C3 Schedule of detailed requirement

Invitation to Bid No.:

Item	PEA Material No.	Quantity	Description
1	1020150204		1.1_____set(s). Cable termination kit, outdoor type, suitable for using with 115 kV underground power cable size 800 mm^2, with: Range of diameter over cable insulation : 67 mm – 73 mm Complete with necessary installation materials, installation instructions and accessories 1.2_____lot(s). Special tools for installation termination kit in item 1.1. (if any)
2	1020150207		2.1_____set(s). Cable termination kit, outdoor type, suitable for using with 115 kV underground power cable size 800 mm^2, with: Range of diameter over cable insulation : 77 mm – 80 mm Complete with necessary installation materials, installation instructions and accessories 2.2_____lot(s). Special tools for installation termination kit in item 2.1. (if any)
3	1020150208		3.1_____set(s). Cable termination kit, outdoor type, suitable for using with 115 kV underground power cable size 1,200 mm^2, with: Range of diameter over cable insulation : 76 mm – 83 mm Complete with necessary installation materials, installation instructions and accessories 3.2_____lot(s). Special tools for installation termination kit in item 3.1. (if any)
4	-	lot	Supervision for installation the termination kit in Item 1.
5	-	lot	Optional accessories for termination kit in Item 1.
6	-	lot	Supervision for installation the termination kit in Item 2.
7	-	lot	Optional accessories for termination kit in Item 2.

C3 Schedule of detailed requirement

Invitation to Bid No.:

Item	PEA Material No.	Quantity	Description
8	-	lot	Supervision for installation the termination kit in Item 3.
9	-	lot	Optional accessories for termination kit in Item 3.

Notes:

1. The bidder has to quote the unit costs; and portion of each item shall not be considered.
2. The bidder has to quote on the supervision for installation and optional accessories (if any) with their lists of quantities and itemized prices; PEA reserves the right to purchase on supervision for installation and optional accessories by some or all of items, to adjust their quantities, or cancel them.
3. PEA shall purchase the cable termination kit, special tools (if any), supervision for installation and optional accessories from one (1) bidder.
4. Evaluation and comparison of bid price shall not include supervision for installation and optional accessories.
5. For the products which have never been used in PEA's system, PEA reserves the right to request for the installation demonstration. In case the bidder cannot carry out to demonstrate within thirty (30) days after being informed by PEA or the installation procedure is not suitable for PEA's system, the bidder's proposal shall be rejected. However, bidder can initiated PEA for the installation demonstration before bid closing date by issuing the official letter to the Procurement Department and clearly state the request for demonstration and invitation to bid number.
6. Training course for installation and maintenance the proposed termination kits shall be provided by the Contractor for PEA's personnel. The training shall not less than Three (3) days. **The training shall be free of charge**.

2.4.3 Surge Arrester for 115 kV

Invitation to Bid No.:

C Material, equipment, and specifications for 115 kV SURGE ARRESTERS

C1 General material and packing instructions

Additional to the general instructions, the following shall be observed:

1a Scope

These specifications cover 115 kV surge arresters (Hereinafter called the surge arresters) of non-linear metal-oxide resistor type without spark gaps and accessories suitable for outdoor installation in 115 kV 50 Hz substation and transmission line.

1b Standards

The surge arresters shall be designed, manufactured and tested in accordance with the following standards:

Thai Industrial Standards (TIS):

TIS 2366-2551 [IEC 60099-4 Edition 2.1 (2006-07)] Metal-oxide surge arresters without gaps for a.c. systems

or International Electrotechnical Commission (IEC):

IEC 60099-4: 2009 Surge arresters – Part 4: Metal-oxide surge arresters without gaps for a.c. systems

And all other relevant standards, unless otherwise specified in these specification.

PEA will also accept the surge arresters designed, manufactured and tested in accordance with the later edition of the above standard.

PEA will also accept the type test report in accordance with the previous edition of the above standards, if there is no significant change in any test items or no additional test item(s) compared with the above standards. On the other hand, if there is significant change in any test items or there are any additional test items, the previous edition type test report with the additional test report(s) of the significant change test item(s) and/or additional test item(s) will be also accepted.

1c Principal requirement

1c.1 Design

The surge arresters shall be of metal oxide type and housing of the arresters shall be silicone rubber.

Each arrester shall have pressure relieve design for relief internal over-pressure.

The surge arresters shall be self-supporting base mounted and designed to be mounted on solid hot-dip galvanized steel supporting structures provided by PEA.

The surge arresters and all associated equipment shall be designed and constructed for outdoor installation and operation and shall be capable of continuous operation at the specified ratings under the stated site and service conditions.

1c.2 Site and service condition

The surge arresters shall be suitable for using in tropical climatic area and shall be capable of operating at its full ratings under site and service conditions as listed below:

Seismic activity	0.3g
Maximum wind speed	≈100 km/h
Maximum recorded rainfall	250 mm/day
Number of days with thunderstorm	100 days/year
Average rainfall	20 mm/day
Mean maximum annual relative humidity	94%
Mean minimum annual relative humidity	79%
Minimum daily relative humidity	17%
Maximum temperature of surfaces exposed to sunbeam	80°C
Mean minimum daily temperature	24°C
Maximum ambient temperature	40°C [(1)]
Minimum ambient temperature	11°C
Altitude	up to 1,000 m above sea level

Note: [(1)] According to IEC 62271-1 over 40°C will be possible under special requirement.

1c.3 Ratings and characteristics

The surge arresters shall have rating and characteristics as specified in **Table 1**.

Table 1

Rating and characteristics of the 115 kV surge arresters

Ratings and characteristics	Unit	Requirement
Nominal system voltage	kV r.m.s.	115
Maximum system voltage	kV r.m.s.	123
Rated voltage (U_r)	kV r.m.s.	96
Rated frequency	Hz	50
Nominal discharge current (I_n)	kA peak	10
Maximum residual voltage (U_{res}) at the nominal discharge current	kV peak	2.85Ur

Ratings and characteristics	Unit	Requirement
Rated short-circuit current	kA r.m.s. (sym)	50
High-current impulse withstand	kA peak	100
Line discharge class	-	3
Minimum long-duration current impulse withstand: - current - virtual duration of peak	 A peak µs	 500 2,400
Minimum energy capacity	kJ/kV	7
Minimum creepage distance between live part to ground	mm	3,810
Line terminal	-	4-hole NEMA pad
Housing: - material - colour	 - -	 silicone rubber gray

1c.5 Surge counter

Surge counter using for recording number of discharges and measuring leakage current of the surge arresters shall be provided if required by PEA (See "**C3 Schedule of detailed requirement**").

1c.6 Manufacturer's experience

The bidders shall give evidence about long term manufacturing and sale experience of the surge arrester's manufacturer. The manufacturer shall has manufacturing and outside country sale experiences of surge arresters used in 115 kV power system or above of at least ten (10) years.

The bidder shall submit manufacturer's surge arresters supplying list indicating name and country of customers, model of the surge arresters, system voltage and year of delivery.

1d Tests and test reports

1d.1 Type tests

The surge arresters shall be passed type tests in accordance with TIS 2366-2551 or IEC 60099-4: 2009 by the following test items[1)]:

(1) Insulation withstand test on the arrester housing

(2) Residual voltage tests

(3) Long-duration current impulse withstand tests

(4) Operating duty tests

(5) Short-circuit tests

(6) Internal partial discharge tests

(7) Test of the bending moment

(8) Radio interference voltage (RIV) test

(9) Weather aging tests[2)]

In addition, the following test item shall be carried out:

- Seismic withstand tests in accordance with IEEE 693: 2005 or later edition. Alternatively, calculations of the surge arresters withstand capability against seismic action will be also accepted.

Note:

[1)] PEA will also accept the surge arresters passed the type tests in accordance with the later edition of the above standard which may have a different test items or test procedure comparing with TIS 2366-2551 or IEC 60099-4: 2009.

[2)] The duration of the tests shall not be less than 1,000 hours (Test series A).

All items of the type tests shall be conducted or inspected by the acknowledged testing laboratories/institutes as following:

(1) Laboratories/institutes which are members of the Short-circuit Testing Liaison (STL) or independent laboratories/institutes which are accredited according to TIS 17025 or ISO/IEC 17025 with the scope of accreditation covered the relevant test items, standards and equipment. The certification and scope of accreditation of the independent laboratories/institutes shall be submitted with the bid for consideration.

(2) Thailand's national laboratories, institutes, universities and electric utilities, as follows:

- National Metal and Materials Technology Center (MTEC)
- Electrical and Electronic Products Testing Center (PTEC)
- Thai Industrial Standards Institute (TISI)
- Electrical and Electronics Institute (EEI)
- Department of Science Service (DSS)
- Testing Laboratory, Electrical Engineering Department, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University
- Electricity Generating Authority of Thailand (EGAT)
- Metropolitan Electricity Authority (MEA)
- Provincial Electricity Authority (PEA)
- Other laboratories, institutes, universities or electric utilities approved by PEA

In case of the foreign manufacturers have experience of more than twenty (20) years in design, manufacture and sell the surge arresters with silicone rubber housing for using in system voltages of 115 kV or higher, PEA will accept type test report(s) conducted by the manufacturer's laboratory or other independent laboratories without qualification mentioned in (1) or (2). Documents showing the manufacturer's experience such as reference list shall be submitted with the bid for consideration.

The bidders or manufacturers who prefer to carry out the type tests of the surge arresters by the laboratories or by the manufacturer themselves without the qualification mentioned above, the detail of the test facilities of the laboratories or the manufacturer shall be submitted to PEA for approval before proceeding the tests and before the bid closing date. PEA reserves the right to send representatives to inspect and witness the tests with the cost of the bidders or manufacturers.

The type test report done by the laboratories in Thailand or local manufacturers shall be valid within five (5) years counted from the issued date in the test report to the bid closing date.

The type test report shall be submitted with the bid.

PEA will also accept other documents instead of the type test reports and type test certificates in the following conditions:

(1) In case the proposed surge arrester has been supplied to PEA and get the order from PEA's Procurement Department or Substation Work Department or Transmission and Distribution System Work Department (from PEA's head office), the Purchase Order (PO) or contact with Bill of Quantities (BOQ) can be submitted, or

(2) In case the proposed surge arrester has been registered for PEA Product Acceptance, the not-expired registration certificate counted to the bid closing date can be submitted, or

(3) In case the proposed surge arrester has been registered for Product lists for substation turnkey project, the not-expired registration certificate counted to the bid closing date can be submitted instead

However the document in case (1), (2) and (3) shall be proved that the surge arrester specified in the PO or BOQ or registration certificate shall be the same product, type/model and all ratings as the proposed surge arrester for this bid.

The cost of all tests and reports shall be borne by the bidders/manufacturers/contractor.

1d.2 Routine tests

(1) The surge arresters shall be passed the routine tests in accordance with TIS 2366-2551 or IEC 60099-4: 2009 at least the following test items[1)]:

(a) Measurement of reference voltage

(b) Residual voltage test

(c) Internal partial discharge test

Note:

[1)] PEA will also accept the surge arresters passed the routine tests in accordance with the later edition of the above standard which may have a different test items or test procedure comparing with TIS 2366-2551 or IEC 60099-4: 2009.

(2) The surge counter shall be passed the routine tests in accordance with the relevant standard at least the following test items :

(a) Surge counting device test

(b) Leakage current meter test

The list of the routine test shall be submitted with the bid

1e Packing

Each set of the surge arresters including all accessories shall be packed in a suitable package.

The packages of the same item shall be packed in seaworthy wooden case(s) to avoid damage during transportation; or the packages of the same item shall be packed in suitable package(s) for delivery by container.

Each wooden case(s) shall be strong enough for stacking over with at least another one.

If the wooden case(s) is made of rubber wood (Yang-para or Hevea brasiliensis), the wooden parts shall be treated with wood preservative.

The details of wood treatment shall be described.

C2 Material and packing data shall be submitted with the bid

The bidder has to submit the following data and details of 115 kV surge arrester and accessories.

2a Critical document of the 115 kV surge arresters (See page 11 of 11)

2b Design data and guarantee of the 115 kV surge arresters
(See page 9 of 11 to page 10 of 11)

2c Drawing of 115 kV surge arresters including all accessories with main dimensions in mm

2d Detail of the 115 kV surge arresters

- Manufacturer's name/country of origin
- Catalogue
- Test certifications
- Specifications of materials used for the component parts
- Detailed drawing(s) with dimensions and tolerances in mm
- Details about working of metal-oxide
- List of routine test

2e Specification of materials for the associated component

2f Packing details

Packing method (shown by drawing(s), and describe packing materials)

Number of sets in each package (one)

Dimensions of each package in cm

Gross weight of each package in kg

Net weight of each package in kg

Number of packages

Type of storage facility required (indoor/outdoor)

Note: **Conditions for documentation and consideration**

The **Contractor** has to supply documents as follows:

(1) Three (3) sets of instruction books for the transportation, storage, installation, operation and maintenance shall be packed together with each package **in English and/or Thai**.

(2) Three (3) sets of test reports of type tests and routine tests **of the proposed 115 kV surge arresters** shall be send to the Authority, before shipment, at the following address:

Substation Construction Division
Provincial Electricity Authority
200 Ngam Wong Wan Road, Chatuchak
Bangkok Metropolis 10900 Thailand

Design data and guarantee of the 115 kV surge arresters

1. 115 kV Surge arresters

Item……

Description	Unit	Required Data	Proposed data
Manufacturer	-	-	
Manufacturer's type/model	-	-	
Standards	-	TIS 2366-2551 or IEC 60099-4: 2009	
Type tested	YES/NO	YES	
Type test certificates or report, reference number	-	-	
Manufacturing and sale experience of the manufacturer	YEARS	≥ 10	
Rated voltage (U_r)	kV r.m.s.	96	
Continuous operating voltage (U_c)	kV r.m.s.	-	
Rated frequency	Hz	50	
Nominal discharge current (I_n)	kA peak	10	
Maximum residual voltage (U_{res}) at the nominal discharge current	kV peak	2.85U_r	
Rated short-circuit current	kA r.m.s. (sym)	50	
High-current impulse withstand	kA peak	100	
Line discharge class	-	3	
Minimum long-duration current impulse withstand: - current - virtual duration of peak	 A peak µs	 500 2,400	
Minimum energy capacity	kJ/kV	7	
Minimum creepage distance between live part to ground	mm	3,810	
Line terminal	-	4-hole NEMA pad	
Housing: - material - colour	 - -	 silicone rubber gray	
Seismic withstand tests/calculations	-	0.3g	
Overall dimensions of arrester as per Drawing No:…… - length	- mm	- -	

Description	Unit	Required Data	Proposed data
- width - height	mm mm	- -	
Surge counter with leakage current indicator	YES/NO	(If required by PEA)	
Weight of one surge arrester including accessories	kg	-	

2. Surge counters (If required by PEA)

Item……

Description	Unit	Required Data	Proposed data
Manufacturer	-	-	
Manufacturer's type/model	-	-	
Display for leakage current measurement	-	Build-in analog or digital display	
Display for recording the number of surge arrester discharges	digits	≥ 6	
Minimum counting current (8/20 μs)	A peak	≤ 200	
Measuring range of leakage current	mA	0.1 to 50	

Critical documents of the proposed 115 kV surge arresters

Item	Required documents	Proposed technical document	Reference document (Page/Item)
1	Type test reports with detail of testing laboratories/institutes or	☐ Yes ☐ No	
	The copy of previous Purchase Order (PO) or Contact with Bill of Quantities (BOQ), or	☐ Yes ☐ No	
	PEA Product Acceptance registration certificate, or	☐ Yes ☐ No	
	Product lists registration certificate	☐ Yes ☐ No	
2	List of routine test	☐ Yes ☐ No	
3	Design data and guarantee of the proposed 115 kV surge arresters (Page 9 and 10)	☐ Yes ☐ No	
4	Catalogue(s) of the 115 kV surge arresters and all associated equipment	☐ Yes ☐ No	
5	Specification of materials for the associated component	☐ Yes ☐ No	
6	Drawing(s)	☐ Yes ☐ No	
7	Packing details	☐ Yes ☐ No	

Note:

The proposal without the critical documents will be reject.

PROVINCIAL ELECTRICITY AUTHORITY

TECHNICAL SPECIFICATION DIVISION

C3 Schedule of detailed requirement

Invitation to Bid No.:

Item	PEA Material No.	Quantity	Description
1	- 1040000205 1040000203	set(s)	**115 kV Surge arresters with surge counter**, with: 1.1 **Surge arresters**, for 115 kV system, metal oxide type, silicone rubber housing, single-pole, self-supporting, base-mounted. 1.2 **Surge counter**, for recording number of discharges and measuring leakage current of the surge arresters, outdoor type, suitable for using with the 115 kV surge arrester, with: Display: - for number of discharge : not less than 6 digits - for leakage current measurement : built-in analog or digital display Minimum counting current (8/20 μs) : not more than 200 A peak Measuring range of leakage current : 0.1 to 50 mA, or better Complete with line terminal connector, earth terminal connector, instruction manual and accessories.
2	1040000205	set(s)	**Surge arresters**, for 115 kV system, metal oxide type, silicone rubber housing, single-pole, self-supporting, base-mounted. **Note:** The bidders have to submit the sufficient references describing the previous experience of the suppliers (e.g. list of supply of equipment and/or materials having the same or similar design as proposed, field experience, the registration of TISI, the copies of license, and/or the inspection to supplier's factory by PEA's inspectors, etc.) to the satisfaction of PEA.

2.4.4 Sheath Voltage Limiter (SVL)

C3 Schedule of detailed requirement

Invitation to Bid No.:

Item	PEA Material No.	Quantity	Description
1	1040009907	set(s)	**Sheath Voltage Limiter (SVL)**, used to limit induced voltage on underground cable sheath during transients, with: Mounting type : outdoor application for 22 and 33 kV underground system Material : non-linear metal-oxide arrester with polymer housing and polymer shed Standard : IEC 60099-4 Rated frequency : 50 Hz Rated voltage (U_r) : 3 kV to 5 kV Continuous operating voltage (U_c) : not less than $0.8U_r$ Nominal discharge current (I_n) : 10 kA peak Residual voltage (U_{res}) at 10 kA, 8/20 µs impulse current : not more than $3.3U_r$ Line discharge class : class 1 or class 2 Each set of SVL shall be completed with (1) Mounting bracket (2) Insulated copper ground cable, size 95 mm^2, not less than 1.5 m long and two (2) cable lugs for copper conductor size 95 mm^2 (3) Instruction manual for installation and/or maintenance the proposed SVL, the manual shall be in Thai and/or English.
2	1040009908	set(s)	**Sheath Voltage Limiter (SVL)**, used to limit induced voltage on underground cable sheath during transients, with: Mounting type : outdoor application for 115 kV underground system Material : non-linear metal-oxide arrester with polymer housing and polymer shed Standard : IEC 60099-4 Rated frequency : 50 Hz Rated voltage (U_r) : 6 kV to 7.5 kV Continuous operating voltage (U_c) : not less than $0.8U_r$ Nominal discharge current (I_n) : 10 kA peak Residual voltage (U_{res}) at 10 kA, 8/20 µs impulse current : not more than $3.3U_r$ Line discharge class : class 1 or class 2

EME PEA

C3 Schedule of detailed requirement

Invitation to Bid No.:

Item	PEA Material No.	Quantity	Description
			Each set of SVL shall be completed with (1) Mounting bracket (2) Insulated copper ground cable, size 95 mm^2, not less than 1.5 m long and two (2) cable lugs for copper conductor size 95 mm^2 (3) Instruction manual for installation and/or maintenance the proposed SVL, the manual shall be in Thai and/or English.
3	1040009909	set(s)	**Sheath Voltage Limiter (SVL)**, used to limit induced voltage on underground cable sheath during transients, with: Mounting type : indoor application for 115 kV underground system Material : non-linear metal-oxide arrester with polymer housing Standard : IEC 60099-4 Rated frequency : 50 Hz Rated voltage (U_r) : 6 kV to 7.5 kV Continuous operating voltage (U_c) : not less than $0.8U_r$ Nominal discharge current (I_n) : 10 kA peak Residual voltage (U_{res}) at 10 kA, 8/20 µs impulse current : not more than $3.3U_r$ Line discharge class : class 1 or class 2 Each set of SVL shall be completed with Instruction manual for installation and/or maintenance the proposed SVL, the manual shall be in Thai and/or English.
4	1040009910	set(s)	**Sheath Voltage Limiter (SVL)**, used to limit induced voltage on underground cable sheath during transients, with: Mounting type : outdoor application for 115 kV underground system Material : non-linear metal-oxide arrester with polymer housing and polymer shed Standard : IEC 60099-4 Rated frequency : 50 Hz Rated voltage (U_r) : 9 kV to 10 kV Continuous operating voltage (U_c) : not less than $0.8U_r$

EME
PEA

C3 Schedule of detailed requirement

Invitation to Bid No.:

Item	PEA Material No.	Quantity	Description
			Nominal discharge current (I_n) : 10 kA peak Residual voltage (U_{res}) at 10 kA, 8/20 μs impulse current : not more than $3.3U_r$ Line discharge class : class 1 or class 2 Each set of SVL shall be completed with (1) Mounting bracket (2) Insulated copper ground cable, size 95 mm^2, not less than 1.5 m long and two (2) cable lugs for copper conductor size 95 mm^2 (3) Instruction manual for installation and/or maintenance the proposed SVL, the manual shall be in Thai and/or English.
5	1040009911	set(s)	**Sheath Voltage Limiter (SVL)**, used to limit induced voltage on underground cable sheath during transients, with: Mounting type : indoor application for 115 kV underground system Material : non-linear metal-oxide arrester with polymer housing Standard : IEC 60099-4 Rated frequency : 50 Hz Rated voltage (U_r) : 9 kV to 10 kV Continuous operating voltage (U_c) : not less than $0.8U_r$ Nominal discharge current (I_n) : 10 kA peak Residual voltage (U_{res}) at 10 kA, 8/20 μs impulse current : not more than $3.3U_r$ Line discharge class : class 1 or class 2 Each set of SVL shall be completed with Instruction manual for installation and/or maintenance the proposed SVL, the manual shall be in Thai and/or English. **Note:** 1. The bidders have to submit all technical and drawing documents, with the bid for consideration.

EME
PEA

2.4.5 Insulator

Invitation to Bid No.:

C Material, equipment, and specifications for LINE POST TYPE INSULATORS FOR 115 kV TRANSMISSION LINE

C1 General material and packing instructions

In addition to the general instructions, the following shall be observed:

1a Scope

These specifications cover Line Post Type Insulators for 115 kV Transmission Line.

1b Standards

The insulators shall be manufactured and tested in accordance with the following standard:

American National Standards Institute (ANSI)

ANSI/NEMA C29.7-2015 Wet-Process Porcelain Insulators - High-Voltage Line-Post Type

And all other relevant standards, unless otherwise specified in these specifications.

PEA will accept the design test reports in accordance with the later edition of the above standards.

PEA will also accept the design test report in accordance with the previous edition of the above standards, if there is no significant change in any test items or no additional test item(s) compared with the above standards. On the other hand, if there is significant change in any test items or there are any additional test items, the previous edition design test report with the additional test report(s) of the significant change test item(s) and/or additional test item(s) will be also accepted.

1c Principal requirement

1c.1 Service conditions and installation

The insulators shall be designed and constructed for outdoor installation, and suitable for operation under the following conditions:

Altitude	:	up to 1,000 m above sea level
Ambient air temperature	:	up to 50 ^{O}C
Average relative humidity in any one year	:	up to 94%
Climatic condition	:	tropical climate

1c.2 General

The insulators shall be made of good commercial-grade wet-process porcelain only. The porcelain surface of the shells that will expose after assembly shall be glazed. The color of the glaze shall be brown. The entire surface shall be relatively smooth and free of imperfections.

Metal parts shall be made of a good commercial grade of malleable iron, ductile iron, steel or aluminum.

Ferrous parts, other than stainless steel, shall be galvanized in accordance with ASTM A153 or equivalent.

1c.3 Ratings and characteristics

The insulators shall have ratings and characteristics as specified in **Table 1**.

Table 1

Ratings and characteristics of 115 kV line post type insulators

Ratings and characteristics	Unit	Requirement	
Base type		Threaded base type	Gain base type
Dimensional values			
- Leakage distance, minimum	mm	2,920	
- Dry arcing distance, minimum	mm	1,175	
Mechanical values			
- Cantilever strength, minimum	kN (lb)	6.67 (1,500)	12.5 (2,800)
Electrical values			
- Low-frequency dry flashover voltage	kV, r.m.s.	435	
- Low-frequency wet flashover voltage	kV, r.m.s.	390	
- Critical impulse flashover voltage – Positive	kV, peak	695	
Radio-influence voltage			
- Low-frequency voltage	kV, r.m.s.	73	
- Maximum RIV at 1,000 kHz	μV	200	

1c.4 Marking

Each insulator shall be clearly and indelibly marked, at least, as follows:

- Manufacturer’s name or trademark
- Year of manufacturer
- Others according to manufacturer's design

1d Packing

Each item of the insulators shall be seaworthy packed in export packages in sets or pieces.

If the package is made of rubber wood (Yang-para or Heavea brasiliensis), the wooden parts shall be treated with wood preservative. The details of wood treatment shall be described.

Plastic foam shall not be accepted.

1e Tests and test reports

1e.1 Design tests and Quality conformance tests

The proposed insulators shall be passed all items of the design tests and quality conformance tests in accordance with ANSI/NEMA as follows:

(1) Visual and Dimensional tests
(2) Porosity test
(3) Galvanizing test
(4) Cantilever-Strength test
(5) Low-Frequency Dry Flashover Test
(6) Low-frequency wet flashover voltage
(7) Critical impulse flashover voltage – Positive
(8) Radio-influence voltage test
(9) Thermal shock test

The design tests and quality conformance tests shall be conducted or inspected by the acknowledged testing laboratories/institutes as following:

(1) Laboratories/institutes which are members of the Short-circuit Testing Liaison (STL) or independent laboratories/institutes which are accredited according to TIS 17025 or ISO/IEC 17025 with the scope of accreditation covered the relevant test items, standards and equipment. The certification and scope of accreditation of the independent laboratories/institutes shall be submitted with the bid for consideration.

(2) Thailand's national laboratories, institutes, universities and electric utilities, as follows:

- National Metal and Materials Technology Center (MTEC)
- Electrical and Electronic Products Testing Center (PTEC)
- Thai Industrial Standards Institute (TISI)
- Electrical and Electronics Institute (EEI)
- Department of Science Service (DSS)
- Testing Laboratory, Electrical Engineering Department, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University
- Electricity Generating Authority of Thailand (EGAT)
- Metropolitan Electricity Authority (MEA)
- Provincial Electricity Authority (PEA)
- Other laboratories, institutes, universities or electric utilities approved by PEA

In case of the foreign manufacturers have experience of more than twenty (20) years in design, manufacture and sell the insulators, PEA will except design tests and quality conformance tests report(s) conducted by the manufacturer's laboratory or other independent laboratories without qualification mentioned in (1) or (2). Documents showing the manufacturer's experience such as reference list shall be submitted with the bid for consideration.

The bidders or manufacturers who prefer to carry out the design tests and quality conformance tests of the insulators with the laboratories or by the manufacturer themselves without the qualification mentioned above, the detail of the test facilities of the laboratories or the manufacturer shall be submitted to PEA for approval before proceeding the tests and before the bid closing date. PEA reserves the right to send representatives to inspect and witness the tests with the cost of the bidders or manufacturers.

The design tests and quality conformance tests report done by the laboratories in Thailand or local manufacturers shall be valid within five (5) years counted from the issued date in the test report to the bid closing date.

The bidders have to submit the design tests and quality conformance tests reports of the proposed insulators with the bid.

PEA will also accept other documents or other conditions instead of the design tests and quality conformance tests reports in the following conditions:

(1) In case the proposed insulators has been supplied to PEA and get the order from PEA's Procurement Department or Substation Work Department or Transmission and Distribution System Work Department (from PEA's head office), the Purchase Order (PO) or contract with List of supplier or Proposal form can be submitted with the bid, or

(2) In case the proposed insulators has been registered for PEA Product Acceptance, the not-expired registration certificate counted to the bid closing date can be submitted with the bid, or

(3) In case the proposed insulators has been registered for Product lists for substation turnkey project, the not-expired registration certificate counted to the bid closing date can be submitted with the bid instead

However the document in all above conditions shall be proved that the insulators specified in the PO or registration certificate shall be the same product, type/model and all ratings as the proposed insulators for this bid.

The cost of all tests and reports shall be borne by the Bidders/Manufacturer/Contractor.

1e.2 Routine tests

The Insulators shall be passed the manufacturer's standard routine tests, and also passed all items of the routine tests in accordance with ANSI C29.7

The list of routine tests shall be submitted with the bid.

C2 Material and packing data shall be submitted with the bid

2a Critical documents of the proposed insulators (see **Table 2**)

2b Technical proposals for the proposed insulators

Rating and characteristics	Unit	Threaded base type	Gain base type
Dimensional values			
- Leakage distance, minimum	mm		
- Dry arcing distance, minimum	mm		
Mechanical values			
- Cantilever strength, minimum	kN (lb)		
Electrical values			
- Low-frequency dry flashover voltage	kV, r.m.s.		
- Low-frequency wet flashover voltage	kV, r.m.s.		
- Critical impulse flashover voltage – Positive	kV, peak		
Radio-influence voltage			
- Low-frequency voltage	kV, r.m.s.		
- Maximum RIV at 1,000 kHz	μV		

2c Catalogue and detailed drawing(s) with dimensions in mm

2d Packing details

Table 2

Critical documents of the proposed line post insulators

Item	Description of document	Confirmation	Reference (Page No./folder)
1	The list of routine tests	☐ Yes ☐ No	
2	Design tests and quality conformance tests reports with detail of testing laboratories/institutes or	☐ Yes ☐ No	
	The copy previous Purchase Order (PO) or contract with list of supplier or proposal form, or	☐ Yes ☐ No	
	PEA product acceptance registration certificate, or	☐ Yes ☐ No	
	Product list registration certificate	☐ Yes ☐ No	
3	Technical proposals for the proposed insulators, see **2b**	☐ Yes ☐ No	
4	Catalogue and detailed drawing(s)	☐ Yes ☐ No	
5	Packing details	☐ Yes ☐ No	

Note: The bidders who do not submit all critical documents mentioned in the above table with the bid will be rejected.

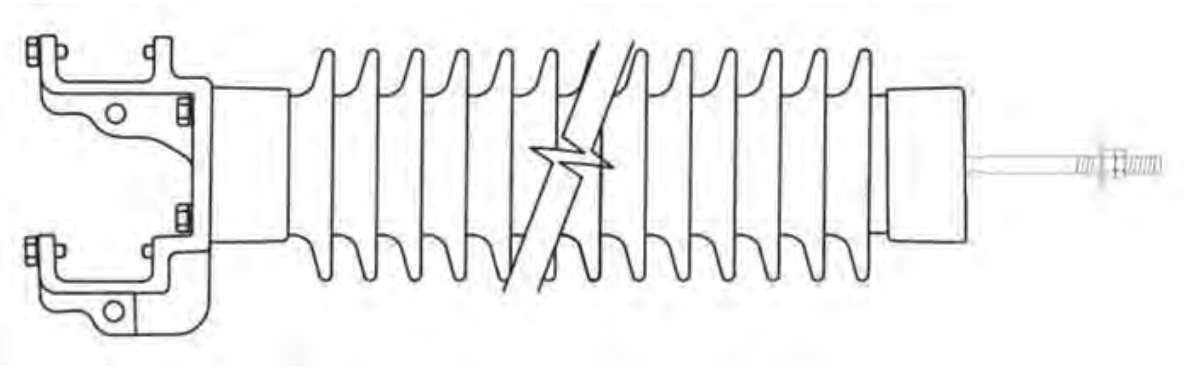
PROVINCIAL ELECTRICITY AUTHORITY

ELECTRICAL AND MECHANICAL ENGINEERING DIVISION

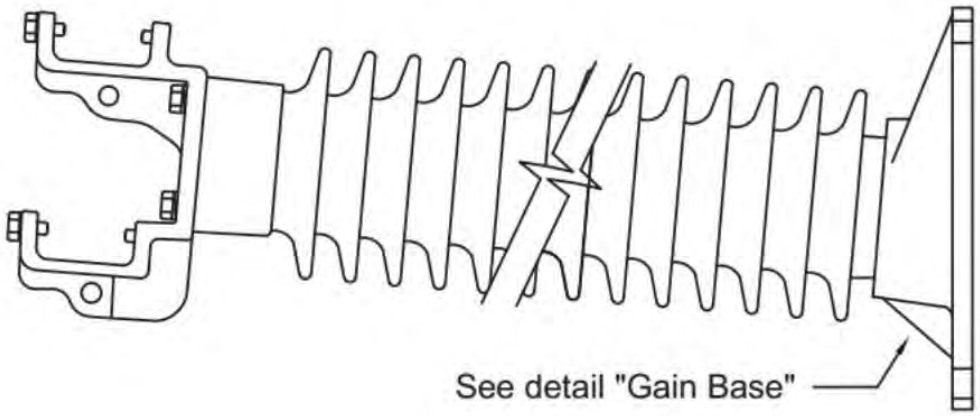
C3 Schedule of detailed requirement

Invitation to Bid No.:

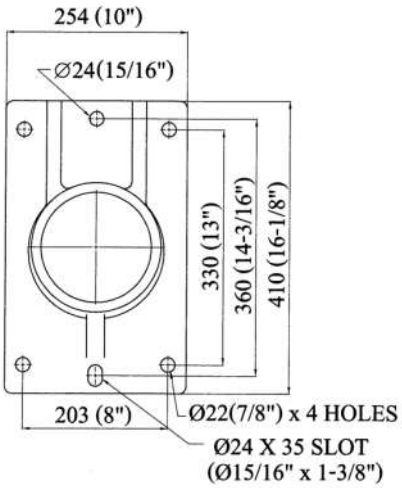
Item	PEA Material No.	Quantity	Description
1	-	set(s)	Insulator assembly, consisting of:
	1030010204		1.1 1 pc. Line post type Insulator for 115 kV double conductor transmission line, horizontal clamp top, threaded base type (see enclosed Drawing No. SB2-015/63003 Page 1 of 3), completed with long stud and hardware
	1020570106		1.2 2 pc. Clamp, top type for insulator in 1.1 suitable for AAC conductor size 400 mm^2 (see enclosed Drawing No. SB2-015/63003 Page 2 of 3)
2	-	set(s)	Insulator assembly, consisting of:
	1030010205		2.1 1 pc. Line post type Insulator for 115 kV double conductor transmission line, horizontal clamp top, gain base type (see enclosed Drawing No. SB2-015/63003 Page 1 of 3)
	1020570106		2.2 2 pc. Clamp, top type for insulator in 2.1 suitable for AAC conductor size 400 mm^2 (see enclosed Drawing No. SB2-015/63003 Page 2 of 3)
	1020570107		2.3 1 pc. Bracket and accessories for insulator in 2.1 (see enclosed Drawing No. SB2-015/63003 Page 3 of 3)
			Note: Enclosed Drawing No. SB2-015/63003



HORIZONTAL CLAMP TOP INSULATOR TYPE, THREADED BASE TYPE



HORIZONTAL CLAMP TOP GAIN BASE INSULATOR TYPE

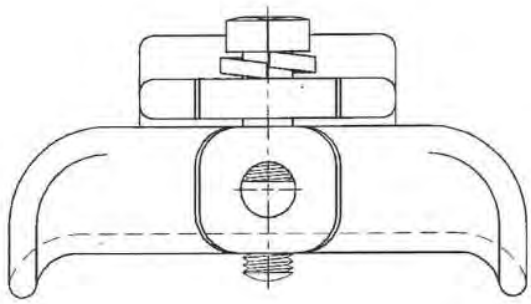


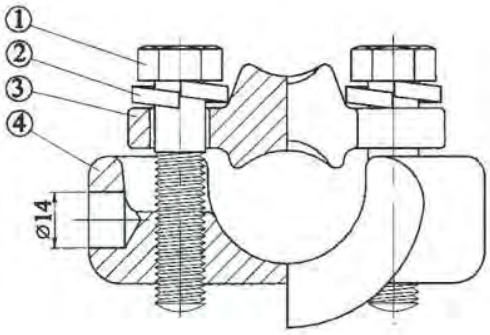
DETAIL "Gain base"

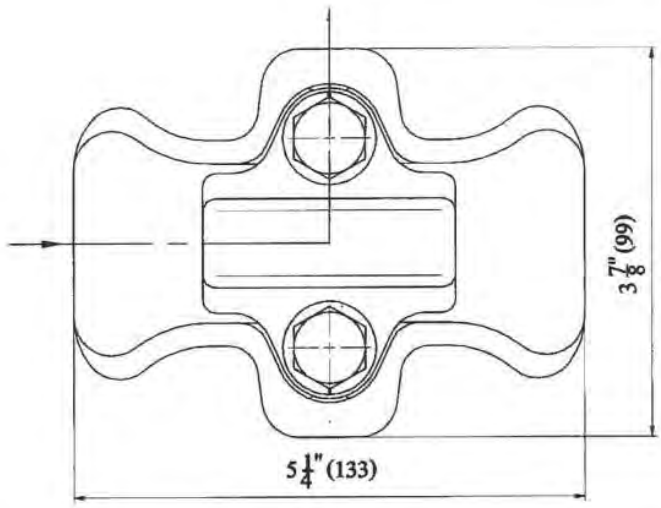
Note :

1. Dimension are in mm after hot dip galvanized.

กองวิศวกรรมไฟฟ้าและเครื่องกล ฝ่ายวิศวกรรม การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค		
มิติ มิลลิเมตร วันที่ 24 กันยายน 2563	**115 kV Line Post Insulator, Horizontal Mounting (Treaded base and Gain Base Insulator type)**	แบบเลขที่ SB2-015/63003 แผ่นที่..1..ของจำนวน..3..แผ่น







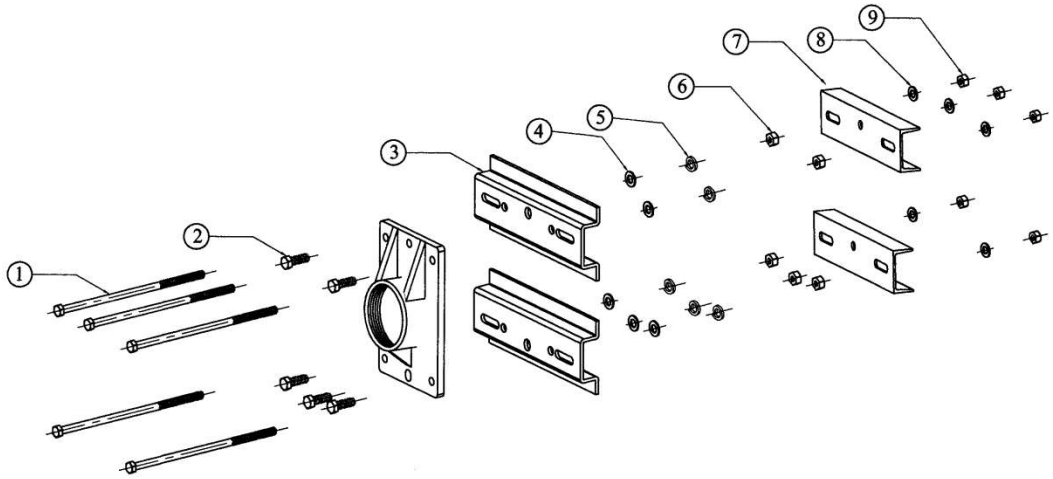
Item	DESCRIPTION	MATERIAL
①	BOLT	STEEL GALVANIZED
②	SPRING WASHER	STEEL GALVANIZED
③	COVER CLAMP	MALLEABLE IRON OR DUCTILE IRON
④	SUPPORT CLAMP	MALLEABLE IRON OR DUCTILE IRON

Note :

1. Top clamp suitable for AAC conductor size 400 sq.mm.
2. Minimum thickness of hot dip galvanized according to ASTM specification or equivalent.

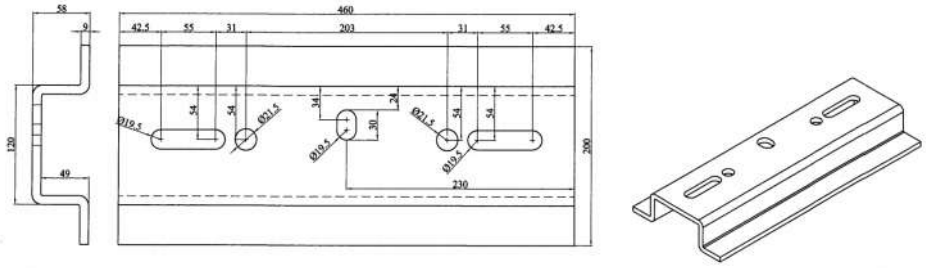
กองวิศวกรรมไฟฟ้าและเครื่องกล ฝ่ายวิศวกรรม การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

มิติ มิลลิเมตร วันที่ 24 กันยายน 2563	**Top Clamp for 115 kV Line Post Insulator** **(Treaded base and Gain Base Insulator type)**	แบบเลขที่ SB2-015/63003 แผ่นที่..2..ของจำนวน..3..แผ่น

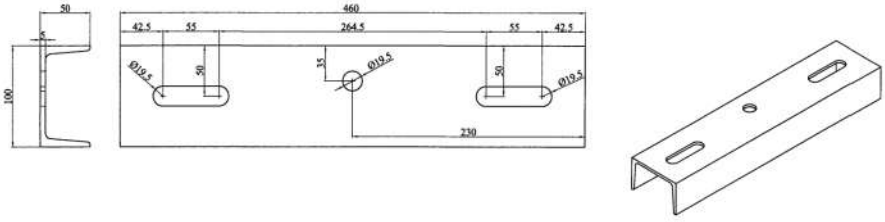


Bracket for Line Post Insulator (Gain base insulator type)

Item	DESCRIPTION	QTY
1	Hexagon bolt M18 500 mm Long	5 pcs
2	Hexagon bolt M20 50 mm Long	5 pcs
3	Steel Lip Channel 200x58x9 mm 460 mm Long (according to TIS.528 or TIS.1499)	2 pcs
4	Round Washer M20	5 pcs
5	Spring Washer M20	5 pcs
6	Hexagon Nut M20	5 pcs
7	Steel Channel 100x50x5 mm 460 mm Long (according to TIS.1227)	2 pcs
8	Washer M18	5 pcs
9	Hexagon Nut M18	5 pcs



Item 3 "Steel Lip Channel 200x58x9 mm 460 mm Long"



Item 7 "Steel Channel 100x50x5 mm 460 mm Long"

Note :

1. Dimension are in mm after hot dip galvanized.
2. Minimum thickness of hot dip galvanized according to ASTM specification or equivalent.

กองวิศวกรรมไฟฟ้าและเครื่องกล ฝ่ายวิศวกรรม การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

มิติ มิลลิเมตร วันที่ 24 กันยายน 2563	**Bracket for 115 kV Line Post Insulator (Gain Base Insulator type)**	แบบเลขที่ SB2-015/63003 แผ่นที่ 3 ของจำนวน 3 แผ่น

Invitation to Bid No.:

C Material, equipment, and specifications for COMPOSITE SUSPENSION INSULATORS FOR 115 kV OVERHEAD TRANSMISSION LINE

C1 General material and packing instructions

In addition to the general instructions, the following shall be observed:

1a Scope

These specifications cover composite suspension insulators for 115 kV overhead transmission line.

1b Standards

The composite suspension insulator shall be manufactured and tested in accordance with the following standard:

International Electro technical Commission (IEC)

IEC 61109 - 2008 Composite insulators for a.c. overhead lines with nominal voltage greater than 1000 V – Definitions, test methods and acceptance criteria

And all other relevant standards, unless otherwise specified in these specifications.

PEA will accept the design and type test reports in accordance with the later edition of the above standards.

PEA will also accept the design and type test report in accordance with the previous edition of the above standards, if there is no significant change in any test items or no additional test item(s) compared with the above standards. On the other hand, if there is significant change in any test items or there are any additional test items, the previous edition design and type test report with the additional test report(s) of the significant change test item(s) and/or additional test item(s) will be also accepted.

1c Principal requirement

1c.1 Service conditions and installation

The composite suspension insulator shall be designed and constructed for outdoor installation, and suitable for operation under the following conditions:

Altitude	:	up to 1,000 m above sea level
Ambient air temperature	:	up to 50 ^{O}C
Average relative humidity in any one year	:	up to 94%
Climatic condition	:	tropical climate

1c.2 Constructional requirements

The composite suspension insulator shall consist of a core, housing (sheath), weather sheds (sheds) and metal end fittings.

1c.2.1 Core

The core of the insulator shall be fiberglass reinforced resin rod of high strength and resistant against acid attacks.

1c.2.2 Housing (sheath)

The core shall be covered by housing in order to provide resistance against environmental influences, UV radiation, external pollution and humidity.

The housing shall be made of High Temperature Vulcanized (HTV) silicone rubber.

1c.2.3 Weather sheds (sheds)

The sheds shall be of uniform or alternating diameters. Smooth or under ribbed sheds are acceptable. The design of shed profiles shall be applied according to the recommendations of IEC 60815.

The sheds shall be made of High Temperature Vulcanized (HTV) silicone rubber.

All parts of the insulating body, i.e. core, housing (sheath) and weather sheds (sheds), shall be bonded together by High Temperature Vulcanized (HTV).

1c.2.4 End fittings

The end fittings shall be of forged steel or malleable cast iron. The gap between fitting and housing shall be preferably sealed by an elastomer with permanent elasticity.

All ferrous parts, other than stainless steel, shall be galvanized according to ASTM A153.

1c.3 Characteristics

The composite suspension insulator shall have the following characteristics:

Characteristics	Unit	Suspension installation	Dead-end installation	Dead-end installation
Mechanical values				
- Specified mechanical load (SML), minimum	kN	110	110	220
- Routine test load (RTL), minimum	kN	55	55	110
Dimensional values				
- Leakage distance, minimum	mm	3,810	3,810	3,810
- Nominal section length				
- minimum	mm	1,100	1,500	1,500
- maximum	mm	1,200	1,600	1,600
Electrical values				
- Wet power-frequency withstand voltage	kV, r.m.s.	230	230	230
- Dry lightning impulse withstand voltage	kV, peak	550	550	550
End fittings				
- Tower (or arm) end fitting	-	Y-Clevis with bolt, nut and cotter pin		Y-Clevis with bolt, nut and cotter pin
- Line end fitting	-	Ball (ANSI 52-5)		Ball (ANSI 52-11)

1c.4 Manufacturing experience

The manufacturer shall give evidence about his long term experience in manufacturing composite insulators. A manufacturing experiences of at least ten (10) years of composite insulators for using in system voltages of 115 kV or higher is required. The manufacturer shall submit a supplying list indicating country, name of customer, system voltage and year of delivery with the bid.

1c.5 Marking

Each composite suspension insulator shall be clearly and indelibly marked as follows:

- Manufacturer's name or trademark
- Year of manufacturer
- Specified mechanical load
- Routine test load (identified by the word "RTL")
- PEA's contract number

1c.6 Samples

The bidders have to supply two (2) samples of each type of composite suspension insulator within five (5) working days counted from bid closing date. The bidders who cannot supply the requested samples shall be rejected.

PEA reserves the right to test the samples according to PEA's testing procedure. In case of the failing test results, the bidders shall be rejected.

The samples shall not be returned.

1d Packing

Each item of the composite suspension insulator shall be seaworthy packed in export packages in sets or pieces.

If the package is made of rubber wood (Yang-para or Heavea brasiliensis), the wooden parts shall be treated with wood preservative. The details of wood treatment shall be described.

Plastic foam shall not be accepted.

1e Tests and test reports

The composite suspension insulator shall be passed the manufacturer's standard routine tests, and also passed the routine tests in accordance with the relevant IEC standard. The list of routine tests shall be submitted with the bid

1e.1 Design test

The composite suspension insulator shall be successfully passed design tests in accordance with the relevant IEC standard by the following item:

a) Sudden load release pre-stressing

b) Thermal-mechanical pre-stressing

c) Water immersion pre-stressing

d) Verification tests

e) Visual examination

f) Steep-front impulse voltage test

g) Dry power-frequency voltage test

h) Hardness test

i) Accelerated weathering test

j) Tracking and erosion test

k) Flammability test

l) Dye penetration test

m) Water diffusion test

n) Determination of the average failing load of the core of the assembled insulator

o) Control of the slope of the strength-time curve of the insulator

The design tests are valid for the particular design which have all the following characteristics:

- same materials for the core and housing and same manufacturing method
- same material of the fittings, the same connection zone design, and the same housing-to-fitting interface geometry
- same or greater minimum layer thickness of the housing over the core (including a sheath where used)
- same or smaller stress under mechanical loads
- same or greater diameter of the core
- equivalent housing profile parameters

1e.2 Type test

The composite suspension insulator shall be successfully passed type tests in accordance with the relevant IEC standard by the following item:

a) Dry lightning impulse withstand voltage test

b) Wet power-frequency withstand voltage test

The electrical type tests are valid, the proposed composite insulator shall have the same characteristics as following:

- arcing distance
- creepage distance
- shed inclination
- shed diameter
- shed spacing

c) Damage limit proof test and test of the tightness of the interface between end fittings and insulator housing

The mechanical type tests are valid, the proposed composite insulator shall have the same characteristics as following:

- maximum SML
- core diameter
- method of attachment and coupling design

1e.3 Testing laboratories

The design and type tests shall be conducted or inspected by the acknowledged testing laboratories/institutes as following:

(1) Independent laboratories/institutes which are members of the Short-circuit Testing Liaison (STL) or independent laboratories/institutes which are accredited according to TIS 17025 or ISO/IEC 17025 with the scope of accreditation covered the relevant test items, standards and equipment. The certification and scope of accreditation of the independent laboratories/institutes shall be submitted with the bid for consideration.

(2) Thailand's national laboratories, institutes, universities and electric utilities, as follows:

- National Metal and Materials Technology Center (MTEC)
- Electrical and Electronic Products Testing Center (PTEC)
- Thai Industrial Standards Institute (TISI)
- Electrical and Electronics Institute (EEI)
- Department of Science Service (DSS)
- Testing Laboratory, Electrical Engineering Department, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University
- Electricity Generating Authority of Thailand (EGAT)
- Metropolitan Electricity Authority (MEA)
- Provincial Electricity Authority (PEA)
- Other laboratories, institutes, universities or electric utilities approved by PEA

In case of the foreign manufacturers having experience of more than twenty (20) years in design, manufacture and sell the composite insulators for using in system voltages of 115 kV or higher, PEA will accept design and type test report(s) conducted by the manufacturer's laboratory or other independent laboratories without qualification mentioned in (1) or (2). Documents showing the manufacturer's experience such as reference list shall be submitted with the bid for consideration.

The bidders or manufacturers who prefer to carry out the type and design tests of the composite insulators with the laboratories or by the manufacturer themselves without the qualification mentioned above, the detail of the test facilities of the laboratories or the manufacturer shall be submitted to PEA for approval before proceeding the tests and before the bid closing date. PEA reserves the right to send representatives to inspect and witness the tests with the cost of the bidders or manufacturers.

The design and type test report done by the laboratories in Thailand or local manufacturers shall be valid within five (5) years counted from the issued date in the test report to the bid closing date.

1e.4 Design and Type test reports

The bidders have to submit the design and type test reports and/or design and type test certificates of the composite insulators with the bid. The design and type test reports/certificates will be sent to Engineering Department for approval.

PEA will also accept other documents or other conditions instead of the design and type test reports and design and type test certificates in the following conditions:

(1) In case the proposed composite insulators has been supplied to PEA and get the order from PEA's Procurement Department (from PEA's head office), the Purchase Order (PO) can be submitted, or

(2) In case the proposed composite insulators has been registered for PEA Product Acceptance, the not-expired registration certificate counted to the bid closing date can be submitted, or

(3) In case the proposed composite insulators has been registered for Product lists for substation turnkey project, the not-expired registration certificate counted to the bid closing date can be submitted instead

However the document in case (1) and (2) shall be proved that the composite insulators specified in the PO or registration certificate shall be the same product, type/model and all ratings as the proposed composite insulators for this bid and shall be used the same PEA's specification number. In case (3), the composite insulators specified in the registration certificate shall be the same product, type/model and all ratings as the proposed composite insulators for this bid.

The cost of all tests and reports shall be borne by the Bidders/Manufacturer/Contractor.

1f Acceptance test

The acceptance test shall be accordance with IEC 61109.

PEA reserves the right to have an acceptance test made by PEA's laboratory or acknowledge independent testing laboratories.

The cost of all tests and reports shall be borne by the Contractor.

After the tests, the additional composite insulators shall be supplied by the Contractor with free of charge to compensate the samples which are tested in the destructive test with the same amount of the samples.

C2 Material and packing data of the composite suspension insulator

The following guarantee performances and details shall be submitted with the bid:

2a Design data and guarantee of the proposed composite insulators:

Characteristics	Unit	Proposed data		
		Suspension installation	Dead-end installation	Dead-end installation
Mechanical values				
- Specified mechanical load (SML), minimum	kN			
- Routine test load (RTL), minimum	kN			
Dimensional values				
- Leakage distance, minimum	mm			
- Nominal section length				
- minimum	mm			
- maximum	mm			
Electrical values				
- Wet power-frequency withstand voltage	kV, r.m.s.			
- Dry lightning impulse withstand voltage	kV, peak			
End fittings				
- Tower (or arm) end fitting	-			
- Line end fitting	-			

2c Detailed drawing(s) with dimensions and tolerances in mm

2b Packing details

- Packing method (shown by drawing), and describe packing materials, details of wood treatment for rubber wood package)
- Number of sets or pieces in each package
- Dimensions (length x width x height) of each package in cm
- Volume of each package in m^3
- Gross weight of each package in kg
- Net weight of each package in kg
- Number of packages
- Type of storage facility required (indoor/outdoor)

Note: Conditions for documentation and consideration

1. The Contractor has to supply documents as follows:
   (1) One (1) set of instruction book for installation and maintenance shall be packed together with each package in English and Thai.
   (2) Reports of type and design tests and routine tests shall be sent to the Authority, thirty (30) calendar days before the first shipment, at the following address:

Technical Specification Division
Engineering Department
Provincial Electricity Authority (PEA)
200 Ngam Wong Wan Road, Chatuchak
Bangkok Metropolis 10900
Thailand

2. The Contractor has to guarantee the quality of the composite suspension insulator for **three (3) years** commencing from the date PEA receive the composite suspension insulator.
   During the guarantee period, the Contractor shall replace the defective composite suspension insulator for free of charge or shall pay an amount equal to the exact purchasing value for the defective quantity of the composite suspension insulator.
3. Delivery time is one of the important factors to be considered.

Critical documents of the proposed composite suspension insulator shall be submitted with the bid as follows:

Item	Description of document	Confirmation	Reference (Page No./folder)
1	Manufacturing experience	☐ Yes ☐ No	
2	List of routine tests	☐ Yes ☐ No	
3	Design and Type test report and/or test certificate or	☐ Yes ☐ No	
	The copy of previous Purchase order (if any) or	☐ Yes ☐ No	
	PEA Product Acceptance certificate (if any) or	☐ Yes ☐ No	
	Product lists certificate (if any)	☐ Yes ☐ No	
4	Design data and guarantee of the proposed composite insulators	☐ Yes ☐ No	
5	Detailed drawing(s) with dimensions and tolerances in mm	☐ Yes ☐ No	
6	Packing details	☐ Yes ☐ No	

Note: The bidders who do not submit all critical documents mentioned in the above table with the bid will be rejected.

PROVINCIAL ELECTRICITY AUTHORITY

TECHNICAL SPECIFICATION DIVISION

C3 Schedule of detailed requirement

Invitation to Bid No.:

Item	PEA Material No.	Quantity	Description
1	1030020100	set(s)	Composite suspension insulator, for 115 kV transmission line, suspension installation, with: Specified mechanical load (SML), minimum : 110 kN Nominal section length : 1,100-1,200 mm
2	1030020101	set(s)	Composite suspension insulator, for 115 kV transmission line, dead-end installation, with: Specified mechanical load (SML), minimum : 110 kN Nominal section length : 1,500-1,600 mm
3	1030020103	set(s)	Composite suspension insulator, for 115 kV transmission line, dead-end installation, with: Specified mechanical load (SML), minimum : 220 kN Nominal section length : 1,500-1,600 mm

หลักเกณฑ์การใช้ลูกถ้วยแรงสูงในระบบสายส่ง 115 kV

RULES FOR H.V. INSULATOR APPLICATION IN 115 kV TRANSMISSON SYSTEM

การประกอบเลขที่ ASSEMBLY NO. 9510

ลักษณะพื้นที่ของระบบสายส่ง NATURE OF TRANSMISSION SYSTEM LOCATION	ชนิดของลูกถ้วยที่ให้ใช้งาน TYPE OF ALLOWABLE INSULATOR
1. พื้นที่ที่มีมลภาวะในระดับเล็กน้อย เช่น : – – บริเวณที่ปลอดจากการประกอบอุตสาหกรรมและชุมชนที่มีอัตราการใช้เครื่องทำความร้อนหรือเครื่องทำความเย็นปริมาณน้อย – บริเวณที่มีความหนาแน่นของอุตสาหกรรมหรือที่อยู่อาศัยน้อย แต่จะต้องมีลมพัดผ่านหรือฝนตกบ่อย – บริเวณเขตเกษตรกรรมหรือบริเวณที่อยู่ใกล้ๆ ภูเขา ซึ่งพื้นที่ทั้งหมดเหล่านี้ จะต้องอยู่ห่างจากชายฝั่งทะเลเกินกว่า 1 กิโลเมตร และไม่มีลมทะเลพัดผ่านโดยตรง หรือมีค่า ESDD บนผิวลูกถ้วยอยู่ระหว่าง 0.03–0.06 มก./ซม.^{2} 1. LIGHT POLLUTED AREAS, SUCH AS : – – AREAS WITHOUT INDUSTRIES AND LOW DENSITY OF HOUSES EQUIPPED WITH HEATING OR CHILLER PLANTS . – AREAS WITH LOW DENSITY OF INDUSTRIES OR HOUSES BUT SUBJECTED TO FREQUENT WINDS OR RAINFALL . – AGRICULTURAL AREAS AND MOUNTAINOUS AREAS . ALL THESE AREAS SHALL BE MORE THAN 1 km FROM THE SEA AND SHALL NOT BE EXPOSED TO WINDS DIRECTLY FROM THE SEA OR ESDD ON INSULATOR SURFACE HAS A VALUE OF 0.03–0.06 mg/cm^2.	– ลูกถ้วยแขวนปอร์ซเลน แบบ ค (แบบ 52–3) มอก. 354 (วัสดุเลขที่ 1030020001) – ลูกถ้วยแขวนปอร์ซเลน แบบ จ (แบบ 52–8) มอก. 354 (วัสดุเลขที่ 1030020003) – ลูกถ้วยแขวนแก้วเหนียว แบบ 52–3 มอก. 563 (วัสดุเลขที่ 1030020001) – ลูกถ้วยแขวนแก้วเหนียว แบบ 52–8 มอก. 563 (วัสดุเลขที่ 1030020003) – ลูกถ้วยแบบโพสท์ 115 เควี ติดตั้งในแนวนอน (วัสดุเลขที่ 1030010204) – ลูกถ้วยแขวนคอมโพสิต 115 kV ยาว 1,100–1,200 มม. รับแรงดึงไม่น้อยกว่า 110 กิโลนิวตัน (วัสดุเลขที่ 1030020100) – ลูกถ้วยแขวนคอมโพสิต 115 kV ยาว 1,500–1,600 มม. รับแรงดึงไม่น้อยกว่า 110 กิโลนิวตัน (วัสดุเลขที่ 1030020101) – ลูกถ้วยแขวนคอมโพสิต 115 kV ยาว 1,500–1,600 มม. รับแรงดึงไม่น้อยกว่า 220 กิโลนิวตัน (วัสดุเลขที่ 1030020103) – PORCELAIN, INSULATOR, SUSPENSION TYPE, TYPE C (CLASS 52–3), TIS 354 (MAT. No. 1030020001) – PORCELAIN, INSULATOR, SUSPENSION TYPE, TYPE D (CLASS 52–8), TIS 354 (MAT. No. 1030020003) – TOUGHENED GLASS, INSULATOR, SUSPENSION TYPE, CLASS 52–3, TIS 563 (MAT. No. 1030020001) – TOUGHENED GLASS, INSULATOR, SUSPENSION TYPE, CLASS 52–8, TIS 563 (MAT. No. 1030020003) – INSULATOR, POST TYPE, 115 kV, HORIZONTAL MOUNTING (MAT. No. 1030010204) – INSULATOR, SUSPENSION, COMPOSITE, FOR 115 kV, NOMINAL SECTION LENGTH 1,100–1,200 mm, MINIMUM TENSION LOAD 110 kN (MAT. No. 1030020100) – INSULATOR, SUSPENSION, COMPOSITE, FOR 115 kV, NOMINAL SECTION LENGTH 1,500–1,600 mm, MINIMUM TENSION LOAD 110 kN (MAT. No. 1030020101) – INSULATOR, SUSPENSION, COMPOSITE, FOR 115 kV, NOMINAL SECTION LENGTH 1,500–1,600 mm, MINIMUM TENSION LOAD 220 kN (MAT. No. 1030020103)

- 3 ต.ค. 2562

กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า ฝ่ายวิศวกรรม	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	ใช้แทนแบบ SA1–015/59010 ถูกแทนโดยแบบ .....
ผู้เขียน .....บุญเสริม..... ผู้สำรวจ..... วิศวกร.....บุญเสริม..... หัวหน้าแผนก.....ชานนท์(แทน)..... ผู้อำนวยการกอง..... ผู้อำนวยการฝ่าย.....	ผู้ว่าการ.....(แทน)..... หลักเกณฑ์การใช้ลูกถ้วยแรงสูง ในระบบสายส่ง 115 kV	เขียนเสร็จวันที่ 13 ก.ย. 2562 แก้แบบวันที่ ..... มิติเป็น.....– มาตราส่วน.....–
รองผู้ว่าการวิศวกรรม	RULES FOR H.V. INSULATOR APPLICATION IN 115 kV TRANSMISSION SYSTEM	แบบเลขที่ SA1–015/62009 แผ่นที่ 1 ของจำนวน 3 แผ่น

หลักเกณฑ์การใช้ลูกถ้วยแรงสูงในระบบสายส่ง 115 kV

RULES FOR H.V. INSULATOR APPLICATION IN 115 kV TRANSMISSON SYSTEM

การประกอบเลขที่ ASSEMBLY NO. 9510

ลักษณะพื้นที่ของระบบสายส่ง NATURE OF TRANSMISSION SYSTEM LOCATION	ชนิดของลูกถ้วยที่ให้ใช้งาน TYPE OF ALLOWABLE INSULATOR
2. พื้นที่ที่มีมลภาวะในระดับปานกลาง เช่น : – – บริเวณเขตอุตสาหกรรมที่ไม่ได้มีการสร้างฝุ่นหรือควันออกมาหรืออาจจะเป็นบริเวณย่านชุมชนที่มีอัตราการใช้เครื่องทำความร้อนหรือเครื่องทำความเย็นปานกลาง – บริเวณยานชุมชนหรือเขตอุตสาหกรรมหนาแน่น แต่จะต้องมีลมพัดผ่านหรือฝนตกบ่อย – บริเวณที่มีลมทะเลพัดผ่าน และอยู่ห่างจากชายฝั่งทะเลไม่เกิน 1 กิโลเมตร – มีค่า ESDD บนผิวลูกถ้วยอยู่ระหว่าง 0.1–0.2 มก./ซม.^{2} 2. MEDIUM POLLUTED AREAS, SUCH AS : – – AREAS WITH INDUSTRIES NOT PRODUCING PARTICULARLY POLLUTING SMOKE OR WITH AVERAGE DENSITY OF HOUSES EQUIPPED WITH HEATING OR CHILLER PLANTS. – AREAS WITH HIGH DENSITY OF HOUSES OR INDUSTRIES BUT SUBJECTED TO FREQUENT WINDS OR RAINFALL. – AREAS EXPOSED TO WINDS FROM THE SEA AND FAR FROM THE SEA NOT MORE THAN 1 km – ESDD ON INSULATOR SURFACE HAS A VALUE OF 0.1–0.2 mg/cm^2	– ลูกถ้วยแขวนคอมโพสิต 115 kV ยาว 1,100–1,200 มม. รับแรงดึงไม่น้อยกว่า 110 กิโลนิวตัน (วัสดุเลขที่ 1030020100) – ลูกถ้วยแขวนคอมโพสิต 115 kV ยาว 1,500–1,600 มม. รับแรงดึงไม่น้อยกว่า 110 กิโลนิวตัน (วัสดุเลขที่ 1030020101) – ลูกถ้วยแขวนคอมโพสิต 115 kV ยาว 1,500–1,600 มม. รับแรงดึงไม่น้อยกว่า 220 กิโลนิวตัน (วัสดุเลขที่ 1030020103) – ลูกถ้วยแบบโพสท์ 115 เควี ติดตั้งในแนวนอน (วัสดุเลขที่ 1030010204) – INSULATOR, SUSPENSION, COMPOSITE, FOR 115 kV, NOMINAL SECTION LENGTH 1,100–1,200 mm, MINIMUM TENSION LOAD 110 kN (MAT. No. 1030020100) – INSULATOR, SUSPENSION, COMPOSITE, FOR 115 kV, NOMINAL SECTION LENGTH 1,500–1,600 mm, MINIMUM TENSION LOAD 110 kN (MAT. No. 1030020101) – INSULATOR, SUSPENSION, COMPOSITE, FOR 115 kV, NOMINAL SECTION LENGTH 1,500–1,600 mm, MINIMUM TENSION LOAD 220 kN (MAT. No. 1030020103) – INSULATOR, POST TYPE, 115 kV, HORIZONTAL MOUNTING (MAT. No. 1030010204)
3. พื้นที่ที่มีมลภาวะในระดับสูง เช่น : – – เขตอุตสาหกรรมหนาแน่นหรือบริเวณชานเมืองของเมืองใหญ่ที่มีอัตราการใช้เครื่องทำความร้อนหรือเครื่องทำความเย็นสูง – บริเวณที่อยู่ห่างจากชายฝั่งทะเลไม่เกิน 1 กิโลเมตร หรือที่ได้รับลมทะเลที่รุนแรง แต่มีสิ่งปลูกสร้างหรือต้นไม้กำบัง – มีค่า ESDD บนผิวลูกถ้วยอยู่ระหว่าง 0.3–0.6 มก./ซม.^{2} – บริเวณในเขตเมืองหรือชุมชนหนาแน่นที่มีการจราจรคับคั่ง 3. HEAVY POLLUTED AREAS, SUCH AS : – – AREAS WITH HIGH DENSITY OF INDUSTRIES AND SUBURBS OF LARGE CITIES WITH HIGH DENSITY OF HEATING OR CHILLER PLANTS PRODUCING POLLUTION. – AREAS FAR FROM THE SEA NOT MORE THAN 1 km OR EXPOSED TO STRONG WINDS, BUT HAVE BUILDING OR TREE SHIELD. – ESDD ON INSULATOR SURFACE HAS A VALUE OF 0.3–0.6 mg/cm.^{2} – THE URBAN AREAS OR DENSITY COMMUNITIES WITH TRAFFIC CONGESTION.	– ลูกถ้วยแขวนคอมโพสิต 115 kV ยาว 1,100–1,200 มม. รับแรงดึงไม่น้อยกว่า 110 กิโลนิวตัน (วัสดุเลขที่ 1030020100) – ลูกถ้วยแขวนคอมโพสิต 115 kV ยาว 1,500–1,600 มม. รับแรงดึงไม่น้อยกว่า 110 กิโลนิวตัน (วัสดุเลขที่ 1030020101) – ลูกถ้วยแขวนคอมโพสิต 115 kV ยาว 1,500–1,600 มม. รับแรงดึงไม่น้อยกว่า 220 กิโลนิวตัน (วัสดุเลขที่ 1030020103) – INSULATOR, SUSPENSION, COMPOSITE, FOR 115 kV, NOMINAL SECTION LENGTH 1,100–1,200 mm, MINIMUM TENSION LOAD 110 kN (MAT. No. 1030020100) – INSULATOR, SUSPENSION, COMPOSITE, FOR 115 kV, NOMINAL SECTION LENGTH 1,500–1,600 mm, MINIMUM TENSION LOAD 110 kN (MAT. No. 1030020101) – INSULATOR, SUSPENSION, COMPOSITE, FOR 115 kV, NOMINAL SECTION LENGTH 1,500–1,600 mm, MINIMUM TENSION LOAD 220 kN (MAT. No. 1030020103)

- 3 ต.ค. 2562

กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า ฝ่ายวิศวกรรม	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	ใช้แทนแบบ SA1–015/59010 ถูกแทนโดยแบบ .....
ผู้เขียน .....นุญเสริม..... ผู้สำรวจ ..... วิศวกร..... หัวหน้าแผนก..... ผู้อำนวยการกอง..... ผู้อำนวยการฝ่าย.....	ผู้ว่าการ.....(แทน) หลักเกณฑ์การใช้ลูกถ้วยแรงสูง ในระบบสายส่ง 115 kV	เขียนเสร็จวันที่ 13 ก.ย. 2562 แก้แบบวันที่ ..... มิติเป็น..... มาตราส่วน.....
รองผู้ว่าการวิศวกรรม	RULES FOR H.V. INSULATOR APPLICATION IN 115 kV TRANSMISSION SYSTEM	แบบเลขที่ SA1–015/62009 แผ่นที่ 2 ของจำนวน 3 แผ่น

หลักเกณฑ์การใช้ลูกถ้วยแรงสูงในระบบสายส่ง 115 kV

การประกอบเลขที่ ASSEMBLY NO. 9510

RULES FOR H.V. INSULATOR APPLICATION IN 115 kV TRANSMISSON SYSTEM

ลักษณะพื้นที่ของระบบสายส่ง NATURE OF TRANSMISSION SYSTEM LOCATION	ชนิดของลูกถ้วยที่ให้ใช้งาน TYPE OF ALLOWABLE INSULATOR
4. พื้นที่ที่มีมลภาวะในระดับสูงมาก เช่น : – – บริเวณที่เป็นเขตรับฝุ่นควันจากโรงงานอุตสาหกรรมโดยตรง โดยเฉพาะฝุ่นที่เป็น Thick conductive deposite เช่น ปูนซีเมนต์, ฝ้าย, ฝุ่นแป้ง หรืออาหารสัตว์ เป็นต้น – บริเวณที่อยู่ห่างจากชายฝั่งทะเลไม่เกิน 1 กิโลเมตร และที่ได้รับไอน้ำทะเลโดยตรง หรือบริเวณที่มีการรับทั้งลมและมลภาวะที่รุนแรงมาก จากทะเลโดยตรงและเปิดโล่ง – บริเวณที่มีความชื้นสูงก่อให้เกิดหมอกหรือตะไคร่จับอุปกรณ์	– ลูกถ้วยแขวนคอมโพสิต 115 kV ยาว 1,100–1,200 มม. รับแรงดึงไม่น้อยกว่า 110 กิโลนิวตัน (วัสดุเลขที่ 1030020100) – ลูกถ้วยแขวนคอมโพสิต 115 kV ยาว 1,500–1,600 มม. รับแรงดึงไม่น้อยกว่า 110 กิโลนิวตัน (วัสดุเลขที่ 1030020101) – ลูกถ้วยแขวนคอมโพสิต 115 kV ยาว 1,500–1,600 มม. รับแรงดึงไม่น้อยกว่า 220 กิโลนิวตัน (วัสดุเลขที่ 1030020103)
4. VERY HEAVY POLLUTED AREAS, SUCH AS : – – AREAS OF INDUSTRIAL SMOKE PRODUCING PARTICULARLY THICK CONDUCTIVE DEPOSITE SUCH AS CEMENT, COTTON, DUST OF POWDER ANIMAL FEED ETC. – AREAS FAR FROM THE SEA NOT MORE THAN 1 km AND EXPOSED TO SEA–SPRAY OR TO VERY STRONG AND POLLUTING WINDS FROM DIRECT THE SEA AND OPEN SPACE. – AREAS WITH HIGH HUMIDITY CAUSE FOG OR MOSS ON DEVICES.	– INSULATOR, SUSPENSION, COMPOSITE, FOR 115 kV, NOMINAL SECTION LENGTH 1,100–1,200 mm, MINIMUM TENSION LOAD 110 kN (MAT. No. 1030020100) – INSULATOR, SUSPENSION, COMPOSITE, FOR 115 kV, NOMINAL SECTION LENGTH 1,500–1,600 mm, MINIMUM TENSION LOAD 110 kN (MAT. No. 1030020101) – INSULATOR, SUSPENSION, COMPOSITE, FOR 115 kV, NOMINAL SECTION LENGTH 1,500–1,600 mm, MINIMUM TENSION LOAD 220 kN (MAT. No. 1030020103)

หมายเหตุ

1. ค่า ESDD หมายถึง ปริมาณสะสมของสิ่งเปรอะเปื้อนบนผิวลูกถ้วยเทียบเท่ากับปริมาณของเกลือ (NaCl)
2. กรณีรู้ค่า ESDD ให้ใช้ค่า ESDD เป็นเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาเลือกลูกถ้วยใช้งาน และหากค่า ESDD ไม่อยู่ในช่วงที่ระบุไว้ให้ใช้ในระดับมลภาวะที่สูงขึ้นไปแทน
3. กรณีใช้งานลูกถ้วยตามหลักเกณฑ์ข้างต้นแล้วเกิดการชำรุดจากมลภาวะ เช่น ฉนวนลูกถ้วยเกิดพื้นที่แห้งถาวร(DRY BAND) เป็นต้น แนะนำให้ใช้ลูกถ้วยในระดับพื้นที่ที่มีมลภาวะที่สูงถัดขึ้นไป
4. การขนส่ง การติดตั้ง และการบำรุงรักษาลูกถ้วยแรงสูง ให้ปฏิบัติตามคู่มือของผลิตภัณฑ์นั้นๆ
5. กรณีสายส่งที่จ่ายไฟให้กับสถานีไฟฟ้าที่อยู่ในพื้นที่สำคัญ หรือพื้นที่ที่ไม่สามารถฉีดน้ำล้างลูกถ้วย ให้ใช้ลูกถ้วยชนิดคอมโพสิต

NOTES

1. ESDD MEANS EQUIVALENT SALT DEPOSIT DENSITY.
2. THE VALUE OF ESDD IS KNOWN, THE ESDD MUST BE CONSIDERED TO CHOOSE THE INSULATOR. IF THE ESDD IS NOT IN THE RANGE. THE HIGHER POLLUTION LEVEL MUST BE CONSIDERED.
3. IN CASE OF USING INSULATOR TO ABOVE CRITERIA HAS BEEN DAMAGED FROM POLLUTION SUCH AS DRY BAND FORMATION. RECOMMENDED CHOOSE THE INSULATOR IN AREAS WITH HIGH POLLUTION UP TO THE NEXT.
4. THE TRANSPORTATION, INSTALLATION AND MAINTENANCE OF H.V. INSULATOR SHALL BE CONFORMED WITH THE INSTRUCTION MANUAL OF PRODUCT.
5. IN CASE OF TRANSMISSION LINES WHICH SUPPLY TO SUBSTATION IN IMPORTANT AREAS OR AREAS WHICH INSULATORS CANNOT BE WASHED, THE COMPOSITE INSULATOR SHALL BE INSTALLED.

- 3 ต.ค. 2562

กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า ฝ่ายวิศวกรรม	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	ใช้แทนแบบ SA1–015/59010
ผู้เขียน ...นุญเสริม...	ผู้ว่าการ ..... (แทน)	ถูกแทนโดยแบบ .....
ผู้สำรวจ		เขียนเสร็จวันที่ 13 ก.ย. 2562
วิศวกร ...นุญเสริม...	หลักเกณฑ์การใช้ลูกถ้วยแรงสูง ในระบบสายส่ง 115 kV	แก้แบบวันที่ .....
หัวหน้าแผนก ...(แทน)		มิติเป็น ..... –
ผู้อำนวยการกอง		มาตราส่วน ..... –
ผู้อำนวยการฝ่าย		
รองผู้ว่าการวิศวกรรม ..... –	RULES FOR H.V. INSULATOR APPLICATION IN 115 kV TRANSMISSION SYSTEM	แบบเลขที่ SA1–015/62009 แผ่นที่ 3 ของจำนวน 3 แผ่น

การประกอบเลขที่ ASSEMBLY NO. 9512

การเลือกใช้งานการประกอบลูกถ้วยแขวนชนิดคอมโพสิตสำหรับโครงสร้างเสาระบบ 115 kV
COMPOSITE INSULATOR ASSEMBLY APPLICATION FOR 115 kV STRUCTURE

โครงสร้างเสาระบบ 115 kV 115 kV STRUCTURE	ลูกถ้วยคอมโพสิต COMPOSITE INSULATOR			
	รูปแบบวงจร TYPE OF CIRCUIT SS หรือ or DS		รูปแบบวงจร TYPE OF CIRCUIT SD หรือ or DD	
	ติดตั้งแนวดิ่ง VERTICAL INSTALLATION	ติดตั้งแนวนอน HORIZONTAL INSTALLATION	ติดตั้งแนวดิ่ง VERTICAL INSTALLATION	ติดตั้งแนวนอน HORIZONTAL INSTALLATION
1. โครงสร้างทางตรง TANGENT STRUCTURE (TG)	D-19A หรือ or D-19A(AGS)	–	D-19D หรือ or D-19D(AGS)	–
2. โครงสร้างทางโค้ง SMALL ANGLE STRUCTURE (SA)	D-19A หรือ or D-19A(AGS)	–	D-19D หรือ or D-19D(AGS)	–
3. โครงสร้างลดแรงดึง ANGLE STRUCTURE (AS)	D-19A หรือ or D-19A(AGS)	D-19B และ and D-19C	D-19D หรือ or D-19D(AGS)	D-19E และ and D-19F
4. โครงสร้างเข้าปลายสายสองข้าง DOUBLE DEADEND STRUCTURE (DD)	D-19A หรือ or D-19A(AGS)	D-19B และ and D-19C	D-19D หรือ or D-19D(AGS)	D-19E และ and D-19F
5. โครงสร้างต้นสุดท้าย DEADEND STRUCTURE (DE)	–	D-19C	–	D-19F
6. โครงสร้างเพิ่มความสูง INCREASE HIGH STRUCTURE (IH)	D-19A หรือ or D-19A(AGS)	D-19B และ and D-19C	D-19D หรือ or D-19D(AGS)	D-19E และ and D-19F
7. โครงสร้างลดความสูง DECREASE HIGH STRUCTURE (DH)	D-19A หรือ or D-19A(AGS)	D-19B และ and D-19C	D-19D หรือ or D-19D(AGS)	D-19E และ and D-19F
8. โครงสร้างเสาคู่แบบเฮช H-FRAME STRUCTURE (HF)				
8.1 เสาคู่แบบเฮชทางตรง H-FRAME TANGENT	D-19A หรือ or D-19A(AGS)	–	D-19D หรือ or D-19D(AGS)	–
8.2 เสาคู่แบบเฮชทางโค้ง H-FRAME SMALL ANGLE	D-19A หรือ or D-19A(AGS)		D-19D หรือ or D-19D(AGS)	–
8.3 เสาคู่แบบเฮชเข้าปลายสายสองข้าง H-FRAME DOUBLE DEADEND	–	D-19B หรือ or D-19C	–	D-19E และ and D-19F

กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า ฝ่ายวิศวกรรม	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	ใช้แทนแบบ ..... ถูกแทนโดยแบบ .....
ผู้เขียน ชำนนท์ ..... ผู้สำรวจ ..... วิศวกร ชำนนท์ ..... หัวหน้าแผนก วิทยา ..... ผู้อำนวยการกอง ..... ผู้อำนวยการฝ่าย	ผู้ว่าการ ..... 07 ตค. 2559	เขียนเสร็จวันที่ 21 กย. 2559 แก้แบบวันที่ ..... มิติเป็น ..... มาตราส่วน .....
รองผู้ว่าการวิศวกรรม	การเลือกใช้งานการประกอบลูกถ้วยแขวนชนิดคอมโพสิต สำหรับโครงสร้างเสาระบบ 115 kV	
	COMPOSITE INSULATOR ASSEMBLY APPLICATION FOR 115 kV STRUCTURE	แบบเลขที่ SA1-015/59011 แผ่นที่ 1 ของจำนวน 3 แผ่น

การประกอบเลขที่ ASSEMBLY NO. 9512

การเลือกใช้งานการประกอบลูกถ้วยแขวนชนิดคอมโพสิตสำหรับโครงสร้างเสาระบบ 115 kV
COMPOSITE INSULATOR ASSEMBLY APPLICATION FOR 115 kV STRUCTURE

โครงสร้างเสาระบบ 115 kV 115 kV STRUCTURE	ลูกถ้วยคอมโพสิต COMPOSITE INSULATOR			
	รูปแบบวงจร TYPE OF CIRCUIT SS หรือ or DS		รูปแบบวงจร TYPE OF CIRCUIT SD หรือ or DD	
	ติดตั้งแนวดิ่ง VERTICAL INSTALLATION	ติดตั้งแนวนอน HORIZONTAL INSTALLATION	ติดตั้งแนวดิ่ง VERTICAL INSTALLATION	ติดตั้งแนวนอน HORIZONTAL INSTALLATION
9. โครงสร้างทางโค้ง 90° LARGE ANGLE STRUCTURE (LA)				
9.1 เสาเดี่ยวข่วงข้ามสาย 1 เส้น SINGLE POLE AND 90° SINGLE CONDUCTOR CROSS	–	D-19B และ and D-19C ข่วงข้าม CROSS D-19B หรือ or D-19C	–	D-19F ข่วงข้าม CROSS D-19B หรือ or D-19G
9.2 เสาคู่ข่วงข้ามสาย 1-2 เส้น DOUBLE POLES AND 90° SINGLE/DOUBLE CONDUCTOR CROSS	–	D-19B และ and D-19C ข่วงข้าม CROSS D-19B หรือ or D-19C	–	D-19F ข่วงข้าม CROSS D-19H หรือ or D-19J
9.3 เสาคู่ข่วงเลี้ยวสายมุมอาคาร DOUBLE POLES AND 90° AT BUILDING	D-19A หรือ or D-19A(AGS)	D-19B และ and D-19C	D-19D หรือ or D-19D(AGS)	D-19E และ and D-19F
10. โครงสร้างแยกสาย TAP LINE STRUCTURE (TL)				
10.1 เสาเดี่ยวแยกสาย 1 เส้น ที่เสา SINGLE POLE AND TAP LINE SINGLE CONDUCTOR AT POLE	–	D-19B และ and D-19C ข่วงแยก TAP D-19G	–	D-19E และ and D-19F ข่วงแยก TAP D-19J
10.2 เสาเดี่ยวแยกสาย 1 เส้น ที่สาย SINGLE POLE AND TAP LINE SINGLE CONDUCTOR AT CONDUCTOR	D-19A หรือ or D-19A(AGS)	ข่วงแยก TAP D-19B หรือ or D-19C	D-19A หรือ or D-19A(AGS) D-19D หรือ or D-19D(AGS)	ข่วงแยก TAP D-19B หรือ or D-19C
10.3 เสาคู่แยกสาย 1-2 เส้น ที่เสา DOUBLE POLES AND TAP LINE SINGLE/DOUBLE CONDUCTOR AT POLE	–	D-19B และ and D-19C ข่วงแยก TAP D-19G	–	D-19E และ and D-19F ข่วงแยก TAP D-19H หรือ or D-19J
10.4 เสาคู่แยกสายแบบลูป 1-2 เส้น ที่เสา DOUBLE POLES AND TAP LINE LOOP SINGLE/DOUBLE CONDUCTOR AT POLE	D-19A หรือ or D-19A(AGS)	D-19C และ and D-19G ข่วงแยก TAP D-19C	D-19D หรือ or D-19D(AGS)	D-19F และ and D-19H ข่วงแยก TAP D-19C หรือ or D-19F
10.5 เสาคู่แยกสาย 1-2 เส้น ที่สาย DOUBLE POLES AND TAP LINE SINGLE/DOUBLE CONDUCTOR AT CONDUCTOR	D-19A หรือ or D-19A(AGS)	ข่วงแยก TAP D-19B หรือ or D-19C	D-19D หรือ or D-19D(AGS)	ข่วงแยก TAP D-19B หรือ or D-19C D-19E หรือ or D-19F

กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า ฝ่ายวิศวกรรม	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	ใช้แทนแบบ .....
ผู้เขียน ชานนท์	ผู้ว่าการ ..... 07 ต.ค. 2559	ถูกแทนโดยแบบ .....
ผู้สำรวจ		เขียนเสร็จวันที่ 21 ก.ย. 2559
วิศวกร ชานนท์	การเลือกใช้งานการประกอบลูกถ้วยแขวนชนิดคอมโพสิต สำหรับโครงสร้างเสาระบบ 115 kV	แก้แบบวันที่ .....
หัวหน้าแผนก วิทยา		มิติเป็น .....
ผู้อำนวยการกอง		มาตราส่วน .....
ผู้อำนวยการฝ่าย		
รองผู้ว่าการวิศวกรรม	COMPOSITE INSULATOR ASSEMBLY APPLICATION FOR 115 kV STRUCTURE	แบบเลขที่ SA1-015/59011 แผ่นที่ 2 ของจำนวน 3 แผ่น

การประกอบเลขที่ ASSEMBLY NO. 9512

การเลือกใช้งานการประกอบลูกถ้วยแขวนชนิดคอมโพสิตสำหรับโครงสร้างเสาระบบ 115 kV
COMPOSITE INSULATOR ASSEMBLY APPLICATION FOR 115 kV STRUCTURE

โครงสร้างเสาระบบ 115 kV 115 kV STRUCTURE	ลูกถ้วยคอมโพสิต COMPOSITE INSULATOR			
	รูปแบบวงจร TYPE OF CIRCUIT SS หรือ or DS		รูปแบบวงจร TYPE OF CIRCUIT SD หรือ or DD	
	ติดตั้งแนวดิ่ง VERTICAL INSTALLATION	ติดตั้งแนวนอน HORIZONTAL INSTALLATION	ติดตั้งแนวดิ่ง VERTICAL INSTALLATION	ติดตั้งแนวนอน HORIZONTAL INSTALLATION
11. โครงสร้างระยะห่างเสายาว LONG SPAN STRUCTURE (LS)				
11.1 ระยะห่างเสาไม่เกิน 200 ม. LONG SPAN NOT LESS THAN 200 m	D-19A หรือ or D-19A(AGS)	D-19B และ and D-19C	D-19D หรือ or D-19D(AGS)	D-19E และ and D-19F
11.2 ระยะห่างเสาช่วง 200-350 ม. LONG SPAN 200 - 350 m	D-19A หรือ or D-19A(AGS)	D-19B	D-19D หรือ or D-19D(AGS)	D-19E
12. โครงสร้างอุปกรณ์ตัดตอน SWITCH STRUCTURE (SW)				
12.1 ไม่มีวงจรพาดผ่านด้านหลัง NO CIRCUIT AT BEHIDE	-	D-19C	-	D-19F
12.2 มีวงจรพาดผ่านด้านหลัง HAVE CIRCUIT AT BEHIDE	D-19A หรือ or D-19A(AGS)	D-19C	D-19D หรือ or D-19D(AGS)	D-19F
13. โครงสร้างขึ้นสายเคเบิลใต้ดิน UNDERGROUND STRUCTURE (UG)				
13.1 ต้นสุดท้าย DEADEND STRUCTURE	-	D-19B	-	D-19E
13.2 ระหว่างไลน์ IN LINE	D-19A หรือ or D-19A(AGS)	-	D-19D หรือ or D-19D(AGS)	-

หมายเหตุ

การประกอบลูกถ้วยแขวนให้เป็นไปตามแบบโครงสร้างนั้นๆ

NOTE

INSULATOR ASSEMBLY IS ACCORDING TO PEA STANDARD STRUCTURE .

กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า ฝ่ายวิศวกรรม	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	ใช้แทนแบบ ..... ถูกแทนโดยแบบ .....
ผู้เขียน ชานนท์ ..... ผู้สำรวจ ..... วิศวกร ชานนท์ ..... หัวหน้าแผนก วิทยา ..... ผู้อำนวยการกอง ..... ผู้อำนวยการฝ่าย	ผู้ว่าการ ..... 07 ต.ค. 2559	เขียนเสร็จวันที่ 21 ก.ย. 2559 แก้แบบวันที่ ..... มิติเป็น ..... มาตราส่วน .....
	การเลือกใช้งานการประกอบลูกถ้วยแขวนชนิดคอมโพสิต สำหรับโครงสร้างเสาระบบ 115 kV	
รองผู้ว่าการวิศวกรรม	COMPOSITE INSULATOR ASSEMBLY APPLICATION FOR 115 kV STRUCTURE	แบบเลขที่ SA1-015/59011 แผ่นที่ 3 ของจำนวน 3 แผ่น

2.4.6 AGS

Invitation to Bid No.:

C Material, equipment, and specifications for PREFORMED ARMOR GRIP SUSPENSION (AGS)

C1 General material and packing instructions

Additional to the general instructions, the following shall be observed:

1a Scope

These specifications cover Preformed Armor Grip Suspension (AGS) for 115 kV overhead line constructions.

1b Standards

The Preformed Armor Grip Suspension (AGS) shall be made of heat-treated aluminium-alloy Designation 6061 manufactured and tested in accordance with following standards:

American Society for Testing and Materials (ASTM):

ASTM B 211-2009 Aluminum and Aluminum-Alloy Bar, Rod, and Wire

Or Australian/New Zealand Standard:

AS/NZS 1865-1997 Aluminium and aluminium alloys-Drawn wire, rod, bar and strip

And all other relevant standards, unless otherwise specified in these specification.

PEA will also accept the AGS tested in accordance with the later edition of the above standards.

1c Principal requirement

1c.1 Characteristic, material and component

The Preformed Armor Grip Suspension (AGS) shall be preformed that they are suitable for right hand lay bare conductors and shall have characteristics as specified in **Table 1**.

Table 1

Preformed Armor Grip Suspension (AGS) characteristics

Characteristics	Unit	Requirement
Range of conductor diameter (For supporting of aluminum conductors size 400 mm^2)	mm	25.39 - 25.91
Number of rods per set	-	11 or 12
Diameter of each rod - 11 rods per set - 12 rods per set	 mm mm	 7.87 ± 0.1 7.62 ± 0.1
Overall length	mm	not less than 2,030
Minimum failing load	kgf	not less than 11,340

The AGS clamp body and strap shall be made from high-strength aluminium alloy. The clamp body shall be designed so as to maximize heat dissipation from the AGS assembly. The AGS manufactured by sand casting process shall not be accepted.

The AGS preformed rods shall be rounded end at the end of each rod and center mark with color code.

The AGS insert shall be made of neoprene, suitable for resistance to ozone attack, weathering, high and low temperature variations, and compression stress. The AGS insert shall have an aluminum stiffener embedded inside. One set of the AGS shall be consisted of 2 pieces of AGS insert.

Bolt, lock washer and lock nuts shall be hot-dip galvanized or zinc flake coated steel, and thread diameter equals $\frac{5}{8}$ inches or 16 mm (M16) with tolerance ± 0.7 mm.

All ferrous metal parts shall be hot-dip galvanized or zinc flake coated, and split pin shall be stainless steel.

The clamp body shall be able to assembly with clevis eye which has eye depth $1\frac{1}{16}$ inches suitable for connecting with 52-3 and 52-8 suspension insulator.

1c.2 Sample

In case the samples are requested by PEA's bidding committee, the bidders have to supply at least one (1) sample of the proposed AGS within fifteen (15) calendar days. The bidders who cannot supply the samples shall be rejected.

PEA reserves the right to test the sample according to PEA's testing procedure. In case of the failing test results, the bidders shall be rejected. The samples will not be returned.

1d Packing

Each item shall be packed separately in sets or pieces in suitable packages, preferably 100 sets or pieces per package.

1e Test and test reports

1e.1 Type tests

The AGS shall have successfully passed the type tests as the following items;

(1) Visual examination

A visual examination of all fitting samples selected for testing shall be carried out to ascertain conformity of the fittings, in all essential respects, with the manufacturer's drawings.

(2) Dimensional and material verification

Verification of the dimensions and materials of all AGS samples selected for testing shall be carried out to ensure that the fittings are within the dimensional tolerances stated on the manufacturer's drawings.

Verification of materials shall normally be carried out by inspection of the manufacturer's documentation relative to material purchasing specifications, certificates of conformity or other quality documentation. The material verification may include tests appropriate to the material specification.

(3) Hot-dip galvanizing or zinc flake coating

Tests on the hot-dip galvanized coating or zinc flake coating on all fitting samples selected for testing shall be carried out in accordance ASTM A153 or ISO 1461 or ISO 10683 for all ferrous metal parts.

(4) Assembly test

The AGS shall be able to assembly with the aluminum conductors size 400 mm^2 (diameter range 25.39-25.91 mm) without problem.

(5) Minimum failing load test (Ultimate tensile strength test)

The AGS with the armor rods shall be assembled in accordance with the manufacturer's instructions using mandrels on the test rig. A tensile force shall be applied and increased steadily until the fitting breaks or separates from the mandrel. The direction of force shall be shown in **Figure 1** and the failing load in each direction recorded. The failing load shall be not less than 11,340 kgf.

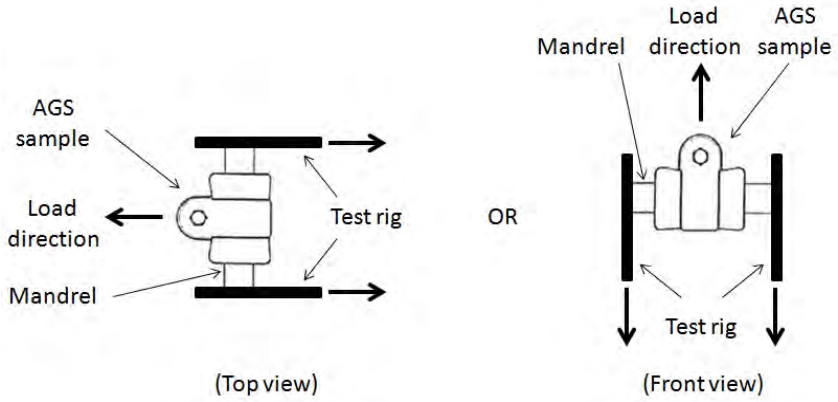


Figure 1

Load direction for minimum failing load test

The type tests shall be conducted or inspected by the acknowledged testing laboratories/institutes as following:

(1) Independent laboratories/institutes which are members of the Short-circuit Testing Liaison (STL) or independent laboratories/institutes which are accredited according to TIS 17025 or ISO/IEC 17025 with the scope of accreditation covered the relevant test items, standards and equipment. The certification and scope of accreditation of the independent laboratories/institutes shall be submitted with the bid for consideration.

(2) Thailand's national laboratories, institutes, universities and electric utilities, as follows:

- National Metal and Materials Technology Center (MTEC)
- Electrical and Electronic Products Testing Center (PTEC)
- Thai Industrial Standards Institute (TISI)
- Electrical and Electronics Institute (EEI)
- Department of Science Service (DSS)
- Testing Laboratory, Electrical Engineering Department, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University
- Electricity Generating Authority of Thailand (EGAT)
- Metropolitan Electricity Authority (MEA)
- Provincial Electricity Authority (PEA)
- Other laboratories, institutes, universities or electric utilities approved by PEA

In case of the foreign manufacturers having experience of more than twenty (20) years in design, manufacture and sell the AGS, PEA will accept type test report(s) conducted by the manufacturer's laboratory or other independent laboratories without qualification mentioned in (1) or (2). Documents showing the manufacturer's experience such as reference list shall be submitted with the bid for consideration.

The bidders or manufacturers who prefer to carry out the type tests of the AGS with the laboratories or by manufacturer himself without the qualification mentioned above, the detail of the test facilities of the laboratories or the manufacturer shall be submitted to PEA for approval before proceeding the tests and before the bid closing date. PEA reserves the right to send representatives to inspect and witness the tests with the cost of the bidders or manufacturers.

The type test report done by the laboratories in Thailand or local manufacturers shall be valid within five (5) years counted from the issued date in the test report to the bid closing date.

The cost of all tests and reports shall be borne by the Contractor.

1e.2 Acceptance tests

The proposed AGS shall be passed the acceptance tests which same test items and same procedures as the type tests specified in **1e.1 Type tests**.

The number of samples for the acceptance tests is specified in Table 2.

Table 2

Number of samples for acceptance tests

Number of AGS per lot (pieces)	Number of test sample (pieces)
less than 500	3
501 to 1,000	4
more than 1,000	5

The all samples shall be passed the tests.

The AGS manufacturer shall have a facility for testing all test items of the above acceptance tests.

The costs of all tests and reports shall be borne by the Contractor.

C2 Material and packing data to be given by bidder

The bidders have to submit the following details with the bid:

2a The following details shall be submitted:

Catalogues and/or drawings with dimensions in mm

Manufacturer's name or trade-mark

Materials of the AGS

Diameter range in mm of conductor for which the AGS are designed

Colour code

Number of rods per set of the AGS

Diameter of rods in mm

Minimum failing load in kgf

2b Type test reports

2c Test certification for Aluminium-alloy Designation 6061

2d Packing details

Packing method

Number of sets or pieces in each package

Dimensions of each package in cm

Volume of each package in m^3

Gross weight of each package in kg

Net weight of each package in kg

Number of packages

Required document for technical evaluation

Critical documents which have to submit with the bid

(Please fill/check the boxes in each item.)

Item	Description of document	Confirmation	Reference (Page No./folder)
1	The type/design test report	☐ Yes ☐ No	
2	Test certification for Aluminium-alloy Designation 6061	☐ Yes ☐ No	
3	Catalogues and/or drawings with dimensions	☐ Yes ☐ No	
4	Packing detail	☐ Yes ☐ No	

PROVINCIAL ELECTRICITY AUTHORITY

TECHNICAL SPECIFICATION DIVISION

Specification No.: RCBL-056/2559 : PREFORMED ARMOR GRIP SUSPENSION **(AGS)** | Page 1 of 1

C3 Schedule of detailed requirement

Invitation to Bid No.:

Item	PEA Material No.	Quantity	Description
1	1020230001	set(s)	Preformed Armor Grip Suspension (AGS), for supporting of aluminium conductors size 400 mm^2 (diameter range 25.39 mm -25.91 mm).

2.5 แบบมาตรฐาน
อุปกรณ์ไฟฟ้า (แรงต่ำ)

Underground Cable (CV)

Invitation to Bid No.:

C Material equipment, and specifications for UNDERGROUND POWER CABLES OF RATED VOLTAGE 0.6/1 kV

C1 General material and packing instructions

Additional to the general instructions, the following shall be observed :

1a Scope

These specifications cover 0.6/1 kV single-core underground power cables with copper conductor, cross-linked polyethylene (XLPE) insulation, and polyethylene (PE) sheath .

1b Standard

The cable shall be manufactured and tested in accordance with the latest edition of the following standards:

TIS 2143 [IEC 60502-1 Ed.1 (1997-04) Amendment 1(1998-05), IEC 60502-2 Ed.1.1(1998-11), IEC 60502-4 Ed.1(1997-03)] : Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (Um = 1.2 kV) up to 30 kV (Um = 36 kV)

TIS 2427 : Conductors of insulated cables

and all other relevant standard, unless otherwise specified in these specifications.

PEA will accept the type tests reports carried out according to previous standard/edition, if there is no significant change in any item or no additional test item compared with the last standard/edition.

On the other hand, if there are significant(s) and/or additional test item(s), PEA will remain to accept the type tests report which was carried out according to previous standard/edition for a period of three (3) years. After three (3) years, the type testing shall be done to complete type test reports for the changed and/or additional test item(s), including related item(s) (if any).

1c Principal requirement

1c.1 General

The underground power cables shall be designed, constructed, and installed for operation under the following conditions.

System voltage : 3-phase, 600 V

Rated frequency : 50 Hz

Conductor temperature

for normal operation : continuously 90°C

for short-circuit condition : 250°C

1c.2 Construction

The construction of the underground power cables shall be according to the following requirements and technical data as shown in **Table 1**.

1. Conductor

The conductor shall be plain annealed copper and compact round concentric lay stranded construction conformable to TIS 2427.

2. Insulation

The insulation shall be unfilled, no carbon black, cross-linked polyethylene (XLPE) whose properties meet electrical requirements specified in column 5 of Table 13, mechanical requirements in column 8 of Table 15 and particular requirements in column 5 of Table 19 of TIS 2143 [IEC 60502-1 Ed.1 (1997-04). The insulation shall be able to be peeled off easily, without leaving any residue on the conductor.

The average thickness of the insulation shall not be less than the nominal value specified in **Table 1**.

The minimum thickness of the insulation shall not be less than 90 per cent of the nominal value specified in **Table 1**.

3. Non-metallic Sheath

The sheath shall be ST7 compound black polyethylene (PE) whose properties meet mechanical requirements specified in column 6 of Table 16 of TIS 2143 [IEC 60502-1 Ed.1 (1997-04) and suitable for use with the cable having maximum conductor temperature of 90°C.

The average thickness of the sheath shall not be less than the nominal value specified in **Table 1**.

The minimum thickness of the sheath shall not be less than 80 per cent of the nominal value specified in **Table 1**.

Table 1

Dimension of Single-Core, Stranded Copper Conductor,

0.6/1 kV 90°C XLPE Insulated and PE Sheathed Power Cable (CV Cable)

Nominal cross-sectional area of conductor	mm^2	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240
Min. number of wires in conductor	-	6	6	6	6	6	6	12	15	18	18	30	34
Diameter of conductor	mm	3.0-3.4	3.6-4.0	4.6-5.2	5.6-6.5	6.6-7.5	7.7-8.6	9.3-10.2	11.0-12.0	12.3-13.5	13.7-15.0	15.3-16.8	17.6-19.2
Thickness of insulation	mm	0.7	0.7	0.7	0.9	0.9	1.0	1.1	1.1	1.2	1.4	1.6	1.7
Thickness of non-metallic sheath	mm	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.5	1.5	1.6	1.6	1.7
Overall diameter	mm	7.2-7.8	7.8-8.4	8.8-9.5	10.2-11.2	11.2-12.2	12.5-13.5	14.3-15.3	16.2-17.3	17.7-18.9	19.7-21.0	21.7-23.2	24.4-26.0
Max. DC resistance of conductor at 20°C	Ω/km	3.08	1.83	1.15	0.727	0.524	0.387	0.268	0.193	0.153	0.124	0.0991	0.0754
AC test voltage for 5 minutes	kV	3.5											
DC test voltage for 5 minutes	kV	8.4											

1c.3 Marking

The outer sheath of cable shall be marked legibly and durably in Thai language, at the interval of about 50 cm, as follows :

"การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค สายเคเบิลใต้ดิน ซีวี สำหรับใช้กับระบบ A โวลต์ ขนาด B ตร.มม., สัญญาเลขที่ C , D , E , F , G "

Where

A : Rated voltage (600 V)

B : Nominal cross-sectional area

C : The purchase contract number

D : Manufacturer's name and/or Trade mark

E : PEA trade-mark as the figure below

F : Year of manufacture.

G : Others according to manufacturer's design .

The **cable length markings** shall be made on the outer sheath through whole length started from "0" with 1 meter increment.

1c.4 Terminal marking

Both terminals of cable in each reel shall be permanently marks with manufacturer’s symbol for verifying the original length. The method of marking shall be stated.

1c.5 Cable end sealing

Immediately after factory tests the cable ends shall be sealed or covered with moisture-proof end caps.

1d Packing

The cables shall be packed on non-returnable wooden reels with hub reinforcements. Reels shall be closely lagged with suitable wooden battens to protect the cables against damage. After lagging, the galvanized steel wire or steel strap shall be fitted to the battens over each flange of the reel. Overall outside diameter of reel shall not exceed 2.0 meters. The wooden parts of reels shall be treated with water-borne wood preservatives, Chromated Copper Arsenate (CCA), according to Group 3 of TIS 515, see **Table 2**, to a dry net salt retention of 12.0 kg/m^3; or suitably impregnated under pressure with an approved wood preservative.

Table 2
Active Ingredients of CCA

Description		TIS 515 - 2539 Group 3		
		Formula A	Formula B	Formula C
Copper, as CuO	%	16.0 - 20.9	18.0 - 22.0	17.0 - 21.0
Chromium, as CrO_3	%	59.4 - 69.3	33.0 - 38.0	44.5 - 50.5
Arsenic, as, As_2O_5	%	14.7 - 19.7	42.0 - 48.0	30.0 - 38.0

The standard length of cable per reel, size up to 240 mm^2 shall be 500 m $\pm$10 m.

The length of cable per reel if proposed more than the specified standard length can be accepted but the overall outside diameter of reel shall not exceed 2.0 m.

Cable length of the last reel can be adjustable to meet the length specified in the purchase contract but not less than 50 per cent of the length of cable per reel

On acceptance, the measured length of cable in each reel shall not be less than the packing length shown on the reel.

The reel shall be marked with at least the followings :

1) Cable type and size.
2) System voltage.
3) Manufacturer's name and/or Trade mark.
4) Contract number and Year of manufacture.
5) Length of cable.
6) Gross weight and Net weight.
7) Other according to manufacturer's design.

1e Tests and Test reports

1e.1 Type tests

The proposed cable shall have successfully passed the type tests in accordance with the latest relevant standard.

The test reports shall be submitted with the bids or fifteen (15) calendar days from the bid closing date.

The above type tests may be omitted if a record of tests made on identical ones can be supplied.

1e.2 Routine tests

Routine tests shall be made on all cable lengths in each reel in accordance with the reference standard as follows :

a) Measurement of the electrical resistance of conductors.

b) High-voltage test : AC voltage test or DC voltage test.

1e.3 Sample tests

Special tests shall be made in accordance with the reference standard as follows :

a) Conductor examination.

b) Dimensional verification:

b.1) Measurement of thickness of insulation and of non-metallic sheath.

b.2) Measurement of external diameter.

c) Hot set test for XLPE insulation.

1e.4 Three (3) sets of routine tests and special tests reports shall be submitted at the time of delivery.

1e.5 The costs of all tests and test reports shall be borne by the Contractor.

C2 Material and packing data to be given by bidder

For each item offered, the following details shall be submitted :

2a Cable detail

Exact description of cable construction.

Rated voltage of the cable in kV.

Letter-number code according to TIS/IEC : ……

Nominal cross-sectional area of conductor in mm^2.

Actual cross-sectional area of conductor in mm^2.

Number of wires.

Diameter of wire in mm.

Overall diameter of conductor in mm.

Maximum resistance of conductor at $20^{o}C$ in Ω/km.

Weight of conductor in kg/km.

Thickness of conductor insulation and sheath in mm.

Minimum insulation resistance at $20^{o}C$ in MΩ-km.

Outside diameter of cable in mm.

Maximum continuous current rating in open-air in A.

Maximum operating temperature of conductor in ^{o}C.

Weight of cable in kg/km.

Etc.

2b Illustration of the cable

An illustration shall be submitted, showing the conductor, insulation, and sheath.

2c Packing detail

Packing method (shown by drawing(s), describe packing materials, and details of wood treatment, name and composition).

Principal dimensions of reel in cm.

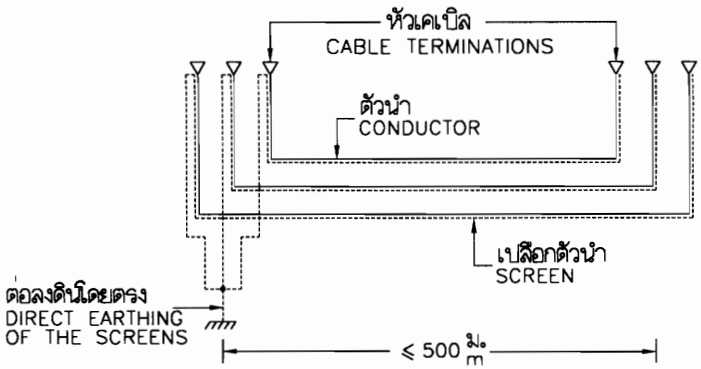
Gross weight of each reel in kg.

Net weight of each reel in kg.

Length of uncut cable per reel in m.

2.6 แบบมาตรฐาน
การติดตั้งระบบ Ground

การประกอบเลขที่ ASSEMBLY NO. 7131



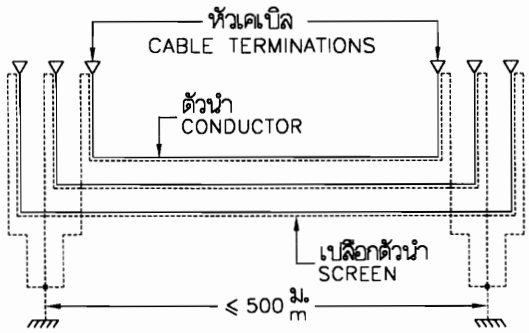
แบบที่ 1 การต่อลงดินข้างเดียว
TYPE 1 SINGLE-POINT BONDING

การต่อลงดินข้างเดียว

หมายถึงการนำเปลือกตัวนำต่อรวมกันลงดินที่ปลายสายเคเบิลด้านใดด้านหนึ่ง ในกรณีนี้จะมีแรงดันเหนี่ยวนำเกิดขึ้นที่เปลือกตัวนำแต่จะไม่มีกระแสไหลที่เปลือกตัวนำ แรงดันเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นจะเป็นสัดส่วนกับความยาวของสายเคเบิลและกระแสใช้งาน ทำให้การต่อลงดินแบบนี้ใช้กับการวางสายเคเบิลระยะสั้นๆ

SINGLE-POINT BONDING OF SCREENS.

MEANS THAT THE SCREENS OF ONE END OF CABLE ARE CONNECTED AND EARTHED AND THE OTHER END ARE ISOLATED FROM GROUND. IN THIS CASE, THERE IS INDUCED VOLTAGE BUT NO CURRENT FLOW IN THE SCREENS. THE INDUCE VOLTAGE IS PROPORTIONAL TO THE CABLE ROUTE AND LOAD CURRENT. THIS BONDING METHOD IS USED FOR SHORT CABLE ROUTE .



แบบที่ 2 การต่อลงดินทั้งสองปลาย
TYPE 2 BOTH-ENDS BONDING

การต่อลงดินทั้งสองปลาย

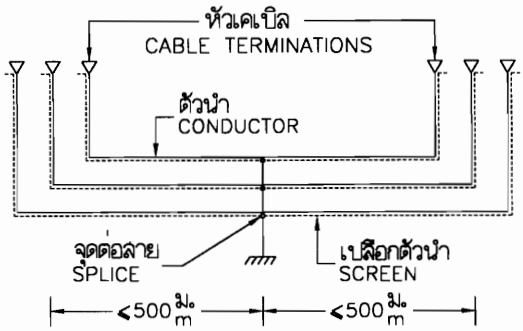
หมายถึงการนำเปลือกตัวนำต่อรวมกันลงดินที่ปลายสายเคเบิลทั้งสองด้านในกรณีนี้จะปรากฏกระแสไหลวนในเปลือกตัวนำเกิดความร้อนสูญเสียขึ้นทำให้สายเคเบิลนำกระแสได้ลดลง

BOTH-ENDS BONDING OF SCREENS.

MEANS THAT THE SCREENS ARE CONNECTED AND EARTHED AT BOTH ENDS OF CABLE ROUTE. IN THIS CASE, CIRCULATING CURRENT WILL FLOW IN SCREENS AND HEAT LOSSES OCCUR IN CABLE, WHICH CAUSE THE CABLE CURRENT CARRYING CAPACITY REDUCE .

กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า ฝ่ายมาตรฐานและความปลอดภัย	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	ใช้แทนแบบ SA1-015/38019 ถูกแทนโดยแบบ .....
ผู้เขียน สมชาย ..... ผู้สำรวจ ..... วิศวกร ..... หัวหน้าแผนก ..... ผู้อำนวยการกอง ..... ผู้อำนวยการฝ่าย	ผู้ว่าการ	เขียนเสร็จวันที่ 30 มี.ค. 2546 แก้แบบวันที่ ..... มิติเป็น ..... มาตราส่วน .....
รองผู้ว่าการวางแผนและพัฒนาระบบไฟฟ้า	การต่อลงดินสำหรับสายเคเบิลใต้ดิน ระบบ 22 kV, 33 kV และ 115 kV GROUNDING OF UNDERGROUND CABLE FOR 22 kV, 33 kV AND 115 kV SYSTEM	แบบเลขที่ SA1-015/46005 แผ่นที่ 1 ของจำนวน 5 แผ่น

การประกอบเลขที่ ASSEMBLY NO. 7131



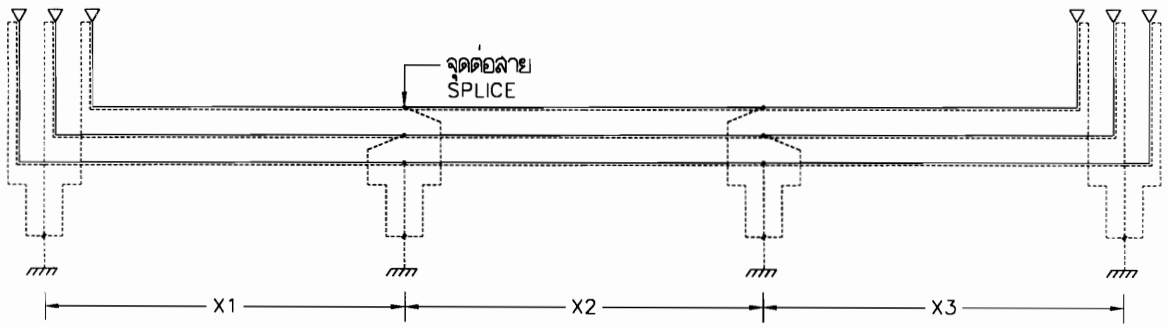
แบบที่ 3 การต่อลงดินแบบกึ่งกลาง
TYPE 3 MIDDLE-POINT BONDING

การต่อลงดินแบบกึ่งกลาง

การต่อลงดินแบบนี้ดัดแปลงมาจากการต่อลงดินข้างเดียว โดยย้ายจุดต่อลงดินไปยังจุดกึ่งกลางของความยาวสายเคเบิล

MIDDLE-POINT BONDING OF SCREENS.

THIS METHOD IS MODIFIED FROM THE SINGLE-POINT BONDING METHOD BY MOVING THE EARTHING POINT TO THE MIDDLE OF CABLE ROUTE .



X1 ~ X2 ~ X3 (≤500 มม. แนะนำ /SUGGESTION)

แบบที่ 4 ต่อลงดินแบบหลายจุด
TYPE 4 MULTI-POINTS BONDING

การต่อลงดินแบบหลายจุด

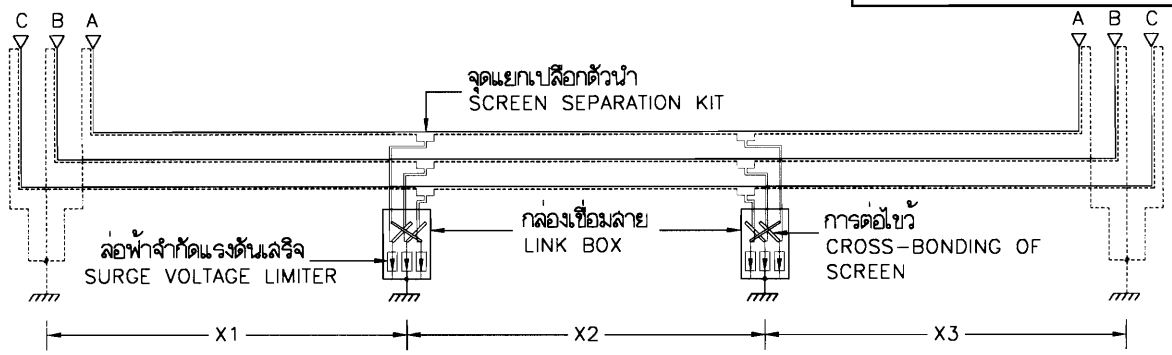
การต่อลงดินแบบนี้ดัดแปลงมาจากการต่อลงดินทั้งสองปลาย โดยจะทำการต่อลงดินที่ปลายสายและทุกจุดที่มีการต่อสาย

MULTI-POINTS BONDING OF SCREENS.

THIS METHOD IS MODIFIED FROM BOTH-ENDS BONDING METHOD BY EARTHING THE SCREENS OF CABLE AT THE BOTH ENDS OF CABLE AND EVERY SPLICING POINT .

กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า ฝ่ายมาตรฐานและความปลอดภัย	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	ใช้แทนแบบ SA1-015/38019 ถูกแทนโดยแบบ .....
ผู้เขียน สมชาย ..... ผู้สำรวจ ..... วิศวกร ..... หัวหน้าแผนก ..... ผู้อำนวยการกอง ..... ผู้อำนวยการฝ่าย	ผู้ว่าการ	เขียนเสร็จวันที่ 30 มิ.ค. 2546 แก้แบบวันที่ ..... มิติเป็น ..... มาตราส่วน .....
รองผู้ว่าการวางแผนและพัฒนาระบบไฟฟ้า	การต่อลงดินสำหรับสายเคเบิลใต้ดิน ระบบ 22 kV, 33 kV และ 115 kV GROUNDING OF UNDERGROUND CABLE FOR 22 kV, 33 kV AND 115 kV SYSTEM	แบบเลขที่ SA1-015/46005 แผ่นที่ 2 ของจำนวน 5 แผ่น

การประกอบเลขที่ ASSEMBLY NO. 7131



X1 ~ X2 ~ X3 ($\leqslant 500$ ม. แนะนำ /SUGGESTION)

แบบที่ 5 ต่อลงดินแบบไขว้
TYPE 5 CROSS – BONDING

การต่อลงดินแบบไขวัสลับ

หมายถึงการนำเปลือกตัวนำของสายเคเบิลต่อไขวัสลับกับเคเบิลที่อยู่ใกล้กัน (เฟส A ต่อกับ เฟส B,เฟส B ต่อกับเฟส C และเฟส C ต่อกับเฟส A) ตามรูปที่แสดงข้างบน ในกรณีนี้จะมีแรงดันเหนี่ยวนำเกิดขึ้นที่เปลือกตัวนำแต่จะไม่มีกระแสไหลที่เปลือกตัวนำ แรงดันเหนี่ยวนำสูงสุดจะปรากฏขึ้นที่กล่องเชื่อมสาย วิธีการต่อลงดินแบบนี้เคเบิลสามารถนำกระแสที่สูงเท่ากับวิธีการต่อลงดินแบบข้างเดียว แต่ระยะทางของเคเบิลยาวกว่า

CROSS-BONDING OF SCREENS.

MEANS THAT THE SCREENS OF THE ADJOINING CABLES ARE CONNECTED (PHASE A CONNECTED WITH PHASE B, PHASE B CONNECTED WITH PHASE C AND PHASE C CONNECTED WITH PHASE A) AS SHOWN IN THE ABOVE FIGURE. IN THIS CASE, THERE IS INDUCED VOLTAGE BUT NO CURRENT FLOW IN THE SCREENS. THE MAXIMUM INDUCED VOLTAGE ARE AT THE LINK BOX. BY THIS METHOD, A CURRENT CARRYING CAPACITY IS AS HIGH AS SINGLE-POINT BONDING METHOD BUT LONGER CABLES .

การประยุกต์ใช้งาน

1. การต่อลงดินข้างเดียว ใช้สำหรับเคเบิลใต้ดินระบบ 115 kV ที่มีระยะทางไม่เกิน 500 ม.
2. การต่อลงดินแบบกึ่งกลาง ใช้สำหรับเคเบิลใต้ดินระบบ 115 kV ที่มีระยะทางมากกว่า 500 ม. แต่ไม่เกิน 1,000 ม.
3. การต่อลงดินแบบไขว้ ใช้สำหรับเคเบิลใต้ดินระบบ 115 kV ที่มีระยะทางมากกว่า 1,000 ม.
4. การต่อลงดินทั้งสองปลาย ใช้สำหรับเคเบิลใต้ดินระบบ 22 & 33 kV ที่มีระยะทางไม่เกิน 500 ม.
5. การต่อลงดินแบบหลายจุด ใช้สำหรับเคเบิลใต้ดินระบบ 22 & 33 kV ที่มีระยะทางมากกว่า 500 ม.

APPLICATIONS

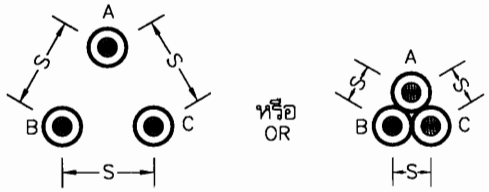
1. SINGLE-POINT BONDING: USED FOR 115 kV SYSTEM, ROUTE IS NOT EXCEED 500 m
2. MIDDLE-POINT BONDING: USED FOR 115 kV SYSTEM, ROUTE IS MORE THAN 500 m BUT NOT EXCEED 1,000 m
3. CROSS-BONDING: USED FOR 115 kV SYSTEM, ROUTE IS MORE THAN 1,000 m
4. BOTH-ENDS BONDING: USED FOR 22 & 33 kV SYSTEM, ROUTE IS NOT EXCEED 500 m
5. MULTI-POINTS BONDING: USED FOR 22 & 33 kV SYSTEM, ROUTE IS MORE THAN 500 m .

กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า ฝ่ายมาตรฐานและความปลอดภัย	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	ใช้แทนแบบ SA1-015/38019 ถูกแทนโดยแบบ .....
ผู้เขียน สมชาย ผู้สำรวจ ..... วิศวกร ..... หัวหน้าแผนก ..... ผู้อำนวยการกอง ..... ผู้อำนวยการฝ่าย	ผู้ว่าการ	เขียนเสร็จวันที่ 30 มี.ค. 2546 แก้แบบวันที่ ..... มิติเป็น ..... มาตราส่วน .....
รองผู้ว่าการวางแผนและพัฒนาระบบไฟฟ้า	การต่อลงดินสำหรับสายเคเบิลใต้ดิน ระบบ 22 kV, 33 kV และ 115 kV GROUNDING OF UNDERGROUND CABLE FOR 22 kV, 33 kV AND 115 kV SYSTEM	แบบเลขที่ SA1-015/46005 แผ่นที่ 3 ของจำนวน 5 แผ่น

การประกอบเลขที่ ASSEMBLY NO. 7131

การคำนวณแรงดันเหนี่ยวนำที่เปลือกตัวนำ
SCREEN (OR SHEATH) INDUCED VOLTAGE

1 กรณีวางสายเป็นรูปสามเหลี่ยม
TREFOIL FORMATION

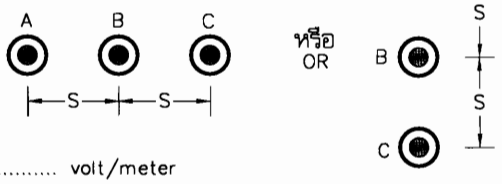


$$E_a = 4\times10^{-7}\pi \times f \times I_b \times \left(-\frac{1}{2}+j\frac{\sqrt{3}}{2}\right) \times \mathrm{Log}_e\left(\frac{2s}{d}\right) \quad \text{..... volt/meter}$$

$$E_b = 4\times10^{-7}\pi \times f \times I_b \times \mathrm{Log}_e\left(\frac{2s}{d}\right) \quad \text{..... volt/meter}$$

$$E_c = 4\times10^{-7}\pi \times f \times I_b \times \left(-\frac{1}{2}-j\frac{\sqrt{3}}{2}\right) \times \mathrm{Log}_e\left(\frac{2s}{d}\right) \quad \text{..... volt/meter}$$

2 กรณีวางสายในแนวเดียวกัน
FLAT FORMATION



$$E_a = 4\times10^{-7}\pi \times f \times I_b \times \left(-\frac{1}{2}\mathrm{Log}_e\frac{s}{d}+j\frac{\sqrt{3}}{2}\mathrm{Log}_e\frac{4s}{d}\right) \quad \text{..... volt/meter}$$

$$E_b = 4\times10^{-7}\pi \times f \times I_b \times \mathrm{Log}_e\left(\frac{2s}{d}\right) \quad \text{..... volt/meter}$$

$$E_c = 4\times10^{-7}\pi \times f \times I_b \times \left(-\frac{1}{2}\mathrm{Log}_e\frac{s}{d}-j\frac{\sqrt{3}}{2}\mathrm{Log}_e\frac{4s}{d}\right) \quad \text{..... volt/meter}$$

ในที่นี้
WHERE

E_a, E_b, E_c = แรงดันเหนี่ยวนำที่เปลือกตัวนำของสายเฟส A, เฟส B และเฟส C ตามลำดับ (โวลต์/เมตร)
SCREEN (OR SHEATH) INDUCED VOLTAGE OF PHASE A, PHASE B AND PHASE C RESPECTIVELY (volt/meter)

f = ความถี่ (เฮิรท์)
FREQUENCY (Hz)

I_b = ค่ากระแสใช้งานของสายเฟส B (แอมแปร์)
LOAD CURRENT OF PHASE B (Ampere)

s = ระยะห่างระหว่างสายไฟฟ้า (ม.)
SPACING OF ADJACENT CABLES (m)

d = เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของเปลือกตัวนำ (ม.)
GEOMETRIC MEAN SCREEN (OR SHEATH) DIAMETER (m)

หมายเหตุ
1. ค่าแรงดันเหนี่ยวนำที่เปลือกตัวนำ ต้องมีค่าไม่เกิน 65 โวลต์
2. ในกรณีไลน์ยาวๆถ้าสายไฟฟ้าไม่ได้จัดเรียงเป็นรูปสามเหลี่ยมให้พิจารณาสลับสายไฟฟ้าด้วยเพื่อแก้ปัญหาอิมพีแดนซ์ของสายไฟฟ้าแต่ละเส้นไม่เท่ากัน ดูรูป 1 ในแผ่นที่ 5

NOTES
1. SCREEN INDUCED VOLTAGE NOT MORE THAN 65 VOLTS .
2. FOR LONG ROUTE CABLE AND THE CABLE ARE NOT IN TREFOIL FORMATION, THE CABLE SHALL BE TRANSPOSED TO MAKE EQUIVALENT IMPEDANCE IN EACH CABLE, SEE FIG 1 ON SHEET NO 5 .

กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า ฝ่ายมาตรฐานและความปลอดภัย	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	ใช้แทนแบบ SA1-015/38019 ถูกแทนโดยแบบ .....
ผู้เขียน สมชาย ..... ผู้สำรวจ ..... วิศวกร ..... หัวหน้าแผนก ..... ผู้อำนวยการกอง ..... ผู้อำนวยการฝ่าย	ผู้ว่าการ	เขียนเสร็จวันที่ 30 มี.ค. 2548 แก้แบบวันที่ ..... มิติเป็น มิลลิเมตร มาตราส่วน .....
รองผู้ว่าการวางแผนและพัฒนาระบบไฟฟ้า	การต่อลงดินสำหรับสายเคเบิลใต้ดิน ระบบ 22 kV, 33 kV และ 115 kV GROUNDING OF UNDERGROUND CABLE FOR 22 kV, 33 kV AND 115 kV SYSTEM	แบบเลขที่ SA1-015/46005 แผ่นที่ 4 ของจำนวน 5 แผ่น

การประกอบเลขที่
ASSEMBLY NO. 7131

รูปที่ 1 การต่อลงดินแบบไขว้รวมกับการสลับสาย
FIG 1 CROSS – BONDING WITH TRANSPOSITION OF CABLE

จุดต่อลงดินแบบตรง = DIRECT EARTHING POINT
จุดต่อลงดินแบบไขว้ = CROSS – BONDING POINT

E1, E2, E3.....
X1, X2, X3, X4.....

กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า
ฝ่ายมาตรฐานและความปลอดภัย

ผู้เขียน สมชาย
ผู้สำรวจ
วิศวกร
หัวหน้าแผนก
ผู้อำนวยการกอง
ผู้อำนวยการฝ่าย

รองผู้ว่าการวางแผนและพัฒนาระบบไฟฟ้า

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

ผู้ว่าการ

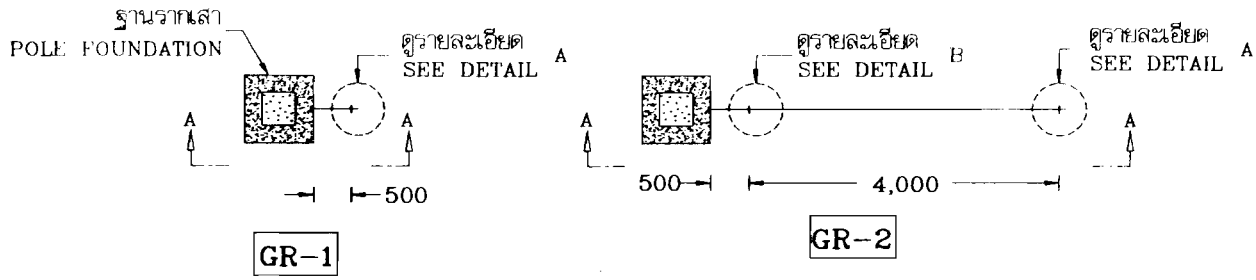
การต่อลงดินสำหรับสายเคเบิลใต้ดิน
ระบบ 22 kV, 33 kV และ 115 kV

GROUNDING OF UNDERGROUND CABLE
FOR 22 kV, 33 kV AND 115 kV SYSTEM

ใช้แทนแบบ SA1-015/38019
ถูกแทนโดยแบบ .....
เขียนเสร็จวันที่ 30 มี.ค. 2546
แก้แบบวันที่ .....
มิติเป็น .....
มาตราส่วน .....

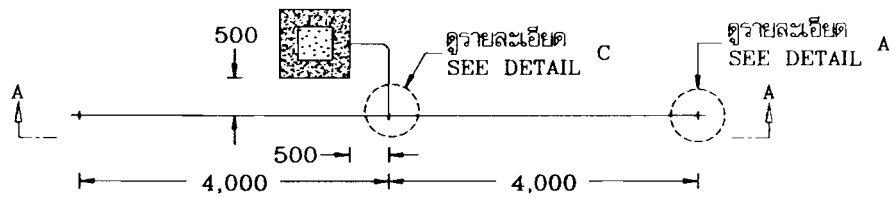
แบบเลขที่ SA1-015/46005
แผ่นที่ 5 ของจำนวน 5 แผ่น

การประกอบเลขที่ ASSEMBLY NO.	9706

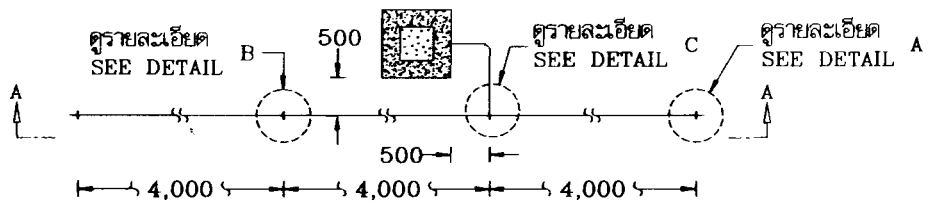


GR-1

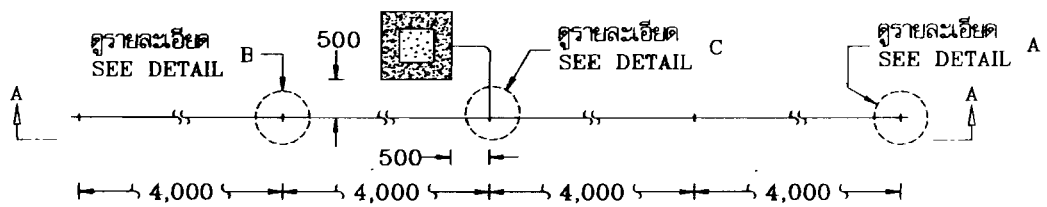
GR-2



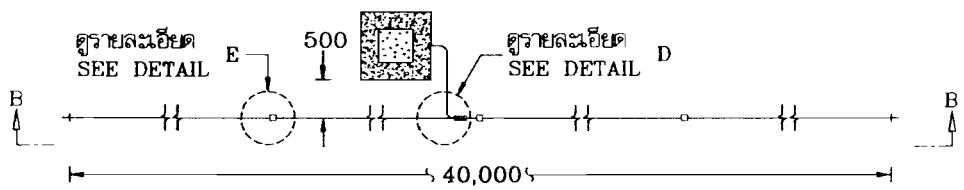
GR-3



GR-4



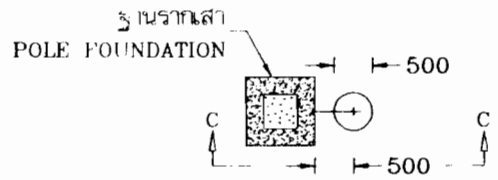
GR-5



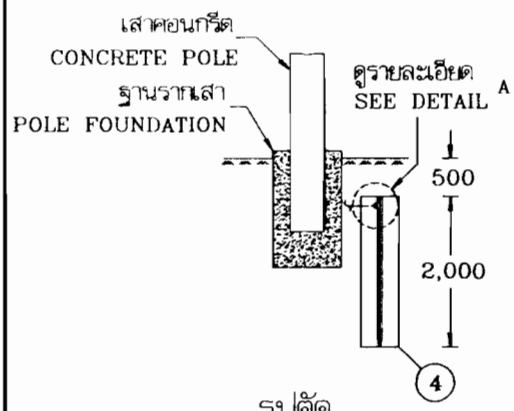
GS

กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า ฝ่ายมาตรฐานและความปลอดภัย	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	ใช้แทนแบบ SA1-015/50003 ถูกแทนโดยแบบ .....
ผู้เขียน ชัยระ จันทร์ ผู้สำรวจ ..... วิศวกร ชัยระ จันทร์ หัวหน้าแผนก ..... ผู้อำนวยการกอง ..... ผู้อำนวยการฝ่าย	ผู้ว่าการ	เขียนเสร็จวันที่ 3 กันยายน 2556 แก้แบบวันที่ ..... มิติเป็น มิลลิเมตร มาตราส่วน 1:100
รองผู้ว่าการวางแผนและพัฒนาระบบไฟฟ้า	การต่อลงดินสำหรับระบบจำหน่าย และระบบสายส่ง GROUNDING SYSTEMS FOR DISTRIBUTION AND TRANSMISSION SYSTEM	แบบเลขที่ SA1-015/56007 แผ่นที่ 1 ของจำนวน 7 แผ่น

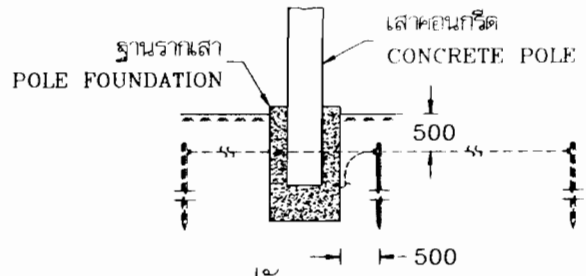
การประกอบเลขที่ ASSEMBLY NO. 9706



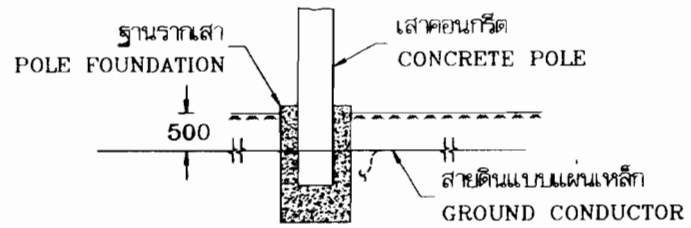
GC



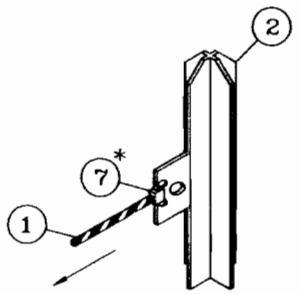
รูปตัดตาม C–C
SECTION



รูปตัดตาม A–A
SECTION

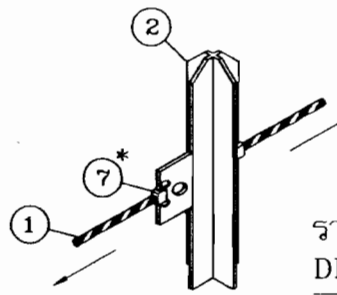


รูปตัดตาม B–B
SECTION



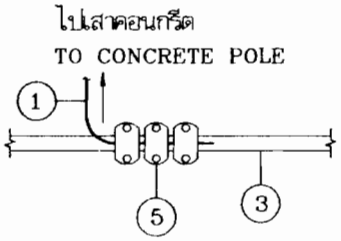
ไปเสาคอนกรีตหรือแท่งกราวด์ร็อด
TO CONCRETE POLE OR GROUND ROD

รายละเอียด A
DETAIL

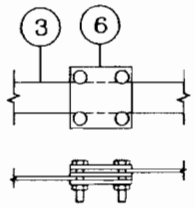


ไปเสาคอนกรีตหรือแท่งกราวด์ร็อด
TO CONCRETE POLE OR GROUND ROD

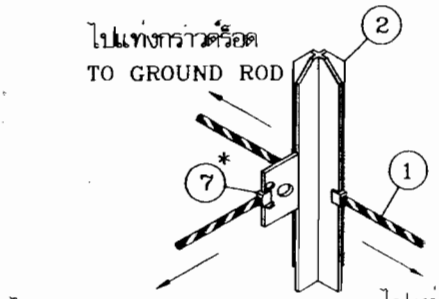
รายละเอียด B
DETAIL



รายละเอียด D
DETAIL



รายละเอียด E
DETAIL



รายละเอียด C
DETAIL

กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า ฝ่ายมาตรฐานและความปลอดภัย	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	ใช้แทนแบบ SA1-015/50003 ถูกแทนโดยแบบ .....
ผู้เขียน วิรัช จักร ผู้สำรวจ ..... วิศวกร วิรัช จักร หัวหน้าแผนก ..... ผู้อำนวยการกอง ..... ผู้อำนวยการฝ่าย	ผู้ว่าการ	เขียนเสร็จวันที่ 3 กย. 2556 แก้แบบวันที่ ..... มิติเป็น มิลลิเมตร มาตราส่วน .....
รองผู้ว่าการวางแผนและพัฒนาระบบไฟฟ้า	การต่อลงดินสำหรับระบบจำหน่าย และระบบสายส่ง GROUNDING SYSTEMS FOR DISTRIBUTION AND TRANSMISSION SYSTEM	แบบเลขที่ SA1 015/56007 แผ่นที่ 2 ของจำนวน 7 แผ่น

การประกอบเลขที่ ASSEMBLY NO. 9706

ตารางเลือกแบบการต่อลงดิน
GROUNDING SELECTION TABLE

แบบการต่อลงดิน TYPE OF GROUNDING	ค่าสัมประสิทธิ์การลดลงของค่าความต้านทานดิน (โอห์ม/โอห์ม-เมตร) COEFFICIENT OF EARTH RESISTANCE REDUCTION (ohm/ohm-m)	ค่าความต้านทานจำเพาะของดิน (โอห์ม-เมตร) SOIL RESISTIVITY (ohm-m)		
		ค่าความต้านทานดินที่ต้องการ TARGET EARTH RESISTANCE 5 โอห์ม ohm	ค่าความต้านทานดินที่ต้องการ TARGET EARTH RESISTANCE 10 โอห์ม ohm	ค่าความต้านทานดินที่ต้องการ TARGET EARTH RESISTANCE 25 โอห์ม ohm
GR-1	0.381	0-17	0-34	0-85
GR-2	0.164	18-39	35-79	86-198
GR-3	0.114	40-57	80-114	199-285
GR-4	0.088	58-74	115-147	286-368
GR-5	0.075	75-86	148-174	369-436
GS	0.050	87-130	175-262	437-655
GC**	0.021	131-309	263-622	656-1,555

บัญชีวัสดุ
BILL OF MATERIAL

ลำดับที่ ITEM	รายละเอียด DESCRIPTION	จำนวน REQ'D GR 1	GR 2	GR 3	GR 4	GR 5	GS	GC	วัสดุเลขที่ MAT. NO.
1	ลวดเหล็กตีเกลียว 50/7 ตร.มม. มอก.404 ความยาวตามต้องการ WIRE, STEEL STRANDED 50/7 mm² TIS 404, LENGTH AS REQ'D	มม. m	มม. m	มม. m	มม. m	มม. m	มม. m	มม. m	1010100004
2	กราวด์ร็อด 60x60x5 มม. ยาว 2,000 มม. GROUND ROD 60x60x5 mm 2,000 mm LONG	1	2	3	4	5	–	1	1010220002
3	สายดินแบบแผ่นเหล็กขนาด 30x3.5x10,000 มม. GROUND CONDUCTOR,FLAT STEEL,30x3.5x10,000 mm	–	–	–	–	–	มม. 40 m	–	1010220010
4	ผงเคมีลดค่าความต้านทานดิน CHEMICALS FOR EARTH RESISTANCE REDUCTION	–	–	–	–	–	–	กก. 140 kg	1010220200
5	คอนเนคเตอร์สำหรับแผ่นเหล็กแบน 30 มม. กับสาย 16-50 ตร.มม. CONNECTOR, FOR FLAT IRON 30 mm TO CONDUCTOR 16-50 mm²	–	–	–	–	–	3	–	1010230102
6	คอนเนคเตอร์สำหรับแผ่นเหล็กแบน 30 มม. กับแผ่นเหล็กแบน 30 มม. CONNECTOR, FOR FLAT IRON 30 mm TO FLAT IRON 30 mm	–	–	–	–	–	3	–	1010230103
7	จุดต่อสายดินกับแผ่นเหล็กแบบเชื่อมด้วยความร้อน EXOTHERMIC WELDING POINT BETWEEN GROUND WIRE AND STEEL PLATE	1	3	5	7	9	–	1	ดูหมายเหตุ 5 SEE NOTE 5

กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า ฝ่ายมาตรฐานและความปลอดภัย	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	ใช้แทนแบบ SA1-015/50003
ผู้เขียน ธรรมจักร	ผู้ว่าการ	ถูกแทนโดยแบบ .....
ผู้สำรวจ		เขียนเสร็จวันที่ 3 กย. 2556
วิศวกร ธรรมจักร		แก้แบบวันที่ .....
หัวหน้าแผนก	การต่อลงดินสำหรับระบบจำหน่าย และระบบสายส่ง	มิติเป็น .....
ผู้อำนวยการกอง		มาตราส่วน .....
ผู้อำนวยการฝ่าย		
รองผู้ว่าการวางแผนและพัฒนาระบบไฟฟ้า	GROUNDING SYSTEMS FOR DISTRIBUTION AND TRANSMISSION SYSTEM	แบบเลขที่ SA1-015/56007 แผ่นที่ 3 ของจำนวน 7 แผ่น

การประกอบเลขที่ ASSEMBLY NO.	9706

หมายเหตุ

1. ค่าความต้านทานดินแต่ละจุดของระบบจำหน่ายแรงต่ำ 400/230 โวลต์ และระบบจำหน่ายแรงสูง 22, 33 เควี ต้องไม่เกิน 5 โอห์ม ซึ่งหากมีการปรับปรุงค่าความต้านทานดินแล้วไม่ได้ค่า 5 โอห์ม ยอมให้แต่ละจุดมีค่าไม่เกิน 25 โอห์ม (ดูตัวอย่างที่ 4 เพิ่มเติม)

2. ค่าความต้านทานดินของระบบสายส่ง 115 เควี มีดังนี้

2.1 ค่าความต้านทานดินแต่ละต้นไม่เกิน 10 โอห์ม

2.2 ค่าความต้านทานดินรวมของทั้งระบบไม่เกิน 2 โอห์ม

3. ในกรณีที่ค่าความต้านทานจำเพาะของดิน มีค่ามากกว่าที่ระบุไว้ในตารางเลือกแบบการต่อลงดินให้พิจารณาออกแบบเป็นกรณีๆไป

4. ในกรณีที่แผ่นเหล็กแบนทับซ้อนกันให้ต่อปลายทั้งสองของเหล็กแบนเข้าด้วยกันโดยใช้คอนเนคเตอร์ ตามวัสดุลำดับที่ 6

5. รายละเอียดอุปกรณ์ที่ใช้ทำจุดต่อสายดินกับแผ่นเหล็กแบนเชื่อมด้วยความร้อนให้เลือกใช้ ผงเชื่อมและแม่พิมพ์สำหรับลวดเหล็กดีเกลียว 50 ตร.มม. กับกราดร้อด 60x60x5 มม. ยาว 2,000 มม. แคล้มป์สำหรับจับแม่พิมพ์ , ปืนจุดผงเชื่อม และอุปกรณ์อื่นที่เหมาะสม

6.* ก่อนเชื่อมให้ขัดเอาสังกะสีบริเวณที่จะเชื่อมออก และเมื่อเชื่อมเสร็จแล้วให้พ่นสเปรย์กันสนิมทับรอยเชื่อมด้วย

7.** แบบการต่อลงดิน GC คำนวณที่ค่าความต้านทานจำเพาะของผงเคมีลดค่าความต้านทานดิน 0.001-0.01 โอห์ม-เมตร

NOTE

1. FOR L.V. DISTRIBUTION SYSTEM (400/230V) AND H.V. DISTRIBUTION SYSTEM (22,33 kV), THE EARTH RESISTANCE SHALL NOT EXCEED 5 OHMS. IF IT CAN NOT BE IMPROVED TO MEET THE SETTING VALUE. THE PERMISSIVE MAXIMUM VALUE IS 25 OHMS (SEE EXAMPLE NO.4).

2. THE EARTH RESISTANCE OF 115kV TRANSMISSION SYSTEM ARE AS FOLLOWS:

2.1 THE EARTH RESISTANCE OF EACH POLE SHALL NOT EXCEED 10 OHMS.

2.2 THE TOTAL EARTH RESISTANCE OF ALL SYSTEM SHALL NOT EXCEED 2 OHMS.

3. IN CASE OF THE SOIL RESISTIVITY AT THE FIELD SITE IS OVER THE VALUE INDICATED IN THE GROUNDING SELECTION TABLE, THE SPECIAL DESIGN IS NEEDED.

4. USE MATERIAL NO.6 FOR CONNECTING THE FLAT STEELS.

5. FOR EXOTHERMIC WELDING POINT, USE THE APPROPRIATE EQUIPMENT (WELDING POWDER, MOLD AND CLAMP, FLINT GUN).

6.* BEFORE WELDING, ZINC COATED SURFACE AT THE WELDING AREA HAS TO BE REMOVED. THE WELDING POINT HAS TO BE ZINC SPRAYED AFTER FINISHING WELDING PROCESS.

7.** GROUNDING TYPE GC IS CALCULATED BASE ON RESISTIVITY OF CHEMICALS FOR EARTH RESISTANCE REDUCTION 0.001-0.01 OHMS-M.

กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า ฝ่ายมาตรฐานและความปลอดภัย	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	ใช้แทนแบบ SA1-015/50003 ถูกแทนโดยแบบ .....
ผู้เขียน ธีรวัฒน์ ..... ผู้สำรวจ ..... วิศวกร ธีรวัฒน์ ..... หัวหน้าแผนก ..... ผู้อำนวยการกอง ..... ผู้อำนวยการฝ่าย	ผู้ว่าการ ..... การต่อลงดินสำหรับระบบจำหน่าย และระบบสายส่ง	เขียนเสร็จวันที่ 3 กย. 2556 แก้แบบวันที่ ..... มีติดไป ..... มาตราส่วน .....
รองผู้ว่าการวางแผนและพัฒนาระบบไฟฟ้า	GROUNDING SYSTEMS FOR LISTRIBUTION AND TRANSMISSION SYSTEM	แบบเลขที่ SA1-015/56007 แผ่นที่ 4 ของจำนวน 7 แผ่น

ตัวอย่างการใช้ตารางเลือกแบบการต่อลงดิน

ตัวอย่างที่ 1

ต้องการหารูปแบบการต่อลงดินของระบบสายส่ง 115 เควี โดยมีค่าความต้านทานดินแต่ละต้นไม่เกิน 10 โอห์ม และมีค่าความต้านทานจำเพาะของดิน 40 โอห์ม-เมตร

วิธีทำ

ดูตารางแบบการต่อลงดินในช่อง 10 โอห์ม ที่มีค่าความต้านทานจำเพาะของดินอยู่ในช่วง 35-79 โอห์ม-เมตร ซึ่งตรงกับแบบการต่อลงดิน GR-2

ดังนั้น

ระบบสายส่ง 115 เควี มีรูปแบบการต่อลงดินเป็น GR-2

ตัวอย่างที่ 2

ต้องการหาค่าความต้านทานจำเพาะของดินโดยมีรูปแบบการต่อลงดินแบบ GS และมีค่าความต้านทานดิน 15 โอห์ม

วิธีทำ

1. ดูตารางแบบการต่อลงดินในช่อง GS ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การลดลงของค่าความต้านทานดินเท่ากับ 0.050 โอห์ม/โอห์ม-เมตร

2. หาความต้านทานจำเพาะของดินได้โดย

$$\text{ค่าความต้านทานจำเพาะของดิน} = \frac{\text{ค่าความต้านทานดิน}}{\text{ค่าสัมประสิทธิ์การลดลงของค่าความต้านทานดิน}}$$

$$= \frac{15}{0.050} = 300 \text{ โอห์ม-เมตร}$$

ดังนั้น

ค่าความต้านทานจำเพาะของดินมีค่าเท่ากับ 300 โอห์ม-เมตร

ตัวอย่างที่ 3

ต้องการหารูปแบบในการปรับปรุงค่าความต้านทานดินของระบบสายส่ง 115 เควี ให้มีค่าความต้านทานดินแต่ละต้นไม่เกิน 10 โอห์ม โดยมีค่าความต้านทานดิน ก่อนการปรับปรุงเป็น 32 โอห์ม และมีรูปแบบการต่อลงดินเป็นแบบ GR-1

วิธีทำ

1. ดูตารางแบบการต่อลงดินในช่อง GR-1 ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การลดลงของค่าความต้านทานดินเท่ากับ 0.381 โอห์ม/โอห์ม-เมตร

EXAMPLES OF GROUNDING SELECTION TABLE APPLICATION

EXAMPLE NO.1

HOW TO SELECT THE TYPE OF 115 kV SYSTEM GROUNDING WHEREAS THE EARTH RESISTANCE OF EACH POLE SHALL NOT EXCEED 10 OHMS AND SOIL RESISTIVITY IS 40 OHMS-M.

SOLUTION

SEE THE GROUNDING SELECTION TABLE FOR 10 OHMS AND THE SOIL RESISTIVITY 35-79 OHMS-M, WHICH ACCORDING TO GR-2 GROUNDING TYPE.

THUS

THE TYPE OF 115 kV SYSTEM GROUNDING IS GR-2.

EXAMPLE NO.2

HOW TO FIND THE SOIL RESISTIVITY VALUE WHEREAS THE TYPE OF GROUNDING IS GS AND EARTH RESISTANCE IS 15 OHMS.

SOLUTION

1. SEE THE GS GROUNDING TYPE IN THE GROUNDING SELECTION TABLE, SO THE COEFFICIENT OF EARTH RESISTANCE REDUCTION IS 0.050 OHMS/OHMS-M.

2. FIND THE SOIL RESISTIVITY:

$$\text{SOIL RESISTIVITY} = \frac{\text{EARTH RESISTANCE}}{\text{COEFFICIENT OF EARTH RESISTANCE REDUCTION}}$$

$$= \frac{15}{0.050} = 300 \text{ OHMS-M}$$

THUS

THE SOIL RESISTIVITY IS 300 OHMS-M.

EXAMPLE NO.3

HOW TO SELECT THE TYPE OF 115 kV SYSTEM GROUNDING IN CASE IMPROVEMENT WHEREAS THE EARTH RESISTANCE OF EACH POLE SHALL NOT EXCEED 10 OHMS FROM 32 OHMS AND THE TYPE OF GROUNDING IS GR-1.

SOLUTION

1. SEE THE GR-1 GROUNDING TYPE IN THE GROUNDING SELECTION TABLE, SO THE COEFFICIENT OF EARTH RESISTANCE REDUCTION IS 0.381 OHMS/OHMS-M.

กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า ฝ่ายมาตรฐานและความปลอดภัย	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	ใช้แทนแบบ SA1-015/50003 ถูกแทนโดยแบบ .....
ผู้เขียน วิรัช วิรัชรัตน์ ผู้สำรวจ ..... วิศวกร วิรัช วิรัชรัตน์ หัวหน้าแผนก ..... ผู้อำนวยการกอง ..... ผู้อำนวยการฝ่าย	ผู้ว่าการ ..... การต่อลงดินสำหรับระบบจำหน่าย และระบบสายส่ง	เขียนเสร็จวันที่ 3 มิถุนายน 2556 แก้แบบวันที่ ..... มิติเป็น ..... มาตราส่วน .....
รองผู้ว่าการวางแผนและพัฒนาระบบไฟฟ้า	GROUNDING SYSTEMS FOR DISTRIBUTION AND TRANSMISSION SYSTEM	แบบเลขที่ SA1-015/56007 แผ่นที่ 5 ของจำนวน 7 แผ่น

ตัวอย่างการใช้ตารางเลือกแบบการต่อลงดิน

2. หาความต้านทานจำเพาะของดินได้โดย

ค่าความต้านทานจำเพาะของดิน = ค่าความต้านทานดินก่อนการปรับปรุง / ค่าสัมประสิทธิ์การลดลงของค่าความต้านทานดิน

= 32 / 0.381 = 83.9 โอห์ม-เมตร

3. ดูตารางแบบการต่อลงดินในช่อง 10 โอห์ม ที่มีค่าความต้านทานจำเพาะของดินครอบคลุม 83.9 โอห์ม-เมตร โดยจากตารางอยู่ในช่วง 80-114 โอห์ม-เมตร ซึ่งตรงกับแบบการต่อลงดิน GR-3

ดังนั้น

ระบบสายส่ง 115 เควี ใช้แบบการต่อลงดิน GR-3 ในการปรับปรุงค่าความต้านทานดิน

ตัวอย่างที่ 4

ต้องการหารูปแบบในการปรับปรุงค่าความต้านทานดินของระบบจำหน่ายแรงสูง 22 เควี ให้มีค่าความต้านทานดินแต่ละจุดไม่เกิน 5 โอห์ม โดยมีค่าความต้านทานดินก่อนการปรับปรุงเป็น 40 โอห์ม และมีรูปแบบการต่อลงดินเป็นแบบ GR-1

วิธีทำ

1. ดูตารางแบบการต่อลงดินในช่อง GR-1 ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การลดลงของค่าความต้านทานดินเท่ากับ 0.381 โอห์ม/โอห์ม-เมตร

2. หาความต้านทานจำเพาะของดินได้โดย

ค่าความต้านทานจำเพาะของดิน = ค่าความต้านทานดินก่อนการปรับปรุง / ค่าสัมประสิทธิ์การลดลงของค่าความต้านทานดิน

= 40 / 0.381 = 104.9 โอห์ม-เมตร

3. ดูตารางแบบการต่อลงดินในช่อง 5 โอห์ม ที่มีค่าความต้านทานจำเพาะของดินครอบคลุม 104.9 โอห์ม-เมตร โดยจากตารางอยู่ในช่วง 87-130 โอห์ม-เมตร ซึ่งตรงกับแบบการต่อลงดิน GS

4. หากดำเนินการปรับปรุงรูปแบบการต่อลงดินเสร็จสิ้นแล้ว ค่าความต้านทานดินยังคงมีค่ามากกว่า 5 โอห์ม อนุโลมยอมให้มีค่าความต้านทานดินไม่เกิน 25 โอห์ม โดยไม่ต้องปรับปรุงค่าความต้านทานดินเพิ่ม

EXAMPLES OF GROUNDING SELECTION TABLE APPLICATION

2. FIND THE SOIL RESISTIVITY:

SOIL RESISTIVITY = EARTH RESISTANCE BEFORE IMPROVEMENT / COEFFICIENT OF EARTH RESISTANCE REDUCTION

= 32 / 0.381 = 83.9 OHMS-M

3. SEE THE GROUNDING SELECTION TABLE FOR 10 OHMS AND THE SOIL RESISTIVITY 80-114 OHMS-M THAT COVER 83.9 OHMS-M, WHICH ACCORDING TO GR-3 GROUNDING TYPE.

THUS

USE GR-3 TYPE FOR THE EARTH RESISTANCE IMPROVEMENT IN 115 kV TRANSMISSION SYSTEM.

EXAMPLE NO.4

HOW TO SELECT THE TYPE OF 22 kV SYSTEM GROUNDING IN CASE IMPROVEMENT WHEREAS THE EARTH RESISTANCE OF EACH POINT SHALL NOT EXCEED 5 OHMS FROM 40 OHMS AND THE TYPE OF GROUNDING IS GR-1.

SOLUTION

1. SEE THE GR-1 GROUNDING TYPE IN THE GROUNDING SELECTION TABLE, SO THE COEFFICIENT OF EARTH RESISTANCE REDUCTION IS 0.381 OHMS/OHMS-M.

2. FIND THE SOIL RESISTIVITY:

SOIL RESISTIVITY = EARTH RESISTANCE BEFORE IMPROVEMENT / COEFFICIENT OF EARTH RESISTANCE REDUCTION

= 40 / 0.381 = 104.9 OHMS-M

3. SEE THE GROUNDING SELECTION TABLE FOR 5 OHMS AND THE SOIL RESISTIVITY 87-130 OHMS-M THAT COVER 104.9 OHMS-M, WHICH ACCORDING TO GS GROUNDING TYPE.

4. WHEN THE GROUNDING IMPROVEMENT PROCESS IS COMPLETED. IF THE EARTH RESISTANCE IS STILL MORE THAN 5 OHMS, BUT NOT MORE THAN 25 OHMS. THE EARTH RESISTANCE IS ALLOWED TO BE ACCEDED. THE ADDITIONAL IMPROVEMENT IS NO NEED.

กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า ฝ่ายมาตรฐานและความปลอดภัย	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	ใช้แทนแบบ SA1-015/50003
ผู้เขียน ธรรมจักร ผู้สำรวจ วิศวกร ธรรมจักร หัวหน้าแผนก ผู้อำนวยการกอง ผู้อำนวยการฝ่าย	ผู้ว่าการ	ถูกแทนโดยแบบ เขียนเสร็จวันที่ 3 กย. 2555 แก้แบบวันที่ มีดีเป็น มาตราส่วน
รองผู้ว่าการวางแผนและพัฒนาระบบไฟฟ้า	การต่อลงดินสำหรับระบบจำหน่าย และระบบสายส่ง GROUNDING SYSTEMS FOR DISTRIBUTION AND TRANSMISSION SYSTEM	แบบเลขที่ SA1-015/56007 แผ่นที่ 6 ของจำนวน 7 แผ่น

ตัวอย่างการใช้ตารางเลือกแบบการต่อลงดิน

ดังนั้น
ระบบจำหน่ายแรงสูง 22 เควี ใช้แบบการต่อลงดิน GS ในการปรับปรุงค่าความต้านทานดิน

ตัวอย่างที่ 5
ต้องการหารูปแบบการต่อลงดินของระบบจำหน่ายแรงสูง 22 เควี ให้มีค่าความต้านทานดินแต่ละจุดไม่เกิน 5 โอห์ม และมีค่าความต้านทานจำเพาะของดิน 320 โอห์ม-เมตร

วิธีทำ
ดูตารางการต่อลงดินที่ในช่อง 5 โอห์ม จะไม่มีค่าความต้านทานจำเพาะของดินที่ครอบคลุม 320 โอห์ม-เมตร ซึ่งในระบบจำหน่ายแรงสูง อนุโลมยอมให้มีค่าความต้านทานดินไม่เกิน 25 โอห์ม ดังนั้นให้เลื่อนไปดูที่ช่องถัดไปคือ 10 โอห์ม โดยจะมีค่าความต้านทานจำเพาะของดินอยู่ในช่วง 263-622 โอห์ม-เมตร ซึ่งตรงกับแบบการต่อลงดิน GC

ดังนั้น
ระบบจำหน่ายแรงสูง 22 เควี มีรูปแบบการต่อลงดินเป็น GC

ตัวอย่างที่ 6
ต้องการหารูปแบบการต่อลงดินของระบบจำหน่ายแรงสูง 22 เควี และระบบสายส่ง 115 เควี โดยมีค่าความต้านทานจำเพาะของดิน 1,700 โอห์ม-เมตร และ 700 โอห์ม-เมตร ตามลำดับ
วิธีทำ
ต้องพิจารณาเลือกแบบการต่อลงดินเป็นกรณีๆไป ตามหมายเหตุข้อ 3.

EXAMPLES OF GROUNDING SELECTION TABLE APPLICATION

THUS
USE GS TYPE FOR THE EARTH RESISTANCE IMPROVEMENT IN 22 kV DISTRIBUTION SYSTEM.

EXAMPLE NO.5
HOW TO SELECT THE TYPE OF 22 kV SYSTEM GROUNDING WHEREAS THE EARTH RESISTANCE OF EACH POINT SHALL NOT EXCEED 5 OHMS AND SOIL RESISTIVITY IS 320 OHMS-M.
SOLUTION
SEE THE GROUNDING SELECTION TABLE FOR 5 OHMS, WHICH NOT COVER THE SOIL RESISTIVITY 320 OHMS-M, BUT THE HIGH VOLTAGE DISTRIBUTION SYSTEM ALLOWS THE EARTH RESISTANCE SHALL NOT EXCEED 25 OHMS, SO MOVE TO THE NEXT TABLE IS 10 OHMS, IN THE RANGE OF 263-622 OHMS-M, WHICH ACCORDING TO GC GROUNDING TYPE.
THUS
THE TYPE OF 22 kV SYSTEM GROUNDING IS GC.

EXAMPLE NO.6
HOW TO SELECT THE TYPE OF GROUNDING OF 22 kV AND 115 kV SYSTEM WHEREAS SOIL RESISTIVITY IS 1,700 AND 700 OHMS-M RESPECTIVELY.
SOLUTION
THE TYPE OF GROUNDING SHALL BE CONSIDERED CASE BY CASE ACCORDING TO NOTE 3.

กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า ฝ่ายมาตรฐานและความปลอดภัย	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	ใช้แทนแบบ SA1-015/50003 ถูกแทนโดยแบบ .....
ผู้เขียน ..... ผู้สำรวจ ..... วิศวกร ..... หัวหน้าแผนก ..... ผู้อำนวยการกอง ..... ผู้อำนวยการฝ่าย	ผู้ว่าการ	เขียนเสร็จวันที่ 3 กย. 2556 แก้แบบวันที่ ..... มิติเป็น ..... มาตราส่วน .....
รองผู้ว่าการวางแผนและพัฒนาระบบไฟฟ้า	การต่อลงดินสำหรับระบบจำหน่าย และระบบสายส่ง GROUNDING SYSTEMS FOR DISTRIBUTION AND TRANSMISSION SYSTEM	แบบเลขที่ SA1-015/56007 แผ่นที่ 7 ของจำนวน 7 แผ่น

2.7 แบบมาตรฐาน ทางด้านไฟฟ้าอื่นๆ

การประกอบเลขที่ ASSEMBLY NO. 5153

การกำหนดเครื่องหมายบนเสาคอนกรีต ในระบบสายส่ง 115 kV

1. รูปแบบการทำเครื่องหมายบนเสาคอนกรีต

รายละเอียด	ลักษณะการทำเครื่องหมายบนเสาคอนกรีต	ตัวอย่างการทำเครื่องหมายบนเสาคอนกรีต
1.เสาต้นทั่วไป	หมายเลขฟีดเดอร์และสฟ.ต้นทาง – หมายเลขฟีดเดอร์และสฟ.ปลายทาง วงจร – โครงสร้าง ฐานราก – รูปแบบกราวด์ กม. / ลำดับ	1ABC–1XYZ SD–TG–3 F5 GR–5 16/18
2. เสาต้นแซม กำหนดเครื่องหมายลบ (–) ต่อท้ายเสาต้นก่อนหน้า โดย N คือ ลำดับเสาที่เพิ่ม	หมายเลขฟีดเดอร์และสฟ.ต้นทาง – หมายเลขฟีดเดอร์และสฟ.ปลายทาง วงจร – โครงสร้าง ฐานราก – รูปแบบกราวด์ กม. / ลำดับ – N	1ABC–1XYZ SD–TG–3 F5 GR–5 16/18–1
3. เสาต้นดัดแปลง เพิ่มเครื่องหมายดอกจัน (*) ด้านบนโครงสร้างเสา	หมายเลขฟีดเดอร์และสฟ.ต้นทาง – หมายเลขฟีดเดอร์และสฟ.ปลายทาง วงจร – โครงสร้าง * ฐานราก – รูปแบบกราวด์ กม. / ลำดับ	1ABC–1XYZ SD–TG–3 * F5 GR–5 16/18
4. เสาต้นรับสองวงจร ทำเครื่องหมายเป็นสองชั้น ดังนี้ – ส่วนบน คือ วงจรด้านถนน – ส่วนล่าง คือ วงจรด้านอาคาร และทำเครื่องหมายตัวอักษรซี (C)	หมายเลขฟีดเดอร์และสฟ.ต้นทาง – หมายเลขฟีดเดอร์และสฟ.ปลายทาง วงจร – โครงสร้าง ฐานราก – รูปแบบกราวด์ กม. / ลำดับ หมายเลขฟีดเดอร์และสฟ.ต้นทาง – หมายเลขฟีดเดอร์และสฟ.ปลายทาง วงจร – โครงสร้าง ฐานราก – รูปแบบกราวด์ กม. / ลำดับ (C)	1ABC–1XYZ DD–TG–1 F5 GR–5 16/18 1DEF–1MNO DD–TG–1 F5 GR–5 10/12 (C)

สำเนา

กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า ฝ่ายวิศวกรรม	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	ใช้แทนแบบ SA1–015/36011 ถูกแทนโดยแบบ .....
ผู้เขียน นายชานนท์ ดิ้วสิงเรศ ผู้สำรวจ ..... วิศวกร ชานนท์ ดิ้วสิงเรศ หัวหน้าแผนก ชานนท์ (แทน) ผู้อำนวยการกอง ..... ผู้อำนวยการฝ่าย	ผู้ว่าการ ..... 30 ต.ค. 256	เขียนเสร็จวันที่ 18 ต.ค. 2561 แก้แบบวันที่ ..... มิติเป็น ..... มาตราส่วน .....
	การทำเครื่องหมายบนเสาคอนกรีต ในระบบสายส่ง 115 kV	
รองผู้ว่าการวิศวกรรม	CONCRETE POLE MARKING IN 115 kV TRANSMISSION SYSTEM	แบบเลขที่ SA1–015/61007 แผ่นที่ 1 ของจำนวน 11 แผ่น

การประกอบเลขที่ ASSEMBLY NO.	5 1 5 3

2. คำนิยาม และ ข้อกำหนด

2.1 สถานีไฟฟ้าต้นทาง (สฟ.ต้นทาง) หมายถึง สถานีไฟฟ้าที่มีสภาพการจ่ายไฟเป็นแหล่งจ่ายหลักของวงจรนั้นๆ

2.2 สถานีไฟฟ้าปลายทาง (สฟ.ปลายทาง) หมายถึง สถานีไฟฟ้าที่รับไฟจากสถานีต้นทาง เพื่อจ่ายไฟให้โหลดปลายทาง

2.3 วงจร คือ วงจรเดี่ยว สายไฟฟ้าเดี่ยว (SS), วงจรเดี่ยวสายไฟฟ้าคู่ (SD), วงจรคู่ สายไฟฟ้าเดี่ยว (DS), วงจรคู่ สายไฟฟ้าคู่ (DD)

2.4 โครงสร้าง เช่น โครงสร้างสำหรับทางตรง (TG), โครงสร้างสำหรับทางโค้ง (SA) และโครงสร้างสำหรับแยกสาย (TL) เป็นต้น

2.5 ฐานราก คือ รูปแบบฐานรากที่ใช้งานตามข้อกำหนดของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

2.6 รูปแบบกราวด์ คือ รูปแบบการต่อลงดินที่ใช้งานตามแบบมาตรฐานการประกอบเลขที่ 9706 และข้อกำหนดของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

2.7 กม. คือ ระยะทาง (กม.) ตามพิกัด จีพีเอส "Global Positioning System (GPS)" จากสถานีไฟฟ้าต้นทาง

2.8 ลำดับ คือ ลำดับที่ของจำนวนเสาที่อยู่ในแต่ละช่วงกิโลเมตร (กม.) นั้นๆ

2.9 C คือ CUSTOMER (การติดตั้งวงจรไฟฟ้าฝั่งอาคาร)

2.10 ให้ทำเครื่องหมายบนเสาคอนกรีตทุกต้นเสา ตามรูปแบบที่ระบุไว้ในข้อที่ 1

3. วิธีการพ่นชื่อสถานีไฟฟ้าต้นทาง และสถานีไฟฟ้าปลายทาง

ให้พ่นหมายเลขฟีดเดอร์หน้าชื่อสถานีไฟฟ้า เช่น ตัวอย่างการพ่นหมายเลขเสา คือ 1ABC – 2XYZ

4. สี

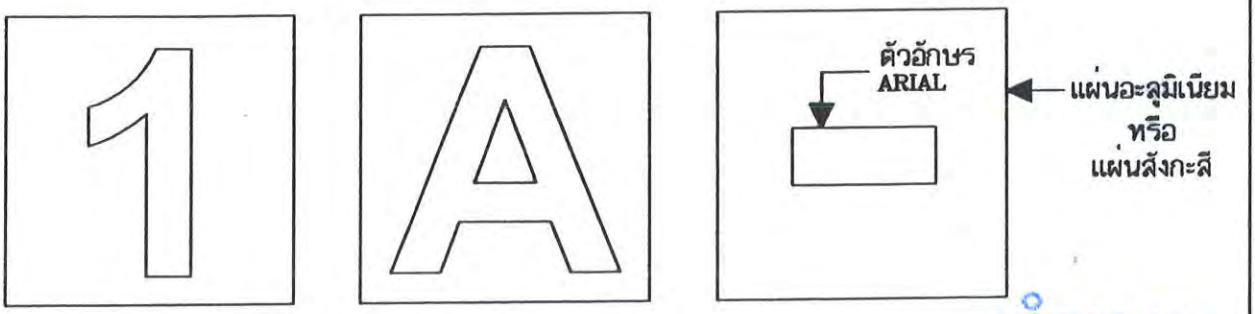
4.1 พื้นหลังให้ทาสีเป็น 2 ชั้น คือ ให้ทาสีรองพื้น และทาสีทับหน้าด้วยสีขาว

4.2 ตัวอักษรและตัวเลขให้พ่นด้วยสีดำ

4.3 สีที่ใช้งานตามข้อ 4.1 และ 4.2 ต้องมีคุณสมบัติกันน้ำได้ คงทนต่อสภาพอากาศ ติดแน่นทนนาน

5. ขนาดตัวเลข และตัวอักษร

ตัวเลข และตัวอักษรใช้เป็นรูปแบบ ARIAL ตัวหนา ขนาดแบบอักษรไม่น้อยกว่า 230 ทำด้วยแผ่นอะลูมิเนียม หรือแผ่นสังกะสี หนา 1 มม. พร้อมเจาะรูตามตัวอย่างต่อไปนี้



สำเนา

กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า ฝ่ายวิศวกรรม	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	ใช้แทนแบบ SA1–015/36011 ถูกแทนโดยแบบ .....
ผู้เขียน นายชานนท์ ติ้วสิงเรศ ผู้สำรวจ ..... วิศวกร ชานนท์ จิ้วสิงเรศ หัวหน้าแผนก ชานนท์ (แทน) ผู้อำนวยการกอง ..... ผู้อำนวยการฝ่าย	ผู้ว่าการ ..... แทน ..... 30 ต.ค. 2561 การทำเครื่องหมายบนเสาคอนกรีต ในระบบสายส่ง 115 kV	เขียนเสร็จวันที่ 18 ต.ค. 2561 แก้แบบวันที่ ..... มิติเป็น ..... มาตราส่วน .....
รองผู้ว่าการวิศวกรรม	CONCRETE POLE MARKING IN 115 kV TRANSMISSION SYSTEM	แบบเลขที่ SA1–015/61007 แผ่นที่ 2 ของจำนวน 11 แผ่น

การประกอบเลขที่ ASSEMBLY NO.	5 1 5 3

6. ตำแหน่งการทำเครื่องหมายบนเสาคอนกรีต

6.1 ตำแหน่งของการทำเครื่องหมายบนเสาคอนกรีต ให้ทำบนหน้าเสาด้านถนน สูงจากระดับพื้นดินประมาณ 2.5–3.5 ม. และให้อยู่ในระดับเดียวกันทุกเสา

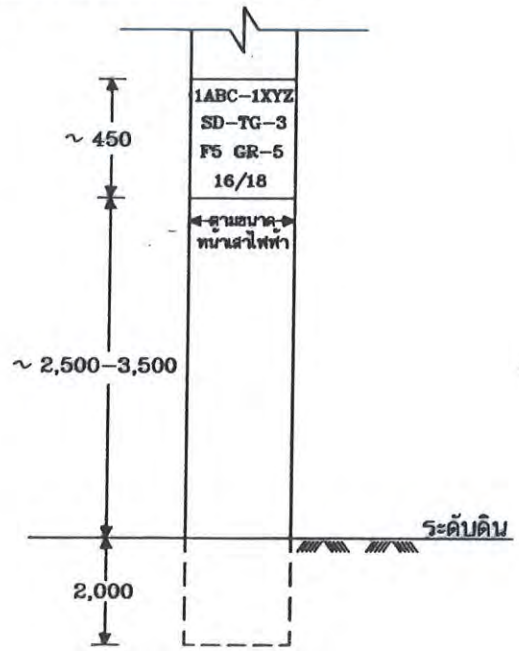
6.2 สำหรับเสาไฟฟ้าริมถนนในที่ลุ่มต่ำ ให้ทำเครื่องหมายเหนือแนวระดับของสายตา (เมื่อยืนบนถนน) ขึ้นไปประมาณ 1 ม.

6.3 สำหรับเสาไฟฟ้าริมถนนที่อยู่บนเนิน ให้ทำเครื่องหมายสูงพ้นระดับของวัชพืช ตามความเหมาะสม

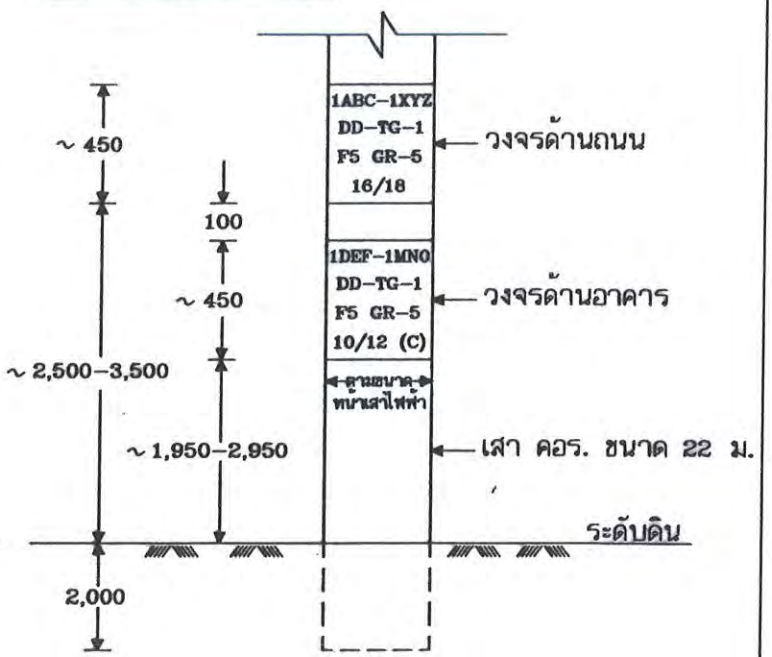
6.4 ค่าระยะต่างๆ ตามข้อ 6.1–6.3 เป็นเพียงค่าระยะแนะนำเท่านั้น สามารถเปลี่ยนแปลงค่าระยะตามความเหมาะสมสภาพหน้างาน

รูปแสดงตำแหน่ง และการทำเครื่องหมายบนเสาคอนกรีต

กรณีวงจรเดี่ยว (SS , SD)



กรณีวงจรคู่ (DS , DD)



* ทั้งนี้ความกว้างของข้อความ จะต้องมีความพอดีตามขนาดหน้าเสาไฟฟ้า และระยะห่างระหว่างบรรทัด ให้พิจารณาตามความเหมาะสม แต่มีความสูงรวมต้องไม่เกิน 450 มม.

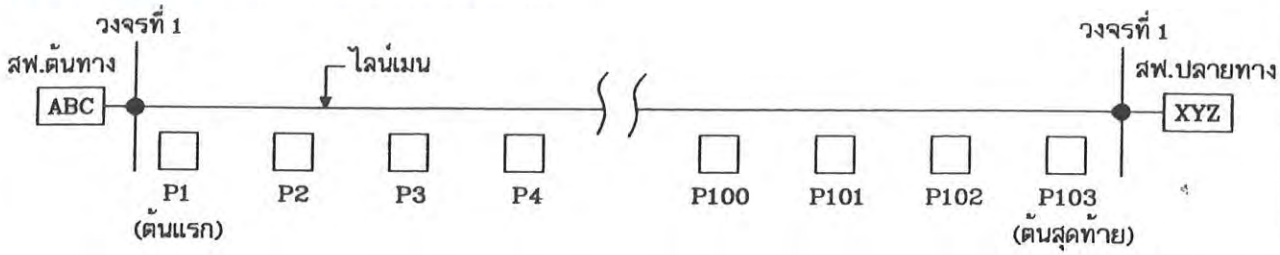
สำเนา

กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า ฝ่ายวิศวกรรม	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	ใช้แทนแบบ SA1–015/36011
ผู้เขียน นายชานนท์ ดิ้วดิษเรศ ผู้สำรวจ ..... วิศวกร ชานนท์ ดิ้วดิษเรศ หัวหน้าแผนก ชานนท์ (แทน) ผู้อำนวยการกอง ..... ผู้อำนวยการฝ่าย	ผู้ว่าการ ..... 30 ต.ค. 2561	ถูกแทนโดยแบบ ..... เขียนเสร็จวันที่ 18 ต.ค. 2561 แก้แบบวันที่ ..... มิติเป็น ..... มาตราส่วน .....
	การทำเครื่องหมายบนเสาคอนกรีต ในระบบสายส่ง 115 kV	
รองผู้ว่าการวิศวกรรม	CONCRETE POLE MARKING IN 115 kV TRANSMISSION SYSTEM	แบบเลขที่ SA1–015/61007 แผ่นที่ 3 ของจำนวน 11 แผ่น

การประกอบเลขที่ ASSEMBLY NO.	5 1 5 3

ตัวอย่างการทำเครื่องหมายบนเสาคอนกรีต

กรณีที่ 1 สถานีไฟฟ้าต้นทาง ถึง สถานีไฟฟ้าปลายทาง



ตัวอย่างการทำเครื่องหมายบนเสา คอร.		
เสาต้นที่	การทำเครื่องหมาย	คำอธิบายไลน์เมน (สถานีไฟฟ้า ABC – สถานีไฟฟ้า XYZ)
P1 (ต้นแรก)	1ABC–1XYZ	วงจรที่ 1 ของสถานี ABC จ่ายไฟไปวงจรที่ 1 ของสถานี XYZ
	SD–LA–2	วงจรเดี่ยว สายไฟฟ้าคู่ โครงสร้างสำหรับทางโค้ง 90°
	F2 GR–5	ฐานรากแบบ F2 การต่อลงดินรูปแบบ GR–5
	0/1	กิโลเมตรที่ 0 จากสถานี ABC เสาไฟฟ้าต้นลำดับที่ 1
P2	1ABC–1XYZ	วงจรที่ 1 ของสถานี ABC จ่ายไฟไปวงจรที่ 1 ของสถานี XYZ
	SD–TG–4	วงจรเดี่ยว สายไฟฟ้าคู่ โครงสร้างทางตรงก่อนเข้าปลายสาย
	F5 GR–5	ฐานรากแบบ F5 การต่อลงดินรูปแบบ GR–5
	0/2	กิโลเมตรที่ 0 จากสถานี ABC เสาไฟฟ้าต้นลำดับที่ 2
P102	1ABC–1XYZ	วงจรที่ 1 ของสถานี ABC จ่ายไฟไปวงจรที่ 1 ของสถานี XYZ
	SD–TG–4	วงจรเดี่ยว สายไฟฟ้าคู่ โครงสร้างทางตรงก่อนเข้าปลายสาย
	F5 GR–3	ฐานรากแบบ F5 การต่อลงดินรูปแบบ GR–3
	50/8	กิโลเมตรที่ 50 จากสถานี ABC เสาไฟฟ้าต้นลำดับที่ 8
P103 (ต้นสุดท้าย)	1ABC–1XYZ	วงจรที่ 1 ของสถานี ABC จ่ายไฟไปวงจรที่ 1 ของสถานี XYZ
	SD–LA–2	วงจรเดี่ยว สายไฟฟ้าคู่ โครงสร้างสำหรับทางโค้ง 90°
	F2 GR–4	ฐานรากแบบ F2 การต่อลงดินรูปแบบ GR–4
	50/9	กิโลเมตรที่ 50 จากสถานี ABC เสาไฟฟ้าต้นลำดับที่ 9

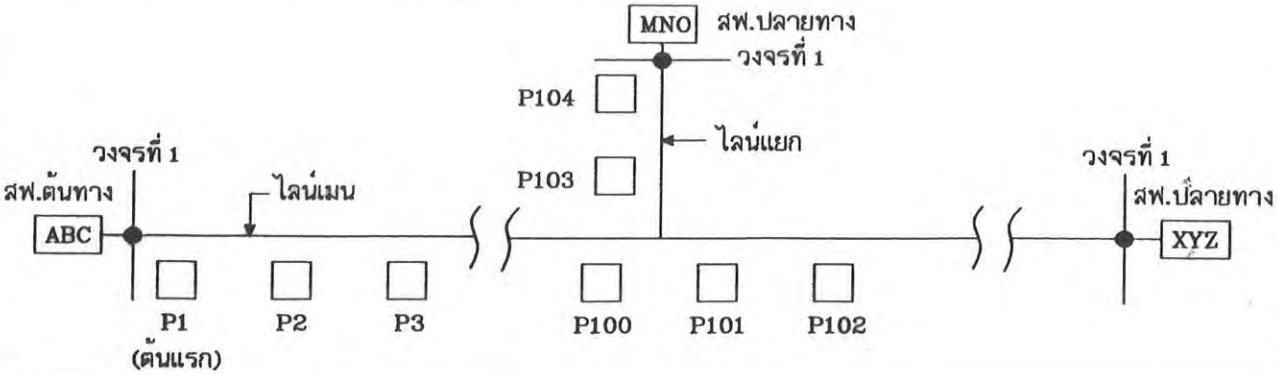
สำเนา

กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า ฝ่ายวิศวกรรม	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	ใช้แทนแบบ SA1–015/36011
ผู้เขียน นายสานนท์ ติ้วสิงเรศ ผู้สำรวจ ..... วิศวกร สานนท์ ติ้วสิงเรศ หัวหน้าแผนก สานนท์ (แทน) ผู้อำนวยการกอง ..... ผู้อำนวยการฝ่าย	ผู้ว่าการ ..... 30 ต.ค. 2561 การทำเครื่องหมายบนเสาคอนกรีต ในระบบสายส่ง 115 kV	ถูกแทนโดยแบบ ..... เขียนเสร็จวันที่ 18 ต.ค. 2561 แก้แบบวันที่ ..... มิติเป็น ..... มาตราส่วน .....
รองผู้ว่าการวิศวกรรม	CONCRETE POLE MARKING IN 115 kV TRANSMISSION SYSTEM	แบบเลขที่ SA1–015/61007 แผ่นที่ 4 ของจำนวน 11 แผ่น

การประกอบเลขที่ ASSEMBLY NO.	5 1 5 3

ตัวอย่างการทำเครื่องหมายบนเสาคอนกรีต

กรณีที่ 2 สถานีไฟฟ้าต้นทาง ถึง สถานีไฟฟ้าปลายทาง แบบมีไลน์แยก



ตัวอย่างการทำเครื่องหมายบนเสา คอร.		
เสาต้นที่	การทำเครื่องหมาย	คำอธิบายไลน์เมน (สถานีไฟฟ้า ABC – สถานีไฟฟ้า XYZ)
P100	1ABC–1XYZ SD–TL–2 F2 GR–3 50/3	วงจรที่ 1 ของสถานี ABC จ่ายไฟไปวงจรที่ 1 ของสถานี XYZ วงจรเดี่ยว สายไฟฟ้าคู่ โครงสร้างเสาคู่สำหรับแยกสาย ฐานรากแบบ F2 การต่อลงดินรูปแบบ GR–3 กิโลเมตรที่ 50 จากสถานี ABC เสาไฟฟ้าต้นลำดับที่ 3
P101	1ABC–1XYZ SD–TG–4 F5 GR–3 50/4	วงจรที่ 1 ของสถานี ABC จ่ายไฟไปวงจรที่ 1 ของสถานี XYZ วงจรเดี่ยว สายไฟฟ้าคู่ โครงสร้างทางตรงก่อนเข้าปลายสาย ฐานรากแบบ F5 การต่อลงดินรูปแบบ GR–3 กิโลเมตรที่ 50 จากสถานี ABC เสาไฟฟ้าต้นลำดับที่ 4
เสาต้นที่	การทำเครื่องหมาย	คำอธิบายไลน์แยก (สถานีไฟฟ้า ABC – สถานีไฟฟ้า MNO)
P103	1ABC–1MNO SD–TG–4 F5 GR–5 50/4	วงจรที่ 1 ของสถานี ABC จ่ายไฟไปวงจรที่ 1 ของสถานี MNO วงจรเดี่ยว สายไฟฟ้าคู่ โครงสร้างทางตรงก่อนเข้าปลายสาย ฐานรากแบบ F5 การต่อลงดินรูปแบบ GR–5 กิโลเมตรที่ 50 จากสถานี ABC เสาไฟฟ้าต้นลำดับที่ 4
P104	1ABC–1MNO SD–TG–3 F5 GR–5 50/5	วงจรที่ 1 ของสถานี ABC จ่ายไฟไปวงจรที่ 1 ของสถานี MNO วงจรเดี่ยว สายไฟฟ้าคู่ โครงสร้างสำหรับทางตรง ฐานรากแบบ F5 การต่อลงดินรูปแบบ GR–5 กิโลเมตรที่ 50 จากสถานี ABC เสาไฟฟ้าต้นลำดับที่ 5

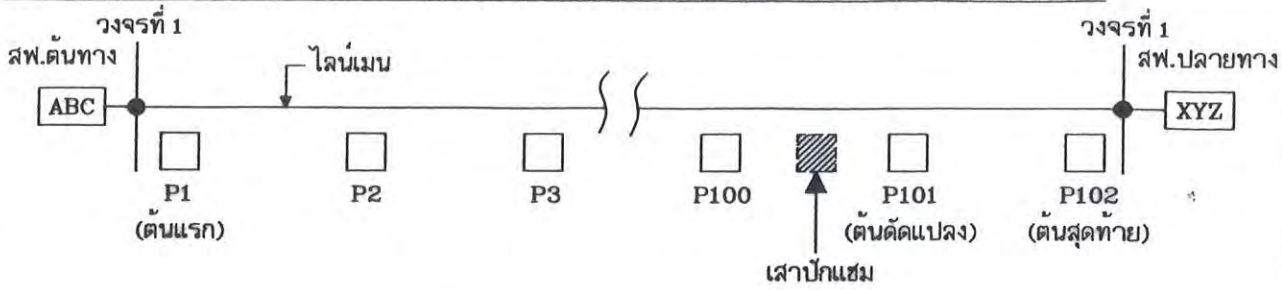
สำเนา

กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า ฝ่ายวิศวกรรม	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	ใช้แทนแบบ SA1–015/36011
ผู้เขียน นายชานนท์ ติ้วสิงเรศ ผู้สำรวจ ..... วิศวกร ชานนท์ ติ้วสิงเรศ หัวหน้าแผนก ชานนท์ (แทน) ผู้อำนวยการกอง ..... ผู้อำนวยการฝ่าย	ผู้ว่าการ ..... 30 ต.ค. 2561 การทำเครื่องหมายบนเสาคอนกรีต ในระบบสายส่ง 115 kV	ถูกแทนโดยแบบ ..... เขียนเสร็จวันที่ 18 ต.ค. 2561 แก้แบบวันที่ ..... มิติเป็น ..... มาตราส่วน .....
รองผู้ว่าการวิศวกรรม	CONCRETE POLE MARKING IN 115 kV TRANSMISSION SYSTEM	แบบเลขที่ SA1–015/61007 แผ่นที่ 5 ของจำนวน 11 แผ่น

การประกอบเลขที่ ASSEMBLY NO.	5 1 5 3

ตัวอย่างการทำเครื่องหมายบนเสาคอนกรีต

กรณีที่ 3 สถานีไฟฟ้าต้นทาง ถึง สถานีไฟฟ้าปลายทาง แบบมีการปักเสาเพิ่ม และมีโครงสร้างดัดแปลงในไลน์



ตัวอย่างการทำเครื่องหมายบนเสา คอร.		
เสาต้นที่	การทำเครื่องหมาย	คำอธิบายไลน์เมน (สถานีไฟฟ้า ABC – สถานีไฟฟ้า XYZ)
P100	1ABC–1XYZ	วงจรที่ 1 ของสถานี ABC จ่ายไฟไปวงจรที่ 1 ของสถานี XYZ
	SD–TG–3	วงจรเดี่ยว สายไฟฟ้าคู่ โครงสร้างสำหรับทางตรง
	F5 GR–3	ฐานรากแบบ F5 การต่อลงดินรูปแบบ GR–3
	50/3	กิโลเมตรที่ 50 จากสถานี ABC เสาไฟฟ้าต้นลำดับที่ 3
เสาปักแซม (ต่อท้ายต้น P100)	1ABC–1XYZ	วงจรที่ 1 ของสถานี ABC จ่ายไฟไปวงจรที่ 1 ของสถานี XYZ
	SD–TG–4	วงจรเดี่ยว สายไฟฟ้าคู่ โครงสร้างทางตรงก่อนเข้าปลายสาย
	F5 GR–3	ฐานรากแบบ F5 การต่อลงดินรูปแบบ GR–3
	50/3–1	กิโลเมตรที่ 50 จากสถานี ABC เสาไฟฟ้าต้นลำดับที่ 3–1
P101 (ต้นดัดแปลง)	1ABC–1XYZ	วงจรที่ 1 ของสถานี ABC จ่ายไฟไปวงจรที่ 1 ของสถานี XYZ
	SD–DD–3*	วงจรเดี่ยว สายไฟฟ้าคู่ โครงสร้างเข้าปลายสายสองข้างดัดแปลง
	F5 GR–3	ฐานรากแบบ F5 การต่อลงดินรูปแบบ GR–3
	50/4	กิโลเมตรที่ 50 จากสถานี ABC เสาไฟฟ้าต้นลำดับที่ 4
P102 (ต้นสุดท้าย)	1ABC–1XYZ	วงจรที่ 1 ของสถานี ABC จ่ายไฟไปวงจรที่ 1 ของสถานี XYZ
	SD–LA–2	วงจรเดี่ยว สายไฟฟ้าคู่ โครงสร้างสำหรับทางโค้ง 90°
	F2 GR–4	ฐานรากแบบ F2 การต่อลงดินรูปแบบ GR–4
	50/5	กิโลเมตรที่ 50 จากสถานี ABC เสาไฟฟ้าต้นลำดับที่ 5

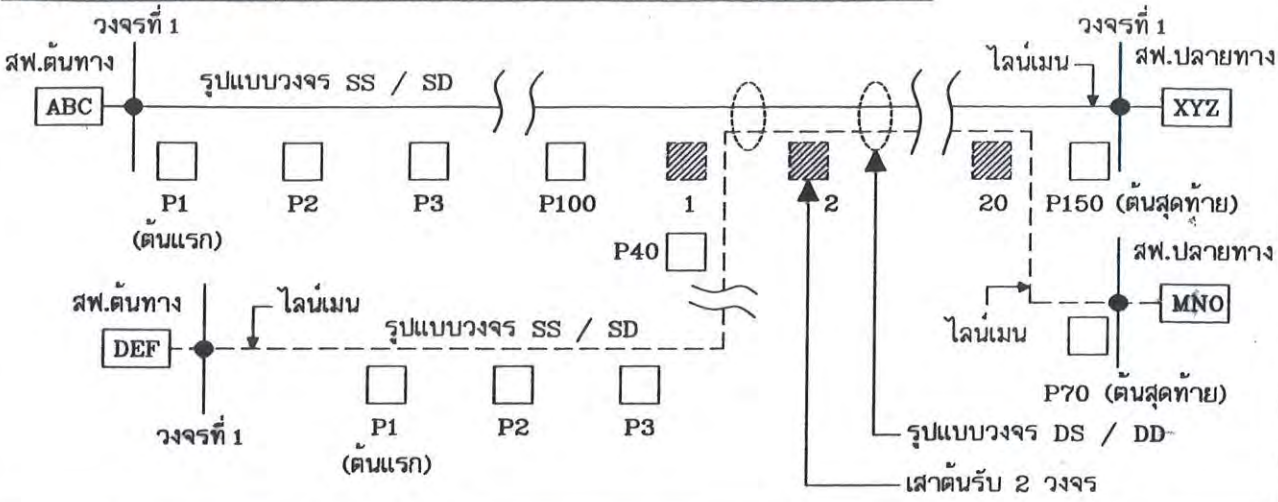
สำเนา

กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า ฝ่ายวิศวกรรม	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	ใช้แทนแบบ SA1–015/36011
ผู้เขียน นายชานนท์ ตั้งสิขเรศ	ผู้ว่าการ ..... 30 ต.ค. 2561	ถูกแทนโดยแบบ .....
ผู้สำรวจ		เขียนเสร็จวันที่ 18 ต.ค. 2561
วิศวกร นายชานนท์ ตั้งสิขเรศ	การทำเครื่องหมายบนเสาคอนกรีต ในระบบสายส่ง 115 kV	แก้แบบวันที่ .....
หัวหน้าแผนก นายชานนท์ (แทน)		มิติเป็น .....
ผู้อำนวยการกอง		มาตราส่วน .....
ผู้อำนวยการฝ่าย		
รองผู้ว่าการวิศวกรรม	CONCRETE POLE MARKING IN 115 kV TRANSMISSION SYSTEM	แบบเลขที่ SA1–015/61007
		แผ่นที่ 6 ของจำนวน 11 แผ่น

การประกอบเลขที่ ASSEMBLY NO. 5 1 5 3

ตัวอย่างการทำเครื่องหมายบนเสาคอนกรีต

กรณีที่ 4 สถานีไฟฟ้าต้นทาง ถึง สถานีไฟฟ้าปลายทาง แบบสองวงจร แต่ละสถานีไฟฟ้า



ตัวอย่างการทำเครื่องหมายบนเสา คอร.		
เสาต้นที่	การทำเครื่องหมาย	คำอธิบายไลน์เมน (สถานีไฟฟ้า ABC – สถานีไฟฟ้า XYZ) และ คำอธิบายไลน์เมน (สถานีไฟฟ้า DEF – สถานีไฟฟ้า MNO)
P100	1ABC–1XYZ	วงจรที่ 1 ของสถานี ABC จ่ายไฟไปวงจรที่ 1 ของสถานี XYZ
	SD–TG–4	วงจรเดี่ยว สายไฟฟ้าคู่ โครงสร้างทางตรงก่อนเข้าปลายสาย
	F5 GR–3	ฐานรากแบบ F5 การต่อลงดินรูปแบบ GR–3
	50/3	กิโลเมตรที่ 50 จากสถานี ABC เสาไฟฟ้าต้นลำดับที่ 3
P40	1DEF–1MNO	วงจรที่ 1 ของสถานี DEF จ่ายไฟไปวงจรที่ 1 ของสถานี MNO
	SD–TG–4	วงจรเดี่ยว สายไฟฟ้าคู่ โครงสร้างทางตรงก่อนเข้าปลายสาย
	F5 GR–5	ฐานรากแบบ F5 การต่อลงดินรูปแบบ GR–5
	30/5	กิโลเมตรที่ 30 จากสถานี DEF เสาไฟฟ้าต้นลำดับที่ 5
1 (ต้นดัดแปลง)	1DEF–1MNO	วงจรที่ 1 ของสถานี ABC จ่ายไฟไปวงจรที่ 1 ของสถานี XYZ
	DD–TG–1*	วงจรคู่ สายไฟฟ้าคู่ โครงสร้างทางตรงดัดแปลง
	F5 GR–5	ฐานรากแบบ F5 การต่อลงดินรูปแบบ GR–5
	50/4	กิโลเมตรที่ 50 จากสถานี ABC เสาไฟฟ้าต้นลำดับที่ 4 (วงจรด้านถนน)
	1DEF–1MNO	วงจรที่ 1 ของสถานี DEF จ่ายไฟไปวงจรที่ 1 ของสถานี MNO
	DD–TG–1*	วงจรคู่ สายไฟฟ้าคู่ โครงสร้างทางตรงดัดแปลง
	F5 GR–5	ฐานรากแบบ F5 การต่อลงดินรูปแบบ GR–5
	30/6 (C)	กิโลเมตรที่ 30 จากสถานี DEF เสาไฟฟ้าต้นลำดับที่ 6 (วงจรด้านอาคาร)

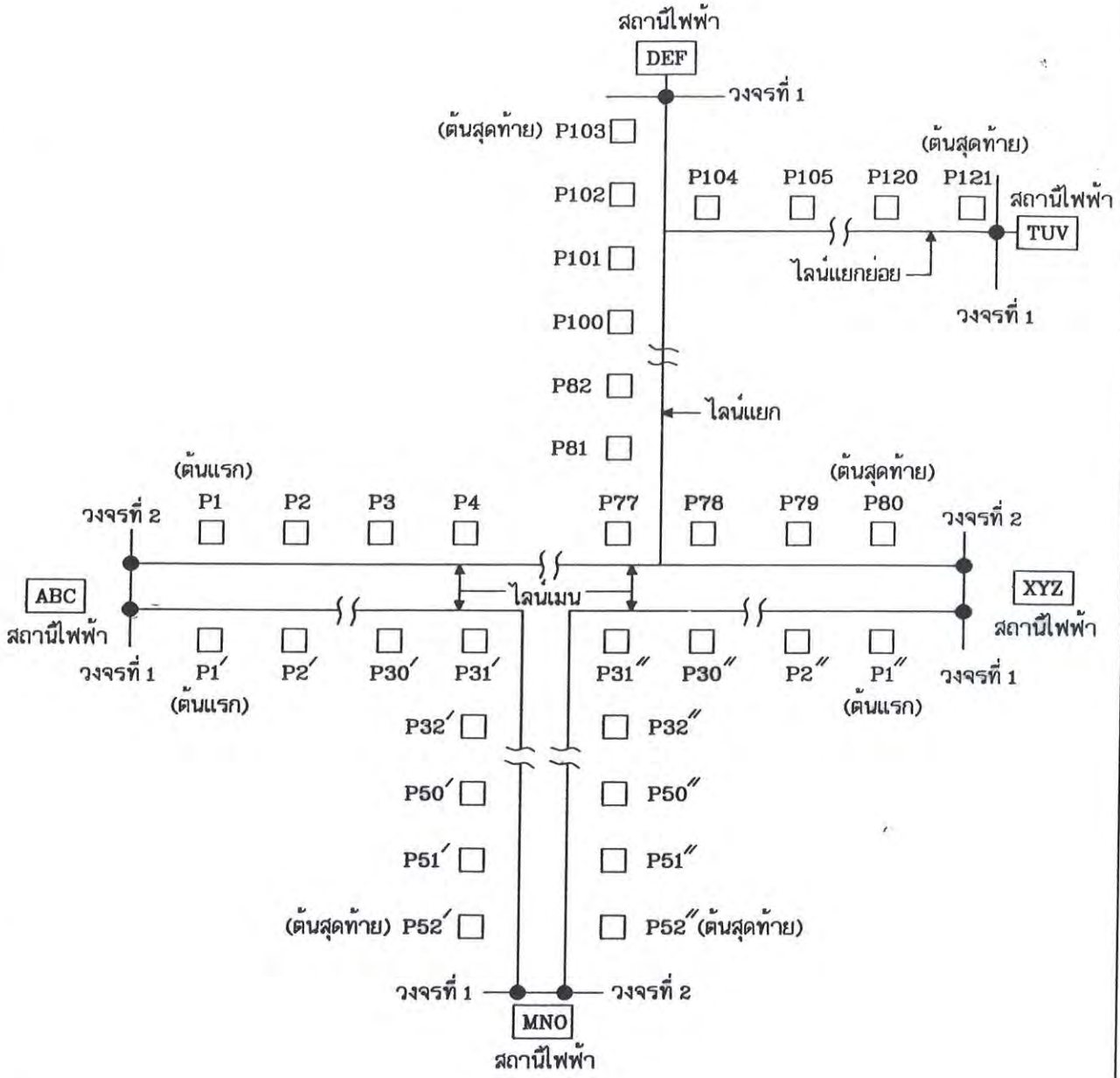
สำเนา

กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า ฝ่ายวิศวกรรม	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	ใช้แทนแบบ SA1–015/36011
ผู้เขียน นายชานนท์ ดิ้วสิงเรศ ผู้สำรวจ ..... วิศวกร ชานนท์ ดิ้วสิงเรศ หัวหน้าแผนก ชานนท์ (แทน) ผู้อำนวยการกอง ..... ผู้อำนวยการฝ่าย	ผู้ว่าการ ..... 30 ต.ค. 2561 แทน ..... การทำเครื่องหมายบนเสาคอนกรีต ในระบบสายส่ง 115 kV	ถูกแทนโดยแบบ ..... เขียนเสร็จวันที่ 18 ต.ค. 2561 แก้แบบวันที่ ..... มิติเป็น ..... มาตราส่วน .....
รองผู้ว่าการวิศวกรรม	CONCRETE POLE MARKING IN 115 kV TRANSMISSION SYSTEM	แบบเลขที่ SA1–015/61007 แผ่นที่ 7 ของจำนวน 11 แผ่น

การประกอบเลขที่ ASSEMBLY NO. 5153

ตัวอย่างการทำเครื่องหมายบนเสาคอนกรีต

กรณีที่ 5 สถานีไฟฟ้า ถึง สถานีไฟฟ้า แบบวงรอบปิด มีไลน์แยก และไลน์แยกย่อย



สำเนา

กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า ฝ่ายวิศวกรรม	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	ใช้แทนแบบ SA1-015/36011
ผู้เขียน นายชานนท์ ติ้วลิขเรศ	ผู้ว่าการ ..... 30 ต.ค. 2561 (แทน)	ถูกแทนโดยแบบ .....
ผู้สำรวจ		เขียนเสร็จวันที่ 18 ต.ค. 2561
วิศวกร ชานนท์ ติ้วลิขเรศ	การทำเครื่องหมายบนเสาคอนกรีต ในระบบสายส่ง 115 kV	แก้แบบวันที่ .....
หัวหน้าแผนก ชานนท์ (แทน)		มิติเป็น .....
ผู้อำนวยการกอง		มาตราส่วน .....
ผู้อำนวยการฝ่าย		
รองผู้ว่าการวิศวกรรม	CONCRETE POLE MARKING IN 115 kV TRANSMISSION SYSTEM	แบบเลขที่ SA1-015/61007
		แผ่นที่ 8 ของจำนวน 11 แผ่น

การประกอบเลขที่ ASSEMBLY NO. 5153

ตัวอย่างการทำเครื่องหมายบนเสาคอนกรีต

กรณีที่ 5 สถานีไฟฟ้า ถึง สถานีไฟฟ้า แบบลูปไลน์ มีไลน์แยก และไลน์แยกย่อย (ต่อ)

ตัวอย่างการทำเครื่องหมายบนเสา คอร.

เสาต้นที่	การทำเครื่องหมาย	คำอธิบายไลน์เมน (สถานีไฟฟ้า ABC – สถานีไฟฟ้า MNO)
P1′ (ต้นแรก)	1ABC–1MNO	วงจรที่ 1 ของสถานี ABC จ่ายไฟไปวงจรที่ 1 ของสถานี MNO
	SD–LA–2	วงจรเดี่ยว สายไฟฟ้าคู่ โครงสร้างสำหรับทางโค้ง 90°
	F2 GR–3	ฐานรากแบบ F2 การต่อลงดินรูปแบบ GR–3
	0/1	กิโลเมตรที่ 0 จากสถานี ABC เสาไฟฟ้าต้นลำดับที่ 1
P31′	1ABC–1MNO	วงจรที่ 1 ของสถานี ABC จ่ายไฟไปวงจรที่ 1 ของสถานี MNO
	SD–LA–2	วงจรเดี่ยว สายไฟฟ้าคู่ โครงสร้างสำหรับทางโค้ง 90°
	F2 GR–3	ฐานรากแบบ F2 การต่อลงดินรูปแบบ GR–3
	50/11	กิโลเมตรที่ 50 จากสถานี ABC เสาไฟฟ้าต้นลำดับที่ 1
P52′ (ต้นสุดท้าย)	1ABC–1MNO	วงจรที่ 1 ของสถานี ABC จ่ายไฟไปวงจรที่ 1 ของสถานี MNO
	SD–LA–2	วงจรเดี่ยว สายไฟฟ้าคู่ โครงสร้างสำหรับทางโค้ง 90°
	F2 GR–3	ฐานรากแบบ F2 การต่อลงดินรูปแบบ GR–3
	70/5	กิโลเมตรที่ 70 จากสถานี ABC เสาไฟฟ้าต้นลำดับที่ 5

เสาต้นที่	การทำเครื่องหมาย	คำอธิบายไลน์เมน (สถานีไฟฟ้า XYZ – สถานีไฟฟ้า MNO)
P1″ (ต้นแรก)	1XYZ–2MNO	วงจรที่ 1 ของสถานี XYZ จ่ายไฟไปวงจรที่ 2 ของสถานี MNO
	SD–LA–2	วงจรเดี่ยว สายไฟฟ้าคู่ โครงสร้างสำหรับทางโค้ง 90°
	F2 GR–3	ฐานรากแบบ F2 การต่อลงดินรูปแบบ GR–3
	0/1	กิโลเมตรที่ 0 จากสถานี XYZ เสาไฟฟ้าต้นลำดับที่ 1
P31″	1XYZ–2MNO	วงจรที่ 1 ของสถานี XYZ จ่ายไฟไปวงจรที่ 2 ของสถานี MNO
	SD–LA–2	วงจรเดี่ยว สายไฟฟ้าคู่ โครงสร้างสำหรับทางโค้ง 90°
	F2 GR–3	ฐานรากแบบ F2 การต่อลงดินรูปแบบ GR–3
	50/8	กิโลเมตรที่ 50 จากสถานี XYZ เสาไฟฟ้าต้นลำดับที่ 8
P52″ (ต้นสุดท้าย)	1XYZ–2MNO	วงจรที่ 1 ของสถานี XYZ จ่ายไฟไปวงจรที่ 2 ของสถานี MNO
	SD–LA–2	วงจรเดี่ยว สายไฟฟ้าคู่ โครงสร้างสำหรับทางโค้ง 90°
	F2 GR–3	ฐานรากแบบ F2 การต่อลงดินรูปแบบ GR–3
	70/8	กิโลเมตรที่ 70 จากสถานี XYZ เสาไฟฟ้าต้นลำดับที่ 8

สำเนา

กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า ฝ่ายวิศวกรรม	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	ใช้แทนแบบ SA1–015/36011 ถูกแทนโดยแบบ .....
ผู้เขียน นายฮานนท์ ตั้งสิริเรศ ผู้สำรวจ ..... วิศวกร ฮานนท์ ตั้งสิริเรศ หัวหน้าแผนก ฮานนท์ (แทน) ผู้อำนวยการกอง ..... ผู้อำนวยการฝ่าย	ผู้ว่าการ ..... 30 ต.ค. 2561 แทน ..... การทำเครื่องหมายบนเสาคอนกรีต ในระบบสายส่ง 115 kV	เขียนเสร็จวันที่ 18 ต.ค. 2561 แก้แบบวันที่ ..... มิติเป็น ..... มาตราส่วน .....
รองผู้ว่าการวิศวกรรม	CONCRETE POLE MARKING IN 115 kV TRANSMISSION SYSTEM	แบบเลขที่ SA1–015/61007 แผ่นที่ 9 ของจำนวน 11 แผ่น

การประกอบเลขที่ ASSEMBLY NO. 5153

ตัวอย่างการทำเครื่องหมายบนเสาคอนกรีต

กรณีที่ 5 สถานีไฟฟ้า ถึง สถานีไฟฟ้า แบบลูปไลน์ มีไลน์แยก และไลน์แยกย่อย (ต่อ)

ตัวอย่างการทำเครื่องหมายบนเสา คอร.

เสาต้นที่	การทำเครื่องหมาย	คำอธิบายไลน์เมน (สถานีไฟฟ้า ABC – สถานีไฟฟ้า XYZ)
P1 (ต้นแรก)	2ABC–2XYZ	วงจรที่ 2 ของสถานี ABC จ่ายไฟไปวงจรที่ 2 ของสถานี XYZ
	SD–LA–2	วงจรเดี่ยว สายไฟฟ้าคู่ โครงสร้างสำหรับทางโค้ง 90°
	F2 GR–3	ฐานรากแบบ F2 การต่อลงดินรูปแบบ GR–3
	0/1	กิโลเมตรที่ 0 จากสถานี ABC เสาไฟฟ้าต้นลำดับที่ 1
P77	2ABC–2XYZ	วงจรที่ 2 ของสถานี ABC จ่ายไฟไปวงจรที่ 2 ของสถานี XYZ
	SD–TL–2	วงจรเดี่ยว สายไฟฟ้าคู่ โครงสร้างสำหรับแยกสาย
	F2 GR–3	ฐานรากแบบ F2 การต่อลงดินรูปแบบ GR–3
	90/7	กิโลเมตรที่ 90 จากสถานี ABC เสาไฟฟ้าต้นลำดับที่ 1
P80 (ต้นสุดท้าย)	2ABC–2XYZ	วงจรที่ 2 ของสถานี ABC จ่ายไฟไปวงจรที่ 2 ของสถานี XYZ
	SD–LA–2	วงจรเดี่ยว สายไฟฟ้าคู่ โครงสร้างสำหรับทางโค้ง 90°
	F2 GR–3	ฐานรากแบบ F2 การต่อลงดินรูปแบบ GR–3
	90/10	กิโลเมตรที่ 90 จากสถานี ABC เสาไฟฟ้าต้นลำดับที่ 10
เสาต้นที่	การทำเครื่องหมาย	คำอธิบายไลน์แยก (สถานีไฟฟ้า ABC – สถานีไฟฟ้า DEF)
P81	2ABC–1DEF	วงจรที่ 2 ของสถานี ABC จ่ายไฟไปวงจรที่ 1 ของสถานี DEF
	SD–TG–4	วงจรเดี่ยว สายไฟฟ้าคู่ โครงสร้างทางตรงก่อนเข้าปลายสาย
	F5 GR–5	ฐานรากแบบ F5 การต่อลงดินรูปแบบ GR–5
	90/8	กิโลเมตรที่ 90 จากสถานี ABC เสาไฟฟ้าต้นลำดับที่ 8
P101	2ABC–1DEF	วงจรที่ 2 ของสถานี ABC จ่ายไฟไปวงจรที่ 1 ของสถานี DEF
	SD–TL–2	วงจรเดี่ยว สายไฟฟ้าคู่ โครงสร้างสำหรับแยกสาย
	F2 GR–3	ฐานรากแบบ F2 การต่อลงดินรูปแบบ GR–3
	95/3	กิโลเมตรที่ 95 จากสถานี ABC เสาไฟฟ้าต้นลำดับที่ 3
P102	2ABC–1DEF	วงจรที่ 2 ของสถานี ABC จ่ายไฟไปวงจรที่ 1 ของสถานี DEF
	SD–TG–4	วงจรเดี่ยว สายไฟฟ้าคู่ โครงสร้างทางตรงก่อนเข้าปลายสาย
	F5 GR–3	ฐานรากแบบ F5 การต่อลงดินรูปแบบ GR–3
	95/4	กิโลเมตรที่ 95 จากสถานี ABC เสาไฟฟ้าต้นลำดับที่ 4

สำเนา

กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า ฝ่ายวิศวกรรม	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	ใช้แทนแบบ SA1–015/36011
ผู้เขียน นายชานนท์ ติ้วสิงเรศ ผู้สำรวจ ..... วิศวกร ชานนท์ ติ้วสิงเรศ หัวหน้าแผนก ชานนท์ (แทน) ผู้อำนวยการกอง ..... ผู้อำนวยการฝ่าย	ผู้ว่าการ ..... 30 ต.ค. 2561 ..... การทำเครื่องหมายบนเสาคอนกรีต ในระบบสายส่ง 115 kV	ถูกแทนโดยแบบ ..... เขียนเสร็จวันที่ 18 ต.ค. 2561 แก้แบบวันที่ ..... มิติเป็น ..... มาตราส่วน .....
รองผู้ว่าการวิศวกรรม	CONCRETE POLE MARKING IN 115 kV TRANSMISSION SYSTEM	แบบเลขที่ SA1–015/61007 แผ่นที่ 10 ของจำนวน 11 แผ่น

การประกอบเลขที่ ASSEMBLY NO. 5 1 5 3

ตัวอย่างการทำเครื่องหมายบนเสาคอนกรีต

กรณีที่ 5 สถานีไฟฟ้า ถึง สถานีไฟฟ้า แบบลูปไลน์ มีไลน์แยก และไลน์แยกย่อย (ต่อ)

ตัวอย่างการทำเครื่องหมายบนเสา คอร.

เสาต้นที่	การทำเครื่องหมาย	คำอธิบายไลน์แยกย่อย (สถานีไฟฟ้า ABC – สถานีไฟฟ้า TUV)
P104	2ABC–1TUV	วงจรที่ 2 ของสถานี ABC จ่ายไฟไปวงจรที่ 1 ของสถานี TUV
	SD–TG–4	วงจรเดี่ยว สายไฟฟ้าคู่ โครงสร้างทางตรงก่อนเข้าปลายสาย
	F5 GR–5	ฐานรากแบบ F5 การต่อลงดินรูปแบบ GR–5
	95/4	กิโลเมตรที่ 95 จากสถานี ABC เสาไฟฟ้าต้นลำดับที่ 4
P105	2ABC–1TUV	วงจรที่ 2 ของสถานี ABC จ่ายไฟไปวงจรที่ 1 ของสถานี TUV
	SD–TG–3	วงจรเดี่ยว สายไฟฟ้าคู่ โครงสร้างสำหรับทางตรง
	F5 GR–5	ฐานรากแบบ F5 การต่อลงดินรูปแบบ GR–5
	95/5	กิโลเมตรที่ 95 จากสถานี ABC เสาไฟฟ้าต้นลำดับที่ 5
P121 (ต้นสุดท้าย)	2ABC–1TUV	วงจรที่ 2 ของสถานี ABC จ่ายไฟไปวงจรที่ 1 ของสถานี TUV
	SD–LA–2	วงจรเดี่ยว สายไฟฟ้าคู่ โครงสร้างสำหรับทางโค้ง 90°
	F2 GR–3	ฐานรากแบบ F2 การต่อลงดินรูปแบบ GR–3
	110/2	กิโลเมตรที่ 110 จากสถานี ABC เสาไฟฟ้าต้นลำดับที่ 5

สำเนา

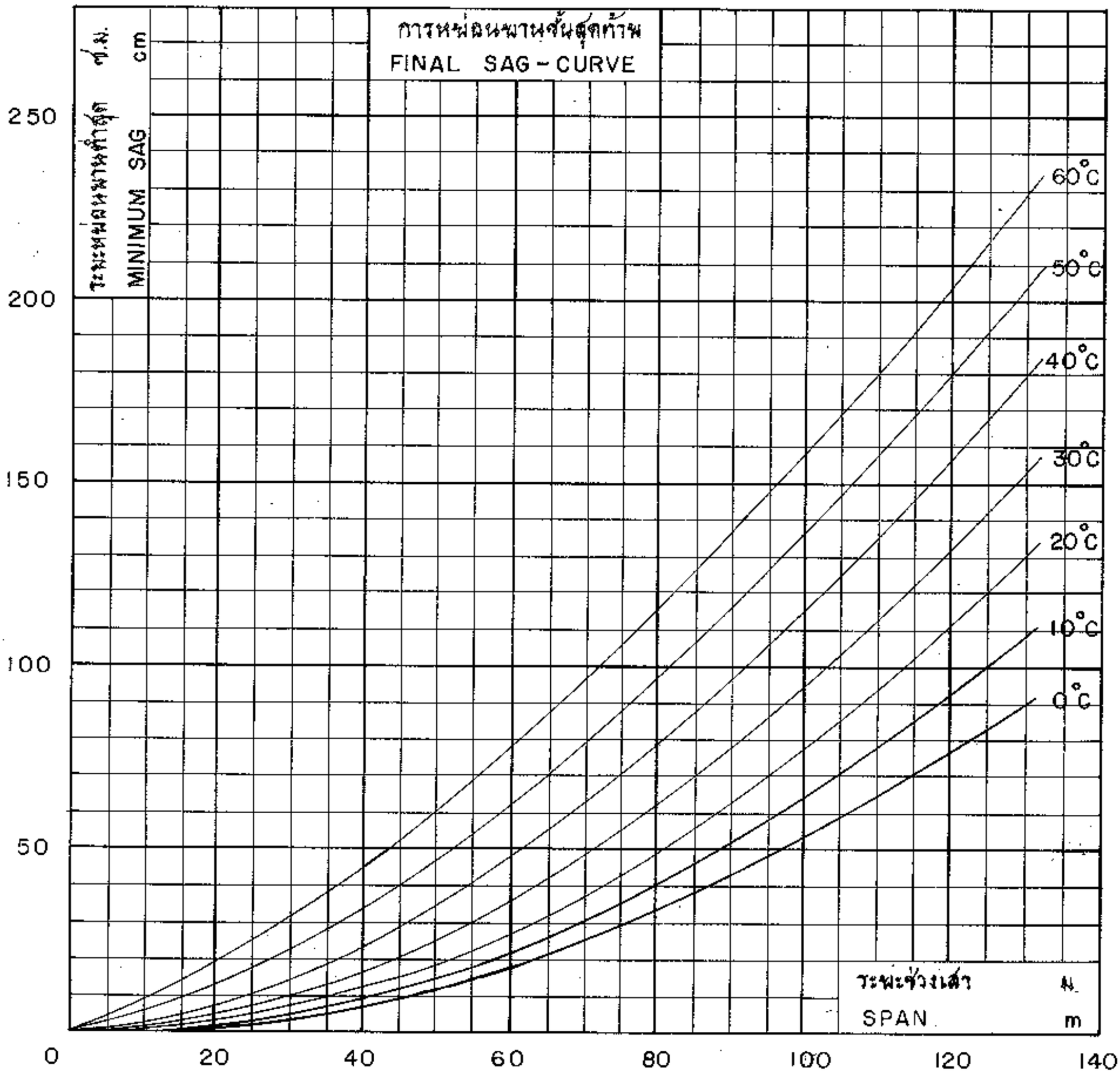
กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า ฝ่ายวิศวกรรม	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	ใช้แทนแบบ SA1–015/36011
ผู้เขียน นายชานนท์ ติ้วสิงเรศ	ผู้ว่าการ 30 ต.ค. 2561	ถูกแทนโดยแบบ .....
ผู้สำรวจ		เขียนเสร็จวันที่ 18 ต.ค. 2561
วิศวกร ชานนท์ ติ้วสิงเรศ	การทำเครื่องหมายบนเสาคอนกรีต ในระบบสายส่ง 115 kV	แก้แบบวันที่ .....
หัวหน้าแผนก ชานนท์ (แทน)		มิติเป็น .....
ผู้อำนวยการกอง		มาตราส่วน .....
ผู้อำนวยการฝ่าย		
รองผู้ว่าการวิศวกรรม	CONCRETE POLE MARKING IN 115 kV TRANSMISSION SYSTEM	แบบเลขที่ SA1–015/61007
		แผ่นที่ 11 ของจำนวน 11 แผ่น

3. แบบการทดสอบอุปกรณ์ และแบบรายการคำนวณ

การประกอบเลขที่ ASSEMBLY NO. 5132

แรงเครียดที่ใช้งาน กก/ต.ซม.
ACTUAL WORKING STRESS kp/cm²

ระยะช่วงเสา ม. SPAN m	แรงเครียดสูงสุดที่ใช้งาน MAX. WORKING STRESS	อุณหภูมิขณะติดตั้ง ERECTION TEMPERATURE						
		0°C	10°C	20°C	30°C	40°C	50°C	60°C
20	700	697.73	571.93	446.79	323.47	206.67	115.88	72.05
40	700	691.02	567.35	446.21	331.17	231.41	160.83	120.11
60	700	680.21	560.17	445.35	341.19	256.38	196.75	158.73
80	700	665.87	550.99	444.32	351.64	278.71	226.43	190.39
100	700	648.78	540.58	443.25	361.53	298.07	251.41	217.60
120	700	629.89	529.68	442.20	370.44	314.70	272.66	241.00

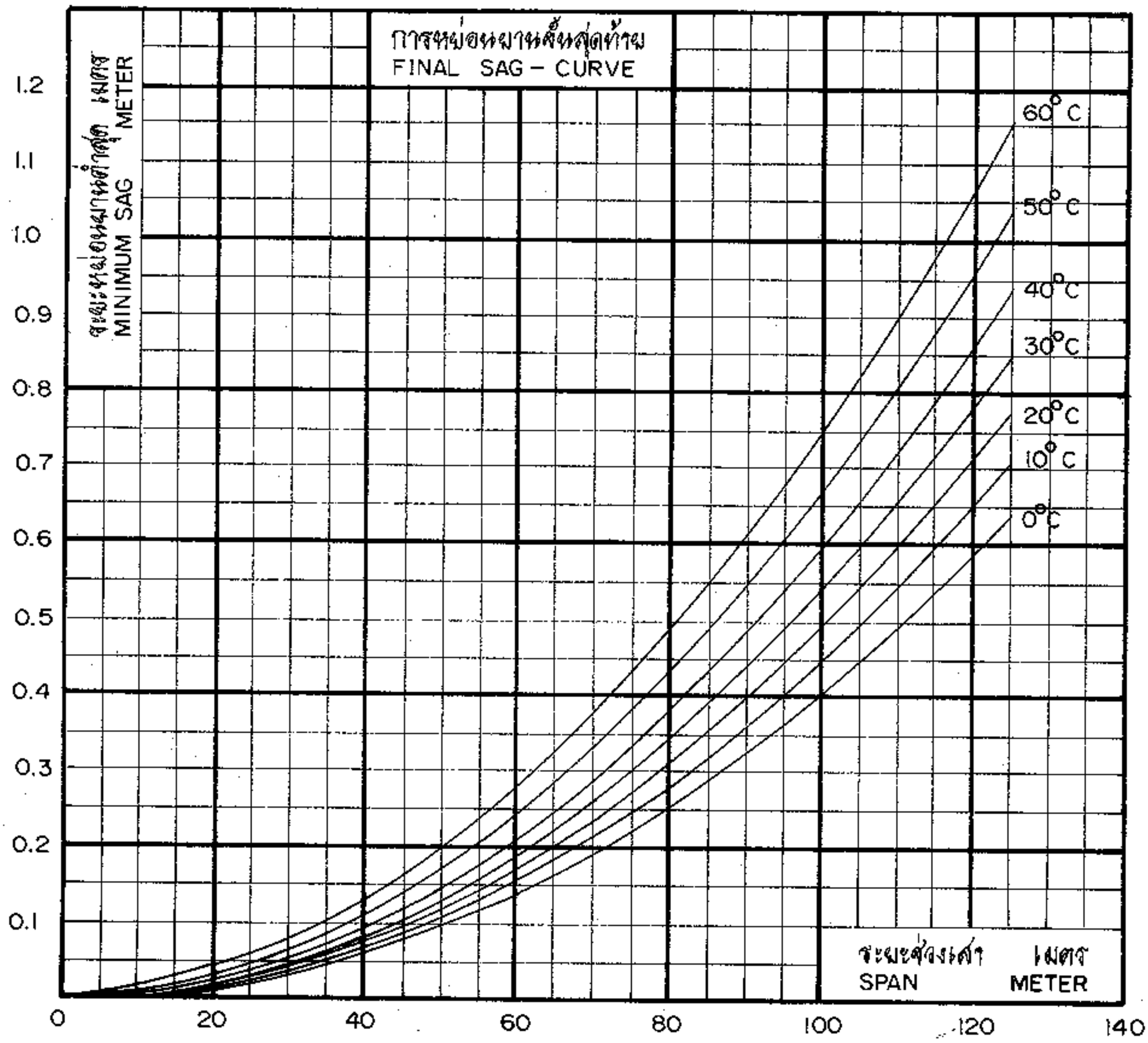


กองวิศวกรรม	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	ใช้แทนแบบ.....
ผู้เขียน ..... วิศวกร ..... หัวหน้าแผนก ..... ผู้อำนวยการกอง	ผู้ว่าการ ..... 13 ก.ค. 19	ถูกแทนโดยแบบ..... เขียนเสร็จวันที่ 11 มิ.ย. 19 แก้แบบวันที่ ..... มิติเป็น..... มาตราส่วน.....
รองผู้ว่าการฝ่ายเทคนิค	การหย่อนยานของสายอลูมิเนียมเปลือย 400 ต.มม.	แบบเลขที่ S.02-015/19089
	SAG-CURVES OF BARE ALUMINIUM CONDUCTOR 400 mm²	แผ่นที่ 1 ของจำนวน 1 แผ่น

การประกอบเลขที่ ASSEMBLY NO. 5131

แรงเตรียดที่ใช้งาน กก/ต.ซม.
ACTUAL WORKING STRESS kg/cm²

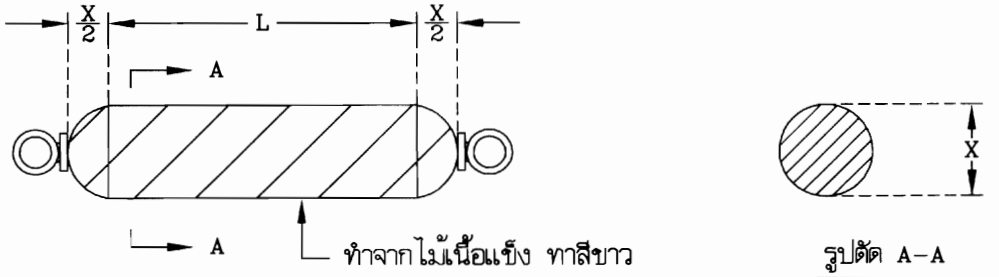
ระยะช่วงเสา ม. SPAN m	แรงเตรียดสูงสุดที่ใช้งาน MAX. WORKING STRESS	อุณหภูมิขณะขึงสาย ERECTION TEMPERATURE						
		0°C	10°C	20°C	30°C	40°C	50°C	60°C
20	2,800	2,793	2,552	2,312	2,071	1,831	1,592	1,354
40	2,800	2,773	2,534	2,296	2,059	1,824	1,592	1,366
60	2,800	2,741	2,505	2,272	2,040	1,814	1,592	1,380
80	2,800	2,695	2,466	2,239	2,015	1,800	1,592	1,392
100	2,800	2,642	2,418	2,199	1,986	1,783	1,592	1,415
120	2,800	2,575	2,359	2,151	1,952	1,762	1,588	1,430
140	2,800	2,510	2,305	2,108	1,923	1,750	1,591	1,449



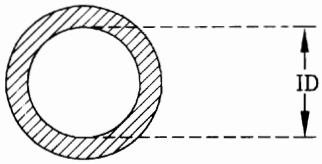
กองวิศวการรวมไฟฟ้าและเครื่องกล ฝ่ายวิศวกรรม	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	ใช้แทนแบบ ..... ถูกแทนโดยแบบ ..... เริ่มใช้ครั้งวันที่ 17 ส.ค. 31 แก้แบบวันที่ ..... มิติเป็น ..... มาตราส่วน .....
ผู้เสนอ ..... ผู้ตรวจ ..... วิศวกร ..... หัวหน้าแผนก ..... ผู้อำนวยการกอง ..... ผู้อำนวยการฝ่าย	ผู้จ่าการ ..... 16 พ.ย. 32	
	การหย่อนยานของลวดเหล็กตีเกลียว 35 ต.มม.	
รอง ผู้จ่าการฝ่ายเทคนิค	SAG-CURVES OF STEEL STRANDED WIRE 35 mm²	แบบหลักที่ SA1-015/31061 แผ่นที่ 1 ของจำนวน 1 แผ่น

ตารางที่ 1 ขนาดอุปกรณ์ทดสอบท่อสำหรับร้อยสายเคเบิล (MANDREL)

ขนาดท่อระบุ (มม.)	ความยาวอุปกรณ์ทดสอบท่อสำหรับร้อยสายเคเบิล (L) (มม.)		เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกอุปกรณ์ทดสอบท่อสำหรับร้อยสายเคเบิล (X) (มม.)
	ช่วงก่อสร้างตลอดความยาว (IN LENGTH)	ช่วงก่อสร้างขึ้น RISER POLE (AT RISER POLE)	
110	L = 300	L = 200	X = ID – 12 มม.
125			
140	L = 400		
160			
180			
200			



อุปกรณ์ทดสอบท่อสำหรับร้อยสายเคเบิล (MANDREL)



ท่อสำหรับร้อยสายเคเบิล

หมายเหตุ

1. ID = เส้นผ่านศูนย์กลางภายในของท่อสำหรับร้อยสายเคเบิล
2. X = เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของอุปกรณ์ทดสอบท่อสำหรับร้อยสายเคเบิล (MANDREL)
3. สามารถใช้ MANDREL ที่มีความยาว (L) และ เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก (X) มากกว่าที่กำหนดในตารางที่ 1 ได้
4. ในกรณีที่ขนาดท่อระบุ เป็นขนาดอื่นๆ นอกเหนือจากที่กำหนดในตารางที่ 1 ให้พิจารณาขนาดอุปกรณ์ทดสอบท่อสำหรับร้อยสายเคเบิล (MANDREL) เป็นกรณีๆ ไป

ชำนาญ วิทยา 19 พ.ค. 2559 ลงชื่อ

กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า ฝ่ายวิศวกรรม การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค		
มีผลเป็น ..... วันที่ 19 พ.ค. 2559	ภาพสเก็ตช์ 01 มิ.ย. 2559 การทดสอบท่อ สำหรับร้อยสายเคเบิลใต้ดินแรงสูง หรือ สายเคเบิลใต้น้ำแรงสูง	แบบเลขที่ SA1-015/59002 แผ่นที่ 1 ของจำนวน 2 แผ่น

ข้อกำหนดการทดสอบท่อสำหรับร้อยสายเคเบิล

1. การตรวจสอบคุณภาพท่อสำหรับร้อยสายเคเบิล ณ สถานที่ก่อสร้าง ก่อนการก่อสร้าง
ให้อ้างอิงแบบการทดสอบคุณสมบัติท่อ (แบบเลขที่ SA1-015/58011)

2. การตรวจสอบท่อสำหรับร้อยสายเคเบิล หลังการก่อสร้างเสร็จเรียบร้อย
ให้ดำเนินการล้างทำความสะอาด และทดสอบท่อสำหรับร้อยสายเคเบิลทุกท่อ โดยมีวิธีการดังนี้

2.1 ให้ทำความสะอาดท่อสำหรับร้อยสายเคเบิล โดยการฉีดน้ำแรงดันสูง หรือลมแรงดันสูงเข้าไปในท่อสำหรับร้อยสายเคเบิล

2.2 ใช้ ROD DUCT สอดเพื่อร้อยเชือกไนล่อนขนาด ϕ 1/2 นิ้ว (ϕ 12.7 มม.) ทั้งนี้ให้ระมัดระวังไม่ให้มีเศษหิน ดิน ปูน ทราย เข้าไปในท่อสำหรับร้อยสายเคเบิล โดยเด็ดขาด

2.3 ทำความสะอาดท่อสำหรับร้อยสายเคเบิล ด้วยผ้ากระสอบที่เหมาะสม กับขนาดท่อสำหรับร้อยสายเคเบิล โดยผูกเข้ากับเชือกไนล่อนขนาด ϕ 1/2 นิ้ว (ϕ 12.7 มม.) ตามข้อ 2.2 ทั้งสองด้าน ให้สามารถดึงไป – กลับได้ ลากผ่านตลอดแนวท่อสำหรับร้อยสายเคเบิล จนทำให้ท่อสำหรับร้อยสายเคเบิลสะอาด โดยใช้แรงงานคนเท่านั้น (แรงดึงรวมไม่เกิน 50 กก.)

2.4 ให้ทดสอบท่อสำหรับร้อยสายเคเบิล โดยใช้ MANDREL ทาสีขาวที่มีรูปร่าง และขนาดตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 1 ลากผ่านท่อสำหรับร้อยสายเคเบิล โดยผูกเข้ากับเชือกไนล่อนขนาด ϕ 1/2 นิ้ว (ϕ 12.7 มม.) ตามข้อ 2.2 ทั้งสองด้าน ให้สามารถดึงไป – กลับได้ โดยใช้แรงงานคน (แรงดึงรวมไม่เกิน 50 กก.) ทั้งนี้ต้องลาก MANDREL ผ่านท่อสำหรับร้อยสายเคเบิลได้โดยตลอด ไม่สะดุด ไม่ติดขัด และผิว MANDREL จะต้องไม่มีรอยขีดข่วนหลังจากลากผ่านท่อสำหรับร้อยสายเคเบิลแล้ว

2.5 กรณีที่การทดสอบท่อสำหรับร้อยสายเคเบิล ในข้อ 2.4 ไม่ผ่าน ให้ดำเนินการแก้ไขปัญหาสิ่งกีดขวาง อุปสรรคภายในท่อสำหรับร้อยสายเคเบิล หรือดำเนินการก่อสร้างใหม่ และทดสอบใหม่ทั้งหมดอีกครั้ง จนกว่าจะผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนด

2.6 เมื่อดำเนินการเสร็จ และผ่านเกณฑ์การทดสอบแล้ว จะต้องทำการอุดท่อสำหรับร้อยสายเคเบิล ทุกท่อทันที โดยใช้จุกพลาสติก (PLASTIC PLUG) ตามการประกอบเลขที่ 7215 (แบบเลขที่ SA1-015/47039) ที่บ่อพักสาย (MANHOLE) หรือใช้ฝาปิด HDPE (HDPE CAP) ตามการประกอบเลขที่ 7232 (แบบเลขที่ SA1-015/31022) ที่ RISER POLE พร้อมทั้งร้อยเชือกไนล่อนขนาด ϕ 3/8 นิ้ว (ϕ 9.525 มม. ไว้ทุกท่อด้วย)

ชานนท์
วิทยา
วิเชฐ

กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า ฝ่ายวิศวกรรม การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค		
มีผลเป็น ..... วันที่ 19 พ.ค. 2559	ภาพสเก็ตช์ 01 มิ.ย. 2559 การทดสอบท่อ สำหรับร้อยสายเคเบิลใต้ดินแรงสูง หรือ สายเคเบิลใต้น้ำแรงสูง	แบบเลขที่ SA1-015/59002 แผ่นที่ 2 ของจำนวน 2 แผ่น

การประกอบเลขที่ ASSEMBLY NO. 7124

ตารางที่ 1 TABLE แรงดึงสูงสุดที่ยอมให้ใช้งานได้ (T_{max}) เมื่อดึงสายเคเบิลด้วยพูลลิ่งอาย (ต่อเส้น) และค่าตัวแปรต่างๆ
MAXIMUM ALLOWABLE PULLING TENSION (T_{max}) WHEN PULLING THE CABLE WITH PULLING EYE (PER WIRE) AND VARIABLES

ชนิดสายเคเบิล TYPE OF CABLE	ขนาดสายเคเบิล (ต.มม.) SIZE OF CABLE (mm^2)	น้ำหนักสายเคเบิล (กก./ม.) "W" WEIGHT OF CABLE (kg/m)	เส้นผ่านศูนย์-กลางภายนอก (มม.) "d" OVERALL DIAMETER (mm)	รัศมีความโค้งในต่ำสุด (มม.) "R" MIN.INSIDE RADIUS OF BEND (mm)		แรงดึงสูงสุดที่ยอมให้ใช้งานได้ "T_{max}" (กก.) MAXIMUM ALLOWABLE PULLING TENSION (kgf)			
						ดึงเคเบิล 1 เส้น SINGLE CABLE PULLING	ดึงเคเบิล 2 เส้น TWO CABLES PULLING	ดึงเคเบิล 3 เส้น THREE CABLES PULLING	ดึงเคเบิล 4 เส้น FOUR CABLES PULLING
สายเคเบิลชนิดทองแดงหุ้มด้วยฉนวนและเปลือกนอกพีวีซี 750 โวลท์ 1 แกน 70°C มอก.11-2531 ตารางที่ 6 (NYY) POWER CABLE, PVC-INSULATED & JACKETED, 750 VOLT, SINGLE CORE, 70°C, TIS 11-2531 TABLE 6 (NYY)	10	0.21	12.00	144	≥12d	70 (70)	140 (140)		168 (168)
	16	0.28	13.00	156		112 (112)	224 (224)		269 (269)
	25	0.39	14.50	174		175 (175)	350 (350)		420 (420)
	35	0.50	16.00	192		245 (245)	490 (490)		588 (588)
	50	0.66	17.00	204		350 (350)	700 (700)		840 (840)
	70	0.85	19.00	228		490 (453)	980 (906)		1,176 (1,087)
	95	1.15	21.50	258		665 (453)	1,330 (906)		1,596 (1,087)
	120	1.40	23.00	276		840 (453)	1,680 (906)		2,016 (1,087)
	185	2.13	28.00	336		1,295 (453)	2,590 (906)		2,722 (1,087)
สายเคเบิลชนิดทองแดงหุ้มฉนวนคลอสลิงกด์พอลิเอทิลีน 0.6/1 เควี 1 แกน 90°C IEC 60502-1(CV) POWER CABLE, CROSS-LINKED POLYETHYLENE (XLPE) INSULATED, 0.6/1 kV, SINGLE CORE, 90°C, IEC 60502-1 (CV)	10	0.14	9.00	108	≥12d	70 (70)	140 (140)		168 (168)
	16	0.20	9.50	114		112 (112)	224 (224)		269 (269)
	25	0.30	11.50	138		175 (175)	350 (350)		420 (420)
	35	0.40	12.50	150		245 (245)	490 (490)		588 (588)
	50	0.54	14.00	168		350 (350)	700 (700)		840 (840)
	70	0.74	15.50	186		490 (453)	980 (906)		1,176 (1,087)
	95	1.00	17.50	210		665 (453)	1,330 (906)		1,596 (1,087)
	120	1.26	19.50	234		840 (453)	1,680 (906)		2,016 (1,087)
	185	1.94	23.50	282		1,295 (453)	2,590 (906)		2,722 (1,087)

หมายเหตุ NOTE ค่าแรงดึงในวงเล็บ ใช้เมื่อดึงสายเคเบิลด้วยพูลลิ่งกริปหรือบาสเกตกริป (ต่อเส้น)
THE TENSION IN THE PARENTHESIS SHALL BE USED WHEN PULLING THE CABLE WITH PULLING GRIP OR BASKET GRIP (PER WIRE).

กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า ฝ่ายมาตรฐานและความปลอดภัย	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	ใช้แทนแบบ ..... ถูกแทนโดยแบบ .....
ผู้เขียน ..สมชาย..... ผู้สำรวจ ..... วิศวกร ..... หัวหน้าแผนก ..... ผู้อำนวยการกอง ..... ผู้อำนวยการฝ่าย	ผู้ว่าการ	เขียนเสร็จวันที่ 28 พ.ค. 2551 แก้แบบวันที่ 22 ก.ค. 2557 มิติเป็น ..... มาตราส่วน .....
	การคำนวณค่าแรงดึงและแรงกดด้านข้างของสายเคเบิลในงานก่อสร้างระบบเคเบิลใต้ดิน	
รองผู้ว่าการวางแผนและพัฒนาระบบไฟฟ้า	CALCULATION FOR PULLING TENSION AND SIDE WALL PRESSURE OF THE CABLE IN UNDERGROUND CABLE CONSTRUCTION	แบบเลขที่ SA1-015/51011 แผ่นที่ 1 ของจำนวน 9 แผ่น

การประกอบเลขที่ ASSEMBLY NO. 7124

ตารางที่ 1 TABLE แรงดึงสูงสุดที่ยอมให้ใช้งานได้ (T_{max}) เมื่อดึงสายเคเบิลด้วยพูลลิ่งอาย (ต่อเส้น) และค่าตัวแปรต่างๆ (ต่อ)
MAXIMUM ALLOWABLE PULLING TENSION (T_{max}) WHEN PULLING THE CABLE WITH PULLING EYE (PER WIRE) AND VARIABLES (CONTINUED)

ชนิดสายเคเบิล TYPE OF CABLE	ขนาดสายเคเบิล (ต.มม.) SIZE OF CABLE (mm^2)	น้ำหนักสายเคเบิล (กก./ม.) "W" WEIGHT OF CABLE (kg/m)	เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก (มม.) "d" OVERALL DIAMETER (mm)	รัศมีความโค้งในต่ำสุด (มม.) "R" MIN.INSIDE RADIUS OF BEND (mm)		แรงดึงสูงสุดที่ยอมให้ใช้งานได้ "T_{max}" MAXIMUM ALLOWABLE PULLING TENSION (กก.) (kgf)			
						ดึงเคเบิล 1 เส้น SINGLE CABLE PULLING	ดึงเคเบิล 2 เส้น TWO CABLES PULLING	ดึงเคเบิล 3 เส้น THREE CABLES PULLING	ดึงเคเบิล 4 เส้น FOUR CABLES PULLING
สายเคเบิลชนิดทองแดงหุ้มฉนวนคลอสลิงกดพอลิเอทิลิน 12/20(24) เควี 1 แกน 90°C IEC 60502-2 POWER CABLE, CROSS-LINKED POLYETHYLENE (XLPE) INSULATED, 12/20(24) kV, SINGLE CORE, 90°C, IEC 60502-2	50	1.04	30.00	450	≥15d	350 (350)		700 (700)	
	120	1.83	36.00	540		840 (453)		1,680 (906)	
	185	2.59	40.00	600		1,295 (453)	–	2,590 (906)	–
	240	3.27	43.00	645		1,680 (453)		2,722 (906)	
	400	4.87	49.00	735		2,268 (453)			
	500	5.95	53.00	795					
สายเคเบิลชนิดทองแดงหุ้มฉนวนคลอสลิงกดพอลิเอทิลิน 18/30(36) เควี 1 แกน 90°C IEC 60502-2 POWER CABLE, CROSS-LINKED POLYETHYLENE (XLPE) INSULATED, 18/30(36) kV, SINGLE CORE, 90°C, IEC 60502-2	50	1.28	36.00	540	≥15d	350 (350)		700 (700)	
	120	2.16	42.00	630		840 (453)		1,680 (906)	
	185	2.92	45.00	675		1,295 (453)	–	2,590 (906)	–
	240	3.62	48.00	720		1,680 (453)		2,722 (906)	
	400	5.25	55.00	825		2,268 (453)			
	500	6.39	59.00	885					
สายเคเบิลชนิดทองแดงหุ้มฉนวนคลอสลิงกดพอลิเอทิลิน 64/115(123) เควี 1 แกน 90°C มอก.2202-2547 POWER CABLE, CROSS-LINKED POLYETHYLENE (XLPE) INSULATED, 64/115(123) kV, SINGLE CORE, 90°C, TIS 2202-2547	800	13.20	95	1,425	≥15d	2,268 (–)		–	

หมายเหตุ NOTE ค่าแรงดึงในวงเล็บ ใช้เมื่อดึงสายเคเบิลด้วยพูลลิ่งกริปหรือบาสเกตกริป (ต่อเส้น)
THE TENSION IN THE PARENTHESIS SHALL BE USED WHEN PULLING THE CABLE WITH PULLING GRIP OR BASKET GRIP (PER WIRE).

กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า ฝ่ายมาตรฐานและความปลอดภัย	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	ใช้แทนแบบ ..... ถูกแทนโดยแบบ .....
ผู้เขียน สมชาย ..... ผู้สำรวจ ..... วิศวกร ..... หัวหน้าแผนก ..... ผู้อำนวยการกอง ..... ผู้อำนวยการฝ่าย	ผู้ว่าการ	เขียนเสร็จวันที่ 28 พ.ค. 2551 แก้แบบวันที่ 22 ก.ค. 2557 มิติเป็น ..... มาตราส่วน .....
รองผู้ว่าการวางแผนและพัฒนาระบบไฟฟ้า	การคำนวณค่าแรงดึงและแรงกดด้านข้างของสายเคเบิลในงานก่อสร้างระบบเคเบิลใต้ดิน CALCULATION FOR PULLING TENSION AND SIDE WALL PRESSURE OF THE CABLE IN UNDERGROUND CABLE CONSTRUCTION	แบบเลขที่ SA1-015/51011 แผ่นที่ 2 ของจำนวน 9 แผ่น

กฟฟ โทร ๕๕๘๑

การประกอบเลขที่ ASSEMBLY NO. 7124

ตารางที่ 2 แบบฟอร์มแสดงการคำนวณแรงดึงและแรงกดด้านข้างของสายเคเบิลใต้ดิน (กรณีร้อยสายเคเบิล 1 เส้นภายในท่อ)
TABLE 2 PULLING TENSION (T) AND SIDE WALL PRESSURE (SWP) OF UNDERGROUND CABLE (IN CASE SINGLE CABLE WIRING) FORM

ตารางแสดงการคำนวณแรงดึงและแรงกดด้านข้างของสายเคเบิลใต้ดิน ช่วง A – ช่วง n (กรณีร้อยสาย 1 เส้นภายในท่อ)
PULLING TENSION (T) AND SIDE WALL PRESSURE (SWP) OF UNDERGROUND CABLE SECTION A – SECTION n (IN CASE SINGLE CABLE WIRING) TABLE

ช่วง SECTION	รายละเอียด DETAIL	สูตร FORMULA	L (ม.) (m)	W (กก./ม.) (kg/m)	F	C	α (องศา) (DEGREE)	θ (เรเดียน) (RADIAN)	R (ม.) (m)	แรงดึง TENSION (กก.) (kgf)	SWP (กก./ม.) (kg/m)	รูปแสดงช่วงต่างๆ ประกอบการคำนวณ DRAWING SHOW SECTIONS FOR CALCULATION
เริ่มต้น START	REEL BACK FEEDER (T_A)	–								100		
A–B	STRAIGHT RUN (T_B) หรือ/OR	$T_B = LWFC + T_A$			0.15 – 0.35	1.00						
	SLOPE UP IN AN INCLINED SECTION (T_B) หรือ/OR	$T_B = WL(CF\cos\alpha + \sin\alpha) + T_A$										
	SLOPE DOWN IN AN INCLINED SECTION (T_B) หรือ/OR	$T_B = WL(CF\cos\alpha - \sin\alpha) + T_A$										
	HORIZONTAL OR VERTICAL BEND (T_B)	$T_B = T_A e^{CF\theta}$, $SWP_B = \frac{T_B}{R}$										
B–C	STRAIGHT RUN (T_C) หรือ/OR	$T_C = LWFC + T_B$			0.15 – 0.35	1.00						
	SLOPE UP IN AN INCLINED SECTION (T_C) หรือ/OR	$T_C = WL(CF\cos\alpha + \sin\alpha) + T_B$										
	SLOPE DOWN IN AN INCLINED SECTION (T_C) หรือ/OR	$T_C = WL(CF\cos\alpha - \sin\alpha) + T_B$										
	HORIZONTAL OR VERTICAL BEND (T_C)	$T_C = T_B e^{CF\theta}$, $SWP_C = \frac{T_C}{R}$										
M–N	STRAIGHT RUN (T_N) หรือ/OR	$T_N = LWFC + T_M$			0.15 – 0.35	1.00						
	SLOPE UP IN AN INCLINED SECTION (T_N) หรือ/OR	$T_N = WL(CF\cos\alpha + \sin\alpha) + T_M$										
	SLOPE DOWN IN AN INCLINED SECTION (T_N) หรือ/OR	$T_N = WL(CF\cos\alpha - \sin\alpha) + T_M$										
	HORIZONTAL OR VERTICAL BEND (T_N)	$T_N = T_M e^{CF\theta}$, $SWP_N = \frac{T_N}{R}$										
ค่าแรงดึงสูงสุดและแรงกดด้านข้างสูงสุดที่ยอมให้ใช้งานได้ MAXIMUM PULLING TENSION AND SIDE WALL PRESSURE AT ANY SECTION												
แรงดึงสูงสุดและแรงกดด้านข้างสูงสุดที่ยอมให้ใช้งานได้ (T_{max} และ SWP_{max}) MAXIMUM ALLOWABLE PULLING TENSION AND SIDE WALL PRESSURE (T_{max} AND SWP_{max})										744		OK หรือ NO OR

หมายเหตุ NOTE ค่าแรงดึงสูงสุดที่ยอมให้ใช้งานได้ (T_{max}) และค่าตัวแปรต่างๆ ที่ใช้คำนวณในตารางที่ 2 ดูได้จากตารางที่ 1
MAXIMUM ALLOWABLE PULLING TENSION (T_{max}) AND VARIABLES FOR CALCULATION IN TABLE 2 SEE TABLE 1.

กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า ฝ่ายมาตรฐานและความปลอดภัย	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	ใช้แทนแบบ ..... ถูกแทนโดยแบบ .....
ผู้เขียน สมชาย ..... ผู้สำรวจ ..... วิศวกร ..... หัวหน้าแผนก ..... ผู้อำนวยการกอง ..... ผู้อำนวยการฝ่าย	ผู้ว่าการ	เขียนเสร็จวันที่ 28 พ.ค. 2551 แก้แบบวันที่ 22 ก.ค. 2557
	การคำนวณค่าแรงดึงและแรงกดด้านข้างของสายเคเบิล ในงานก่อสร้างระบบเคเบิลใต้ดิน	มิติเป็น ..... มาตราส่วน .....
รองผู้ว่าการวางแผนและพัฒนาระบบไฟฟ้า	CALCULATION FOR PULLING TENSION AND SIDE WALL PRESSURE OF THE CABLE IN UNDERGROUND CABLE CONSTRUCTION	แบบเลขที่ SA1–015/51011 แผ่นที่ 3 ของจำนวน 9 แผ่น

การประกอบเลขที่ ASSEMBLY NO. 7124

ตารางที่ 3 แบบฟอร์มแสดงการคำนวณแรงดึงและแรงกดด้านข้างของสายเคเบิลใต้ดิน (กรณีร้อยสายเคเบิล 2 เส้นภายในท่อ)
TABLE 3 PULLING TENSION (T) AND SIDE WALL PRESSURE (SWP) OF UNDERGROUND CABLE (IN CASE TWO CABLES WIRING) FORM

ตารางแสดงการคำนวณแรงดึงและแรงกดด้านข้างของสายเคเบิลใต้ดิน ช่วง A – ช่วง n (กรณีร้อยสาย 2 เส้นภายในท่อ)
PULLING TENSION (T) AND SIDE WALL PRESSURE (SWP) OF UNDERGROUND CABLE SECTION A – SECTION n (IN CASE TWO CABLES WIRING) TABLE

ช่วง SECTION	รายละเอียด DETAIL	สูตร FORMULA	L (ม.) (m)	W (กก./ม.) (kg/m)	F	C	α (องศา) (DEGREE)	θ (เรเดียน) (RADIAN)	R (ม.) (m)	แรงดึง TENSION (กก.) (kgf)	SWP (กก./ม.) (kg/m)	รูปแสดงช่วงตางๆ ประกอบการคำนวณ DRAWING SHOW SECTIONS FOR CALCULATION
เริ่มต้น START	REEL BACK FEEDER (T_A)	–								100		
A–B	STRAIGHT RUN (T_B) หรือ/OR	$T_B = 2LWFC + T_A$			0.15 – 0.35	1.15						
	SLOPE UP IN AN INCLINED SECTION (T_B) หรือ/OR	$T_B = 2WL(CF\cos\alpha + \sin\alpha) + T_A$										
	SLOPE DOWN IN AN INCLINED SECTION (T_B) หรือ/OR	$T_B = 2WL(CF\cos\alpha - \sin\alpha) + T_A$										
	HORIZONTAL OR VERTICAL BEND (T_B)	$T_B = T_A e^{CF\theta}$, $SWP_B = \frac{CT_B}{2R}$										
B–C	STRAIGHT RUN (T_C) หรือ/OR	$T_C = 2LWFC + T_B$			0.15 – 0.35	1.15						
	SLOPE UP IN AN INCLINED SECTION (T_C) หรือ/OR	$T_C = 2WL(CF\cos\alpha + \sin\alpha) + T_B$										
	SLOPE DOWN IN AN INCLINED SECTION (T_C) หรือ/OR	$T_C = 2WL(CF\cos\alpha - \sin\alpha) + T_B$										
	HORIZONTAL OR VERTICAL BEND (T_C)	$T_C = T_B e^{CF\theta}$, $SWP_C = \frac{CT_C}{2R}$										
M–N	STRAIGHT RUN (T_N) หรือ/OR	$T_N = 2LWFC + T_M$			0.15 – 0.35	1.15						
	SLOPE UP IN AN INCLINED SECTION (T_N) หรือ/OR	$T_N = 2WL(CF\cos\alpha + \sin\alpha) + T_M$										
	SLOPE DOWN IN AN INCLINED SECTION (T_N) หรือ/OR	$T_N = 2WL(CF\cos\alpha - \sin\alpha) + T_M$										
	HORIZONTAL OR VERTICAL BEND (T_N)	$T_N = T_M e^{CF\theta}$, $SWP_N = \frac{CT_N}{2R}$										
		ค่าแรงดึงสูงสุดและแรงกดด้านข้างสูงสุดที่ช่วงใดๆ MAXIMUM PULLING TENSION AND SIDE WALL PRESSURE AT ANY SECTION										
		แรงดึงสูงสุดและแรงกดด้านข้างสูงสุดที่ยอมให้ใช้งานได้ (T_{max} และ SWP_{max}) MAXIMUM ALLOWABLE PULLING TENSION AND SIDE WALL PRESSURE (T_{max} AND SWP_{max})								744		OK หรือ NO OR

หมายเหตุ NOTE ค่าแรงดึงสูงสุดที่ยอมให้ใช้งานได้ (T_{max}) และค่าตัวแปรต่างๆ ที่ใช้คำนวณในตารางที่ 3 ดูได้จากตารางที่ 1
MAXIMUM ALLOWABLE PULLING TENSION (T_{max}) AND VARIABLES FOR CALCULATION IN TABLE 3 SEE TABLE 1.

กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า ฝ่ายมาตรฐานและความปลอดภัย	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	ใช้แทนแบบ ..... ถูกแทนโดยแบบ .....
ผู้เขียน สมชาย ..... ผู้สำรวจ ..... วิศวกร ..... หัวหน้าแผนก ..... ผู้อำนวยการกอง ..... ผู้อำนวยการฝ่าย	ผู้ว่าการ	เขียนเสร็จวันที่ 28 พ.ค. 2551 แก้แบบวันที่ 22 ก.ค. 2557
	การคำนวณค่าแรงดึงและแรงกดด้านข้างของสายเคเบิล ในงานก่อสร้างระบบเคเบิลใต้ดิน	มิติเป็น ..... มาตราส่วน .....
รองผู้ว่าการวางแผนและพัฒนาระบบไฟฟ้า	CALCULATION FOR PULLING TENSION AND SIDE WALL PRESSURE OF THE CABLE IN UNDERGROUND CABLE CONSTRUCTION	แบบเลขที่ SA1-015/51011 แผ่นที่ 4 ของจำนวน 9 แผ่น

การประกอบเลขที่ ASSEMBLY NO. 7124

ตารางที่ 4 แบบฟอร์มแสดงการคำนวณแรงดึงและแรงกดด้านข้างของสายเคเบิลใต้ดิน (กรณีร้อยสายเคเบิล 3 เส้นภายในท่อ)
TABLE 4 PULLING TENSION (T) AND SIDE WALL PRESSURE (SWP) OF UNDERGROUND CABLE (IN CASE THREE CABLES WIRING) FORM

ตารางแสดงการคำนวณแรงดึงและแรงกดด้านข้างของสายเคเบิลใต้ดิน ช่วง A – ช่วง n (กรณีร้อยสาย 3 เส้นภายในท่อ)
PULLING TENSION (T) AND SIDE WALL PRESSURE (SWP) OF UNDERGROUND CABLE SECTION A – SECTION n (IN CASE THREE CABLES WIRING) TABLE

ช่วง SECTION	รายละเอียด DETAIL	สูตร FORMULA	L (ม.) (m)	W (กก./ม.) (kg/m)	F	C	α (องศา) (DEGREE)	θ (เรเดียน) (RADIAN)	R (ม.) (m)	แรงดึง TENSION (กก.) (kgf)	SWP (กก./ม.) (kg/m)	รูปแสดงช่วงต่างๆ ประกอบการคำนวณ DRAWING SHOW SECTIONS FOR CALCULATION
เริ่มต้น START	REEL BACK FEEDER (T_A)	–								100		
A–B	STRAIGHT RUN (T_B) หรือ/OR	$T_B = 3LWFC + T_A$										
	SLOPE UP IN AN INCLINED SECTION (T_B) หรือ/OR	$T_B = 3WL(CF\cos\alpha + \sin\alpha) + T_A$			0.15 – 0.35	ดูหมายเหตุ ข้อ 3 SEE NOTE 3						
	SLOPE DOWN IN AN INCLINED SECTION (T_B) หรือ/OR	$T_B = 3WL(CF\cos\alpha - \sin\alpha) + T_A$										
	HORIZONTAL OR VERTICAL BEND (T_B)	$T_B = T_A e^{CF\theta}$, $SWP_B = \frac{(3C-2)T_B}{3R}$										
B–C	STRAIGHT RUN (T_C) หรือ/OR	$T_C = 3LWFC + T_B$										
	SLOPE UP IN AN INCLINED SECTION (T_C) หรือ/OR	$T_C = 3WL(CF\cos\alpha + \sin\alpha) + T_B$			0.15 – 0.35	ดูหมายเหตุ ข้อ 3 SEE NOTE 3						
	SLOPE DOWN IN AN INCLINED SECTION (T_C) หรือ/OR	$T_C = 3WL(CF\cos\alpha - \sin\alpha) + T_B$										
	HORIZONTAL OR VERTICAL BEND (T_C)	$T_C = T_B e^{CF\theta}$, $SWP_C = \frac{(3C-2)T_C}{3R}$										
	– – –	– – –	– – –	– – –	– – –	– – –	– – –	– – –	– – –	– – –	– – –	
M–N	STRAIGHT RUN (T_N) หรือ/OR	$T_N = 3LWFC + T_M$										
	SLOPE UP IN AN INCLINED SECTION (T_N) หรือ/OR	$T_N = 3WL(CF\cos\alpha + \sin\alpha) + T_M$			0.15 – 0.35	ดูหมายเหตุ ข้อ 3 SEE NOTE 3						
	SLOPE DOWN IN AN INCLINED SECTION (T_N) หรือ/OR	$T_N = 3WL(CF\cos\alpha - \sin\alpha) + T_M$										
	HORIZONTAL OR VERTICAL BEND (T_N)	$T_N = T_M e^{CF\theta}$, $SWP_N = \frac{(3C-2)T_N}{3R}$										
	ค่าแรงดึงสูงสุดและแรงกดด้านข้างสูงสุดที่ยอมให้ใช้งานได้ (T_{max} และ SWP_{max}) MAXIMUM PULLING TENSION AND SIDE WALL PRESSURE AT ANY SECTION											
	แรงดึงสูงสุดและแรงกดด้านข้างสูงสุดที่ยอมให้ใช้งานได้ (T_{max} และ SWP_{max}) MAXIMUM ALLOWABLE PULLING TENSION AND SIDE WALL PRESSURE (T_{max} AND SWP_{max})									744		OK หรือ NO OR

หมายเหตุ ค่าแรงดึงสูงสุดที่ยอมให้ใช้งานได้ (T_{max}) และค่าตัวแปรต่างๆ ที่ใช้คำนวณในตารางที่ 4 ดูได้จากตารางที่ 1
NOTE MAXIMUM ALLOWABLE PULLING TENSION (T_{max}) AND VARIABLES FOR CALCULATION IN TABLE 4 SEE TABLE 1.

กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า ฝ่ายมาตรฐานและความปลอดภัย	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	ใช้แทนแบบ ..... ถูกแทนโดยแบบ .....
ผู้เขียน สมชาย ..... ผู้สำรวจ ..... วิศวกร ..... หัวหน้าแผนก ..... ผู้อำนวยการกอง ..... ผู้อำนวยการฝ่าย	ผู้ว่าการ	เขียนเสร็จวันที่ 28 พ.ค. 2551 แก้แบบวันที่ 22 ก.ค. 2557 มิติเป็น ..... มาตราส่วน .....
รองผู้ว่าการวางแผนและพัฒนาระบบไฟฟ้า	การคำนวณค่าแรงดึงและแรงกดด้านข้างของสายเคเบิล ในงานก่อสร้างระบบเคเบิลใต้ดิน CALCULATION FOR PULLING TENSION AND SIDE WALL PRESSURE OF THE CABLE IN UNDERGROUND CABLE CONSTRUCTION	แบบเลขที่ SA1–015/51011 แผ่นที่ 5 ของจำนวน 9 แผ่น