

BUDYNKI I BUDOWLE ROLNICZE	N O R M A B R A N Ż O W A	BN-86
	Posadowienie budynków rolniczych na palach krótkich formowanych w gruncie	9018-02
	Projektowanie i obliczenia statyczne	Grupa katalogowa 0733

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot normy. Przedmiotem normy są zasady projektowania i obliczeń statycznych posadowienia budynków na krótkich palach wierconych betonowych i żelbetowych o średnicy nie większej niż 0,40 m i długości nie większej niż 2,0 m.

1.2. Zakres stosowania normy. Normę należy stosować przy projektowaniu posadowienia budynków rolniczych, tj. bezpośrednio związanych z produkcją rolniczą, takich jak: budynki inwentarskie, budynki do składowania i przechowywania produktów rolniczych oraz sprzętu i maszyn rolniczych, budynki mieszkalne rolników, pomocnicze budynki gospodarcze itp., niepodpiwniczone, parterowe i parterowe z poddaszem użytkowym. Stosowanie normy ogranicza się do przypadków, w których suma sił poziomych działających na fundament nie przekracza wartości 10% sumy sił pionowych.

1.3. Określenia

1.3.1. obliczeniowa nośność pionowa pala — maksymalne obciążenie równoległe do osi pala, które pal może przenieść bezpiecznie w danych warunkach gruntowych.

1.3.2. obliczeniowa nośność boczna pala — maksymalne obciążenie prostopadłe do osi pala, przy którym nie następuje przekroczenie wytrzymałości ośrodka gruntowego, jak również wytrzymałości trzonu pala.

1.4. Oznaczenia

A_p — pole przekroju poprzecznego podstawy pala, m^2 ,

A_s — pole poboczniczy pala zagłębionego w gruncie, m^2 ,

D — średnica trzonu pala, m,

I_D — stopień zagęszczenia gruntu,

I_L — stopień plastyczności gruntu,

N_t — nośność obliczeniowa pala wciskanego, kN,

N_p — opór podstawy pala, kN,

N_s — opór poboczniczy pala wciskanego, kN,

N^w — nośność obliczeniowa pala wyciąganego, kN,

Q_t — obciążenia obliczeniowe działające na pal przyjmowane do sprawdzenia stanu granicznego nośności, kN,

R — promień podstawy strefy naprężeń w gruncie, m,

h — zagłębienie pala w gruncie, m,

m — współczynnik korekcyjny — zależy od ilości pali pod fundamentem

$m = 0,8$ dla fundamentów opartych na 2 palach,

$m = 0,9$ dla fundamentów opartych na 3 i więcej palach,

m_1 — współczynnik korekcyjny uwzględniający wpływ średnicy pala na opór podstawy,

m_2 — współczynnik redukcyjny uwzględniający osiowy rozstaw pali w grupie,

q — jednostkowa graniczna wytrzymałość gruntu pod podstawą pala, kPa,

$q^{(n)}$ — jednostkowa obliczeniowa wytrzymałość gruntu pod podstawą pala, kPa,

r — osiowy rozstaw pali w grupie, m,

t — jednostkowa graniczna wytrzymałość gruntu wzdłuż poboczniczy pala, kPa,

$t^{(n)}$ — jednostkowa obliczeniowa wytrzymałość gruntu wzdłuż poboczniczy pala, kPa,

γ_m — współczynnik materiałowy dla gruntu, jak dla I_L lub I_D .

2. ZASADY PROJEKTOWANIA POSADOWIENIA NA PALACH KRÓTKICH FORMOWANYCH W GRUNCIE

2.1. Ogólne zasady projektowania. Projektowanie posadowienia na krótkich palach wierconych należy przeprowadzić na podstawie analizy wyników rozpoznania podłoża gruntowego, informacji technicznych o projektowanym budynku, o wyposażeniu w sprzęt oraz o możliwościach realizacyjnych wykonawcy robót fundamentowych.

2.2. Rozpoznanie podłoża gruntowego należy wykonać wg Wytycznych ITB.

2.3. Warunki posadowienia. Podstawa pala powinna być posadowiona w gruncie nośnym, tj. niespoistym o stopniu zagęszczenia $I_D = 0,3$ lub spoistym o stopniu plastyczności $I_L = 0,25$.

Zgłoszona przez Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa
Ustanowioną przez Dyrektora Instytutu Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa dnia 24 lutego 1986 r.
jako norma obowiązująca od dnia 1 października 1986 r.
(Dz. Norm. i Miar nr 7/1986 poz. 15)

Mięszkość warstwy gruntu nośnego poniżej podstawy pała powinna być nie mniejsza niż 2 m. Pale fundamentowe należy zagłębiać co najmniej na 1,0 m w gruncie nośnym. Należy przy tym uwzględniać następujące przypadki:

a) jeśli w gruncie otaczającym pał występują warstwy osiadające, zagłębienie pała powinno wynosić co najmniej 1,0 m poniżej spągu warstwy osiadającej,

b) jeżeli pał znajduje się w pobliżu kanałów gnojowicowych lub podziemnych zbiorników na gnojowicę w zasięgu teoretycznego klina odłamu, zagłębienie pała powinno wynosić co najmniej 1,0 m poniżej teoretycznej płaszczyzny odłamu. Wymaganie to dotyczy również wszystkich innych kanałów i zbiorników.

2.4. Obciążenia w obliczeniach statycznych. W obliczeniach statycznych, jako wartości obciążeń przekazywanych na pale, należy przyjmować wielkości obciążeń obliczeniowych.

2.5. Materiały

2.5.1. Beton. Pale należy wykonywać z betonu klasy co najmniej B-150. Beton musi odpowiadać wymaganiom wg PN-75/B-06250. W przypadku formowania w otworach wypełnionych wodą lub zawiesiną, masa betonowa powinna zawierać co najmniej 350 kg cementu na 1 m³.

2.5.2. Stal zbrojeniowa. Stal zbrojeniową należy stosować zgodnie z PN-84/B-03264.

2.6. Konstrukcja pali. Należy projektować pale żelbetowe z minimalną ilością zbrojenia, tzn. dla przekrojów nie uzwojonych 0,3%. Otulina zbrojenia powinna mieć co najmniej 6 cm. Pale nie narażone na obciążenia poziome mogą być projektowane jako betonowe nie uzbrojone. Wymiarowanie przekroju pała betonowego lub żelbetowego należy wykonywać zgodnie z PN-84/B-03264, jak dla słupa z pominięciem wpływu smukłości.

3. OBLICZANIE NOŚNOŚCI PALI POJEDYNCZYCH OBCIĄŻONYCH SIŁĄ PIONOWĄ WEDŁUG STANU GRANICZNEGO NOŚNOŚCI

3.1. Obciążenie obliczeniowe osiowe Q_r działające na pał. Obciążenie to działające równoległe do osi pała powinno spełniać warunek

$$Q_r \leq m \cdot N \quad (1)$$

w którym:

N — nośność obliczeniowa wyznaczana wg wzoru (2) lub (3),
 $m = 0,8$ dla fundamentów opartych na 2 palach,
 $m = 0,9$ dla fundamentów opartych na 3 i więcej palach.

3.2. Nośność obliczeniowa pała pojedynczego

3.2.1. Wzory podstawowe

a) Pał wciskany

$$N_t = N_p + N_s = m_1 q^{(r)} \cdot A_p + \sum t_i^{(r)} \cdot A_{si} \quad (2)$$

b) Pał wyciągany

$$N^w = 0,6 \sum t_i^{(r)} \cdot A_{si} \quad (3)$$

w których:

$q^{(r)}$ — jednostkowa obliczeniowa wytrzymałość gruntu pod podstawą pała wyznaczona wg 3.2.2,

$t_i^{(r)}$ — jednostkowa obliczeniowa wytrzymałość gruntu wzdłuż pobocznic pała, w obrębie warstwy i wyznaczona wg 3.2.3.

m_1 — współczynnik korekcyjny uwzględniający wpływ średnicy pała na opór podstawy — wg tabl. 1,

A_p — pole przekroju poprzecznego podstawy pała (m²), którego średnicę należy przyjąć

— równą średnicy świda w przypadku wiercenia otworów bez rury osłonowej,

— równą średnicy zewnętrznej rury w przypadku wiercenia z rurą osłonową,

A_{si} — pole pobocznic pała w obrębie warstwy i (m²), w której pał jest pograżony i które należy obliczyć jako iloczyn grubości warstwy i i obwodu otworu.

Tablica 1. Wartość współczynnika m_1

Współczynnik korekcyjny	Średnica pała D (m)					
	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,40
m_1	1,6	1,5	1,4	1,25	1,1	1,0

3.2.2. Wyznaczenie wartości $q^{(r)}$. Jednostkową obliczeniową wytrzymałość gruntu pod podstawą pała $q^{(r)}$ należy wyznaczyć na podstawie wytrzymałości granicznej gruntu q przyjmowanej wg tabl. 2 lub 3, w zależności od rodzaju gruntu oraz stopnia jego zagęszczenia I_D lub stopnia plastyczności I_L wg wzoru

$$q^{(r)} = \gamma_m \cdot q \quad (4)$$

w którym γ_m — współczynnik materiałowy gruntu określany jak dla I_D lub I_L , $\gamma_m \leq 0,9$.

W tabl. 2 i 3 podano wartości q dla zagłębienia podstawy pała $h = 1,0$ i $2,0$ m. Dla zagłębień h zawartych między 1,0 a 2,0 m wartość wytrzymałości granicznej q_h należy obliczać przez interpolację

$$q_h = q_1 + \frac{(h+1) \cdot q_2 - q_1}{2} \quad (5)$$

Tablica 2. Wartości jednostkowego granicznego oporu gruntu pod podstawą pała q dla gruntów niespoistych (kPa)

Nazwa gruntu	Zagłębienie podstawy pała h m	Stopień zagęszczenia gruntu I_D							
		zagęszczony				średnio zagęszczony			
		1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3
Żwir pospółka	1,0	850	800	690	630	560	480	360	260
	2,0	1590	1390	1270	1170	1000	830	620	480
Piasek gruby i średni	1,0	670	580	490	430	370	300	260	200
	2,0	1180	1050	920	810	660	560	450	340
Piasek drobny	1,0	480	430	360	300	260	200	150	120
	2,0	850	750	650	560	480	380	280	220
Piasek pylasty	1,0	360	330	290	230	180	150	100	70
	2,0	690	610	530	430	360	280	190	130

Tablica 3. Wartości jednostkowego granicznego oporu gruntu pod podstawą pała q dla gruntów spoistych (kPa)

Nazwa gruntu	Zagłębienie podstawy pała h m	Stopień plastyczności gruntu				
		zwały i półzwały		twardoplastyczny		
		$I_L < 0$ $w = 0^{1)}$	$I_L = 0$ $w = w_p^{2)}$	0,1	0,2	0,25
Żwir gliniasty, pospółka gliniasta	1,0	460	320	300	270	240
	2,0	740	520	480	440	390
Piasek gliniasty, glina piaszczysta, glina, glina pylasta	1,0	320	220	200	170	150
	2,0	510	350	320	280	240
Glina piaszczysta zwięzła, glina zwięzła, glina pylasta zwięzła, il piaszczysty, il, il pylasty	1,0	310	210	190	160	140
	2,0	520	350	310	270	230
Pył piaszczysty, pył	1,0	180	130	110	100	80
	2,0	300	260	200	160	140

¹⁾ w — wilgotność.
²⁾ w_p — granica plastyczności.

3.2.3. Wyznaczenie wartości $t^{(r)}$. Jednostkową wytrzymałość gruntu wzdłuż pobocznic pała $t^{(r)}$ należy wyznaczyć na podstawie wytrzymałości granicznej gruntu t przyjmowanej wg tabl. 4 i 5, w zależności od rodzaju gruntu oraz stopnia jego zagęszczenia I_D lub stopnia plastyczności I_L wg wzoru

$$t^{(r)} = \gamma_m \cdot t \quad (6)$$

w którym m jak we wzorze (4).

W tabl. 4 i 5 podano wartości t dla zagłębienia pobocznic pała 0,5, 1,0 i 2,0 m. Dla zagłębienia pobocznic pała h mniejszego niż 0,5 m wartość t_h na-

leży wyznaczyć przez interpolację między wartością t dla 0,5 m a wartością zero dla pierwotnego poziomu terenu.

Dla zagłębienia pobocznic pała h między 0,5 a 1,0 m wartość t_h należy wyznaczyć wg wzoru

$$t_h = t_{0,5} + \frac{(h - 0,5) \cdot (t_i - t_{0,5})}{0,5} \quad (7)$$

Dla zagłębienia między 1,0 a 2,0 m wartość t_h należy wyznaczyć wg wzoru

$$t_h = t_1 + (h - 1) (t_2 - t_1) \quad (8)$$

Tablica 4. Wartości jednostkowego granicznego oporu gruntu wzdłuż pobocznic pała t dla gruntów niespoistych (kPa)

Nazwa gruntu	Zagłębienie pała h m	Stopień zagęszczenia gruntu I_D							
		zagęszczony				średnio zagęszczony			
		1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3
Żwir, pospółka	0,5	19	17	16	14	13	12	11	10
	1,0	37	33	29	26	24	22	21	20
	2,0	67	60	53	47	43	40	37	34
Piasek gruby i średni	0,5	16	13	11	10	8	7	6	5
	1,0	29	24	21	18	16	14	13	10
	2,0	54	46	40	33	30	26	24	16

cd. tabl. 4

Nazwa gruntu	Zagłębienie pala h m	Stopień zagęszczenia gruntu I_D							
		zagęszczony				średnio zagęszczony			
		1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3
Piasek drobny	0,5	11	10	9	8	8	7	6	5
	1,0	21	19	18	16	15	14	13	10
	2,0	40	36	33	30	28	26	24	18
Piasek pylasty	0,5	8	6	5	5	4	3	3	2
	1,0	14	13	11	10	8	6	5	4
	2,0	26	24	20	17	15	12	10	7

Tablica 5. Wartości jednostkowego granicznego oporu gruntu wzdłuż poboczniczy pala t dla gruntów spoistych (kPa)

Nazwa gruntu	Zagłębienie pala h m	Stopień plastyczności gruntu I_L				
		zwały i półzwały		twardoplastyczny		
		$I_L = 0$ $w = 0^{1)}$	$I_L = 0$ $w = w_p^{2)}$	0,1	0,2	0,25
Żwir gliniasty, pospółka gliniasta	0,5	22	16	14	13	12
	1,0	37	26	22	20	20
	2,0	62	42	38	35	29
Piasek gliniasty, glina, glina piaszczysta	0,5	16	10	9	8	7
	1,0	26	14	13	11	9
	2,0	42	24	21	19	17
Pył piaszczysty, pył	0,5	8	4	4	3	3
	1,0	13	6	6	5	5
	2,0	22	11	10	9	8
Gliny ciężkie, il, il pylasty	0,5	16	10	9	7	5
	1,0	26	16	13	11	9
	2,0	42	25	22	19	17
Namuly	0,5	5	3	—	—	—
	1,0	8	6	—	—	—
	2,0	15	11	—	—	—

¹⁾ w — wilgotność.²⁾ w_p — granica plastyczności wg PN-74/B-02480.

3.2.4. Wartości q i t w szczególnych warunkach gruntowych

a) W przypadku przewarstwienia ośrodka gruntowego, w którym pograżony jest pał (warstwa gruntu spoistego w stanie płynnym, warstwa torfu lub namułu o miąższości większej niż 0,5 m), do obliczeń nośności pala wartości q i t należy przyjąć dla warstwy gruntów zalegających poniżej tych warstw.

Jeżeli warstwa gruntu nienośnego zalega od poziomu terenu, to wartości q i t należy określać tak, jak gdyby poziom terenu pierwotnego znajdował się w poziomie spągu warstwy nienośnej.

b) W przypadku gdy podstawa pala opiera się na gruncie kamienistym lub na skale nośność osiową pala należy obliczać wg wzoru

$$N_t = q^{(v)} \cdot A_p \quad (9)$$

w którym oznaczenia jak we wzorze (2).

Wartość jednostkowej obliczeniowej wytrzymałości gruntu pod podstawą pala $q^{(v)}$ należy określić na podstawie próbnego obciążenia w miejscu projektowanego budynku. Do obliczeń nośności pala należy przyjmować wytrzymałość nie większą niż wytrzymałość obliczeniowa na docisk dla betonu, z którego wykonane będą pale.

c) W przypadku gdy na części długości pala występuje warstwa gruntu nie skonsolidowanego lub gruntu nasykowego, która w wyniku osiadania może wywołać tarcie negatywne, należy przy obliczaniu nośności pala przyjmować wartości jednostkowego obliczeniowego oporu gruntu $t^{(v)}$ dla warstwy osiadającej ze znakiem ujemnym wg tabl. 6. W takim przypadku wartości q i t dla warstw gruntu poniżej warstw osiadających należy przyjmować tak, jak gdyby poziom terenu znajdował się w poziomie spągu warstw gruntu wywołujących tarcie negatywne.

Tablica 6. Wartości jednostkowego obliczeniowego oporu gruntu $r^{(a)}$ dla tarcia ujemnego (kPa) — warstwy osiadającej wokół pala

Zagłębienie poboczniczy pala h m	Grunty niespoiste				Grunty spoiste				Grunty organiczne
	żwir, pospółka	piasek gru- by i średni	piasek drobny	piasek pylasty	żwir gli- niasty, po- spółka, gliny	piasek gli- niasty, gli- na piasz- czysta	pył piasz- czysty, pył gliniasty, pył	gliny cięż- kie, ility	namuły, torfy
0,5	1,5	3	6	10	1,5	3	6	6	3
1,0	2	4	8	12	2	4	8	12	8
2,0	3	5	10	15	3	5	10	15	10

4. OBLICZANIE NOŚNOŚCI GRUPY PALI I FUNDAMENTÓW NA PALACH WEDŁUG STANU GRANICZNEGO NOŚNOŚCI

4.1. Nośność fundamentów na palach należy obliczać przyjmując wg PN-83/B-02482 całe obciążenie przypadające na fundament wraz z jego ciężarem własnym wyłącznie na pale.

4.2. Nośność grupy pali należy obliczać jako sumę nośności pali pojedynczych wg rozdz. 3 w przypadku gdy:

— podstawy pali opierają się na gruncie kamienistym lub na skale,

— strefy naprężeń wokół pali wyznaczone wg 4.3 nie zachodzą na siebie.

4.3. Wyznaczenie stref naprężeń w gruncie wokół pali należy wykonywać wg PN-83/B-02482.

4.4. Obliczanie nośności pali w grupie w przypadku zachodzenia stref naprężeń. Rozstaw pali należy projektować tak, aby strefy naprężeń od poszczególnych pali nie zachodziły na siebie.

W wyjątkowych przypadkach, gdy ze względów konstrukcyjnych rozstaw pali powoduje zachodzenie na siebie stref naprężeń, nośność pali należy wyznaczyć wg PN-83/B-02482.

K O N I E C

INFORMACJE DODATKOWE

1. Instytucja opracowująca normę — Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa.

2. Normy i dokumenty związane

PN-74/B-02480 Grunty budowlane. Podział, nazwy, symbole i określenia

PN-83/B-02482 Fundamenty budowlane. Nośność pali i fundamentów palowych

PN-84/B-03264 Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie

PN-75/B-06250 Beton zwykły

Wytyczne wykonywania technicznych badań podłoża gruntowego oraz sporządzania dokumentacji i opinii geotechnicznych. Warszawa: ITB 1980

3. Normy zagraniczne

RFN DIN 4014-1969 Bohrpfülle. Herstellung und zulässige Belastung

4. Autor projektu normy — inż. Zbigniew Kozikowski — Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa, Zakład Budownictwa Rolniczego, Kielce.