

OBCIĄŻALNOŚĆ PRĄDOWA KABLI UŁOŻONYCH W ZIEMI

Franciszek Lesiak
Oddział Krakowski SEP

1. Wstęp

Wprowadzona w maju 2011 norma zharmonizowana PN-HD 60364 – Instalacje elektryczne niskiego napięcia część 5-52 Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego – Oprzewodowanie stanowiąca kontynuację normy PN-IEC 60364 –5-523 wymaga komentarza ponieważ do tej pory stanowi przedmiot dyskusji i rozważań wynikającej z rozbieżności obciążeń kabli i przewodów podawanych w różnych źródłach, które czasem są nawet dwukrotnie mniejsze niż wartości podawane poprzednio w PBUE zgodnie z zarządzeniem Ministra Górnictwa i Energetyki z 17.07.1974.

Przykładowo obciążalności kabla miedzianego o przekroju $3 \times 240 \text{ mm}^2$ wg. PBUE wynosiła 535A a podane w tablicach nowej normy wynosi 375A.

W artykule przedstawiono bardziej szczegółowe spojrzenie na te zagadnienia.

2. Stan według aktów prawnych

Wartości obciążalności przewodów i kabli określały kolejno wprowadzane zgodne, z normami IEC, następujące normy:

- PN-IEC 60364-5-523 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Obciążalność prądowa długotrwała przewodów. Kwiecień 2001
- PN-IEC 60364-5-52:2002 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Oprzewodowanie. Styczeń 2002
- PN-HD 60364-5-52 Instalacje elektryczne niskiego napięcia – część 5-52: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego – Oprzewodowanie. Maj 2011

A więc najpierw określimy zakres stosowania powyższych norm..

Zgodnie z normą PN-IEC 60364-5-52-2002 część 1 - Zakres, przedmiot i wymagania podstawowe, punkt 11.4 stanowi, że norma nie dotyczy:

- rozdziału energii elektrycznej do obiektów publicznych,
- wytwarzania energii elektrycznej i jej przesyłu.

Powyższe ogranicza obszar stosowania tych norm.

3. Parametry wpływające na obciążalność kabli w ziemi

Norma PN-HD 60 364-5-52 z maja 2011 określa dwie metody układania kabli w ziemi
Metoda referencyjna D1 –kable układane w osłonie

Metoda referencyjna D2 –kable układane bezpośrednio w ziemi

Dane dotyczące obciążalności kabli dla kabli w izolacji PCV podane są w tabeli B52.4 a dla kabli w izolacji XLPE w tabeli B52.5. Przy czym podane w tych tabelach w/w norm wartości obciążalności kabli dotyczą gruntów o rezystancji cieplnej 2.5 Km/W gdy tymczasem w PBUE obciążalność kabli podawana była dla rezystancji cieplnej gruntu 1.2 Km/W .

Szacunkowo można przyjąć że w Polsce przeciętna wartość rezystancji cieplnej gruntów zawiera się w przedziale $1,2-1,5 \text{ Km/W}$. Niektórzy producenci kabli podają nawet 1.0 Km/W . Dokładne określenie rezystancji wymaga znajomości rodzaju gruntu oraz zawartości w nim wody.

Do podanych w tabelach norm wielkości należy wprowadzić odpowiednie współczynniki korekcyjne uwzględniające; rezystancję cieplną gruntu, temperaturę oraz uwzględniający wiązkę kabli ułożonych w ziemi.

3.1. Współczynnik rezystancji cieplnej gruntu /podany jest w normie PN-HD 60364-5-52 w tab. 52.16.

W zależności od rezystancji cieplnej gruntu, wartości obciążalności kabli należy pomnożyć przez odpowiednie współczynniki korygujące

Orientacyjnie w zależności od składu gruntu rezystancja cieplna wynosi:

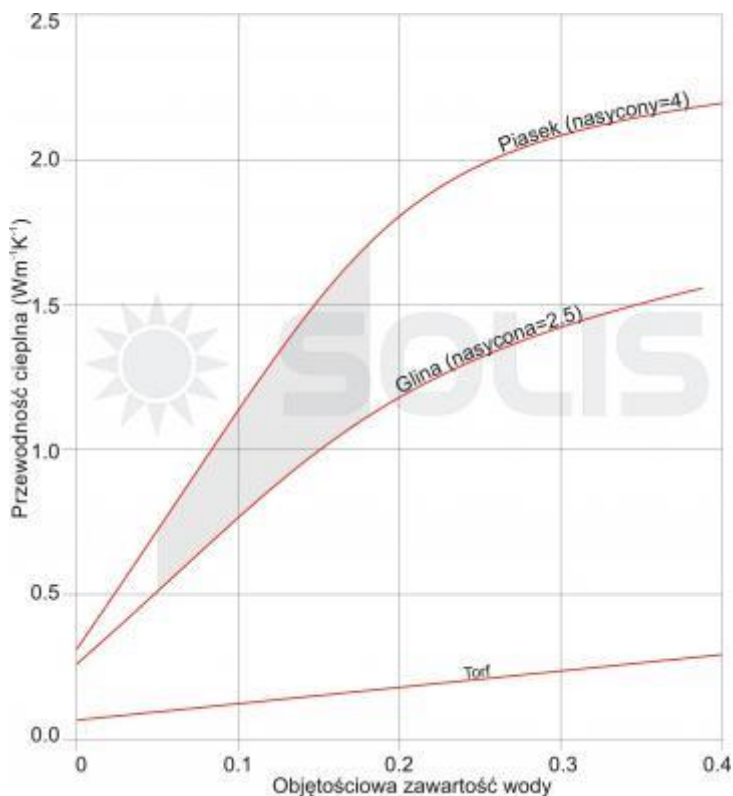
Kabel zanurzony w wodzie	0,45Km/W
Bardzo mokry piasek	0,5Km/W
Mokry piasek lub glina	0,7Km/W
Normalny piasek lub glina	0,85Km/W
Suchy piasek lub glina	1Km/W
Bardzo suchy piasek, glina lub popiół	1,2-1,5Km/W
Bardzo suchy piasek lub popiół	2-3Km/W

Przy czym decydująca tu jest gęstość i zawartość wody w gruncie, powodująca że w zależności od zawilgocenia rezystancja cieplna tego samego gruntu może się zmieniać nawet pięciokrotnie.

Norma nie uwzględnia również rezystancji cieplnej zasyпки kabla i osłony

Projektant praktycznie nie ma możliwości określenia rezystancji cieplnej gruntu dlatego pewną pomocą może być poniższa tabela określająca przewodność cieplną gruntu w zależności od zawartości wody w gruncie.

Tab.1. Przewodność cieplna gruntu w zależności od zawartości wody
wg. materiałów firmy SOLIS sp. z o.o. [6]



3.2. Współczynnik korygujący ze względu na temperaturę gruntu /wg. tab.B52.15

Temperatura gruntu w stopniach	Izolacja kabla PCV	Izolacja kabla XLPE
10	1,1	1,07
15	1,05	1,04
20	1	1
25	0,95	0,96
30	0,89	0,93

3.3. Współczynnik korygujący ze względu na wiązkę kabli ułożonych w osłonie w ziemi dla metody ułożenia D1 /wg. tab.B52.19

Liczba kabli	Kable w osłonie przylegającej	Dla odstępu między osłonami 0,25m
2	0,85	0,9
3	0,75	0,85
4	0,7	0,8

3.4. Współczynnik korygujący ze względu na wiązkę kabli ułożonych w ziemi dla metody ułożenia D2 /wg. tab.B52.18

Liczba kabli	Kable przylegające	Dla odstępu między kablami 0,125m	Dla odstępu między kablami 0,25m
2	0,75	0,85	0,9
3	0,65	0,75	0,8
4	0,6	0,7	0,75

4. Skorygowane tabele obciążalności kabli ułożonych w ziemi

W celu ułatwienia doboru kabli poniżej załączono tabele określające obciążalność pojedynczych kabli w zależności od rezystancji cieplnej gruntu dla metod ułożenia D1 i D2 przy następujących założeniach.

- temperatura gruntu 20⁰
- kabel ułożony na głębokości 0,8m
- obciążone 3 żyły

Tab.2 Obciążalność prądowa kabli; miedź ,izolacja PCV, 3 żyły obciążone ułożone w osłonie w gruncie –metoda D1 /temperatura przewodnika 70⁰ ,temperatura powietrza 30⁰ ,temperatura gruntu 20⁰ .

Przekrój	Tab.B52.4	0,5Km/W	0,7Km/W	1Km/W	1,5Km/W	2Km/W	2,5Km/W	3Km/W
		k3=1,28	k3=1,2	k3=1,18	k3=1,1	k3=1,05	k3=1	k3=0,96
1,5	18	23	22	21	20	19	18	17
2,5	24	31	29	28	26	25	24	23
4	30	38	36	35	33	32	30	29
6	38	49	46	45	42	40	38	36
10	50	64	60	59	55	53	50	48
16	64	82	77	76	70	67	64	61
25	82	105	98	97	90	86	82	79
35	98	125	118	116	108	103	98	94
50	116	148	139	137	128	122	116	111
70	143	183	172	169	157	150	143	137
95	169	216	203	199	186	177	169	162
120	192	246	230	227	211	202	192	184
150	217	278	260	256	239	228	217	208
185	243	311	292	287	267	255	243	233
240	280	358	336	330	308	294	280	269
300	316	404	379	373	348	332	316	303

Tab.3 Obciążalność prądowa kabli; aluminium ,izolacja PCV, 3 żyły obciążone ułożone w osłonie w gruncie –metoda D1 /temperatura przewodnika 70⁰ ,temperatura powietrza 30⁰ ,temperatura gruntu 20⁰ .

Przekrój	Tab.B52.4	0,5Km/W	0,7Km/W	1Km/W	1,5Km/W	2Km/W	2,5Km/W	3Km/W
2,5	18,5	18,5	22	22	20	19	18,5	18
4	24	24	29	28	26	25	24	23
6	30	30	36	35	33	32	30	29
10	39	39	47	46	43	41	39	37
16	50	50	60	59	55	53	50	48
25	64	64	77	76	70	67	64	61
35	77	77	92	91	85	81	77	74
50	91	91	109	107	100	96	91	87
70	112	112	134	132	123	118	112	108
95	132	132	158	156	145	139	132	127
120	150	150	180	177	165	158	150	144
150	169	169	203	199	186	177	169	162
185	190	190	228	224	209	200	190	182
240	218	218	262	257	240	229	218	209
300	247	247	296	291	272	259	247	237

Tab.4 Obciążalność prądowa kabli; miedź ,izolacja XLPE, 3 żyły obciążone ułożone w osłonie w gruncie –metoda D1 /temperatura przewodnika 90⁰, temperatura powietrza 30⁰, temperatura gruntu 20⁰.

Przekrój	Tab.B52.5	0,5Km/W	0,7Km/W	1Km/W	1,5Km/W	2Km/W	2,5Km/W	3Km/W
1,5	21	27	25	25	23	22	21	20
2,5	28	36	34	33	31	29	28	27
4	36	46	43	42	40	38	36	35
6	44	56	53	52	48	46	44	42
10	58	74	70	68	64	61	58	56
16	75	96	90	89	83	79	75	72
25	96	123	115	113	106	101	96	92
35	115	147	138	136	127	121	115	110
50	135	173	162	159	149	142	135	130
70	167	214	200	197	184	175	167	160
95	197	252	236	232	217	207	197	189
120	223	285	268	263	245	234	223	214
150	251	321	301	296	276	264	251	241
185	281	360	337	332	309	295	281	270
240	324	415	389	382	356	340	324	311
300	365	467	438	431	402	383	365	350

Tab.5 Obciążalność prądowa kabli; aluminium ,izolacja XLPE, 3 żyły obciążone ułożone w osłonie w gruncie –metoda D1/temperatura przewodnika 90⁰,temperatura powietrza 30⁰, temperatura gruntu 20⁰.

Przekrój	Tab.B52.5	0,5Km/W	0,7Km/W	1Km/W	1,5Km/W	2Km/W	2,5Km/W	3Km/W
2,5	22	28	26	26	24	23	22	21
4	28	36	34	33	31	29	28	27
6	35	45	42	41	39	37	35	34
10	46	59	55	54	51	48	46	44
16	59	76	71	70	65	62	59	57
25	75	96	90	89	83	79	75	72
35	90	115	108	106	99	95	90	86
50	106	136	127	125	117	111	106	102
70	130	166	156	153	143	137	130	125
95	154	197	185	182	169	162	154	148
120	174	223	209	205	191	183	174	167
150	197	252	236	232	217	207	197	189
185	220	282	264	260	242	231	220	211
240	253	324	304	299	278	266	253	243
300	286	366	343	337	315	300	286	275

Tab.6 Obciążalność prądowa kabli; miedź ,izolacja PCV, 3 żyły obciążone ułożone w osłonie w gruncie –metoda D2/temperatura przewodnika 70⁰ ,temperatura powietrza 30⁰ , temperatura gruntu 20⁰ .

Przekrój	Tab.B52.4	0,5Km/W	0,7Km/W	1Km/W	1,5Km/W	2Km/W	2,5Km/W	3Km/W
		k3=1,88	k3=1,62	k3=1,5	k3=1,28	k3=1,12	k3=1	k3=0,9
1,5	19	36	31	29	24	21	19	17
2,5	24	45	39	36	31	27	24	22
4	33	62	53	50	42	37	33	30
6	41	77	66	62	52	46	41	37
10	54	102	87	81	69	60	54	49
16	70	132	113	105	90	78	70	63
25	92	173	149	138	118	103	92	83
35	110	207	178	165	141	123	110	99
50	130	244	211	195	166	146	130	117
70	162	305	262	243	207	181	162	146
95	193	363	313	290	247	216	193	174
120	220	414	356	330	282	246	220	198
150	246	462	399	369	315	276	246	221
185	278	523	450	417	356	311	278	250
240	320	602	518	480	410	358	320	288
300	359	675	582	539	460	402	359	323

Tab.7 Obciążalność prądowa kabli; aluminium ,izolacja PCV, 3 żyły obciążone ułożone w osłonie w gruncie –metoda D2/temperatura przewodnika 70⁰ ,temperatura powietrza 30⁰ , temperatura gruntu 20⁰ .

Przekrój	Tab.B52.4	0,5Km/W	0,7Km/W	1Km/W	1,5Km/W	2Km/W	2,5Km/W	3Km/W
2,5								
4								
6								
10								
16	53	100	86	80	68	59	53	48
25	69	130	112	104	88	77	69	62
35	83	156	134	125	106	93	83	75
50	99	186	160	149	127	111	99	89
70	122	229	198	183	156	137	122	110
95	148	278	240	222	189	166	148	133
120	169	318	274	254	216	189	169	152
150	189	355	306	284	242	212	189	170
185	214	402	347	321	274	240	214	193
240	250	470	405	375	320	280	250	225
300	282	530	457	423	361	316	282	254

Tab.8 Obciążalność prądowa kabli; miedź ,izolacja XLPE, 3 żyły obciążone ułożone w osłonie w gruncie –metoda D2 /temperatura przewodnika 90⁰ ,temperatura powietrza 30⁰ , temperatura gruntu 20⁰ .

Przekrój	Tab.B52.5		0,7Km/W	1Km/W	1,5Km/W	2Km/W	2,5Km/W	3Km/W
1,5	23	43	37	35	29	26	23	21
2,5	30	56	49	45	38	34	30	27
4	39	73	63	59	50	44	39	35
6	49	92	79	74	63	55	49	44
10	65	122	105	98	83	73	65	59
16	84	158	136	126	108	94	84	76
25	107	201	173	161	137	120	107	96
35	129	243	209	194	165	144	129	116
50	153	288	248	230	196	171	153	138
70	188	353	305	282	241	211	188	169
95	226	425	366	339	289	253	226	203
120	257	483	416	386	329	288	257	231
150	287	540	465	431	367	321	287	258
185	324	609	525	486	415	363	324	292
240	375	705	608	563	480	420	375	338
300	419	788	679	629	536	469	419	377

Tab.9 Obciążalność prądowa kabli; aluminium ,izolacja XLPE, 3 żyły obciążone ułożone w osłonie w gruncie –metoda D2/temperatura przewodnika 90⁰ ,temperatura powietrza 30⁰ , temperatura gruntu 20⁰ ,

Przekrój	Tab.B52.5	0,5Km/W	0,7Km/W	1Km/W	1,5Km/W	2Km/W	2,5Km/W	3Km/W
2,5								
4								
6								
10								
16	64	120	104	96	82	72	64	58
25	82	154	133	123	105	92	82	74
35	96	180	156	144	123	108	96	86
50	117	220	190	176	150	131	117	105
70	144	271	233	216	184	161	144	130
95	172	323	279	258	220	193	172	155
120	197	370	319	296	252	221	197	177
150	220	414	356	330	282	246	220	198
185	250	470	405	375	320	280	250	225
240	290	545	470	435	371	325	290	261
300	320	602	518	480	410	358	320	288

5. Podsumowanie

Na podstawie dotychczasowych doświadczeń wydaje się że wystarczającym jest dla warunków geologicznych występujących w Polsce przyjmowanie wartości rezystancji gruntu 1.2-1,5Km/W .

Wątpliwości musi jeszcze wzbudzać podawana w normach dokładność obciążenia prądowego kabli do 1 ampera ,skoro podstawowy parametr jakim jest rezystancja cieplna gruntu praktycznie jest trudny do określenia oraz to czy wartości dopuszczalnego obciążenia kabli nie powinien określać producent kabli a nie norma.

6. Spis literatury

- [1] -.PN-IEC 60364-5-523 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych . Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Obciążalność prądowa długotrwała przewodów . kwiecień 2001
- [2] -PN-IEC 60364-5-52 :2002 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Oprzewodowanie. styczeń 2002
- [3] -PN-HD 60364-5-52 Instalacje elektryczne niskiego napięcia –część 5-52: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego – Oprzewodowanie maj 2011
- [4] Musiał E: Obciążalność cieplna przewodów i kabli „INPE” nr.107 –2008
- [5] Spyra F. Wpływ czynników zewnętrznych na obciążalność kabli „Energetyka” nr.6/7 2007
- [6] Materiały firmowe firmy SOLIS sp. z o.o.