

СИСТЕМИ ЗА АВАРИЙНО ВЪЗСТАНОВЯВАНЕ НА ЕЛЕКТРОПРОВОДИ 110 – 132 КВ

Защо операторите на преносни електропроводи се нуждаят от Система за аварийно възстановяване (САВ)?

**Инж. Иван Ханджиев
Владимир Яровицин,
Франк Лопез**

Резюме: По време на силни ветрове и леден дъжд и температури около нулата се наблюдават идеалните условия за обледяване на проводниците и стълбовете. Това опасно явление е причината за скъсване на проводник от тежестта на натрупалия се лед последващо от разрушаването на стълбовата конструкция. Подмяната на съоръжения в такива тежки условия е почти невъзможно. Затова се предлагат Системи за Аварийно Възстановяване, които да намалят до максимум престоя на потребителите без електрозахранване.

Ключови думи: Обледяване, възстановяване на електропроводи след авария, минимизиране на разходите

EMERGENCY RESTORATION SYSTEMS FOR OVERHEAD LINES 110 – 132 KV

Why do transmission line operators need an Emergency Recovery System (ERS)?

**Ivan Handjiev Meng,
Vladimir Yarovitsin,
Frank Lopez**

Abstract: During strong winds and icy rain and temperatures around zero, the ideal conditions for icing wires and poles are observed. This dangerous phenomenon is the reason for the rupture of a wire by the weight of the accumulated ice following the destruction of the pillar structure. Replacing equipment in such harsh conditions is almost impossible. That is why Emergency Restoration Systems are proposed to minimize the blackouts of consumers.

Keywords: Icing, restoration of power lines after an accident, minimization of costs.

Независимо дали са причинени от изключителни тежки природни условия или от неконтролируеми действия на човечеството, преносните линии са уязвими за механични повреди, и слава богу, защото иначе веднъж монтирани нямаше да има нужда от нас.

При екстремни климатични условия по време на урагани или снежни бури придружени с обилен снеговалеж и температури около нулата се наблюдават идеалните условия за обледяване на проводниците и стълбовете.

Nevertheless caused by extremely harsh natural conditions or by the uncontrollable actions of humanity, transmission lines are vulnerable to mechanical damage, and thank God, because otherwise once installed they would not need us.

In extreme weather conditions during hurricanes or snowstorms accompanied by heavy snowfall and temperatures around zero, the ideal conditions for icing wires and poles are observed.



Те са изчислени на определени условия, но при надхвърляне на изчислителните параметри, стълбове се разрушават.

They are calculated under certain conditions, but when the calculated parameters are exceeded, the poles are destroyed.



Замяната им с подобни такива е дълъг и труден процес, като обикновено продължава повече от седмица. В трудно достъпни планински райони, възстановителните дейности могат да продължат и повече. Компании опериращи с тези електропроводи имат решение за възстановяване на електрозахранването на клиентите в този район почти веднага, поради пръстеновидната схема на захранване.

Replacing them with such ones is a long and difficult process, usually lasting more than a week. In hard-to-reach mountainous areas, restoration work may continue. Companies operating these power lines have a solution to restore power to customers in this area almost immediately due to the ring-shaped power supply scheme.

Но е необходимо по най-бърз начин да възстановят повредените участък. Поради тази причина се налага да се търсят начини за създаване на **Аварийни стълбове**.

However it is necessary as soon as possible to repair the damaged area. For this reason, it was necessary to look for ways to create **Emergency Restoration Systems**.

От Американската компания Lindsey предлагат аварийно-възстановителна система - модулна конструкция за временна замяна на повредените стълбове. Всички секции на колоните са изработени от лека, висококачествена структурна алуминиева сплав. Изцяло заварената конструкция осигурява лесно манипулиране и елиминира загубата на малки части с болтове. Колоните се предлагат в секции от 2,90 м и 1,45 м с тегло съответно 80 кг и 50 кг. Това позволява да се пренасят на ръка и монтираят двама монтажника.

The American company Lindsey proposes an emergency recovery system – a modular structure for temporary replacement of damaged poles. All sections of the columns are made of lightweight, high-strength structural aluminum alloy. The fully welded construction ensures easy handling and eliminates the loss of small parts with bolts. The columns are available in sections of 2.90 m and 1.45 m with a weight of 80 kg and 50 kg, respectively. This allows them to be carried by hand and installed by two installers.



Количеството на модулите за стълб 110 кВ е 7-8 бр, в зависимост от височината. Независимо, че са с малко тегло, не са удобни за пренос на ръка на далечни разстояния, особено в пресечени и труднодостъпни места, без наличието на съответната механизация.

Фундаментът е изработен от алуминиева плоча 1,2 м на 1,2 м, с тегло 60 кг е проектиран да бъде поставен директно върху земята, за да осигури опора на Съчленената основа. Дизайнът на стълба позволява няколко точки за закрепване на такелаж, използвани за издигане на колоните или за повдигане на проводниците.

Въртящата се глава на шарнирната основа улеснява монтажа и позволява на стълба да се завърта свободно, като елиминира в същото време всички торсионни натоварвания, които може да са се развили.

- Главата се върти във всички посоки (360° хоризонтално и 180° вертикално).
- Закрепващите арматури, използвани за транспортиране, се отстраняват, след монтаж.

12 предварително монтирани болта на фундамента позволяват свързване към съчленената основа.

The number of modules for 110 kV pole is 7-8 pcs, depending on the height. Although light in weight, they are not convenient to carry by hand over long distances, especially in rugged and hard-to-reach places, without the appropriate mechanization.

The foundation is made of 1.2 m by 1.2 m aluminum plate, weighing 60 kg and is designed to be placed directly on the ground to provide support on an articulated base. Pole's design allows several mounting points for rigging, used to lift the columns or to lift the wires.

The pivoting head of the articulated base facilitates installation and allows the tower to turn freely, eliminating at the same time any torsion loads that may have developed.

- The head pivots in all directions (360° horizontal and 180° vertical).
- The rods, used for transportation, are removed once the tower is installed.

12 pre-installed bolts on the Foundation base plate allow a connection to the articulated base.



Конструкцията се укрепва с помощта на обтяжки.

Фундамента и закрепващите плочи на обтяжките се закрепват в земята с витлови пилоти, специално изчислени за съответните почвени условия. Предимството на този вид закрепване е бързината - За нормална почвена, хидравлично повдигнати и монтирани самозаклучващи се котви могат да бъдат монтирани за 15- 20 минути.

Изправя се първо най-долния модул, след което се надгражда конструкцията с всеки модул със специално проектирана за целта лебедка или цялата конструкция с кран.

The structure is reinforced with the help of guy system.

The foundation and the fastening plates of the guys are fixed in the ground with helical piles, specially calculated for the respective soil conditions. The advantage of this type of installation is the speed - For normal soil conditions, hydraulically mounted self-locking anchors can be installed in 15-20 minutes.

The bottom module is straightened first, after which the structure is upgraded with each module with a specially designed winch or the whole structure with a crane.



Предимства

- Лека конструкция от алуминиева сплав;
- Бърз и сравнително лесен монтаж;

Advantages

- Lightweight aluminum alloy construction;
- Quick and relatively easy installation;

- Програма за компютърен анализ ProSpot® ERS, която позволява на инженерите бързо да проектират нови структури за възстановяване, които първоначално не са били планирани при закупуването на системите.
- ProSpot® ERS computer analysis program, which allows engineers to quickly design new recovery structures that were not originally planned when purchasing the systems.

Недостатъци:

- Основен недостатък на тази великолепна конструкция е високата й цена. Ето защо тя се използва само за аварийни ситуации за временна замяна на повреден стълб. При промяна на климатичните условия – тези системи се демонтират и се запазват в складовете до следваща необходимост.
- Монтажа и обратния демонтаж е допълнителен разход за обслужващите компании.
- Удачни са само за равнини терени;
- Предизвикателство е за монтажната група надставянето на секциите при минусови температури и виелица.
- Теглото им също е достатъчно голямо и не е възможно транспортирането им до мястото на повредата без използването на транспортна техника.
- Обтяжки.
- The main disadvantage of this magnificent construction is its high cost. Therefore, it could be used only for emergencies for temporarily replacement of a damaged pole. In case of change of climatic conditions – this system is dismantled and kept in the warehouses until the next need..
- Assembly and disassembly is an additional cost for service companies.
- Suitable only for flat terrain;
- It is a challenge for the assembly group to overhang the sections at sub-zero temperatures and blizzard.
- Their weight is also large enough and it is not possible to transport them to the place of damage without the use of transport equipment.
- Guy wires.

Руската компания Елси е създала подобен аварийно-възстановителен стълб за 110 кВ, но вече като хибридна стоманено-решетъчна модулна структура. Вантовия стълб ПС110ПВ-1М има тегло 842 кг. Това позволява, при необходимост товаро-разтоварните и монтажни работи да се извършват на ръка.

Изправянето на стълба в работното положение се изпълнява с помощта на две лебедки с тягово усилие 2 т.

Аварийните стълбове ПС110ПВ- 1М и ПС110ПВ-2М имат повишена мълние устойчивост спрямо ВЕЛ от същия клас напрежение, за сметка на относително малката височина, хоризонталното

The Russian company ElSI has created a similar emergency-recovery pole for 110 kV, but now as a hybrid steel-lattice modular structure. The cable column PS110PV-1M weighs 842 kg. This allows, if necessary, loading and unloading and installation work to be performed by hand.

The straightening of the pole in the working position is performing with the help of two winches with a traction force of 2 t.

Emergency Retsoration Poles type PS110PV-1M and PS110PV-2M have increased lightning resistance to OHL of the same voltage class, due to the relatively

разположение на проводниците в една равнина и естествения ефект екраниране на ВЕЛ спрямо повърхността на земята.

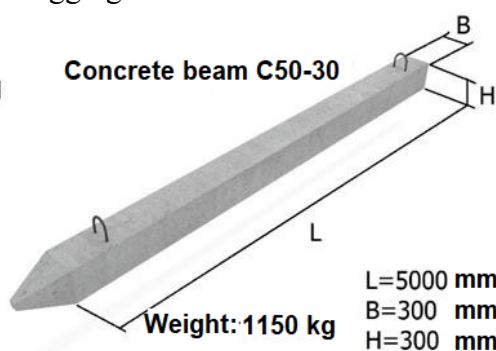
Предвид много по-леката конструкция и липсата на фундамент са позволили строителството на 40 км ВЛ 110 кВ на ПС «Чалпан» (Хакасия), с използването на тези стълбове.

small height, the horizontal location of the conductors in one plane and the natural shielding effect of OHL relative to the ground surface. Given the much lighter construction and the lack of a foundation have allowed the construction of 40 km of 110 kV OHL "Chalpan" (Khakassia), with the use of these poles.



Надлъжните и напречните обтяжки обезпечават необходимата механическа устойчивост на стълба при въздействие на ветровите и тегловите натоварвания, а също така и в аварийни режими на ВЕП. Стълба се монтира на железобетонна греда тип С50–30. Фундамента (Бетонната греда) се поставя на повърхността на земята без да се вкопава в нея.

The longitudinal and transverse tensioners provide the necessary mechanical stability of the ladder under the influence of wind and weight loads, as well as in emergency modes of VEP. The ladder is mounted on a reinforced concrete beam type C 50 - 30. The foundation (Concrete beam) is placed on the surface of the ground without digging into it.



Предимства:

- Стомано-решетъчна модулна конструкция с тегло на модулите 120 кг и общо тегло 842 кг;
- Повърхностен фундамент без вкопаване;
- Хоризонталното разположение на проводниците позволява да не се използва мълниезащитно въже поради естествения ефект на екраниране на ВЕП от повърхността на земята.
- Лесен и бърз монтаж - с помощта на две лебедки (с тягово усилие 1 тон) и "падаща стрела".
- Изправянето се извършва от бригада от 5 човека - 3-ма електромонтьори и двама оператори на лебедките в рамките на 3 часа:

Недостатъци:

- Системата независимо, че е проектирана и за България е удобна само за равнинни терени;
- Модулите както при Lindsey са тежки и неудобни за носене на ръка;
- Необходимо е да се транспортират до мястото на монтажа с механизация.
- Обтяжки.

Руската компания Феникс88 е създала аварийен композитен комплекс от стълбове за напрежение 35 кВ, които се събират във формата на пирамида и се монтират на предварително подготвен терен без вкопаване. Конзолата отново е композитна вантов тип.

Advantages:

- Steel-lattice modular construction with a module weight of 120 kg and a total weight of 842 kg;
- Surface foundation without digging;
- The horizontal arrangement of the wires allows not to use lightning protection rope due to the natural effect of shielding of the OHL from the ground surface.
- Easy and fast installation - with the power of two winches (with a traction force of 1 ton) and a "falling boom".
- The straightening is performed by a team of 5 people - 3 electricians and two winch operators within 3 hours:

Disadvantages:

- The system, regardless of the fact that it is designed and for the conditions in Bulgaria, is convenient only for flat terrains;
- The modules as with Lindsey are heavy and uncomfortable to carry by hand;
- They need to be transported to the installation site with mechanization.
- Guy wire.

The Russian company Phoenix88 has created an Emergency Restoration composite complex of 35 kV poles, which are assembled in the shape of a pyramid and installed on pre-prepared terrain without digging. The console is again a composite cable type.



Предимства:

- Бърз и лесен монтаж;
- Стълбовете са леки с тегло 120 кг всеки;
- Използват се силиконови изолаторни вериги разположени хоризонтално, подобно на стълбовете ЕЛСИ.

Advantages:

- Fast and easy installation;
- The poles are light with a weight of 120 kg each;
- Silicone insulators are used in chains located horizontally, similar to ELSI poles.

Недостатъци:

- Стълбовете са с дължина повече от 13 м всеки, което предполага използването на механизация за доставката им до мястото на монтаж;
- Необходимо е терена да е равен за да се монтира фундамента от триъгълно разположени композитни стълбове;
- Невъзможно е да се използват в труднодостъпни места в планините, без използването на механизация.

Disadvantages:

- The poles are more than 13 m long each, which implies the use of machinery for their delivery to the installation site;
- The terrain needs to be flat in order to install the foundation of triangular composite pillars;
- It is impossible to use them in hard-to-reach places in the mountains without the use of mechanization.

Изхождайки от опита, събран от водещи производители като Lindsey, ЕЛСИ и Феникс88, с които Ханджиев

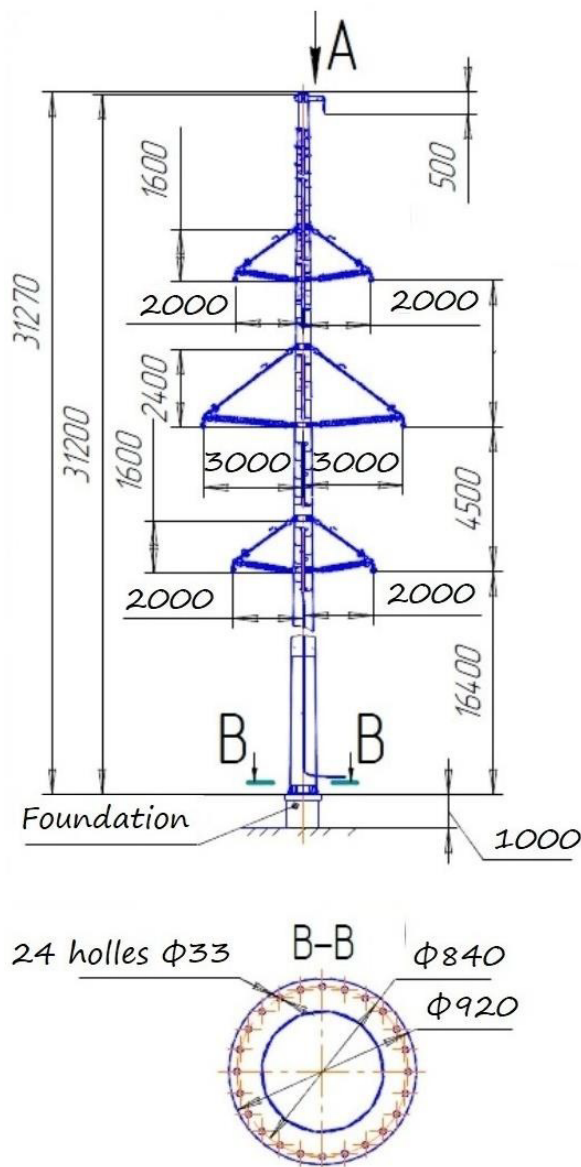
Based on the experience gathered by leading manufacturers such as Lindsey, ELSI and Phoenix88, which Handjiev Ltd. is

ЕООД си партнира и опита, който имаме за създаването на модулен композитен стълб за средно напрежение, използвайки натоварванията на стомано-решетъчните стълбове 110 кВ, в компанията проектирахме аварийен стълб на 110-132 кВ, който веднъж монтиран може да работи повече от 80 г.

Най-голямото предизвикателство при създаването на аварийен стълб е необходимостта от намиране начин на закрепване върху фундамент изключващ вкопаване или създаване на нови фундаменти.

partnering with and the experience we have to create a modular composite pole for medium voltage, using the loads of steel-lattice poles 110 kV, in the company, we designed an Emergency Restoration Pole (ERP) of 110-132 kV, which once installed can be working in operation for more than 80 years.

The biggest challenge in creating an ERP is the need to find a way of installation on the foundation that excludes digging or creating new foundations.



Стълба е проектиран да издържа натоварвания за междинен носещ за двойна електропроводна линия 110-132 кВ, както и за

The ERP is designed to withstand loads for an intermediate support for a 110-132 kV double

опъвателен/носец за единичен електропровод 110-132 кВ.

Първоначалния вариант беше с използване на обтяжки, но поради това, че те са винаги слабото място на стълбовете се отказахме да ги използваме.

Американската компания Hubbell Power Systems, Inc., предложи своя разработен фундамент за стоманено-тръбни стълбове 110-220 кВ, който се закрепва в земята с винтови пилоти.

circuit line, as well as for an anchor or support for a 110-132 kV single power line.

The initial version was with the use of tensioners, but because they are always the weak point of the pillars, we refused to use them.

The American company Hubbell Power Systems, Inc. offered its developed foundation for steel-tubular poles 110-220 kV, which is fixed to the ground with helical piles.



Пилотите се навиват в земята от двама електромонтажника, използвайки допълнителна портативна хидро- помпа Hubbell,.

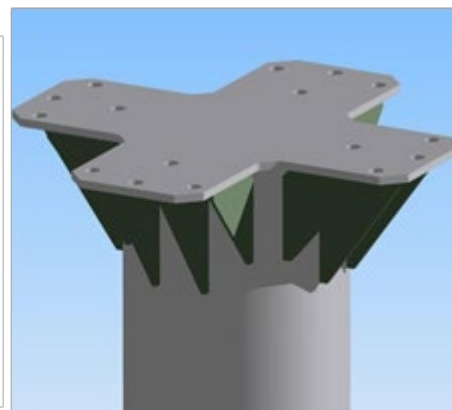
Времето за подготвяне и закрепване на повърхностния фундамент е около един час. След това 2-3 монтажници сглобяват модулите на стълба заедно с фланеца.

Предлага се и вариант само с един витлов пилот, чиято горна повърхност служи за закрепване на фланеца на аварийния стълб.

The helical piles would be screwed into the ground by two electricians., using an additional a portable Hubbell's hydraulic pump

The time for preparation and fixing of the surface foundation is about one hour. Then 2-3 installers assemble the modules together with the flange.

There is also an option with only one helical pile, whose upper surface serves to attach the flange to the emergency pole.



Издигането на сглобения стълб и закрепването му към повърхностния фундамент се осъществява само с помощта на лебедка и обратна стрела. Цялостната замяна на повредения решетъчен стълб с композитен се извършва в рамките на 2-3 часа.

Основната цел при проектирането и създаването на композитните преносни стълбове (СТР) е аварийна или постоянна подмяна на междинни стомано-решетъчни стълбове по време на ремонтни и възстановителни работи на въздушни линии за напрежение 110 кВ.

Разглежда се възможността за строеж на временни въздушни преносни линии, използване като система за аварийно възстановяване в случай на повреда на съществуващите стълбове, които повече нямат възможност за понататъшната им експлоатация.

Предимства на СТР

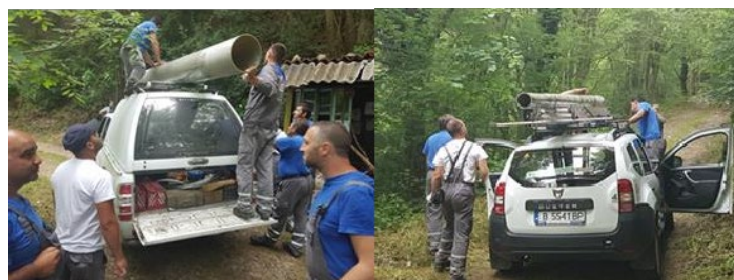
- Модулна конструкция;
- Стълба е изолатор и при използване на композитни конзоли не е необходимо заземяване;
- Модулността на стълбовете и тяхното малко тегло позволяват бърза доставка с обикновен пикап до трудно-достъпни райони и места в планините;

Erection of the assembled pillar and its attachment to the surface foundation is carried out only with the help of a winch and a reverse boom. The complete replacement of the damaged lattice steel tower with a composite one is performed within 2-3 hours. The main purpose in the design and construction of composite transmission poles (СТР) is emergency or permanent replacement of intermediate lattice-steel poles during repair and restoration works to the overhead lines for rated voltage of 110 kV,

The possibility of construction of temporary overhead transmission lines, use as a system for emergency recovery in case of damage to existing poles, which are no longer possible for their further operation, is also considered.

Advantages of CTP

- Modular construction;
- The composite pole is an insulator and when using composite brackets no grounding is required;
- The modularity of the poles and their light weight allow fast delivery by ordinary pickup to hard-to-reach areas and places in the mountains;



- Могат да се влачат от АТВ в близост до строителната площадка и да се носят от 2-3 души на ръка до мястото на изправяне;

Can be towed by ATV near the construction site and carried by 2-3 people by hand to the place of standing;



- Разполагане и монтаж в минимално подготвената зона от персонала за монтаж, без да се използват повдигащи съоръжения.
- Deployment and installation in a minimally prepared area by installation personnel without the use of lifting equipment.



- Лекота на сглобяване и монтаж;
- Висока степен на механична якост – издържат натоварване на опъвателен ж.р. стълб;
- Устойчивост на климатични фактори – бури и виелици;
- Издръжливост и екологосъобразност - те са особено значими в определени области, където преминаването на тежки транспортни средства и тежкотоварни съоръжения е проблематично и доставката от стоманобетонни или ж.р. стълбове е свързано със значителни трудности и разходи.
- За намаляване визуалното въздействие на електропроводите, стълбовете се предлагат в зелен цвят;
- Ease of assembly and installation;
- High degree of mechanical strength - withstand the load of anchor pole;
- Resistance to climatic factors - storms and snow blizzards;
- Durability and environmental friendliness - they are especially important in certain areas where the passage of heavy vehicles and heavy equipment is problematic and the supply of reinforced concrete or lattice steel towers is associated with significant difficulties and costs.
- To reduce the visual impact of power lines, the poles are available in green colour;



- Ако стълбовете се използват само като аварийно-възстановителна система те могат да бъдат със сигнално оранжев цвят;
- If the poles are used as an Emergency Restoration System only, they may be coloured in signal orange;



- Могат да се изработват в цветовата гама на RAL;
- Can be made in the colour range of RAL;



Използвана литература

1. Феникс88 – Композитные опоры аварийного резерва 35-110 кВ: <http://koar.electromash-nsk.ru/>;
2. ЭЛСИ – опора ЛЭП 110 кВ с вантовой полимерной траверсой, на оттяжках: <https://www.elsi.ru/stalnye-opory-lep/opory-dlya-vl-110-kv/ps110pv-1m/>
3. Hubbell Power Systems, Inc - Helical Piles and Guy Anchors from HUBBELL CHANCE for Electric Power Transmission and Substation Applications: <https://www.hubbell.com/hubbellpowersystems/en/Products/Data-Communications/Anchoring/Helical-Anchors-Piles/cl/2862227>;
4. Lindsey – Emergency Restoration System (ERS) <https://lindsey-usa.com/ers/>;
5. Power-Line – Композитни стълбове за 110 кВ: Архив Ханджиев ЕООД

Bibliography

1. Phoenix88 - Composite supports of emergency reserve 35-110 kV: <http://koar.electromash-nsk.ru/>;
2. ELSI - support of 110 kV transmission line with cable crossarm, with Guys: <https://www.elsi.ru/stalnye-opory-lep/opory-dlya-vl-110-kv/ps110pv-1m/>;
3. Hubbell Power Systems, Inc - Helical Piles and Guy Anchors from HUBBELL CHANCE for Electric Power Transmission and Substation Applications: <https://www.hubbell.com/hubbellpowersystems/en/Products/Data-Communications/Anchoring/Helical-Anchors-Piles/cl/2862227>;
4. Lindsey - Emergency Restoration System (ERS) <https://lindsey-usa.com/ers/>;
5. Power-Line - Composite poles for 110 kV: Archive Handjiev ltd.