Elpro-Energo s.r.o.

Správné a nesprávné metody chlazení transformátorů VN

Stále se objevují dotazy hlavně ze strany projektantů jak zabezpečit bezpečný dlouhodobý provoz transformátorů. Jedním z hlavních vlivů na dlouhodobou spolehlivost a samozřejmě i životnost je chlazení.

Víme, že transformátor je stroj netočivý a jako každý stroj má své ztráty, které se projevují jako ztráty tepelné čili teplo. Toto teplo je potřeba odvádět, protože pro správnou funkci a dlouhodobou životnost jsou v normě ČSN EN 60076 ukotvena 3 základní pravidla pro chlazení, která je nutné dodržet. Průměrná roční teplota 20°C, maximální denní průměrná teplota 30°C a maximální špičková teplota 40°C.

Za těchto předpokladů by měl transformátor zvládnout dodávku své jmenovité hodnoty výkonu bez vlivu zkrácení jeho životnosti. Píši „by měl“, protože v praxi jsme viděli na vlastní oči transformátory, hlavně z jižních zemí jako Itálie, Španělsko, které byly dimenzovány na nižší než jmenovitý výkon uvedený na štítku. Tato hodnota se dá zjistit jen oteplovací zkouškou, která je bohužel za příplatek. Výrobci toto vědí a často na toto hřeší. Často jsme viděli velmi levné transformátory o 10-20% poddimenzované oproti hodnotě udané na štítku. Tyto transformátory se více přehřívají a jejich životnost končí pár let po záruce.

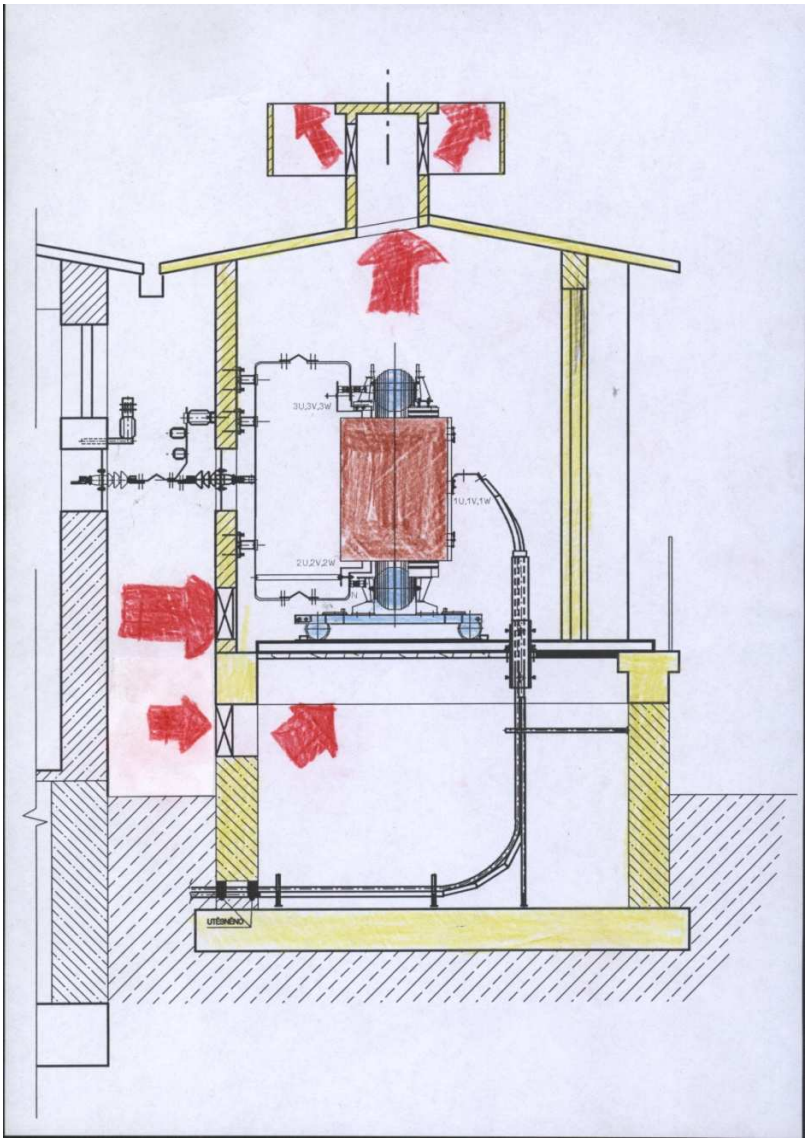
Pokud je transformátor instalovaný venku, je vše v naprostém pořádku a zákazník se o zkrácení životnosti nemusí obávat. Příroda sama zaručí vyvážení horkých letních dní na požadovaný roční průměr 20°C. Horší situace nastává u transformátorů instalovaných v kobkách nebo kioscích. Zde se teplo hromadí a je potřeba ho odvádět. A toto dělá projektantům problémy. Tepelné ztráty u transformátorů nejsou malé, mnohdy by stačily na vytopení nízkoztrátového rodinného domu.

Chlazení můžeme rozdělit na dva základní typy:

1. Přirozené (samotížné)

Přirozené chlazení je pro transformátory lepší a vhodnější. Zvláště pro transformátory suché, které pro svou kvalitní funkci potřebují u podlahy nehybný koláč studeného vzduchu, který cívky ve spodní části nasávají a oteplený vzduch samotižně vystoupá nahoru. Takto je zajištěno nejlepší chlazení.

Pro správné větrání jsou nutné dva parametry. Rozdíl výšky mezi nasávaným a odsávaným venkovním vzduchem a s tím související velikost chladících otvorů. Kdysi se dělaly tzv. anglické dvorky. Venkovní chladící vzduch se přiváděl pod transformátor. Pokud se nahoru nainstaloval komín, vznikl tzv. komínový efekt, byl výsledek chlazení velmi kvalitní. Na určení správných rozměrů větracích mřížek máme výpočtový program, proto se na nás při těchto výpočtech s důvěrou obraťte.



Obrázek 1-Správně navržené chlazení

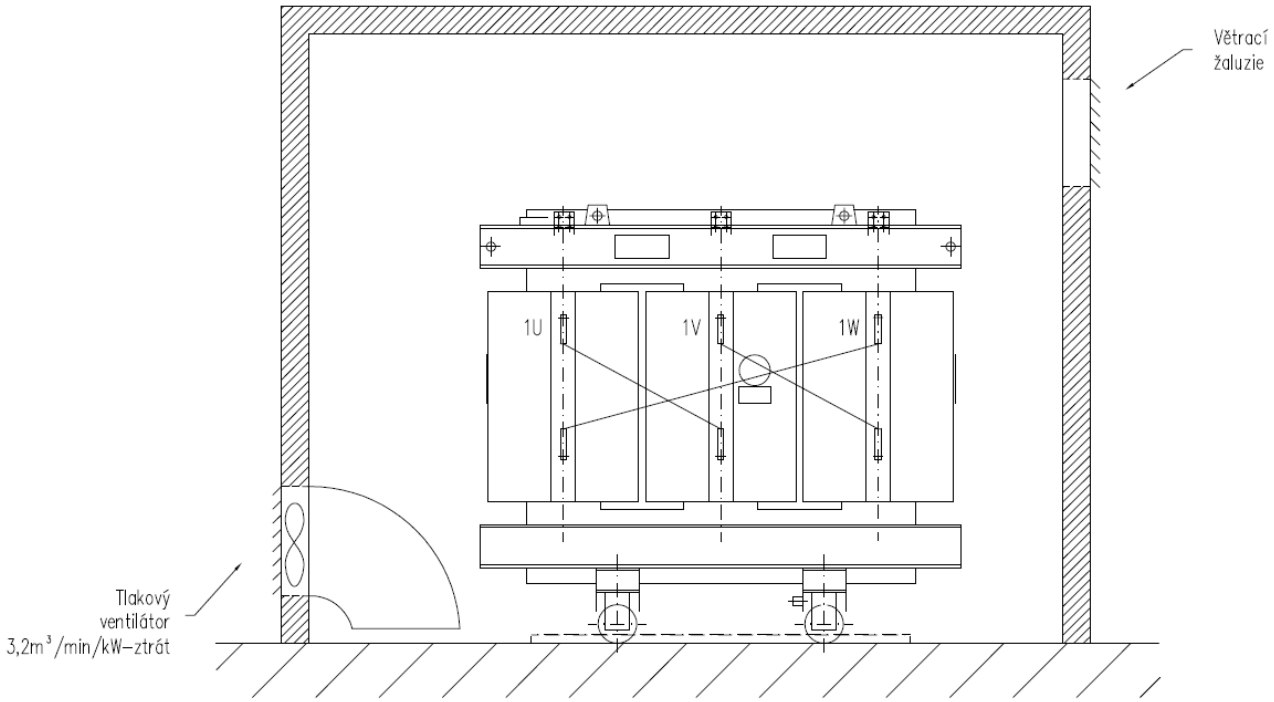
2. Nucené (s ventilátorem)

Dnes se ale v praxi většinou setkáváme s naprosto nedostatečným chlazením nuceným. Vlivem šetření se dnes transformátory zavírají do těsných prostor. Stěny jsou vyzděné z nějakého velmi dobře tepelného izolačního materiálu typu Ytong a odvod přebytečného tepla přes stěny je tímto takřka vyloučen. Ve dveřích se vyrobí chladící žaluzie ve výšce alespoň půl metru kvůli výšce sněhu v zimním období a na druhé straně se u stropu nainstaluje vysokoobrátkový ventilátor. Jak asi vypadá proudění vzduchu v takovéto kobce? Vzduch projde dveřními žaluziemi a lehce ovine transformátor a namíří k výfukovému ventilátoru u stropu. V kobce panují značné vzdušné víry, takže samotížné chlazení transformátoru je značně ztížené. Lokální přehřívání cívek u suchých transformátorů se nedá vůbec vyloučit. Chladný venkovní vzduch se pod cívky transformátoru vůbec nedostane a o nějakém klidném koláči u země se nedá vůbec mluvit. Proto variantu odtahového ventilátoru, dnes tak běžnou, vůbec nedoporučujeme.

Obrázek 2-Příklad nevhodného chlazení

Viděl jsem i případy, kdy byl projektant výzkumník a snažil se proud vzduchu přivést přímo pod cívky pomocí potrubí a v rámci „zlepšení“ vhánět vzduch přímo do cívek. Tak na toto prosím rychle zapomeňte. Návrh chlazení v režimu AF nebo ONAF je dosti složitý a vzduch se musí vhánět rovnoměrně nejen do cívek, ale i pod jádro transformátoru. Jeden takový případ jsme proměřovali a dopadlo to opačným efektem.

Ze zkušenosti můžeme doporučit použití tlakového ventilátoru na místo tahového, s co největším průměrem, s nasazenou rourou, jejíž hrdlo končí těsně nad úrovní země. Chladný vzduch je pozvolna rozléván po zemi pod transformátorem. Odtahová mřížka by pak měla být umístěna na protější straně v co nejvyšším místě nebo ještě lepší by byla možnost použití odtahového komínu. Doporučená výměna vzduchu by měla být 3,2 m^3/min na 1 kW ztrát transformátoru. Pro nastavení doporučené hodnoty je vhodné vybavit pohon ventilátoru frekvenčním měničem a doporučené množství zkorigovat přímo na místě.



Obrázek 3- Doporučené chlazení s pomocí tlakového ventilátoru

Olejový transformátor není na chlazení tolik citlivý jako suchý. Olej u něho funguje nejen jako izolace ale i jako chladící médium. Krátkodobě je na přetížení lepší suchý, dlouhodobě pak olejový. Pokud nedosáhne olej v nádobě 100-110°C není třeba se ničeho obávat. Po překročení této hranice hrozí tvorba plynů, exploze a následný požár. Proto pro všechny vnitřní instalace doporučujeme jedno nebo dvoukontaktní ručičkový teploměr a v případě překročení vnitřní teploty odpojení zátěže na sekundární straně. Lze ho instalovat i dodatečně na všechny hermetické transformátory bez porušení hermetizace. Doporučujeme všem majitelům a provozovatelům. Jeho cena nepřesahuje 6000,- Kč.

U suchých transformátorů je to jinak. Ty se sice nezhroutí krátkodobým přetížením, ale pokud by se stále provozoval takový transformátor na svých hraničních teplotách, tak životnost pryskyřičné izolace je asi jen 20.000 hodin=2 ¼ roku. Nezávisle na typu výrobce. Vychází to z termického stárnutí pryskyřičné izolace. Teplotní působení mění hlavně chemické vlastnosti a snižuje výrazně elektrické a mechanické vlastnosti, jako např. částečné výboje, průrazné napětí, pevnost v tahu, roztažnost apod. Tyto výsledky vycházejí z dlouhodobých výzkumů a náhradního modelu stárnutí pryskyřičné izolace. Pokud se dodrží roční průměrná teplota 20°C, prodlouží se předpokládaná životnost na 40 let. A to je obrovský rozdíl. V tomto případě se velmi vyplatí navržení kvalitního chlazení.

I výrobci kioskových trafostanic udávají pro každý kiosek tzv. teplotní třídu. Ta říká, o kolik stupňů Kelvina se zvedne průměrná teplota v kiosku oproti venkovní instalaci. Běžná hodnota u běžných kiosků je udávaná 20K. To znamená, že pokud bychom daný transformátor instalovali venku, uvažujeme s průměrnou teplotou 20°C, ale při instalaci v kiosku se nám tato hodnota zvedne na 40°C. Jak se to projeví v praxi? Jednoduše. Olejový transformátor s výkonem 630 kVA můžeme zatěžovat maximálně 526 kVA. Pokud se žaluzie vybaví nuceným chlazením, může teplotní třída klesnout na 10K. Transformátor se pak může zatěžovat maximálně 562 kVA.

Co říci na závěr? Problematika chlazení má obrovský vliv na životnost a spolehlivost vložené investice. Transformátor má životnost klidně i 40 let a tak návrhu jeho chlazení je potřeba věnovat nesmírnou péči a pozornost. Pokud si myslíte, že máte problém s návrhem chlazení, s důvěrou se na nás obraťte a rádi Vám pomůžeme.

S pozdravem

Jan Czernek

Elpro-Energo s.r.o.
www.elpro-energo.cz