowanego, z betonu porowatego, z betonu piaskowego oraz nawierzchni złożonych (mieszanych) - warstwa betonowa ułożona na istniejącej nawierzchni asfaltowej (whitetopping).

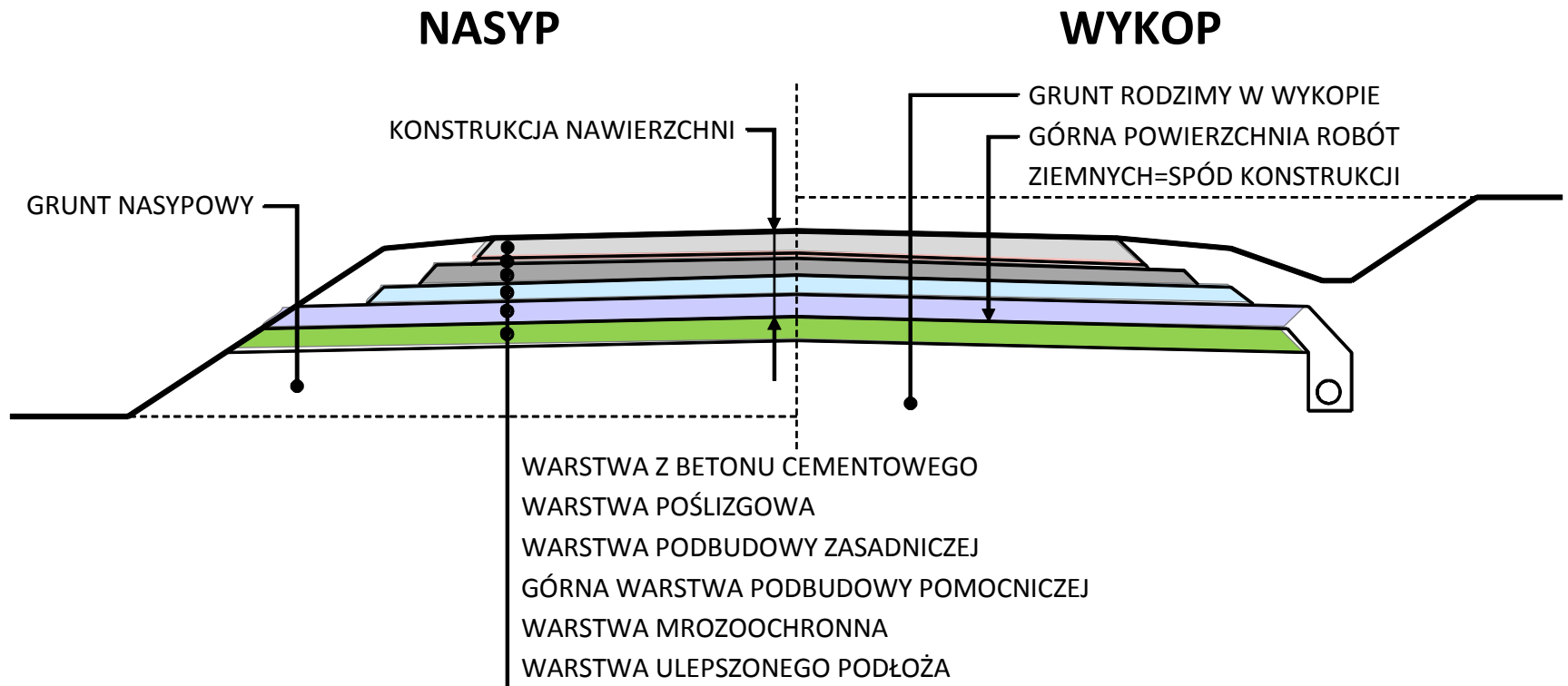




TERMINOLOGIA WARSTW KONSTRUKCJI NAWIERZCHNI

| | | |
|--|--|---|
| Konstrukcja nawierzchni (nawierzchnia) | Górne warstwy konstrukcji nawierzchni | Warstwa nawierzchniowa (płyta niedyblowana, dyblowana i kotwiona, zbrojona) |
| | | Warstwa poślizgowa |
| | | Warstwa podbudowy zasadniczej |
| | Dolne warstwy konstrukcji nawierzchni | Warstwa podbudowy pomocniczej |
| Warstwa mrozochronna | | |
| Podłoże gruntowe nawierzchni | Warstwa ulepszanego podłoża | |
| | Grunt rodzimy w wykopie lub grunt nasypowy w nasypie, zakwalifikowany do jednej z grup nośności podłoża od G1 do G4. | |

TERMINOLOGIA WARSTW KONSTRUKCJI NAWIERZCHNI






PROCEDURA PROJEKTOWANIA

1. Zebranie danych wejściowych do projektowania, dotyczących warunków geotechnicznych, obciążenia drogi ruchem i warunków klimatycznych.

2. Obliczenie ruchu projektowego i wyznaczenie kategorii ruchu.



↓

| | | | | | |
|---|-------|--|----------------------------------|-------|--|
| Pojazdy pojedyncze | 2P | | Pojazdy czołowe (kabinę osobową) | 2C-1N | |
| | 3P | | | 2C-2N | |
| | 4P | | | 2C-3N | |
| Zestawy pojazdów (pojazd silnikowy + przyczepa) | 2P+2P | | Pojazdy czołowe (kabinę osobową) | 3C-1N | |
| | 2P+3P | | | 3C-2N | |
| | 3P+2P | | | 3C-3N | |
| | 3P+3P | | | | |
| Ambusy | 2A | | Ambusy | 3A | |

→

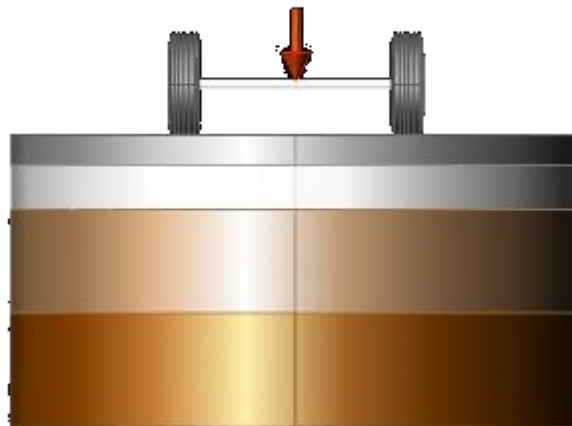
| RODZAJ POJAZDU | |
|-----------------------------------|--|
| SAMOCHODY CIĘŻAROWE BEZ PRZYCZEP | |
| | |
| SAMOCHODY CIĘŻAROWE Z PRZYCZEPAMI | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| AUTOBUSY | |
| | |

- KR1
- KR2
- KR3
- KR4
- KR5
- KR6
- KR7

RUCH PROJEKTOWY I KATEGORIE RUCHU

RÓWNOWAŻNE OSIE OBLICZENIOWE




100 kN / 115 kN



$$N_{100} = f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot (N_C \cdot r_C^{100} + N_{C+P} \cdot r_{C+P}^{100} + N_A \cdot r_A^{100})$$

$$N_{115} = f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot (N_C \cdot r_C^{115} + N_{C+P} \cdot r_{C+P}^{115} + N_A \cdot r_A^{115})$$

RUCH PROJEKTOWY I KATEGORIE RUCHU (c.d.)

| Lp. | Rodzaje pojazdów | Przykładowe typy sylwetek pojazdów | Współczynnik przeliczeniowy r | |
|-----|---------------------------------------|--|-------------------------------|------------------------|
| | | | Oś obliczeniowa 100 kN | Oś obliczeniowa 115 kN |
| 1. | Samochody ciężarowe bez przyczep C |  | 0,347 | 0,130 |
| 2. | Samochody ciężarowe z przyczepami C+P |  | 3,946 | 1,483 |
| 3. | Autobusy A |  | 0,530 | 0,199 |



RUCH PROJEKTOWY I KATEGORIE RUCHU (c.d.)

| Kategoria ruchu | N_{100} - sumaryczna liczba równoważnych osi obliczeniowych 100 kN w całym okresie projektowym (30 lat) [milion osi 100 kN na pas obliczeniowy] | N_{115} - sumaryczna liczba równoważnych osi obliczeniowych 115 kN w całym okresie projektowym (30 lat) [milion osi 115 kN na pas obliczeniowy] |
|-----------------|---|---|
| KR1 | $N_{100} \leq 0,15$ | $N_{115} \leq 0,06$ |
| KR2 | $0,15 < N_{100} \leq 0,75$ | $0,06 < N_{115} \leq 0,28$ |
| KR3 | $0,75 < N_{100} \leq 6,39$ | $0,28 < N_{115} \leq 2,40$ |
| KR4 | $6,39 < N_{100} \leq 15,99$ | $2,40 < N_{115} \leq 6,00$ |
| KR5 | $15,99 < N_{100} \leq 42,63$ | $6,00 < N_{115} \leq 16,00$ |
| KR6 | $42,63 < N_{100} \leq 101,25$ | $16,00 < N_{115} \leq 38,00$ |
| KR7 | $N_{100} > 101,25$ | $N_{115} > 38,00$ |



PROCEDURA PROJEKTOWANIA

3. Ustalenie warunków gruntowo-wodnych i grupy nośności podłoża gruntowego nawierzchni.

| Lp. | Grupa nośności podłoża gruntowego G_i | Wskaźnik nośności CBR po 4 dniach nasączenia wodą ¹⁾ [%] | Wtórny moduł odkształcenia E_2 ¹⁾ [MPa] |
|-----|---|---|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. | G1 | $CBR \geq 10$ | $E_2 \geq 80$ |
| 2. | G2 | $5 \leq CBR < 10$ | $50 \leq E_2 < 80$ |
| 3. | G3 | $3 \leq CBR < 5$ | $35 \leq E_2 < 50$ |
| 4. | G4 | $2 \leq CBR < 3$ | $25 \leq E_2 < 35$ |

Uwaga: 1) warunki badania przyjęć wg normy PN-S-02205:1998



PROCEDURA PROJEKTOWANIA

4. Wybór typowego rozwiązania warstwy ulepszanego podłoża oraz dolnych warstw konstrukcji nawierzchni w zależności od kategorii ruchu oraz rodzaju materiałów przyjętych do poszczególnych warstw.

5. Ustalenie potrzeby zastosowania warstwy odsączającej i w razie takiej potrzeby nadanie tej funkcji warstwie mrozochronnej lub warstwie ulepszanego podłoża.

| | | |
|--|--|---|
| Konstrukcja nawierzchni (nawierzchnia) | Górne warstwy konstrukcji nawierzchni | Warstwa nawierzchniowa (płyta niedyblowana, dyblowana i kotwiona, zbrojona) |
| | | Warstwa poślizgowa |
| | | Warstwa podbudowy zasadniczej |
| | Dolne warstwy konstrukcji nawierzchni | Warstwa podbudowy pomocniczej |
| Warstwa mrozochronna | | |
| Podłoże gruntowe nawierzchni | Warstwa ulepszanego podłoża | |
| | Grunt rodzimy w wykopie lub grunt nasypowy w nasypie, zakwalifikowany do jednej z grup nośności podłoża od G1 do G4. | |

ULEPSZONE PODŁOŻE KR1 i KR2

| | | TYP 10 <small>(nie stosuje się, gdy wymagana jest warstwa odsączająca)</small> | TYP 11 | TYP 12 | TYP 13 | TYP 14 | LEGENDA: |
|------------------------|----|---|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------|----------------------------|--|
| GRUPA NOŚNOŚCI PODŁOŻA | G4 | WM 30 80 MPa 25 MPa | WM 20 WUP 25 80 MPa 25 MPa | WM 22 WUP 24 80 MPa 25 MPa | WM 55 80 MPa 25 MPa | WUP 65 80 MPa 25 MPa | PP - podbudowa pomocnicza WM - warstwa mrozochronna WUP - warstwa ulepszonego podłoża ↕ - wymagany wtórny moduł odkształcenia E_2 |
| | G3 | WM 22 80 MPa 35 MPa | WM 15 WUP 22 80 MPa 35 MPa | WM 22 WUP 15 80 MPa 35 MPa | WM 40 80 MPa 35 MPa | WUP 45 80 MPa 35 MPa | |
| | G2 | WM 15 80 MPa 50 MPa | WM 15 80 MPa 50 MPa | WM 22 80 MPa 50 MPa | WM 22 80 MPa 50 MPa | WUP 25 80 MPa 50 MPa | |
| | G1 | Nie stosuje się | Nie stosuje się | Nie stosuje się | Nie stosuje się | Nie stosuje się | |

| | |
|--|---|
| | warstwa mrozochronna z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym lub gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym lub wapnem; |
| | warstwa mrozochronna z mieszanki niezwiązanej lub gruntu niewysadzinowego (naturalnego lub antropogenicznego) o CBR $\geq 25\%$; o ile to konieczne warstwa mrozochronna pełni funkcję warstwy odsączającej o $k \geq 8$ m/dobę; |
| | warstwa ulepszonego podłoża z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym lub wapnem; |
| | warstwa ulepszonego podłoża z mieszanki niezwiązanej lub z gruntu niewysadzinowego (naturalnego lub antropogenicznego) o CBR $\geq 20\%$; o ile to konieczne warstwa mrozochronna pełni funkcję warstwy odsączającej o $k \geq 8$ m/dobę; |

ULEPSZONE PODŁOŻE (c.d.)

KR3 i KR4

| | | TYP 5 | TYP 6 | TYP 7 <small>(nie stosuje się, gdy wymagana jest warstwa odsączająca)</small> | TYP 8 | TYP 9 | LEGENDA: |
|------------------------|----|--|---|---|--|--|---|
| GRUPA NOŚNOŚCI PODŁOŻA | G4 | | | | | | <p>PP - podbudowa pomocnicza WM - warstwa mrozochronna WUP - warstwa ulepszanego podłoża ↕ - wymagany wtórny moduł odkształcenia E_2</p> <p>WM* Warstwa mrozochronna w typach 7 i 8 dla grupy nośności G1 została zastosowana tylko w celu zwiększenia nośności i w tym przypadku nie pełni roli przeciwdziałania wysadzinom. Jej zastosowanie ma na celu ujednoczenie technologii z konstrukcjami podanymi w typach 7 i 8 dla grup nośności G4, G3 i G2.</p> |
| | G3 | | | | | | |
| | G2 | | | | | | |
| | G1 | | | | | | |
| | | podbudowa pomocnicza z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym lub gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym; | podbudowa pomocnicza z mieszanki niezwiązanej o CBR $\geq 60\%$; | warstwa mrozochronna z mieszanki niezwiązanej lub gruntu niewysadzinowego (naturalnego lub antropogenicznego) o CBR $\geq 35\%$; o ile to konieczne warstwa mrozochronna pełni funkcję warstwy odsączającej o $k \geq 8$ m/dobę; | warstwa mrozochronna z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym lub gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym; | warstwa ulepszanego podłoża z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym lub wapnem; | warstwa ulepszanego podłoża z mieszanki niezwiązanej lub z gruntu niewysadzinowego (naturalnego lub antropogenicznego) o CBR $\geq 20\%$; o ile to konieczne warstwa mrozochronna pełni funkcję warstwy odsączającej o $k \geq 8$ m/dobę; |

ULEPSZONE PODŁOŻE (c.d.)

KR5, KR6 i KR7

| | | TYP 1 | TYP 2 | TYP 3 | TYP 4 |
|------------------------|----|-------|-------|-------|-------|
| GRUPA NOŚNOŚCI PODŁOŻA | G4 | | | | |
| | G3 | | | | |
| | G2 | | | | |
| | G1 | | | | |

LEGENDA:

PP - podbudowa pomocnicza
 WM - warstwa mrozochronna
 WUP - warstwa ulepszonego podłoża
 ▽ - wymagany wtórny moduł odkształcenia E_2

WUP* W przypadku typów 2 i 4 dla grupy nośności G2
 WUP celowo przyjęta nad warstwą o nośności 50 MPa ze względu na ujednoczenie technologii z konstrukcjami podanymi w przypadku G3 i G4

- podbudowa pomocnicza z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym;
- podbudowa pomocnicza z mieszanki niezwiązanej o CBR $\geq 60\%$;
- warstwa mrozochronna z mieszanki niezwiązanej lub gruntu niewysadzinowego (naturalnego lub antropogenicznego) o CBR $\geq 35\%$;
o ile to konieczne warstwa mrozochronna pełni funkcję warstwy odsączającej o $k \geq 8$ m/dobę;
- warstwa ulepszonego podłoża z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym lub wapnem;
- warstwa ulepszonego podłoża z mieszanki niezwiązanej lub z gruntu niewysadzinowego (naturalnego lub antropogenicznego) o CBR $\geq 20\%$;
o ile to konieczne warstwa ulepszonego podłoża pełni funkcję warstwy odsączającej o $k \geq 8$ m/dobę;



PROCEDURA PROJEKTOWANIA

6. Wybór typowego rozwiązania górnych warstw konstrukcji nawierzchni w zależności od projektowanego materiału podbudowy zasadniczej.

7. Sprawdzenie warunku wymaganej odporności nawierzchni na wysadzinę.

| | | |
|--|--|---|
| Konstrukcja nawierzchni (nawierzchnia) | Górne warstwy konstrukcji nawierzchni | Warstwa nawierzchniowa (płyta niedyblowana, dyblowana i kotwiona, zbrojona) |
| | | Warstwa poślizgowa |
| | | Warstwa podbudowy zasadniczej |
| | Dolne warstwy konstrukcji nawierzchni | Warstwa podbudowy pomocniczej |
| | | Warstwa mrozochronna |
| Podłoże gruntowe nawierzchni | Warstwa ulepszanego podłoża | |
| | Grunt rodzimy w wykopie lub grunt nasypowy w nasypie, zakwalifikowany do jednej z grup nośności podłoża od G1 do G4. | |

TYPOWE KONSTRUKCJE NAWIERZCHNI

| Kategoria ruchu | KR1 | KR2 | KR3 | KR4 | KR5 | KR6 | KR7 |
|----------------------------------|---|--|---|---|---|---|---|
| Ruch projektowy (mIn osi 100 kN) | $\leq 0,15$ | 0,15 - 0,75 | 0,75 - 6,39 | 6,39 – 15,99 | 15,99 – 42,63 | 42,63 – 101,25 | > 101,25 |
| Ruch projektowy (mIn osi 115 kN) | $\leq 0,06$ | 0,06 - 0,28 | 0,28 – 2,40 | 2,40 – 6,00 | 6,00 – 16,00 | 16,00 – 38,00 | > 38,00 |
| Typ I | <p>h [cm] 22 28 50</p> <p>180 MPa 80 MPa</p> | <p>h [cm] 24 28 52</p> <p>180 MPa 80 MPa</p> | <p>h [cm] 25 30 55</p> <p>180 MPa 100 MPa</p> | <p>h [cm] 26 30 56</p> <p>180 MPa 100 MPa</p> | <p>h [cm] 28 30 58</p> <p>180 MPa 120 MPa</p> | <p>h [cm] 30 30 60</p> <p>180 MPa 120 MPa</p> | <p>h [cm] 32 30 62</p> <p>180 MPa 120 MPa</p> |
| | niedyblowana | niedyblowana | dyblowana i kotwiona | dyblowana i kotwiona | dyblowana i kotwiona | dyblowana i kotwiona | dyblowana i kotwiona |
| Legenda: | <p>warstwa nawierzchniowa z betonu cementowego</p> <p>warstwa podbudowy zasadniczej z mieszanki niezwiązanej z kruszywa C_{90/3}</p> <p>wymagany wtórny moduł odkształcenia E₂</p> | | | | | | |



TYPOWE KONSTRUKCJE NAWIERZCHNI (c.d.)

| Kategoria ruchu | KR1 | KR2 | KR3 | KR4 | KR5 | KR6 | KR7 |
|----------------------------------|---|--------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Ruch projektowy (mIn osi 100 kN) | $\leq 0,15$ | 0,15 - 0,75 | 0,75 - 6,39 | 6,39 – 15,99 | 15,99 – 42,63 | 42,63 – 101,25 | $> 101,25$ |
| Ruch projektowy (mIn osi 115 kN) | $\leq 0,06$ | 0,06 - 0,28 | 0,28 – 2,40 | 2,40 – 6,00 | 6,00 – 16,00 | 16,00 – 38,00 | $> 38,00$ |
| Typ II | | | | | | | |
| | niedyblowana | niedyblowana | dyblowana i kotwiona | dyblowana i kotwiona | dyblowana i kotwiona | dyblowana i kotwiona | dyblowana i kotwiona |
| Legenda: | <p> warstwa nawierzchniowa z betonu cementowego warstwa podbudowy zasadniczej z betonu asfaltowego wymagany wtórny moduł odkształcenia E_2 </p> | | | | | | |



TYPOWE KONSTRUKCJE NAWIERZCHNI (c.d.)

| Kategoria ruchu | KR1 | KR2 | KR3 | KR4 | KR5 | KR6 | KR7 | |
|----------------------------------|---|-------------|-------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|
| Ruch projektowy (mln osi 100 kN) | $\leq 0,15$ | 0,15 - 0,75 | 0,75 - 6,39 | 6,39 – 15,99 | 15,99 – 42,63 | 42,63 – 101,25 | > 101,25 | |
| Ruch projektowy (mln osi 115 kN) | $\leq 0,06$ | 0,06 - 0,28 | 0,28 – 2,40 | 2,40 – 6,00 | 6,00 – 16,00 | 16,00 – 38,00 | > 38,00 | |
| Typ III | - | - | - | | | | | |
| | - | - | - | dyblowana i kotwiona | dyblowana i kotwiona | dyblowana i kotwiona | dyblowana i kotwiona | o ciągłym zbrojeniu |
| Legenda: | <p> warstwa nawierzchniowa z betonu cementowego warstwa podbudowy zasadniczej z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym C_{5/16} warstwa podbudowy zasadniczej z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym C_{8/10} warstwa poślizgowa: geowłóknina warstwa poślizgowa: beton asfaltowy wymagany wtórny moduł odkształcenia E₂ </p> | | | | | | | |



TYPOWE KONSTRUKCJE NAWIERZCHNI (c.d.)

| Kategoria ruchu | KR1 | KR2 | KR3 | KR4 | KR5 | KR6 | KR7 |
|----------------------------------|--|--------------|----------------------|--------------|---------------|----------------|------------|
| Ruch projektowy (mln osi 100 kN) | $\leq 0,15$ | 0,15 - 0,75 | 0,75 - 6,39 | 6,39 - 15,99 | 15,99 - 42,63 | 42,63 - 101,25 | $> 101,25$ |
| Ruch projektowy (mln osi 115 kN) | $\leq 0,06$ | 0,06 - 0,28 | 0,28 - 2,40 | 2,40 - 6,00 | 6,00 - 16,00 | 16,00 - 38,00 | $> 38,00$ |
| Typ IV | | | | - | - | - | - |
| | niedyblowana | niedyblowana | dyblowana i kotwiona | - | - | - | - |
| Legenda: | <p> warstwa nawierzchniowa z betonu cementowego warstwa podbudowy zasadniczej z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym C_{3/4} warstwa podbudowy zasadniczej z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym C_{5/6} warstwa poślizgowa: powierzchniowe utwalenie wymagany wtórny moduł odkształcenia E₂ </p> | | | | | | |

PROCEDURA PROJEKTOWANIA

8.W przypadku niespełnienia warunku wymaganej odporności nawierzchni na wysadziny odpowiednie zwiększenie grubości warstwy mrozoochronnej lub warstwy ulepszonego podłoża. Ponowne sprawdzenie warunku wymaganej odporności nawierzchni na wysadziny.

Tab. 10.1. Wymagana grubość konstrukcji nawierzchni i warstwy ulepszonego podłoża ze względu na odporność na wysadziny

| Lp. | Kategoria obciążenia ruchem | Grupa nośności podłoża z gruntów wątpliwych i wysadziniowych | | |
|-----|-----------------------------|--|------------|------------|
| | | G2 | G3 | G4 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. | KR1 | 0,40 h_z | 0,50 h_z | 0,60 h_z |
| 2. | KR2 | 0,45 h_z | 0,55 h_z | 0,65 h_z |
| 3. | KR3 | 0,50 h_z | 0,60 h_z | 0,70 h_z |
| 4. | KR4 | 0,55 h_z | 0,65 h_z | 0,75 h_z |
| 5. | KR5 | 0,60 h_z | 0,70 h_z | 0,80 h_z |
| 6. | KR6 i KR7 | 0,65 h_z | 0,75 h_z | 0,85 h_z |





WYMAGANIA MATERIAŁOWE I TECHNOLOGICZNE

9. Określenie podstawowych wymagań materiałowych dotyczących wykonania poszczególnych warstw konstrukcji nawierzchni.

| Lp. | Rodzaj warstwy: | Materiały | | | | | | | | |
|-----|-----------------------------|------------------|---------------------------------|-----------------------|--|--|-----------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------|
| | | Betony cementowe | Mieszanki mineralno – asfaltowe | Mieszanki niezwiązane | Mieszanki związane spoiwami hydraulicznymi | Grunty stabilizowane spoiwami hydraulicznymi | Grunty stabilizowane wapnem | Grunty niewysadzinowe | Powierzchniowe utwalenie | Geowłóknina |
| 1. | Warstwa nawierzchniowa | KR1-KR7 | Nie stosuje się | Nie stosuje się | Nie stosuje się | Nie stosuje się | Nie stosuje się | Nie stosuje się | Nie stosuje się | Nie stosuje się |
| 2. | Warstwa poślizgowa | Nie stosuje się | KR7 | Nie stosuje się | Nie stosuje się | Nie stosuje się | Nie stosuje się | Nie stosuje się | KR1-KR3 | KR4-KR7 |
| 3. | Podbudowa zasadnicza | Nie stosuje się | KR1-KR7 | KR1-KR7 | KR4-KR7 | KR1-KR3 | Nie stosuje się | Nie stosuje się | Nie stosuje się | Nie stosuje się |
| 4. | Podbudowa pomocnicza | Nie stosuje się | Nie stosuje się | KR3-KR7 | KR3-KR7 | KR3-KR4 | Nie stosuje się | Nie stosuje się | Nie stosuje się | Nie stosuje się |
| 5. | <u>Warstwa mrozochronna</u> | Nie stosuje się | Nie stosuje się | KR1-KR7 | KR1-KR4 | KR1-KR4 | KR1-KR2 | KR1-KR7 | Nie stosuje się | Nie stosuje się |
| 6. | Warstwa ulepszonego podłoża | Nie stosuje się | Nie stosuje się | KR1-KR7 | Nie stosuje się | KR1-KR7 | KR1-KR7 | KR1-KR7 | Nie stosuje się | Nie stosuje się |

Uwaga: 1. Określenie „nie stosuje się” oznacza, że materiał ten nie występuje w rozwiązaniach zaproponowanych w Katalogu dla danej warstwy.
2. W tab. podano kategorie ruchu, dla których występują rozwiązania zaproponowane w Katalogu.
3. Geowłókninę, powierzchniowe utwalenie lub warstwę z miesz. min.-asf. stosuje się dla podbudów zasadniczych z mieszanek związanych spoiwami hydraulicznymi oraz z gruntów stabilizowanych spoiwami hydraulicznymi



WYMAGANIA MATERIAŁOWE I TECHNOLOGICZNE

| Lp. | Właściwość | Wymagania wobec projektowanego betonu nawierzchniowego | | | |
|-----|--|--|-----------------------------------|---------|----------------------------------|
| | | Nawierzchnia niedyblowana | Nawierzchnia dyblowana i kotwiona | | Nawierzchnia o ciągłym zbrojeniu |
| | | KR1-KR2 | KR3-KR4 | KR5-KR7 | KR7 |
| 1. | Gęstość, tolerancja w stosunku do betonu wg zatwierdzonej recepty (met. bad. wg PN-EN 12390-7) | + 3,0 % | | | |
| 2. | Klasa wytrzymałości na ściskanie wg PN-EN 206-1 (met. badania wg PN-EN 12390-3), | C50/37 | | C35/45 | |
| 3. | Wytrzymałość betonu na zginanie w 28 dniu ⁽²⁾ , (met. bad. wg PN-EN 12390-5) ; charakterystyczna | 4,5 | | 5,5 | |
| 4. | Wytrzymałość betonu na rozciąganie przy rozłupywaniu w 28 dniu ⁽²⁾ twardnienia - charakterystyczna (metoda badania wg PN-EN 12390-6) nie niższa niż: | 3,0 | | 3,7 | |
| 5. | Kategoria mrozoodporności wg PN-EN 13877-2 (dla górnej warstwy oraz pojedynczej warstwy), (metoda bad. wg PKN-CEN/TS EN 12390-9) nie niższa niż: - dla betonów w klasie ekspozycji XF3 - dla betonów w klasie ekspozycji XF4 | FT1 FT2 | | | |
| 6. | Charakterystyka porów powietrznych w betonie: (met. bad. wg PN-EN 480-11) - zawartość <u>mikroporów</u> o średnicy poniżej 0,3 mm (A300), % Wskaźnik rozmieszczenia porów w betonie L_v , mm - dla betonów w klasie ekspozycji XF3 - dla betonów w klasie ekspozycji XF4 | ≥ 1,5 ≤ 0,250 ≤ 0,200 | | | |
| 7. | Odporność na wnikanie benzyny i oleju ⁽¹⁾ (met. bad. wg PN-EN 13877-2 Zał. B) | ≤ 30 mm | | | |
| 8. | Mrozoodporność F150, przy badaniu metodą bezpośrednią (dla dolnej warstwy) (met. bad. wg PN-B-06250) - ubytek masy próbki, nie więcej niż, % - spadek wytrzymałości na ściskanie, nie więcej niż, % | 5 20 | | | |



ZAKRES STOSOWANIA I WYMAGANIA DOTYCZĄCE MIESZANEK NIEZWIĄZANYCH

| Lp. | Właściwości | | Wymagania wobec mieszanek niezwiązanych do zastosowania w warstwie | | | | | | |
|-----|--|-------------------------------------|--|---------|---|-------------------------|----------------------|-------------------------|-----------------------------|
| | | | Podbudowa zasadnicza | | Podbudowa pomocnicza | | Warstwa mrozochronna | | Warstwa ulepszonego podłoża |
| | | | KR1-KR2 | KR3-KR7 | KR1-KR2 | KR3-KR7 | KR1-KR2 | KR3-KR7 | KR1-KR7 |
| 1. | Uziarnienie | | 0/31,5; 0/45; 0/63 | | Warstwa podbudowy pomocniczej nie występuje w rozwiązaniach zaproponowanych w Katalogu dla kategorii ruchu KR1-KR2. | 0/31,5; 0/45; 0/63 | od 0/8 do 0/63 | | od 0/8 do 0/63 |
| 2. | Zawartość ziaren przekruszonych lub łamanych | | $C_{90/3}$ | | | C_{NR} | C_{NR} | | C_{NR} |
| 3. | Maksymalna zawartość pyłów w warstwie: | w typowych zastosowaniach | UF_9 | | | UF_{12} | UF_{15} | | UF_{15} |
| | | gdy pełni rolę warstwy odsączającej | Nie dotyczy | | | Nie dotyczy | UF_6 | | UF_6 |
| 4. | Odporność na rozdrabnianie | | LA_{35} | | | LA_{40} | LA_{NR} | | LA_{NR} |
| 5. | Wskaźnik piaskowy, SE, co najmniej, % | | 45 | | | 40 | 40 | | 35 |
| 6. | Mrozoodporność | | F_4 | | | F_7 | F_{10} | | F_{10} |
| 7. | Wskaźnik CBR, co najmniej % | | 60 | 80 | | 60 | 25 | 35 | 20 |
| 8. | Współczynnik filtracji k warstwy, co najmniej: | w typowych zastosowaniach | Nie dotyczy | | Nie dotyczy | Brak wymagań | | Brak wymagań | |
| | | gdy pełni rolę warstwy odsączającej | Nie dotyczy | | Nie dotyczy | 0,0093 cm/s, (8 m/dobę) | | 0,0093 cm/s, (8 m/dobę) | |



ZAKRES STOSOWANIA I WYMAGANIA DOTYCZĄCE MIESZANEK ZWIĄZANYCH SPOIWAMI HYDRAULICZNYMI

| Lp. | Rodzaj warstwy | Mieszanki związane spoiwami hydraulicznymi | | | | | | | |
|--|---|--|------------------------------|-----------------------------|---|--|--|---|---------------------------|
| | | Podbudowa zasadnicza | | | Podbudowa pomocnicza | | | Warstwa mrozochronna | Warstwa ulepszona podłoża |
| | | KR1-KR3 | KR4 | KR5-KR7 | KR1-KR2 | KR3-KR4 | KR5-KR7 | KR1-KR4 | KR1-KR7 |
| 1. | Mieszanki związane cementem wg PN-EN 14227-1 | Nie stosuje się | $C_{5/6}$ $\leq 10,0$ MPa | $C_{8/10}$ ≤ 20 MPa | Warstwa podbudowy pomocniczej nie występuje w rozwiązaniach zaproponowanych w Katalogu dla kategorii ruchu KR1-KR2. | $C_{3/4}$ $\leq 6,0$ MPa | $C_{5/6}$ ≤ 10 MPa | $C_{1,5/2}$ $\leq 4,0$ MPa | Nie stosuje się |
| 2. | Mieszanki związane żużłem wg PN-EN 14227-2 | Nie stosuje się | Nie stosuje się | Nie stosuje się | | Typ A1, A2, A3, B1, B2: $CBR_{50/50}$; Typ B4: $C_{3/4}$ | Nie stosuje się | Typ A1, A2, A3, B1, B2: $CBR_{50/25}$; Typ B4: $C_{1,5/2}$ | Nie stosuje się |
| 3. | Mieszanki związane popiołem lotnym wg PN-EN 14227-3 i PN-EN 14227-4 | Nie stosuje się | Nie stosuje się | Nie stosuje się | | Typ 1, 2 i 5: $C_{3/4}$ $\leq 12,0$ MPa; Typ 4: $R_c \geq 4$ MPa | Typ 1, 2 i 5: $C_{6/8}$ $\leq 16,0$ MPa; Typ 4: $R_c \geq 8$ MPa | Typ 1, 2 i 5: $C_{1,5/2}$ $\leq 4,0$ MPa; Typ 4: $R_c \geq 0,5$ MPa | Nie stosuje się |
| 4. | Mieszanki związane spoiwem drogowym wg PN-EN 14227-5 | Nie stosuje się | Nie stosuje się | Nie stosuje się | | Typ 1 i 2: $C_{3/4}$ $\leq 12,0$ MPa; Typ 4: $R_c \geq 4$ MPa | Typ 1 i 2: $C_{6/8}$ $\leq 16,0$ MPa; Typ 4: $R_c \geq 8$ MPa | Typ 1 i 2: $C_{1,5/2}$ $\leq 4,0$ MPa; Typ 4: $R_c \geq 0,5$ MPa | Nie stosuje się |
| <p><i>Uwaga: Określenie „nie stosuje się” oznacza, że materiał ten nie występuje w rozwiązaniach zaproponowanych w Katalogu dla danej warstwy.</i></p> | | | | | | | | | |



ZAKRES STOSOWANIA I WYMAGANIA DOTYCZĄCE GRUNTÓW STABILIZOWANYCH SPOIWAMI

| Lp. | Rodzaj warstwy | Grunty stabilizowane spoiwem hydraulicznym lub wapnem | | | | | | | | |
|--|--|---|-------------------------------|-----------------|--|--------------------------------|-----------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| | | Podbudowa zasadnicza | | | Podbudowa pomocnicza | | | Warstwa mrozoochronna | | Warstwa ulepszonego podłoża |
| | | KR1-KR2 | KR3 | KR4-KR7 | KR1-KR2 | KR3-KR4 | KR5-KR7 | KR1-KR2 | KR3-KR4 | KR1-KR7 |
| 1. | Grunty stabilizowane cementem wg PN-EN 14227-10 | $C_{3/4} \leq 6,0 \text{ MPa}$ | $C_{5/6} \leq 10 \text{ MPa}$ | Nie stosuje się | Warstwa podbudowy pomocniczej nie występuje w rozwiązaniach zaproponowanych w Katalogu dla kategorii ruchu KR1-KR2 | $C_{3/4} \leq 6,0 \text{ MPa}$ | Nie stosuje się | $C_{1,5/2} \leq 4,0 \text{ MPa}$ | $C_{1,5/2} \leq 4,0 \text{ MPa}$ | $C_{0,4/0,5} \leq 2,0 \text{ MPa}$ |
| 2. | Grunty stabilizowane wapnem wg PN-EN 14227-11 | Nie stosuje się | Nie stosuje się | Nie stosuje się | | Nie stosuje się | Nie stosuje się | $R_{C1,0}$ | Nie stosuje się | $R_{C0,5}$ |
| 3. | Grunty stabilizowane żużłem wg PN-EN 14227-12 | Nie stosuje się | Nie stosuje się | Nie stosuje się | | $C_{3/4} \leq 6,0 \text{ MPa}$ | Nie stosuje się | $C_{1,5/2} \leq 4,0 \text{ MPa}$ | $C_{1,5/2} \leq 4,0 \text{ MPa}$ | $C_{0,4/0,5} \leq 2,0 \text{ MPa}$ |
| 4. | Grunty stabilizowane spoiwem drogowym wg PN-EN 14227-13 | Nie stosuje się | Nie stosuje się | Nie stosuje się | | $C_{3/4} \leq 6,0 \text{ MPa}$ | Nie stosuje się | $C_{1,5/2} \leq 4,0 \text{ MPa}$ | $C_{1,5/2} \leq 4,0 \text{ MPa}$ | $C_{0,4/0,5} \leq 2,0 \text{ MPa}$ |
| 5. | Grunty stabilizowane popiołami lotnymi wg PN-EN 14227-14 | Nie stosuje się | Nie stosuje się | Nie stosuje się | | $C_{3/4} \leq 6,0 \text{ MPa}$ | Nie stosuje się | $C_{1,5/2} \leq 4,0 \text{ MPa}$ | $C_{1,5/2} \leq 4,0 \text{ MPa}$ | $C_{0,4/0,5} \leq 2,0 \text{ MPa}$ |
| <p><i>Uwaga: Określenie „nie stosuje się” oznacza, że materiał ten nie występuje w rozwiązaniach zaproponowanych w Katalogu dla danej warstwy.</i></p> | | | | | | | | | | |



ZAKRES STOSOWANIA I WYMAGANIA DOTYCZĄCE GRUNTÓW NIEWYSADZINOWYCH (NATURALNYCH LUB ANTROPOGENICZNYCH)

| Lp. | Właściwości | | Wymagania wobec gruntów niewysadzinowych (naturalnych lub antropogenicznych) do zastosowania w warstwie | | | | | |
|-----|--|-------------------------------------|---|----------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|---------|
| | | | Podbudowa zasadnicza | Podbudowa pomocnicza | Warstwa mrozoochronna | | Warstwa ulepszonego podłoża | |
| | | | KR1-KR7 | KR1-KR7 | KR1-KR2 | KR3-KR7 | KR1-KR2 | KR3-KR7 |
| 1. | Zawartość ziaren większych od 5,6 mm, co najmniej % | | Nie stosuje się | Nie stosuje się | Brak wymagań | 10 | Brak wymagań | |
| 2. | Zawartość ziaren większych od 2 mm, co najmniej % | | | | 10 | 20 | Brak wymagań | 5 |
| 3. | Maksymalna zawartość cząstek przechodzących przez sito 0,063 mm w warstwie, %: | w typowych zastosowaniach | | | 15 | 15 | 15 | |
| | | gdy pełni rolę warstwy odsączającej | | | 6 | 6 | 6 | |
| 4. | Wskaźnik CBR, co najmniej % | | | | 25 | 35 | 20 | |
| 5. | Współczynnik filtracji k warstwy, co najmniej: | w typowych zastosowaniach | | | Brak wymagań | Brak wymagań | Brak wymagań | |
| | | gdy pełni rolę warstwy odsączającej | | | 0,0093 cm/s, (8 m/dobę) | 0,0093 cm/s, (8 m/dobę) | 0,0093 cm/s, (8 m/dobę) | |

Uwaga: Określenie „nie stosuje się” oznacza, że materiał ten nie występuje w rozwiązaniach zaproponowanych w Katalogu dla danej warstwy.



WNIOSKI KOŃCOWE

Katalog :

1. Uwzględnia dotychczasowe doświadczenia krajowe i zagraniczne w zakresie technologii budowy nawierzchni betonowych.
2. Jest „kompatybilny” z katalogiem nawierzchni podatnych
3. Rozszerzono zakres konstrukcji nawierzchni w porównaniu z istniejącym (wprowadzono m.in. nawierzchnie o ciągłym zbrojeniu oraz podbudowy z kruszywa)

Zaproponowano współczynniki agresywności pozwalające na przeliczanie sylwetek pojazdów na osie obliczeniowe 100 i 115 kN. Współczynniki te różnią się od dotychczas stosowanych.

Przeprowadzono analizę kryteriów zmęzeniowych nawierzchni betonowych i stwierdzono, że stosowane do tej pory kryteria w Polsce są zbliżone do stosowanych w innych krajach.

Ponadto przeanalizowano wpływy klimatyczne w nawierzchniach betonowych i wykorzystując własne pomiary ustalono zależności korelacyjne zmian temperatur powietrza od gradientu temperatury w płytach betonowych. Zaproponowano wartości gradientów dodatnich i ujemnych jakie należy przyjmować w polskich warunkach klimatycznych.



Dziękuję za uwagę

