

Работни инструкции на ЕНЕРГО-ПРО Мрежи АД
**Наръчник за строителство на въздушни
електропроводни мрежи средно напрежение**
Планиране на въздушни разпределителни мрежи (ВРМ СрН 1)

WI 02-EPRG-DT

Влиза в сила

от

заменя

Част ВРМ СрН 1

НАРЪЧНИК ЗА СТРОИТЕЛСТВО НА ВЪЗДУШНИ ЕЛЕКТРОПРОВОДНИ МРЕЖИ СРЕДНО НАПРЕЖЕНИЕ

ЧАСТ ВРМ СрН 1

ПЛАНИРАНЕ НА ВЪЗДУШНИ РАЗПРЕДЕЛИТЕЛНИ МРЕЖИ

ВРМ СрН 1-01. Съдържание

глави от ВРМ СрН 1	заглавие	стр.	актуалност
ВРМ СрН 1-01	Съдържание	2	
ВРМ СрН 1-02	Използвани съкращения	3	
ВРМ СрН 1-03	Нормативна уредба за проектиране и изграждане на въздушни разпределителни мрежи СрН	4	
ВРМ СрН 1-04	Общи сведения	6	
ВРМ СрН 1-05	Понятия	7	
ВРМ СрН 1-06	Изграждане – основни положения	14	
ВРМ СрН 1-07	Минимални вътрешни разстояния	18	
ВРМ СрН 1-08	Минимални външни разстояния	22	
ВРМ СрН 1-09	Пълзене на проводника	30	
ВРМ СрН 1-10	Проектиране	30	
ВРМ СрН 1-11	Използване на терена	35	
ВРМ СрН 1-12	Въздействия върху стълбове	35	
ВРМ СрН 1-13	Оразмеряване на фундамент	38	
ВРМ СрН 1-14	Заземления и защита от пренапрежения	43	
ВРМ СрН 1-15	Защита на птиците	44	

**Наръчник за строителство на въздушни
електропроводни мрежи средно напрежение**

Влиза в сила

от

заменя

Планиране на въздушни разпределителни мрежи (ВРМ СрН 1)

Част ВРМ СрН 1

ВРМ СрН 1-02. Използвани съкращения

- ТП - трансформаторен пост (трафопост)
- РУ - разпределителна уредба
- ВН - високо напрежение
- СрН - средно напрежение
- НН - ниско напрежение
- ВО - вентилен отвод
- ВЕЛ - въздушна линия с неизолирани проводници
- ВКЛ - въздушна кабелни линия
- е.д.н. - електродвижещо напрежение
- к.с. - късо съединение
- т.к.с. - ток на късо съединение
- з.с. - земно съединение

**ВРМ СрН 1–03. Нормативна уредба за проектиране и изграждане на въздушни
разпределителни мрежи СрН**

По-долу са посочени стандартите, законите, наредбите и други нормативни документи, имащи отношение към планирането, изграждане и работата на въздушните електропроводни линии. При това трябва да се има предвид, че тази нормативна уредба се променя периодично и преди ползването и следва да се провери за промени и актуализации.

Закони и наредби

- Закон за енергетика.
- Закон за устройство на територията.
- НАРЕДБА № Из-1971 от 29.10.2009 г. за строително-технически правила и норми за осигуряване на безопасност при пожар.
- НАРЕДБА № 3 от 9.06.2004 г. за устройството на електрическите уредби и електропроводните линии.
- НАРЕДБА № 6 от 24 февруари 2014 г. за присъединяване на производители и клиенти на електрическа енергия към преносната или към разпределителните електрически мрежи.
- НАРЕДБА № 7 от 22.12.2003 г. за правила и нормативи за устройство на отделните видове територии и устройствени зони.
- НАРЕДБА № 7 от 23.09.1999 г. за минималните изисквания за здравословни и безопасни условия на труд на работните места и при използване на работното оборудване.
- НАРЕДБА № 8 от 28.07.1999 г. за правила и норми за разполагане на технически проводи и съоръжения в населени места;
- НАРЕДБА № 14 от 15.06.2005 г. за технически правила и нормативи за проектиране, изграждане и ползване на обектите и съоръженията за производство, преобразуване, пренос и разпределение на електрическа енергия;
- НАРЕДБА № 16 от 9.06.2004 г. за сервитутите на енергийните обекти и НАРЕДБА за изменение и допълнение на Наредба № 16 от 2004 г. за сервитутите на енергийните обекти (ДВ, бр. 88 от 2004 г.);
- НАРЕДБА № Из-2377 ОТ 15.09.2011 Г. за правилата и нормите за пожарна безопасност при експлоатация на обектите;
- ПРАВИЛНИК за безопасност и здраве при работа в електрически уредби на електрически и топлофикационни централи и по електрически мрежи (Загл. изм. - ДВ, бр. 19 от 2005.

Стандарти

- БДС IЕС 60826:2007 Критерии за проектиране на въздушни електропреносни линии.
- БДС 4325:1977 Електропроводни въздушни и открити. Разпределителни уредби. Арматура. Скоби свързващи с резба (U болт).
- БДС 4350:1960 Стоманобетонни стълбове за електрически мрежи НН и електропроводни 20 kV с допълнителни изменения 1 : 1983г .

**Наръчник за строителство на въздушни
електропроводни мрежи средно напрежение**

Планиране на въздушни разпределителни мрежи (ВРМ СрН 1)

Влиза в сила

от

заменя

Част ВРМ СрН 1

-
- БДС 4899:1990 Арматура линейна. Шплентове осигурителни за сферични шарнирни съединения.
 - БДС 6194:1976 Електропроводи въздушни и открити. Разпределителни уредби. Арматура. Технически изисквания.
 - БДС 6195:1976 Електропроводи въздушни и открити. Разпределителни уредби. Арматура. Методи за изпитване.
 - БДС 6198:1977 Електропроводи въздушни и открити. Разпределителни уредби. Арматура. Общи изолационни вериги високо напрежение.
 - БДС 6561:1974 Електропроводи 20 kV. Постоянни заземители.
 - БДС 6668:1976 Електропроводи въздушни и открити. Разпределителни уредби. Арматура. Клеми носещи самонагаждащи.
 - БДС 14374:1977 Електропроводи въздушни и открити. Разпределителни уредби. Арматура. Начини и размери за свързване и допустими сили.
 - БДС 14686:1978 Електропроводи въздушни и открити. Разпределителни уредби. Арматура. Скоба П-образна свързваща шарнирна (пеперуда).
 - БДС 14687:1978 Електропроводи въздушни и открити. Разпределителни уредби. Арматура. Звено свързващо усукано (осморка усукана).
 - БДС 15827:1984 Арматура за въздушни електропроводни линии. Термини и определения.
 - БДС EN 795:2002 /A1:2002 Защита срещу падане от височина. Осигурителни устройства. Изисквания и методи за изпитване.
 - БДС EN 12843:2005 Готови бетонни продукти. Мачти и стълбове.
 - БДС EN 50183:2003 Неизолирани проводници за въздушни електрически линии. Жици от алуминиево-магнезиево- силициева сплав.
 - БДС EN 50326:2003 Неизолирани проводници за въздушни електрически линии. Характеристики на смазките.
 - БДС EN 50423-1:2006 Въздушни електрически линии за променлив ток превишаващи 1 kV и до включително 45 kV Част 1: Общи изисквания Общи технически изисквания.
 - БДС EN 50423-2:2006 Въздушни електрически линии за променлив ток превишаващи 1 kV и до включително 45 kV Част 2: Индекси на Национални Нормативни Аспекти.
 - БДС EN 50423-3:2006 Въздушни електрически линии за променлив ток превишаващи 1 kV и до включително 45 kV Част 3: Комплект от Национални Нормативни Аспекти.
 - БДС EN 60652:2006 Изпитвания за натоварване на конструкциите на въздушни електрически лении (IEC 60652:2002).
 - БДС EN 61284:2003 Въздушни електрически линии. Изисквания и изпитвания на съединителна арматура (IEC 61284:1997).
 - БДС EN 61395:2003 Неизолирани проводници за въздушни електрически линии. Процедура за изпитване на пълзене на усукани неизолирани проводници (IEC 61395:1998).
 - БДС EN 61466-2:2003 /A1:2003 Изолаторни елементи за комбинирани изолаторни вериги за въздушни електрически линии с номинално напрежение по-високо от 1 kV. Част

2: Пространствени и електрически характеристики. Изменение А1 (IEC 61466-2:1998 /А1:2002).

- БДС EN 61773:2003 Въздушни електрически линии. Изпитване на основите на стълбовете (IEC 61773:1996).

Технически изисквания на ЕНЕРГО-ПРО Мрежи АД:

за проводници, стоманобетонни стълбове, стоманорешетъчни стълбове, изолатори, трансформатори, мачтов трафопост, метално трансформаторно табло, вертикален заземител, разединители, арматура за ВЕЛ.

ВРМ СрН 1– 04. Общи сведения

В настоящия наръчник под въздушни мрежи СрН се разбират мрежи, които се изпълняват на стълбове с голи проводници и са за напрежение 20 kV.

Планирането на въздушните мрежи СрН трябва да се съобразява с основните изисквания, на които следва да отговаря планирането на всяка една електроразпределителна мрежа: надеждност, сигурност, лесно обслужване, удобство при монтажни работи, безопасност, ниски разходи за строителство и експлоатация, дълъг експлоатационен срок.

Всички части на въздушните електропроводни линии следва да се изберат и монтират по такъв начин, че да се постигне необходимата сигурност на работа при зададени климатични условия, работно напрежение, работен ток и евентуално натоварване при късо съединение. Необходимо е да се отчита и въздействието на атмосферни и комутационни пренапрежения върху тяхното нормално функциониране.

Това ръководство съдържа основата за изпълнението на тези изисквания. При това всички проекти и изпълнения на ВЕЛ трябва да бъдат съобразени с изискванията на стандарти, закони, наредби и други нормативни документи, посочени в глава ВРМ СрН 1–03.

В изложението са дадени указания, които могат да се ползват при проектиране, изграждане и проверки при промяна на условията на работа на ВЕЛ.

ВРМ СрН 1–05. Понятия

1. Въздушна електропроводна линия

Под **въздушна електропроводна линия СрН (ВЕЛ)** в настоящето ръководство се разбира електропроводна линия за пренос и разпределение на електрическа енергия посредством неизолирани проводници, разположени на открито и закрепени с помощта на изолатори и арматура към стълбове.

2. Изчислителни климатични условия

Въз основа на направените наблюдения на климатичните явления са определени параметрите на атмосферните условия, които са определящи за механичното

**Наръчник за строителство на въздушни
електропроводни мрежи средно напрежение**

Планиране на въздушни разпределителни мрежи (ВРМ СрН 1)

Влиза в сила

от

заменя

Част ВРМ СрН 1

оразмеряване на ВЕЛ. България е районирана на 6 климатични района, които отчитат действието на вятъра и залеждането на проводниците. При проектирането се вземат предвид и препоръките на експлоатационния персонал. Освен това се има предвид и така наречената климатична осигуреност, която отчита периодичността на повторение на максималните фактори по изчислителните климатични условия и за ВЕЛ 20 kV е 10 години. За такава повторемост (осигуреност) са приети изчислителните стойности на налягането на вятъра и дебелината на ледената обвивка, които са определящи при механичното оразмеряване на ВЕЛ.

В таблица 05-01 са дадени характеристиките на климатичните условия, които се имат предвид при проектиране на ВЕЛ.

Таблица 05-01

Клим. район	Дебелина на ледената обвивка, mm	Скорост на вятъра, m/s		Температура, °C			Плътност на леда, kg/m ³
		макс.	при	макс.	мин.	при	
			залежда- ване				
II	10	25	12,5	40	-30	-5	900
		30	15				
		35	17,5				
III	15	25	15	40	-30	-5	900
		30	15				
		35	17,5				
IV	20	25	15	40	-30	-5	900
		30	17,5				
		35	17,5				
			20				
I спец.	30	35	17,5 20	40	-30	-5	900
II спец.	40	35	17,5 20	40	-30	-5	700

За осигуреност 10 години се изисква да се приемат изчислителни скорости на вятъра не по-малки от 25 m/s. Например за условията IV и И спец. климатичен район в Е.ОН

**Наръчник за строителство на въздушни
електропроводни мрежи средно напрежение**

Планиране на въздушни разпределителни мрежи (ВРМ СрН 1)

Влиза в сила

от

заменя

Част ВРМ СрН 1

България е прието да се работи със скорости на вятъра 35/20 m/s . Това означава, че приетата изчислителна скорост на вятъра v_{\max} е 35 m/s, а при заледряване е $0,5 v_{\max}$, което в случая се закръглява на 20 m/s. Случаите, когато се налага да се коригират тези стойности, са посочени в Наредба №3 за УЕУЕЛ.

От горната таблица се вижда, че върху режима на работа на ВЕЛ и оттам върху изчислителните условия за механичното ѝ оразмеряване се приемат въздействията на следните основни фактори: температура на въздуха, залеद्याването на проводниците и действието на вятъра. Като се имат предвид тези фактори се вижда, че върху проводниците действат както товарът от собственото тегло, така и товарите от налягането на вятъра и теглото на леда. Тези товари могат да действат в различни съчетания в зависимост от климатичните условия.

Приема се, че натоварването на проводниците е статично и че товарите са разпределени равномерно по тяхната дължина.

При механичното изчисляване е прието да се работи с т. нар. линейни и относителни или специфични товари. Линейните товари представляват товари, отнесени към единица дължина [N / m], а относителните товари представляват товари, отнесени както за единица дължина, така и за единица напречно сечение [N / m.mm²].

Връзката между линейния товар **p** и относителния товар **g** е следната:

$$p = g \cdot s$$

където **s** е напречното сечение на проводника, mm².

Различните специфични натоварвания се определят по формулите дадени в табл. 05-02:

Таблица 05-02

ИЗЧИСЛИТЕЛНИ ФОРМУЛИ	ВИД НАТОВАРВАНЕ
$g_1 = \frac{G}{S}$	Собствено тегло на проводника
$g_2 = \frac{\pi \cdot b \cdot (b + D) \cdot \rho_{\text{л}} \cdot g_{\text{зл}} \cdot 10^{-3}}{S}$	Допълнителен товар от заледряване
$g_3 = g_1 + g_2$	Собствено тегло + товар от заледряване
$g_4 = \frac{\alpha \cdot C_x \cdot D \cdot V^2 \cdot 10^{-3}}{16 \cdot S}$	Хоризонтален допълнителен товар от вятър върху необледен проводник

Наръчник за строителство на въздушни електропроводни мрежи средно напрежение

Влиза в сила

от

заменя

Планиране на въздушни разпределителни мрежи (ВРМ СрН 1)

Част ВРМ СрН 1

$g_5 = \frac{\alpha \cdot C_x \cdot (D + 2 \cdot b) \cdot V^2 \cdot 10^{-3}}{16 \cdot S}$	Хоризонтален допълнителен товар от вятър върху обледен проводник
$g_6 = \sqrt{g_1^2 + g_4^2}$	Собствено тегло + допълнителен товар от вятър върху необледен проводник
$g_7 = \sqrt{g_3^2 + g_5^2}$	Собствено тегло + товар от заледряване + товар от вятър върху обледен проводник

където:

G –тегло на проводника за единица дължина, N/m (G = m.9,81)

b – дебелина на ледената стена върху проводника, mm

D– диаметър на проводника, mm

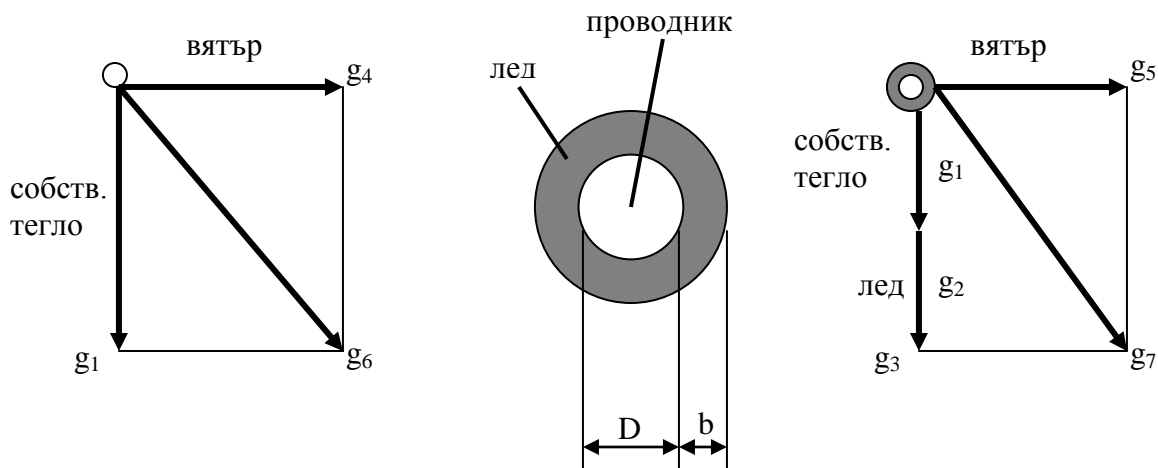
ρ_l –плътност на леда за дадения климатичен район, kg / m³

g_{3y} –земно ускорение, m.s²

α – коефициент за неравномерност на вятъра

C_x –коефициент на аеродинамичност

V– скорост на вятъра, m / s



Фиг. 04-01 Специфични натоварвания на проводниците.

За улеснение при проектирането в табличен вид са дадени всички стойности на специфичните натоварвания за различните типове и сечения на проводници в зависимост от климатичните условия.

**Наръчник за строителство на въздушни
електропроводни мрежи средно напрежение**

Планиране на въздушни разпределителни мрежи (ВРМ СрН 1)

Влиза в сила

от

заменя

Част ВРМ СрН 1

3. Режими на работа

При механичното оразмеряване на ВЕЛ се приемат различни комбинации на параметри на климатичните условия, които характеризират режимите на работа. Те биват:

- нормален режим - със следните съчетания:
 - максимална температура +40 °С без вятър и лед;
 - проводници, покрити с лед /-5 °С /, без вятър;
 - минимална температура -30 °С, без лед, без вятър;
 - средногодишна температура, максимална скорост на вятъра;
 - максимална изчислителна скорост на вятъра v_{max} и температура +15 °С;
 - проводници, покрити с лед /-5 °С /, и вятър при заледряване;
- аварийен режим на работа - със следните съчетания:
 - проводници, покрити с лед /-5 °С /, без вятър;
 - минимална температура -30 °С, без лед, без вятър;
 - средногодишна температура, без вятър, без лед;
- монтажен режим - със следните съчетания: температура -10 °С, налягане на вятъра 62,5 Ра на височина до 15 m от земята, без лед.

4. Трасе на ВЕЛ

Това е ивицата от терена, на която се изгражда въздушната електропроводна линия.

5. Стълбове:

Стълбовете се разделят на две основни групи, обусловени от изчислителните режими за тях: носещи и опъващи. В практиката се разглеждат следните типове стълбове, намиращи приложение във въздушните мрежи СрН:

- Носещи стълбове: монтират се в прави участъци от трасето на ВЕЛ. В нормален режим хоризонталната, съпосочна с оста на електропровода, сила е равна на нула защото проводниците се изтеглят за цяло опъвателно поле. При тях се използват стоящи или верижни изолятори. В първия случай стълбовете трябва да издържат 1500N натоварвания по оста на ВЕЛ, при което настъпва разкъсване на превръзките, счупване на изолятора, куката или стержена при по-старите изпълнения на окачване;
- Опъващи стълбове в права линия: монтират се в прави участъци на трасето (или при промяна на направлението не по-голяма от 5°), но за разлика от носещите поемат и надлъжните опъващи сили на проводниците от двете им страни по протежение на опъвателните полета. Служат за ограничаване на дължината на правите участъци от ВЕЛ. Намират приложение и в случаите когато не се допуска пресичания на съоръжения с носещи стълбове;
- Ъглови стълбове: монтират се на места, където има промяна на направлението на ВЕЛ и поема резултантната сила от опън на проводниците от двете му страни. Тези стълбове са от опъващ тип;

**Наръчник за строителство на въздушни
електропроводни мрежи средно напрежение**

Влиза в сила

от

заменя

Планиране на въздушни разпределителни мрежи (ВРМ СрН 1)

Част ВРМ СрН 1

- Крайни стълбове: монтират се в началото и края на ВЕЛ и поема цялата сила на проводниците само от едната му страна. Тези стълбове са също от опъващ тип.

б. Междустълбие:

Междустълбието е хоризонталното или наклонено разстояние между основите на два съседни стълба. По отношение на взаимното разположение на стълбовете, ограничаващи междустълбията, те биват:

- хоризонтални (l) – когато точките на окачване на проводниците имат еднаква топографска височина;
- наклонени (l_H) – когато има денивелация в точките на окачване.

При проектирането на ВЕЛ се разглеждат различни видове междустълбия, които са дадени по-долу. Предварително се дефинират и следните основни понятия: **провесна крива** – кривата на провисване на проводника в дадено междустълбие, **провес на проводника** - максималното вертикално разстояние между правата, свързваща точките на окачване на проводника, и неговата провесна крива, **габарит** – разстоянието от най-ниската точка на проводника до земята.

Видовете междустълбия, които се дефинират при механичното оразмеряване на ВЕЛ са:

- Габаритно междустълбие (l_G) – междустълбие, което се определя от нормирания габарит до земята от най-ниската точка на проводника при идеално равнинен терен;
- Изчислително междустълбие ($l_{из}$) – междустълбие, което се определя от нормирания габарит до земята от най-ниската точка на проводника при идеално равнинен терен. Приема се $l_{из} = l_G$;
- Ветрово междустълбие (l_B) – дължината на участъка от ВЕЛ, в който стълбът поема налягането на вятъра върху проводниците. То е равно на полусбора от дължините на междустълбията от двете страни на стълба;
- Теглово междустълбие (l_T) – дължината на участъка от линията, в който стълбът поема теглото на проводниците. То е равно на разстоянието между най-ниските точки на провесните криви, които минават през стълба, или още е равно на полусбора на съседните на стълба еквивалентни междустълбия;
- Критично междустълбие ($l_{кр}$) – дължина на междустълбие, за което напрежението на проводника има еднаква максимална стойност както при режима на минимална температура, така и при режима на заледряване;
- За междустълбия по-малки от критичното, меродавен е режимът на минимална температура, а за междустълбия, по-големи от критичното, по-опасен е режимът на максимален товар;
- Допустимо електрическо междустълбие ($l_{ел}$) – междустълбие, за който провесът на проводниците е такъв, че доближаването им се изравнява с допустимата въздушна междина. Тази междина за ВЕЛ 20кV е 0,15 m по работно напрежение, 0,23 m по комутационни напрежения и 0,33 m по атмосферни пренапрежения;
- Приведено междустълбие ($l_{пр}$) – средногеометрична стойност от дължините на отделните междустълбия в едно опъвателно поле;

Наръчник за строителство на въздушни електропроводни мрежи средно напрежение

Планиране на въздушни разпределителни мрежи (ВРМ СрН 1)

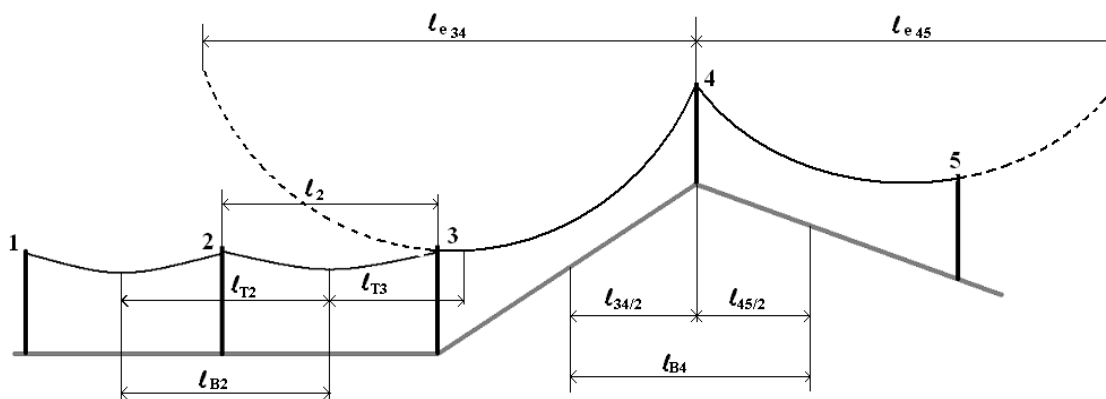
Влиза в сила

от

заменя

Част ВРМ СрН 1

- Виртуално междустълбие ($l_{\text{вирт}}$) – междустълбие, при което в точките на окачване на проводника се получава максимално напрежение според дадения максимален товар. Практически в точките на окачване може да се приеме 10% по-голямо напрежение. Всички тези междустълбия се вземат предвид при начертаването на шаблоните с различните криви, които служат за разпределение на стълбовете и за проверките, които се налагат при механичното оразмеряване на ВЕЛ. Те се ползват и при избора на елементи на ВЕЛ като например типовите стълбове за ВЕЛ се изчисляват за вертикални и напречно-хоризонтални сили, които съответстват на габаритното междустълбие.
- Фигура 05-02 дава графична представа за някои от видовете междустълбия. В нея с вертикалните отсечки с номера от 1 до 5 са обозначени стълбове, които са разположени по начупената линия, която е приблизителната графика на вертикалния разрез на примерното трасе.



Фиг. 05-02 Видове междустълбия.

7. Фундамент:

Чрез него стълбът се закрепва към земята и се създава устойчивост срещу преобръщане, потъване или изтръгване. Има за задача да поема силите от стълба и да ги предава на терена, същевременно да запази стълба от критични движения на терена.

8. Изолатори:

Осигуряват необходимото изолационно ниво между проводниците и земята. Биват стоящи, които се използват само при носещите стълбове, и висящи. Висящите от своя страна са верижни или прътовидни.

9. Конзоли:

Това са елементи от ВЕЛ, към които се закрепват проводниците посредством арматура и изолатори. Чрез тях се осигуряват необходимите разстояния между проводниците, между проводниците и стълба.

10. Арматури:

Служат за механично закрепване и свързване на елементите на ВЕЛ. Биват елементи, които са в непосредствен контакт с проводниците и са за окачването и свързването им към стълба или към конзолите, принадлежности за съединяване на изолаторните вериги и др.

11. Други понятия:

- Опъвателно поле: частта от ВЕЛ, намираща се между два поредни опъвателни стълба. Напрежението на опън на проводниците се регулира за това поле без това да се прави за междуствълбията, които са в рамките на това поле;
- Окачено поле: частта от ВЕЛ между две съседни опорни точки;
- Кръстосано поле: частта от въздушната електропроводна линия между две съседни опорни точки, която преминава кръстосващо под или над някакво съоръжение;
- Полезен опън: допустимата сила, приложена хоризонтално на върха на стълба, без приведената към върха на стълба сила на вятъра;
- Заземления: сумата от всички средства и мерки за достатъчно проводимо съединение към земя;
- Заземител: проводник, който е вкопан в терена и е свързан проводимо към земята или проводник, който е вкопан в бетон с достатъчно голяма контактна към земя повърхност;
- Заземителен проводник: проводник, който свързва заземяваните елементи със заземителя.

ВРМ СрН 1-06. Изграждане – основни положения

За въздушните електропроводни линии, които се изграждат, са характерни следните особености:

Номинално напрежение: 20 кV.

Могат да се срещат отделни случаи на съществуващи ВЕЛ за напрежения 6 и 10 кV. В настоящата наръчник се разглеждат ВЕЛ на номинално напрежение 20 кV.

Структурни части на въздушната електропроводна мрежа:

В практиката могат да се обособят следните основни форми на ВЕЛ:

- гръбнак: част от ВЕЛ (обикновено това е най-дългата част и с най-голямо сечение на проводниците), която е между две подстанции, между подстанцията и възлова станция, между подстанцията и разделна точка;
- пръстен: ВЕЛ, която започва от един извод и завършва в друг извод на една и съща подстанция. В практиката пръстенът е разкъсан с разделна точка в междинна точка на пръстена;
- отклонение: част от ВЕЛ, която е отклонение от гръбнак или пръстен и има възможност да бъде изключван в началото си;

**Наръчник за строителство на въздушни
електропроводни мрежи средно напрежение**

Планиране на въздушни разпределителни мрежи (ВРМ СрН 1)

Влиза в сила

от

заменя

Част ВРМ СрН 1

- разклонение: като предния случай, но без възможност за изключване в началото си.

Проводник:

Съгласно каталога за минимизация на разнообразието на използваните съоръжения, машини, апарати и материали в ЕНЕРГО-ПРО Мрежи АД проводниците, които са приети да се ползват при изграждането на ВЕЛ, са стоманоалуминиеви тип АС с две сечения: 50 и 95 mm².

Те се оразмеряват с физико-механичните им характеристики, определени от производителя, експериментални изследвания или осреднени физико-механични характеристики, посочени в таблица 06-01.

Таблица 06-01

Тип и сечение на проводниците	Специфичен товар от собствена маса, (g1).10-3, N/m.mm2	Модул на линейна деформация E.103, МПа	Температурен коефициент на линейно разширение α.10-6, 1/°C	Напрежение на скъсване на цялото сечение, ср, МПа
АС16÷ 95	34,7	82,5	19,2	250

Допустими механични напрежения на проводниците:

По механични показатели проводниците се оразмеряват за следните изчислителни съчетания:

- максимално натоварване
- минимална температура
- средногодишна температура

Най-големите допустими напрежения в проводниците по първото условие се изчисляват с посочените в таблица 06-02 процентни стойности от напрежението на скъсване на цялото сечение, дадени в по-предната таблица.

Таблица 06-02

Тип и сечение на проводниците	Най-голямо допустимо напрежение, %		
	При максимално натоварване	При минимална температура	При средногодишна температура
Стоманоалуминиеви АС35÷ 95	40	40	30

Нормираните максимално допустими напрежения се отнасят за най-ниската точка на провесната крива. В по-висока точка на окачване, за използваните при нас проводници, не се разрешава надвишение с повече от 10% на действителните напрежения от посочените в таблицата. Направени са изследвания със съответни разчети, които показват, че изграждането на ВЕЛ 20 kV в силно пресечени и с голяма денивелация терени трябва да става с проводник АС 95 дори в случаите когато за пренасяните електрически товари е достатъчно да се ползва проводник АС 50.

Защита на птиците:

При планиране, изграждане, реконструкция и модернизация на въздушните проводни за СрН е необходимо да се вземат мерки за защита на птиците. Необходимостта и местата, където следва да се монтират устройства за защита на птиците следва предварително да бъдат съгласувани със съответните органи и организации, имащи отношение към това.

Опорни точки:

Опъващите стълбове се явяват опорни точки за монтаж на проводниците. Имат предназначение да създават стабилни места в електропровода, които да възпрепятстват разпространението на повредите по ВЕЛ.

Стълбове:

Съгласно каталога за минимизация на разнообразието на използваните съоръжения, машини, апарати и материали в ЕНЕРГО-ПРО Мрежи АД, за ВЕЛ могат да се ползват следните типове стълбове: НЦГ 951, НЦ Г 952, НМГ 951, НМГ 952, ЪМ₂₀ 951, ЪМ₂₀ 952, ЪМ₆₀ 951, ЪМ₆₀ 952, ЪМ₉₀ 951, ЪМ₉₀ 952. Първите четири вида са носещи. От тях първите два вида са железобетонни, центрофугални и се използват като носещи и са за двете приети сечения за една или две тройки. Останалите видове са стоманорешетъчни и приложението им е дадено по-долу. Стълбовете тип ЪМ са ъглови като цифрите долен индекс показват ъгъла, до който може да се ползва съответният стълб. Цифрите 951 и 952 показват максималното сечение (95 mm²) на проводника, който може да се окачва на съответния стълб и броя (1 или 2) на трипроводните линии, за които е оразмерен стълбът. При необходимост могат да се ползват стоманорешетъчни стълбове с удължения от 2, 4, 6 и 8 метра.

Имайки предвид минимизацията на използваните проводници и стълбове за ВЕЛ 20 kV в ЕНЕРГО-ПРО Мрежи АД и следствията от унификацията на типовите стълбове от периода 1970-1980 г., като опъвателни стълбове в права линия могат да се ползват стълбове ЪМ₂₀ 951 за ВЕЛ на една тройка и ЪМ₂₀ 952 – за ВЕЛ на две тройки.

В таблица 06-03 са посочени случаите на използване на стоманорешетъчните стълбове 20 kV.

**Наръчник за строителство на въздушни
електропроводни мрежи средно напрежение**

Планиране на въздушни разпределителни мрежи (ВРМ СрН 1)

Влиза в сила

от

заменя

Част ВРМ СрН 1

Таблица 06-03

Тип на стълбовете	Употребяват се за :
За една тройка	
НМГ 951	Носещи за АС 50 и АС 95
ЪМ ₂₀ 951	Опъвачи за АС 50 и АС 95 ; Ъглови : 20° за АС 50 и АС 95 40° и 60° за АС 50; Крайни за АС 50
ЪМ ₆₀ 951 /КМ 951/	Ъглови : 40° и 60° за АС 95; 90° за АС 50; Крайни за АС 95
ЪМ ₉₀ 951	Ъглови за АС 95
За две тройки	
НМГ 952	Носещи за 2хАС 50 и 2хАС 95
ЪМ ₂₀ 952	Опъвачи за 2хАС 50 и 2хАС 95; Ъглови : 20° за 2хАС 50 и 2хАС 95
ЪМ ₆₀ 952	Ъглови : 40° за 2хАС 50 и 2хАС 95; 60° за 2хАС 50 и 2хАС 95; Крайни за 2хАС 50 и 2хАС 95
ЪМ ₉₀ 952	Ъглови : 90° за 2хАС 50 и 2хАС 95

Препоръчва се да се използват стълбове само за проводници АС 95 независимо, че в проекта може да се залага използване на проводник АС 50. Това ще позволи лесна подмяна на проводника в бъдещ период от време.

Изолация

За ВЕЛ СрН се използват порцеланови (стоящи), стъклени (висящи) и композитни (стоящи и висящи) изолатори. Най-малките електрически напрежения, които издържат изолаторите на надморска височина до 1000 m на ВЕЛ 20 kV с изолирана или неефективно заземена неутрала, са както следва:

- Номинално напрежение 20 kV
- Импулсно напрежение със стандартна вълна 125 kV
- Напрежение с промишлена честота под дъжд 50 kV

Необходимото ниво на изолация при стъклените изолатори се постига като те се сглобяват във вид на верига. За ВЕЛ 20 kV като носеща изолаторна верига се използват 2

**Наръчник за строителство на въздушни
електропроводни мрежи средно напрежение**

Планиране на въздушни разпределителни мрежи (ВРМ СрН 1)

Влиза в сила

от

заменя

Част ВРМ СрН 1

броя елементи, а за опъвателна верига се използват 3 елемента. Допълнително при надморска височина над 1000 m се добавя още един елемент.

Коефициентът на сигурност на изолаторните елементи е отношението на разрушаващото механично натоварване на стоящите изолатори или гарантираното електромеханично натоварване на висящите изолатори, към натоварването на изолаторите в експлоатационни условия. Коефициента на сигурност за стоящи изолатори трябва да бъде:

- 2 – при нормален режим, проводници покрити с лед при температура $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$, без вятър или при минимална температура $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$, без лед, без вятър
- 3,5 – при средногодишна температура, проводници без лед, без вятър.

Коефициентът на сигурност за висящи изолатори трябва да бъде:

- 2,7 – при нормален режим, проводници покрити с лед при температура $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ и изчислително налягане на вятъра $0,25Q_{\max}$, но не по-малко от 140 Pa или при минимална температура от $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$,
където Q_{\max} е максималното изчислително налягане на вятъра
- 5 – при средногодишна температура, проводници без лед, без вятър.
- 1,8 – при ВЕЛ в аварийен режим.

Мачтови трансформаторни постове (МТП)

Мачтовите трансформаторни постове се монтират на стълбове тип ТМ₆₀ 951 когато са крайни или на съществуващ стоманорешетъчен стълб когато той позволява монтирането на елементите на МТП.

Типовата разработка на МТП е за краен стълб за трансформатор с мощност 250 kVA.

В практиката започнаха да се ползват и разработки за мощност 400 kVA. Разликата в конструкциите е, че във втория случай кошът е с по-големи размери и по-надеждна конструкция, която се укрепва с допълнителни опори към стълба.

При вариант с МТП, монтиран на стълб в оста на съществуваща ВЕЛ, преобладават МТП с трансформатори с малка мощност.

Повече информация за МТП може да се получи от част.....

Кабелно отклонение от ВЕЛ

Отклоненията с кабел СрН от ВЕЛ става от стоманорешетъчни стълбове като на стълба се монтират подходящи разединители тип РОМЗк и вентилни отводи, за които може да се получи повече информация от част.....

Други случаи на монтиране на съоръжения на стълбове от ВЕЛ.

Може да има варианти с монтиране на стълб от ВЕЛ на мощностен разединител, на реклозер (прекъсвач за монтаж на открито), управляеми разединители. Това може да става по гръбнака на ВЕЛ, в началото на отклонения от ВЕЛ и на специфични места, свързани с по-доброто обслужване на ВЕЛ.

Наръчник за строителство на въздушни електропроводни мрежи средно напрежение

Планиране на въздушни разпределителни мрежи (ВРМ СрН 1)

Влиза в сила

от

заменя

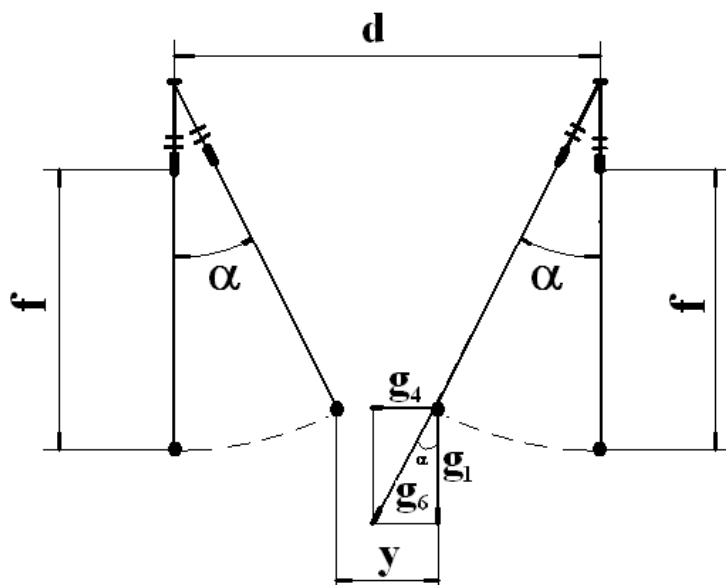
Част ВРМ СрН 1

ВРМ СрН 1– 07. Минимални вътрешни разстояния

Начинът на разполагане на проводниците върху стълбове на ВЕЛ не се ограничава. Разстоянията между проводниците на ВЕЛ се определят за провеси при габаритно междустълбие съобразно допустимите изолационни разстояния между тях в междустълбията и допустимите сближения между тоководещите части и елементите на стълба. Когато междустълбието е по-голямо от габаритното, се прави допълнителна проверка за разстоянията между проводниците.

1. Минимални разстояния между проводниците.

Най-малкото разстояние по въздух между хоризонтално разположени на стълб проводници при сближаването им в средата на междустълбието поради асинхронно люлеене и отклоняването им един към друг зависи от ъгъла на отклонение на проводниците. Изчислителната величина на този ъгъл зависи от специфичния товар от собствената маса на проводника, напречното сечение на проводника, площта на диаметралното сечение по цялата дължина на проводника и от начина на окачване на проводника.



Фиг. 07-01

Ъгълът на отклонение на проводниците α (фиг.07-01) при максимална скорост на вятъра и температура +15 °С се изчислява по формулата:

$$\alpha = \arctg \frac{g_4}{g_1}$$

където:

Наръчник за строителство на въздушни електропроводни мрежи средно напрежение

Планиране на въздушни разпределителни мрежи (ВРМ СрН 1)

Влиза в сила

от

заменя

Част ВРМ СрН 1

g_1 – специфичен товар от собствената маса на проводника
като за АС от 16 до 95 mm² $g_1 = 34,7 \cdot 10^{-3} \text{ N / m.mm}^2$

g_4 – специфичен товар от вятър върху незалежен проводник

g_6 – резултантен специфичен товар

u – минимално разстояние между проводниците при асинхронното им люлеене, m

f – максимален провес на проводниците, m

$$g_4 = \frac{p_4}{s}, \text{ N / m.mm}^2,$$

където:

s – цялото напречно сечение на проводника, mm²

p_4 – линеен товар от вятъра върху незалежен проводник

$$p_4 = F \frac{D}{A}, \text{ N / m},$$

където:

F – изчислителна сила на вятъра, N

D – външния диаметър на проводника, m

A – площта на диаметралното сечение по дължината на проводника, m²

Най-малките разстояния между точките на окачване на проводниците на стълба за ВЕЛ 20 kV се определят от формулите:

- за проводници, разположени произволно един над друг:

$$d = 0,85\sqrt{f + \lambda} + \frac{U}{150}, \text{ m}$$

- за проводници, разположени в равностранен или равнобедрен триъгълник:

$$d = 0,7\sqrt{f + \lambda} + \frac{U}{150}, \text{ m}$$

- за проводници, разположени хоризонтално:

$$d = 0,65\sqrt{f + \lambda} + \frac{U}{150}, \text{ m},$$

където:

d - разстоянието между точките на окачването на проводниците, m;

f - провес на проводника при температура +15 °С, без вятър, m;

U - номиналното напрежение на ВЕЛ, kV;

λ - дължината на носещата изолаторната верига, m (при стоящи изолатори и опъвателни изолаторни вериги се приема $\lambda = 0$).

Най-малките допустими изолационни разстояния по въздуха между фазите на ВЕЛ за СрН са както следва:

- При атмосферни пренапрежения $u \geq 0,33 \text{ m}$

**Наръчник за строителство на въздушни
електропроводни мрежи средно напрежение**

Влиза в сила

от

заменя

Планиране на въздушни разпределителни мрежи (ВРМ СрН 1)

Част ВРМ СрН 1

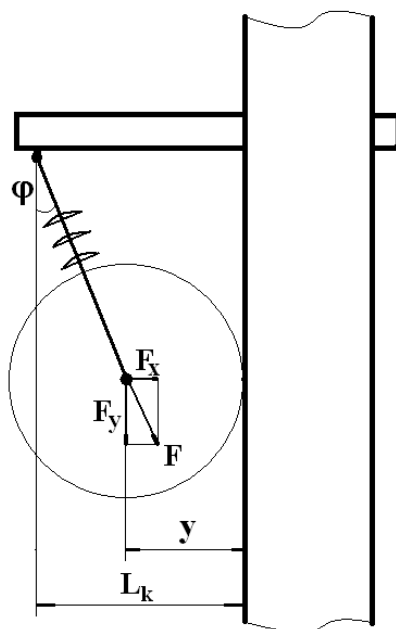
- При комутационни пренапрежения $y \geq 0,23 \text{ m}$
- При работно напрежение $y \geq 0,15 \text{ m}$.

Посочените най-малки изолационни разстояния при работно напрежение се спазват в средата на междустълбието. Разстоянията между фазовите проводници се определят по модел в специална инструкция.

2. Минимални разстояния между проводниците и заземените части на стълба
Електропроводите със стоящи изолятори са с неподвижна точка на окачване на проводника и разстоянието между проводника и стълба не се изменя. Това разстояние се нормира от условията за електрически пробив от атмосферни пренапрежения.

Минималното разстояние между проводниците, монтирани на висящи изолятори, и стълба се определя с оглед на атмосферните пренапрежения, комутационните пренапрежения и номиналното напрежение. Това разстояние трябва да се осигурява и при отклонение на изолаторната верига от налягането на вятъра. При носещи стълбове с носещи изолаторни вериги точката на окачване на проводника изменя положението си под действие на вятъра и проводника се доближава до заземените части на стълба (фиг. 07-02).

Затова при определянето на разстоянието между проводниците и стълба на даден електропровод меродавни са носещите стълбове. За опъвателните стълбове тези разстояния са по-малки, но се приемат същите, като при носещите, за да бъдат проводниците успоредни помежду си в нормален режим на работа на ВЕЛ.



Фиг. 07-02 Разстояние между проводник и заземени части на стълба

ϕ – максимален ъгъл на отклонение на носещия изолатор

L_k – дължина на конзолата, m

y – минимално разстояние на проводника до заземени части на стълба, m

F_x – усилие, породено от налягането на вятъра върху проводника от междустълбието

F_y – усилие от собственото тегло на проводника от междустълбието

Налягането на вятъра върху самия изолатор и собственото му тегло се пренебрегват при изчисленията поради малката им относителна стойност.

Най-малките допустими изолационни разстояния по въздуха между тоководещи и заземени части ВЕЛ за СрН са както следва:

- При атмосферни пренапрежения
 - за стоящи изолатори 0,25 m
 - за висящи изолатори 0,35 m
- При комутационни пренапрежения 0,15 m
- При работно напрежение 0,07 m

ВРМ СрН 1– 08. Минимални външни разстояния

Външни минимални разстояния – това са допустими разстояния от елементи на ВЕЛ до различни елементи на инфраструктурата.

Могат да се разделят на две основни групи : в случаи на преминаване на ВЕЛ през ненаселени местности и в случаи на преминаване през населени местности. Освен това се подразделят на вертикални разстояния и хоризонтални.

Вертикалното разстояние се определя при максимален провес на проводниците, без да се взема под внимание нагряването им от електрическият ток при двата режима - максимална температура на въздуха + 40 °С или при лед без вятър и температура - 5 °С.

1. Преминаване през ненаселени местности

1.1. Вертикални разстояния

Най-малкото допустимо вертикално разстояние от проводниците на ВЕЛ 20kV до повърхността на земята за ненаселена местност при нормален режим е 6 m. За труднодостъпни местности е 5 m, за недостъпни – 3 m.

1.2. Хоризонтални разстояния

Минималните хоризонтални разстояния от ВЕЛ 20 kV до сгради, съоръжения и насаждения, съответстват на сервитутните зони, определени от Наредба № 16 от 2004 г. за сервитутите на енергийните обекти (ДВ, бр. 88 от 2004 г.), които са както следва:

- При трасе през населени места и селищни образувания: хоризонталното разстояние между крайните неотклонени проводници плюс 4 m, по 2 m от двете страни.
- При трасе през паркове, зелени зони и др. ценни насаждения: хоризонталното разстояние между крайните неотклонени проводници плюс 2 m, по 1 m от двете страни.
- При трасе в земеделски земи: общо 7,5 m, в т.ч. спрямо оста на електропровода - 5 m от страната, избрана за обслужване, и 2,5 m от другата страна.
- При трасе в земи от горския фонд, просеки с широчина:
 - при едностранно обслужване на ВЕЛ: общо 7,5 m, в т.ч. спрямо оста на електропровода - 5 m от страната, избрана за обслужване, и 2,5 m от другата страна;
 - при двустранно обслужване на ВЕЛ: хоризонталното разстояние между крайните неотклонени проводници, плюс 6 m, по 3 m от двете страни, но общо не повече от 10 m.

2. Преминаване през населени места

При преминаване на ВЕЛ в населени места ъгълът на пресичане с улици и пътища не се ограничава.

При преминаване на ВЕЛ по улиците се разрешава разполагане на проводниците над пътното платно.

Проводниците на ВЕЛ в населени места се окачват към изолаторните вериги с глухи клеми. При използване на стоящи изолатори окачването е двойно.

В местата на пресичане на ВЕЛ с улици, пешеходни пътеки и др. разстоянието по вертикала от проводниците на ВЕЛ със сечение по-малко от 185 mm² до повърхността на земята се проверява при скъсване на проводник в съседно междустълбие при средногодишна температура, без вятър и без вземане под внимание нагряването от електрическият ток.

2.1. Вертикални разстояния

Най-малките разстояния от проводниците на ВЕЛ до повърхността на земята, здания, съоръжения в урбанизирана територия (населени места и селищни образувания) са следните:

- в нормален режим
 - до повърхността на земята - 7 m
 - до здания или съоръжения - 3 m.
 - при скъсване на проводник в съседно междустълбие до земната повърхност -4,5 m.
- Допуска се преминаването на ВЕЛ с напрежение 20 kV над промишлени сгради с негорими покриви. Разстоянията са като горните. При това металните покриви, над които преминават, следва да се заземяват.

2.2. Хоризонтални разстояния

Най-малките хоризонтални разстояния от крайните проводници на ВЕЛ 20 kV при най-голямото им отклонение до най-близки части на сгради и съоръжения се определят в съответствие с размерите на сервитутните зони, съгласно Наредба № 16 за сервитутите на енергийните обекти са 2 m. Следва да се обърне внимание на факта, че сервитутът е 2 m при неотклонен проводник, докато горното разстояние е при най-голямото отклонение на крайния проводник на ВЕЛ.

Приближаването на ВЕЛ до сгради и съоръжения с взриво- и пожароопасни помещения и инсталации, а също и до взриво- и пожароопасни съоръжения се изпълняват в съответствие със специални наредби, технически условия и правила, съгласувани със службата за пожарна и аварийна безопасност и ведомството, под чието разпореждане са съоръженията. Ако няма други предписания от съгласуващите органи, оста на трасето на ВЕЛ преминава от обектите на разстояние най-малко един и половина пъти височината на стълба.

3. Взаимно пресичане и сближаване на ВЕЛ

Проводниците на ВЕЛ с по-високо напрежение се разполагат над проводниците на ВЕЛ с по-ниско напрежение. Изключения се допускат само след съгласуване с експлоатационното предприятие.

В междустълбията на пресичане проводниците на пресичащата ВЕЛ се окачват с глухи клеми.

Мястото на пресичане се избира по-близко до стълба на преминаващата отгоре (пресичащата) ВЕЛ.

3.1. При пресичане се спазват следните най-малки хоризонтални разстояния :

- от стълб на пресичаща ВЕЛ до максимално отклонения проводник от вятър на преминаваща отдолу (пресичаната) ВЕЛ - 6 m;

**Наръчник за строителство на въздушни
електропроводни мрежи средно напрежение**

Влиза в сила

от

заменя

Планиране на въздушни разпределителни мрежи (ВРМ СрН 1)

Част ВРМ СрН 1

- от стълб на пресичана ВЕЛ до проводник на пресичаща ВЕЛ с напрежение до 400 kV - 5 m.

Най-малките разстояния между проводниците са дадени в таблица 08-01.

Таблица 08-01

Дължина на междустълбието на пресичаща ВЕЛ, m	Най-малко разстояние от мястото на пресичане до най-близкия стълб на ВЕЛ, m					
	30	50	70	100	120	150
За пресичане на ВЕЛ 400 kV с ВЕЛ за по-нис ки напрежения до 200 m	5,0	5,0	5,0	5,5	-	-
300 m	5,0	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
450 m	5,0	5,5	6,0	7,0	7,5	8,0
За пресичане на ВЕЛ 110 kV с ВЕЛ за по-нис ки напрежения до 200 m	4,0	4,0	4,0	4,0	-	-
300 m	4,0	4,0	4,0	4,5	5,0	5,5
450 m	4,0	4,0	5,0	6,0	6,5	7,0
За пресичане на ВЕЛ 110 kV с ВЕЛ за по-нис ки напрежения до 100 m	2,0	2,0	-	-	-	-
150 m	2,0	2,5	2,5	-	-	-

3.2. При успоредни ВЕЛ се спазват следните най-малки хоризонтални разстояния (таблица 08-02):

Таблица 08-02

**Наръчник за строителство на въздушни
електропроводни мрежи средно напрежение**
Планиране на въздушни разпределителни мрежи (ВРМ СрН 1)

Влиза в сила
от
заменя
Част ВРМ СрН 1

Наименование на участъка	Най-малки хоризонтални разстояния между успоредни ВЕЛ, m, при напрежение на ВЕЛ, kV			
	20	110	220	400
Участъци със стеснено трасе и подходи пред подстанции:				
а) между крайни фази при неотклонено положение	2,5	5,0	7,0	13
б) от отклонен проводник до стълба на съседната ВЕЛ	2	4	6	9
Участък с нестеснено трасе между осите на ВЕЛ	височина на най-високия стълб*			

* При сближаване на ВЕЛ 400 kV с по-ниски напрежения се приема височината на по-високия стълб, но не по-малко от 40 m.

4. Пресичане и сближаване на ВЕЛ със съобщителни и сигнални линии

Проводниците на ВЕЛ се разполагат над проводниците на съобщителните и сигналните линии.

В междустълбията на пресичане проводниците на ВЕЛ с висящи изолатори се окачват единично с глухи клеми, а при стоящи изолатори - с двойно окачване (с два изолатора) върху подходящо оразмерени носещи или опъвателни стълбове.

Мястото на пресичане се избира възможно най-близкото до стълба на ВЕЛ при хоризонтално разстояние от стълбовете на ВЕЛ до проводниците на съобщителната линия най-малко 7 m, а от стълба на съобщителната линия до проводници на ВЕЛ - 10 m.

Допустимите вертикални разстояния са дадени в таблица 08-03.

Таблица 08-03

Напрежение на ВЕЛ, kV	Вертикално разстояние, m	
	при нормален режим	при аварийен режим

**Наръчник за строителство на въздушни
електропроводни мрежи средно напрежение**
Планиране на въздушни разпределителни мрежи (ВРМ СрН 1)

Влиза в сила
от
заменя
Част ВРМ СрН 1

	при ВЕЛ с мълниезащитни устройства	при ВЕЛ без мълниезащитни устройства	
20	3	4	1

Допуска се разполагането на стълбове на съобщителни и сигнални линии под проводниците на пресичаща ВЕЛ, ако най-малкото вертикално разстояние от проводниците на ВЕЛ до върха на стълба на съобщителните или сигналните линии е равно на посоченото в горната таблица при нормален режим, увеличено с 4 m.

5. Най-малки разстояния от съобщителни и сигнални кабели до заземителя или фундамента на най-близкия стълб на ВЕЛ – дадени са в таблица 08-04.

Таблица 08-04

Специфично електрическо съпротивление на почвата ρ , $\Omega \cdot m$	Най-малко разстояние, m при ВЕЛ 20kV
до 100	$0,83 \cdot \sqrt{\rho}$
от 100 до 500	25
от 500 до 1000	35
над 1000	$0,35 \cdot \sqrt{\rho}$

При къси участъци на сближение, когато опасното и смущаващото влияние на ВЕЛ върху съобщителните линии е под предписаните стойности, хоризонталното разстояние между проводниците на ВЕЛ при най-голямото им отклонение от действието на вятъра и проводниците на съобщителните и сигналните линии е най-малко 2m.

6. Пресичане и сближаване на ВЕЛ с жп линии

Най-малкият ъгъл на пресичане на ВЕЛ с жп линии за общо ползване е 40° . По възможност пресичанията се правят под ъгъл близък до 90° .

При сближаване на ВЕЛ с жп линии разстоянието от основата на стълба на ВЕЛ до строителния габарит на неелектрифицирани жп линии или до оста на стълбове на контактната мрежа на електрифицираните жп линии е най-малко: височината на стълба плюс 3 m, а на участъци със стеснено трасе - 3 m.

**Наръчник за строителство на въздушни
електропроводни мрежи средно напрежение**

Планиране на въздушни разпределителни мрежи (ВРМ СрН 1)

Влиза в сила

от

заменя

Част ВРМ СрН 1

При пресичане на жп линии стълбът на ВЕЛ се поставя най-малко на 4 m до външния ръб на канавка, горния ръб на изкоп, долния ръб на насип и най-малко на 9 m от близката релса.

В районите на гари с електрифицирани или подлежащи на електрификация жп линии изграждането на нови ВЕЛ се забранява.

Отклонения от изискванията на преходните алинеи се допускат със специално разрешение на управлението на железниците.

Най-малките разстояния при пресичане и сближаване на ВЕЛ с жп линии са посочени в таблица 08-05.

Таблица 08-05

Наименование на пресичането или сближаването	Най-малки разстояния, m
При пресичане на неелектрифицирани жп линии от проводника до главата на релсата при нормален режим на ВЕЛ:	
а) нормална жп линия за общо и необщо ползване и теснолинейна линия за общо ползване	7,5
б) теснолинейна линия за необщо ползване	6,0
От проводника до главата на релсата при скъсан проводник на ВЕЛ в съседното междустълбие:	
а) нормални жп линии	6,0
б) теснолинейни жп линии	4,5
За електрифицирани и подлежащи на електрифициране жп линии:	
а) от проводниците на ВЕЛ до най-високия проводник или носещото въже на контактната мрежа	както при взаимно пресичане на ВЕЛ
б) от проводниците на ВЕЛ до главата на релсата на подлежащи на електрифициране жп линии извън района на гарите	10,0

При пресичане на жп линии, успоредно на които са разположени линии за съобщения и сигнализация, се отчитат изискванията за отстояния от сигнални линии.

Всички пресичания и сближавания на ВЕЛ с жп линии се съгласуват с компетентните органи по железопътния транспорт.

7. Пресичане и сближаване на ВЕЛ с пътища

7.1. Видове пътища.

Автомобилните са специално изградени и означени пътища за движение само на моторни превозни средства с високи скорости и притежават следните характеристики:

- самостоятелни платна за движение във всяка посока с разделителна ивица между тях, като всяко платно е с най-малко две ленти за движение и със специална лента за аварийно спиране;
- пресичане с други пътища, улици, жп и трамвайни линии само на различни нива;
- вливане и отливане на движението само на определени места;
- пълна липса на директни връзки към съседните прилежащи територии.

Пътищата I клас са предназначени за осъществяване на транзитно движение на големи разстояния (предимно от граница до граница) и имат следните характеристики:

- съвпадат с направленията на основните транзитни потоци или директно свързват отдалечени важни административно-стопански региони в страната;
- обслужват големи прилежащи територии;
- имат връзки с пътища към прилежащите територии само на определени места.

Пътищата II клас са предназначени за транзитно движение на средни разстояния. Те изпълняват разпределителни функции в транспортната система, като уплътняват мрежата от първокласни пътища, осигуряват оптимални маршрути на транзитното движение към отделни региони в страната и имат следните характеристики:

- свързват два и повече първокласни пътища, като осигуряват маршрути за прехвърляне на транзитно движение от едно направление на друго;
- свързват две и повече области или важни административно-стопански райони в тях;
- осигуряват транспортни връзки със съседни държави, когато няма път от по-висок клас.

Пътища III клас са всички останали републикански пътища. Те уплътняват държавната пътна мрежа и служат за разпределяне на движението във вътрешността на територии, прилежащи към пътищата от по-висок клас, или осигуряват връзка между отделните общини.

7.2, Пресичане и сближаване

При пресичане на автомагистрали и пътища I клас стълбовете на ВЕЛ, ограничаващи междустълбието на пресичането, са от опъвателен тип.

При пресичане на пътища II и III клас стълбовете, ограничаващи междустълбието на пресичането, са опъвателни с облекчена конструкция или носещи за глухи клеми.

При пресичане на местни пътища са в сила изискванията за преминаване през населена местност.

Най-малките допустими разстояния при пресичане и сближаване на ВЕЛ с пътища са дадени в таблица 08-06.

Таблица 08-06

**Наръчник за строителство на въздушни
електропроводни мрежи средно напрежение**

Планиране на въздушни разпределителни мрежи (ВРМ СрН 1)

Влиза в сила

от

заменя

Част ВРМ СрН 1

Наименование	Най-малки разстояния, m
Вертикални разстояния	
От най-нисък проводник до пътното платно:	
а) при нормален режим	7,6
б) при скъсан проводник в съседното междустълбие	5,0
Хоризонтални разстояния	
а) от основата на стълба до ръба на земното платно (банкета) на пътя или оградата на автомагистрала:	
— за автомагистрала и пътища I клас	10,0
— за пътища II и III клас и местни пътища	7,0
б) при успоредно преминаване от най-близкия проводник при неотклонено положение до ръба на земното платно (банкета) на пътя или оградата на автомагистрала	2,0

Специфични изисквания има и за случаите на преминаване на ВЕЛ по мостове, по язовирни стени и диги. Подобно е положението и при пресичане и сближаване на ВЕЛ с надземни тръбопроводи и въжени линии, с подземни тръбопроводи, сближаване с водоохладители, с взриво- и пожароопасни съображения, с петролни и газови факли, с летища. Тези случаи се срещат по-рядко в практиката и затова не са разгледани тук. Тези изисквания са подробно посочени в Наредба №3 за УЕУЕЛ и трябва да се имат предвид при проектиране когато се среща подобна ситуация. Също там са посочени и случаите, при които е необходимо и предварително съгласуване с компетентните органи.

ВРМ СрН 1–09. Пълзене на проводника

При проектирането на ВЕЛ се поставят следните основни изисквания:

- Напрежението на опън в проводниците при различни работни режими да е по-малко от предписаната му допустима стойност;
- При изменения на атмосферните условия да не се нарушават предписаните разстояния от проводниците до съоръженията и земята.

За да се спазят тези изисквания проводникът трябва да се натегне при монтажа му с точно определена сила, която предизвиква в проводника монтажно напрежение. На това напрежение съответства точно определен монтажнен провес на проводника.

Само точните механични изчисления и прецизният монтаж не са достатъчни за запазване на основните параметри на ВЕЛ по време на експлоатацията му.

Затова се взема предвид явлението пълзене на проводниците. Това явление е характерно за металите, като особено силно се проявява при цветните метали. Дефинира се като твърде бавно растяща с течение на времето деформация на метала, възникваща под действието на постоянни усилия или напрежения и повишена температура. На практика някои цветни метали, включително и алуминият, проявяват пълзене и при стайна температура. Пълзенето предизвиква намаление на напрежението в проводника спрямо изчислителното и следователно увеличава провеса му, а от там се нарушава и габаритът – един от основните параметри на ВЕЛ.

Съществуват няколко начина за отстраняване на последствията от пълзенето. В съвременната практика в България е възприето проводникът да се монтира с по-малък провес или с по-голямо монтажно напрежение от изчислените за монтажната температура, поради което в нормален режим на работа проводникът работи с изчислителните параметри. За целта в монтажните таблици се прави корекция на изчислителните монтажните напрежения. За стоманоалуминиеви проводници корекцията е от +10% до +12% в зависимост от конструкцията и сечението на проводника.

ВРМ СрН 1–10. Проектиране

В тази глава са посочени основните моменти на проектиране на ВЕЛ. Следва да се има предвид, че проектиране и изчисления на ВЕЛ се правят само от правоспособни специалисти.

При проектирането на ВЕЛ могат да се обособят следните основни етапи:

1. Определяне на изходните параметри за проекта

- условия на техническото задание
- съществуваща електроизграденост, имаща отношение към предмета на проектиране
- прогнози за бъдещо развитие на товарите
- изисквания на съответния обект, предстоящ за електрозахранване
- изисквания на различните организации, имащи отношение към трасето на бъдещата ВЕЛ
- теренна карта, включваща началната и крайна точка на ВЕЛ
- климатични условия
- номинално напрежение
- брой тройки на стълбовна линия

2. Избор на трасе

Изборът на трасето става като се съобразява със следните изисквания:

**Наръчник за строителство на въздушни
електропроводни мрежи средно напрежение**

Планиране на въздушни разпределителни мрежи (ВРМ СрН 1)

Влиза в сила

от

заменя

Част ВРМ СрН 1

- икономически най-изгодно
- достъпност до стълбовете, особено до тези, на които имат монтирани допълнителни съоръжения
- успоредно разполагане до трасета на съществуващи ВЕЛ
- избягване на природозащитени зони, резервати, природни паметници (напр. речни и морски брегове)
- избягване на трасета, минаващи през частни имоти
- избягване на преминаване през горски фонд
- избягване на преминаване през земеделски земи
- лесен достъп за монтаж и демонтаж

Едновременното изпълнението на всички тези изисквания не е възможно да стане на практика и затова се търсят най-добрите компромисни решения.

Избраното трасе след съгласуване със заинтересуваните ведомства, имащи отношение към него, се заснема по надлъжната ос на ВЕЛ. При това заснемане се вземат предвид особените точки на трасето, които се наричат станции. В резултат проектантът получава така наречения надлъжен профил, върху който прави разпределението на стълбовете на ВЕЛ. Профилите се чертаят в два различни мащаба : по дължина той е 1:2000, а по височина – 1:500.

3. Избор на проводник
 4. Избор на типовете стълбове
 5. Избор на типовете арматура
 6. Избор на видовете стълбове и местата на тяхното монтиране според специфичните особености на трасето
 7. Разпределяне на стълбовете по напречния профил с използване на шаблон за разпределение на стълбовете, съответстващ на условията на работа на ВЕЛ и на избраното сечение на проводниците
 8. Проверка на надлъжни и напречни отстояния от различни инженерни съоръжения
 9. Проверка на специфичните междустълбия, посочени по-горе
 10. Проверка на силите на опъване при стълбове с по-особено местоположение
- Този процес на проектиране има итеративен характер и може да се наложи да се правят няколко преразпределения на стълбовете до удовлетворяване на необходимите условия. Използването на шаблон е всъщност графичен метод за разпределение на стълбове при проектиране на ВЕЛ. Шаблонът за разпределение на стълбовете се състои от три криви: максимална провесна, габаритна и земна. Такива шаблони се правят за различните климатични условия, критични температури и сечения на проводниците. Съществува и автоматизиран метод за проектиране на ВЕЛ чрез ползване на подходящи програмни продукти. Освен тази основна част от проектирането проектът трябва да съдържа още:
- Проверка на подема на проводниците, ако има такъв случай;
 - Детайли на особените места в по-голям мащаб;
 - Монтажна таблица – в нея се посочват стойностите на монтажното напрежение и монтажния провес при всяка стойност на междустълбието и температурата;

**Наръчник за строителство на въздушни
електропроводни мрежи средно напрежение**

Влиза в сила

от

заменя

Планиране на въздушни разпределителни мрежи (ВРМ СрН 1)

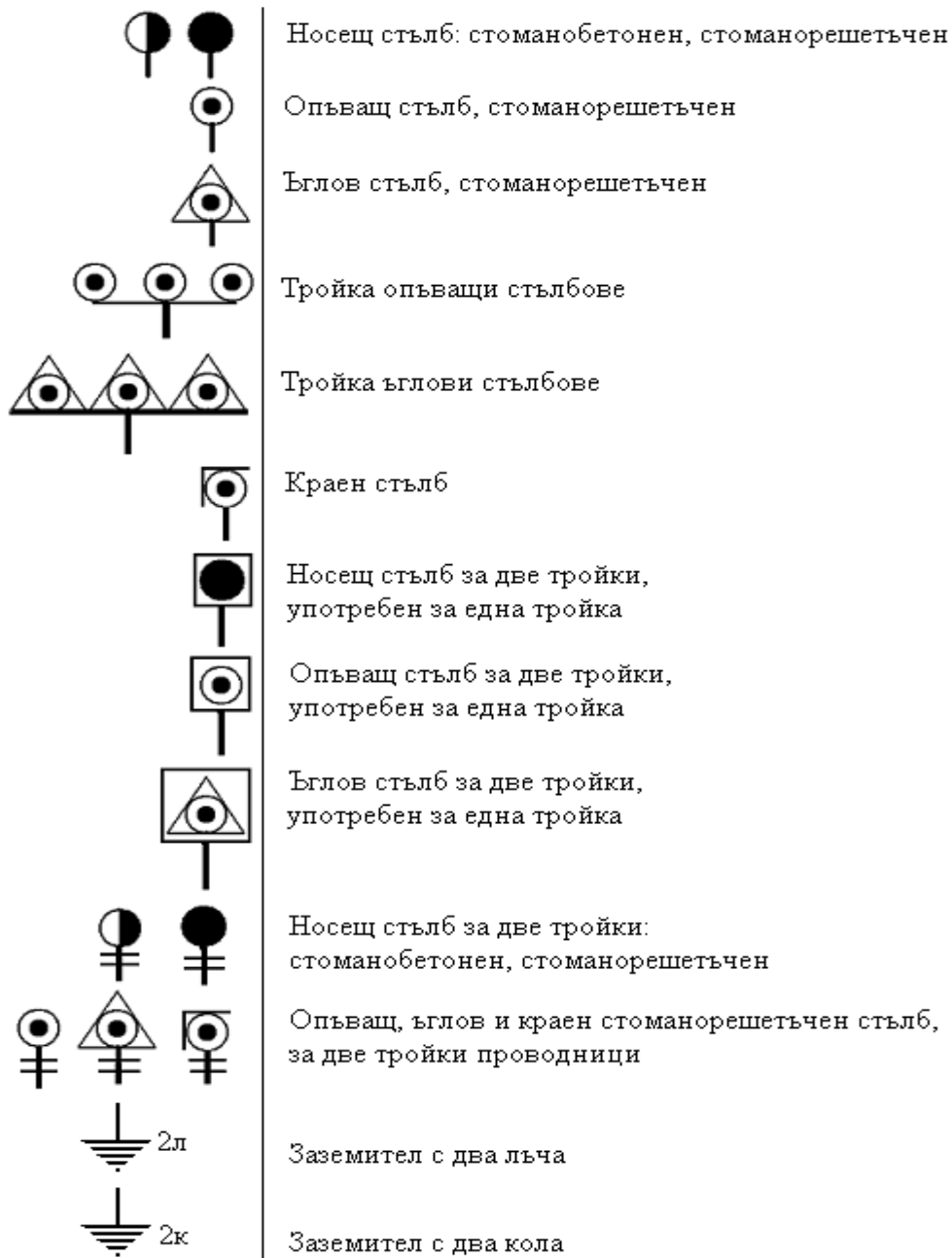
Част ВРМ СрН 1

- Данните от монтажните таблици се ползват при определяне на натягането на проводниците при конкретните условия на монтажа;
- Други части на проекта.

В проектите на ВЕЛ най-често се използват следните графични символи (фиг. 10-01):

Наръчник за строителство на въздушни електропроводни мрежи средно напрежение
 Планиране на въздушни разпределителни мрежи (ВРМ СрН 1)

Влиза в сила
 от
 заменя
 Част ВРМ СрН 1

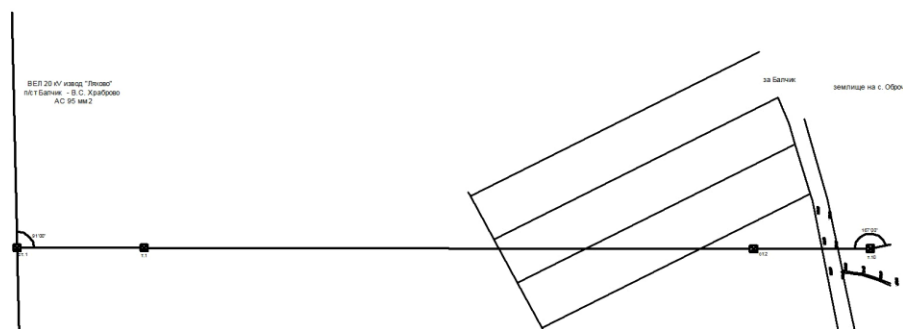
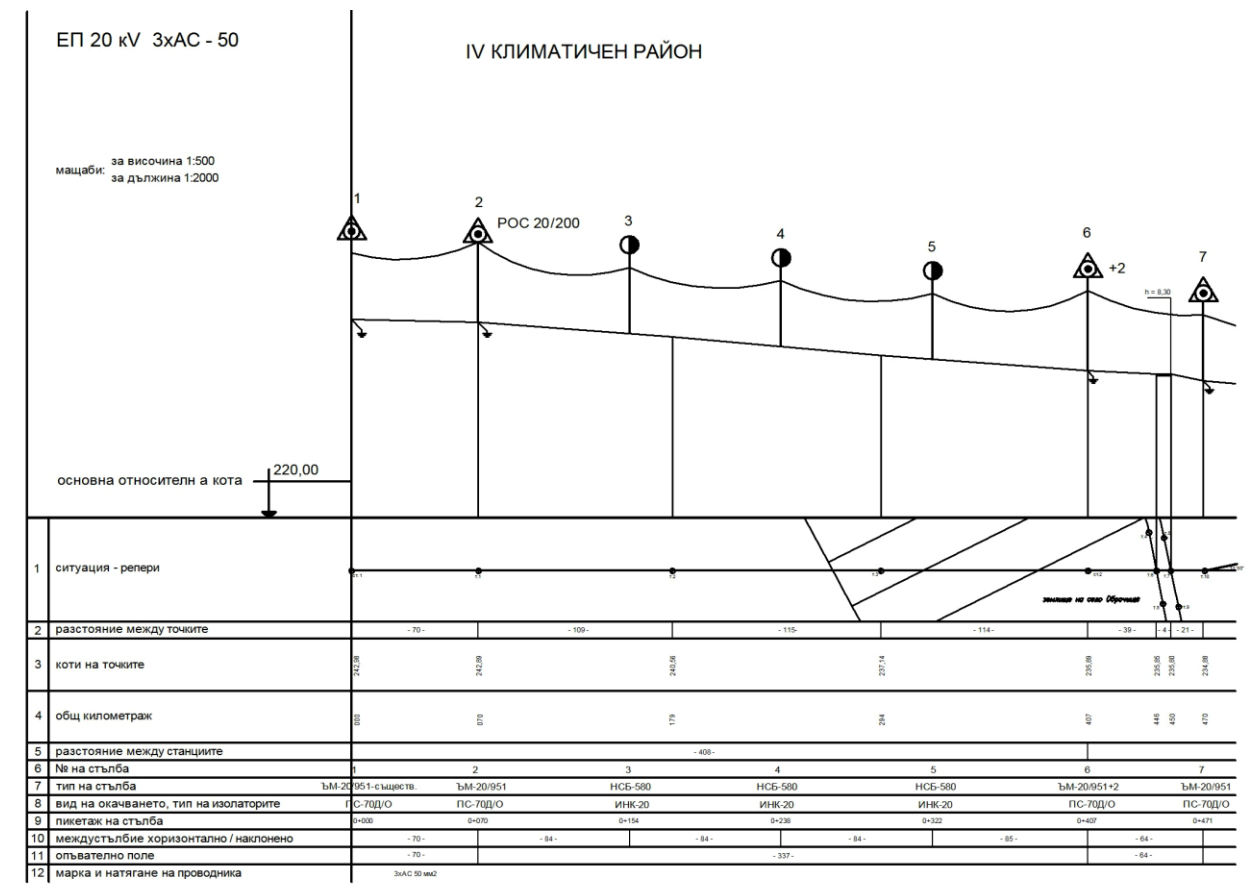


Фиг. 10-01

На фигура 10-02 са дадени профил на примерен електропровод с проектното разпределение на стълбовете и съответната скица на терена.

Наръчник за строителство на въздушни електропроводни мрежи средно напрежение
 Планиране на въздушни разпределителни мрежи (ВРМ СрН 1)

Влиза в сила
 от
 заменя
 Част ВРМ СрН 1



фиг. 10-02

ВРМ СрН 1–11. Използване на терена

Проектирането и изпълнението на ВЕЛ изисква съгласуване с различните институции имащи отношение към инфраструктурата. Това става от служби в общинската и областната администрации, отдели от други фирми, които изграждат и поддържат съоръжения на инфраструктурата за да се избегнат евентуални конфликти с новата ВЕЛ. Такива са БТК, ЛКС (Линейно кабелно стопанство), Газоснабдителното предприятие за съответния район, ВиК, МО, Мобилни оператори, Кабелни оператори и др. Във връзка с изграждане на фундаментите на стълбовете (основно на стоманорешетъчните) когато ВЕЛ минава през земеделска земя се налага да се премине и през процедура за промяна на предназначението ѝ за неземеделски нужди, което става от Областна дирекция „Земеделие и гори“. В случаите на пресичане и доближаване до автомагистрала съгласуването става с Изпълнителна агенция „Пътища“, а за случаите с ж. п. линии съгласуването става с Национална компания „ЖП инфраструктура“. От РИОСВ (Районна инспекция за опазване на околната среда и водите) се налага да се вземе решение за ОВОС (опазване, възпроизводство на околната среда).

Проучвателните и проектните работи за елементите на техническата инфраструктура извън границите на урбанизираните територии (населени места и селищни образувания) се извършват в две фази: предварителен проект с варианти на трасето и окончателен проект – парцеларен план, по който се извършва отчуждаване. В случаите на строителство в населени места може да се наложи да се възложи изработване на проект за подробен устройствен план. Всички тези елементи на проучване, проектиране и строителство са описани в Закона за устройство на територията.

В случаите на преминаване през частни имоти се преминава през процедурата за осигуряване и придобиване на отстъпено право на строеж и придобиване на сервитут. Подобно е положението и при преминаване през общинска частна и държавна собствености.

Целият обем на съгласуване зависи от конкретната ситуация на проектиране и изграждане на ВЕЛ като се прилагат всички необходими документи и се преминава през процедури, които са специфични при различните институции, които търпят промени и е необходимо да бъдат следени.

ВРМ СрН 1–12. Въздействия върху стълбове**Въздействия върху стълбове и проводници**

За ВЕЛ СрН се използват стълбове от видовете: носещи, опъвателни, ъглови, крайни и специални (от всички видове). Стълбовете се оразмеряват за работа на ВЕЛ с натоварване в нормален и аварийен режим.

За нормален режим на работа стълбовете на ВЕЛ се оразмеряват за условията:

Наръчник за строителство на въздушни електропроводни мрежи средно напрежение

Планиране на въздушни разпределителни мрежи (ВРМ СрН 1)

Влиза в сила

от

заменя

Част ВРМ СрН 1

1. Проводниците не са скъсани, без лед, температура на въздуха $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ и максимална скорост на вятъра V_{\max} ;
2. Проводниците не са скъсани, покрити с лед, температура на въздуха $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$, скорост на вятъра минимум $0,5V_{\max}$ (или налягане $0,25Q_{\max}$);
3. Опъвателните и ъглови стълбове от носещ тип се проверяват и на режим при минимална температура $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$, без лед и без вятър, където:
 - V_{\max} – максимална изчислителна скорост на вятъра;
 - Q_{\max} – максимално изчислително налягане на вятъра.

Крайните стълбове се оразмеряват на едностранна сила на опън от всички проводници, покрити с лед, при температура на въздуха от $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ и скорост на вятъра не по-малко от $0,5V_{\max}$.

Налягането от вятър върху стълба се коригира съобразно с височините на отделните зони с коефициента **k** за съответната височина посочен в таблица 12-01, определен при условията:

1. За приведена височина на зоната до 15 m стойността на **k** се приема като за височина над терена 10 m
2. Зоните по височина не са по-големи от 10 m
3. За приведена височина на всяка зона се приема средата на съответната зона;
4. Междинните стойности на **k** се получават чрез линейна интерполация.

Таблица 12-01

Височина на терена, m	10	30	60	100	200
Коефициент k	1,0	1,4	1,8	2,1	2,6

Налягането от вятъра върху стълба се приема в най-неблагоприятната посока – перпендикулярно на оста на ВЕЛ, под ъгъл 45° спрямо оста на ВЕЛ или по бисектрисата на ъгъла при ъглови стълбове.

Налягането от вятъра върху проводниците при направление под ъгъл 45° спрямо оста на ВЕЛ се изчислява по формулата:

$$F_{45^{\circ}} = 0,707F,$$

където F е налягането от вятъра върху съответния проводник в посока, перпендикулярна на оста на ВЕЛ, с дименсия в Pa .

При аварийен режим на работа на ВЕЛ носещите стълбове с висящи изолатори се оразмеряват за условни сили при скъсване на тези проводници, от които се получава най-голям огъващ или усукващ момент.

**Наръчник за строителство на въздушни
електропроводни мрежи средно напрежение**

Планиране на въздушни разпределителни мрежи (ВРМ СрН 1)

Влиза в сила

от

заменя

Част ВРМ СрН 1

Оразмеряването се извършва за условните натоварвания:

1. Хоризонтални сили от скъсан един проводник.
2. Вертикални сили действащи върху стълба от проводниците, изчислени за
 - Нормални междустълбия – при средногодишна температура, без вятър и без лед;
 - За големи преходи – при температура -5°C , проводници покрити с лед, без вятър.
3. За изчислителни сили при скъсване на проводник, окачен с глуха клемма за ВЕЛ с един проводник на фаза се приемат условни величини, като за стоманорешетъчни стълбове е $T = 0,50 T_{\max}$ и за стоманобетонни стълбове $T = 0,30 T_{\max}$, където T_{\max} е най-голямата изчислителна сила на опън на проводника.
4. При използване на откачащи клеми, клеми с ограничена якост и други средства за ограничаване на надлъжната сила по оста на ВЕЛ върху носещите стълбове изчислението се провежда с обявените от производителя сили.
5. За ВЕЛ с една тройка проводници, силите се изчисляват за скъсан проводник на една фаза, а при две тройки - скъсани проводници на две фази.

Стълбовете с окачване на проводниците на стоящи изолатори с помощта на превръзки при аварийен режим се изчисляват с максимална изчислителна сила на опън не по-голяма от 1,5 kN.

Опъвателните, ъгловите, крайните и специалните стълбове в аварийен режим се изчисляват при скъсан проводник създаващ най-голям огъващ или усукващ момент.

Стълбовете от опъвателен тип се проверяват за монтажни условия, като за най-тежък режим се приема, че едностранно са монтирани всички проводници с условна сила на опън $2/3 T_{\max}$. За удовлетворяване на монтажните условия при необходимост се предвиждат временни усилвания или се предписват други мерки – например употреба на временни обтяжки и др.

Всички части на стълбовете се проверяват на натоварване, съответстващо на начина на монтаж, приет в проекта, като се вземат под внимание компонентите от силите на теглещото въже и теглото на монтираните проводници и изолатори, а също и допълнителните натоварвания от теглото на монтажните приспособления и монтьора с инструменти. Приема се, че силите са приложени в мястото на окачване на изолатора. Изчислителното тегло на монтажните приспособления и това на монтьора с инструменти се приема:

1. Носещи стълбове със стоящи изолатори – 1 kN.
2. Носещи стълбове с висящи изолатори – 1,5 kN.
3. Опъващи стълбове с опъващи изолатори – 2 kN.

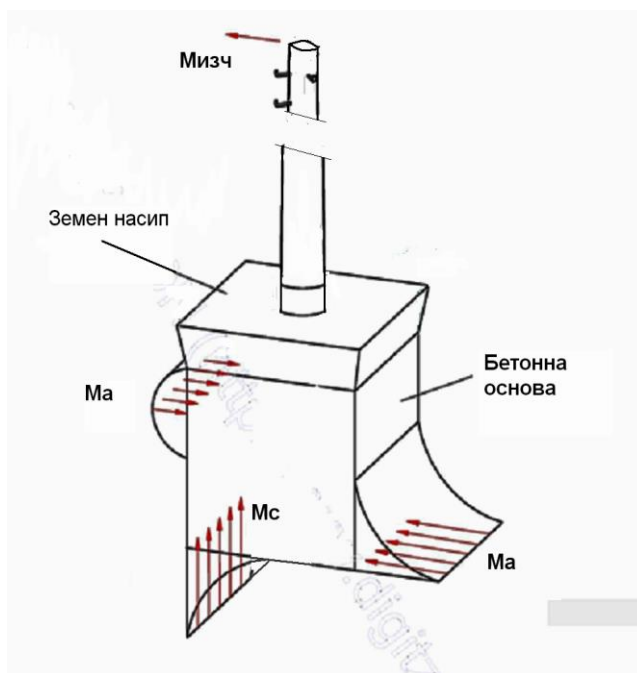
Конструкцията на стълба трябва да позволява закрепване на монтажните приспособления и достъп на персонала до възела за окачване на изолаторите и проводниците.

Диагоналите на стоманорешетъчните стълбове, с изключение на хоризонталните елементи на диафрагмите, се изчисляват на сила от теглото на човек, равна на 1 kN. На стоманобетонните стълбове се маркират типът на стълба и проводниците, за които е оразмерен.

ВРМ СрН 1–13. Оразмеряване на фундамент

Фундаментът служи за закрепване на стълба в земята. Предназначението му е да поема натоварванията от теглото на стълба, изолаторите, проводниците и външните сили (вятър, заледряване). Фундаментът трябва да осигури устойчивост на монтирания върху него стълб при всички изчислителни натоварвания за нормален и аварийен режим на работа на електропровода.

За определяне размерите на основата следва да се изяснят достатъчно точно вида и структурата на почвата и на подпочвената влага. При необходимост се прави изследване (сондиране) на почвата на необходимата дълбочина. В зависимост от съдържанието на пробата се прави анализ и оценка за пределната товарносимост на почвата а оттам и за размерите на основата.



Фиг. 13-01 Съпротивителни моменти, действащи върху фундамент

За да е правилно оразмерена основата (фиг. 13-01), трябва да са изпълнени следните критерии

където: $\mathbf{Ma + Mc \geq M_{изч}}$ $\sigma_{доп} \geq \sigma_{изч}$,
Ma - съпротивителен момент от страничен натиск на почвата ,Nm
Mc - съпротивителен момент от натиск на основата Nm

Наръчник за строителство на въздушни електропроводни мрежи средно напрежение

Влиза в сила

от

заменя

Планиране на въздушни разпределителни мрежи (ВРМ СрН 1)

Част ВРМ СрН 1

М_{изч} – изчислителен (външен) момент на стълба

Nm

σ_{доп} - допустим натиск на почвата

kN/m²

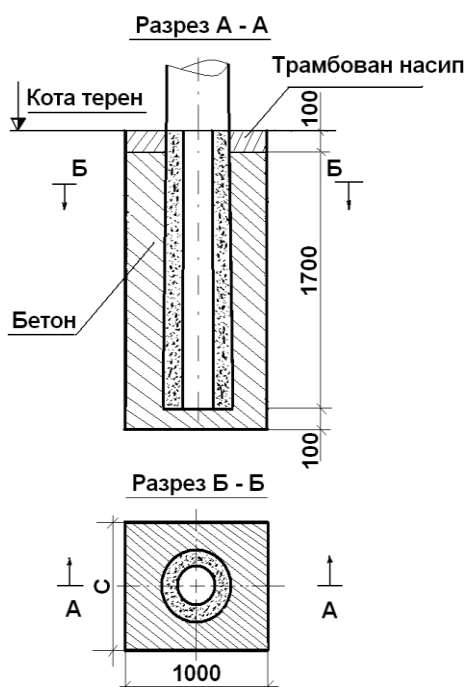
σ_{изч} – изчислителен натиск на основата

kN/m²

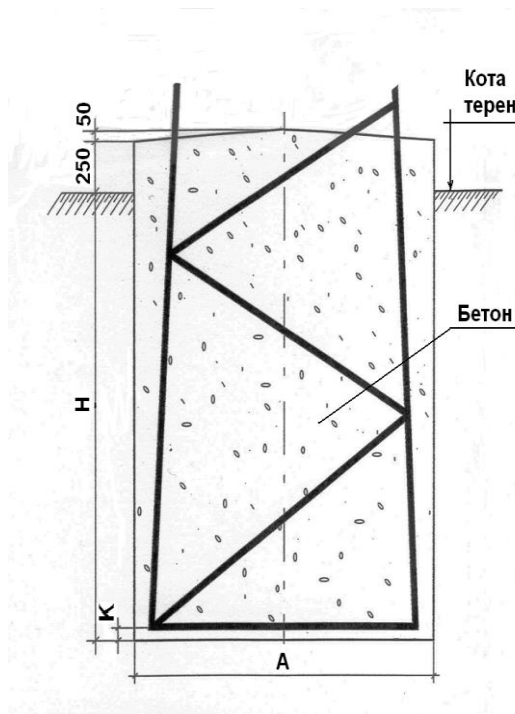
Към изчислителния натиск на основата от изчислителните натоварвания на стълба се включват теглото на самата основа, стълба и земния насип върху основата.

Видове фундаменти

В проектантската практика се е наложила емпирична методика за оразмеряването на основите за стълбовете. В таблични форми са дадени основните размери, количеството на изкопната маса и на бетона в пряка зависимост от предварително избрания в проекта стълб. За размерите и формата на фундамента се взема предвид и типа на почвата. С изключение на специалните случаи, най-често се използват фундаменти показани на фиг. 13-02 и фиг. 13-03.



Фиг. 13-02



Фиг. 13-03

Фундаментът, показан на фиг. 13-02, е за стоманобетонни центрофугални стълбове за ВЕЛ СрН. Основните размери на фундаменти за одобрените в каталога за минимизация стълбове за ВЕЛ СрН са дадени в таблица 13-01.

**Наръчник за строителство на въздушни
електропроводни мрежи средно напрежение**
Планиране на въздушни разпределителни мрежи (ВРМ СрН 1)

Влиза в сила
от
заменя
Част ВРМ СрН 1

Таблица 13-01

фундамент за стълб	тип почва	размер С, mm	количества, m ³		
			изкоп	бетон	обратен насип
НЦГ 951 и НЦГ 952	А	800	1,52	1,21	0,08
	Б	900	1,71	1,42	0,09

Съществува голямо разнообразие от видове почви. Съобразно тяхната структура и средногодишна влажност се определя и различна товарносимост за всеки тип почва. За да се ограничат до краен и приемлив брой видовете фундаменти, в проектантската практика е прието видовете почви да се делят на три основни типа:

- Здрава почва – тип „А”
- Слаба почва с 50 % воден подем – тип „Б”
- Слаба почва със 100 % воден подем – тип „В”.

За някои типове стълбове няма разработени фундаменти за почва тип „В”.

Показаният на фиг. блок-фундамент е най-често използвания за стоманорешетъчни стълбове за ВЕЛ СрН. В таблици 13-02 и 13-03 са дадени съответно размерите на фундаментите за стълбове с една и две тройки проводници на ВЕЛ. Същата информация в табличен вид съществува и за електропроводи с повече тройки проводници на една стълбовна линия, но поради сравнително рядкото строителство на такива, те няма да са обект на този наръчник.

Таблица 13-02

Тип на стълба	Вид на почвата	Размери, mm		
		А	Н	К
НМГ 951	А, Б, В	1100	1900	100
НМГ 951 +2	А, Б, В	1200	1900	100
НМГ 951 +4 (+6)	А, Б, В	1300	1900	100
ЪМ ₂₀ 951	А	1700	2100	100
	Б	1900	2300	300
	В	2500	2100	100
ЪМ ₂₀ 951 +2	А	1900	2200	100
	Б	2100	2400	300

**Наръчник за строителство на въздушни
електропроводни мрежи средно напрежение**

Влиза в сила

от

заменя

Планиране на въздушни разпределителни мрежи (ВРМ СрН 1)

Част ВРМ СрН 1

	В	2500	2100	100
ЪМ ₂₀ 951 +4	А	2100	2200	100
	Б	2100	2400	300
	В	2900	2200	100
ЪМ ₆₀ 951	А	1900	2400	300
	Б	2100	2500	400
ЪМ ₆₀ 951 +2	А	2000	2400	100
	Б	2200	2600	300
ЪМ ₆₀ 951 +4	А	2200	2400	100
	Б	2400	2600	300
ЪМ ₉₀ 951	А	2600	2300	200
	Б	2700	2400	300
	В	3000	2300	200
ЪМ ₉₀ 951 +2	А	2700	2400	200
	Б	2800	2500	300
ЪМ ₉₀ 951 +4	А	2800	2500	200
	Б	3900	2600	300

Таблица 13-03

Тип на стълба	Вид на почвата	Размери, mm		
		А	Н	К
НМГ 952	А, Б, В	1100	1900	100
НМГ 952 +2	А, Б, В	1200	1900	100
НМГ 952 +4	А, Б, В	1300	1900	100
ЪМ ₂₀ 952	А	1600	2100	100
	Б	1700	2200	200
	В	2500	2200	200
ЪМ ₂₀ 952 +2	А	1700	2200	100
	Б	1800	2300	200
	В	2600	2300	200

**Наръчник за строителство на въздушни
електропроводни мрежи средно напрежение**

Планиране на въздушни разпределителни мрежи (ВРМ СрН 1)

Влиза в сила

от

заменя

Част ВРМ СрН 1

ЪМ ₂₀ 952 +4	A	1700	2300	100
	B	1800	2400	200
	B	2600	2400	200
ЪМ ₆₀ 952	A	2000	3000	100
	B	2100	3100	200
	B	3000	3100	200
ЪМ ₆₀ 952 +2	A	2100	3100	100
	B	2200	3200	200
	B	3100	3200	200
ЪМ ₆₀ 952 +4	A	2200	3200	100
	B	2300	3300	200
	B	3300	3300	200
ЪМ ₉₀ 952	A	2500	3200	100
	B	3100	3200	100
	B	3700	3300	200
ЪМ ₉₀ 952 +3	A	2800	3200	100
	B	3400	3200	100
	B	4100	3300	200
ЪМ ₉₀ 952 +6	A	3100	3200	100
	B	3100	3200	100
	B	3400	3300	200

При изграждането на ВЕЛ СрН се допуска използването на фундаменти за центрофугални стълбове с цилиндрична форма – фиг. 13-04. Тъй като размерите на тези фундаменти са разработени за вибрирани стоманобетонни стълбове, то в проекта трябва да са приложени якостно-механични изчисления за прилагането им за центрофугални стълбове.

**Наръчник за строителство на въздушни
електропроводни мрежи средно напрежение**

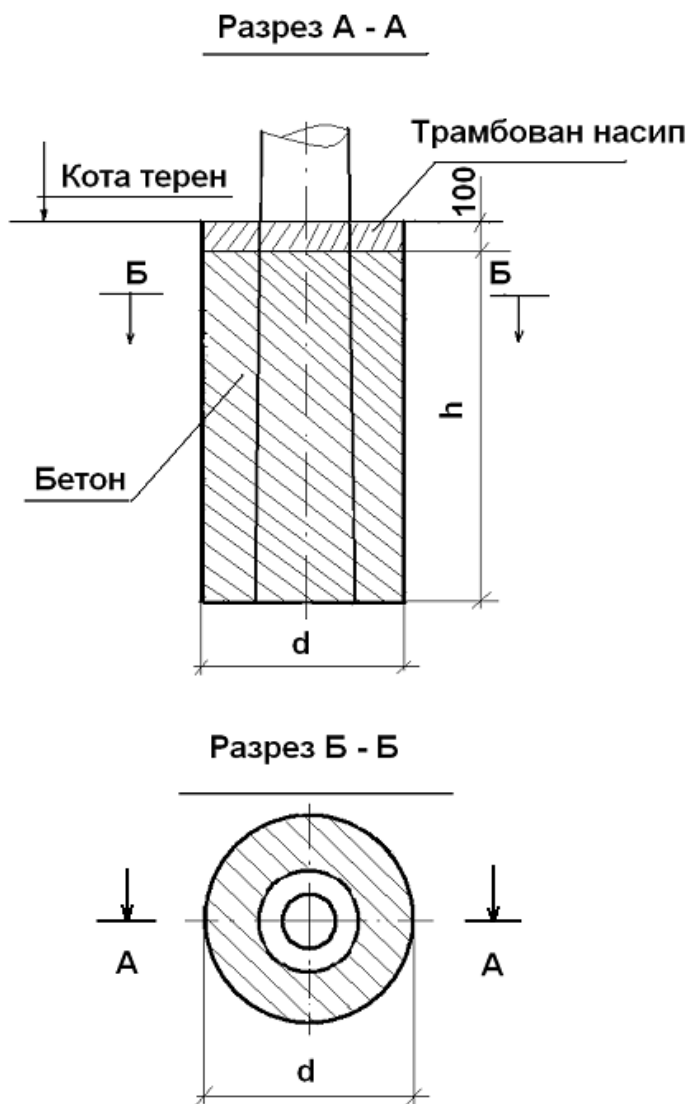
Влиза в сила

от

заменя

Планиране на въздушни разпределителни мрежи (ВРМ СрН 1)

Част ВРМ СрН 1



Фиг. 13-04

ВРМ СрН 1–14. Заземления

За заземленията във въздушни разпределителни мрежи СрН са в сила Наредба № 3 за устройството на електрическите уредби и електропроводните линии, както и БДС EN 50423.

Заземявания на стълбовете на ВЕЛ се изпълняват на:

**Наръчник за строителство на въздушни
електропроводни мрежи средно напрежение**

Планиране на въздушни разпределителни мрежи (ВРМ СрН 1)

Влиза в сила

от

заменя

Част ВРМ СрН 1

1. Всички стълбовете защитени с мълниезащитно въже или на стълбовете с мълниезащитни устройства;
2. Всички метални стълбове;
3. Стоманобетонните стълбове в населени места или в места където пребивават хора сравнително дълготрайно или сравнително често.

Допустимите преходни съпротивления на заземителите, измерени при честота 50 Hz през лятото в сухо време са посочени в таблица 14-01.

Таблица 14-01

Специфично съпротивление (ρ) на почвата, Ωm	Преходно съпротивление на заземителите, Ω
до 100	до 10
от 100 до 500	до 15
от 500 до 1000	до 20
от 1000 до 5000	до 30
над 5000	$6 \cdot 10^{-3} \rho$

В местности с почви със специфично съпротивление до 300 Ωm арматурата на стоманобетонните фундаменти може да се използва като естествени заземители самостоятелно или в съчетание с изкуствени заземители.

При почви със специфично съпротивление над 300 Ωm стоманобетонните фундаменти не се използват като естествени заземители, а посочените в таблицата стойности на преходното съпротивление се осигуряват само от комбинация от изкуствени заземители. Заземителите се полагат на дълбочина най-малко 0,5 m под земната повърхност, а в обработваема почва – 1 m. В скална почва се допуска полагане на лъчеви заземители непосредствено под земната повърхност (над скалната основа), ако дълбочината е поне 0,1 m. При по-малка дълбочина на слоя почва или при липса на такава лъчевите заземители се полагат на повърхността и се заливат с циментов разтвор.

ВРМ СрН 1–15. Защита на птиците

В случаите на преминаване на въздушни електропроводи за СрН през райони, в които съществува повишена опасност за поражения на птиците от електрически ток, на стълбовете трябва да се монтират предпазни съоръжения и приспособления. Последните чрез своята форма и конструкция предпазват птиците от токови удари.

**Наръчник за строителство на въздушни
електропроводни мрежи средно напрежение**

Планиране на въздушни разпределителни мрежи (ВРМ СрН 1)

Влиза в сила

от

заменя

Част ВРМ СрН 1

По своя начин на действие средствата за защита на птиците биват:

- Изолират директно тоководещите части върху които кацат птиците (фиг. 15-06). Използват се при стоящи изолатори.
- Допълнителен профил върху който кацат птиците на безопасно разстояние от откритите тоководещи части (фиг. 15-01, 15-02 и 15-03);
- Специален профил, който изобщо не позволява кацането на птиците върху откритите тоководещи части (фиг. 15-05). Използва се при висящи изолатори.
- Устройство плашещо птиците със своето огледално отражение – „блестящи сфери” и др. (фиг. 15-04).
- Птицезащитна трептяща сигналана лента (фиг. 15-07)

Първият от горепосочените методи тепърва навлиза в България и предстои оценка на ефективността му.

Четвъртият начин за защита на птиците е експериментиран и не е показал достатъчна ефективност.

Затова при новото изграждане на ВЕЛ СрН и тяхната реконструкция и поддръжка трябва да се монтират защитни съоръжения от втори или трети вид в местата където се наблюдават нещастни случаи с птици или вероятността е голяма.



Фиг. 15-01



Фиг. 15-02



Фиг. 15-03

**Наръчник за строителство на въздушни
електропроводни мрежи средно напрежение**

Влиза в сила

от

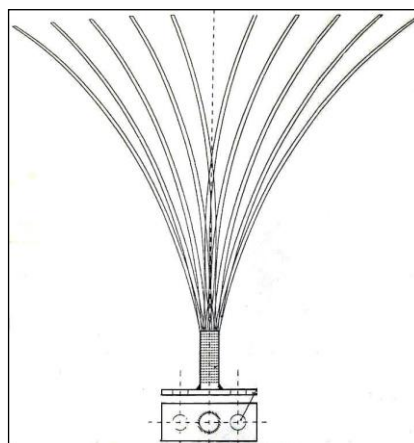
заменя

Част ВРМ СрН 1

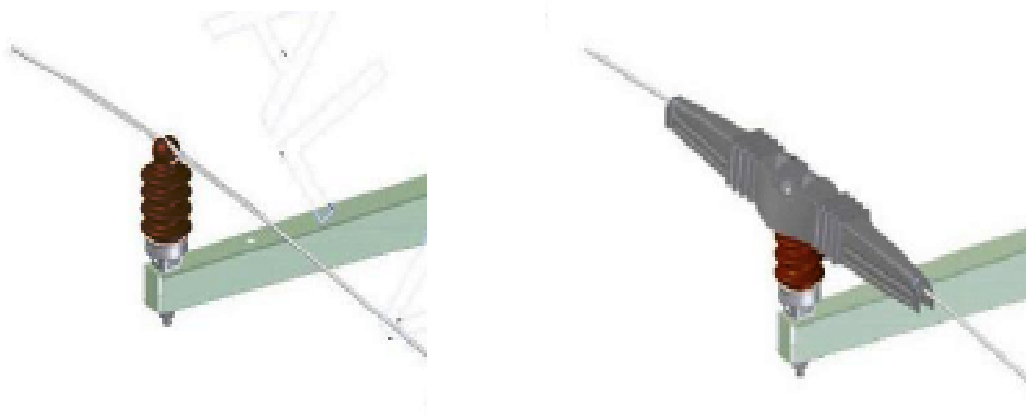
Планиране на въздушни разпределителни мрежи (ВРМ СрН 1)



Фиг. 15-04



Фиг. 15-05

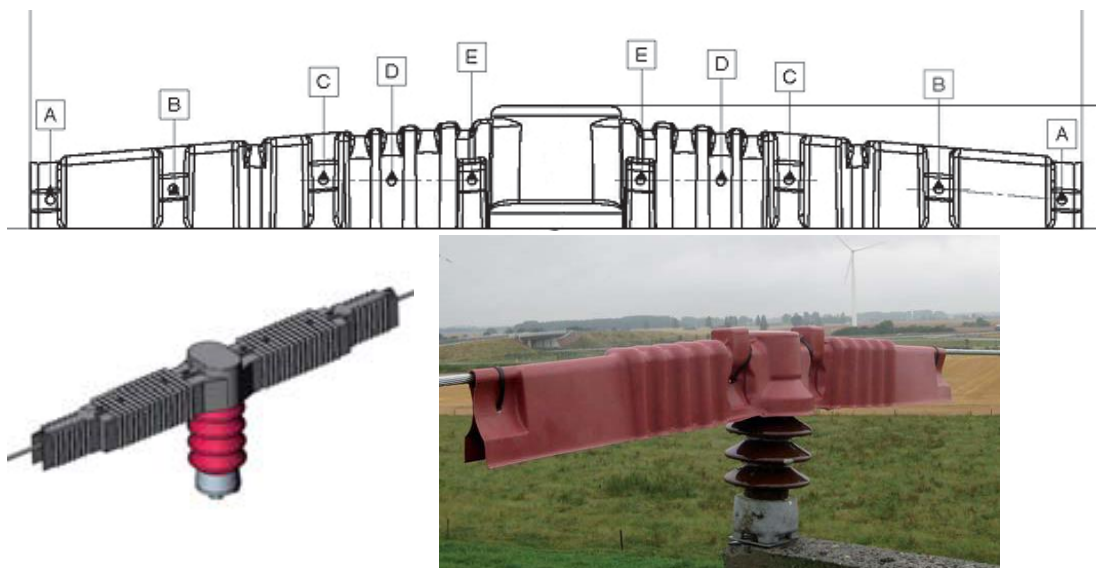


Фиг. 15-06

Фиг 15-061 Птицезащитно покритие за стоящ изолатор.

**Наръчник за строителство на въздушни
електропроводни мрежи средно напрежение**
Планиране на въздушни разпределителни мрежи (ВРМ СрН 1)

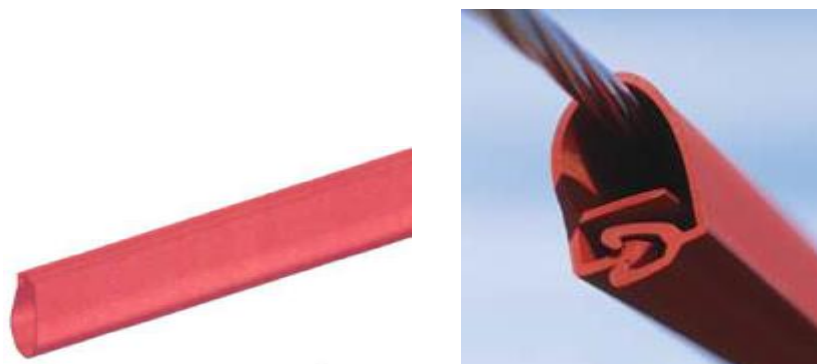
Влиза в сила
от
заменя
Част ВРМ СрН 1



Фиг 15-062 Птицезащитна сигнална спирала



Фиг 15-063 Птицезащитен сигнален маншон



**Наръчник за строителство на въздушни
електропроводни мрежи средно напрежение**
Планиране на въздушни разпределителни мрежи (ВРМ СрН 1)

Влиза в сила
от
заменя
Част ВРМ СрН 1

Фиг 15-07 Птицезащитна трептяща сигналана лента.

