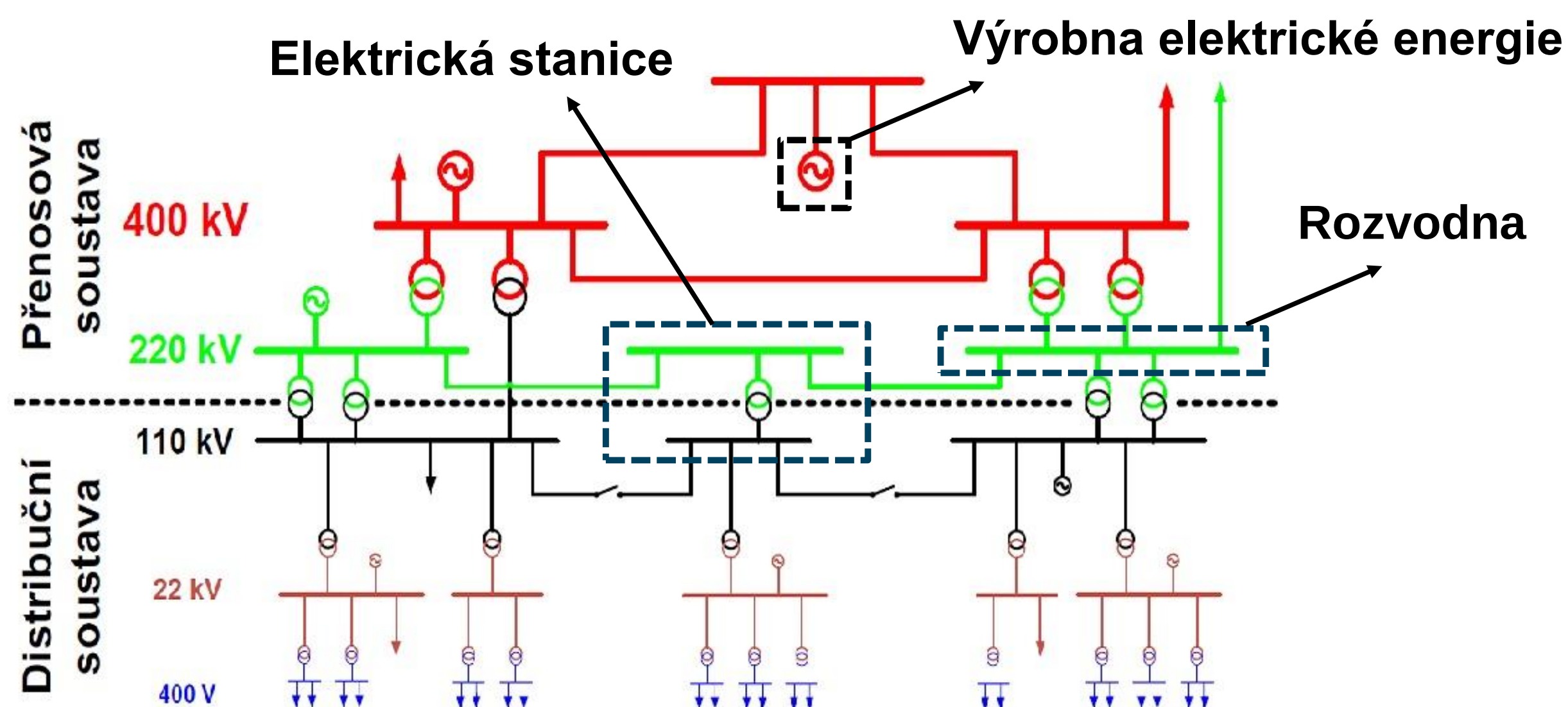




Elektrické stanice ČEPS

Obecný úvod

- **Elektrizační soustava** = vzájemně propojený soubor zařízení pro výrobu, přenos, transformaci a distribuci elektřiny, včetně elektrických přípojek a přímých vedení, a systémů měřicí, ochranné, řídicí, zabezpečovací, informační a telekomunikační techniky.
- **Elektrická stanice** = druh uzavřené elektrické provozovny, sloužící k výrobě, přeměně nebo rozvodu elektrické energie.
- **Rozvodna** = je uzavřený technický celek umístěný buď v budově, nebo ve volném prostoru obsahující zařízení pro rozvádění elektrického proudu téhož napětí, který se montuje a zkouší na místě jeho užití.

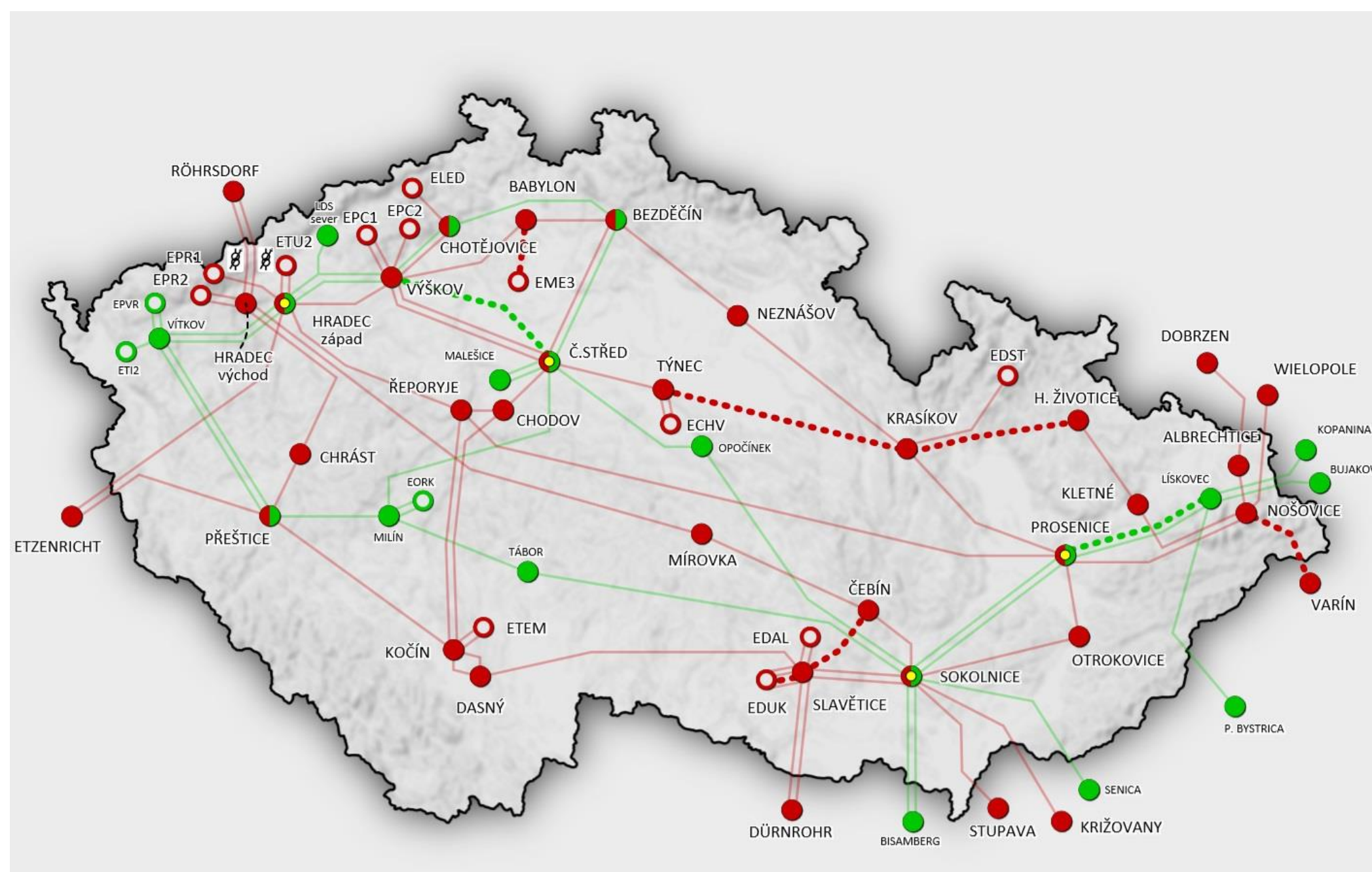


Elektrické stanice

- Z hlediska účelu dělíme elektrické stanice na:
 - **transformovny** (elektrická stanice obsahující výkonové transformátory propojující dvě nebo více sítí rozdílných napětí)
 - **spínací stanice** (rozdávění elektrické energie téhož napětí bez transformace)
 - **měnírny** (např. napájení trakce, „back-to-back“ pro HVDC přenos)

Elektrické stanice přenosové soustavy

- V přenosové soustavě v provozu celkem 33 elektrických stanic, z toho:
 - 4 stanice zajišťují vazbu mezi systémy 400 kV a 220 kV
 - 32 stanic zajišťuje propojení mezi PS a DS
 - 10 stanic zajišťuje vyvedení výkonu z výroben elektrické energie
 - 8 stanic je složeno z rozvoden 400 kV a 220 kV



Řešení rozvoden dle technologie

- Z hlediska použité technologie dělíme rozvodny na:

- **klasické venkovní** (AIS – Air Insulated Switchgear)

rozvodna, ve které je izolace vůči zemi a mezi fázemi provedena převážně vzduchem o atmosférickém tlaku.

- **zapouzdřené vnitřní** (GIS – Gas Insulated Switchgear)

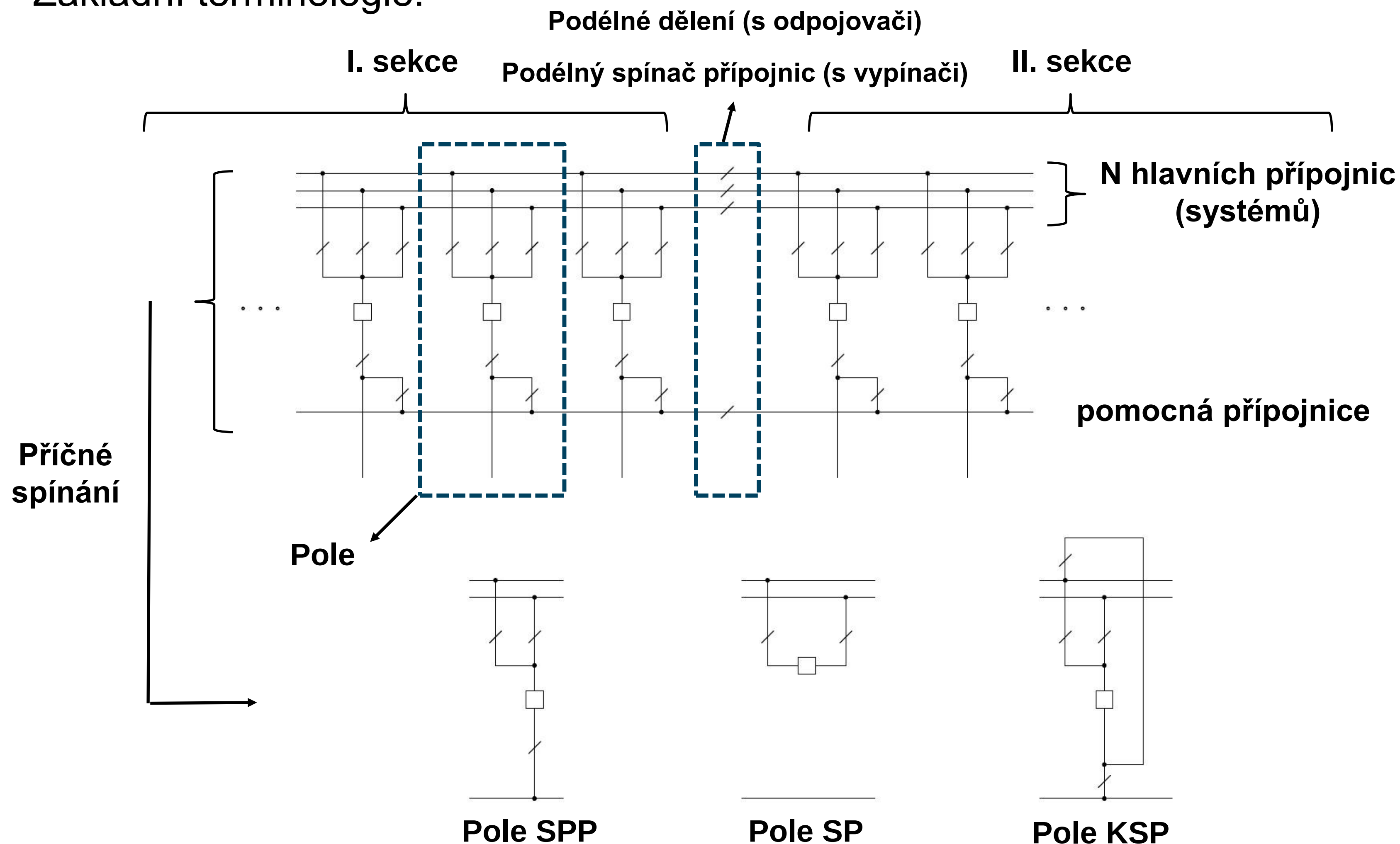
rozvodna, ve které jsou části pod napětím zapouzdřeny v kovovém pouzdře a od tohoto pouzdra a mezi sebou izolovány plynem SF₆ o tlaku vyšším, než je atmosférický

- **hybridní** (např. HIS – Highly Integrated Switchgear, „mixed switchgear“)



Schémata rozvoden

■ Základní terminologie:



Standardizované schéma rozvoden PS

- pro venkovní rozvodny = schéma „2H + P“

Přístroje v poli:

přípojnicový odpojovač

přípojnicový odpojovač

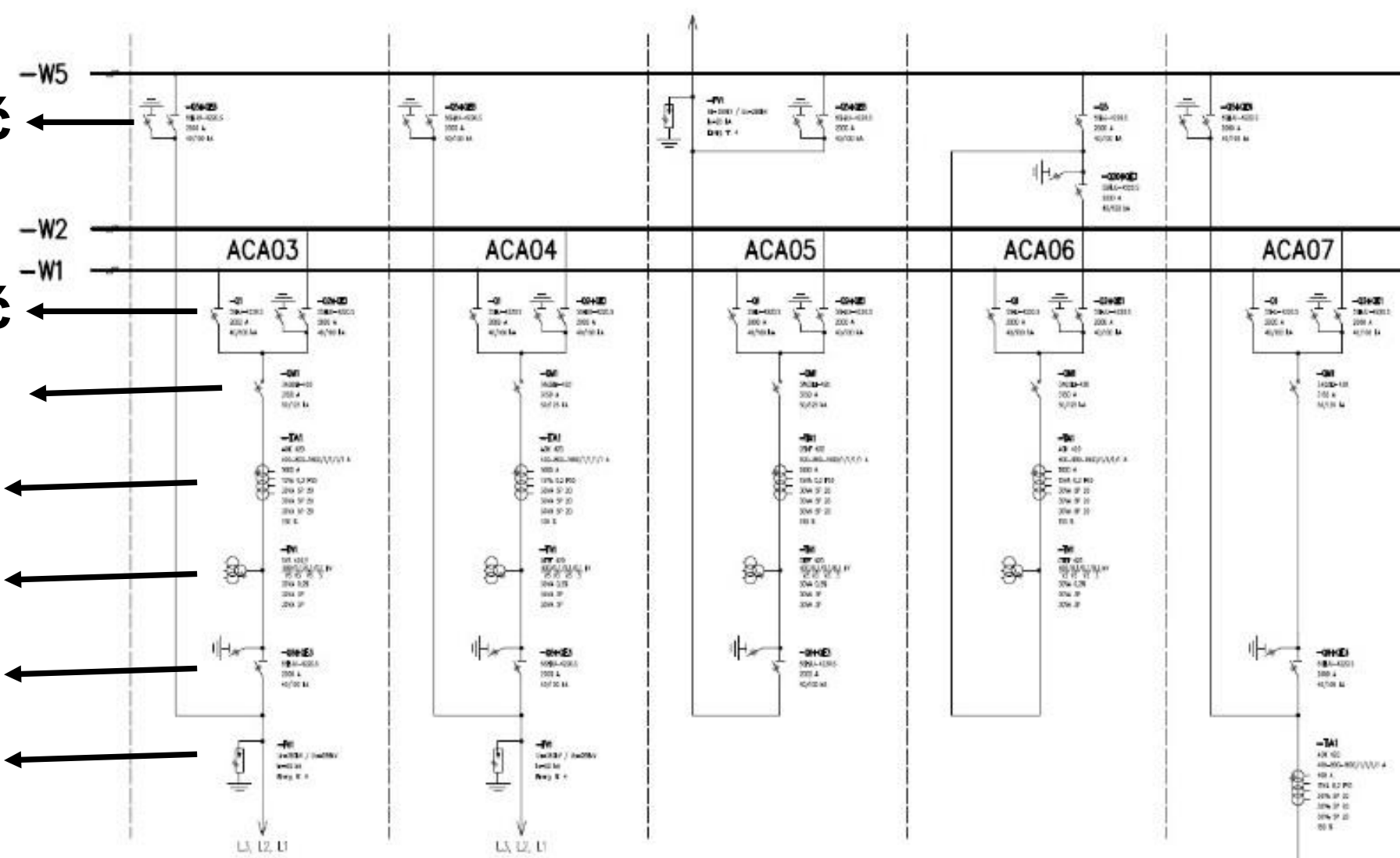
vypínač

PTP

PTN

vývodový odpojovač

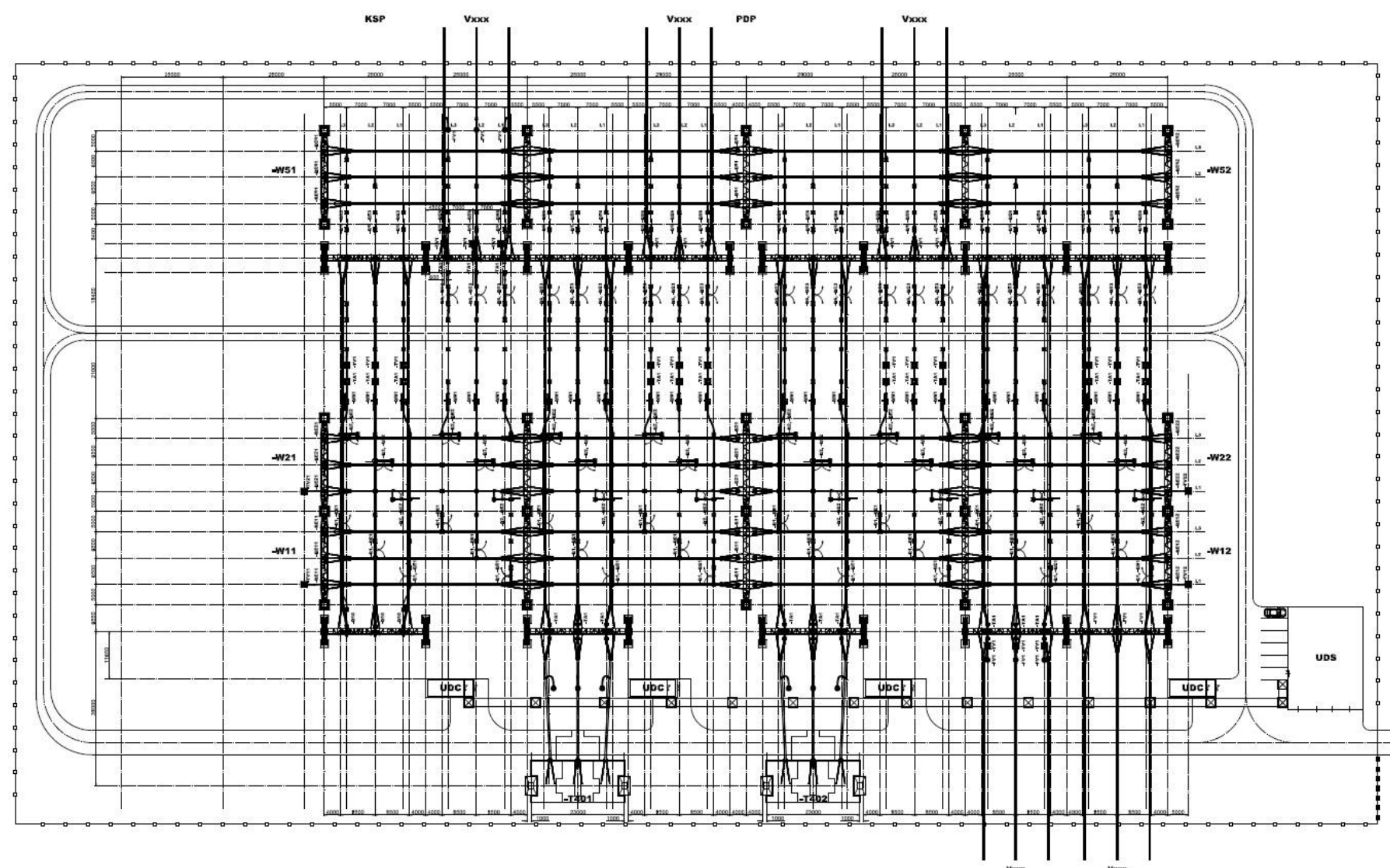
omezovač přepětí



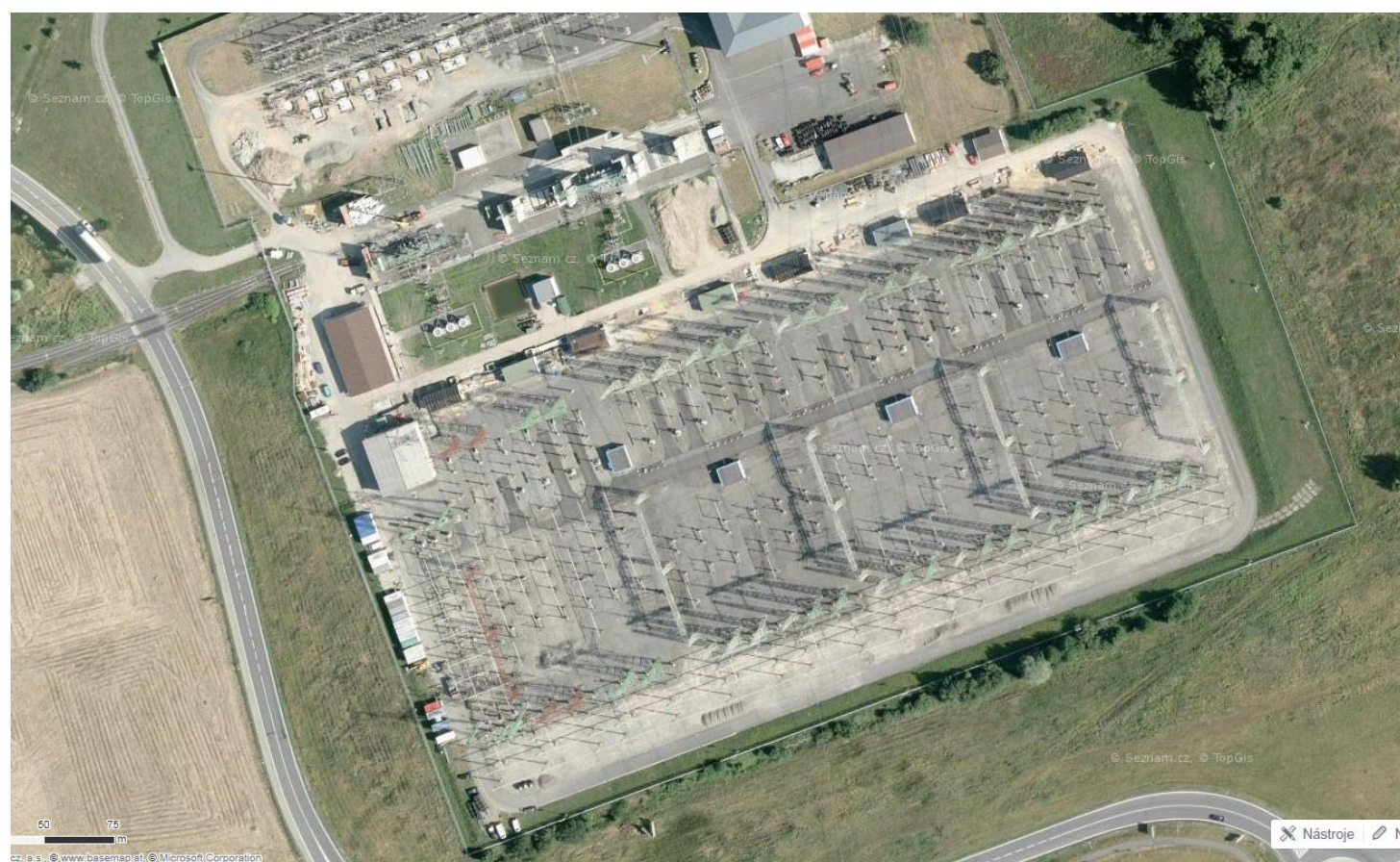
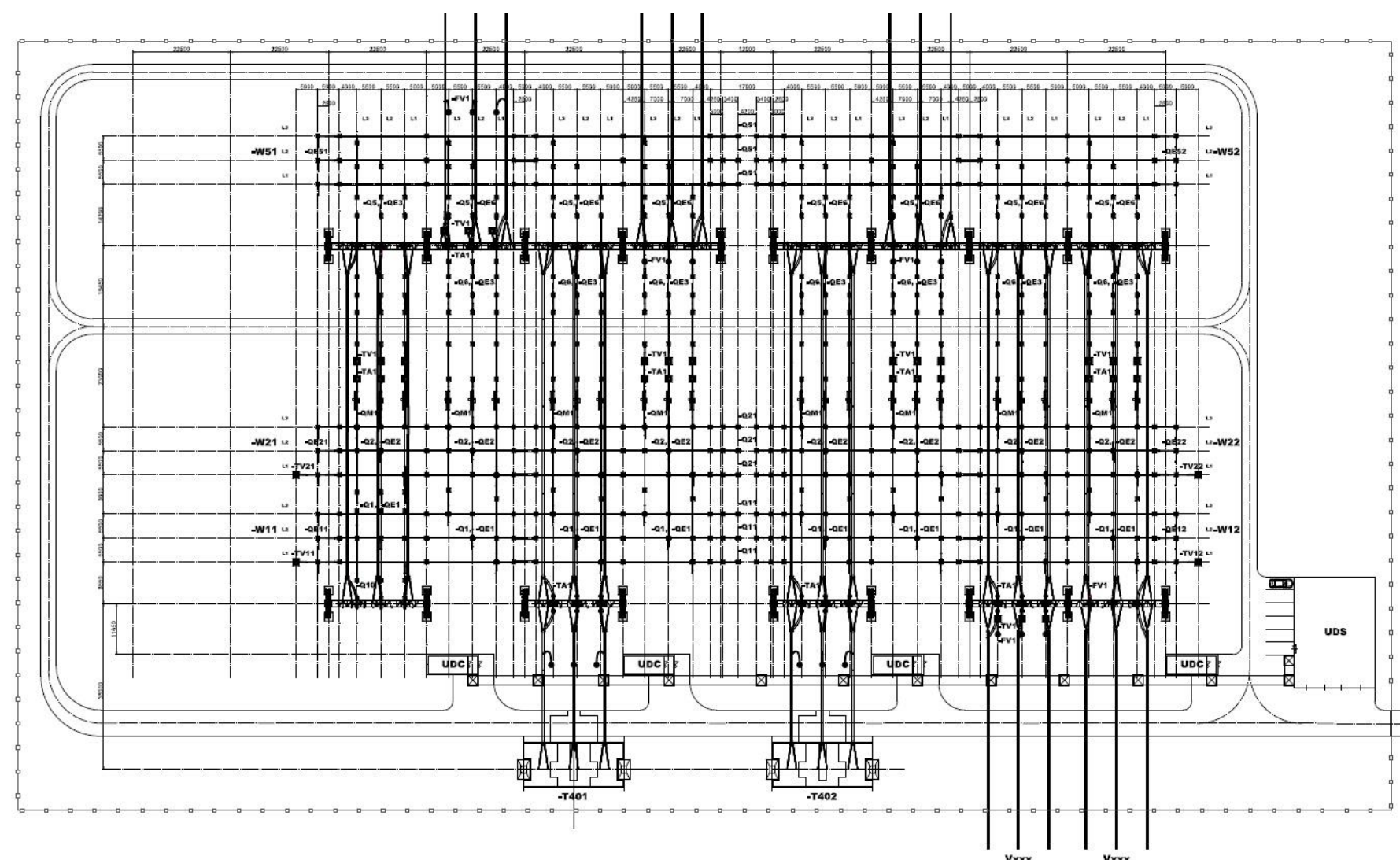
- V současnosti se stále provozují také rozvodny s jinými schématy
 - Rozvodna typu „H“ (MAL)
 - 2 vypínače na odbočku (SLV - EDU)
 - 3/2 vypínače na odbočku (VYS)
 - 4/3 vypínače na odbočku (KOC)
 - Polygon (ALB)

Dispoziční řešení venkovních rozvodů

S lanovými přípojnici

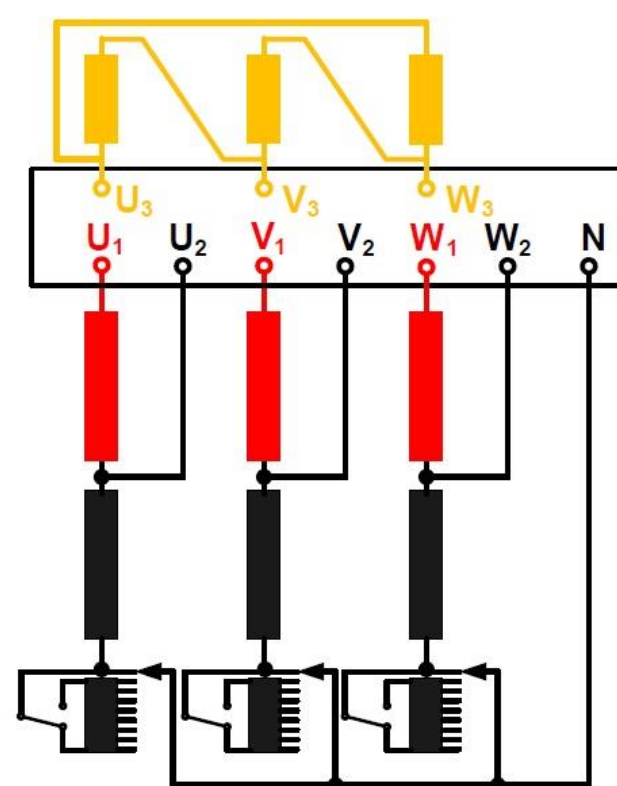
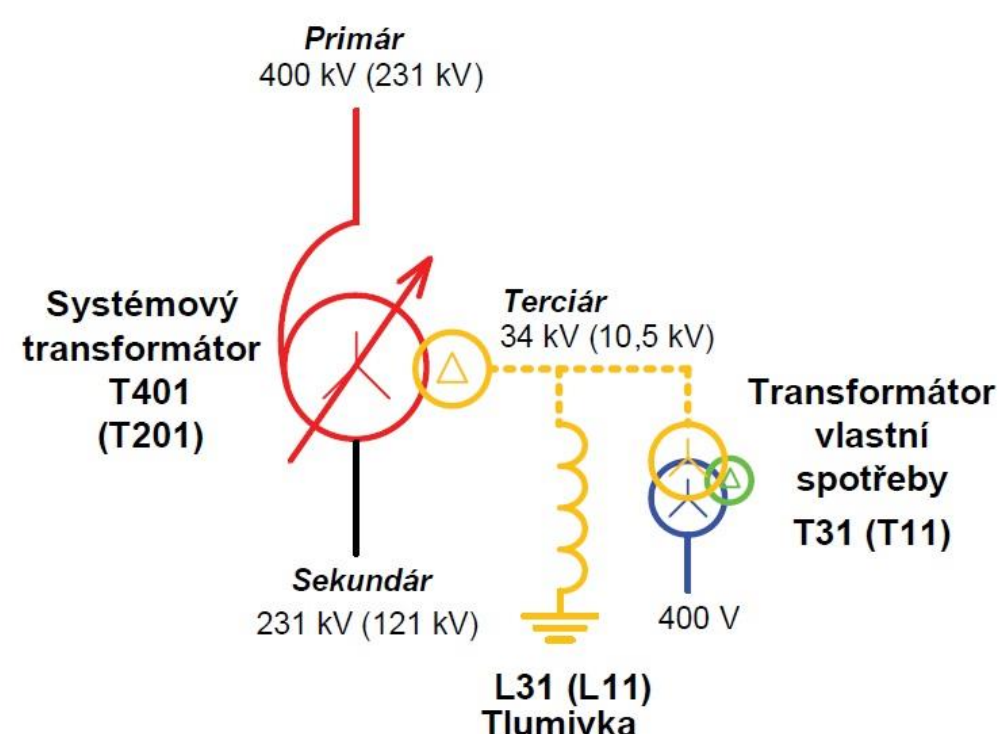


S trubkovými přípojnici



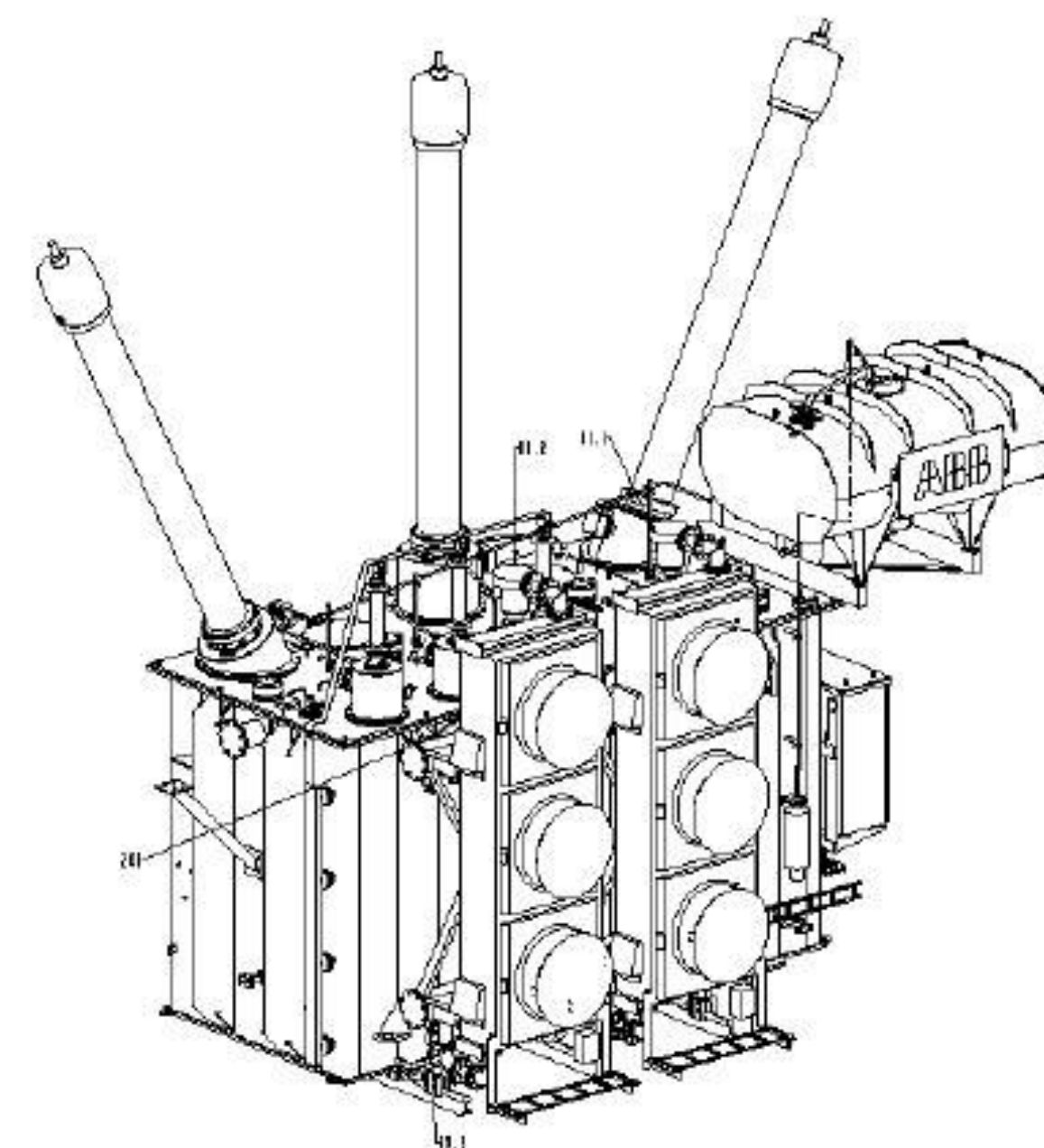
Transformátory přenosové soustavy

- Vazební transformátory 400/220 kV
 - Zajišťují vazbu mezi systémy 400 a 220 kV
 - Jmenovitý výkon 500 MVA
 - Jednofázové jednotky (3+1 rezervní)
- Síťové transformátory 400/110 kV
 - Zajišťují vazbu mezi PS a DS
 - Jmenovitý výkon 200, 250 a 350 MVA
 - Většinou trojfázové jednotky
 - Současná koncepce – 3 trf. 350 MVA / stanici



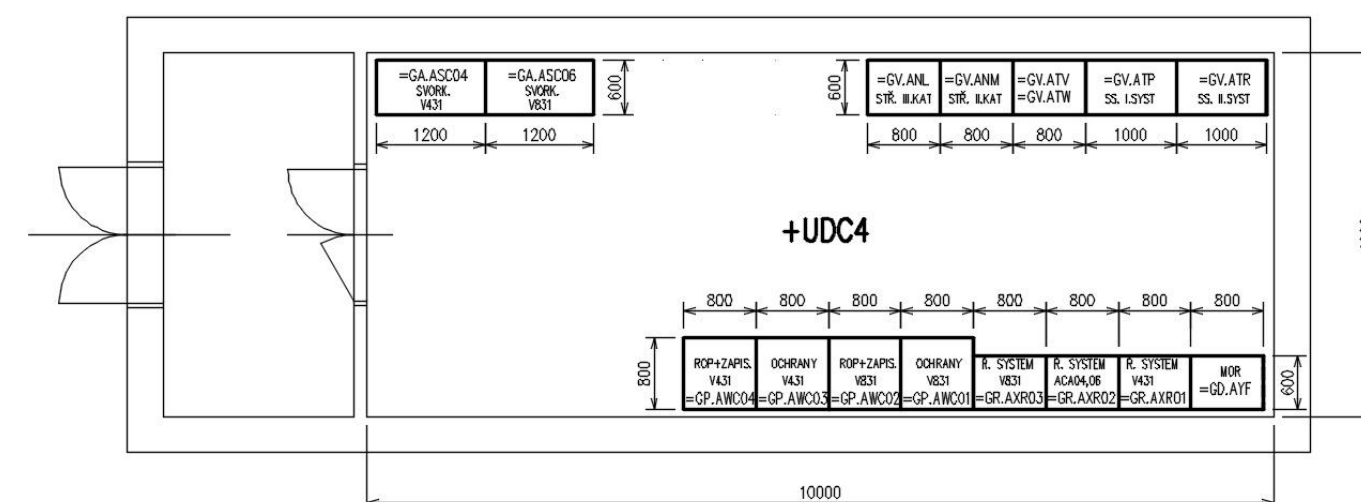
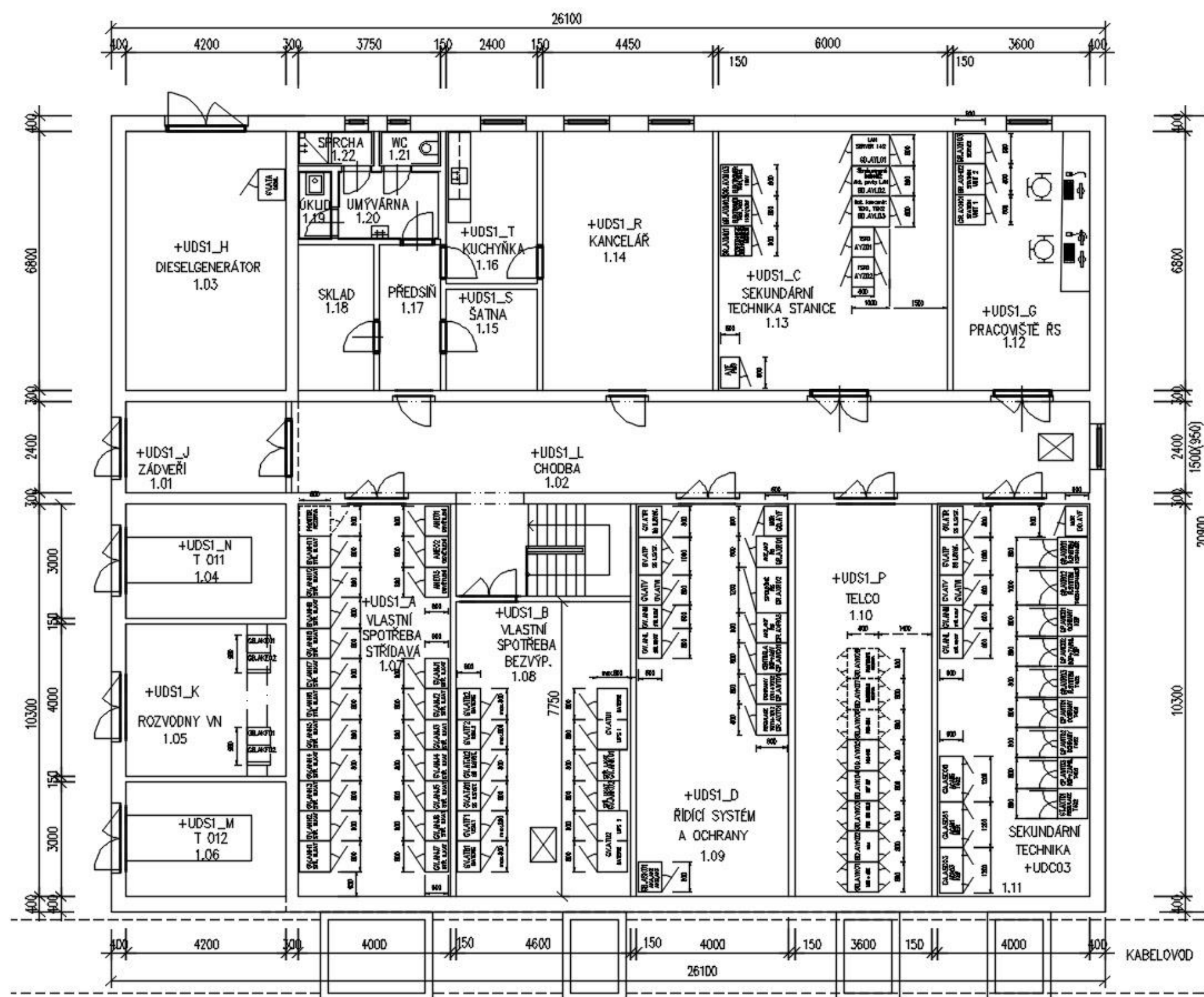
Prostředky kompenzace

- Suché tlumivky (terciáry transformátorů 10,5 a 34 kV)
- Olejové tlumivky 400 kV
- V budoucnu: regulovatelné olejové tlumivky 400 kV



Sekundární technika

- Zejména: Vlastní spotřeba, systém ochran, řídicí systém
- Soustředuje se v
 - Centrálním domku (ozn. UDS)
 - Domcích ochran (ozn. UDC, UDD, UDE)

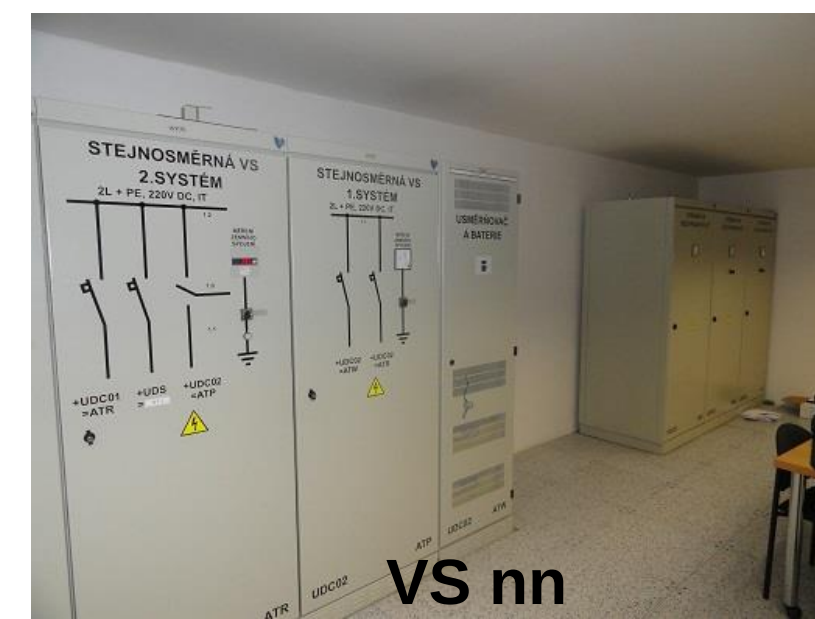


Sekundární technika

■ Typické vybavení centrálního domku

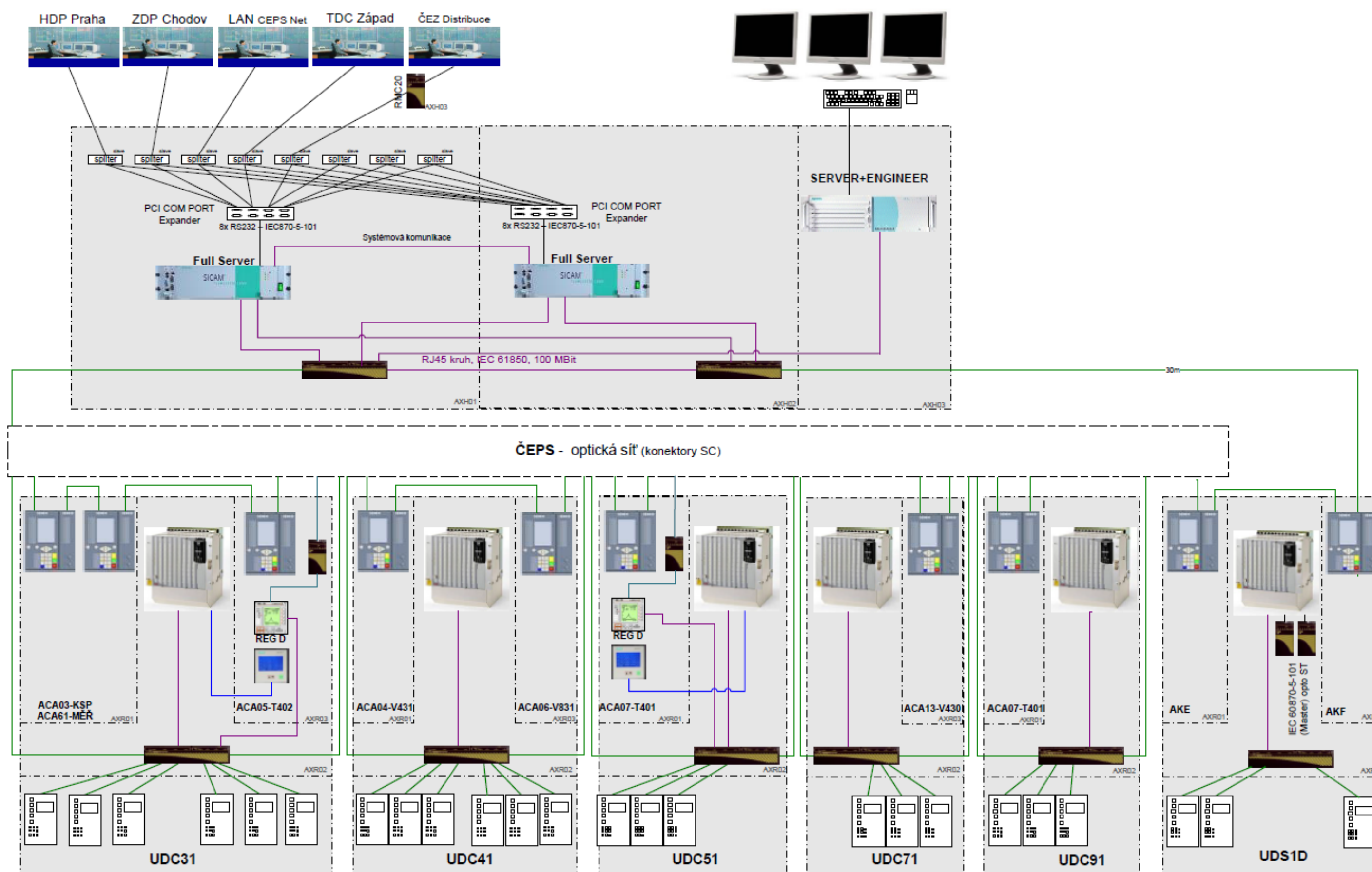


■ Typické vybavení domku ochran

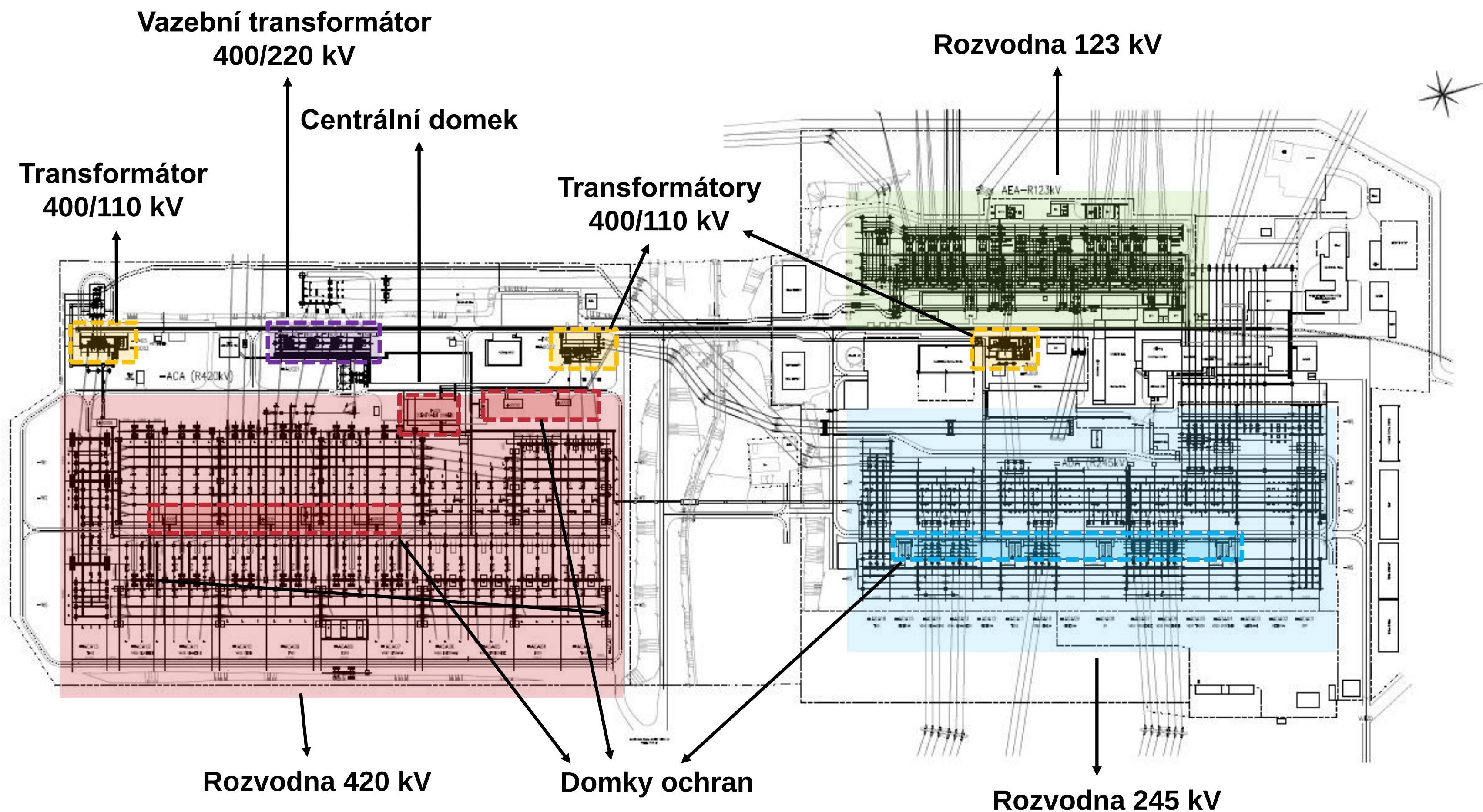


Řídicí systém

■ Typická architektura ŘS



Dispoziční řešení elektrické stanice



Základní požadavky na elektrické instalace v rozvodnách AC nad 1 kV

- Stanovuje norma ČSN EN 61936-1 (detailněji PNE 333201 popř. technické normy provozovatele), jsou to především:

Elektrické požadavky

- Způsoby uzemnění uzlu
- Třídění napětí (volba jmenovitého napětí a nejvyššího napětí pro instalaci)
- Proud v normálním provozu a zkratový proud
- Jmenovitý kmitočet
- Koróna
- Elektrická a magnetická pole
- Přepětí
- Harmonické

Mechanické požadavky

- Zařízení a nosné konstrukce
- Zatížení tahem
- Zatížení větrem
- Montážní zatížení
- Zatížení námrazou
- Síly spínání a zkratové síly
- Ztráta tahu vodiče (odlehčení)

Klimatické podmínky a prostředí

- Normální prostředí
 - Vnitřní
 - Venkovní
- Speciální podmínky
 - Nadmořská výška
 - Znečištění prostředí
 - Teplota a vlhkost
 - Vibrace

Speciální požadavky

- Účinky malých živočichů a mikroorganismů
- Úroveň hluku
- Přeprava

Volba izolační hladiny

- Určena nejvyšším napětím pro instalaci U_m a/nebo impulsním výdržným napětím (U_p , resp. U_s) z normalizované řady

Rozsah napětí	Nejvyšší napětí pro zařízení	Jmenovité krátkodobé výdržné napětí síťového kmitočtu	Jmenovité výdržné napětí při atmosférickém impulzu ^a	Minimální vzdušné vzdálenosti fáze-zem a fáze-fáze N	
	U_m efektivní hodnota	U_c efektivní hodnota	U_p 1,2/50 μ s (vrcholová hodnota)	Vnitřní instalace	Venkovní instalace
	kV	kV	kV	mm	mm
I	3,6	10	20 40	60 60	120 120
	7,2	20	40 60	60 90	120 120
	12	28	60 75 95	90 120 160	150 150 160
	17,5	38	75 95	120 160	160 160
	24	50	95 125 145	160 220 270	
	36	70	145 170	270 320	
	52	95	250	480	
	72,5	140	325	630	
	123	185 ^b 230	450 ^b 550	900 1 100	
	145	185 ^b 230 275	450 ^b 550 650	900 1 100 1 300	
	170	230 ^b 275 325	550 ^b 650 750	1 100 1 300 1 500	
	245	275 ^b 325 ^b 360 395 460	650 ^b 750 ^b 850 950 1 050	1 300 1 500 1 700 1 900 2 100	

^a Jmenovité výdržné napětí při atmosférickém impulzu se vztahuje na fáze-fáze a fáze-zem.

^b Jsou-li hodnoty nedostatečné k prokázání, že jsou splněna výdržná napětí fáze-fáze, jsou nutné dodatečné zkoušky na výdržné napětí fáze-fáze.

Rozsah napětí	Nejvyšší napětí pro zařízení	Jmenovité výdržné napětí při atmosférickém impulzu ^a	Jmenovité výdržné napětí při spínacím impulzu	Minimální vzdušné vzdálenosti fáze-zem		Jmenovité výdržné napětí při spínacím impulzu	Minimální vzdušné vzdálenosti fáze-fáze	
	U_m (efektivní hodnota)	U_p 1,2/50 μ s (vrcholová hodnota)	U_s fáze-zem 250/2 500 μ s (vrcholová hodnota)	Vodič-konstrukce	Tyč-konstrukce N	U_s fáze-fáze 250/2500 μ s (vrcholová hodnota)	Vodič-vodič paralelné	Tyč-vodič
	kV	kV	kV	mm		kV	mm	
II	300	850/950	750	1 600 1 700 ^b	1 900	1 125	2 300	2 600
		950/1 050	850	1 800 1 900	2 400	1 275	2 600	3 100
	362	950/1 050	850	1 800 1 900 ^b	2 400	1 275	2 600	3 100
		1 050/1 175	950	2 200 2 900	2 900	1 425	3 100	3 600
	420	1 050/1 175	850	1 900 2 200 ^b	2 400	1 360	2 900	3 400
		1 175/1 300	950	2 200 2 400 ^b	2 900	1 425	3 100	3 600
		1 300/1 425	1 050	2 600 3 400	3 400	1 575	3 600	4 200
		1 175/1 300	950	2 200 2 400 ^b	2 900	1 615	3 700	4 300
	550	1 300/1 425	1 050	2 600 3 400	3 400	1 680	3 900	4 600
		1 425/1 550	1 175	3 100 4 100	4 100	1 763	4 200	5 000
		1 675/1 800	1 300	3 600 4 800	4 800	2 210	6 100	7 400
	800	1 800/1 950	1 425	4 200 5 600	5 600	2 423	7 200	9 000
		1 950/2 100	1 550	4 900 6 400	6 400	2 480	7 600	9 400

^a Jmenovité výdržné napětí při atmosférickém impulzu se vztahuje na fáze-fáze a fáze-zem.

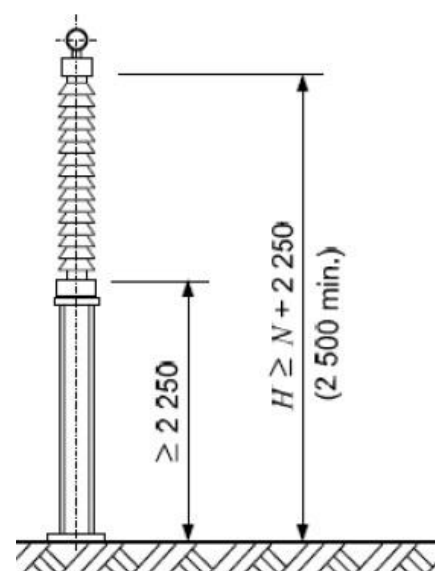
^b Minimální vzdálenost požadovaná pro horní hodnotu jmenovitého výdržného napětí při atmosférickém impulzu.

POZNÁMKA Doporučení pro U_m nad 800 kV se připravují. IEC 60038 uvádí napětí 1 050 kV, 1 100 kV a 1 200 kV.

- Výsledkem jsou buď požadavky na zařízení (dielektrické zkoušky) nebo minimální vzdušné vzdálenosti pro zařízení bez dielektrických zkoušek

Volba izolační hladiny

- Od minimálních vzdušných vzdáleností se odvozují ostatní návrhové vzdálenosti např. pro instalaci budov, dopravních koridorů, bezpečnosti práce ... atd.

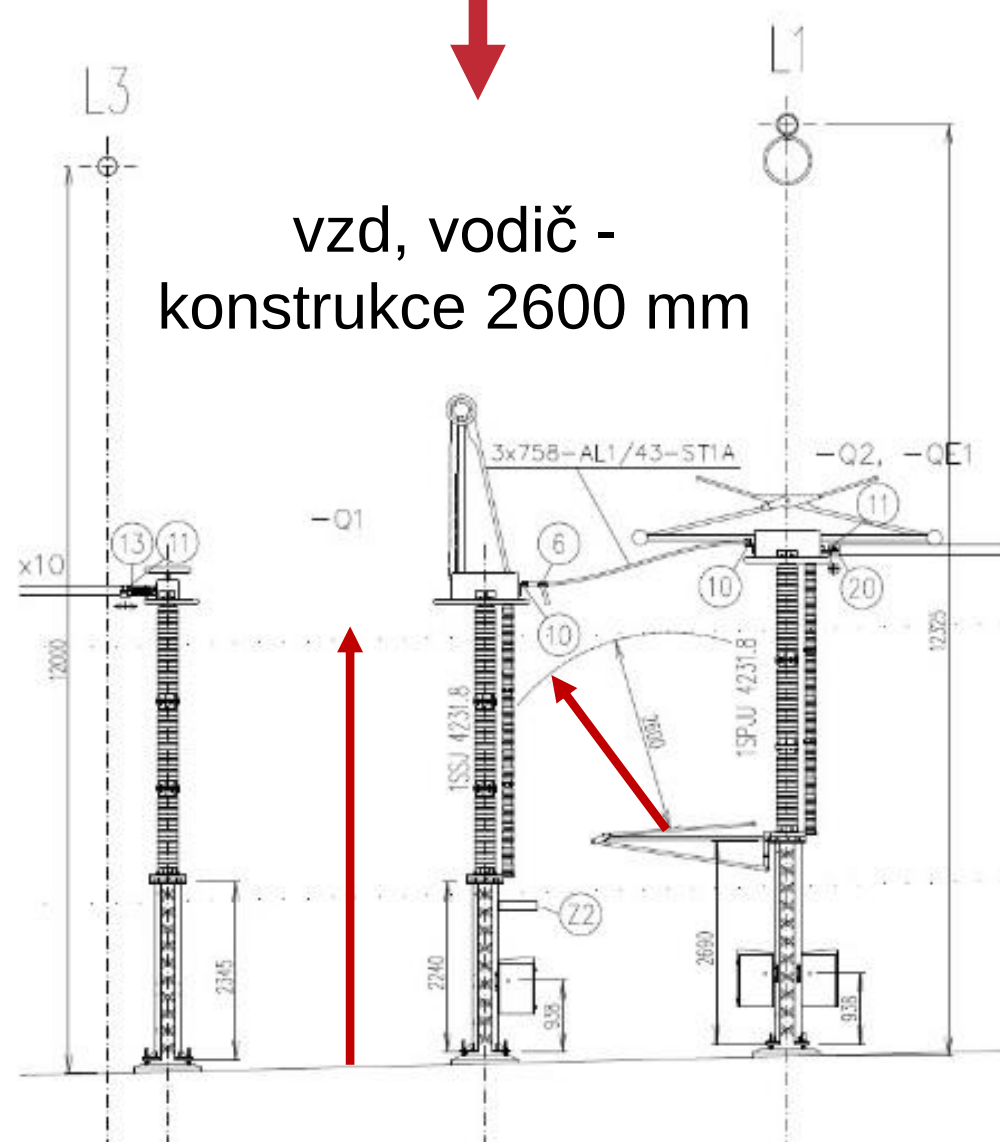
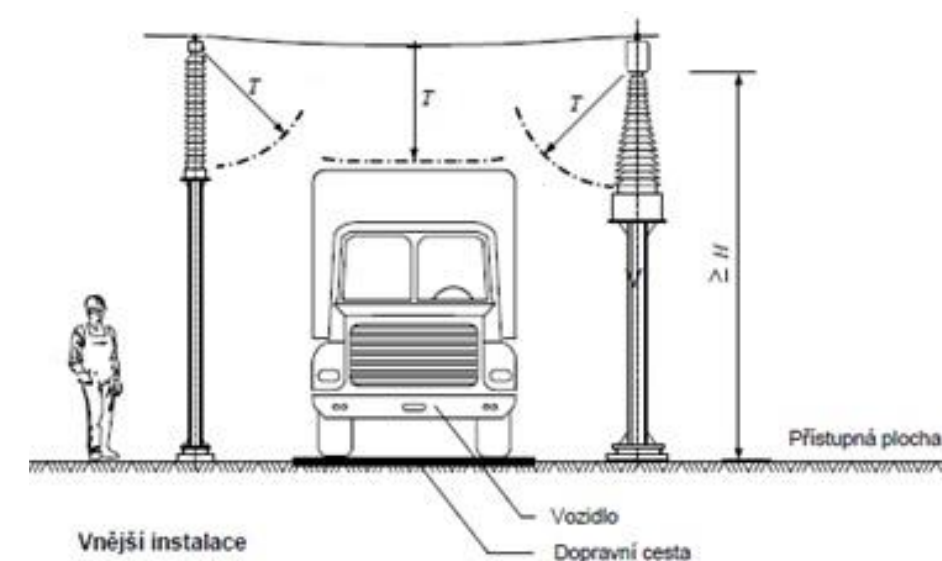


Příklady užití

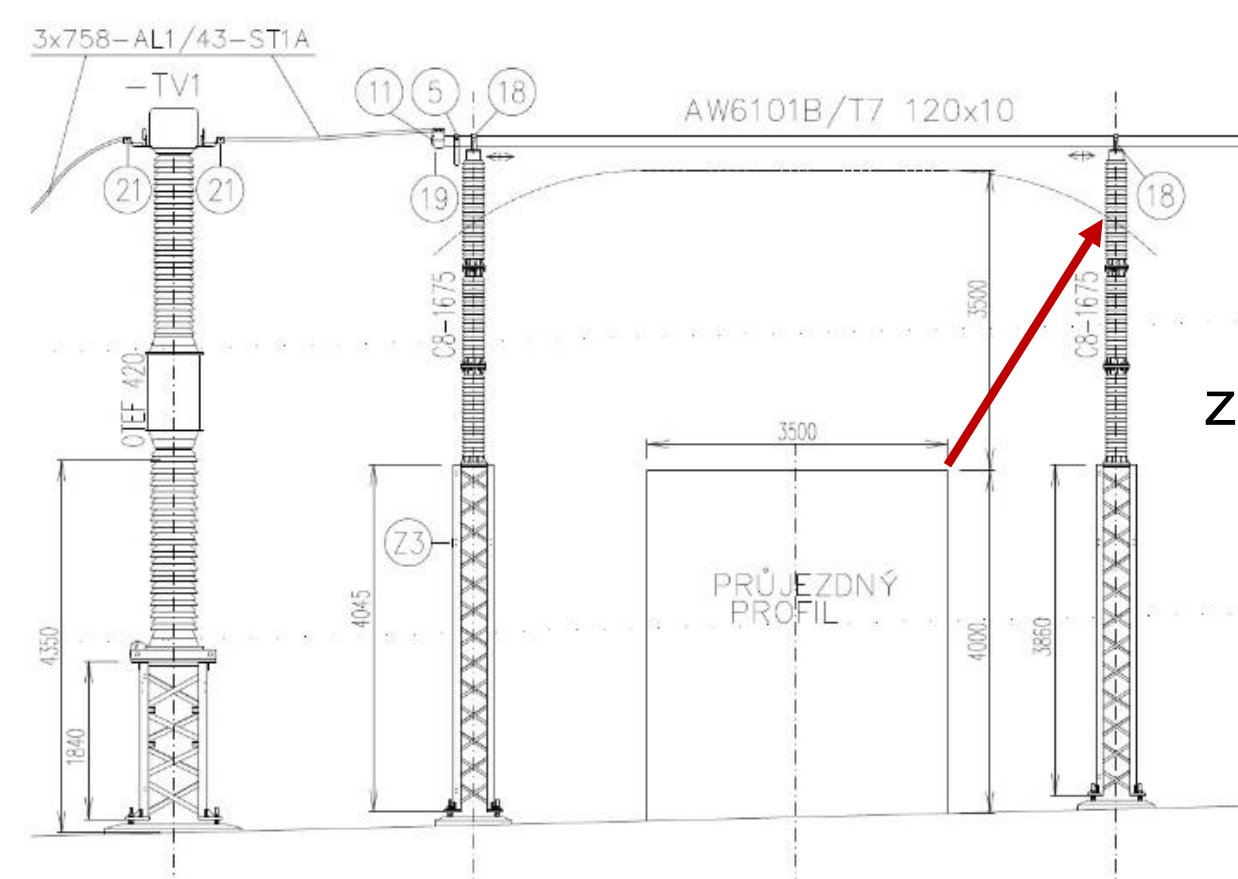
$$U_m = 420 \text{ kV}$$

$$U_p = 1425 \text{ kV}$$

$$U_s = 1050 \text{ kV}$$



Min. výška živé části nad přístupovým prostorem = $N + 2250 = 3400 + 2250 = 5650 \text{ mm}$



vzd. od dopravovaného zařízení = $N + 100 = 3400 + 100 = 3500 \text{ mm}$

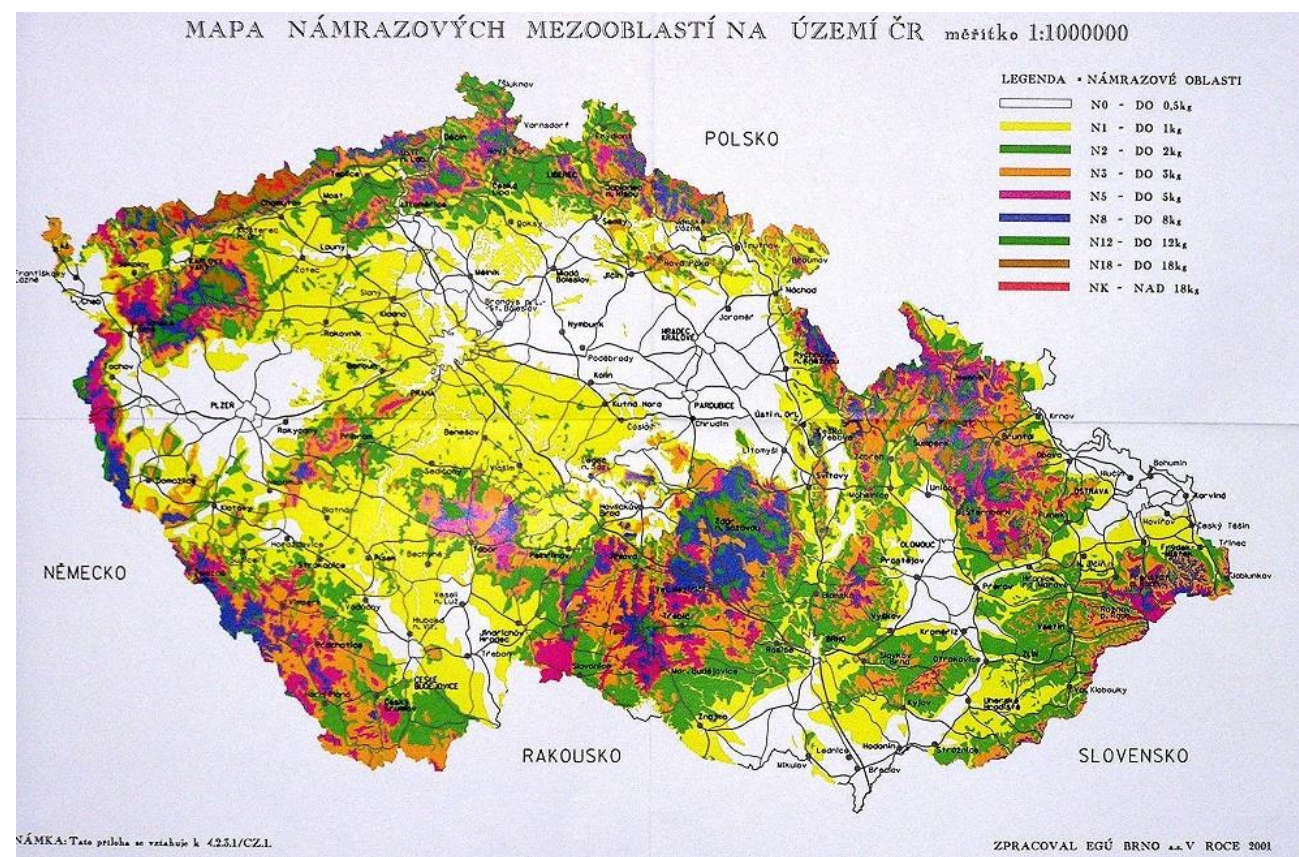
Proud v normálním provozu a zkratový proud

- Každá část elektrické stanice musí být navržena, konstruována a provedena tak, aby odolala *proudům za normálních provozních podmínek*.
- Elektrické stanice se musí navrhnout, konstruovat a instalovat tak, aby bezpečně odolaly mechanickým a tepelným *účinkům od zkratových proudů*.
- Metody pro výpočet zkratových proudů v třífázových sítích AC jsou uvedeny v souboru IEC 60909.
- Metody výpočtu účinků zkratových proudů v třífázových sítích jsou uvedeny v ČSN EN 60865-1, PNE 33 3041 a pro kabely v ČSN IEC 60949.
- Typické hodnoty:

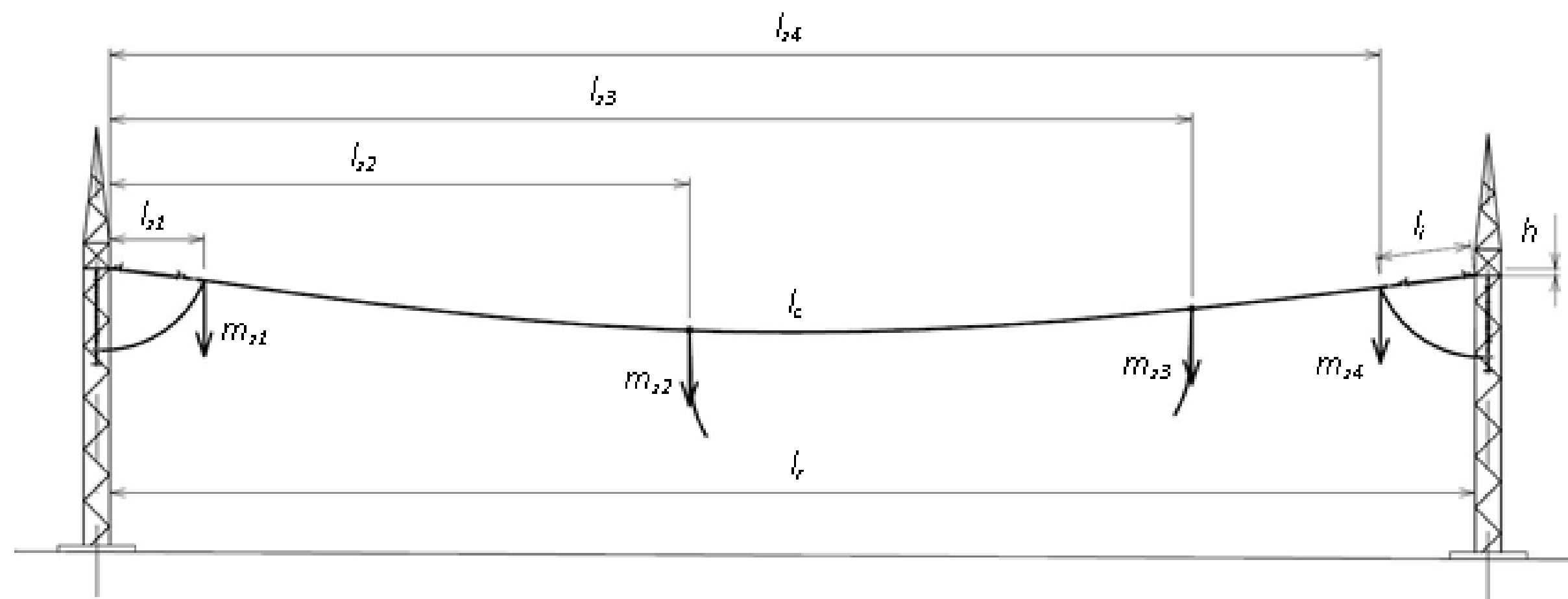
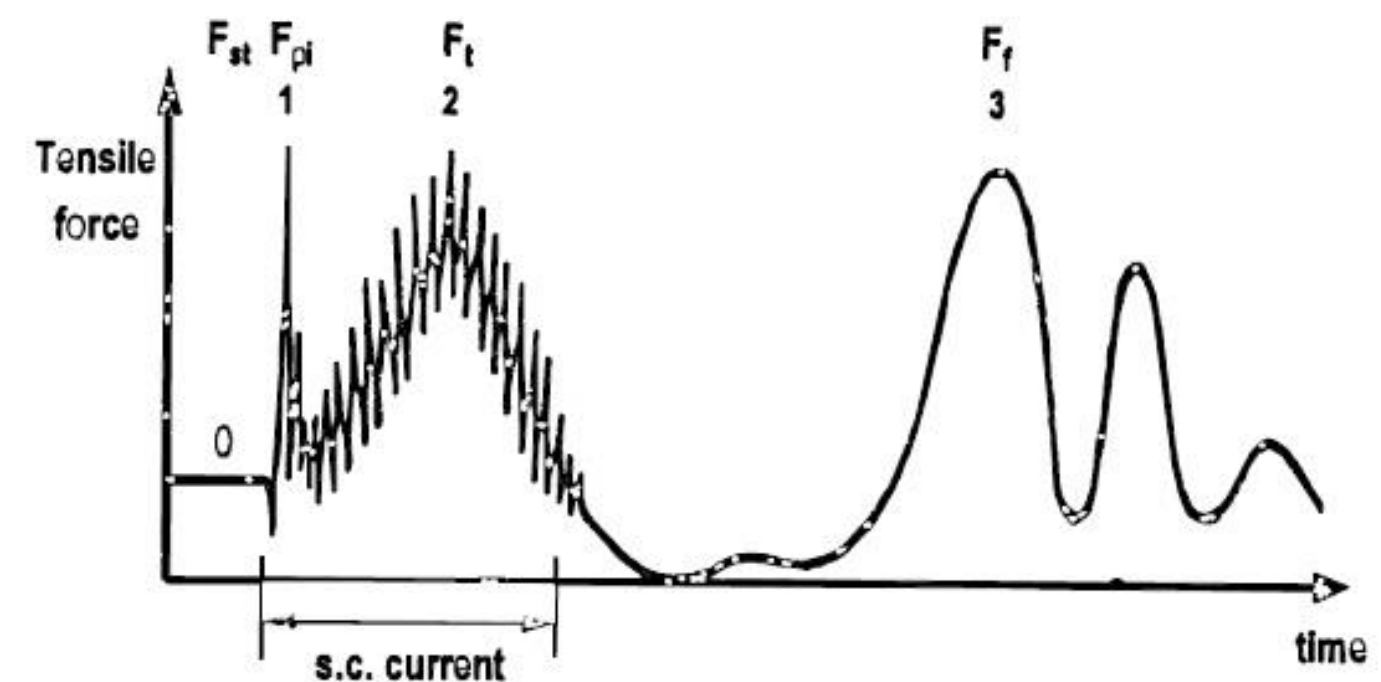
Parametr	R420 kV
Zkratová odolnost tepelná (0,5s)	50 kA (resp. 63 kA)
Zkratová odolnost dynamická	125 kA (resp. 160 kA)
Jmenovitý proud vývodu	2500 A (3150 A přístroje)
Přípojníc a KSP	4000 A (resp. 3750 A)

Mechanické požadavky

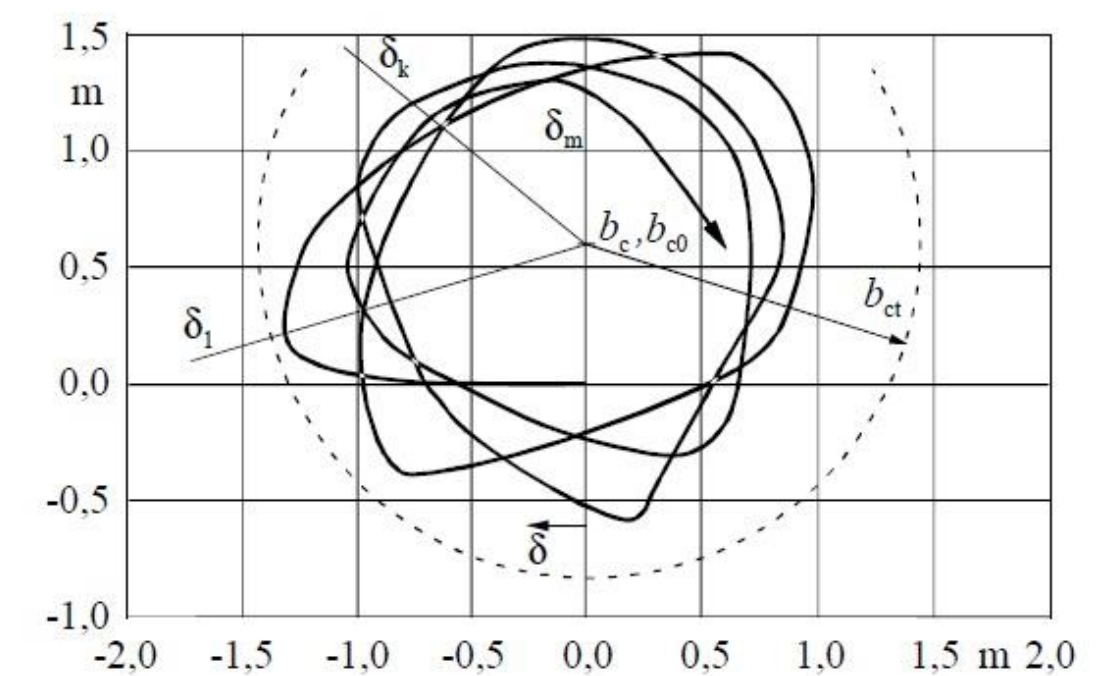
- Kontrolují se zatěžovací stavy při různých klimatických podmínkách + působení zkratových sil



Typický průběh silového působení na konstrukce při zkratu



Typický pohyb vodiče při zkratu



Mechanické požadavky

■ Příklad návrhu přetahu

VÝSLEDKY VÝPOČU PŘETAHU

A. Zadaný tah [N]: 18182. (základní)

Zatěžovací stavy

Teplota [°C]	Průhyb [m]	Celk. tah [N]	Horiz. tah [N]	Vert. tah [N]	Délka nezatíženého lana [m]
-35	0	3,63	16792	16040	37,444
-30	0	3,64	16638	15882	37,448
-5	námrazek 1.25 kg/m	3,72	19012	18182	37,468
5	vitr 34. m/s	3,73	17400	16585	37,476
80	0	3,87	14081	13238	37,535
95	0	3,9	13821	12966	37,547

Zkratové účinky dle ČSN EN 60865-1

Teplota [°C]	Ft [N]	Ff [N]	Fpi [N]	amin [m]
-30	27816	49907	51062	4,92
80	24468	0	35293	4,7

Vitr (T = 5°C)

v [m/s]	Ftv [N]	amin [m]
10	17522	6,34
max.	29593	4,87

B. Zadaný tah [N]: 20000. (zvýšená hodnota)

Zatěžovací stavy

Teplota [°C]	Průhyb [m]	Celk. tah [N]	Horiz. tah [N]	Vert. tah [N]	Délka nezatíženého lana [m]
-35	0	3,53	18594	17888	37,405
-30	0	3,54	18355	17673	37,409
-5	námrazek 1.25 kg/m	3,6	20736	20000	37,429
5	vitr 34. m/s	3,62	18911	18199	37,437
80	0	3,77	15067	14261	37,496
95	0	3,8	14745	13935	37,508

Zkratové účinky dle ČSN EN 60865-1

Teplota [°C]	Ft [N]	Ff [N]	Fpi [N]	amin [m]
-30	29962	49858	26882	5,04
80	25803	50110	48705	4,79

Vitr (T = 5°C)

v [m/s]	Ftv [N]	amin [m]
10	19096	6,34
max.	31363	5

Maximální dovolené hodnoty

Maximální dovolené trvalé statické zatížení konstrukce [N]	
Maximální dovolené přechodné statické zatížení konstrukce [N]	1,8
Minimální vzdálenost při zkratu [m]	2,7
Minimální vzdálenost při větru [m]	

Vyhodnocení výsledků: **VÝHOVUJE**

Zak. č.:xxxx-50-xx Přetah - VZOR List 3/5

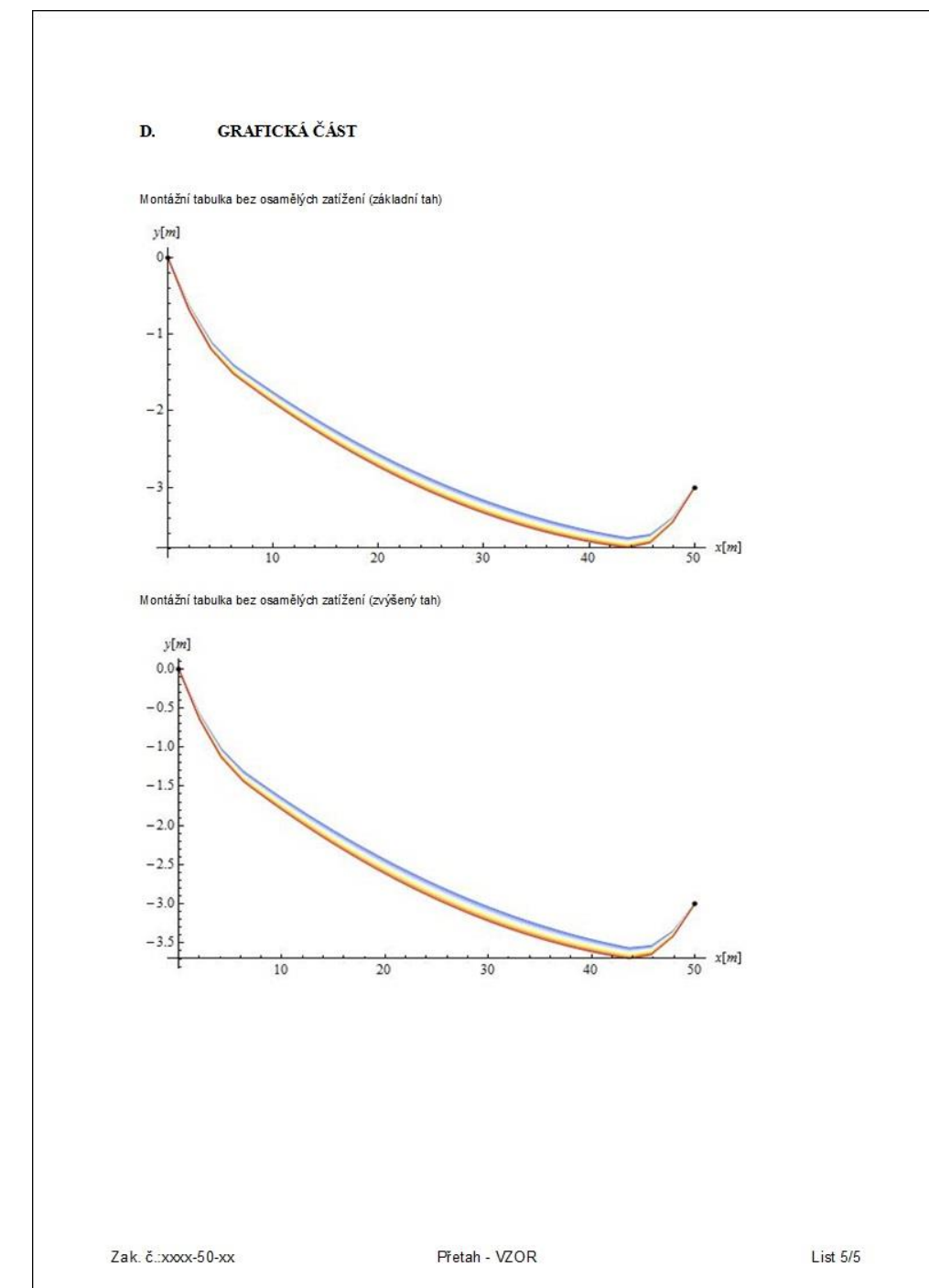
C. MONTÁŽNÍ TABULKA

Montážní tabulka (bez osamělých zatížení)

Teplota [°C]	Průhyb ve 20. m [m]		Průhyb [m]		Horiz. tah ve vodiči [N]		Délka nezatíženého lana [m]	
	min. tah	max. tah	min. tah	max. tah	min. tah	max. tah	min. tah	max. tah
-30	2,57	2,43	3,66	3,56	23267	25799	37,448	37,409
-25	2,58	2,45	3,67	3,57	23048	25509	37,452	37,413
-20	2,59	2,46	3,68	3,58	22834	25227	37,456	37,417
-15	2,6	2,48	3,69	3,59	22626	24954	37,46	37,421
-10	2,62	2,49	3,7	3,6	22423	24689	37,464	37,425
-5	2,63	2,5	3,71	3,61	22225	24431	37,468	37,429
0	2,64	2,51	3,72	3,62	22032	24181	37,472	37,433
5	2,65	2,53	3,73	3,63	21843	23938	37,476	37,437
10	2,66	2,54	3,74	3,64	21658	23701	37,48	37,441
15	2,68	2,55	3,74	3,65	21478	23470	37,484	37,445
20	2,69	2,57	3,75	3,66	21302	23246	37,488	37,449
25	2,7	2,58	3,76	3,67	21130	23028	37,492	37,453
30	2,71	2,59	3,77	3,68	20962	22815	37,496	37,457
35	2,72	2,6	3,78	3,69	20797	22607	37,5	37,46
40	2,73	2,62	3,79	3,7	20636	22404	37,504	37,464

Montážní tabulka

Zak. č.:xxxx-50-xx Přetah - VZOR List 4/5

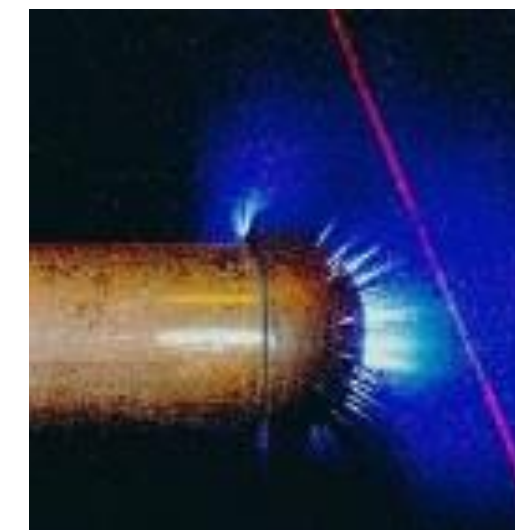


Působení
zkratových sil

Zatěžovací stavy
(vitr, námraza,
teplota ...)

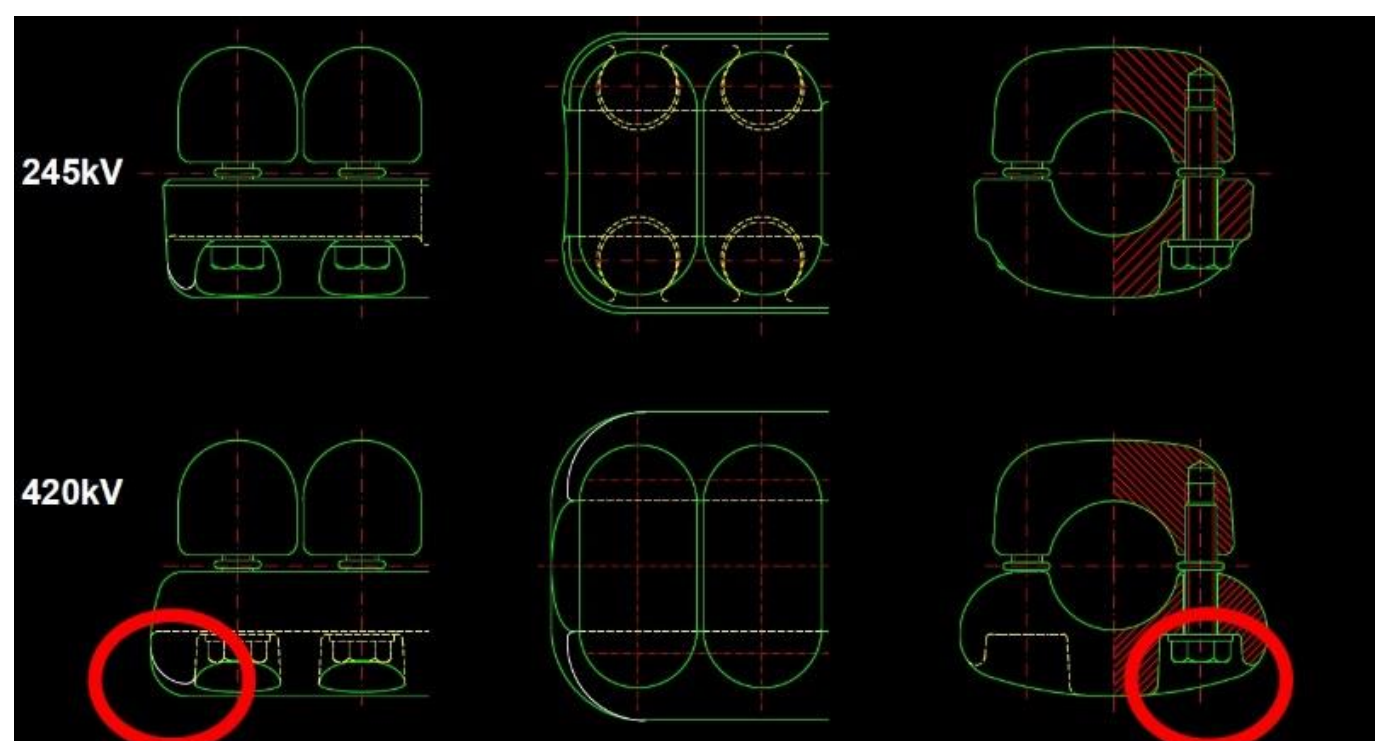
Koróna

- Dodržení limitů úrovně rádiového rušení vlivem koróny (ČSN 61936-1, příl. NA).
- Velmi výrazný vliv při $E > 24 \text{ kV/cm}$ (přijatelná úroveň 21 kV/cm)



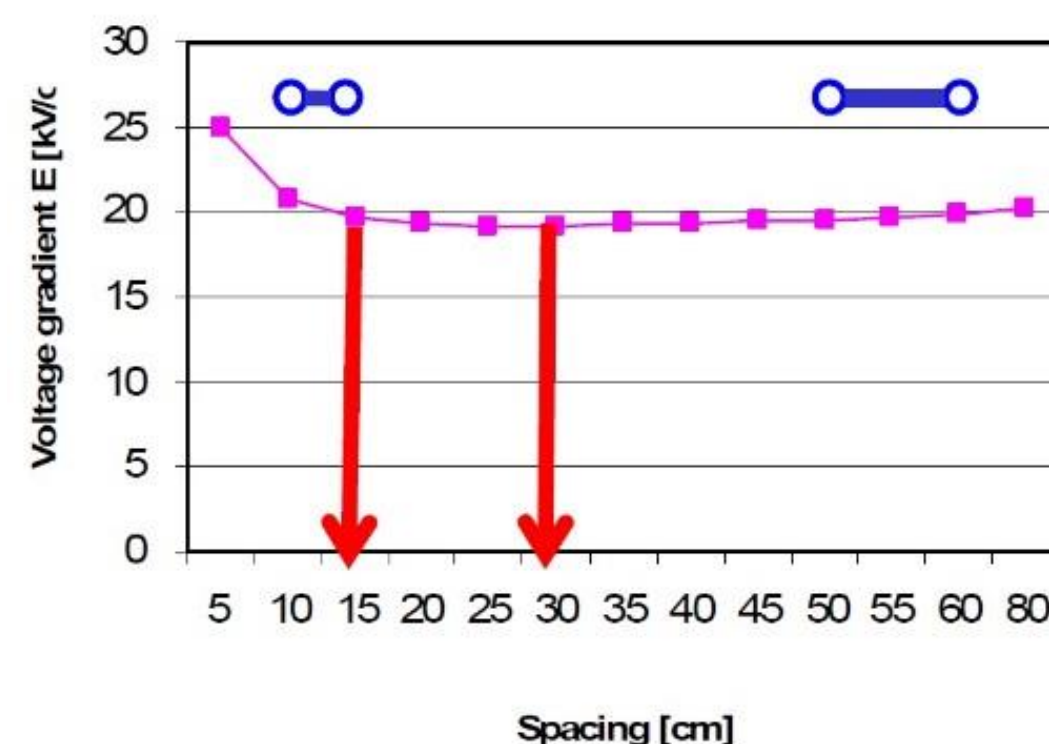
Vliv na korónu má:

Volba svorek



Volba propojení

Voltage Gradient Optimum for 2x 39,2 conductor 400 kV



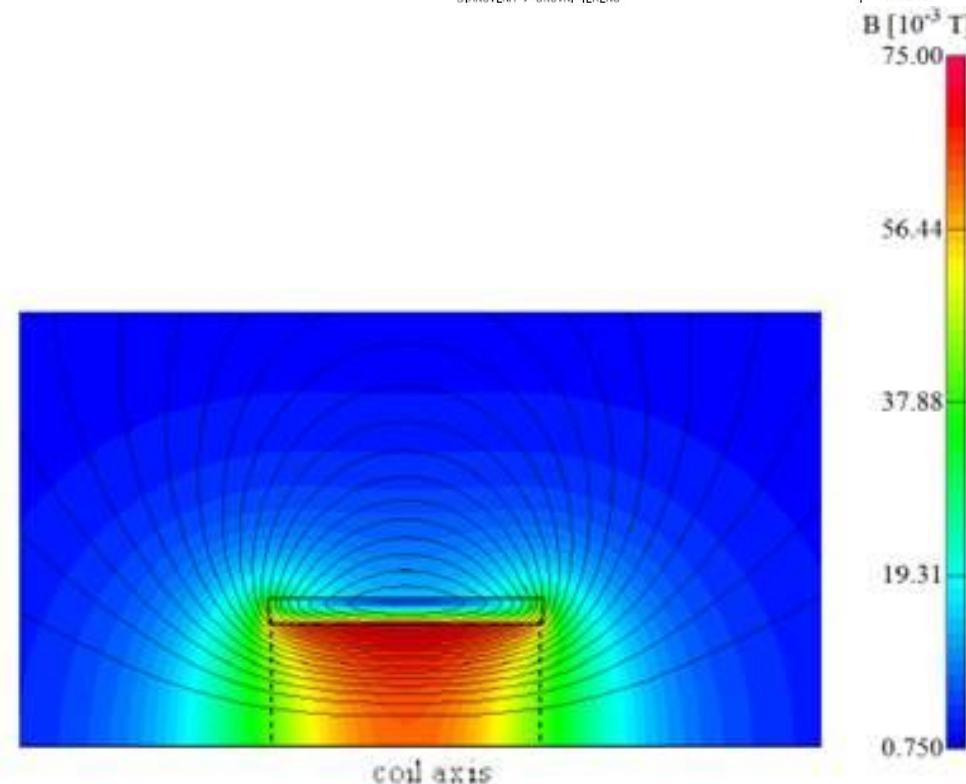
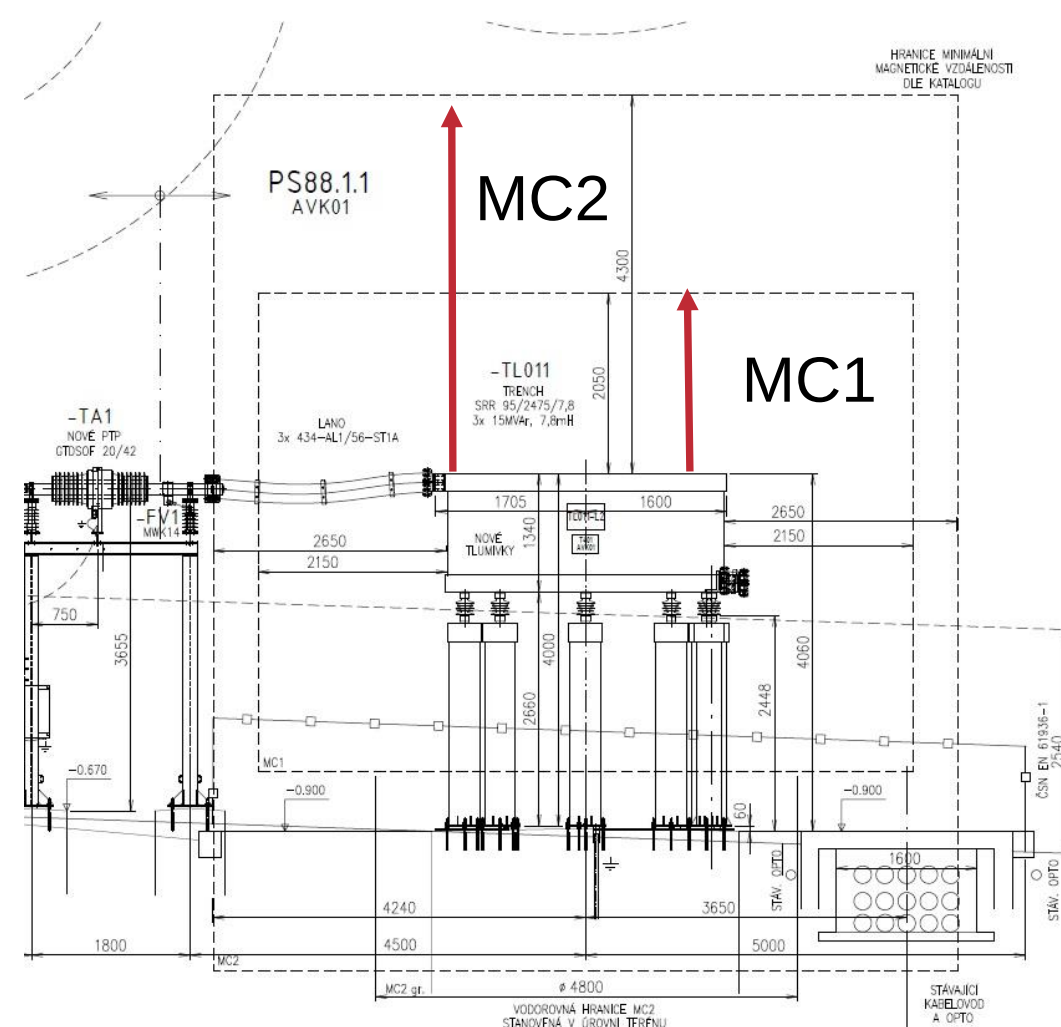
trubkový vodič 250 x 8 mm trubkový vodič 120 x 8 mm
svazkový krok 400 mm



Pro 420 kV se používají v rozvodnách běžně svazkové vodiče o $d=36 \text{ mm}$ (jednoduchý lanový vodič běžných rozměrů již nelze použít) a svazkovém kroku 400 mm nebo trubkové vodiče o $d=120 \text{ mm}$ a výše

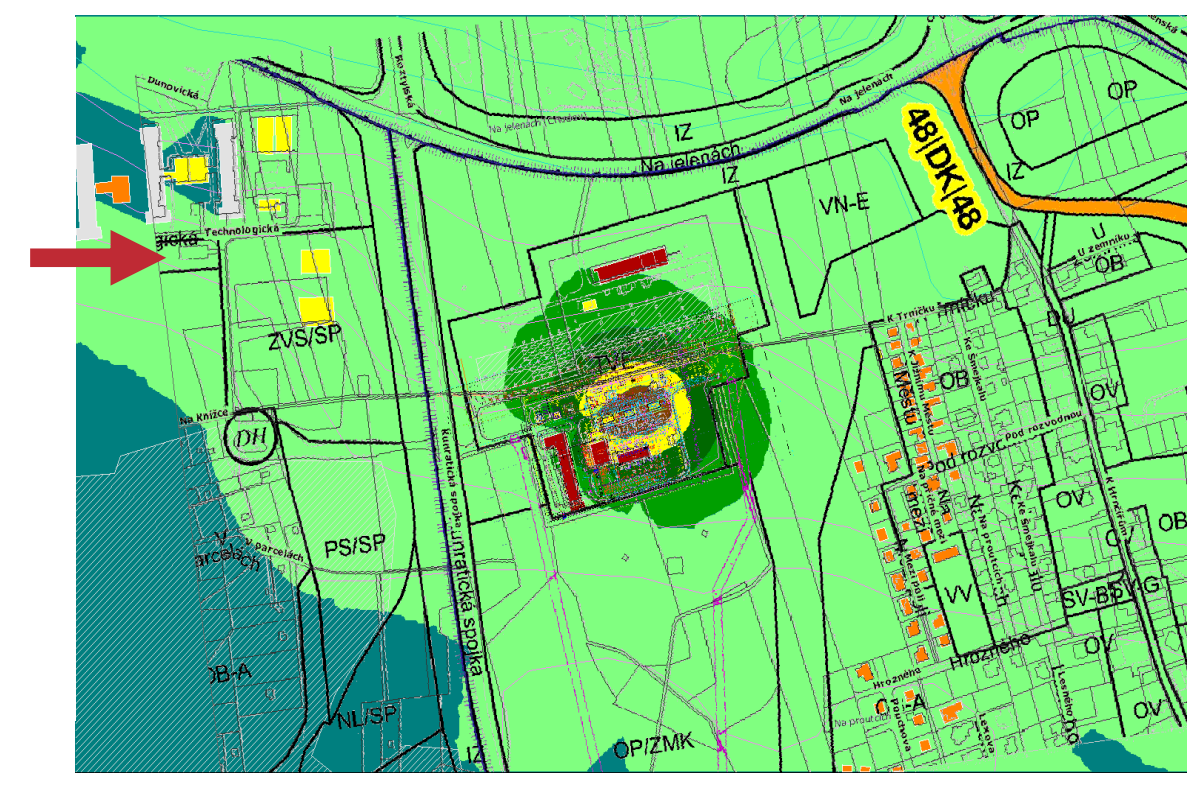
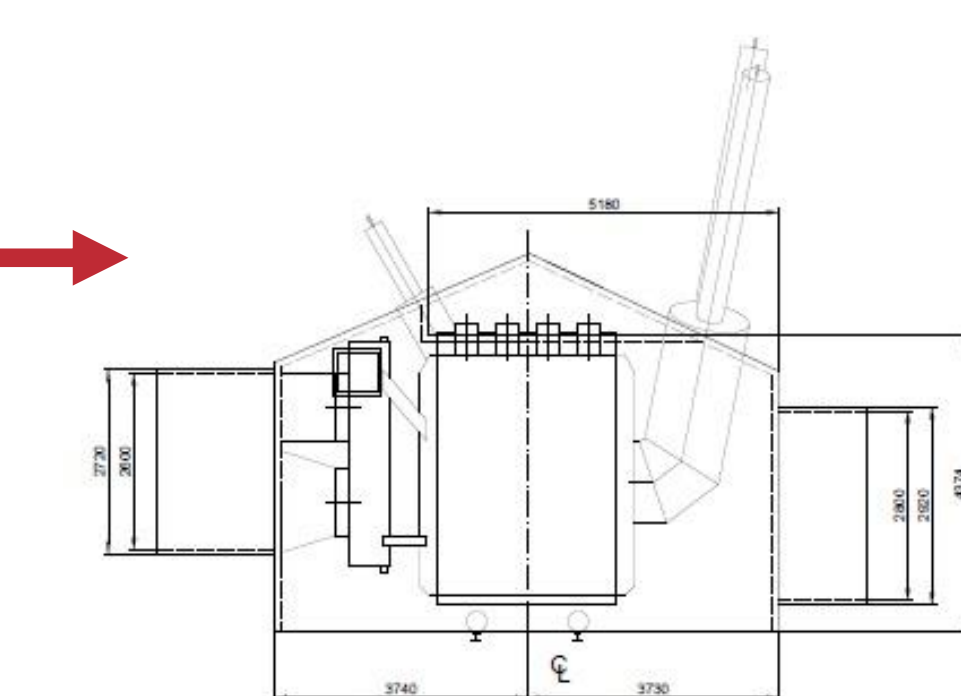
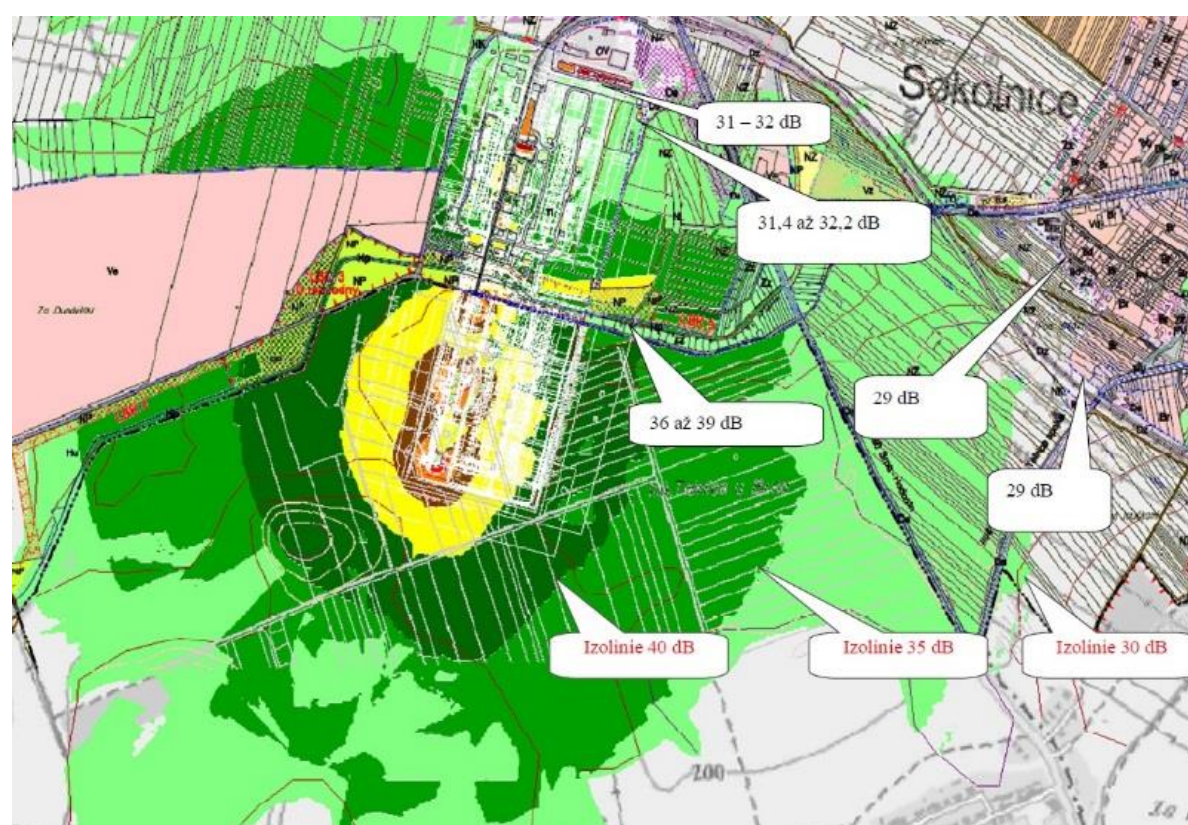
Elektrická a magnetická pole

- Dodržení hygienických limitů neionizujícího záření elektromagnetického pole o frekvenci 50 Hz (NV 291/2015 Sb).
- Účinky pole na zařízení (např. indukce u suchých reaktorů – MC1, MC2)



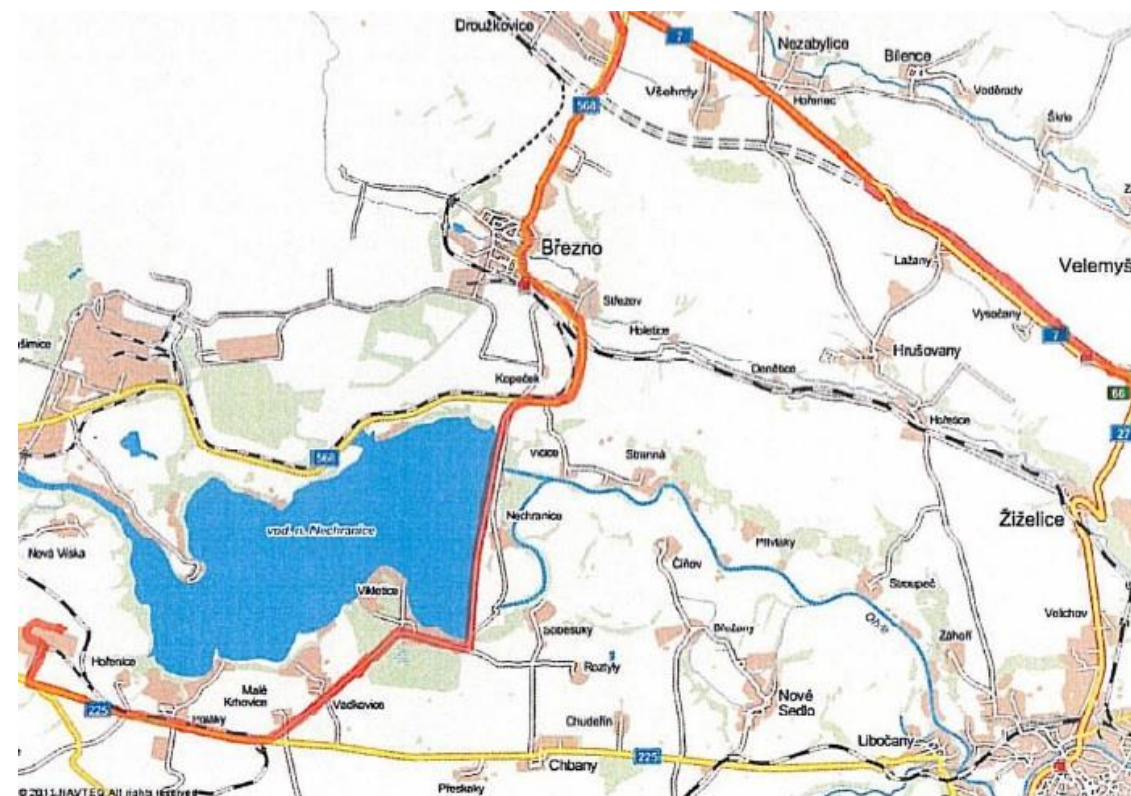
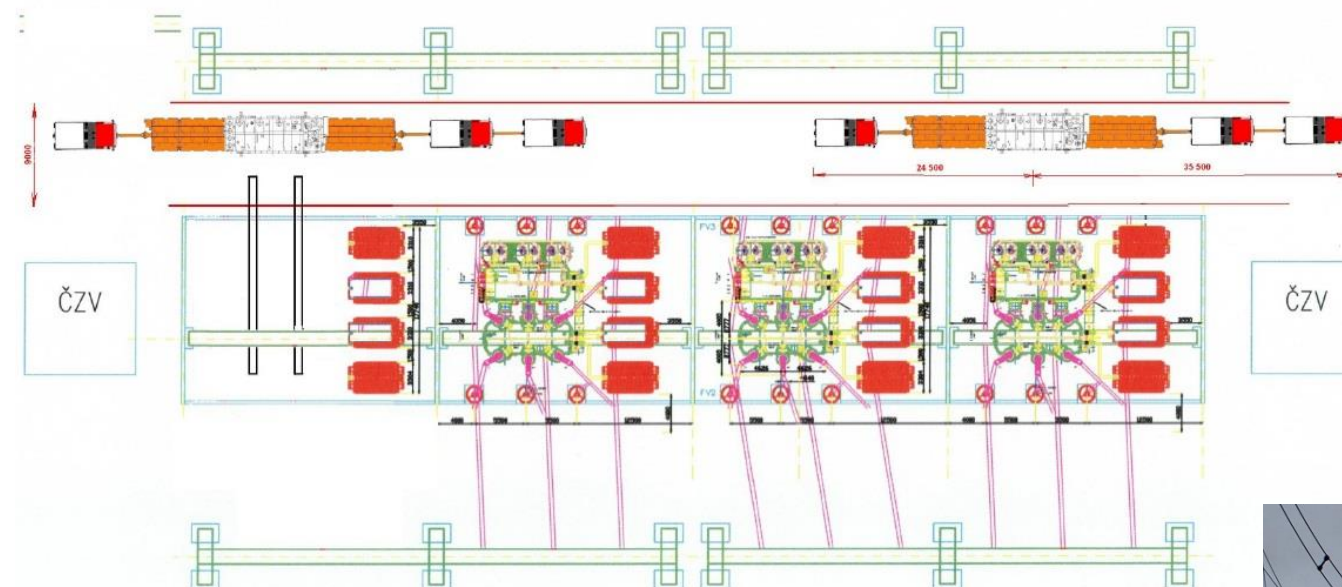
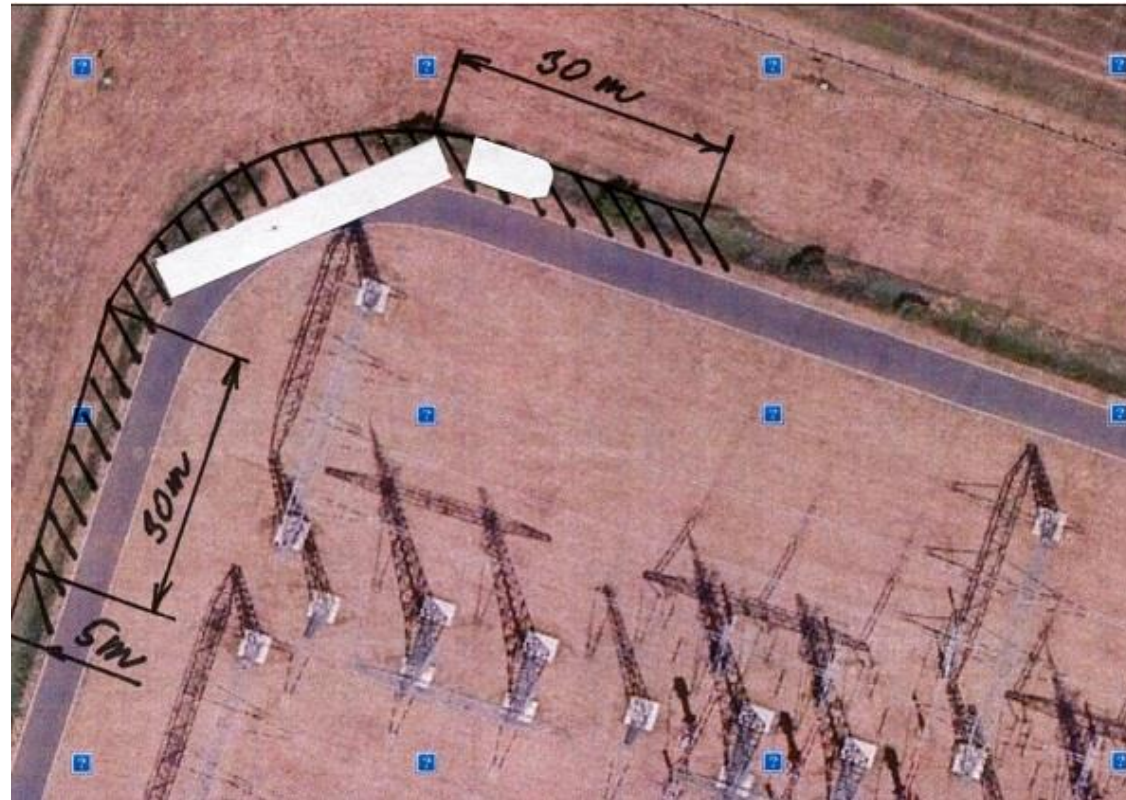
Úroveň hluku

- Dodržení hlukových limitů podle nařízení vlády 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací, ve znění pozdějších předpisů (Nařízení vlády č. 217/2016 Sb.)
- Je předmětem hlukové studie vč. opatření (protihlukové stěny, akustické kryty)



Přeprava

- Řeší transportní studie a projekt přepravy



PONTEX spol. s r. o.
Posouzení mostů pro nadměrnou přepravu
na trase Lovosice – Hradec
Souhrnné vyjádření o statickém ověření únosnosti mostů

SOUHRNNÉ VYJÁDRĚNÍ O STATICKÉM OVĚŘENÍ ÚNOSNOSTI MOSTŮ

1. Všeobecné údaje

1.1. Identifikační údaje

Název akce: Posouzení mostů pro nadměrnou přepravu na trase Lovosice – Hradec
Posuzované mosty: Ev. č. 247-005, 247-004, D8-047.1, D8-048.1, 15-039, 15-037, 15-036, 15-035, 15-034, 15-032, 15-031, 15-030, 15-028, 28-009c, 28-009b, 28-009a, 28-009, 28-008, 28-007, 28-006, 25013-1, 255-015a, 7-046, 7-048a, 7-048b, 7-048c, 7-049, 568-001, 568-001a, 568-002, 568-002a, 568-003, 22512-1
Objednatel: Rádi, spol. s r.o.
Domžlická 178, 314 62 Plzeň
Zhotovitel přepočtu: Pontex s.r.o.
Bezová 1658, 147 14 Praha 4, ČR

1.2. Účel posudku

Účelem posudku je prokázat, zda přes výše uvedené mosty na trase Lovosice – Hradec, může přejít nadměrná souprava definovaná objednatелеm, aniž by došlo k překročení zatížitelnosti mostů.

1.3. Podklady

Pro výpočet bylo použito těchto podkladů:

- mostní listy posuzovaných mostů
- dostupná dokumentace mostů
- schéma zatížení soupravy
- Mapy.cz, Google Street View
- ověření na místě
- fotografie mostů

2. Charakteristika soupravy

Náklad: transformátor 340,0 t

strana: 1



Děkuji za pozornost

Ing. Jan Špetlík, Ph.D.
vedoucí oddělení Studie a DZA stanice
spetlikj@cepsinvest.cz