

Inverkan av temporära överspänningar på transformatorer

Drygt en vecka efter det stora elavbrottet i Sydsverige havererar en systemtransformator i Stenkullen (västra Götaland). De temporära överspänningarna under återuppbyggnaden påverkade transformatorn men sannolikt var inte detta primär orsaken för haveriet. Nedan beskrivs inverkan av temporära överspänningar på systemtransformatorer med konkreta exempel.

I Söderåsens transformatorstation registrerades en spänning på 476,5 kV i mer än 76 s (1,26 min.). Denna överspänning berodde på tomgående ledningar. Vid återuppbyggnaden av nätet kopplas de stamnätsanslutna transformatorerna in från högspänningssidan. Innan någon last ansluts till deras sekundärlindningar kan de sålunda under en tid vara anslutna till en temporär överspänning. Så snart last kopplas in på transformatorns sekundärlindning upphör ledningen att vara tomgående, och spänningen går ner. I fallet med Söderåsen har högspänningslindningen på systemtransformatorn till 130 kV-nätet en märkspänning på 410 kV. Om denna transformator i tomgång låg ansluten mot stamnätet under återuppbyggnaden av nätet skulle den sålunda ha blivit övermagnetiserad med ca 16 %. Söderåsen anses här vara representativ för alla transformatorstationer i det påverkade området.

Ventilavledarnas funktion.

De ventilavledare som är installerade för att skydda en transformator har i allmänhet en så hög märkspänning (U_r) att de inte reagerar på en temporär överspänning. Ventilavledarens uppgift är att i första hand skydda transformatorn mot åsköverspänningar. Detta beskrivs med ett konkret exempel av systemtransformatorn T2 i Lindome (västra Götaland), vilken skyddas av en ventilavledare med $U_r = 330$ kV. Eftersom en ventilavledare är monterad mellan en fas och jord, skall U_r jämföras med systemets fasspänning. För denna avledare innebär detta att temporära överspänningar mindre än ca $330 \cdot \sqrt{3} \approx 572$ kV inte nämvärt kommer att påverkas av ventilavledaren. Antas det att alla stamnätsanslutna transformatorer i det påverkade området har ett U_r i närheten av 330 kV kan man dra slutsatsen att inga ventilavledare som har till uppgift att skydda nämnda systemtransformatorer har aktiverats till följd av de temporära överspänningarna under återuppbyggnaden.

Transformatorers övermagnetiseringsförmåga

Sedan mitten av 70-talet tillverkas transformatorerna i regel med 5 % övermagnetiseringsförmåga, vilket innebär att man kontinuerligt och vid full belastning kan anluta en transformator till $1,05 \cdot U_m$, där U_m är transformatorns märkspänning. Före 1968 var det vanligt med 10 % övermagnetiseringsförmåga. En tomgående transformator kan troligtvis konti-

nuerligt anslutas till ännu högre spänningar. Vid tomgångsprov går man alltid upp till $1,1 \cdot U_m$. Ibland förekommer ännu högre värden, t.ex. $1,15 \cdot U_m$ för nya Grundfors T3. En övermagnetisering av en transformator leder till extra uppvärmning av kärnan. Om övermagnetiseringens nivå och varaktighet är tillräcklig skulle detta i sin förlängning kunna leda till plåtbrand. Enligt den tillverkare som Svenska Kraftnät varit i kontakt med är detta ett ytterst sällsynt problem, som man från tillverkarens sida aldrig säger sig ha drabbats av.

Transformatorers isolation.

Vid leveransprov av transformatorer utförs prov av isolationen mellan de olika faslindningarna, varven samt mellan spänningsförande delar och jord. Specificerade provspänningar används, vilka appliceras under viss tid. Vid en typ av sådant prov påläggs lindningarna en spänning väsentligt högre än den aktuella märkspänningen. För att inte kärnan skall mättas sker provet vid förhöjd frekvens, typiskt 250 Hz. Då kärnan magnetiseras får alla lindningar spänning i proportion till varvomsättningen. Ibland kombineras ett sådant prov med mätningar av partiella urladdningar (PD). PD föregår ofta ett genomslag i isolationen. Syftet med provet är att det ska bli säkerställt att transformatorns isolation klarar av de temporära överspänningar och kopplingsöverspänningar som den kan tänkas utsättas för under sin livstid. Exempelvis är systemtransformatorn T1 Kolbotten (Stockholm) provad trefasigt med 630 kV (240 Hz) under 30 min, och med 727 kV (240 Hz) under 5 s. Isolationen hos en frisk transformator skall m.a.o. inte ha några problem med att klara de temporära överspänningar som uppstod i samband med återuppbyggnaden av nätet i södra Sverige efter sammanbrottet. Det är emellertid viktigt att komma ihåg att isolermaterial åldras, och att dess elektriska egenskaper försämras, med tiden.

Slutsats

Sannolikt har inga stamnätsanslutna transformatorer, vilka på uppspänningssidan eventuellt varit anslutna till tomgående ledningar med förhöjd spänning, men på nedspänningssidan varit obelastade, av denna anledning tagit skada.