



Výstavba přenosové soustavy / Building the transmission system

Elektřina jako univerzální energie

Během posledních sta let, kdy lidstvo využívá v širokém měřítku elektrické stroje a zařízení, se stala elektřina nezastupitelnou, univerzální energií. Napomohla nebývalému rozmachu hospodářství - průmyslu, dopravy i služeb – a také růstu životní úrovně obyvatel.

V současné době se nejen v České republice, ale i ve všech vyspělých zemích rozhoduje o budoucích zdrojích elektrické energie. Ta je pro lidstvo zatím stále nejvýhodnější, protože se dá nejlépe přeměňovat na další typy energie.

Electricity - versatile energy

During the last hundred years when electrical machines and equipment have been widely used, electricity has become both an irreplaceable and versatile form of energy. It has facilitated unprecedented economic expansion in the industrial, transportation and services sectors, as well as a significant rise in the overall standard of living.

Decisive discussions on future electricity sources are currently underway not only in the Czech Republic but in all developed countries. Electricity is the most advantageous form of energy for humanity as it can be converted into other types of energy easily and efficiently.



Česká energetická politika

Aby mohla naše vyspělá společnost dále fungovat a rozvíjet se, musí nejen co nejlépe využívat všech vlastních energetických zdrojů k výrobě elektřiny, ale také budovat silnější a spolehlivější propojení dálkovými vedeními.

V posledních letech se pro státní energetickou politiku i pro podniky elektroenergetického a elektrotechnického průmyslu stalo prioritou zajištění bezpečnosti dodávek elektřiny. Pod tímto pojmem se rozumí spolehlivost, nepřetržitost a garance vysoké kvality dodávané elektřiny, vyjádřené jak počtem výpadků, tak stabilitou napětí a frekvence.

Přenos elektrické energie zajišťuje v České republice **akciová společnost ČEPS** na základě výhradní licence č. 130100001 udělené Energetickým regulačním úřadem.

Jako provozovatel přenosové soustavy:

- poskytuje všem jejím uživatelům přenosové a systémové služby za nediskriminačních podmínek a za konkurenceschopné ceny,
- dispečersky řídí zařízení přenosové soustavy a systémové zdroje na území ČR,
- podle pravidel ENTSO-E zajišťuje propojení s elektrizačními soustavami sousedních zemí.

Czech energy policy

In order to further develop, the Czech Republic must not only strive to use the domestic energy resources necessary for electricity generation in the most efficient way possible but also construct more reliable high transmission capacity long-distance power lines.

Safeguarding the security of electricity supply has been a priority both in terms of national energy policy and for companies in the power sector and electrical industry for a number of years. Security of supply entails the transmission of reliable, continuous and high-quality electricity at stable voltage and frequency levels and the minimum number of interruptions.

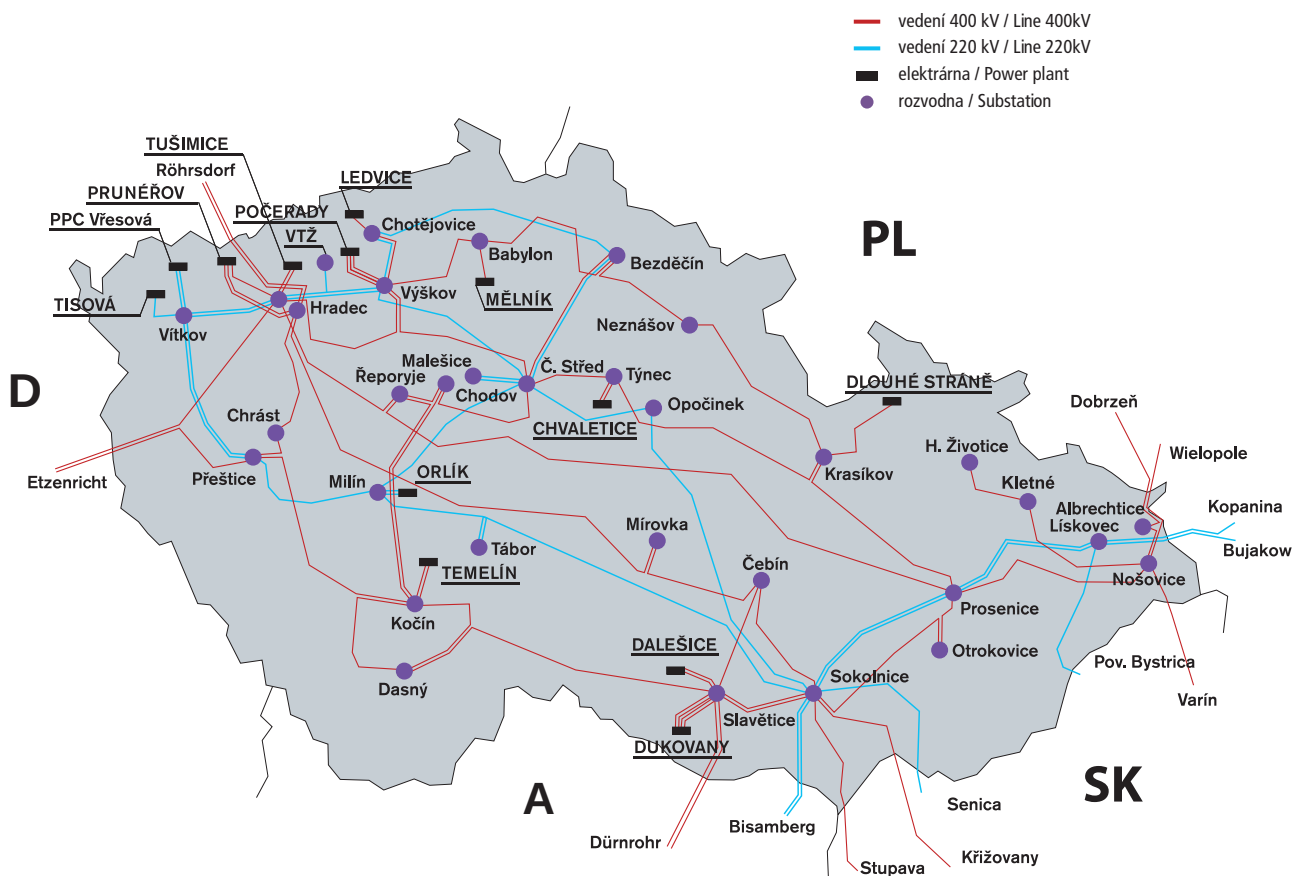
ČEPS, a joint stock company, is responsible for electricity transmission within the Czech Republic under exclusive licence No. 130100001 granted by the Energy Regulatory Office.

ČEPS, as the sole Czech Transmission System Operator, is specifically responsible for:

- the provision of transmission and system services under non-discriminatory conditions and at competitive prices;
- the operation of transmission system facilities and the dispatch of system generating sources within the Czech Republic; and
- interconnection with the transmission systems of neighbouring countries in compliance with ENTSO-E rules.

Schéma sítě 400 a 220 kV

400kV and 220kV transmission network



Dopravní tepny

Elektroenergetická přenosová soustava 400 a 220 kV, často nazývaná „páteřní“, slouží k rozvedení výkonu z velkých systémových elektráren do celého území České republiky a zároveň je součástí mezinárodního propojení Evropy. Napájí elektrinou distribuční soustavy, které ji dále rozvádějí až ke konečným spotřebitelům. Přeshraničními vedeními je přenosová soustava ČR napojena na soustavy všech sousedních států, a tím synchronně spolupracuje s celou elektroenergetickou soustavou kontinentální Evropy.

Transmission arteries

The Czech 400kV and 220kV electricity transmission network, often termed the “backbone network”, is required for the distribution of the output of large Czech power plants throughout the whole of the Czech Republic and, at the same time, forms an important part of the international European network. The transmission network supplies electricity to distribution networks from which electricity is then supplied to end consumers. The Czech transmission network is interconnected, via cross-border lines, with the transmission networks of neighbouring countries thus enabling its synchronous operation with the interconnected power systems of the rest of Continental Europe.

Přenosová soustava České republiky (k 31. 12. 2011)

Transmission system of the Czech Republic (situation as of 31. 12. 2011)

Typ vedení ČEPS	Délka tras vedení (km)
Vedení 400 kV	3 508
z toho dvojitě a vícenásobné vedení	1 145
Vedení 220 kV	1 909
z toho dvojitě a vícenásobné vedení	1 039
Vedení 110 kV	84
z toho dvojitě a vícenásobné vedení	77

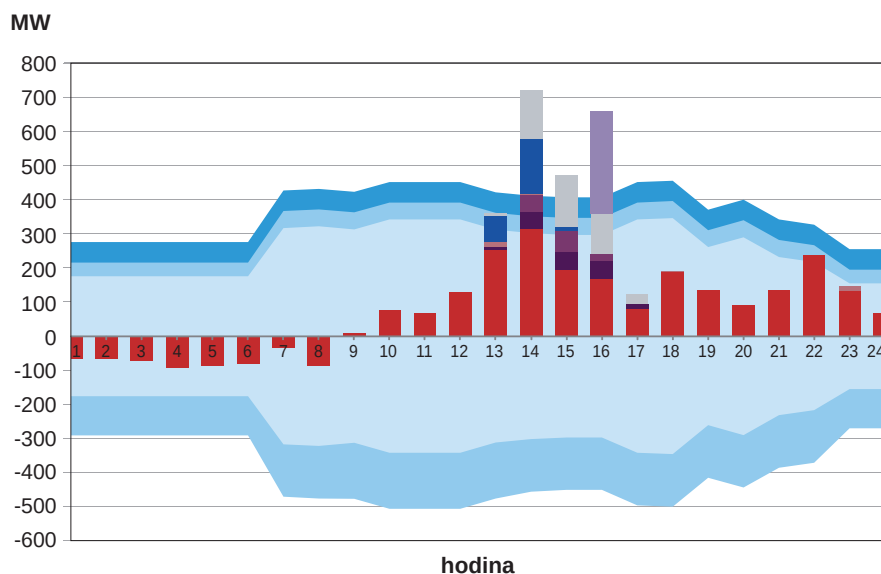
ČEPS lines by voltage	Line route length (km)
400kV line	3,508
of which double and multiple line	1,145
220kV line	1,909
of which double and multiple line	1,039
110kV line	84
of which double and multiple line	77

Na zajištění spolehlivého přenosu závisí nepřetržitě a plynulě zásobování všech spotřebitelů. Nezbytnou funkcí provozovatele přenosové soustavy je proto také dispečerské řízení elektrizační soustavy, což je v podstatě **zajištění nezbytné rovnováhy mezi výrobou a spotřebou elektřiny na licencovaném území ČR, a to v každém okamžiku.**

Reliable transmission is essential for the continuous and secure supply of electricity to all consumers. The dispatch of generation within the national power system, i.e. **balancing the supply of electricity with demand within the licensed area on a minute-by-minute basis**, is one of the most important responsibilities of the Transmission System Operator.

Čerpání podpůrných služeb dne 8. 11. 2011

The ancillary services utilization in case of the extra-large generation outage on 8. 11. 2011



- dispečerská záloha – nákup
- terciární záloha – nákup
- sekundární záloha – nákup
- sekundární záloha – využití
- terciární záloha – využití
- Vltava – využití
- dispečerská záloha – využití
- EREG – využití
- QS15 – využití
- QS10 – využití
- cold reserve – purchase
- tertiary reserve – purchase
- secondary reserve – purchase
- tertiary reserve – utilization
- HPS of Vltava river – utilization
- cold reserve – utilization
- emergency reserve
- quick start 15 reserve – utilization
- quick start 10 reserve – utilization

Dne 8. 11. 2011 byla zaznamenána kumulovaná poruchovost bloků tepelných elektráren v maximální výši 1800 MW netto výkonu. Graf znázorňuje hodinové průměry čerpání podpůrných služeb.

There were accrued outages of about 1,800MW (net) recorded on 8. 11. 2011. There is an ancillary services utilization (hourly averages) and their time relationship shown in the chart above.

Stoupá závislost, ne spolehlivost

Od 2. poloviny 90. let minulého století dochází k podstatným změnám ve fungování přenosových sítí.

Výrazně vzrostlo množství přenášené elektřiny, jednak vlivem růstu spotřeby, jednak vlivem narůstajícího mezinárodního obchodu s elektrickou energií, podporovaného snahou o liberalizaci evropského trhu.

Mění se charakter výrobních zdrojů zapojených do soustavy. Nové zdroje jsou budovány v místech výskytu primární energie (větru, vody), případně v lokalitách nejvhodnějších z hlediska bezpečnosti (jaderné elektrárny). Při výběru lokalit pro nové zdroje ustupuje do pozadí kritérium optimálního geografického umístění elektráren vzhledem k místům spotřeby a k přenosové kapacitě páteřní sítě.

Nástupem obnovitelných zdrojů energie došlo ke změně energetického mixu. Jejich integrace zvyšuje nároky na vyvedení a přenos výkonu jednak z těchto elektráren, jednak také ze záložních zdrojů, pokud větrné a fotovoltaické elektrárny výkon právě nedodávají. **Tím se mění konfigurace elektrizační soustavy, zvyšují se nároky** na schopnost přenosové sítě dopravovat vyrobenou elektřinu ke spotřebitelům a rostou také nároky na dispečerské řízení soustavy.

Dependency rather than reliability is on the increase

Substantial changes in the transmission network have occurred since the mid-1990s. **The amount of electricity transferred has significantly risen** due both to an increase in consumption and the development of cross-border electricity trading in the context of European market liberalisation.

The design of generating sources connected to the network has changed. New sources have been built at primary energy (wind, water and coal) resource locations or locations most suitable in terms of safety (nuclear power plants). The criterion of the optimum geographical location of power plants in areas of electricity consumption and considerations regarding the transmission capacity of the backbone network have become less important when choosing sites for new plants.

The advent of renewable energy sources has changed the energy source mixture. Integration of RES imposes higher requirements on the output of these plants to the grid and subsequent onward transferral as well as on the output of reserve sources in periods when wind and photovoltaic plants are unable to supply power to the grid. **Power system design is constantly changing and requirements** concerning the capability of the transmission network to carry electricity to consumers **increase** year by year together with requirements pertaining to the dispatch control of the power system.

Rozsáhlé poruchy v Evropě

Území (stát)	Datum	Rozsah výpadku
Londýn	srpen 2003	500 tisíc osob
Dánsko a jižní Švédsko	září 2003	5 milionů osob
Itálie	září 2003	56 milionů osob
Švédsko	leden 2005	341 tisíc domácností
Moskva	květen 2005	10 milionů osob
Německo, Francie, Itálie, Belgie, Španělsko, Portugalsko, Rakousko, Chorvatsko	listopad 2006	15 milionů domácností

Major outages in Europe

Area (country)	Date	Outage extent
London	August 2003	500,000 persons
Denmark and southern Sweden	September 2003	5 million persons
Italy	September 2003	56 million persons
Sweden	January 2005	341,000 households
Moscow	May 2005	10 million persons
Germany, France, Italy, Belgium, Spain, Portugal, Austria and Croatia	November 2006	15 million households

V neposlední řadě se mění také charakter spotřeby elektrické energie. Růst životní úrovně, restrukturalizace průmyslu, rozvoj mezinárodního obchodu s elektřinou i klimatické **změny stírají sezónní rozdíly v poptávce**. To ztěžuje plánování odstávek výrobních zdrojů i přenosových tras kvůli údržbě, opravám a rekonstrukcím. Klimatické změny mohou být jednou z příčin poruch na vedeních a krizových situací v zásobování elektřinou. Ve výjimečných případech může mít kumulace takových faktorů za následek i větší výpadek, tzv. black-out.

Společnost ČEPS v rámci své vymezené odpovědnosti za přenos elektřiny a zajištění rovnováhy mezi výrobou a spotřebou v každém okamžiku a v souladu s národními i evropskými závazky v oblasti integrace OZE podporuje nastavení takových legislativních a tržních podmínek, které zajistí bezpečný a spolehlivý provoz ES při minimalizaci nákladů pro konečného zákazníka.

Further, the nature of electricity consumption has changed.

Seasonal differences in demand are becoming less marked due to improvements in the standard of living, the restructuring of industry, the development of international electricity trading and climate change which is undoubtedly contributing towards the increase in the occurrence of power line outages and electricity supply emergency situations. These changes have made outage planning (concerning the outages of power plants and transmission lines for maintenance, repair and reconstruction) difficult. In exceptional circumstances, when a number of the above factors combine, blackouts may occur.

ČEPS, which is responsible for electricity transmission and the balance between electricity supply and demand on a minute-by-minute basis whilst fulfilling its commitments following from both national and European legislation in terms of RES integration, promotes the creation of adequate legislative and market conditions enabling to ensure the safe and reliable power system operation with minimum cost for end users.

Bezpečnost zásobování elektřinou se řeší na všech úrovních, včetně nadnárodních profesních sdružení elektrotechnického a elektroenergetického průmyslu, i ve vrcholné mezinárodní politice.

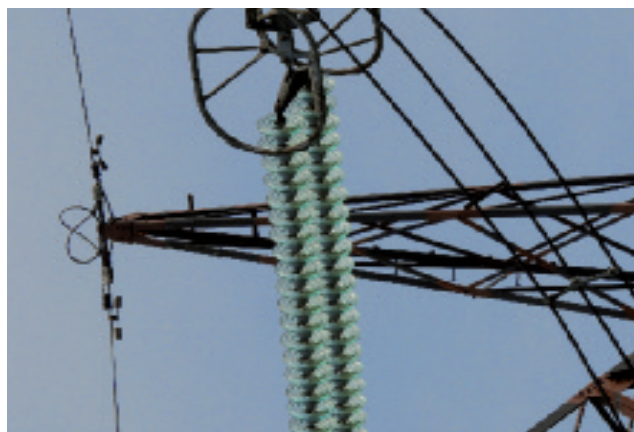
Provozovatelé přenosových soustav v Evropě se zvyšováním spolehlivosti přenosu zabývají soustavně už několik let v úzké spolupráci s regulačními orgány členských zemí a s Evropskou komisí. Zaměřují se přitom na čtyři základní strategie:

- Rozvoj vnitřního trhu Evropské unie
- Posílení kapacit přeshraničních propojení
- Zvýšení úrovně spolehlivosti přenosové soustavy
- Zajištění dosažení cíle EU "20-20-20" (20% snížení produkce skleníkových plynů, 20% zvýšení výroby z obnovitelných zdrojů energie a 20% zvýšení efektivity využití elektrické energie).

Security of supply is regularly discussed at all levels, including transnational professional associations in the power sector and electricity industry, and prominent international political institutions.

Transmission system operators in European countries have been concerned with the enhancement of transmission reliability for several years and cooperate closely with the relevant regulatory authorities of EU member countries and the European Commission. The focus has been on the following four basic strategies:

- Development of the EU internal market;
- Enhancement of the transmission capacity on interconnectors;
- Improvement of transmission system reliability;
- Achievement of the EU "20:20:20" target (20% reduction in greenhouse emissions, 20% increase in electricity generation from renewable resources and 20% improvement in electricity consumption efficiency).



Investiční plán ČEPS

Tyto základní strategie koordinovaně naplňuje také provozovatel elektroenergetické přenosové soustavy ČR. Za prioritu však považuje investice do zařízení přenosové soustavy. **Bez zvýšení kapacity sítě, bez extenzivního odstraňování úzkých míst v soustavě a bez modernizace zařízení přenosové soustavy nelze zvyšovat úroveň spolehlivosti ani rozvíjet vnitřní trh EU.**

Investiční plán ČEPS zahrnuje posílení vedení ve směru sever-jih, na trase z Polska do Rakouska. Dále sleduje posílení přenosových vedení z oblasti severočeských hnědouhelných elektráren východním směrem. To ale zároveň znamená i směr z Německa do Polska, Slovenské republiky a dále na východ a jihovýchod Evropy, protože **přenosová soustava má vždy mezinárodní i celoevropský přesah.**

V roce 2011 investovala společnost ČEPS do obnovy a rozvoje přenosové soustavy více než 4,5 miliardy korun. Dlouhodobý plán počítá se stejnou výší investic každý rok, přičemž do roku 2023 se plánuje proinvestovat více než 60 miliard korun. Součástí těchto investic je výstavba nových vedení, posílení kapacity některých vedení stávajících a dokončení přechodu stanic přenosové soustavy na dálkové ovládání. Souběžně se také buduje ochranný systém fyzického zabezpečení objektů elektrických stanic, včetně nezbytné modernizace dispečerských pracovišť.

Investiční plán ČEPS předznamenává **zásadní změny v přenosových parametrech celé sítě**. Zvýší se její přenosová kapacita, jež by měla být dostatečná i pro připojování nových (obnovitelných) zdrojů do budoucna. Otevře se prostor pro hlubší mezinárodní spolupráci. V konečném důsledku se zvýší bezpečnost zásobování spotřebitelů elektrickou energií.

ČEPS investment plan

ČEPS, the Czech Transmission System Operator, adheres to the above basic strategies, however, investment in transmission system equipment remains the overriding priority. **The enhancement of network transmission capacity, congestion management and the upgrading of transmission system equipment are preconditions for the improvement of the reliability of supply and the development of the EU internal market.**

ČEPS investment plan comprises the reinforcement of power lines in the north-south direction, i.e. approximately following the Poland to Austria route. The upgrading of transmission lines extending from the northern Bohemia region, where a number of brown coal power stations are located, eastward are also envisaged in the Company's investment plan. Importantly, the latter direction corresponds with the route from Germany to Poland and Slovakia and onward to eastern and south-eastern Europe hence **the transmission system is of international and all-European significance.**

ČEPS invested during 2011 more than CZK 4.5 billion in the further development and upgrade of the Czech transmission system. The same amount of investments per year are planned for the upcoming period totalling CZK 60 billion by 2023. These investments will cover the construction of new power lines, the enhancement of the transmission capacity of certain existing lines and on completing the conversion of its substations to remote control operation. A sophisticated security system aimed at ensuring the protection of Company transformer station buildings and structures has been installed and control centres modernised.

The ČEPS investment plan will bring about **fundamental changes in the transmission parameters throughout the whole of the network**. Transmission capacity will be enhanced to cope with the connection of new (renewable) generating sources in the future. As a result, international cooperation will be strengthened and the security and reliability of electricity supply to end customers substantially improved.

**Seznam nových a posilovaných vedení a nových rozvodn do roku 2024
(zvýšení přenosové schopnosti PS ČR)**

Název stavby	Délka [km]	Začátek výstavby	Ukončení výstavby	Náklady [mil. Kč]
V480/V479 Výškov – Chotějovice	30,1	2010	2012	622,6
V458 Krasíkov – Hor. Životice	79,3	2012	2014	1206,6
V450/V428 Výškov – Babylon*	72,5	2017	2018	1320,0
V487/V488 Verněřov – Vítkov	75,0	2018	2019	2100,0
V451/V448 Babylon – Bezděčín*	54,0	2015	2016	1360,0
V410/V419 Výškov – Čechy Střed*	98,3	2013	2015	2200,0
Rozvodna Kletné	-	2010	2012	830,0
Rozvodna Chotějovice	-	2010	2011	930,0
Rozvodna Vítkov	-	2018	2019	930,0
Rozvodna Verněřov	-	2015	2017	830,0
V406/V407 Kočín - Mírovka	120	2018	2020	3300,0
Zasmyčkování vedení V413 do rozvodny Mírovka	25	2019	2020	850,0
Rozvodna Kočín	-	2014	2020	3300,0
Rozvodna Mírovka	-	2018	2021	930,0
Rozvodna Dětmárovice	-	2016	2020	850,0
Rozvodna Lískovec	-	2023	2024	cca 520,0

* Zdvojení stávajícího vedení

**New and upgraded power lines and new substations by the year 2024
(enhancement of the transfer capacity of the Czech transmission system)**

Name of power line / substation	Length [km]	Construction commencement	Construction completion	Costs [CZK million]
V480/V479 Výškov – Chotějovice	30.1	2010	2012	622.6
V458 Krasíkov – Hor. Životice	79.3	2012	2014	1206.6
V450/V428 Výškov – Babylon*	72.5	2017	2018	1320.0
V487/V488 Verněřov – Vítkov	75.0	2018	2019	2100.0
V451/V448 Babylon – Bezděčín*	54.0	2015	2016	1360.0
V410/V419 Výškov – Čechy Střed*	98.3	2013	2015	2200.0
Substation Kletné	-	2010	2012	830.0
Substation Chotějovice	-	2010	2011	930.0
Substation Vítkov	-	2018	2019	930.0
Substation Verněřov	-	2015	2017	830.0
V406/V407 Kočín - Mírovka	120	2018	2020	3300.0
Looping (Double-over part) of the line V413 to the substation Mírovka	25	2019	2020	850.0
Substation Kočín	-	2014	2020	3300.0
Substation Mírovka	-	2018	2021	930.0
Substation Dětmárovice	-	2016	2020	850.0
Substation Lískovec	-	2023	2024	520.0

* Addition of a second circuit to the existing line

Výstavba nového vedení

Výstavba nového vedení se řídí všemi zákony platnými pro přípravu a realizaci projektů liniových staveb. **Vztahují se na ně veškerá pravidla územního a stavebního řízení, včetně posouzení vlivu stavby na životní prostředí (EIA).** To platí i v těch případech, kdy se nové vedení staví v trase vedení stávajícího.

Při projektování nového vedení se vždy hledá konsenzus mezi ochranou přírody a krajiny a nejschůdnějším, respektive z technicko-ekonomického hlediska nejvýhodnějším řešením.

Podél vedení se ze zákona zřizují ochranná pásma. Jedná se o bezpečnostní koridory, jejichž šířka činí 15 metrů (220 kV) a 20 metrů (400 kV) od krajního vodiče (podle starších norem jsou tyto vzdálenosti 20, resp. 25 metrů). Zákon stanovuje, že uvnitř těchto koridorů se nesmí vyskytovat porost vyšší než 3 metry nad zemí. **Požadavek na ochranná pásma je důležitý, protože vodiče vykazují určitý průhyb, který je proměnlivý v závislosti na teplotě vodiče.** Tato teplota je ovlivněna mj. klimatickými podmínkami (teplota vzduchu, vlhkost, apod.) a zatížením samotného vodiče (při vyšším zatížení se zvýší teplota vodiče a zvýší se průhyb). Kromě toho je závaznými normami určena rovněž minimální vzdálenost objektů od živých částí vedení (vodiče pod napětím), která činí 4 m u vedení 220 kV a 5 m u vedení 400 kV. Podobně jako v předchozím případě mají i tyto vzdálenosti **vyloučit nebezpečí dotyku živých částí vedení s dřevinami, jenž by mohl způsobit zkrat a následně požár.**

Construction of new power lines

The construction of new lines is governed by legal regulations concerned with the preparation and execution of line construction projects. **All the relevant rules covering construction by the Company, including environmental impact assessments (EIA), are meticulously followed.** This also applies to new lines built alongside existing lines.

A balance between conserving the natural environment and landscape and the most feasible or technically and economically most advantageous solution for the Company and its customers is always sought when preparing a new power line project.

Protection zones are designated alongside the route of overhead power lines as required by law. Such zones consist of protective corridors 15 metres wide for 220kV lines or 20 metres wide for 400kV lines as measured from the outer conductor (a distance of 20 metres or 25 metres, respectively, was required by previous legislation). The regulations require that trees or vegetation within such corridors should be no higher than 3 metres above ground level. **Meeting the requirements concerning protection zones is vital because of potential conductor sag;** the extent of such sagging varies according to temperature which in turn depends on weather conditions (air temperature, humidity, etc.) and conductor loading (with an increase in load, conductor temperature rises and sagging increases). Standards covering the minimum distance between objects and live line elements (energised conductors) are set at 4 metres for 220kV lines and 5 metres for 400kV lines. This distance is required in order **to avoid the risk of direct contact between live conductors and trees or vegetation which might cause short-circuiting and, subsequently, fire.**

Pátevní elektroenergetická soustava ČEPS vede velmi vysoké napětí 220 kV a zvláště vysoké napětí 400 kV. To znamená, že se v celorepublikové elektrizační sestavě odlišuje parametry svých stožárů, které jsou vyšší a mohutnější.

Nadzemní část základu stožáru tvoří například čtyři betonové válce o průměru zhruba 50 cm a výšce cca 50 cm. Do každého z válců je ukotvena jedna základová noha stožáru. Celková plocha půdy, kterou základy stožárů průměrně zaberou včetně ochranného pásma o šířce 1 m je cca 60 m². **Stožáry jsou konstruovány tak, aby odolaly extrémním povětrnostním vlivům. Musí odolávat námrazám a větru o síle vichřice, tedy o rychlosti minimálně 120 km/h.**

Stožáry se kompletují z dílců přímo na jejich stanovišti a vztyčují se metodou postupného vysouvání, tzv. štokování, nebo se používá metoda klopení, kdy se pomocí jeřábu vztyčuje celý předem smontovaný stožár. Na obtížně přístupných místech se používá pro montáž stožárů i letecká technika (vrtulníky). Na konstrukci stožárů se vyzdvihnou izolátory pomocí jednoduchých, ale důmyslných a bezpečných kladkostrojů.

Vlastní vodiče (fázové vodiče, zemnicí lana) se ke stožárům na místo montáže dopravují navinuté na bubnech (průměrná hmotnost bubnu s lanem je 3 tuny). Vodiče se na izolátory montují pomocí speciálních navíjecích souprav.

Doba výstavby daného úseku vedení, od vyhloubení základů stožárů do rekultivace terénu po ukončení stavby, nepřesahuje zpravidla 3 měsíce – v závislosti na náročnosti trasy vedení v konkrétním územním celku. **Kromě vlastní stavby stožáru nejsou k výstavbě zpravidla zapotřebí těžké stavební stroje ani jiné mechanismy**, které by vyžadovaly zřízení speciálních technologických komunikací (přístupových silnic). Ve stavební lokalitě trasy vedení nejsou zřizovány stavební dvory ani dočasné sklady materiálu. Harmonogram výstavby je vždy plánován tak, aby zemní práce nenarušovaly přirozený vegetační cyklus, respektive aby co nejméně narušovaly běžný rytmus při využívání zemědělské půdy.

The ČEPS backbone network carries high voltage electricity of 220kV and extra high voltage of 400kV. Accordingly, transmission towers are higher and stronger than other towers within the national power system.

The above-ground tower foundation segment consists of for example four concrete cylinders approximately 50cm in both diameter and height. Each tower leg is anchored to one of the cylinders. The average area covered by the tower's foundations is approximately 60m², including the mandatory 1m wide protection zone. **The towers are designed to withstand extreme weather conditions, such as ice coating or violent storms, i.e. wind of a speed exceeding 120km/hour.**

Towers or their individual segments are assembled on-site and then erected using either the gradual extension method, i.e. stage-by-stage assembly, or the tilting method, when a completely pre-assembled tower is erected by crane. In inaccessible areas, helicopters are used to erect towers. Insulators are installed on towers using simple but ingenious and highly reliable hoists.

Conductors (phase and ground wires) are transported to the site on reels (drums); the average weight of a reel with the wire is 3 tonnes. Conductors are strung on the towers using special stringing machines (pullers and tensioners).

The time of construction of a certain line section, from excavation of tower foundation holes to site reclamation after construction completion, is typically no more than 3 months depending on conditions in the route section within which the power line is built and the particular region.

Beside the tower construction self, no heavy building machinery or other equipment for which special access roads have to be constructed **is required**. No plant depots or temporary stores for materials need be built on or near the line construction site; the construction schedule is designed to fully take into account the natural growing cycle and local farmland use.

Výstavba nového vedení Construction of a new overhead power line



Základový díl stožáru se ukotví, zalije betonem a po dostavbě stožáru proběhnou dokončovací práce na terénních úpravách.

A tower foundation segment is guyed and then encased in concrete. The finishing work and subsequent ground shaping will begin after completion of the construction of the tower.



Konstrukce pokračuje buď montáží naležato, nebo tzv. štokováním, postupným montováním dalších částí. Ke štokování se často používá tzv. štokovací jehla, což je zařízení vztyčené uvnitř základu stožáru. Za jeho pomoci se zvedají další díly konstrukce.

Construction work continues: The tower is either assembled in a horizontal position and then erected, or assembled by the gradual extension method (stage-by-stage assembly of individual segments). A gin pole (steel pole fixed inside the tower base) is used for stage-by-stage assembly; all the other segments are then erected using the gin pole.

Výstavba nového vedení Construction of a new overhead power line



Po dostavbě stožáru a zavěšení izolátorů přichází na řadu upěvnění vodičů. Po celém novém vedení se natáhnou vodiče pomocí kladek na stožárech a zatahovacích souprav s bubny, které vodiče z jedné strany vedení natáhnou.

Once tower assembling and erecting is complete and insulators suspended, conductors can be strung. Pulleys attached to the towers and stringing machines are used to string the conductors along each side of the line.



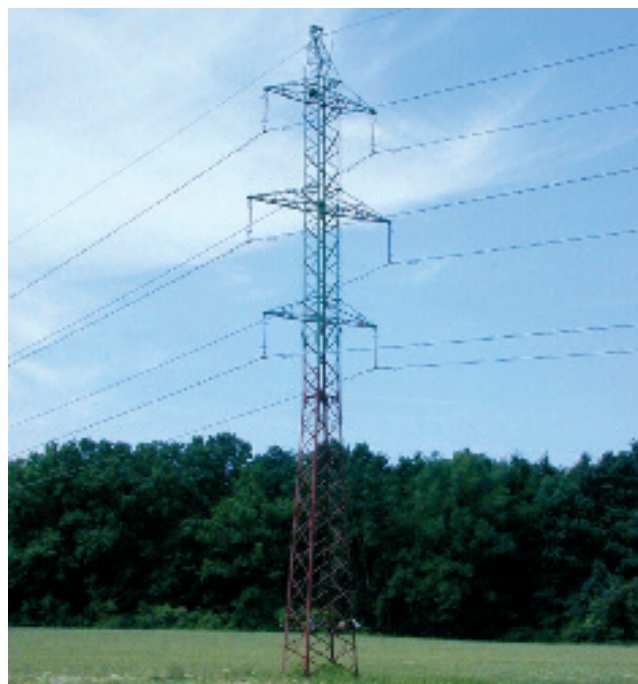
Na závěr se stožáry opatří ochranným nátěrem proti korozi.

Finally, protective paint is applied to protect the towers against corrosion.

Základní typy stožárových konstrukcí vedení ČEPS 110 kV Major types of tower structure for ČEPS 110kV power lines



Podchodový stožár - kotevní
Low profile tower - Anchor tower



Soudek - nosný
Barrel tower - Suspension tower



Soudek - kotevní
Barrel tower - Anchor tower

Základní typy stožárových konstrukcí vedení ČEPS 220 kV Major types of tower structure for ČEPS 220kV power lines



Portál - nosný
Portal tower - Suspension tower



Portál - kotevní
Portal tower - Anchor tower



Portál dvojnásobný - nosný
Double Portal tower - Suspension tower



Portál dvojnásobný - kotevní
Double Portal tower - Anchor tower

Základní typy stožárových konstrukcí vedení ČEPS 220 kV Major types of tower structure for ČEPS 220kV power lines



Soudek - nosný
Barrel tower - Suspension tower



Soudek - kotevní
Barrel tower - Anchor tower



Donau - nosný
Donau tower - Suspension tower



Donau - kotevní
Donau tower - Anchor tower

Základní typy stožárových konstrukcí vedení ČEPS 400 kV Major types of tower structure for ČEPS 400kV power lines



Delta - nosná
Delta tower - Suspension tower



Delta - kotevní
Delta tower - Anchor tower



Donau - nosný
Donau tower - Suspension tower



Donau - nosný
Donau tower - Suspension tower



Donau - kotevní
Donau tower - Anchor tower

Základní typy stožárových konstrukcí vedení ČEPS 400 kV Major types of tower structure for ČEPS 400kV power lines



Donau - nosný
Donau tower - Suspension tower



Donau - kotevní
Donau tower - Anchor tower



Kočka - nosná
"Cat head" tower - Suspension tower



Kočka - kotevní
"Cat head" tower - Anchor tower

Základní typy stožárových konstrukcí vedení ČEPS 400 kV Major types of tower structure for ČEPS 400kV power lines



Mačka - nosná
“**Mačka**” tower - Suspension tower



Mačka - kotevní
“**Mačka**” tower - Anchor tower



Soudek - nosný (2x400 kV)
Barrel tower - Suspension tower (2x400kV)



Soudek - kotevní (2x400 kV)
Barrel tower - Anchor tower (2x400kV)

Základní typy stožárových konstrukcí vedení ČEPS 400 kV Major types of tower structure for ČEPS 400kV power lines



Portál - nosný
Portal tower - Suspension tower



Portál - kotevní
Portal tower - Anchor tower



Portál - kotevní
Portal tower - Anchor tower



Třídřík
Three-pole tower

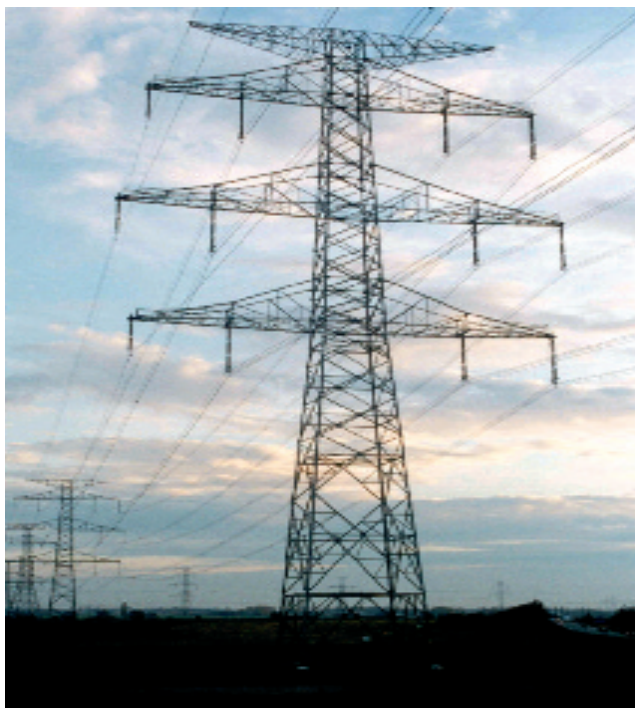
Základní typy stožárových konstrukcí vedení ČEPS 400 kV Major types of tower structure for ČEPS 400kV power lines



Vertikální uspořádání (Čenda) - nosný (400+220 kV)
"Čenda" vertical array tower - Suspension tower (400+220kV)



Vertikální uspořádání (Čenda) - kotevní (400+220 kV)
"Čenda" vertical array tower - Anchor tower (400+220kV)



Sudek - nosný s vedením o různé napěťové hladině (3x400+220 kV)
Barrel tower - Suspension tower carrying power lines with different voltage levels (3x400+220kV)



Sudek - kotevní s vedením o různé napěťové hladině (3x400+220 kV)
Barrel tower - Anchor tower carrying power lines with different voltage levels (3x400+220kV)

Varianta podzemních kabelů

Vedení zvláště vysokého napětí (zvn) v kabelech uložených pod zemským povrchem je zatím i ve světě ojedinělé. Výjimečně se toto řešení používá v případech, kdy stavba nadzemního vedení je vyloučena z technických či prostorových důvodů – typickými příklady jsou propojovací (okružní) vedení zvn v husté městské zástavbě. Přitom celková délka jednotlivých úseků těchto kabelových vedení, vesměs uložených ve speciálních kolektorech, nepřekračuje jednotky kilometrů.

Pokud by mělo být tohoto způsobu využito v ČR, bylo by vzhledem k požadovaným přenosovým schopnostem páteřní sítě 400 kV nutné počítat s paralelním uložením kabelů. V trase každého vedení by tak bylo nutné umístit 6 jednofázových kabelů, pro dvojité vedení celkem 12 kabelů, z bezpečnostních a provozních důvodů vzájemně oddělených. **To znamená udržovat celkovou šíři kabelové trasy „jednoduchého vedení“ zhruba 10 m s ochranným pásmem 3 metry od každého krajního kabelu.** Zároveň je Energetickým zákonem zakázáno zpětné vysazování trvalých porostů v trase a ochranných pásmech podzemního vedení.

Pro výstavbu i následnou údržbu je nutná trvalá komunikace (prostor pro pohyb stavebních strojů) podél každého kabelového vedení v celé trase. S ohledem na stavební řešení výkopu (sklon stěn) pro uložení kabelů a umístění obslužných komunikací je **celková šířka potřebného prostoru pro dvojité kabelové vedení 400 kV do 40 m.** Dále je nutné počítat v celé trase s dalším prostorem o šířce cca 10 m na každou stranu pro opakované ukládání zeminy z výkopů.

K místu uložení by se kabely přivázely navinuté na bubnu o průměru 6 metrů a hmotnosti přes 20 tun včetně kabelu. Na půl kilometru trasy by bylo zapotřebí 12 takových bubnů.

Underground cable lines

Extra high voltage (EHV) power lines in the form of underground cables are very rare not only in the Czech Republic but worldwide. This solution is only employed when the construction of an overhead line is impractical due to technical reasons or the lack of space – typically in densely populated urban areas where ring EHV power lines are built. The total length of individual sections of such cable power lines, installed in special tunnels, is a few kilometres only.

If this solution were used in the Czech Republic, several cables would be installed in parallel because of the required transmission capacity of the 400kV backbone network. 6 one-phase cables would have to be installed along the route separated one from the other for security and operational reasons. **The total width of such a cable route for a single-circuit line would be approximately 10 metres with a protection zone of 3 metres wide as measured from each of the outer cables.** The area would have to be carefully maintained; the planting of trees and shrubs along the route of such underground cables and the adjacent protection zone is prohibited under the Energy Act.

Permanent access roads (for building machinery) alongside the full length of each cable line within the route would have to be built for use during the construction of the line and its future maintenance and repairs. Considering the cable trench design (side wall slope) and service road installation, **the total width of the site for a 400kV double line would come to 40 metres.** A further 10-metre wide stripe of land would be required on each side for the disposal of excavated material.

Cables would have to be transported to the site coiled around drums each with a diameter of 6 metres and weighing more than 20 tonnes including the cable itself. 12 such drums would be required for each half kilometre of



To by znamenalo výstavbu speciální technologické komunikace, která by navíc kvůli údržbě, opravám, obnově a zajištění bezpečnosti kabelů musela být zachována i po dokončení stavby. Dále musí být řešeny manipulační a skladové plochy.

Jednotlivé díly kabelů (cca po 600 m trasy) se spojují kabelovými spojkami, které musí být přístupné kontrole a měření. Proto by se musely v těchto místech **budovat betonové objekty, zapuštěné z větší části pod zem, o rozměrech přibližně 6 x 6 x 2 m pro jedno kabelové vedení**, které musí zajistit bezpečné požární oddělení jednotlivých kabelových spojek v případě poruchy.

Vzhledem k průměru jednotlivých kabelů (min. 15 cm) a požadavkům na jejich mechanizované pokládání (zatahování) nelze reálně uvažovat o změně směru trasy kabelového vedení mezi sousedními kabelovými komorami.

the route. **Consequently, a special access road would have to be built** which would have to be maintained after the completion of the line for maintenance, repair, upgrade and inspection purposes. In addition, a handling and storage area would have to be constructed.

All the cable sections (each approximately 600 metres long) must be connected via cable joints which must be accessible for inspection and measurement purposes. **Concrete structures approximately 6 by 6 by 2m in size, with the greater part buried in the ground, would have to be built for each cable line** to ensure the safe separation of cable joints from each other for fire protection reasons should there be a fault in one of the cables, for example.

Given the diameter of each cable (15cm as a minimum) and the requirements concerning mechanised laying (stringing), cable routing between two joint bays could not be changed.

V místě přechodu z venkovního na kabelové vedení (a naopak), tzn. při kombinaci obou konstrukčních typů vedení v trase, je nutné vybudovat oplocenou přechodovou stanici pro umístění koncových portálů, kabelových průchodek a svodičů přepětí o rozměrech cca 50 x 50 m s ochranným pásmem 20 m od oplocení.

Ve srovnání s nadzemním vedením má kabelové vedení zásadní nevýhodu spočívající ve značně vyšší kapacitní reaktanci, která podstatným způsobem snižuje přenosové schopnosti kabelu. Proto by pro realizaci zamýšlených kabelových vedení bylo nutné **na obou koncích doplnit kompenzační zařízení**. Pod pojmem kompenzační zařízení se rozumí uzavřený areál pro rozvodné zařízení zvn, vlastní kompenzátory (kompenzační tlumivky o jednotkovém výkonu minimálně 100 MVAR) a budovy pro systémy řízení, chránění a vlastní spotřebu stanice, a s přístupovou komunikací pro přepravu těžkých a nadrozměrných nákladů či zařízení.

Vlastní výkop pro každou kabelovou trasu představuje **vytěžení přibližně 13 500 m³ zeminy (nebo i skály, podle změny podloží v trase kabelu) na každý kilometr trasy**. A s ohledem na problém s odvodem ztrátového tepla kabelu (asi 200 W na každý metr trasy) by bylo nutné cca 25 % tohoto objemu odvézt na skládky a nahradit speciálním materiálem na zásyp.

Velkým problémem je i otázka viditelného vymezení ochranného pásma kabelového vedení v terénu, včetně zajištění jeho bezpečných přejezdů, např. pro běžně používané stroje a mechanismy v zemědělství a lesnictví.

U podzemního vedení je velmi obtížné řešení poruch při provozu (vyhledání místa poruchy, oprava poškozené části kabelového vedení). Doba zásahu do opětovného uvedení kabelového vedení do provozu se pohybuje nikoliv v řádu hodin až dní (jako u vzdušného vedení), ale týdnů až měsíců. Stavební a montážní rozsah prací pro opravu a pro výměnu kabelů v trase je srovnatelný s rozsahem prací pro výstavbu.

A fenced transition station for terminal portal towers, feeder-through insulators and overvoltage arresters, 50 by 50m in size with a protection zone of 20 meters wide as measured from the fence, would have to be built at the transition point between overhead line to cable line in the case when both types of line are used within a given route.

Underground cable lines have a major disadvantage when compared to overhead lines: substantially higher capacity reactance which considerably reduces the transmission capacity of the cables. Consequently, **a compensating station would have to be built at both ends of the line route**. The compensation station would consist of an enclosed site comprising an EHV substation, compensators (shunt reactors with a minimum nominal capacity of 100MVAR) and buildings housing control systems, protective devices and station auxiliaries; an access road serving the compensation station would also have to be built for the transportation of heavy or exceptional loads and equipment.

Approximately 13,500m³ of earth (or rock, depending on the ground in which the cable is routed) per each route kilometre would have to be excavated during preparation of the cable trench in a cable route. In view of the poor heat-dissipation qualities of underground cables (approximately 200W for each route meter), roughly 25% of this volume would have to be disposed of and replaced by special backfill material.

Clear marking of protection zone boundaries alongside the route of the cable which includes safe crossings, e.g. for machinery commonly used in agriculture and forestry, would pose a serious problem.

Faults in underground power lines under operation are very difficult to tackle (locate the fault and repair the damaged section of the cable line). The time required for the recovery of the line operation would not amount to hours or days (as for overhead lines) but to weeks or even months. The scope of construction and assembly work required for the repair or replacement of cables along the route is comparable with that required for the construction of a new line.

To jsou jen některé nejzávažnější problémy, s nimiž by se výstavba a provoz podzemního kabelového vedení musely vyrovnávat. Těmi dalšími jsou křížení kabelové trasy se silnicemi a železnicemi, překonávání vodních toků, kotvení kabelového vedení ve svahu (v příčném i podélném spádu) aj. Je zřejmé, že i řešení kabelovým vedením by trvale poškodilo krajinu, a to mnohem závažnějším způsobem, než vedení nadzemní. Přitom **průměrné náklady na výstavbu kabelového vedení jsou ve srovnání s náklady na výstavbu venkovního nadzemního vedení zhruba 10x až 20x vyšší** (v závislosti na terénu a překonávání překážek v konkrétní trase).

Only a selection of the most serious problems associated with the construction and subsequent operation of underground cable lines are outlined above; a host of other complications attend the construction and operation of underground cables including road, rail and river crossings, anchoring of cables on sloping areas (both on lateral and longitudinal slopes) etc. The cable solution harms the landscape to a far greater extent than overhead line construction. **The average cost of cable line construction is approximately 10 to 20 times higher than for overhead lines** (depending on the type of ground and obstacles along the specific route to be overcome).

Vznik a rozvoj jednotné elektrizační soustavy ČR

V začátcích průmyslového využívání elektrické energie nebylo rozvodných ani přenosových soustav zapotřebí. Elektrina byla zpravidla vyráběna pro vlastní spotřebu. Rozvodné systémy začaly vznikat v prvním desetiletí minulého století společně s prvními veřejnými elektrárnami.

Hlavní impuls k výstavbě elektrizační soustavy, jak ji známe dnes, dal v roce 1919 Zákon o soustavné elektrisaci státu. Funkci vznikající přenosové soustavy velmi dobře charakterizovala propagační brožura vydaná v roce 1924 Zemským úřadem na zvelebování živností v Brně: „Úkolem soustavné elektrisace jest vybudovati na území československého státu uzavřený řetězec velkoelektráren, zřízený na pramenech přírodní energie, to jest jednak na dolech, jednak na velkých vodních silách tak, aby umožňovaly, pracující do společné sítě, hospodárny rozvod elektrické energie v potřebném množství v celém státě.“

Páteční přenosová síť byla prakticky dokončena v 80. letech minulého století. V současné době ji tvoří hlavně vedení 400 kV. Trasy 220 kV, jejichž výstavba byla ukončena počátkem 70. let, dnes plní převážně úlohu záložních a doplňkových vedení. K přenosové soustavě patří rovněž 41 rozvodů s 71 transformátory pro obě základní napěťové hladiny. Historicky nejstarší soustavy 110 kV postupně v 70. letech převzaly úlohu uzlové napájených distribučních sítí.

Formation and development of the integrated Czech power system

In the early days of the industrial use of electricity neither distribution nor transmission systems were needed; electricity was generated solely for the producer's own use. The first distribution networks were built in the first decade of the 20th century, together with the first public power stations.

The main impetus for the formation of a national power system in its current form was provided in 1919 by the passing of legislation on the supply of electricity to the whole of the country. The role of the emerging transmission system was aptly described in a promotional brochure published in 1924 by the Provincial Authority for Business Promotion in Brno: "The aim of systematic electrification is to develop an inclusive chain of large power plants in Czechoslovakia built near to resources of natural energy, i.e. coal mines or major rivers, so that generated electricity supplied to a common grid can be distributed economically and in the required amount throughout the whole of the country".

The construction of a backbone transmission network was finally completed in the 1980s. It currently consists of 400kV power lines with 220kV lines, the construction of which was completed in the early 1970s and which are currently used mainly as reserve lines. In addition, the transmission system comprises 71 transformers and 41 substations for both basic voltage levels. The older 110kV grids have been used for distribution purposes since the 1970s.



Elektrárenská 774/2
CZ-101 52 Prague 10
Tel.: +420 211 044 111
Fax: +420 211 044 568

ceps@ceps.cz
www.ceps.cz