

**Användning av programvaran Templife för
analys av överbelastbarheten hos ett urval av
Vattenfall Västnäts krafttransformatorer**

2004-03-12

Behnam Golmohammadi

EXAMENSARBETE

Användning av programvaran Templife för analys av överbelastbarheten hos ett urval av Vattenfall Västrnäs krafttransformatorer

Behnam Golmohammadi

Sammanfattning

I en transformatorstation finns det vanligtvis två transformatorer. Vid ett fel i den ena transformatorn kan det då bli frågan om att överbelasta den andra för att upprätthålla driften vid alla tidpunkter på året. Vid ett sådant fall är det viktigt att ha kunskap om transformatorns överbelastningsförmåga.

Vattenfalls nätbolag har beställt en nyutvecklad PC-version av det gamla beräkningprogrammet som heter Templife. Templife är ett program för beräkningar av toppolje-, hot spot- och lindningstemperaturer hos en krafttransformator som funktion av dygnsbelastning och yttertemperatur. Dessa temperaturer har en avgörande del vid överbelastning av transformatorer och dess åldring. Tanken är att programmet skall vara ett hjälpmedel vid beräkning av gränser för belastningsgraden i den dagliga driften samt vara ett stöd vid inköp av krafttransformatorer.

I denna rapport beskrivs programmet Templife och en beräkningsmanual presenteras. För ytterligare förenkling av användandet av programmet har det dessutom skapats en Excel-mall för att erhålla grafisk presentation på transformatorns temperaturer. Resultat från beräkningar presenteras.

Utgivare:	Högskolan Trollhättan/Uddevalla, Institutionen för teknik, matematik och datavetenskap, Box 957, 461 29 Trollhättan Tel: 0520-47 50 00 Fax: 0520-47 50 99 Web: www.htu.se		
Examinator:	Lars Holmblad		
Handledare:	Jan-Olof Olsson, Vattenfall Västrnäs AB		
Huvudämne:	Elektroteknik	Språk:	Svenska
Nivå:	C	Poäng:	10
Rapportnr:	2003:E016	Datum:	2004-03-12
Nyckelord:	Templife, transformatorer, överbelastning, temperaturer		

DEGREE PROJECT

Usage of the Program Templife for Analysis of Overload Capacity for a Selection of Power Transformers at Vattenfall Västnät

Behnam Golmohammadi

Summary

In a transformer station there are commonly two transformers. In case of a fault in one of the transformers there could be a matter of overloading the other transformer to be able to continue the operation throughout the whole year. In this case it is important to have information and knowledge about the overload capacity of the transformer.

Vattenfall have ordered a newly developed PC-version of the program called Templife. The Templife program is used to calculate top oil-, hot spot- and winding temperature on a power transformer in function of daily loading and ambient temperature. These temperatures are essential when it comes to overloading the transformer, as well as the life span of the transformer. Furthermore this program can be used as a helping tool in calculation of the limits of the overloading level in daily operation as well.

In the report a description of the program Templife as well as a calculation manual is presented. Furthermore, to facilitate the use of the program an Excel-template has been designed to give graphical presentation of transformer temperatures. The results from the calculations are presented.

Publisher:	University of Trollhättan/Uddevalla, Department of Technology, Mathematics and Computer Science, Box 957, S-461 29 Trollhättan, SWEDEN Phone: + 46 520 47 50 00 Fax: + 46 520 47 50 99 Web: www.htu.se		
Examiner:	Lars Holmblad		
Advisor:	Jan-Olof Olsson, Vattenfall Västnät AB		
Subject:	Electrical Engineering	Language:	Swedish
Level:	C	Credits:	10 Swedish, 15 ECTS credits
Number:	2003:E016	Date:	Mar 12, 2003
Keywords	Templife, transformer, overloading, temperature		

Förord

Följande rapport är en skriftlig redovisning av mitt examensarbete som avslutar min utbildning till elektroingenjör med inriktning mot elenergisystem, 120 poäng vid högskolan Trollhättan/Uddevalla, HTU. Examensarbetet är utfört på C-nivå och omfattar 10 poäng.

Arbetet har utförts på Vattenfall Västrnäs AB, avdelning nätplanering i Trollhättan. Uppkomsten av examensarbetet har varit en ide ifrån Bernt Hansson, Arne Bergström och Jan Olof Olsson NVTA Vattenfall Västrnäs Trollhättan.

Jag vill tacka Jan Olof Olsson som har varit min handledare på Vattenfall Västrnäs i Trollhättan och även Lars Holmblad som är examinator på högskolan Trollhättan/Uddevalla, HTU.

Jag vill även tacka:

Bernt Hansson

Arne Bergström

Malte Windle

Vattenfall Västrnäs AB

2004-03-12

Behnam Golmohammadi

Innehållsförteckning

Sammanfattning	i
Summary	ii
Förord	3
Innehållsförteckning	4
1 Inledning	6
1.1 Problembeskrivning	6
1.2 Syfte/Mål	7
1.3 Avgränsningar	7
2 Genomförande	8
3 Templife	9
4 Beräkning med Templife	9
4.1 Transformatordata	9
4.1.1 Lindningsdata	9
4.1.2 Belastningsförluster	10
4.1.3 Vikter	10
4.1.4 Kylart	10
4.1.5 Kylning	10
4.1.6 Resultat från värmeprov	10
4.1.7 Hot spot-faktor och lindningsexponent	11
4.2 Driftdata	11
Basbelastning:	11
Topplast:	11
4.3 Klimatområde	11
4.4 Dygnsbelastning	12
4.5 Beräkningsperiod	13
5 Verifiering av värmeprov	13
6 Beräkning med avseende på belastning och temperatur	14
7 Tillvägagångssätt för beräkning	15
7.1 Slutsats	17
8 Förslag till hur Templife ska införas som arbetsredskap	17
9 Underlag för arbetet	18
10 Referensförteckning	19

Bilaga A Utvalda transformatorer

Bilaga B Provnigprotokoll

Bilaga C Lathund: Beräkningsmanual för Templife

Nomenklatur

Dygnsbelastning	Belastning under 24 timmar på ett dygn
Toppoljatemperatur	Högsta prognoserade oljetemperaturen
Hot spot	Benämning på lindningens varmaste punkt
Lindningstemperatur	Högsta prognoserade lindningstemperaturen
Maxtidsvärdet	Högsta förekommande prognoserade entimmeseffekt
Temperaturstegring	Temperaturskillnad mellan olja eller lindning och omgivningens temperatur vid ett visst belastningsfall
Normal åldring	Transformatorn är belastad så att isolationen åldras i förhållandet 1:1 (referensåldring)
Forcerad åldring	Transformatorn är belastad så att isolationen åldras mer än normalt (relativa åldring >1)

1 Inledning

1.1 Problembeskrivning

Vid inköp av transformatorer har maxtimvärdet direkt relaterats till krafttransformatorns märkeffekt.

Transformatorn överbelastas då dess belastning överskrider den märkeffekt som står angiven på märkskylten det vill säga då transformatorn, dess lindningskopplare, genomföringar och strömtransformatorer belastas med en större ström än märkström.

Ur termisk synvinkel förekommer en överbelastning då man överskrider de temperaturer som tillåts för transformatorn vid en kontinuerlig belastning motsvarande märkeffekten vid en medeltemperatur på + 20° C.

Detta betyder att den installerade transformatoreffekten i Sverige är större än normaldriftbehovet. I Sverige samverkar dessutom temperaturvariationen och lastvariationer på ett fördelaktigt sätt för transformatorn, eftersom den högsta belastningen inträffar när det är som kallast. Då är möjligheterna till kylning av transformatorn som gynnsammast.

För att klara transformatorfel finns det ofta två stycken transformatorer i varje station och det kan då bli frågan om att överbelasta den andra för att upprätthålla driften vid all tidpunkter på året.

Vattenfalls nätbolag har beställt en nyutvecklad version på PC av det gamla beräkningprogrammet som heter Templife (som ursprungligen togs fram på -60 talet i). Templife är ett program för beräkningar av toppolje-, hot spot- och lindningstemperaturer hos en krafttransformator som funktion av dygnsbelastning och yttertemperatur.

Arne Bergström på Vattenfall Västnät AB har bett mig att gå igenom Templife för att lättare kunna använda programmet i framtiden. Tanken är att programmet skall vara ett hjälpmedel vid beräkning av gränser för belastningsgraden i den dagliga driften samt vara ett stöd vid inköp av krafttransformatorer.

1.2 Syfte/Mål

Examensarbetet innehåller tre huvudmål:

1. Målet är att dokumentera rutiner för datainsamling från befintlig transformatordokumentation och skapa en rutinbeskrivning för konvertering av lastdata från det befintliga programmet TVA (timvärdesanalys) till användning i Templife.
2. Resultatet från Templifeberäkning hamnar i Excel-fil. Målet med arbetet är att skapa en lathund för grafisk presentation i Excel samt ta fram en enkel handledning för hur resultatet skall utvärderas. För att få bekräftat att Templife är pålitligt skall det göras beräkningar på 10 stycken utvalda transformatorer från Västrnäs bestånd samt att utvärdera de resultat som erhålls
3. Förslå metod för hur Templife ska införas som arbetsredskap i Vattenfall Västrnäs organisation (verktyg, organisation, arbetssätt, utbildning, tidplan)

1.3 Avgränsningar

Beräkningar har gjorts på tjugo stycken utvalda transformatorer från Vattenfall Västrnäs bestånd, se bilaga A, dessa transformatorer är intressanta pga. den hårda belastningen de utsetts för i dagsläget, dock endast åtta av dessa har det gjorts fullständiga beräkningar på pga. att all nödvändig data ej framgick i provningsprotokollet, se tabell 1-1.

Tabell 1-1 stationer vilket beräkningar har gjorts på

Stationslittera	Station	Enhet	Spänning [KV]	Tillverkare
TT6112	Herrestad	T2	40	ASEA
TT8212	Svenljunga	T2	40	NATIONAL INDUSTRI
VT1	Kinna	T2	130	ASEA
OT78	Korsberga	T1	130	STRÖMBERG
OT93	Mellerud	T2	130	ASEA
ZT85	Orust	T1	130	ASEA
ZT12	Stenungsund	T10	130	ASEA
ZT12	Stenungsund	T12	130	ASEA

2 Genomförande

För att kunna göra beräkningar på de utvalda transformatorerna har arbetet genomförts i ett antal steg. I första steget har inventering av transformatorpärmar från arkivet gjorts. Därefter har provningsprotokoll för de transformatorer beräkningar skall göras studerats. Steg två var att föra in de intressanta värden från provningprotokollen till programmet Templife och göra en kalibrering av värmeprovet för att testa programmet, hur detta genomförs framgår i kapitel 5. Steg tre var att hämta transformatorlasten från programmet TVA (tim värdes analys) i MW och skapa en Excel mall för att omvandla lasten till procent av märkeffekten, som sedan fördes in det i Templife som genomförde en beräkning. Därefter tas resultatet från Templife tillbaka till Excel mallen för att erhålla grafisk presentation av beräkningen.

3 Templife

Templife 1.0 är en nyutvecklad version på PC av det gamla beräkningprogrammet som heter Templife som ursprungligen togs fram på -60 talet. Templife är ett program för beräkningar av toppolje-, hot spot- och lindningstemperaturer hos en två- eller tre- lindningstransformator som funktion av dygnsbelastning och yttertemperatur. Programmet beräknar även livslängden på transformatorn.

Transformatordata, driftdata och belastningsdata är indata till programmet. Hur dessa behandlas framgår i kapitel 4.

Beräkningsresultatet (utdata) kan visas i en textfil eller i en Excel-fil.

4 Beräkning med Templife

För att kunna göra en beräkning av toppolje-, hot spot- eller lindningstemperaturer hos en två- eller tre -lindningstransformator kräver Templife följande indata:

- Transformatordata
- Driftdata
- Klimatområde
- Dygnsbelastning
- Beräkningsperiod

4.1 Transformatordata

Under transformatordata skall anges data om bl a antal lindningar, belastningsförluster, vikter, resultat från värmeprovet, kylning, hot spot-faktor och lindningsexponent.

Tänk på att alltid börja med att välja en transformator ur listrutan ”välj transformator, ref”.

4.1.1 Lindningsdata

Under lindningsdata skall anges data för transformatorns lindningar så som hur transformatorn är kopplad, märkeffekt, tomgångsförluster och dess resistansvärden med tillhörande lindningstemperatur (temperatur då resistanserna mättes) samt temperaturstegringarna vid värmeprovet för respektive lindning. I programmet frågas även efter transformatorns märkspänning, men i själva verket vill programmet ha reda på vid vilken spänning transformatorn var ansluten till när värmeprovet utfördes.

4.1.2 Belastningsförluster

Under belastningsförluster skall anges data för transformatorns P_k och S_{bas} för respektive lindningspar. Det förutsätts att belastningsförlusterna anges vid referenstemperaturen 75°C.

4.1.3 Vikter

Under vikter skall anges den aktiva delen, oljan samt den totala vikten av transformatorn i ton. Programmet behöver information om transformatorns vikter för att den skall kunna beräkna den termiska tidskonstanten. Om någon av dessa vikter saknas kan inte programmet genomföra den beräkning som önskas.

4.1.4 Kylart

Under kylart kan man välja ONAN, ONAF samt OFAF. Dessa kylarter som anges med fyrbokstavskombinationer innebär [2]:

- ONAN Oil Natural Air Natural – naturlig oljecirkulation inuti transformatorn och naturligt luftdrag på utsidan via transformatorns radiatorer ("Självkylning").
- ONAF Oil Natural Air Forced – självkylning på oljan och fläktkylning av radiatorer. Klarar en viss angiven effekt utan att fläktarna är i drift. Vid effekter över detta värde är transformatorn till en viss del hjälpkraftberoende.
- OFAF Oil Forced Air Forced – Oljan pumpas genom kylutrustningen (radiatorerna) som kyls med fläktar. Kräver kontinuerlig hjälpkraftmatning.

4.1.5 Kylning

Under kylning anges värde i procent för kylkapaciteten så som lägst (startvärde), steg samt högst (stoppvärde).

Om man endast vill göra en beräkning vid exempelvis 100 % så skriver man bara in 100 som startvärde. Man kan enligt vattenfall personal räkna med självkylning på ca 40-50 % för transformatorer av typen ONAF resp. OFAF.

När man skall göra beräkningar med olika kylkapacitet måste man först börja med att studera hur kylutrustningen är uppbyggd på den aktuella transformatorn. Hur många kylare, fläktar respektive oljepumpar det finns och hur de är kopplade. När man har gjort det kan man räkna ut det ungefärliga procenttal för de olika kylalternativen.

4.1.6 Resultat från värmeprov

Under resultat från värmeprov skall anges inmatade förluster, toppoljetemperatur samt medeloljetemperatur.

4.1.7 Hot spot-faktor och lindningsexponent

Det finns numera ett fåtal transformatorer med inbyggda hot spotgivare (optofiber) i lindningarna. För sådana transformatorer kan man ersätta normens värden för hot spot-faktor respektive lindningsexponent med värden som kan beräknas från värmeprovresultatet. Dessa värden kan även användas för identiska eller närbesläktade transformatorer.

Programmet föreslår IEC-värden på 1,3 och 1,6 för hot spot-faktor respektive lindningsexponent om eget värde saknas.

4.2 Driftdata

Under driftdata, som utgör en del av transformator-datan, skall anges data om bl a belastningar och topplaster.

Basbelastning:

Här anges märkeffekten P i MW, den reaktiva effekten Q i MVar samt effektfaktorn $\cos \varphi$ för respektive lindning med avseende på veckodag. Om man endast vill mata in den aktiva effekten och inte data från den reaktiva effekten måste man sätta $\cos \varphi = 1$.

Topplast:

Topplasten anges i % av baslasten för respektive månad.

4.3 Klimatområde

Under listrutan ”välj klimatområde, ref.” hittar man ett antal olika medeltemperatur kurvor för olika område och orter i Sverige, se tabell 1-2. Här väljer man det klimatområde där transformatorn befinner sig. I klimatområde visas lufttemperaturens dygnsvariation och dygnsmedeltemperatur i °C för varje månad under ett år.

Tabell 1-2 Olika område och orter i Sverige med temperatur kurvor

Klimatområde nr	Beskrivning
1	Skåne och Blekinge
2	Svealands och Götalands kustland utom Skåne och Blekinge
3	Svealands och Götalands utom Skåne och Blekinge
4	Södra Norrlands kustland
5	Södra Norrlands inland
6	Norra Norrlands kustland
7	Norra Norrlands inland
8	Tibro / Skaratemp (3 dygn motsvarar jan - mars)
9	Ljungbyhed
10	Malmslätt
11	Stockholm – Bromma
12	Sundsvall flygplats
13	Frösön
14	Gunnarn
15	Luleå flygplats
16	Värmeprov 20 grader

4.4 Dygnsbelastning

Här börjar man alltid med att välja en dygnsbelastningskurva som önskas ur listrutan ”välj dygnsbelastning, ref.” som innehåller ett antal olika kurvor, se tabell 1-3.

Beräkningsprogrammet förväntar sig att det finns en belastningskurva för varje dag och varje lindning annars utförs inte någon beräkning för just den veckodagen [1].

I dygnsbelastning visas belastningen i % av baslasten för varje timme under ett dygn och veckodag för respektive lindning.

Tabell 1-3 Olika dygnsbelastnings kurvor

Dygnsbelastnings nr	Beskrivning
1	Typkurva 1
2	Värmeprov 2–lindn.
3	Värmeprov 3–lindn.
4	2–lindn. Vardag, lördag, söndag
5	3–lindn. Vardag, lördag, söndag

4.5 Beräkningsperiod

Under beräkningsperiod skall man ange den tidsperiod för beräkningen, man kan välja mellan månad, vecka eller dag. Man väljer dessutom den månaden man vill starta och i antal månader beräkningen skall utföras.

5 Verifiering av värmeprov

Korrigerig/återskapning av värmeprov utförs för att göra en kontroll på både programmet och transformatorns data som man hemför från transformatorns provningsprotokoll.

Korrigerig/återskapning av värmeprovet genomförs i ett antal steg. I första steget skall inventering av transformatorpärlmar från arkivet göras. Därefter skall provningsprotokollen för den specifika transformatorn studeras. De intressanta data som programmet kräver för att göra en beräkning finns i transformatorns provningsprotokoll, detta framgår i bilaga B. Innan beräkning genomförs skall dessa värden införas i "Transformatordata" som finns under menyn "Grunddata" dvs. en ny individ skall skapas. Steg två är att genomföra en beräkning genom att välja "Ny beräkning" via menyn "Arkiv".

För att starta beräkning måste följande obligatoriska fält vara ifyllda:

- Vald transformator – med hjälp av listrutan "välj transformator, ref" väljer man den specifika individen (transformatorn) som beräkningen skall utföras på.
- Driftdata ifylld
- Valt klimatområde – med hjälp av listrutan "välj klimatområde, ref" väljer man "värmeprov 20 grader", det innebär att temperaturen konstant är 20° C under hela året.
- Vald dygnsbelastning – med hjälp av listrutan "välj dygnsbelastning, ref" väljer man "Värmeprov 2–lindn." alt. "Värmeprov 3–lindn." beroende på transformator.
- Beräkningsperiod

Icke obligatoriska fält är:

- Beskrivning
- kommentar

När dessa beskrivna val och inställningar är gjorda kan en beräkning startas med hjälp av menyn "Beräkning" och "Starta beräkning" eller via knappen "Beräkna". Då beräkningen är klar kan resultatet av beräkningen visas i anteckningar som öppnas med knappen "Rapport text", se bilaga C.

Slutligen kontrollerar man att hot spottemperaturen stämmer överens med de teoretiska värdena från värmeprovet med en maximal avvikelse på några grader enligt formeln:

$$(\text{tempstegring} - \text{medeloljetemp}) * 1,3 + \text{toppoljetemp} + \text{omgivningstemp} = \text{hot spottemp}$$

Kontrollera att toppoljetemperaturen enligt värmeprovet med tillägg av omgivnings-temperatur från beräkningen överensstämmer med beräknade värden. Kontrollera även att tillsatsförlusterna i resultatfilen är ca 10 %. Enligt norm [2] skall hot spottemperaturen vid märklaster vara 98 grader vid 20 graders omgivningstemperatur vilket ger ca 1 pu åldring, innebär normal åldring av transformatorn.

6 Beräkning med avseende på belastning och temperatur

För att kunna genomföra en beräkning på en specifik transformator måste en referensberäkning göras, dvs. korrigerings/återskapning av transformatorns värmeprov, hur detta genomförs framgår i kapitel 5.

Nästa steg blir att hämta lasten för den specifika transformatorn från programmet TVA (tim värdes analys) i MW och via en Excel mall omvandla det till procent av märkeffekten och exportera det till Templife under "Dygnsbel".

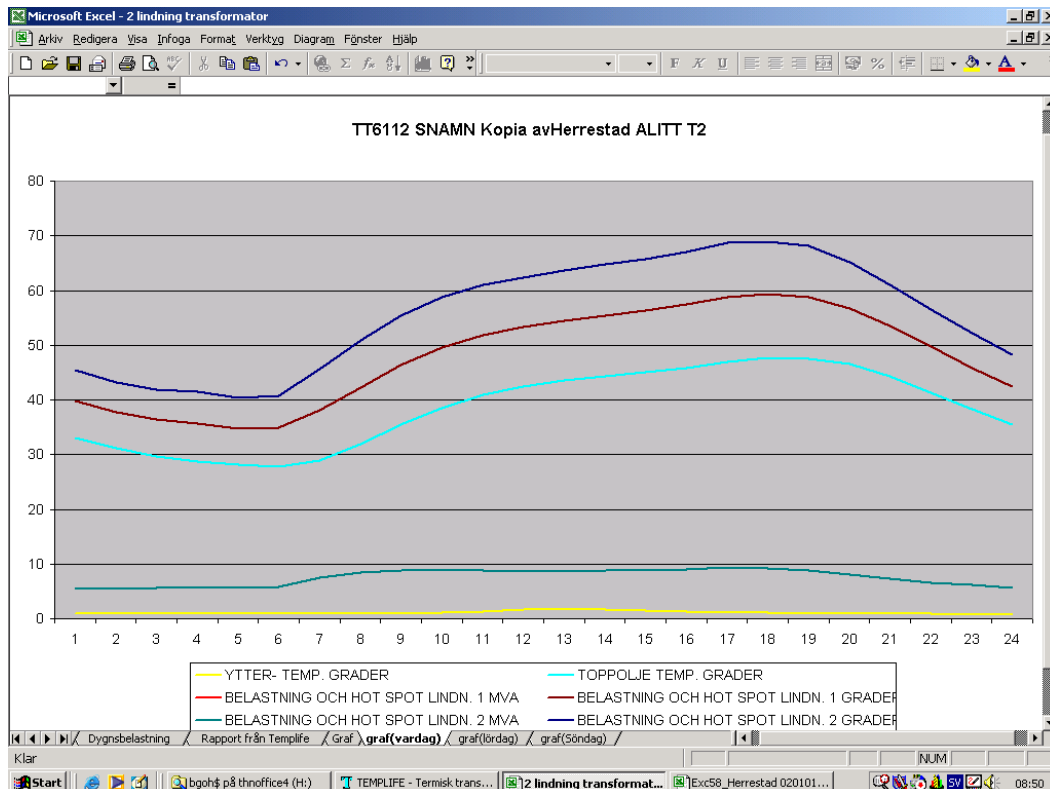
Det är viktigt att man alltid startar beräkningen med just den månad som dygnlasten är hämtad ifrån. Detta skall anges under "Beräkningperiod" i Templife.

Slutligen kan en beräkning startas med hjälp av menyn "Beräkning" och "Starta beräkning" eller via knappen "Beräkna". Då beräkningen är klar kan resultatet av beräkningen visas i Excel-format som öppnas med knappen "Rapport Excel". Därefter via Excel mall erhålla en grafisk presentation på toppolje-, hot spot- och lindningstemperaturerna.

7 Tillvägagångssätt för beräkning

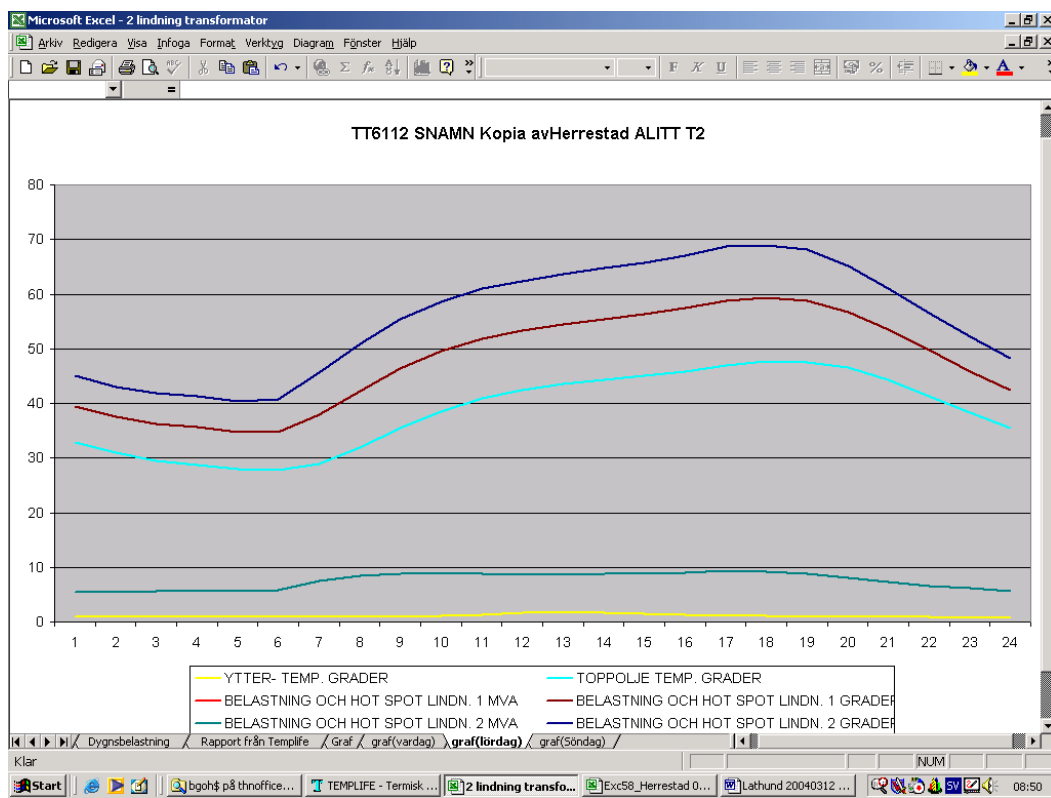
För att göra det tydligare har ett beräkningsexempel på en transformator i Herrestad som har två lindningar genomförts. Detta exempel framgår i Lathund: Beräknings manual för Templife.

Här nedan visas den grafiska presentationen för vardag, lördag och söndag som slutligen erhålles mha. Excell-mallen, se figur 7-1 till 7-3.

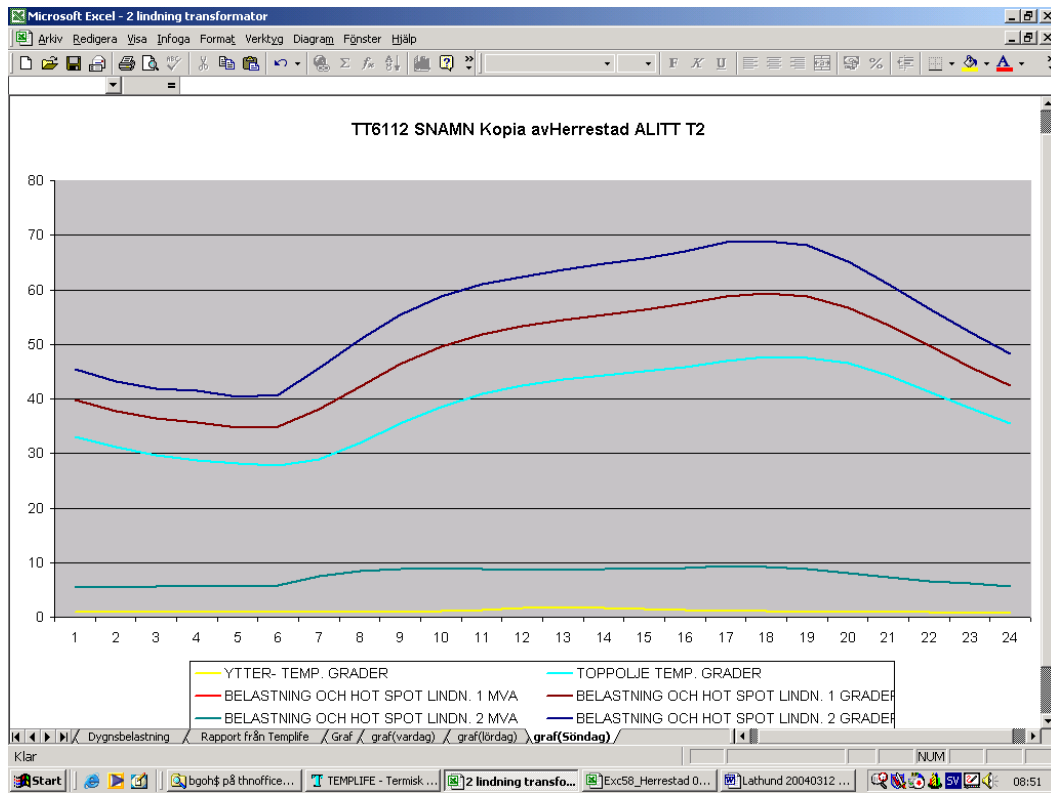


Figur 7-1 Skärmdump av av Excel-mall, blad ”graf (vardag)”

Användning av programvaran Templife för analys av överbelastbarheten hos ett urval av Vattenfall Västnäs krafttransformatorer



Figur 7-2 Skärmdump av av Excel-mall, blad "graf (lördag)"



Figur 7-3 Skärmdump av av Excel-mall, blad "graf (söndag)"

7.1 Slutsats

I den grafiska presentationen från vardag visas att hot spot temperaturen på lindning två är som högst ca 70°C, vilket ej överskrider 98°C. Det innebär att transformatorn inte blir utsatt för en forcerad åldring [2]. Detta medför att transformatorn T2 i Herrestad kan utnyttjas vid reservdriftfall av hela stationen.

8 Förslag till hur Templife ska införas som arbetsredskap

Templife är svårt att ha som arbetsredskap pga. att det saknas provningsprotokoll /värmeprov på många transformatorer. Dessutom är många transformatorer köpta från utlandet och därför kan det vara svårt att tyda språket i provningsprotokollet. I dagsläget kan Templife endast installeras lokalt på varje dator, vilket medför att användarna har en lokal databas där all data sparas.

För att förbättra Templife som arbetsredskap måste man ha programmets databas i nätverket så att varje användare kan installera programmet från nätverket och därmed få med sig alla referensdata och beräkningar som redan är gjorda. Detta underlättar för användaren genom att transformatorernas provningsprotokoll/ värmeprov finns i databasen och användaren ej behöver inventera från arkivet vid en ny beräkning.

För att påskynda uppbyggnaden av databasen bör en liten grupp, tex. sommarjobbare, tillsättas som kan införa det befintliga provningsprotokollen i arkivet in i databasen. Dessutom bör en ansvarig utses för att vid inköp av nya transformatorer ansvara för att det genomförts ett värmeprov och dess data förs in i databasen.

För att ytterligare förenkla användandet av programmet kan man skapa olika typkurvor för ett antal transformatorer, dessa typkurvor kan sedan utnyttjas vid liknande beräkningar.

För att lättare kunna få grafisk presentation av beräkningarna bör man skriva ett program som körs mellan TVA, Templife och Excel.

9 Underlag för arbetet

Som material och underlag till arbetet har jag använt;

- TVA Användarhandbok
- Stora Excel 4.0 boken,1992
- Rapport Krafttransformatorers belastbarhet, Vattenfall Västsverige 1993-12-28
- Templife dokumentation, Vattenfall utveckling och Swedpower 2003-04-30

10 Referensförteckning

- [1] Svensk standard SS-EN 60076-1
Krafttransformatorer del 1: Allmänt (1997)
- [2] IEC 354
Loading guide for Oil-immersed transformers (1972 resp. 1991)
- [3] Svensk standard SS-EN 60076-2
Krafttransformatorer del 2: Temperaturstegring (1997)

Utvalda Transformatorstationer

Stationslittera	Station	Enhet	Spänning [KV]	Tillverkare	Anm.
ZT21	Basgårde	T1	130	ASEA	Transformatorpärm saknas
OT97	Billingsfors	T2	130	ASEA	Resistanser saknas
TT6112	Herrestad	T1	40	NATIONAL INDUSTRI	Värmeprov saknas
TT6112	Herrestad	T2	40	ASEA	OK
VT1	Kinna	T2	130	ABB	OK
OT78	Korsberga	T1	130	Strömberg	OK
OT78	Korsberga	T2	130	KNIVTA TRANSFORMATOR AB	Finns ej i arkivet
TT6254	Kungshamn	T1	40	ASEA	Värmeprov saknas
TT6254	Kungshamn	T2	40	RADE KONCAR	Värmeprov saknas
OT46	Lerum	T1	130	ASEA	Värmeprov saknas
OT46	Lerum	T2	130	SGB	Värmeprov saknas
OT93	Mellerud	T2	130	ASEA	OK, värmeprov från Billingsfors trafo. T2 (identiska)
ZT85	Orust	T1	130	ASEA	OK
ZT12	Stenungsund	T10	130	ASEA	OK
ZT12	Stenungsund	T12	130	ASEA	OK
-	Strängnäs	-	-	-	Transformatorpärm saknas
TT8212	Svenljunga	T1	40	ASEA	Värmeprov saknas
TT8212	Svenljunga	T2	40	NATIONAL INDUSTRI	OK
OT76	Tibro	T1	130	TRAFO-UNION	Värmeprov saknas
TT5541	Tranemo	T1	130	TRAFO-UNION	Värmeprov saknas