

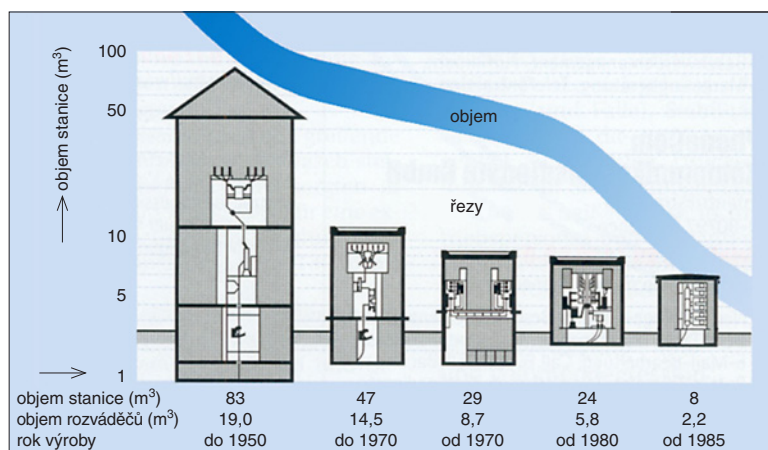
Jak se vyrábí bloková transformační stanice

Ing. Jaroslav Dlouhý, Ing. Lubor Maytner,
Ing. Miroslav Morávek, Betonbau, s. r. o.

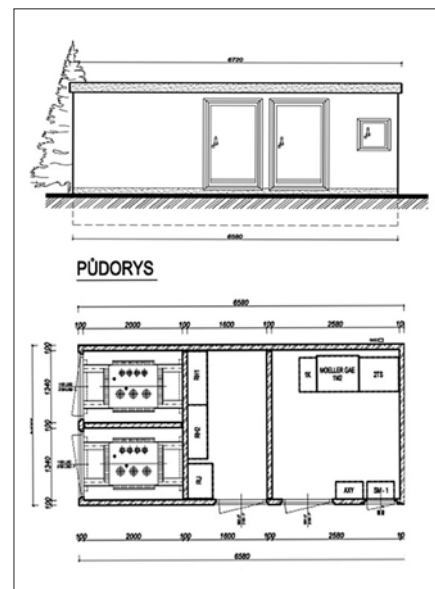
Elektrina samozřejmostí

Použití elektrické energie se v naší společnosti stalo každodenní samozřejmostí. Průmysl, obchod, zdravotnictví, doprava a oby-

Nové, specifické požadavky na výstavbu, regulaci a provoz přenosových a distribučních sítí vznikají v souvislosti se začleňováním nových decentralizovaných zdrojů elektrické energie (např. větrných a fotovoltaických).



Obr. 1. Historický vývoj transformačních stanic



Obr. 4. Uspořádání pochozí transformační stanice



Obr. 2. Sloupová transformační stanice

vatelé se spoléhají na optimální dostupnost a vysokou kvalitu dodávek elektrické energie. Tato očekávání a požadavky velkoobdobatelů i maloobdobatelů na dodávky energie splňují provozovatelé elektrických sítí díky komplexní strategii řízení a výstavby energetických přenosových a distribučních sítí.



Obr. 3. Kompaktní transformační stanice (kiosková)

Důležitým článkem distribučních sítí jsou transformační stanice. Tento článek je věnován výrobě jednoho typu transformačních stanic pro kabelové distribuční sítě – betonových prefabrikovaných stanic.

Historie transformačních stanic

V historii transformačních stanic se odráží historický vývoj energetiky. Prefabrikované stanice se vyvíjely jako pochozí nebo zvenku obsluhované stanice v kabelových sítích, které od 60. let minulého století doplňovaly a později stále více nahrazovaly tehdy obvyklé věžové stanice vrchních sítí. To bylo

doprovázeno technickým vývojem elektrických zařízení. Zvláště u zapouzdřených rozváděčů vn bylo dosaženo malých a standardizovaných konstrukcí a s použitím techniky s izolací SF₆ byla zařízení dále zmenšována. I v oboru transformátorů byly vyvinuty menší a efektivnější stroje (hermetizované a nízkoztrátové distribuční transformátory).

Postupně také narůstal tlak na snižování provozních a investičních nákladů. To, společně se zvýšenými požadavky na bezpečnost (obsluhy a ekologickou bezpečnost) a spolehlivost provozu, jakož i na krátké doby výstavby, postupně vedlo až k typovému řešení transformační stanice vn/nn – byly to betonové, průmyslově vyráběné transformační stanice.

Historický vývoj transformačních stanic ilustruje obr. 1.

Provedení a typy transformačních stanic – základní pojmy a typizace

V ČR jsou typické transformační stanice distribuční třífázové sítě na napětových hladinách 22/0,4 kV, popř. 35/0,4 kV. Ve vrch-

ních sítích vn je typické použití sloupových transformačních stanic (obr. 2).

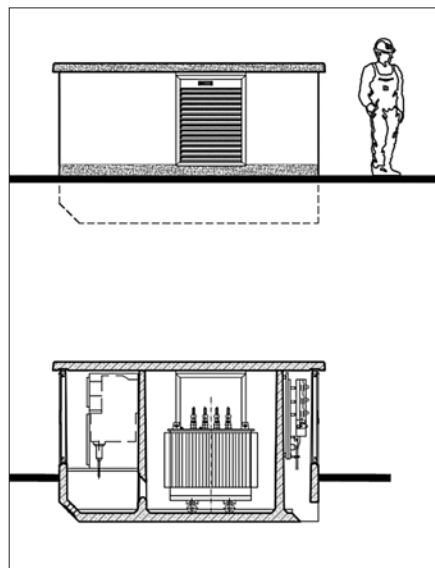
Tento článek je věnován stanicím někdy označovaným jako kioskové (obr. 3), které jsou určeny pro kabelové sítě. Kioskové stanice nevyžadují stálou obsluhu – ta je omezena na operativní spínací úkony, kontrolní nebo údržbářské preventivní úkony a servisní úkony v případě poruchy. Podle způsobu této obsluhy se dělí na:

- pochozí – obsluha pracuje uvnitř stanice,
- kompaktní – obsluha pracuje zvenku stanice.

Typické uspořádání pochozí transformační stanice je na obr. 4. Typické uspořádání kompaktní stanice je na obr. 5.

Oba typy (pochozí i kompaktní) jsou svými technickými parametry předurčeny pro určité způsoby použití a rozsah zabudované elektrotechnologie (výkon, počet transformátorů, počet vn polí aj.) a každý má své výhody i nevýhody oproti druhému provedení. Popis vlastností a parametrů těchto základních typů však není předmětem tohoto článku. Fotografie a obrázky v článku dále uváděné se týkají výhradně kompaktních stanic.

Technické, výrobní, projekční, cenové i provozní důvody a požadavky vedou na jedné straně k typizaci provedení. Proti této tendenci působí různost technických požadav-



Obr. 5. Uspořádání kompaktní transformační stanice

ků v konkrétním místě použití transformační stanice (např. výkon, způsob vnějšího napojení, výrobce elektrotechnologie aj.), charakter okolní zástavby (obytná zóna, průmyslový areál aj.) i architektonické požadavky (povrchové úpravy, různé druhy střech aj.), které si vynucují relativně velkou modularitu a variantnost rozmístění jednotlivých dílčích prostorů transformační stanice, včetně vnitřních příček a podlah, vstupních a ventilačních otvorů a možnosti různého uspořádání elektrotechnologie.



Obr. 6. Forma pro výrobu korpusu kompaktní stanice UKL 3119

Vlastní výroba betonového objektu

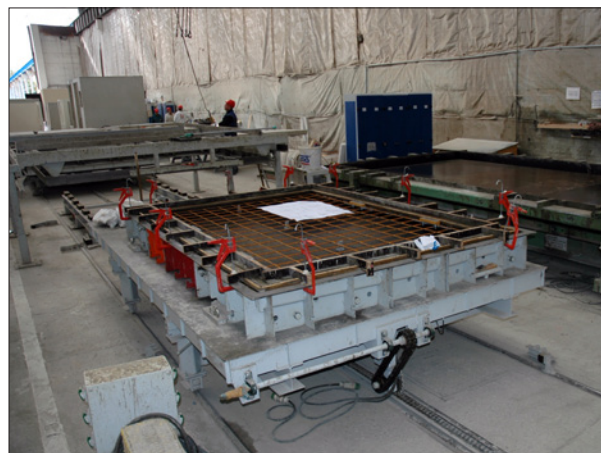
Prvním krokem výroby transformační stanice je výroba betonového objektu – prostorové buňky a její střechy (obr. 6).

Prostorové bezesparé železobetonové buňky jsou vyráběny metodou tzv. zvonového lití na ocelových formách, čímž najednou vznikne nejen monolitický objekt ohraničený obvodovými stěnami a dnem, ale i vnitřní příčky a prahy. Formy na kompaktní stanice jsou buď jednoúčelové – na jeden typ stanice s fixními rozměry a uspořádáním, nebo modulárně nastavitelné – pro jeden typ kompaktní stanice s možností vynechat některý modul nebo změnit jeho rozměr. Střecha se vyrábí zvlášť – také na ocelové, pro to určené, většinou vodorovné formě (obr. 7).

Ke každému typu stanice je zpracována typová statika, která předpokládá jednoduché základové poměry v nesoudržných zemích bez vlivu podzemní vody a bez vlivu svahu. Jestliže tyto okrajové podmínky nejsou splněny, je k výrobě stanice přistupováno individuálně. Je navržena nestandardní betonová směs a nestandardní armování stěn či dna stanice.

Standardně je používán velmi kvalitní beton vodostavební, mrazuvzdorný, s rychlým dosažením odformovací pevnosti třídy C 35/45 pro prostředí XC4, XD1, XF1, XA1 (podle ČSN EN 206-1 ed. 3 *Beton – část 1*). Výztuž je svařena a spojena do uzemňovacího bodu. Jestliže se však objeví požadavek na prostředí XF2 nebo XF3 (prostředí s rozmrazovacími prostředky nebo silně nasycené vodou), je použit provzdušněný beton. Při požadavku na prostředí XA2 nebo XA3 (zvětšený podíl chemicky agresivních látek) se volí síranovzdorný beton. Je-li požadováno zmenšení hmotnosti stanice, lze použít i lehčený beton LC 35/38. Když je stanice určena pro prostředí s bludnými proudy, tlakovou nebo extrémně agresivní spodní vodou, exponované plochy buňky jsou dodatečně stěrkovány.

Stanice se betonují dnem vzhůru. Po dosažení požadované pevnosti, což nastává po deseti až dvanácti hodinách od zabetonování, je stanice jeřábem z formy vyzdvížena (obr. 8), převezena na obráběč a převrácena o 180° dnem dolů (obr. 9).



Obr. 7. Forma pro výrobu střechy stanice



Obr. 8. Vytažení korpusu z formy – dnem vzhůru

Ve výrobní hale jsou pak dokončeny vnitřní a vnější úpravy, osazeny dveře, větrací prvky a mezipodlahy (nosné konstrukce – obr. 10) pro rozváděče elektrotechnologie. Proveďte se nátěr olejové vany transformátorové komory, nátěr vnějších ploch

podzemní části stanice, popř. jsou naneseny speciální venkovní ochranné stěrky a izolace.

Fasáda je standardně z vodoodpudivé, lehce strukturované syntetické omítky. Je možné obložit vnější nadzemní části stěn kabřincem, dřevěným obkladem apod.

Dveře a větrací prvky jsou vyráběny přímo v závodě v samostatném zámečnickém provozu a podle patentovaných a vyzkoušených standardů. Dveře a větrací prvky mj. musí plnit tři základní funkce – zajišťovat krytí (v popisovaném případě min. IP23 DH), umožňovat účinné přirozené (nenucené) odvětrání vnitřního prostoru a přitom odolávat tlakovému namáhání při případných vnitřních oblohových zkratech. Jsou standardně hliníkové eloxované nebo je lze opatřit



Obr. 9. Korpus je na převraceči obrácen do přirozené polohy



Obr. 10. Detail mezipodlahy pro montáž technologie



Obr. 11. Instalace transformátoru do stanice

barevným nástřikem. Dveře jsou z profilů a plechu tloušťky 2 mm.

Mezipodlahy (nosné konstrukce) pod rozváděč vn jsou také vlastní výroby a vždy jde o standardizované konstrukce oceloplechového typu nebo překližkové mezipodlahy na hliníkových profilech. Stavebně dokončená buň-

ka je převezena do samostatné, jen pro elektromontážní práce určené haly.

Celá stavební výrobní fáze je certifikována a každoročně kontrolována na posouzení shody podle NV č. 163/2002 Sb., ve znění NV č. 312/2005 Sb., podle § 5 uvedeného NV. Výrobek je zařazen podle přílohy č. 2 do skupiny 1, pořadové číslo 11.

kovové konstrukce) je vytvořeno ekvipotenciální pospojování a vnitřní zemnicí okruh, který je standardně dvěma izolovanými zemnicími průchodkami vyveden na vnější stranu transformační stanice.

Vnitřní kabelové propoje vn a nn jsou vyráběny na míru pro každou transformační stanici. Kabelové soubory vn jsou dodávány externím dodavatelem, včetně stanovených vn zkoušek a protokolů. Kabelové propoje nn jsou vyráběny přímo ve výrobě stanic z kabelů s plastovou nebo pryžovou izolací. Osvětlení vnitřních prostor kompaktních stanic je standardně ovládáno koncovými spínači dveří. Instalace světelného okruhu, popř. zásuvkového okruhu, je standardně povrchová (v lištách). Univerzální skříně měření schváleného typu dodává externí dodavatel a jsou montovány do skříněk vyráběných na míru s vlastními největšími dvířky.

Doprava a usazení stanice na staveništi

Posledními fázemi ve výrobním cyklu transformační stanice jsou její doprava na místo instalace a její usazení do stavebního lože (obr. 12).

Výhodou kompaktních stanic jsou jejich relativně malé rozměry a hmotnost, takže je možné je dopravovat běžnými nákladními vozidly (např. kamiony bez snížené ložné plochy) a k manipulaci s nimi lze použít jeřáby menší nosnosti. Zákazník obdrží v určený den a na určené místo zkompletovanou transformační stanici a tak doba, která by byla nutná k výrobě a kompletaci stanice na místě jejího určení, není třeba.

Součástí služeb výrobce je i prověření příjezdové trasy a vhodnosti manipulačních ploch pro složení a usazení stanice provedené v předstihu.

Normy a předpisy

Co není na první pohled vidět, ale co musí výrobce transformačních stanic dodržovat a zajistit kromě hlavního výrobního procesu, mj. je:

- dodržování technických norem (ČSN i mezinárodních),
- dodržování zákonných předpisů pro ochranu zdraví,
- dodržování zákonných předpisů na ochranu vod.

Pro továrně vyráběné transformační stanice je nejdůležitější normou ČSN EN 62271-202 *Vysokonapěťová spínací a řídicí zařízení – Část 202: Blokové transformovny vn/nn*.

Norma používá nepříliš vhodný termín blokové transformovny (uživatelé anglických/



Obr. 12. Instalace transformační stanice na místě stavby

Montáž elektrotechnologie

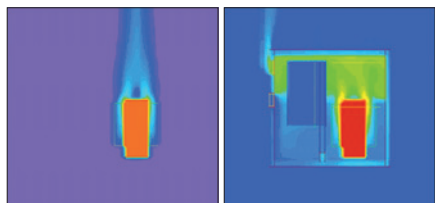
Montáž elektrotechnologie ukončuje výrobní proces v závodě. Používají se nakoupené, průmyslově vyráběné, typově zkušované a zákazníkem pro danou zakázku schválené hlavní komponenty – distribuční transformátory (obr. 11), rozváděče vn a nn, které jsou dokompletovány vnitřním zemnicím okruhem, vnitřními propoji a vnitřní elektroinstalací (osvětlení, zásuvkové okruhy), popř. doplňujícím zařízením (kompenzační rozváděče, univerzální skříně měření, svodiče přepětí, hromosvody apod.). Transformační stanice se nakonec zreviduje – je opatřena dílčí revizní zprávou.

Vnitřní zemnicí okruh může být dvojího druhu – buď obvodový pásek FeZn (výjimečně korozivzdorný), nebo s centrální měděnou sběrnici. Pásek nebo sběrnice plní úlohu hlavní ochranné přípojnice (HOP) a jednotlivými propoji na neživé vodivé části elektrozařízení a vodivé stavební části (armatura v betonu, dveře a ventilační prvky, nosné a upevňovací

francouzských/německých norem jsou na tom lépe, protože pojmy *prefabricated* nebo *fabrikfertige* vyjadřují jasněji, o co jde – o průmyslově vyrobené stanice, které jsou dodávány na místo instalace jako hotový, kompletní výrobek).

Stanice vyrobená podle této normy musí být typově zkoušena, čímž jsou zaručeny určité technické parametry a bezpečnost obsluhy. Z osmi povinných typových zkoušek jsou všeobecně zmiňovány zejména tyto:

- zkoušky oteplení hlavních součástí,
- zkoušky odolnosti při obloukovém zkratu.



Obr. 13. Oteplení transformátoru volně v prostoru (vlevo) a v kompaktní stanici

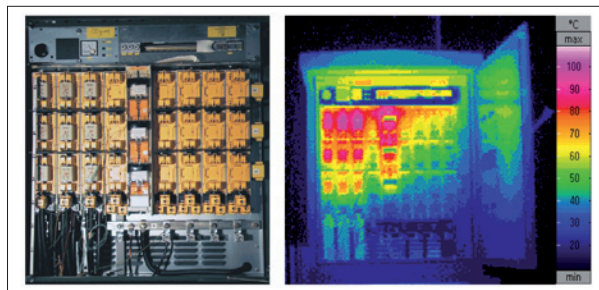
Výsledkem zkoušky oteplení je technický parametr stanice třída krytu, který vyjadřuje rozdíl oteplení transformátoru ve stanici oproti jeho oteplení na volném prostoru (obr. 13). Předmětem zkoušek je i kontrola, že oteplení ostatních částí elektrotechnologie nepřesáhne mezní dovolené teploty. To se týká zejména propojů sekundárního vinutí transformátoru, nn rozváděče a silových prvků tohoto rozváděče. Teplotní poměry v transformační stanici ilustruje obr. 14.

Společnost Betonbau vzhledem ke snaze o maximální využití výkonového potenciálu transformačních stanic považuje otázku oteplení transformátorů do té míry za zásadní, že

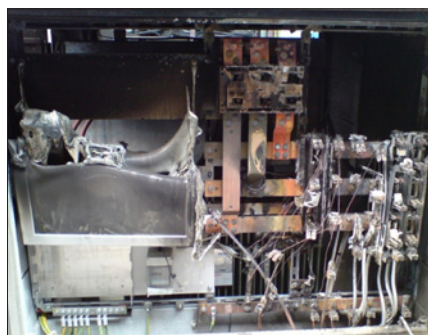
k těmto účelům vybuodovala a zprovoznila speciální vlastní zkušebnu.

Jak může dopadnout nepřijatelné přetěžování stanice, ilustruje obr. 15.

Zkouška odolnosti při obloukovém zkratu ověřuje, že stanice je i v tomto poruchovém stavu bezpečná. Tuto její vlastnost vy-



Obr. 14. Rozváděč nn jako zdroj tepla ve stanici



Obr. 15. Rozváděč nn po požáru

jadřuje třída odolnosti proti vnitřnímu oblouku IAC. V ČR je typická třída IAC-AB 16-20 kA/1s, která vyjadřuje bezpečnost pro obsluhu při obvyklých činnostech na vn straně stanice i bezpečnost pro laickou veřejnost

v blízkosti stanice, a to pro vnitřní obloukový zkrat do velikosti 16 až 20 kA trvajícím maximálně 1 s.

Tato třída je vázána na daný typ rozváděče vn a uspořádání stavební části stanice a elektrotechnologie. Záměnou rozhodujících komponent během provozu stanice nebo neodbornou změnou konfigurace stanice pozbývá tato třída svou platnost – stanice není bezpečná. Certifikát dané třídy může pro stanici vydat jen finální výrobce kompletní transformační stanice na základě provedených zkoušek v akreditované laboratoři Zkušebnictví, a. s.

Z hlediska ochrany zdraví jsou významné hlukové parametry stanice a neionizující záření. Zdrojem hluku je převážně transformátor s tónovými složkami v oblastech druhých harmonických síťové frekvence. Hluk se z transformační stanice šíří do okolního prostoru zejména ventilačními otvory.

Stanice je zdrojem elektrických a magnetických polí (z hlediska předpisů neionizujícího záření o síťové frekvenci). Při výrobě je třeba zohlednit především vznik magnetických polí, která se tvoří v okolí elektročásti protékajících velkými proudy (transformátor, kabely nn, rozváděč nn).

Z hlediska ekologie je významná především olejotěsnost a vodotěsnost stanice, které při případné netěsnosti nebo havárii transformátoru zamezí úniku oleje z transformační stanice.

<http://www.betonbau.cz>



Transformační stanice a další technologické objekty společnosti BETONBAU, s. r. o.

trafostanice a rozvodny – telekomunikační objekty – záchytné vany – regulační stanice plynu
reléové stanice – reléové domky – domky ochran – spínací stanice – buňky pro záložní zdroje



BEZPEČNOST DLE ČSN EN 62 271-202 IAC-AB 16(20)kA
absolutní těsnost proti vodě a olejům, výjimečná mechanická odolnost, požární odolnost 90 min

Průmyslová 698/5a, Praha 10, tel. 281 034 130, 136, betonbau@betonbau.cz, www.betonbau.cz



Navštivte expozici společnosti Betonbau na veletrhu Amper v Brně
19. až 22. 3. 2013 ve stánku P122 a na volné ploše před halou P.