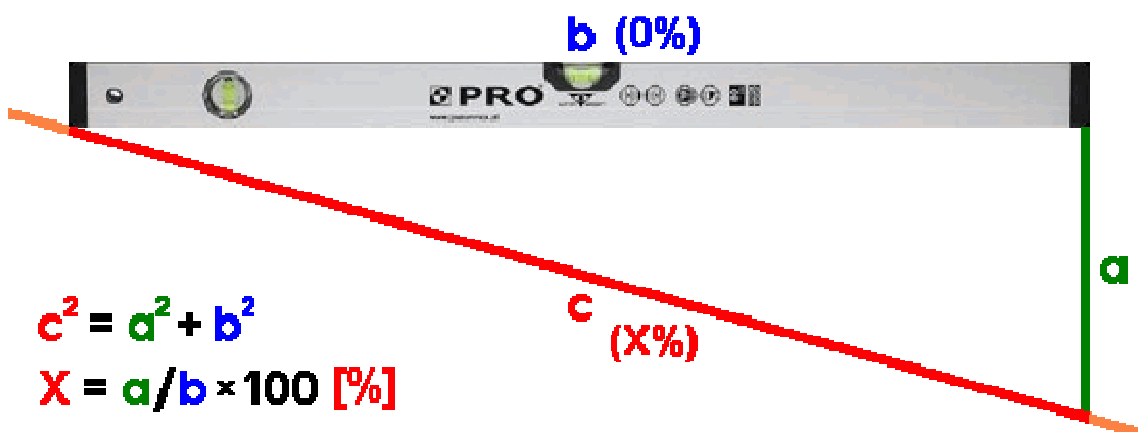


Pomiar spadku (nachylenia) powierzchni

Bardzo często w budownictwie używa się określenia typu: rura/dach/droga/teren ma spadek (nachylenie), np. 4% lub 15°. W praktyce obie te wielkości opisują, jak bardzo powierzchnia rury/dachu/drogi/terenu jest odchylona od poziomu na odcinku o danej długości.

Obliczanie spadku oraz przeliczanie jego wielkości z procentów [%] na stopnie [°] i odwrotnie jest bardzo proste. Wystarczy do tego poziomica i znajomość podstawowych wzorów matematycznych, dotyczących trójkąta prostokątnego.

Sposób pomiaru spadku dowolnej (równej) powierzchni jest przedstawiony na poniższym rysunku.



Poziomicę o długości "b"-metrów przykładamy w górnej części badanej powierzchni tak, aby jeden jej koniec opierał się na tej powierzchni i ustawiamy ją w idealnym poziomie (poziomica tworzy bok "b" trójkąta prostokątnego). Następnie do drugiego końca poziomici, przykładamy pod kątem prostym miarkę i mierzymy odległość, między dolną krawędzią poziomici i badaną powierzchnią (miarka tworzy bok "a" trójkąta prostokątnego).

Tak ustawione poziomica, miarka i krawędź badanej powierzchni (bok "c"), tworzą trójkąt prostokątny. Teraz można obliczyć długość boku "c", która wynosi: $c^2 = a^2 + b^2$. Ważniejsza jest wartość spadku (nachylenia) boku "c" (badanej powierzchni) w stosunku do boku "b" (poziomici) wyrażona w procentach, którą można obliczyć ze wzoru: $a / b * 100$ [%]. Oczywiście obliczenia te można znacznie uprościć i wykonywać bez problemu w pamięci, ale tylko w przypadku używania poziomici o długości 1 lub 2 m.

Przykład 1: długość poziomici "b"=100 cm, zmierzona odległość "a"=X cm, spadek wynosi X [%].

Przykład 2: długość poziomici "b"=200 cm, zmierzona odległość "a"=X cm, spadek wynosi X/2 [%].

Jak można łatwo wywnioskować, spadek (nachylenie) X [%] oznacza, że na każdym odcinku o długości 100 cm badana powierzchnia (bok "c") obniża się o X cm. Na odcinku o długości 200 cm przy spadzie X [%], badana powierzchnia obniży się o drugie tyle, czyli o 2*X cm.

Mając obliczoną wartość spadku w procentach [%] można ją zamienić na wartość spadku, wyrażoną w stopniach [°]. W tym celu, należy mieć kalkulator naukowy z funkcją "arcus tangens" (oznaczaną "atan" lub "arctg") i wykonać następujące obliczenia: $ATAN(X$ [%]) / 100 [°]. Można również dokonać odwrotnej zamiany, czyli stopni [°] na procenty [%]. W tym celu, należy mieć kalkulator naukowy z funkcją "tangens" (oznaczaną "tan" lub "tg") i wykonać następujące obliczenia: $TAN(X$ [°]) * 100 [%].

Jeśli nie posiadamy kalkulatora naukowego z takimi funkcjami, to wystarczy skorzystać z poniższych tabel. Są w nich zawarte wartości spadku (nachylenia) w procentach (0.87-205.03%) i stopniach (0.5-64°) oraz odpowiadające im wartości, wyrażone w jednostkach przeciwnych.

Wartości spadu w procentach i odpowiadające im wartości w stopniach

SPAD	
[%]	[°]
1	0.57
2	1.15
3	1.72
4	2.29
5	2.86
6	3.43
7	4
8	4.57
9	5.14
10	5.71
11	6.28
12	6.84
13	7.41
14	7.97
15	8.53
16	9.09
17	9.65
18	10.2
19	10.76
20	11.31
21	11.86
22	12.41
23	12.95
24	13.5
25	14.04
26	14.57
27	15.11
28	15.64
29	16.17
30	16.7
31	17.22
32	17.74
33	18.26
34	18.78
35	19.29
36	19.8
37	20.3
38	20.81
39	21.31
40	21.8
41	22.29
42	22.78
43	23.27
44	23.75
45	24.23
46	24.7
47	25.17
48	25.64
49	26.1
50	26.57

SPAD	
[%]	[°]
51	27.02
52	27.47
53	27.92
54	28.37
55	28.81
56	29.25
57	29.68
58	30.11
59	30.54
60	30.96
61	31.38
62	31.8
63	32.21
64	32.62
65	33.02
66	33.42
67	33.82
68	34.22
69	34.61
70	34.99
71	35.37
72	35.75
73	36.13
74	36.5
75	36.87
76	37.23
77	37.6
78	37.95
79	38.31
80	38.66
81	39.01
82	39.35
83	39.69
84	40.03
85	40.36
86	40.7
87	41.02
88	41.35
89	41.67
90	41.99
91	42.3
92	42.61
93	42.92
94	43.23
95	43.53
96	43.83
97	44.13
98	44.42
99	44.71
100	45

SPAD	
[%]	[°]
101	45.29
102	45.57
103	45.85
104	46.12
105	46.4
106	46.67
107	46.94
108	47.2
109	47.47
110	47.73
111	47.98
112	48.24
113	48.49
114	48.74
115	48.99
116	49.24
117	49.48
118	49.72
119	49.96
120	50.19
121	50.43
122	50.66
123	50.89
124	51.12
125	51.34
126	51.56
127	51.78
128	52
129	52.22
130	52.43
131	52.64
132	52.85
133	53.06
134	53.27
135	53.47
136	53.67
137	53.87
138	54.07
139	54.27
140	54.46
141	54.65
142	54.85
143	55.03
144	55.22
145	55.41
146	55.59
147	55.77
148	55.95
149	56.13
150	56.31

SPAD	
[%]	[°]
151	56.49
152	56.66
153	56.83
154	57
155	57.17
156	57.34
157	57.51
158	57.67
159	57.83
160	57.99
161	58.15
162	58.31
163	58.47
164	58.63
165	58.78
166	58.93
167	59.09
168	59.24
169	59.39
170	59.53
171	59.68
172	59.83
173	59.97
174	60.11
175	60.26
176	60.4
177	60.53
178	60.67
179	60.81
180	60.95
181	61.08
182	61.21
183	61.35
184	61.48
185	61.61
186	61.74
187	61.86
188	61.99
189	62.12
190	62.24
191	62.37
192	62.49
193	62.61
194	62.73
195	62.85
196	62.97
197	63.09
198	63.2
199	63.32
200	63.43

Wartości spadku w stopniach i odpowiadające im wartości w procentach

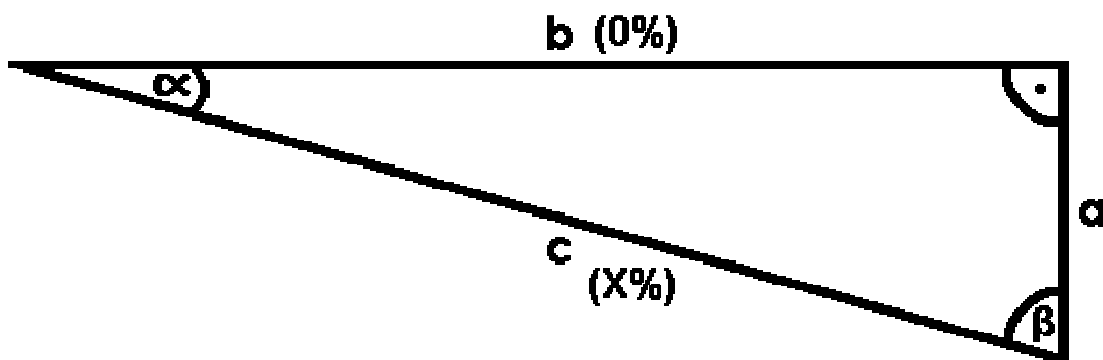
SPAD	
[°]	[%]
0.5	0.87
1	1.75
1.5	2.62
2	3.49
2.5	4.37
3	5.24
3.5	6.12
4	7
4.5	7.87
5	8.75
5.5	9.63
6	10.51
6.5	11.39
7	12.28
7.5	13.17
8	14.05
8.5	14.95
9	15.84
9.5	16.73
10	17.63
10.5	18.53
11	19.44
11.5	20.35
12	21.26
12.5	22.17
13	23.09
13.5	24.01
14	24.93
14.5	25.86
15	26.79
15.5	27.73
16	28.67

SPAD	
[°]	[%]
16.5	29.62
17	30.57
17.5	31.53
18	32.49
18.5	33.46
19	34.43
19.5	35.41
20	36.4
20.5	37.39
21	38.39
21.5	39.39
22	40.4
22.5	41.42
23	42.45
23.5	43.48
24	44.52
24.5	45.57
25	46.63
25.5	47.7
26	48.77
26.5	49.86
27	50.95
27.5	52.06
28	53.17
28.5	54.3
29	55.43
29.5	56.58
30	57.74
30.5	58.9
31	60.09
31.5	61.28
32	62.49

SPAD	
[°]	[%]
32.5	63.71
33	64.94
33.5	66.19
34	67.45
34.5	68.73
35	70.02
35.5	71.33
36	72.65
36.5	74
37	75.36
37.5	76.73
38	78.13
38.5	79.54
39	80.98
39.5	82.43
40	83.91
40.5	85.41
41	86.93
41.5	88.47
42	90.04
42.5	91.63
43	93.25
43.5	94.9
44	96.57
44.5	98.27
45	100
45.5	101.76
46	103.55
46.5	105.38
47	107.24
47.5	109.13
48	111.06

SPAD	
[°]	[%]
48.5	113.03
49	115.04
49.5	117.08
50	119.18
50.5	121.31
51	123.49
51.5	125.72
52	128
52.5	130.32
53	132.7
53.5	135.14
54	137.64
54.5	140.19
55	142.81
55.5	145.5
56	148.26
56.5	151.08
57	154
57.5	156.97
58	160.03
58.5	163.19
59	166.43
59.5	169.77
60	173.21
60.5	176.75
61	180.4
61.5	184.18
62	188.07
62.5	192.1
63	196.26
63.5	200.57
64	205.03

Poniżej jest przedstawiony trójkąt prostokątny wraz ze wszystkimi oznaczeniami i wzorami, potrzebnymi do wykonywania obliczeń przy ustalaniu spadku (nachylenia) powierzchni.



$O = a+b+c$	$\sin\alpha = a/c$	$\sin\beta = b/c$
$P = a*b/2$	$\cos\alpha = b/c$	$\cos\beta = a/c$
$c^2 = a^2+b^2$	$\operatorname{tg}\alpha = a/b$	$\operatorname{tg}\beta = b/a$
$\alpha+\beta = 90^\circ$	$\operatorname{ctg}\alpha = b/a$	$\operatorname{ctg}\beta = a/b$

Jak łatwo zauważyć do zmierzenia wartości spadku są potrzebne tylko długości boków "a" i "b" trójkąta. Ich iloraz, czyli funkcja trygonometryczna "tangens" (tg) dla kąta "alfa" (α), pozwala na bezpośrednie obliczenie wartości spadku, wyrażonego w stopniach. W tym celu po wykonaniu dzielenia długości a/b , należy odszukać w poniższej tabeli w kolumnie "tg α ", wartość jak najbardziej zbliżoną do wyniku dzielenia, a następnie odpowiadającą jej wartość wyrażoną w stopniach z kolumny " α [°]". Tym sposobem można w przybliżeniu ustalić wartość badanego spadku.

Wartości funkcji trygonometrycznych

α [°]	$\sin \alpha$	$\cos \alpha$	$\operatorname{tg} \alpha$	$\operatorname{ctg} \alpha$
0	0	1	0	---
0.5	0.0087	1	0.0087	114.5887
1	0.0175	0.9998	0.0175	57.29
1.5	0.0262	0.9997	0.0262	38.1885
2	0.0349	0.9994	0.0349	28.6363
2.5	0.0436	0.999	0.0437	22.9038
3	0.0523	0.9986	0.0524	19.0811
3.5	0.061	0.9981	0.0612	16.3499
4	0.0698	0.9976	0.0699	14.3007
4.5	0.0785	0.9969	0.0787	12.7062
5	0.0872	0.9962	0.0875	11.4301
5.5	0.0958	0.9954	0.0963	10.3854
6	0.1045	0.9945	0.1051	9.5144
6.5	0.1132	0.9936	0.1139	8.7769
7	0.1219	0.9925	0.1228	8.1443
7.5	0.1305	0.9914	0.1317	7.5958
8	0.1392	0.9903	0.1405	7.1154
8.5	0.1478	0.989	0.1495	6.6912
9	0.1564	0.9877	0.1584	6.3138
9.5	0.165	0.9863	0.1673	5.9758
10	0.1736	0.9848	0.1763	5.6713
10.5	0.1822	0.9833	0.1853	5.3955
11	0.1908	0.9816	0.1944	5.1446
11.5	0.1994	0.9799	0.2035	4.9152
12	0.2079	0.9781	0.2126	4.7046
12.5	0.2164	0.9763	0.2217	4.5107
13	0.225	0.9744	0.2309	4.3315
13.5	0.2334	0.9724	0.2401	4.1653
14	0.2419	0.9703	0.2493	4.0108
14.5	0.2504	0.9681	0.2586	3.8667
15	0.2588	0.9659	0.2679	3.7321
15.5	0.2672	0.9636	0.2773	3.6059
16	0.2756	0.9613	0.2867	3.4874
16.5	0.284	0.9588	0.2962	3.3759
17	0.2924	0.9563	0.3057	3.2709
17.5	0.3007	0.9537	0.3153	3.1716
18	0.309	0.9511	0.3249	3.0777
18.5	0.3173	0.9483	0.3346	2.9887
19	0.3256	0.9455	0.3443	2.9042
19.5	0.3338	0.9426	0.3541	2.8239
20	0.342	0.9397	0.364	2.7475
20.5	0.3502	0.9367	0.3739	2.6746
21	0.3584	0.9336	0.3839	2.6051
21.5	0.3665	0.9304	0.3939	2.5386
22	0.3746	0.9272	0.404	2.4751
22.5	0.3827	0.9239	0.4142	2.4142
23	0.3907	0.9205	0.4245	2.3559
23.5	0.3987	0.9171	0.4348	2.2998
24	0.4067	0.9135	0.4452	2.246
24.5	0.4147	0.91	0.4557	2.1943
25	0.4226	0.9063	0.4663	2.1445
25.5	0.4305	0.9026	0.477	2.0965
26	0.4384	0.8988	0.4877	2.0503

α [°]	$\sin \alpha$	$\cos \alpha$	$\operatorname{tg} \alpha$	$\operatorname{ctg} \alpha$
26.5	0.4462	0.8949	0.4986	2.0057
27	0.454	0.891	0.5095	1.9626
27.5	0.4617	0.887	0.5206	1.921
28	0.4695	0.8829	0.5317	1.8807
28.5	0.4772	0.8788	0.543	1.8418
29	0.4848	0.8746	0.5543	1.804
29.5	0.4924	0.8704	0.5658	1.7675
30	0.5	0.866	0.5774	1.7321
30.5	0.5075	0.8616	0.589	1.6977
31	0.515	0.8572	0.6009	1.6643
31.5	0.5225	0.8526	0.6128	1.6319
32	0.5299	0.848	0.6249	1.6003
32.5	0.5373	0.8434	0.6371	1.5697
33	0.5446	0.8387	0.6494	1.5399
33.5	0.5519	0.8339	0.6619	1.5108
34	0.5592	0.829	0.6745	1.4826
34.5	0.5664	0.8241	0.6873	1.455
35	0.5736	0.8192	0.7002	1.4281
35.5	0.5807	0.8141	0.7133	1.4019
36	0.5878	0.809	0.7265	1.3764
36.5	0.5948	0.8039	0.74	1.3514
37	0.6018	0.7986	0.7536	1.327
37.5	0.6088	0.7934	0.7673	1.3032
38	0.6157	0.788	0.7813	1.2799
38.5	0.6225	0.7826	0.7954	1.2572
39	0.6293	0.7771	0.8098	1.2349
39.5	0.6361	0.7716	0.8243	1.2131
40	0.6428	0.766	0.8391	1.1918
40.5	0.6494	0.7604	0.8541	1.1708
41	0.6561	0.7547	0.8693	1.1504
41.5	0.6626	0.749	0.8847	1.1303
42	0.6691	0.7431	0.9004	1.1106
42.5	0.6756	0.7373	0.9163	1.0913
43	0.682	0.7314	0.9325	1.0724
43.5	0.6884	0.7254	0.949	1.0538
44	0.6947	0.7193	0.9657	1.0355
44.5	0.7009	0.7133	0.9827	1.0176
45	0.7071	0.7071	1	1
45.5	0.7133	0.7009	1.0176	0.9827
46	0.7193	0.6947	1.0355	0.9657
46.5	0.7254	0.6884	1.0538	0.949
47	0.7314	0.682	1.0724	0.9325
47.5	0.7373	0.6756	1.0913	0.9163
48	0.7431	0.6691	1.1106	0.9004
48.5	0.749	0.6626	1.1303	0.8847
49	0.7547	0.6561	1.1504	0.8693
49.5	0.7604	0.6494	1.1708	0.8541
50	0.766	0.6428	1.1918	0.8391
50.5	0.7716	0.6361	1.2131	0.8243
51	0.7771	0.6293	1.2349	0.8098
51.5	0.7826	0.6225	1.2572	0.7954
52	0.788	0.6157	1.2799	0.7813
52.5	0.7934	0.6088	1.3032	0.7673

α [°]	$\sin \alpha$	$\cos \alpha$	$\operatorname{tg} \alpha$	$\operatorname{ctg} \alpha$
53	0.7986	0.6018	1.327	0.7536
53.5	0.8039	0.5948	1.3514	0.74
54	0.809	0.5878	1.3764	0.7265
54.5	0.8141	0.5807	1.4019	0.7133
55	0.8192	0.5736	1.4281	0.7002
55.5	0.8241	0.5664	1.455	0.6873
56	0.829	0.5592	1.4826	0.6745
56.5	0.8339	0.5519	1.5108	0.6619
57	0.8387	0.5446	1.5399	0.6494
57.5	0.8434	0.5373	1.5697	0.6371
58	0.848	0.5299	1.6003	0.6249
58.5	0.8526	0.5225	1.6319	0.6128
59	0.8572	0.515	1.6643	0.6009
59.5	0.8616	0.5075	1.6977	0.589
60	0.866	0.5	1.7321	0.5774
60.5	0.8704	0.4924	1.7675	0.5658
61	0.8746	0.4848	1.804	0.5543
61.5	0.8788	0.4772	1.8418	0.543
62	0.8829	0.4695	1.8807	0.5317
62.5	0.887	0.4617	1.921	0.5206
63	0.891	0.454	1.9626	0.5095
63.5	0.8949	0.4462	2.0057	0.4986
64	0.8988	0.4384	2.0503	0.4877
64.5	0.9026	0.4305	2.0965	0.477
65	0.9063	0.4226	2.1445	0.4663
65.5	0.91	0.4147	2.1943	0.4557
66	0.9135	0.4067	2.246	0.4452
66.5	0.9171	0.3987	2.2998	0.4348
67	0.9205	0.3907	2.3559	0.4245
67.5	0.9239	0.3827	2.4142	0.4142
68	0.9272	0.3746	2.4751	0.404
68.5	0.9304	0.3665	2.5386	0.3939
69	0.9336	0.3584	2.6051	0.3839
69.5	0.9367	0.3502	2.6746	0.3739
70	0.9397	0.342	2.7475	0.364
70.5	0.9426	0.3338	2.8239	0.3541
71	0.9455	0.3256	2.9042	0.3443
71.5	0.9483	0.3173	2.9887	0.3346

α [°]	$\sin \alpha$	$\cos \alpha$	$\operatorname{tg} \alpha$	$\operatorname{ctg} \alpha$
72	0.9511	0.309	3.0777	0.3249
72.5	0.9537	0.3007	3.1716	0.3153
73	0.9563	0.2924	3.2709	0.3057
73.5	0.9588	0.284	3.3759	0.2962
74	0.9613	0.2756	3.4874	0.2867
74.5	0.9636	0.2672	3.6059	0.2773
75	0.9659	0.2588	3.7321	0.2679
75.5	0.9681	0.2504	3.8667	0.2586
76	0.9703	0.2419	4.0108	0.2493
76.5	0.9724	0.2334	4.1653	0.2401
77	0.9744	0.225	4.3315	0.2309
77.5	0.9763	0.2164	4.5107	0.2217
78	0.9781	0.2079	4.7046	0.2126
78.5	0.9799	0.1994	4.9152	0.2035
79	0.9816	0.1908	5.1446	0.1944
79.5	0.9833	0.1822	5.3955	0.1853
80	0.9848	0.1736	5.6713	0.1763
80.5	0.9863	0.165	5.9758	0.1673
81	0.9877	0.1564	6.3138	0.1584
81.5	0.989	0.1478	6.6912	0.1495
82	0.9903	0.1392	7.1154	0.1405
82.5	0.9914	0.1305	7.5958	0.1317
83	0.9925	0.1219	8.1443	0.1228
83.5	0.9936	0.1132	8.7769	0.1139
84	0.9945	0.1045	9.5144	0.1051
84.5	0.9954	0.0958	10.3854	0.0963
85	0.9962	0.0872	11.4301	0.0875
85.5	0.9969	0.0785	12.7062	0.0787
86	0.9976	0.0698	14.3007	0.0699
86.5	0.9981	0.061	16.3499	0.0612
87	0.9986	0.0523	19.0811	0.0524
87.5	0.999	0.0436	22.9038	0.0437
88	0.9994	0.0349	28.6363	0.0349
88.5	0.9997	0.0262	38.1885	0.0262
89	0.9998	0.0175	57.29	0.0175
89.5	1	0.0087	114.5887	0.0087
90	1	0	---	0