UKD 625.27:625.11

BUDOWNICTWO KOMUNIKACJI LĄDOWEJ	NORMA BRANŻOWA	BN-70 8930-01
	Rampy kolejowe **Obciążenia i oddziaływania**	Grupa katalogowa VII 83

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot normy. Przedmiotem normy są rodzaje obciążeń i wielkości obciążeń oraz oddziaływań, przyjmowanych w obliczeniach ramp kolejowych na liniach normalnotorowych, szerokotorowych i wąskotorowych.

1.2. Określenia

1.2.1. Nazwy, określenia i podział ramp - wg BN-65/9310-01.

1.2.2. Nazwy i określenia obciążeń

1.2.2.1. Obciążenia stałe - obciążenia obejmujące:

a) ciężar własny konstrukcji oraz ciężar własny innych stałych urządzeń, np. urządzenia przeładunkowe, wiaty itp.,

b) ciężar gruntu.

1.2.2.2. Obciążenia zmienne długotrwałe - obciążenia obejmujące:

a) ciężar użytkowy,

b) ciężar taboru kolejowego, działającego na elementy rampy,

c) parcie ziemi.

1.2.2.3. Obciążenia zmienne krótkotrwałe - obciążenia obejmujące:

a) obciążenie występujące w czasie transportu elementów, obciążenia, na które rampa nie została zaprojektowana, np. urządzenia montażowe do budowy wiat, magazynów itp.

b) obciążenia wywołane krótkimi próbami obciążeń,

c) obciążenie wywołane zmianami temperatury,

d) obciążenia śniegiem,

e) obciążenia wiatrem.

1.2.2.4. Obciążenia wyjątkowe - obciążenia występujące w przypadkach związanych z rzadko występującymi zjawiskami przyrodniczymi lub technologicznymi, np. oddziaływania wywołane uszkodzonym sprzętem transportowym, nagłym osiadaniem gruntu wskutek szkód górniczych, podmyciem podłoża, uderzeniem taboru kolejowego itd.

Osiadanie oraz poziome przesuwy fundamentów, powstające w wyniku odkształcenia się podłoża, lecz nie związane z zasadniczymi zmianami struktury gruntu, nie należą do obciążeń wyjątkowych.

1.2.2.5. Obciążenia znormalizowane (tzw.normowe wg PN-64/B-03001) - obciążenia podane w normach, wytycznych, katalogach urządzeń itp.

1.2.2.6. Obciążenia obliczeniowe - obciążenia znormalizowane pomnożone przez współczynnik przeciążenia.

1.2.2.7. Współczynniki przeciążenia - współczynniki określające wielkości możliwych niekorzystnych odchyleń od wartości obciążeń znormalizowanych.

1.2.3. Nazwy i określenia układów obciążeń i oddziaływań

1.2.3.1. Układ podstawowy - układ obejmujący obciążenia stałe, zmienne długotrwałe i jedno z możliwych obciążeń zmiennych krótkotrwałych, mające najkorzystniejszy wpływ na konstrukcję.

1.2.3.2. Układ dodatkowy - układ obejmujący obciążenia stałe, zmienne długotrwałe oraz wszystkie obciążenia zmienne krótkotrwałe, mogące występować jednocześnie.

1.2.3.3. Układ wyjątkowy - układ obejmujący obciążenia stałe, zmienne, długotrwałe, możliwe zmienne, krótkotrwałe oraz jedno z obciążeń wyjątkowych.

Układ wyjątkowy uwzględnia się tylko w uzasadnionych przypadkach zgodnie z postanowieniami norm przedmiotowych.

1.2.3.4. Zestawienie układów obciążeń i oddziaływań - zestawienie układów obciążeń dla obliczenia konstrukcji z wyeliminowaniem tych obciążeń, które na dany element nie mogą działać równocześnie zarówno ze względów logicznych jak i w wyniku przyjętych założeń projektowych.

Obciążenia i oddziaływania, które łącznie wywołują w elemencie naprężenia mniejsze od 5% naprężeń dopuszczalnych, mogą być w obliczeniach pominięte.

1.3. Normy związane

PN-64/B-02010 Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie śniegiem

PN-64/B-02011 Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie wiatrem

PN-64/B-03001 Konstrukcje i podłoża budowli. Zasady projektowania i obliczeń statycznych

BN-65/9310-01 Rampy kolejowe. Określenia i podział

Centralne Biuro Studiów i Projektów Budownictwa Kolejowego
Ustanowiono przez Ministra Komunikacji dnia 2 lutego 1970 r.
jako norma obowiązująca w zakresie projektowania od dnia 1 października 1970 r.
(Mon. Pol. nr 9/1970 poz. 81)

WYDAWNICTWA NORMALIZACYJNE Druk. Wyd. Norm. W-wa Ark. wyd. 0,90 Nakł. 2800 + 61 Zam. 1120/70 Cena zł 3.60

2. OBCIĄŻENIA W OBLICZENIACH STATYCZNYCH

2.1. Rodzaje obciążeń

a) obciążenia stałe,
b) obciążenia zmienne długotrwałe,
c) obciążenia wyjątkowe,
d) obciążenia zmienne krótkotrwałe,
e) obciążenia znormalizowane,
f) obciążenia obliczeniowe.

2.2. Ogólne zasady przyjmowania obciążeń. W obliczeniach statycznych wykonywanych metodą stanów granicznych należy przyjąć obciążenia znormalizowane lub obliczeniowe wg PN-64/B-03001 p.3.2.2.2.

W obliczeniach wykonywanych innymi metodami należy przyjmować obciążenia znormalizowane wg rozdz. 3 i 4.

Wielkości obciążeń obliczeniowych należy przyjmować jak dla obciążeń znormalizowanych, stosując współczynnik przeciążenia dla obciążeń stałych wg tabl. 1, a dla obciążeń zmiennych wg rozdz. 4.

Podane w tabl. 1 w nawiasach wartości współczynników przeciążenia stosuje się wtedy, gdy zmniejszenie obciążenia od ciężaru konstrukcji i gruntów powoduje zmniejszenie jej pewności np. przy sprawdzaniu stateczności.

Tablica 1

Lp.	Rodzaj konstrukcji lub gruntu	Współczynnik przeciążenia
1	Rampy o konstrukcji metalowej	1,1 (0,9)
2	Rampy murowane, betonowe lub żelbetowe o ciężarze objętościowym materiału powyżej 1000 kG/cm³	1,2 (0,9)
3	Płyty pawiowe i tym podobne ustroje cienkościenne o grubości najcieńszego elementu mniej niż 5 cm, niezależnie od ciężaru objętościowego betonu	1,2 (0,9)
4	Grunty	
	a) kamieniste	1,1 (0,9)
	b) drobne i gruboziarniste	1,2 (0,8)
	c) spoiste i nasypowe	1,3 (0,8)

3. OBCIĄŻENIA STAŁE

3.1. Ciężar własny konstrukcji

3.1.1. Materiały z kamienia naturalnego, cegły i zaprawy. Ciężary objętościowe materiałów kamiennych, cegły i zapraw należy przyjmować wg tabl.2.

Tablica 2

Lp.	Nazwa	Ciężar objętościowy kG/cm³
1	Granit	2700
2	Piaskowiec	2500
3	Wapienie	
	a) o strukturze zbitej	2600
	b) o strukturze porowatej	2200
	c) o strukturze bardzo porowatej	1700
4	Cegła pełna wypalana z gliny	1800
5	Cegła cementowa	2200
6	Klinkier	1900
7	Cegła wapienno-piaskowa pełna	1900
8	Zaprawa cementowa	2100
9	Zaprawa cementowo-wapienna	1900
10	Zaprawa wapienna	1700

3.1.2. Ciężar objętościowy murów z kamieni naturalnych należy przyjmować jako sumę ciężarów objętościowych kamienia i zaprawy, uwzględniając, że ilość zaprawy w jednostce objętościowej muru wynosi:

a) mury z ciosów surowych lub licowych 10%,
b) mury z kamienia łupanego 25%,
c) mury z kamienia łamanego 35%.

3.1.3. Ciężar objętościowy murów z cegły przyjmuje się jako równy ciężarom objętościowym cegły bez uwzględnienia wpływu ciężaru zaprawy.

3.1.4. Betony i betony zbrojone. Ciężary objętościowe betonów i betonów zbrojonych należy przyjmować wg tabl. 3.

Ciężary objętościowe świeżo układanych betonów przyjmuje się o 100 kG/m³ większe niż podano w tabl. 3.

Tablica 3

Lp.	Rodzaj betonu	Ciężar objętościowy kG/m³
1	Beton zwykły z kruszywa kamiennego	2300
2	Beton zwykły z kruszywa kamiennego zagęszczony mechanicznie	2400
3	Beton z kruszywa ceglanego konstrukcyjny	1800
4	Beton z kruszywa ceglanego wibrowany	2000
5	Beton zwykły zbrojony (żelbet) z kruszywa kamiennego	2400
6	Beton zbrojony jw. ale zagęszczony mechanicznie	2500

3.2. Obciążenie gruntem

3.2.1. Ciężary objętościowe, kąty tarcia wewnętrznego itp. gruntów należy przyjmować na podstawie przeprowadzonych badań geotechnicznych. W przypadku braku danych z badań geotechnicznych odpowiednie wartości przyjmuje się na podstawie tabl. 4 i 5.

Tablica 4

Nazwa gruntu	Grunty			φ	$tg^2(45^\circ-\varphi/2)$	$tg^2(45^\circ+\varphi/2)$
	wilgotny	mokry				
	γ_{0w}	γ_{0m}	γ_1			
	1000 kG/m³					
Żwiry lub pospółki	1,90	2,05	1,10	37°	0,239	4,024
Piaski grube lub średnie	1,85	2,00	1,05	35°	0,271	3,690
Piaski drobne lub pylaste	1,75	1,90	0,95	32°	0,307	3,254

γ_{0w} - ciężar objętościowy gruntu wilgotnego,
γ_{0m} - ciężar objętościowy gruntu mokrego,
γ_1 - ciężar objętościowy gruntu poniżej zwierciadła wody gruntowej,
φ - kąt tarcia wewnętrznego.

Tablica 5

Nazwa gruntu	Konsystencja	γ_0	γ_1	φ	$tg^2(45^\circ-\varphi/2)$	$tg^2(45^\circ+\varphi/2)$
		w tysiącach kG/m³				
Piaski gliniaste i pyły	z	2,20	1,25	33°	0,285	3,393
	p	2,10	1,15	27°	0,375	2,663
Gliny piaszczyste i pylaste	z	2,25	1,30	33°	0,295	3,393
	p	2,10	1,10	27°	0,375	2,663
Gliny ciężkie	z	2,20	1,20	35°	0,271	3,650
	p	2,00	1,05	25°	0,406	2,465
Iły	z	2,15	1,15	40°	0,217	4,596
	p	1,85	0,90	25°	0,406	2,465

γ_0, γ_1, φ - jak dla tabl. 4,
z - konsystencja zwarta lub półzwarta,
p - konsystencja twardo-plastyczna lub plastyczna.

Podane wartości $tg^2(45^\circ-\varphi/2)$ oraz $tg^2(45^\circ+\varphi/2)$ ważne są w przypadku, gdy wysokość ściany, licząc od spodu fundamentu do górnej krawędzi, jest mniejsza od 4,00 m.

3.2.2. Parcie ziemi poniżej zwierciadła wody. Przy obliczaniu parcia ziemi poniżej zwierciadła wody gruntowej przyjmuje się ciężar objętościowy gruntu γ_1, doliczając jednak parcie wody w pełnym wymiarze.

3.2.3. Wartości kąta tarcia wewnętrznego φ dla gruntów spoistych, obejmując zarówno opór jak i spoistość, odnoszą się do gruntów w stanie rodzimym.

W odniesieniu do gruntów spoistych nasypowych podane wartości mogą być przyjmowane przy zastosowaniu warstwy drenażowej. Gdy grunty spoiste znajdują się poniżej zwierciadła wody gruntowej, należy je zaliczyć do gruntów o konsystencji plastycznej.

4. OBCIĄŻENIA ZMIENNE

4.1. Obciążenia pojazdami. Przy obliczaniu ramp przyjmuje się następujące obciążenie zastępcze pojazdami g:

a) samochody osobowe, wózki bagażowe, transportowe furgonetki oraz samochody ciężarowe o nośności do 3200 kG - 500 kG/m²,

b) samochody ciężarowe o nośności do 4500 kG - 650 kG/m²,

c) samochody ciężarowe (lub autobusy) o nośności do 7000 kG - 900 kG/m²,

d) wózki widełkowe o nośności do 1200 kG - 1000 kG/m²,

e) pojazdy gąsienicowe o ciężarze do 40000 kG - 2200 kG/m²,

f) pojazdy gąsienicowe o ciężarze do 60000 kG - 2800 kG/m².

Jako obciążenie minimalne należy przyjąć niezależnie od rodzaju rampy 500 kG/m².

Ciężary całkowite pojazdów P podano w tabl.6 i 7.

Współczynnik przeciążenia należy przyjąć dla obciążeń pojazdami w wysokości 1,3. Obciążenia nie należy mnożyć przez współczynnik dynamiczny.

4.2. Obciążenie taborem kolejowym. W zależności od kształtu fundamentu rampy obciążenie taborem kolejowym może oddziaływać na konstrukcję.

Obciążenie zastępcze taborem kolejowym przyjmuje się w wysokości:

dla kolei normalnotorowych p' = 5850 kG/m² lub p'' = 3200 kG/m²,

dla kolei szerokotorowych p' = 6500 kG/m² lub p'' = 3000 kG/m²,

dla kolei wąskotorowych o prześwicie toru 750 mm p' = 4200 kG/m² lub p'' = 2000 kG/m²,

o prześwicie toru 785 mm p' = 6100 kG/m² lub p'' = 2000 kG/m²,

o prześwicie toru 1000 mm p' = 2900 kG/m² lub p'' = 2000 kG/m².

Zasady przyjęcia rozkładu i wielkości obciążeń podano w rozdz. 7. Wielkość p' należy przyjmować na długości l' podanej w 7.3.3, gdy długość segmentu jest większa od l', należy na pozostałej długości segmentu przyjmować p''.

Współczynnik przeciążenia należy przyjąć w wysokości 1,2. Obciążenia zastępczego taboru nie mnoży się przez współczynnik dynamiczny.

4.3. Obciążenia urządzeniami, budynkami itp. W przypadku obciążenia ramp urządzeniami, budynkami itp. ciężar ich należy przyjmować na podstawie odpowiednich norm, katalogów lub przeprowadzonych obliczeń. Rozkład obciążeń i sposób działania na rampę podano w rozdz. 7.

Współczynnik przeciążenia wynosi dla tych obciążeń 1,2.

5. ODDZIAŁYWANIE TEMPERATURY ORAZ WPŁYWY REOLOGICZNE

W przypadku stosowania przerw dylatacyjnych w odległościach większych niż 6,00 m dla ramp z kamienia, cegły, betonu itp. lub 20,00 m dla ramp z betonu zbrojonego należy uwzględnić w obliczeniach wpływ temperatury oraz naprężenia, wywołane zmianami reologicznymi, przyjmując wielkość zmian temperatury, wielkość skurczu itp. na podstawie odpowiednich norm.

6. OBCIĄŻENIE ŚNIEGIEM I WIATREM

Obciążenie śniegiem i wiatrem uwzględnia się tylko w przypadkach przekazywania tych obciążeń przez konstrukcje drugie, np. parcie wiatru na wiaty, posadowione na rampach i wpływające na wielkość parcia ziemi.

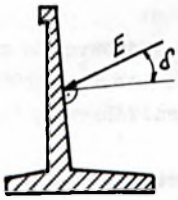
Wielkość obciążenia śniegiem przyjmować wg PN-64/B-02010, a obciążenia wiatrem wg PN-64/B-02011.

7. ROZKŁAD OBCIĄŻEŃ

7.1. Zasady ogólne. Przy obliczaniu ramp należy przyjąć zasadę, że obciążenie stałe jak i zmienne rozkłada się na cały odcinek konstrukcji wydzielony przerwami dylatacyjnymi, jeżeli konstrukcja ma

dostateczną wytrzymałość wzdłuż ściany na przeniesienie tych obciążeń, np. rampa z betonu zbrojonego o wystarczającym zbrojeniu podłużnym. W innych przypadkach rampy liczy się na metr bieżący, przyjmując obciążenie zastępcze g oraz p'.

Kierunek wypadkowej parcia ziemi może być przyjęty jako poziomy. W przypadku uwzględnienia tarcia na tylną ścianę rampy maksymalna wartość kąta nachylenia δ wypadkowej E nie może być większa od 1/2 kąta tarcia wewnętrznego (rys. 1).



8930-01-1

Rys. 1

Odporu ziemi nie należy uwzględniać w obliczeniach. Jedynie w przypadkach stosowania ramp typu palowego odpór ziemi uwzględnia się w wielkości zależnej od przyjętej metody obliczeń statycznych.

Należy zwrócić uwagę na możliwość nakładania się obciążeń rampy.

Stosowanie innych metod rozdziału obciążeń niż to podano w rozdz. 7 dopuszczalne jest pod warunkiem ich należytego uzasadnienia.

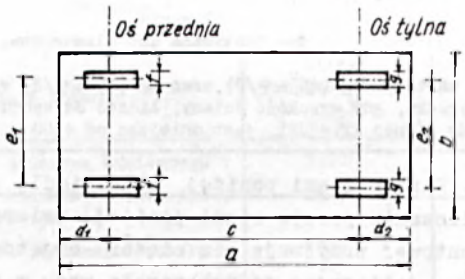
7.2. Obciążenie pojazdami

7.2.1. Obciążenie rampy pojazdami przyjmuje się jako obciążenie zastępcze g równomiernie rozłożone na całej długości klina odłamu wg 4.1, a przy sprawdzaniu rampy jako konstrukcji przestrzennej o długości równej rozstawowi przerw dylatacyjnych, jako obciążenie skupione P dla pojazdów kołowych wg rys. 2 i tabl. 6, a dla pojazdów gąsienicowych wg rys. 3 i tabl. 7.

Ciężar pojazdu P może być rozkładany pod kątem 30°.

Minimalny odstęp w świetle między pojazdami kołowymi i gąsienicowymi należy przyjmować nie mniej niż 1,00 m.

Odstęp w świetle wózków widełkowych przyjmuje się 5,00 m.



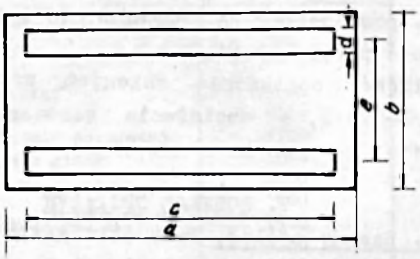
8930-01-2

Rys. 2

Tablica 6

Rodzaj pojazdu	Ciężar pojazdu P		Nacisk koła pojazdu				Wymiary									
	bez ładunku	z ładunkiem	bez ładunku		z ładunkiem		a	b	c	d_1	d_2	e	e_1	f	g	s [1]
			przedniego	tylnego	przedniego	tylnego										
	kG						m									
Samochody, wózki bagażowe o nośności do 3200 kG	2800	3000	500	900	750	2250	6,00	2,20	4,00	0,80	1,20	1,60	1,60	0,19	2 × 0,19	0,20
Samochody o nośności do 4500 kG	3500	8000	700	1050	1250	2750	6,70	2,40	4,00	1,00	1,70	1,60	1,60	0,21	2 × 0,21	0,20
Samochody o nośności do 7000 kG	8000	15000	1500	2500	2500	5000	8,00	2,60	5,00	1,00	2,00	1,90	1,80	0,28	2 × 0,28	0,20
Wózki widełkowe o nośności 1200 kG	2530	3790	-	-	-	-	2,66	0,956	1,02	-	-	0,80	0,80	0,26	0,26	0,20

[1] Długość styku kół z nawierzchnią.



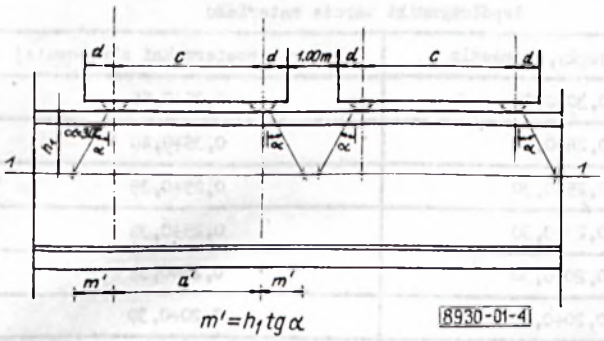
8930-01-3

Rys. 3

Tablica 7

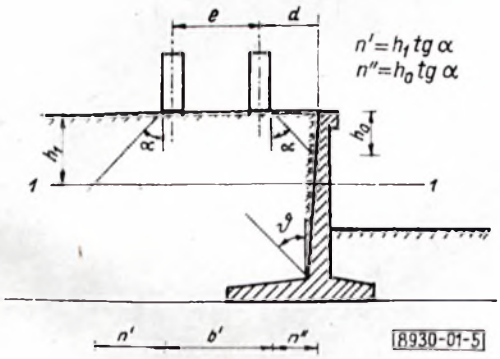
Charakterystyka	Oznaczenie	Jednostka	Rodzaj pojazdu	
			60 000 kG	40 000 kG
Nacisk na 1 m długości gąsienicy	-	kG	6000	5000
Wymiary ciągnika: długość szerokość	a b	m	7,00 3,10	6,00 3,00
Wymiary gąsienicy: długość szerokość	c d	m	5,00 0,60	4,00 0,50
Rozstaw gąsienic	e	m	2,50	2,50

7.2.2. Ustawienie pojazdów wzdłuż rampy i rozkład obciążeń wg rys. 4.



Rys. 4

7.2.3. Ustawienie pojazdów poprzecznie do rampy i rozkład obciążeń - wg rys. 5.



Rys. 5

d - grubość nawierzchni ciężkiej (np. dla nawierzchni żwirowej d = o)

7.2.4. Obciążenie zastępcze oblicza się wg wzoru

$$P_z = \frac{P}{(a+2m')\ (b+n'+n'')}$$

w którym:

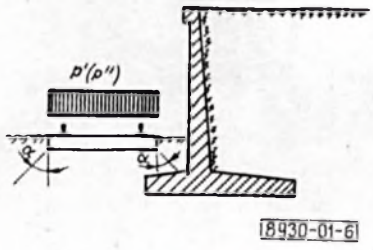
a - długość pojazdu (rys. 3),

b - szerokość pojazdu (rys. 3).

7.3. Obciążenie taborem kolejowym

7.3.1. Uproszczony sposób obliczania rampy. W przypadku obliczania rampy w sposób uproszczony, tzn. dla obciążenia równomiernie rozłożonego na naziomie, obciążenie taborem kolejowym przyjmuje się wg 4.2 o wartości p'' wzdłuż całej długości rampy.

7.3.2. Obciążenie w kierunku poprzecznym ilustruje rys. 6.

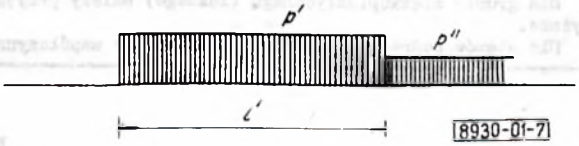


Rys. 6

7.3.3. Obliczanie rampy jako konstrukcji przestrzennej. Przy obliczaniu rampy jako konstrukcji przestrzennej sposób rozkładu obciążeń w kierunku poprzecznym pozostaje bez zmian, natomiast wzdłuż rampy należy obciążenie przyjąć zgodnie z rys. 7.

Wartości l' są następujące:

dla toru normalnego l' = 9,00 m,
dla toru szerokiego l' = 8,00 m,
dla toru wąskiego
750 mm l' = 3,90 m,
785 mm l' = 4,50 m,
1000 mm l' = 6,20 m.



Rys. 7

7.4. Obciążenie specjalne przy ustalaniu obciążenia zastępczego naziomu należy przyjąć ciężar urządzeń wg 4.3 oraz stosować zasady podane w 7.2.

8. WSPÓŁCZYNNIKI BEZPIECZEŃSTWA PRZY SPRAWDZENIU STATECZNOŚCI RAMPY

Przy sprawdzeniu stateczności rampy dla układu podstawowego należy przyjąć w poziomie posadowienia jak i w dowolnym przekroju poziomym konstrukcji następujące współczynniki bezpieczeństwa:

na wywrócenie 1,5 (1,3),
na przesunięcie 1,3 (1,1).

Wartości w nawiasach odnoszą się do układów dodatkowych obciążeń lub w przypadku przeprowadzenia dokładnych obliczeń, uwzględniających wszystkie czynniki wpływające na stateczność rampy.

Dla elementów żelbetowych współczynnik bezpieczeństwa sprawdza się tylko w poziomie posadowienia.

Dla ramp o konstrukcji murowanej lub betonowej sprawdzenie należy ponadto przeprowadzić w przekrojach charakterystycznych, uwzględniając dopuszczalne naprężenia na rozciąganie materiału.

9. WSPÓŁCZYNNIKI TARCIA

W tabl. 8 podano orientacyjne współczynniki tarcia materiału rampy po podłożu. Współczynniki tarcia betonu po gruncie należy w zasadzie przyjąć jako równe tangensowi kąta tarcia wewnętrznego gruntu φ stanowiącego podłoże.

Tablica 8

Podłoże	Współczynniki tarcia materiału	
	mur z cegły, kamienia	beton o powierzchni chropowatej
Żwiry lub pospółki	0,30÷0,50	0,35÷0,55
Piaski grube lub średnie	0,28÷0,40	0,35÷0,40
Piaski drobne lub pylaste	0,25÷0,30	0,25÷0,35
Piaski gliniaste i pyły	0,23÷0,30	0,25÷0,35
Gliny piaszczyste i pylaste	0,20÷0,30	0,25÷0,35
Gliny ciężkie	0,20÷0,30	0,20÷0,30
Iły	0,20÷0,23	0,20÷0,25

Dla gruntu miękkoplastycznego (luźnego) należy przyjąć wartości niższe, dla gruntu półzwartego (zagęszczonego) wartości wyższe.
Dla stanów pośrednich gruntów orientacyjne współczynniki tarcia wyznacza się drogą interpolacji.

K O N I E C