

# **Servicebehov av transformatorer, ställverk och effektbrytare i fabrik**

Linnéa Rausk

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för el- och automationsteknik

Vasa 2024

## EXAMENSARBETE

Författare: Linnéa Rausk  
Utbildning och ort: El- och automationsteknik, Vasa  
Inriktning: Automationsteknik  
Handledare: Ronnie Sundsten

Titel: Servicebehov av transformatorer, ställverk och effektbrytare i fabrik

---

Datum: 27.5.2024 Sidantal: 37

---

### Abstrakt

Detta examensarbete görs på uppdrag av Mirka. Mirka anlitar utomstående arbetskraft för att utföra servicearbete på transformatorer, ställverk och effektbrytare. Det tidigare avtalet löper ut och de ville ha ett nytt.

Uppdraget var att undersöka de olika servicebehov de olika komponenterna har. Syftet var att utforma ett serviceschema som innebär så få driftstopp som möjligt men ändå följer tillverkarens rekommendationer för en så lång och säker livslängd som möjligt.

I arbetet tas allmän teori upp om transformatorer, ställverk och effektbrytare. Det tas upp även upp om den service och det underhåll de behöver.

Resultatet av examensarbetet är en tabell på hur servicearbetet kan delas upp för att få det så effektivt som möjligt.

---

Språk: svenska

Nyckelord: oljetransformator, effektbrytare, ställverk, service

## **BACHELOR'S THESIS**

Author: Linnéa Rausk  
Degree Programme: Electrical Engineering and Automation  
Specialisation: Automation  
Supervisor: Ronnie Sundsten

Title: Service Needs of Transformers, Switchgears and Circuit Breakers in the Factory

---

Date: 27.5.2024 Number of pages: 37

---

### **Abstract**

This bachelor's thesis has been made for Mirka. Mirka hires a company to perform service on transformers, switchgear and circuit breakers. The previous contract expiring, they wanted a new one.

The goal was to get information about all different components that are included in the contract. The task was to design a service schedule that would give so few stops as possible but still follow the manufacturer's recommendation for a long and safe lifetime.

The work covers general theory about transformers, switchgear and circuit breakers. The service and maintenance they need is also discussed.

The result of the thesis is a table of how the service work can be divided to make it as efficient as possible.

---

Language: Swedish

Key words: transformer, circuit breaker, switchgear, maintenance

## Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
2	Syfte .....	1
3	Mirka .....	1
4	Teori .....	2
4.1	Transformatorer .....	2
4.1.1	Transformatorer vid Mirka .....	5
4.2	Ställverk.....	9
4.2.1	Ställverk vid Mirka.....	9
4.3	Effektbrytare .....	10
4.3.1	Effektbrytare vid Mirka .....	12
5	Service uppdelade i fabriker .....	16
5.1	Oravais .....	16
5.2	Jeppo .....	22
5.3	Jakobstad.....	27
5.4	Karis.....	31
6	Resultat .....	33
7	Diskussion .....	35
8	Källförteckning.....	36
	Figur 1. Oljetransformator .....	3
	Figur 2. Oljetransformator .....	8
	Figur 3. Schneider effektbrytare vid Mirka .....	12
	Figur 4. Huvudledningaschema på fabriken i Oravis sida 1 .....	21
	Figur 5. Huvudledningaschema på fabriken i Oravis sida 2 .....	21
	Figur 6. Huvudledningaschema på fabriken I Jeppo .....	27
	Tabell 1. Tidigare service i fabriken i Oravais .....	17
	Tabell 2. Effektbrytar enligt tillverkarna rekommendationer i Oravais .....	18
	Tabell 3. Enligt tillverkare och oljeprovsrekomenadtioner för oljetransformatorer i Oravis.....	19
	Tabell 4. Service förslag i Oravais .....	19
	Tabell 5. Tidigare service i Jeppo.....	22
	Tabell 6. Effektbrytare i Jeppo .....	23
	Tabell 7. Transformatorer i Jeppo.....	25
	Tabell 8. Service förslag i Jeppo .....	26

Tabell 9. Tidigare service i Jakobstad .....	28
Tabell 10. Effektbrytare i Jakobstad .....	28
Tabell 11. Transformatorer i Jakobstad .....	29
Tabell 12. Serviceförslag för Jakobstad .....	30
Tabell 13. Tidigare service i Karis .....	31
Tabell 14. Effektbrytare i Karis .....	32
Tabell 15. Service förslag på service i Karis .....	32
Tabell 16. Tabell på samtliga fabrikers service .....	34

## 1 Inledning

I detta examensarbete kommer det tas upp teori om olika typer av transformatorer, ställverk och huvudbrytare som finns på Mirkas anläggningar. Arbetet kommer främst ta upp de olika servicebehov samt serviceintervall de olika komponenterna behöver för en så lång och säker livslängd som möjligt. Eftersom Mirka är ett företag som ständigt växer och har funnits i många år finns det många olika modeller att ta i beaktande. Jag kommer även undersöka om det är någon större skillnad på servicebehoven och rekommendationer gällande olika märken och modeller.

## 2 Syfte

Uppdragsgivare för arbetet är Mirka. Detta examensarbete gjordes för att ta reda på de servicebehov som transformatorer, ställverk och huvudbrytare har. Detta görs för att förlänga livslängden och säkerställa säkerheten för komponenterna. Med tydliga riktlinjer och korrekta serviceintervaller minskar risken för olyckor kopplade till komponenterna. Med service avses även kontroll av de olika komponenterna. Där det är möjligt att genomföra tester gör det och för övrigt görs en visuell kontroll. I det serviceavtalet som Mirka har för närvarande är de olika servicearna utspridda på flera år vilket leder till driftstopp varje år på samtliga fabriker, målet är att minska antalet driftstopp och få alla servicear gjorda samtidigt. Målet är att få en serviceplan som minimerar antalet driftstopp och med fördel inte sker samtidigt på alla fabriker.

## 3 Mirka

Mirka är ett företag som gör olika sorters slipmaterial. Mirka gör utöver slipmaterial även poleringsmedel, slip- och polermaskiner.

Mirka grundades år 1943 i Helsingfors men produktionen startade år 1946. 1962 flyttades produktionen till Jeppo. På 1970-talet bestod 54% av omsättningen av export. Idag hör

Mirka till KWH-koncernen som är allmänt känt internationellt, KWH-koncernen bildades år 1984.

Mirka har 18 dotterbolag runt om i världen. I Finland har Mirka fabriker på fyra olika orter, Jeppo, Jakobstad, Oravais och Karis. (Mirka, 2024).

## 4 Teori

I teorin tas allmän teori upp om, uppbyggnad, användningsområden och olika typer.

I teorin tas uppbyggda och användningsområde upp. Först går allmänna fakta om de olika komponenterna igenom. Servicerekommendationer och underhållsdirektiv kommer beröra de specifika modeller som finns i Mirkas lokaler.

### 4.1 Transformatorer

I detta arbete är det transformator med spänningsnivå 20 kV/400 V som är de som tas upp. Grundprincipen med en transformator är att den omvandlar spänningsnivån. En transformator består av en järnkärna och en spole med ett antal varvlindningar. Beroende på antal varvlindningar på respektive sida, primär och sekundär bestäms hur mycket spänningen höjs eller sänks. I detta fall är det 20 kV in på primärsidan och 400 V ut på sekundärsidan. Transformatorer är viktiga eftersom de flesta eldrivna apparater som används är anpassade för 400 V eller 230 V. I stamnätet används i huvudsak tre olika spänningar 400 kV, 220 kV och 110 kV. Orsaken till att man inte har 400 V i stamnätet är för att minska effektförlusterna eftersom det är långa sträckor som strömmen ska transporteras. Effektförluster i en kabel minskas av att ha en lägre ström vilket innebär att spänningen blir högre.

Det finns två huvudsakliga typer av transformatorer, den ena är en så kallade torrtransformator och den andra är en olja sänkta transformator så kallade oljetransformator. Dessa två har både fördelar och nackdelar, den största skillnaden på en torrtransformator och en oljetransformator är oljan. Eftersom oljan är flytande och omger kärnan är oljetransformatorn inkapslad och det man ser är ett hölje ofta gjort av järn. Eftersom en torrtransformator inte har någon olja runt kärnan behövs ingen inkapsling och det man ser är någon typ av isoleringsmaterial kring spolen, till exempel gjort av silikon.

Torrtransformatorer bör installeras inomhus till skillnad från oljetransformatorer som ofta installeras i en fristående byggnad på utsidan eller ett avskilt rum. Om samma kapacitet och spänningsnivå jämförs är oljetransformatorer det klart billigare alternativet. Prisskillnaden beror på att torrtransformatorer är svårare att tillverka med hög kapacitet och spänningsnivå. (Henan Fengyuan Power Technology Co, Ltd, 2020).

En oljetransformator har en kärna som är nedsänkt i olja, där fungerar oljan som isolation och kylmedium. Isolationen förhindra kortslutning och strömöverslag. Oljan kan även fungera som kylmedium. En oljetransformator har en inbyggd radiator som fungerar som en kylfläns, den varma oljan stiger uppåt och kyls ner av omgivningstemperaturen genom radiatoren och sjunker neråt när den kyls vilket gör att oljan cirkulerar och fungerar som ett kylmedium. Figur 1 är ett exempel på hur en inkapslad oljetransformator kan se ut. På figur 1 syns även hur kylsystemet är byggt genom smala kanaler som kyls ner av luften och oljan kan cirkulera.



**Figur 1. Oljetransformator**

På grund av oljan i en oljetransformator kräver den tillsyn, då oljekvaliteten ska kontrolleras. Oljan bör kontrolleras enligt de rekommendationer som tillverkaren har. Oljan som används i transformatorer kallas ofta transformatorolja eftersom det inte är samma typ av olja som används i till exempel bilar. Det finns dessutom flera olika typer av oljor som kan användas och tagits fram för de speciella krav som den bör klara av. Kraven på transformatoroljan är stor med tanke på att den bör ha låg flamrisk och hög elektrisk prestanda. Mineraloljor är den typ som har varit och fortfarande är den vanligaste. På grund av högre miljökrav har det tagits fram andra alternativ för att minska på användningen av icke nedbrytbara oljor. Tre typer av miljövänligare alternativ är vegetabilisk-, silikonbaserad- och syntetisk olja.

Mineraloljor har varit de huvudsakliga oljorna som använts i många år. Mineraloljan har en låg flampunkt vid cirka 140 grader Celsius, lite beroende på vilken typ av olja som används. Mineralolja är inte nedbrytbar och därför en miljörisk ifall den skulle läcka ut i miljön. På grund av att den räknas som miljöfarlig och att den har snabb nedbrytning, har fokus på att hitta nya alternativ till transformatorolja varit högt.

Ett mer miljövänligt alternativ på transformatorolja är vegetabilisk olja som är nedbrytbar och är mer lättillgänglig eftersom den görs genom att pressa och bryta ner biologiska ämnen. Vegetabiliska oljor fungerar inte lika bra som kylmedium eftersom de har lägre värmeledningsförmåga. (Ed Walsh, 2000).

Den främsta orsaken till att mineralolja fortfarande används i de flesta fall är priset eftersom det är mycket dyrare med vegetabilisk olja i jämförelse med mineralolja. Studier kring vegetabiliska oljor finns men den storskaliga användningsdata som finns dokumenterad av mineraloljor finns inte. Därför går det inte med säkerhet att dra slutsatser kring nedbrytningstid för vegetabiliska oljor i jämförelse med mineraloljor.

Silikonbaseradolja är ett alternativ som börjar bli mer vanligt men på grund av dess viskositet används den endast för transformatorer med lägre spänning än 36 kV.

Syntetisk olja har inte använts i så hög utsträckning på grund av dess höga brandrisk. Säkerhetsåtgärder samt direktiv har förändrats kring oljetransformatorer under åren vilket har lett till att syntetisk olja som transformatorolja börjat förekomma allt mer.

Oavsett vilken olja som används är det viktigt att ta prover och hålla koll på temperaturen på oljan och omgivningen. Över tid kan oljan oxidera vilket kan synas på att färgen på oljan blir allt mörkare över tid. Om vatten kommer i oljan kommer risken för överslag öka eftersom till skillnad från oljan som isolerar strömmen kan vatten leda ström bättre än luft. Varje transformator bör ha en temperaturmätare på oljan för att kunna se de högsta temperaturerna. Med ökad temperatur kan livslängden på oljan förkortas, oljan kan behöva bytas för att undvika risker för transformatorn.

En hermetisk oljetransformator är en typ av oljetransformator. En hermetisk oljetransformator är när oljetanken är helt isolerad från luft. Detta betyder att luft inte reagerar med oljan och därför behövs inte oljeanalyser göras lika ofta. (Jiangshan Scotech Electrical Co., Ltd, 2022).

Torrtransformator är uppbyggd på samma sätt som en oljetransformator i grunden, skillnaden är att torrtransformatorer inte är sänkta i olja. Eftersom brand och explosionsrisk är främst förknippad med oljan i en oljetransformator har en torrtransformator mindre explosionsrisk och är mindre brandfarlig. På grund av det passar en torrtransformator bra i allmänna byggnader där hög kapacitet krävs men avskilt utrymme inte är möjligt. Torrtransformatorer monteras som enklast och med fördel på bottenplan. På grund av att den inte kräver stort eller avskilt utrymme och är mycket lättare än en oljetransformator är det ändå möjligt att ha i våningshus. Oljeläckage är inte heller ett problem med torrtransformatorer, vilket minskar kraven på transformatorrummet. En torrtransformator tar inte mycket plats men på grund av att den inte har något kylmedium behöver den bra ventilation ifall utrymmet är litet. En torrtransformator har mera ljud än en med olja eftersom oljan dämpar ljudet från magnetfältet och spolarna. Detta betyder inte att ljudet skulle störa omgivningen, om man inte vistas i samma rum som transformatorn.

#### **4.1.1 Transformatorer vid Mirka**

Mirka har några olika modeller och tillverkare på sina transformatorer. Olika tillverkare har olika rekommendationer för underhåll på deras transformatorer. Tillverkarnas rekommendationer skiljer sig ändå inte mycket åt och är i allmänhet lika varandra. Det som däremot skiljer underhållet och kriterierna för underhåll åt är främst om det är frågan om en torrtransformator eller oljetransformator eftersom dessa har väldigt olika krav på

underhåll. När det är frågan om underhåll på en oljetransformator är det oljetypen som är den som gör att underhållskriterierna skiljer sig åt. Olika oljetyper har olika referensvärden, vilket betyder att olika tester kan behöva göras på olika oljetyper. Vilken olja det är frågan om är viktigt att veta för att kunna utföra korrekta tester. På en del av typskyltarna på oljetransformatorerna framkommer inte vilken typ av olja som används. På de transformatorer som information om oljan finns är det Nystro 10XN som används.

ABB har allmänna rekommendationer när det gäller service på deras oljetransformatorer. Enligt ABB:s rekommendationer ska följande saker kontrolleras varje år: temperaturen, kylfläkt (om sådan finns), isolationen i lindningarna, oljans nedbrytning, oljans surhet. Om några förändringar framkommer på oljeproverna eller isolationen i lindningarna bör oljan testas med flera tester. Vid en kontroll bör oljenivån och oljans temperatur kontrolleras. Att vara bekant med hur transformatorn låter vid normala förhållanden kan underlätta att upptäcka fel i ett tidigt skede. Orsaker till avvikande ljud kan bero på en rad olika saker och kan höras på utsidan även om orsaken kan finnas inuti transformatorn. Några orsaker till förändringar i ljudet kan vara ändrad frekvens från strömkällan, något fel på kärnan, jordning saknas eller är lös. Dessa saker kan då upptäckas i tid om montören som utför kontrollen är uppmärksam samt bekant med vad som räknas till en normal ljudnivå. Vid okulär kontroll bör oljeläckage granskas och om något annat fel kan konstateras endast genom att se på transformatorn. När transformatorn är strömlös och säkrad kan man kontrollera genom att känna på högt belastade delar, så som jordningar och skenorna för att säkerställa att inget är löst. (ABB, 2007)

Visuell kontroll på oljetransformatorerna ser ut på samma sätt oberoende tillverkare eller oljetyp. När en visuell kontroll görs på en oljetransformator kontrolleras om det finns damm både på transformatorn och allmänt i rummet. På Figur 1 ser man hur transformator står på hjul som går på skenor. Står transformatorn på hjul måste det kontrolleras att brommasar eller annan utrustning som gör att den inte kan röra sig finns och är fungerande. Med fördel ska en oljetransformator ha en egen temperaturgivare som kan avläsas vid den visuella kontrollen, alla har inte en egen temperaturgivare och då bör en värmekontroll göras. Om temperaturen är förhöjd kan oljan föråldras snabbare och det finns behov av att göra tätare oljeanalyser. Att gå nära en transformator med spänning på är förknippat med livsfara, därför är det viktigt att inte beröring kan förekomma. Transformatorn ska därför vara skyddad med nät eller annan utrustning för att förhindra

direkt beröring. Vid en visuell kontroll kan spänningen vara på som normalt, vid eventuella brister som kräver åtgärder ska transformatorn göras spänningslös och det ska säkerställas att det är säkert att åtgärda problemet. Värmekontroll kan även den göras under normal drift.

Torrtransformatorer har inte samma regelbundna tillsyn som en oljetransformator på grund av att oljeprov inte behöver tas. På en torrtransformator ska visuell och värmebildnings kontroll ändå göras regelbundet. Eftersom en torrtransformator inte har samma typ av skal som en oljetransformator är det viktigare att hålla utrymmet dammfritt. Torrtransformatorer har inget inbyggt kylsystem som en oljetransformator. Därför är ventilation viktigt i utrymmen med torrtransformatorer. En torrtransformator behöver alltså inget oljeprov men den visuella och värmebildningskontrollen behövs för att behålla en lång livslängd. När torrtransformatorn är spänningslös och säkerställt frånkopplad kan man dammtorka alla delar. De viktigaste delarna är isolatorerna och strömskenorna. Inget medel med fett får användas vid rengöring och dammtorkning.



**Figur 2. Oljetransformator**

Ett oljeprov görs för att kontrollera att inte oljans kvalitet har försämrats. Det som testas är oljans egenskaper. Alla analyser följer olika IEC, IEEE eller ISO standarder beroende på vad som undersöks.

Enligt Hitachi delas oljetestet in i tre olika nivåer. Första nivån är grundläggande och innefattar två typer av analyser av oljan, vilka är analys av gaser och genomslag. Nivå två är standardanalys vilken innefattar analys av gaser, genomslag och vattenhalt. Nivå tre är fullständig analys av oljan utöver de som ingår i de tidigare nivåerna ingår även surhet, förlustfaktorn. ( Hitachi Energy Finland Oy, 2021).

Rekommendationerna beror på flera olika faktorer exempelvis belastning, drift och miljö. Hur ofta oljetest borde tas ska ändå beaktas från fall till fall. Det rekommenderas ändå att göra analys på gas och genomslag varje år. Fullständig analys rekommenderas med fem till sju års intervall om det är frågan om distribution transformatorer och tre till fem års intervall om det är krafttransformatorer. Vid avvikande värden rekommenderas även

tätare kontroller. Det är ändå upp till var och en att bedöma hur ofta oljeprover tas. Hur ofta oljeprover tas blir ofta en kostnadsfråga. ( Hitachi Energy Finland Oy, 2021)

Olika typer av oljor har olika referensvärden. På en del av transformatorerna hittas inte oljetypen, med de som har oljetypen skriven på typskylten är det Nystro 10XN som används. I datablad finns referensvärden och egenskaper för den oljetypen (Nyans, 2017). I databladet är det även här refererat till flera olika IEC och IOS standarder.

## **4.2 Ställverk**

Ställverk som tas upp i detta arbete är 20 kV ställverk, ett så kallat mellanspannings ställverk (MV). Ställverkets uppgift är att fördela strömmen och skydda elnätet. Ett ställverk är en typ av säkerhetsutrustning för att skydda elanläggning och människor mot fel eller överströmmar. Ett ställverk har ofta flera olika fack som styrs var för sig. Ställverk kan användas för att ringmata en anläggning och på så sätt minimera driftstopp vid eventuella fel. Med ringmatning menas att samma del kan matas från flera olika fack. Ett ställverk består av en frånskiljare eller brytare och ett reläskydd eller säkring. Ställverk består av ett flertal fack som fördelar strömmen. Om något av facken blir strömlöst eller man medvetet vill göra någon del strömlöst är det möjligt att bara göra ett fack åt gången. Mellanspanningsställverk har ofta ett reläskydd som tar in mätvärden.

Det finns flera typer av mellanspanningsställverk men de två vanligaste är luftisolerad (AIS) och gasisolerad (GIS). Ställverk används för att säkert göra anläggningar manuellt strömlösa vid till exempel service eller reparationer. Luftisolerade ställverk kräver mera utrymme medan gasisolerade är en bra lösning vid utbyggnader och uppdatering av byggnader för att det tar mindre rum. (Henan Fengyuan Power Technology Co, Ltd, 2020).

### **4.2.1 Ställverk vid Mirka**

Ställverk som finns i Mirkas lokaler är av tillverkarna Normax och Unisec. Typen Normax är märket Norelcos mellanspanningsställverk av typen luftisolerad men har även en del i själva brytaren som är isolerad med gasen SF<sub>6</sub>. Unisec är av tillverkaren ABB och finns i flera olika modeller, Mirka har två olika modeller. Unisec SBC-W och Unisec SFC, dessa ställverk har även ett reläskydd och ett ljusbågsskydd. Finns även en elektronisk gasmätare vilket gör att man kan kontrollera gasens densitet och göra tester.

Mellanspännings ställverket Normax är av tillverkaren Norclear. Normax har en spänning på 12/24 kV och en ström på 630 A.

Ställverket Merlin Gerin är det svårt att hitta information om, detta är troligtvis på grund av att företaget Meril Gerin inte finns längre och heter i stället Schneider Electric idag.

Underhåll och service av mellanspänningsställverk delas ofta upp i flera olika kategorier. Ställverket i sig har inte så många delar som kräver underhåll. Den visuella kontrollen ser lite liknande ut som på övriga komponenter. Kontrollen innefattar kontroll av damm, smuts, märk syltar och nödvändig säkerhetsutrustning. (ABB, 2024)

Reläskydd och ljusbågsskydd är ofta en utrustning som förekommer i sammanband med ställverk. Reläskyddet har liknande funktion som en automastsäkring har i ett hushåll. Det går att ställa in gränsvärden för reläskyddet, när ett gränsvärde uppnås bryts strömmen. Reläskyddet behöver inte mycket underhåll men kan vara fördelaktigt att testa i samband med annan service på ställverket.

### **4.3 Effektbrytare**

En effektbrytare används ofta där en säkring inte tål de höga strömmarna och är för långsam. Effektbrytare jämförs ofta med säkringar eftersom före effektbrytare var säkringar det enda alternativet för skydd för maskiner och människor från elfel. Med en effektbrytare kan man säkerställa att om något fel uppstår bryts samtliga tre faser eftersom de är sammankopplade. Vid överbelastning på endera fasern bryts samtliga. Gränsvärden vid när ett fel uppstått kan ställas in manuellt. En effektbrytare är en elkopplare som används för att bryta strömmen, vilket kan göras vid olika fel eller vid angiven tidpunkt. Till en effektbrytare finns ofta extra utrustning att köpas för att ha möjlighet att anpassa effektbrytaren till olika ändamål. Om en effektbrytare ska fungera som motorskydd bör anpassad tilläggsutrustning skaffas, effektbrytare är i grunden inte anpassad till sådana ändamål. I grunden skyddar effektbrytaren mot överströmmar eller kortslutning.

En effektbrytare kan ha luft eller gas som ljusbågsskydd, tidigare var även olja ett alternativ men det används inte längre. Luften i en lufteffektbrytare skyddar från ljusbågar vid ett angivet tryck. Inuti en effektbrytare finns två par brytare. Det ena paret är gjort av koppar

och är huvudkretsen. När huvudbrytaren bryts förblir det andra paret slutet. Det andra paret är ofta gjort av kol. Det fungerar som ett ljusbågsskydd. Koppar är en relativt mjuk metall och kan därför bli nött om den används flitigt. Kol är även ett mjukt material som kan behöva bytas ut om den används mycket.

Det finns flera olika typer av effektbrytare, modellen jag kommer referera till är ACB "air circuit braker", på svenska används inte lufteffektbrytare och något annat motsvarande namn finns inte heller. Eftersom effektbrytarna som tas upp här endast är av typen ACB används effektbrytare.

Figur 4 är en brytare som finns i Mirkas lokaler. Denna brytare är av tillverkaren Schneider och modellen MTZ-08H1. Figur 4 visar ett bra exempel på några saker som hör till den allmänna okulära kontrollen när det gäller industrier och elanläggningar. I större industrianläggningar är det mycket viktigt med säkerhet och med fördel så lite driftstopp som möjligt. På figur 4 finns en märkskylt under effektbrytaren med information om från vilken huvudcentral matningen kommer. Information om typ av kabel och vilken typ av säkring samt vilket säkringsnummer den är säkrad under. Denna information som framkommer på märkskylten under effektbrytaren borde finnas vid alla typer av huvudbrytaren eller effektbrytare på en större anläggning. Felsökning blir då mycket lättare och eventuella driftstopp och fel kan åtgärdas mycket snabbare. Dessa skyltar kan även vara en säkerhetsfråga, vid stora industrier som ständigt utvecklas och byggs ut kan ändringar ske utan att alla får informationen. Tillexempel om bara säkringsfacket skulle vara utmärkt kan en montör gå och stänga av ett fack och i värsta fall är det fel vilket kan ha förförande konsekvenser om man inte är försiktig. Men med denna information kan montören med större sannolikhet försäkra sig om att både säkringsfacket, säkringsstorlek och kabeltypen stämmer överens. Däremot ska man alltid kontrollera att det är spänningslöst innan arbetet påbörjas.

Beroende på tillverkare och ålder på effektbrytaren kan det finnas möjlighet att både ansluta med dator och telefon för att göra vissa konfigurationer. Kontroll och service kan också göras till viss del med hjälp av datoranslutning eller telefon på de modellerna.



**Figur 3. Schneider effektbrytare vid Mirka**

Service består i allmänhet för alla typer av okulärbesiktning av en effektbrytare. Det som bör kontrolleras är eventuell sprickbildning, missfärgning eller damm. Det kan även vara bra att motionera brytaren med regelbundna intervall och värmekontroller så ingen överhettning sker. Vid fall där det är en brytare som sällan utlöses bör den kontrolleras och testas manuellt så att den inte tagit fast. I fall där brytare utlöses ofta kan det däremot finnas risk för slitage. De olika tillverkarna har egna verktyg och rekommendationer kring hur servicen skall utföras för just deras produkter. (DaRa Switchboards, 2024)

#### **4.3.1 Effektbrytare vid Mirka**

Effektbrytare finns ofta i huvudcentralerna. Visuella kontroller gäller även utrymmet. Dörren som leder till en elcentral, transformatorrum eller liknande ska vara tydligt märkt från utsidan så det är enkelt för utomstående att veta vad som finns bakom dörren. Låset

till något slags elutrymme ska även ha egna lås beroende på typ av anläggning så endast behörig personal har tillgång.

I en elcentral ska bord, stol, säkringshandske, skyddsvisir, ska även ha en egen krok, ritningar på huvudledningsschemat, förstahjälp väska och brandsäkra genomföringar finnas.

Eftersom Mirka är ett företag som ständigt växer, och har gjort redan i årtionden har man många olika märken och modeller av effektbrytare. Olika tillverkare har lite varierande serviceråd och tillvägagångssätt för service och kontroll. Servicerekommendationerna från de olika tillverkarna verka inte ha någon större betydelse på vilka modeller det är frågan om, de har ofta en övergripande servicerekommendation för alla deras modeller.

Mirka har tre olika tillverkare av effektbrytare, de tillverkarna är ABB, Schneider och Teraski.

Enligt ABBs egna servicerekommendationsdokument, som är allmänt för deras olika modeller av effektbrytare delar de upp service intervallerna i två nivåer. Dessa nivåer skiljer sig inte mycket åt i utförandet av service. För normal miljö är intervallet för nivå 1 ett år och för nivå 2 tre år.

Enligt om det är frågan om en brytare som inte utlös ofta är det viktigt att testa den så att den inte tar fast, om brytaren tar fast kan förknippas med livsfara eftersom den så inte utlöses i tid vid eventuellt fel. Enligt ABB:s rekommendationer ska en service bestå av en så kallad okulär besiktning för att kontrollera om damm eller annan smuts finns runt brytaren och då städas vis behov. Rengöringsmedel som inte är frätande kan användas vid behov. Till den okulära besiktningen hör även att kontrollera om tecken på överhettning kan hittas genom missfärgningar eller likande. Man kan göra tester och kontroller med hjälp av att ansluta en dator till relät. I normalt läge kan vissa tester utföras med hjälp av mjukvaran SD.testbus2 eller EKip connector. Beroende på modell kan det variera vilka funktioner som är tillgängliga men i normalt driftläge borde man kunna testa genom att bryta strömmen. (ABB, 2005)

I Mirkas fabriker finns också flera olika modeller av effektbrytare av tillverkaren Schneider. Det gäller två olika modeller av tillverkaren Schneider; Mastepact NW och MTZX. Det finns även olika varianter på dessa modeller men de skiljer sig främst i storlek eller årsmodell. De servicedokument som hittas gällande de två olika modellerna skiljer sig i formuleringar

och format men är även från olika år. I det stora hela är skillnaderna inte stora och därför väljs dokumentet som främst tar upp Mastepact NW modellen att använda som huvudsaklig källa gällande servicerekommendationerna. Schneiders serviceintervallsrekommendationer grundar sig på ett antal tabeller och olika kriterier. Kriterierna delas upp i två olika kategorier. Den ena av kategorierna tar upp miljön runt om kring brytaren och delar upp miljön i tre olika nivåer. Nivåerna delas upp i bra förhållanden, normala förhållanden och extrema förhållanden. Den andra kategorin behandlar vilka risker ett oplanerat stopp skulle medföra för fabriken och människorna som jobbar där. Nivåerna är låg, medel och hög. Beroende på vilka nivåer som anses passa in bäst finns även en tabell över tre olika servicetypsintervaller. De tre olika servicetyperna är grundläggande, standard och tillverkarens service.

I en grundläggande servicen ingår visuell kontroll, och grundtester. En grundläggande service kan enligt Schneiders egna rekommendationer utföras av instruerad och elbehörig person vilket kan vara företagets egen personal, utbildad och instruerad leverantör av underhållstjänster eller Schneiders egen utbildade servicepersonal.

I en standard service ingår den grundläggande servicen men också fler tester, vilka tester i detalj som kan utföras hittas i dokument (Schneider Electric Industries SAS, 2008). Den som utför standards service är utbildad och instruerad leverantör av underhållstjänster eller Schneiders egen utbildade servicepersonal.

I tillverkarens service ingår standardservicen. Tillverkarens service är som det låter, en service som är anpassad att utföras av tillverkarens egen specialiserad servicepersonal. Eftersom tillverkarens service inte är anpassad att utföras av utomstående arbetskraft finns mindre information om den. Denna typ av service är det endast Schneiders egen personal som har kunskap om att utföra. I denna service kan även delar som är skadade bytas ut.

Schneider har tidigare år utfört årsservicekontroll på deras effektbrytare. Schneider har en egenutformad blankett som de följer vid test. Blanketten ser olika ut beroende på specifik modell och testmöjligheter. Testresultat som antecknas är utlösningstid vid fel, resultatet antecknas för tre olika strömmar och resultatet presenteras skilt för respektive fas. Strömmen för de tre faserna mäts och antecknas. På blanketten framkommer vem som utför testet, var testet utförs, vilken typ av brytare det är frågan om, varifrån matningen kommer samt datum för utförandet. Förutom att en sådan blankett är bra att använda bör

det även märkas på brytaren när senaste kontroll eller service gjorts och vem som utfört den. I dokument från Schneider finns en ingående tabell på vad som ingår i grund servicen som kan utföras av egen personal. Den grundläggande servicen skall göras varje år men var femte år görs den utav Schneiders egen personal. Enligt Schneiders dokument tar den grundläggande servicen cirka 15 minuter. Den utrustning som behövs för att utföra den grundläggande servicen är vanliga verktyg för en elektriker och tillgång att gå in elektroniskt för att utföra tester. Standard servicen görs vart annat år utav utbildad servicepersonal vart femte år utförs den av Schneiders egen servicepersonal i samband med tillverkarens service.

Standard servicen som utförs av utbildad servicepersonal ska utföras var annat år. Ingen annan utrustning än som används i grund servicen krävs. Enligt Schneiders rekommendationer tar servicen 45 minuter om effektbrytaren är färdigt inställd och en timme om den är ny och alla inställningar behövs göras.

Tillverkarens service ska utföras var femte år och utförs då av Schneiders egenutbildade personal. Detta innebär även att var femte år utförs hela servicen utav Schneiders personal alltså även standard och grund servicen. Detta innebär även att standard servicen inte nödvändigtvis behöver göras det sjätte året då den utförts i samband med tillverkarens service det femte året.

Schneiders modeller har en bokstav och en siffra i slutet på modelltypen. Det finns H1, H2, H3 N1 och L1. I Mirkas fabriker finns N1 och H1. N1 är standardmodell och H1 har hög prestanda. H1 är den vanligaste modellen i industrimiljöer. (Schneider Electric Industries SAS, 2008). (Schneider Electric Industries SAS, 2016).

Vid Mirkas fabriker finns av tillverkaren Teraski endast ett fåtal effektbrytare. Enligt Teraskis dokument som främst tar upp deras andra modeller tas delvis som grund i detta fall då de inte hittas några specifika dokument gällande AT modellerna. Det finns tre olika nivåer av serviceintervaller. Intervallerna är även uppdelade på olika nivåer gällande miljö och omgivning. I detta fall kommer normalnivån att gås in på. För grundservice är intervallet olika beroende på hur lång tid effektbrytaren varit i användning men eftersom de varit i bruk längre än sex år kommer endast det intervallet tas i beaktande. För grundservice är intervallet efter sex år varje halvår och för mer ingående servicen är det vart fjärde år efter sex år och vart annat år efter 10 år. För standard service är första kontrollen vid fem eller

sex år sedan är det vart fjärde år fram till tio år efter installation då intervallet blir vart annat år. Tillverkarens service görs vid behov om något märks vid grund-eller standardservicen.

Grundservicen kan utföras av användaren, alltså Mirkas egen personal i detta fall. Standardservicen rekommenderas att mer kunniga personer utför, till exempel utbildad servicepersonal inom effektbrytare. Till den grundliga servicen hör okulär kontroll och värmekontroll. Till kontrollen hör att kontrollera att utrymmet och brytaren är ren och att ingen sprickbildning eller missfärgning finns på brytaren. Brytaren sätts i service läge och skyddshöljet tas bort för kontroll av brytaren inuti. Till standardservicen är det liknande kontroller men även elektriska test och operationer. Testerna görs för att kontrollera att brytaren inte tagit fast samt har tillräckligt snabb utlösningstid. Mer detaljerat om vilka tester som bör utföras finns i Teraski Electrics dokument. (Teraski Electric).

## **5 Service uppdelade i fabriker**

Utgående från de fakta om serviceintervall och även hur servicen utförts tidigare kommer jag göra ett serviceintervallförslag på samtliga fabriker utgående från de komponenter som finns i respektive fabrik. Med fördel för att göra det smidigt och undvika onödiga driftstopp kunde detta göras i semestertider eller i samband med andra driftstopp. Det tidigare serviceavtalet gäller mellan år 2021 och 2026 och förslagstabellen för kommande serviceavtal kommer vara sex år framåt alltså mellan 2027 och 2032 för att få ett jämförbart avtal att jämföra det tidigare med. Det är förstås möjligt att förlänga eller förkorta. På sex år syns intervallet i sin helhet bra då en del intervaller är just sex år.

### **5.1 Oravais**

Mirkas fabrik i Oravais är den minsta av de fyra med tanke på mängden komponenter som beaktas i detta arbete. I fabriken i Oravais finns ett ställverk, två transformatorer och tre effektbrytare. I det tidigare avtalet som gäller mellan åren 2021 och 2026 är servicen uppräknad per år vad som görs gällande fabriken i Oravais. Det som direkt går att konstatera är att någon typ av service av någon komponent är inplanerad åren 2021 till 2025, år 2026 är ingen service inplanerad vid fabriken i Oravais. Antalet servicetillfällen skulle med fördel minskas i antal.

Service och eller kontroll av oljetransformatorerna är inplanerat åren 2021, 2023, 2024 och 2025. År 2021 är oljeprov och visuell inspektion, samt kontroll av värmebildning. År 2023 kontrolleras värmebildning och en visuell inspektion. År 2024 tas oljeprover. År 2025 kontrolleras värmebildning och en visuelltinspektion görs.

Service och eller kontroll av effektbrytare är inplanerat åren 2022 och 2025. Servicen på effektbrytarna åren 2022 och 2025 gäller underhåll av brytarna.

Service och eller kontroll gällande ställverk är inplanerat åren 2022 och 2025. Det som ingår i servicen år 2022 gällande ställverket är kontroll av skyddsrelä Vamp, underhåll av huvudbrytarna och testning av lastisolatorerna. År 2025 kontrolleras skyddsrelät.

För att få en bättre översikt på när vilka service har utförts görs en tabell. Enligt tabellen 1 kan man konstatera att servicen är utspridd på många år och kunde troligtvis optimeras för att minimera antalet servicear.

**Tabell 1. Tidigare service i fabriken i Oravais**

		2021	2022	2023	2024	2025	2026
Transformator	Visuell inspektion	1		1		1	
	Kontroll av värmebildning	1		1		1	
	Oljeprov	1			2		
Effektbrytare	Visuell inspektion						
	Kontroll av värmebildning						
	Underhåll		3			3	
Ställverk	Kontroll av skyddsrelä		1			1	
	Kontroll huvudbrytare		1				
	Kontroll av lastisolatorer		4				

Enligt Schneiders rekommendationer enligt (Schneider Electric Industries SAS, 2016) är det rekommenderat intervall för grundläggande service ett år vid normala driftförhållanden och medel bedömning av följder av ett driftstopp, vilket gäller två effektbrytare vid fabriken i Oravais. Standardservice bör göras med två års mellanrum när vi följer samma nivå som för grundläggande. Tillverkarens serviceintervall blir då med fem års mellanrum enligt samma kriterier. I Oravais finns två effektbrytare av tillverkaren Schneider som då borde

följa dessa rekommendationer. Den grundläggande servicen som beskrivs kan till exempel utföras av Mirkas egen personal och då behöver standarsservicen enligt rekommendationerna utföras vart annat år.

ABB:s rekommendationer för deras effektbrytare skiljer sig inte mycket från de som Schneider har (ABB, 2005). Som tidigare nämnts delar ABB upp servicen i två olika nivåer. Den ena nivån bör göras varje år medan den andra endast behöver göras vart tredje år. En tabell på servicen av effektbrytare i Oravais kunde då se ut enligt följande i tabell 2.

**Tabell 2. Effektbrytare enligt tillverkarna rekommendationer i Oravais**

	Effektbrytare		
	Grundservice	Standard service	Tillverkarens service
2027	3	3	2
2028	3		
2029	3	2	
2030	3	1	
2031	3	2	
2032	3		2

I fabriken i Oravais finns två oljetransformatorer. De två oljetransformatorerna är olika storlek men med tanke på servicen skiljer de sig inte åt då de har samma olja och samma tillverkare. Det som bör beaktas i samband med service av dessa två är ålderskillnaden. T159 har en effekt på 1000kVa och är tillverkad år 2003. T158 är av effekten 2000kVa och tillverkad år 2017. Oljetypen NYNAS-NYTRO 10NX är enligt standard IEC 296. T158 har en egen temperaturgivare som markerar den högsta temperaturen som varit på oljan, sådan finns inte på T159 vilket är exempel på en okulärbesiktningsspunkt som bör åtgärdas.

Servicen som en oljetransformator är oljeprov, visuellkontroll och värmekontroll. Det tidigare intervallet har varit oljeprov vart fjärde år och visuell kontroll samt värmekontroll har varit vartannat år. Om ABBs egna rekommendationer skulle följas skulle det se ut ungefär som i tabell 3, detta e då enligt mig inte rimligt med tanke på hur den skötts tidigare, men med tanke på driftstopp. Eftersom dessa rekommendationer är allmänna för alla deras oljetransformatorer är man tvungen att se vad som verkar rimligt med tanke på miljö och omgivning. Vilken spänningsnivå och hur stor belastning det är på transformator

inverkar också på hur ofta den behöver underhåll. Eftersom det är ABB som haft det tidigare serviceavtalet kunde det beaktas som att tidigare intervallerna verkar rimliga.

**Tabell 3. Enligt tillverkare och oljeprovskomenaditioner för oljetransformatorer i Oravais**

	Transformator			
	Visuell inspektion	Kontroll av värmebildning	Oljeprov (gas, genomslag)	Oljeprov fullständigt
2027	2	2	2	2
2028			2	
2029	2	2	2	
2030			2	2
2031	2	2	2	
2032			2	

När det gäller ställverk finns det ett mellanspanningsställverk av typen Normax Norelco. I det tidigare avtalet är ställverket uppräknat som flera olika komponenter eftersom det består av en huvudbrytare, ett skyddsrelä Vamp 40 och fyra lastfrånskiljare. Enligt tidigare avtal har skyddsrelät kontrollerats vart tredje år, medan kontroll av huvudbrytare samt lastfrånskiljare har kontrollerats en gång under det tidigare avtalet som varade sex år. Eftersom det tidigare intervallet av service stämmer överens med den information som hittas allmänt kring ställverk ändas inte det.

**Tabell 4. Service förslag i Oravais**

		2021	2022	2023	2024	2025	2026
Transformator	Visuell inspektion	1		1		1	
	Kontroll av värmebildning	1		1		1	
	Oljeprov	1			2		
Effektbrytare	Visuell inspektion						
	Kontroll av värmebildning						
	Underhåll		3			3	
Ställverk	Kontroll av skyddsrelä		1			1	
	Kontroll huvudbrytare		1				
	Kontroll av lastisolatorer		4				

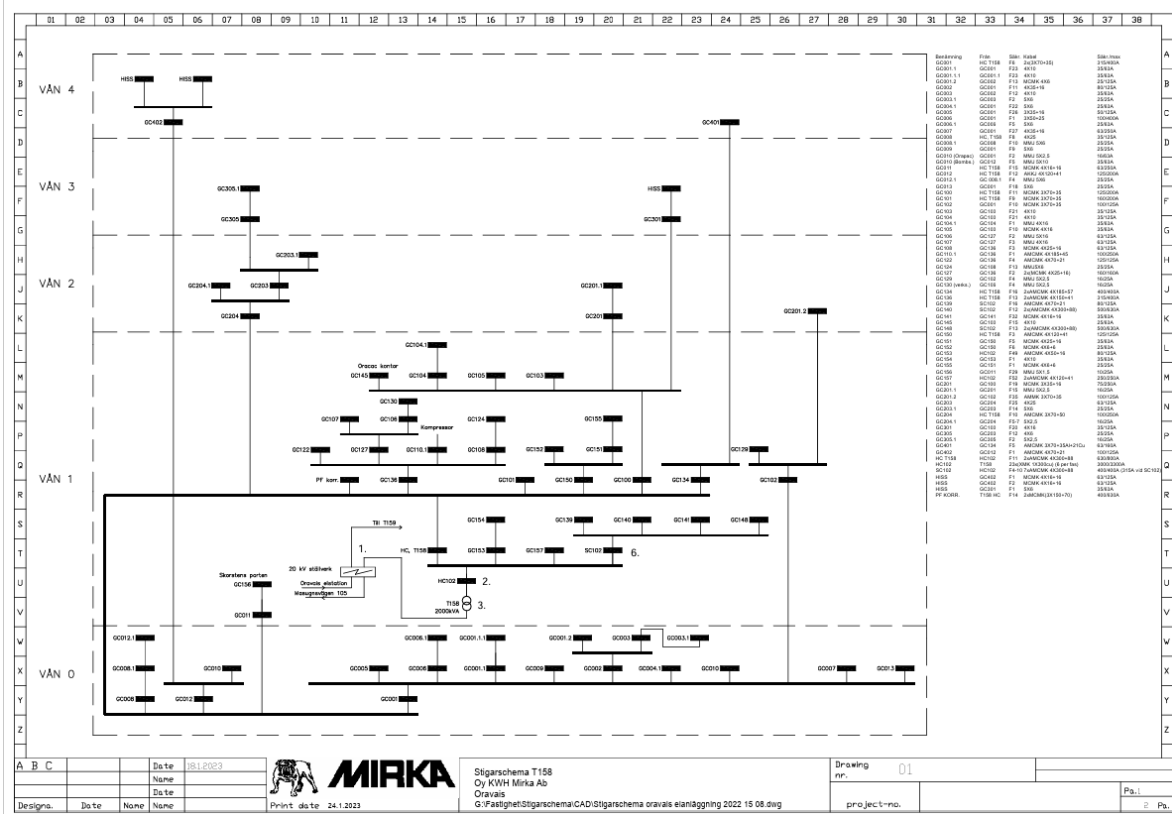
Tabell 4 visar hur det nya serviceintervallet i fabriken i Oravais skulle se ut om det tidigare intervallet följs för ställverket. Detta kombineras med att följa Schneiders och ABBs rekommendationer gällande effektbrytare. För att optimera och få ner antalet servicetillfällen börjar intervallet se ut enligt tabell 4. Här är tanken att man utför det grundliga oljeprovet vartannat år och den fullständiga vart fjärde år. Enligt ABBs rekommendationer ska deras effektbrytare kontrolleras vart tredje år men eftersom det passar bättre med övriga service planeras det in vart annat år för att ta ner på antalet servicetillfällen. Detta skulle innebära att fabriken i Oravais skulle servicen infalla tre gånger på sex år i stället för som tidigare då det var fem av sex år. Det går att diskutera vilket som är det mera kostnadseffektiva och mindre riskabelt. Med den nya tabellen är det fler antal åtgärder men färre antal gånger servicepersonal bör vara på plats. Vissa av serviceåtgärderna kräver att komponenten är spänningslösa och i vissa fall jordad för att kunna utföra åtgärden på ett säkert sätt.

Enligt figur 4 och figur 5 är komponenterna numrerade enligt följande numrering. Detta innebär att man skulle ha driftstopp på hela fabriken en gång vart annat år vilket med fördel skulle vara på sommaren då det i allmänhet är lägre produktion. Schneider rekommenderar att deras egen utbildade personal utför tillverkarens service vart femte år och då samtliga servicear samma år. Grundservicen på effektbrytarna är även den tänkt att ska vara separat från ett serviceavtal och utföras av Mirkas egen personal.

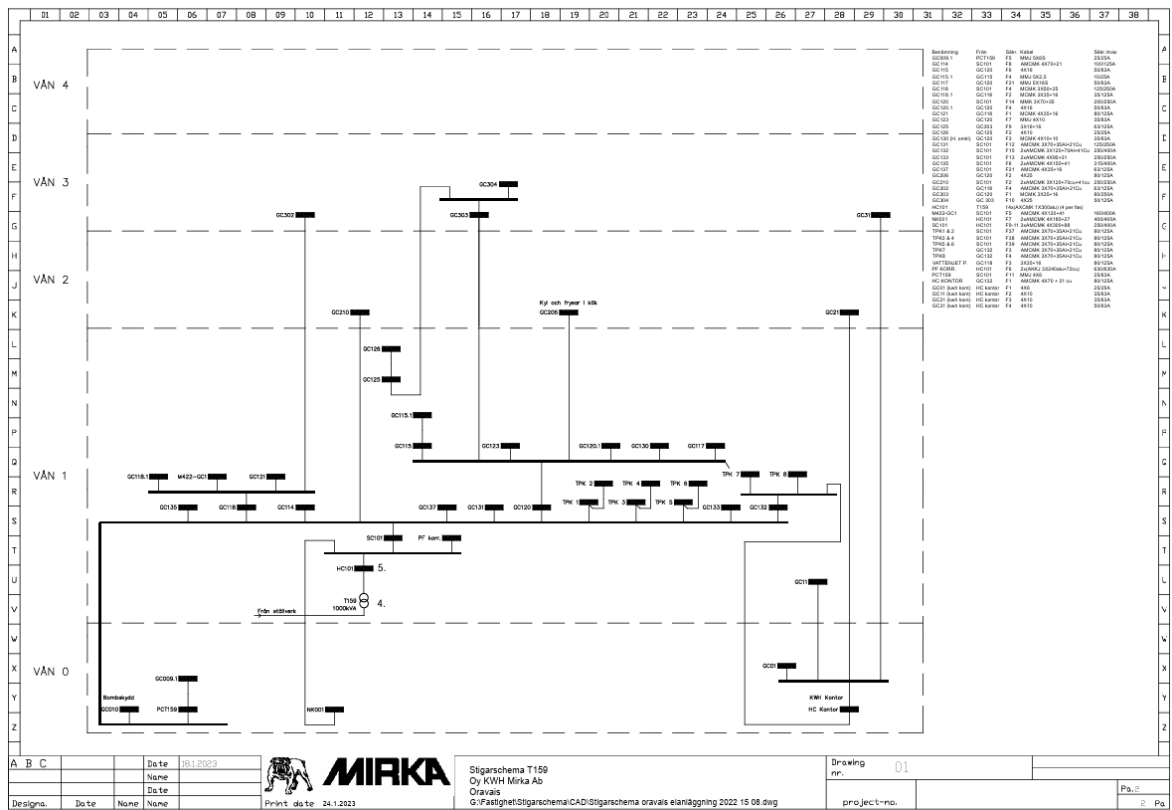
1. Normax Norelco
2. Masterpact NW25 H1
3. ABB 2000kV T158
4. ABB 1000kV T159
5. Scan E2N 16
6. Mastepact NW25 H1

Bilderna 4 och 5 visar stigarschema över fabriken i Oravais. Eftersom det är frågan om en relativt liten fabrik som endast har ett ställverk innebär detta att vid service som kräver spänningslöst ställverk är hela fabriken spänningslös.

Karta:



Figur 4. Huvudledningsschema på fabriken i Oravis sida 1



Figur 5. Huvudledningsschema på fabriken i Oravis sida 2

## 5.2 Jeppo

Jeppo har en av de större fabrikerna och som ständigt byggs ut och komponenter byts ut till nyare. På grund av att det är mycket som ändras i Jeppo, så stämmer inte det nuvarande antalet med det tidigare avtalet. I det tidigare avtalet framkommer vilken typ av service som gjorts på vilken typ av komponent. I Oravaisfabriken var detta tydligt och inga frågetecken kunde uppstå, men eftersom fabriken i Jeppo är betydligt större kunde det vara bra med tydligare vilka komponenter det gäller. Enligt avtalet görs oljeprov på fyra oljetransformatörer och värmekontroll och visuell kontroll görs endast på tre. Detta kan vara otydligt då det inte framkommer vilka transformatorer det är frågan om, det skrivs troligen ner i servicereporten efter servicen på vilka som servicen är gjord. Alla komponenter som blivit servade får även en lapp märkt med datum och namn vem som utfört servicen. Effektbrytare delas in enligt tillverkare. I tabell 6 kan man se att servicen även här är mycket utsprid och här används siffror eftersom de är så det tidigare avtalet är uppbyggt.

Tabell 5. Tidigare service i Jeppo

		2021	2022	2023	2024	2025	2026
Transformator	Visuell inspektion	3		3		4	
	Kontroll av värmebildning	3		3		4	
	Oljeprov	4			5		
Effektbrytare	Visuell inspektion						
	Kontroll av värmebildning	1					
	Undehåll			7			8
Ställverk	Kontroll av skyddsrelä		1				
	Kontroll huvudbrytare		1				
	Kontroll av lastisolatorer						3

I Jeppo finns 10 effektbrytare av tre olika tillverkare.

Schneiders rekommendationer är grundservice som ska utföras varje år och som kan utföras av Mirkas egen personal som har den elbehörighet som krävs. Standarservicen ska ha ett intervall på vartannat år som bör utföras av utbildad underhållspersonal. Tillverkarens service utförs endast av Schneiders egen personal och intervallet är fyra år. Av tillverkaren Schneider finns sex effektbrytare i Jeppo. En av brytarna har namnet MERLIN GERIN som tillverkare, MERLIN GERIN är det tidigare namnet på det som nu är Schneider Electric och därför följs Schneiders rekommendationer även för den effektbrytaren.

ABB har liknande rekommendationer på intervallet förutom att i deras rekommendationer finns inget om tillverkarens egen service.

Teraski har rekommendationer på grundservice varje sex månader efter sex år från installation. För standarservicen är intervallet vart annat år efter tio år från installation. Enligt Teraski behövs ingen tillverkarens service regelbundet om inte något fel eller onormalt upptäcks vid grund- eller standarservicen. (Teraski Electric)

Om tillverkarens rekommendationer skulle följas rakt av skulle tabellen för effektbrytarnas serviceintervall för Jeppo se ut enligt tabell 6.

**Tabell 6. Effektbrytare i Jeppo**

	Effektbrytare		
	Grund Service	Standard service	Tillverkaren Service
2027	10		
2028	10	9	6
2029	10	1	
2030	10	9	
2031	10		
2032	10	10	

- Terasaki TemPower (ACB) AT25
- Terasaki TemPower (ACB) AT16
- Terasaki TemPower (ACB) AT16
- Schneider Masterpact NW20 H1
- Schneider Masterpact NW25 H1

- Schneider MTZ2-25 H1
- Schneider MTZ2-16 H1
- Schneider MTZ1-08 H1
- MERLIN GERIN masterpact M16 N1
- SACEE1.2B

#### Ställverk

- UNISEC SBC-W
    - (CB) VD4/R SEC
  - UNISEC SFC
  - MERLIN GERIN FLUARCE FB 4
- Vercors M6 IM switch unit

I Jeppo finns sex transformatorer var av fem är oljetransformatorer och en är en torrtransformator. Oljetransformatorerna behöver mer tillsyn än torrtransformatorer på grund av oljeprover som bör göras på oljetransformatorer. Alla transformatorer behöver däremot visuellkontroll och värmebildningskontroll. Kontrollerna ser i det stora hela likadana ut för både torr- och oljetransformatorer.

Eftersom inga direkta serviceintervall för visuell och värmekontroll hittas följs det tidigare intervallet från det tidigare serviceavtalet (ABB Oy, Electrification Service, 2020). Gällande oljeprover rekommenderar Hitachi att grundlig oljeanalys tas varje år och en heltäckande analys görs vart fjärde år ( Hitachi Energy Finland Oy, 2021). Om detta följs ser servicen ut enligt tabell 7.

Tabell 7. Transformatorer i Jeppo

	Transformator			
	Visuell inspektion	Kontroll av värmebildning	Oljeprova 1	Oljeprova 3
2027	6	6		5
2028			5	
2029	6	6	5	
2030			5	
2031	6	6		5
2032			5	

- T1 France transfo 1000kVA
- T2 Schneider Electric 2000kVA
- T3 BIMEFY S.L torrtarnsformator 1600kVA
- T4 France transfo 1600kVA
- T5 France transfo
- T6 ABB 1600kVA

Att följa alla rekommendationer från alla olika tillverkare är inte realistiskt vare sig tidsmässigt eller ekonomiskt. När man tittar på tabellerna som följer tillverkarens rekommendationer och det tidigare intervallen samt optimerar antalet driftstopp och servicetillfällen kan tabellen se ut enligt tabell 8. Nytt ställverk planeras och det exakta antalet skyddsrelä, huvudbrytare och lastisolatorer är därför för mig lite oklart och benämns därför med ett Kryss.

Tabell 8. Service förslag i Jeppo

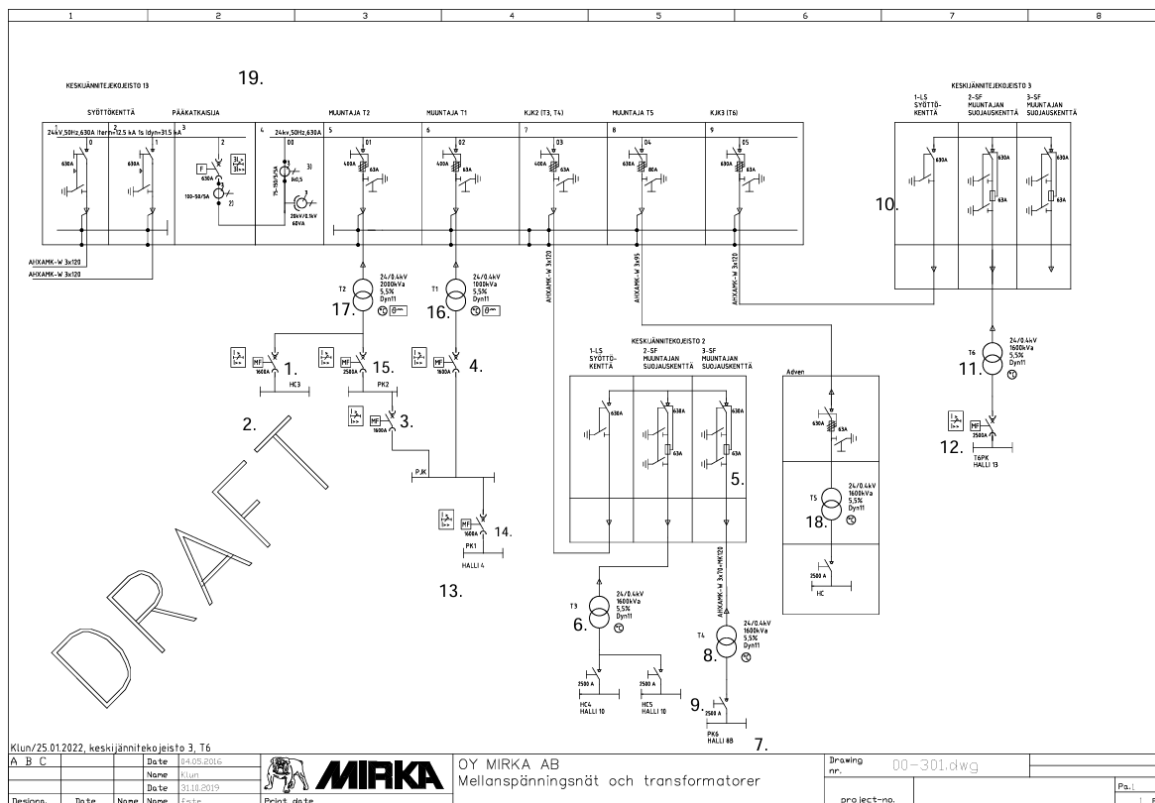
		2027	2028	2029	2030	2031	2032
Transformator	Visuell inspektion		6		6		6
	Kontroll av värmebildning		6		6		6
	Oljeprov (gas, genomslag)				5		
	Oljeprov fullständigt		5				5
Effektbrytare	Grundservice	10	10	10	10	10	10
	Standard service		10		10		10
	Tillverkarens service		6				
Ställverk	Kontroll av skyddsrelä		X				X
	Kontroll huvudbrytare		X				X
	Kontroll av lastisolatorer						X

Eftersom grundservicen av effektbrytare kan utföras av Mirkas egen personal får man även här ner antalet servicetillfällen från fem till tre.

1. MERLIN GERIN masterpact M16 N1
2. Schneider MTZ1-08 H1
3. Terasaki TemPower (ACB) AT25
4. Terasaki TemPower (ACB) AT16
5. UNISEC SBC-W  
(CB) VD4/R SEC 24.06.16
6. T3 IMEFY S.L torrtarnsformator
7. Masterpact NW20 H1
8. T4 France transfo
9. Masterpact NW25 H1
10. UNISEC SFC
11. T5 ABB 1600KVA
12. Schneider MTZ2-25 H1
13. SACEE1.2B
14. Schneider MTZ2-16 H1

15. Terasaki TemPower (ACB) AT16
16. T1 France transfo 1000kVA
17. T2 Schneider Electric 2000kVA
18. T5 Franvce transfo
19. Merlin gerin ställverk

Karta:



Figur 6. Huvudledningsschema på fabriken i Jeppo

### 5.3 Jakobstad

Fabriken i Jakobstad är en av de större fabrikena och har många olika modeller av både effektbrytare och transformatorer. Fabriken i Jakobstad förnyas och byggs ut och då tillkommer komponenter vilket även syns på de tidigare serviceintervallen. År 2021 gjordes ingen direkt service på några komponenter i Jakobstads fabrik. År 2021 installerades ABBs service-program i det, då nya ställverket Unisec men den licensen utgår samtidigt som avtalet så det är inte mera relevant. Enligt tabell 9 som gäller den tidigare servicen i Jakobstad kan konsternas att effektbrytare har tillkommit i den senare servicen som

gjordes gällande effektbrytare. I service rapporten och klisterlapp på samtliga serviceobjekt framkommer senaste service och vad som utförts. I avtalet framkommer endast typ av komponent som har inplanerad service och antal komponenter. För att underlätta planering av eventuella större driftstopp kunde det underlätta att i någon form namnge komponenterna även i avtalet. År 2025 är ingen service inplanerad.

**Tabell 9. Tidigare service i Jakobstad**

		2021	2022	2023	2024	2025	2026
Transformator	Visuell inspektion		1		3		3
	Kontroll av värmebildning		1		3		3
	Oljeprov			5			5
Effektbrytare	Visuell inspektion						
	Kontroll av värmebildning						
	Underhåll			5			11
Ställverk	Kontroll av skyddsrelä				2		9
	Kontroll huvudbrytare						8
	Kontroll av lastisolatorer						

Effektbrytarna som finns i fabriken i Jakobstad är av märket ABB och Schneider. Effektbrytarna av Schneider finns både nyare och äldre modeller men eftersom ingen information om de äldre hittas används rekommendationerna för de nya modellerna för samtliga av Schneiders modeller i detta arbete. De äldre modellerna heter Merlin galileo eftersom det som idag är Schneider Electric tidigare hette Melin gerin.

**Tabell 10. Effektbrytare i Jakobstad**

	Effektbrytare		
	Grund service	Standard Service	Tillverkaren Service
2027	11		
2028	11	8	8
2029	11	3	
2030	11	8	8
2031	11		
2032	11	11	

## Effektbrytare

- Merlin galileo group schneider
- Merlin galileo Group schneider SFset
- Merlin Gerein masterpact M16 H1
- Merlin gerin mekanisk brytare STR 25DE
- Merlin gerin mekanisk brytare STR 25DE
- Masterpact NW16 N1
- Masterpact NW40 H1
- MTZ2 25 H1
- SACE Emax2 SACE E2.2B
- SACE Emax2 SACE E2.2B
- SACE Emax2 SACE E4.2N

I Jakobstad finns nio transformatorer. En torrtransformator finns vilken då inte behöver oljeprov. Om det tidigare intervallet för visuell och värmebildningskontroll följs och rekommendationerna från (Hitachi Energy Finland Oy, 2021) även de följs ser tabellen ut enligt tabell 12.

**Tabell 11. Transformatorer i Jakobstad**

	Transformator			
	Visuell kontroll	Kontroll av värmebildning	Oljeprov 1	Oljeprov 3
2027			7	
2028	9	9	7	
2028			7	
2028	9	9		7
2028			7	
2028	9	9	7	

Service för ställverk följer i huvudsak samma serviceintervall som tidigare. Transformatorerna serviceintervall följs som tidigare men oljeproven följer (Hitachi Energy Finland Oy, 2021) rekommendationer.

**Tabell 12. Serviceförslag för Jakobstad**

		2027	2028	2029	2030	2031	2032
Transformator	Visuell inspektion		9		9		
	Kontroll av värmebildning		9		9		
	Oljeprov (gas, genomslag)		7				7
	Oljeprov fullständigt				7		
Effektbrytare	Grundservice	11	11	11	11	11	11
	Standard service		11		11		11
	Tillverkarens service				8		
Ställverk	Kontroll av skyddsrelä		9		9		9
	Kontroll huvudbrytare						
	Kontroll av lastisolatorer				8		

1. Merlin galileo group schneider
2. Skyddsrelä  
ställverk
3. M10
- 4.
5. Melin Gerein masterpact M16 H1
6. Masterpact NW40 H1
7. Merlin gerin mekanisk brytare STR 25DE
8. Merlin gerin mekanisk brytare STR 25DE
9. SACE Emax2 SACE E2.2B
10. SACE Emax2 SACE E2.2B
11. Masterpact NW16 N1
12. Merlin galileo Group schneider SFset
13. SACE Emax2 SACE E4.2N
14. MTZ2 25 H1

15. ABB ställverk  
Vd4 cb
16. M3 oljetransformator har kylare
17. M4
18. M5 oljetransformator har gaslarmsmätare
19. M6 oljetransformator på
20. M7 oljetransformator
21. M8 oljetransformator
22. M9 torrtransformator
23. M11 egen temp
- 24.

Karta:

## 5.4 Karis

Karis är också en mindre fabrik och har inte så många komponenter vilket gör att det skulle vara i ännu större intresse av att optimera servicetillfällena. Enligt det tidigare serviceavtalet har det tagits oljeprov på transformatorn endast en gång på samtliga två oljetransformatorerna. Visuellt kontroll samt kontroll av värmebildning görs vartannat år, eftersom det i det tidigare avtalet inte är specificerat vilken transformator som servicen gäller går det utgående från detta inte att konstatera om bara en kontrolleras eller om de kontrolleras vart fjärde år. När det gäller ställverket finns ingen service inplanerad.

**Tabell 13. Tidigare service i Karis**

		2021	2022	2023	2024	2025	2026
Transformator	Visuell inspektion		1	1		1	
	Kontroll av värmebildning		1	1		1	
	Oljeprov		2				
Effektbrytare	Visuell inspektion						
	Kontroll av värmebildning						
	Underhåll			2			2
Ställverk	Kontroll av skyddsrelä						
	Kontroll huvudbrytare						
	Kontroll av lastisolatorer						

I fabriken i Karis finns en effektbrytare av tillverkaren Schneider och en av tillverkaren ABB. Om Schneiders och ABB:s rekommendationer följs kan servicen framåt gällande effektbrytarna vara enligt tabell 15.

**Tabell 14. Effektbrytare i Karis**

	Effektbrytare		
	Grund Service	Standard service	Tillverkaren Service
2027	2		
2028	2	1	1
2029	2	1	
2030	2	1	
2031	2		
2032	2	2	

I Karis planeras ett nytt ställverk. Det nya ställverket är av tillverkaren ABB. Det är frågan om ett mellanspannings ställverk av modellen Unisec. Detta ställverk finns alltså inte med i det tidigare avtalet. Det planeras även en till transformator och en effektbrytare. Det nya serviceintervallet i Karis kan se ut enligt tabell X när de nya komponenterna inkluderats. Samtliga transformatorer i Karis är hermetiska, vilket betyder att de inte behöver lika täta oljeprover.

**Tabell 15. Service förslag på service i Karis**

		2027	2028	2029	2030	2031	2032
Transformator	Visuell inspektion	3		3		3	
	Kontroll av värmebildning	3		3		3	
	Oljeprov fullständigt	3				3	
Effektbrytare	Grund Service	3	3	3	3	3	3
	Standard service	3		3		3	
	Tillverkaren Service	1					1
Ställverk	kontroll av skyddsrelä	4				4	
	Kontroll huvudbrytare	1				1	
	kontroll av lastisolatorer	4				4	

1. Oljetransformator
2. Oljetransformator
3. Oljetransformator
4. Masterpakt NT 10 H1
5. SACE SH 1250

6. SACE Emax2 SACE E1.2
7. UniSec

## 6 Resultat

Resultat kan enklast beskrivas med en tabell som sammanfattar alla servicetillfällen på de olika fabrikerna och kort vad som ingår i de servicearna. I tabell 15 är endast den service som utförs av underhållspersonal. Den service som kan utföras av Mirkas egen personal samt den som rekommenderas att utföras av tillverkarens egen servicepersonal ingår inte i denna tabell. Siffrorna i tabellen representerar antalet komponenter som ingår i den servicen. Tabellen är ett förslag som utgår både från servicerekommendationer i allmänhet samt tillverkarnas rekommendationer. Eftersom en del tillverkare har tätare och en del har längre serviceintervall är det tätare intervallet som väljs för samtliga komponenter med liknande underhållsbehov. Detta görs för att undvika att ha många servicetillfällen. För att uppnå en så säker och lång livslängd som möjligt skulle man kunna kontrollera allt en gång i året men det är naturligtvis inte kostnads effektivt på något vis. Hur ofta service utförs är oftast en vägning mellan risker och en kostnadsfråga. Täta kontroller ger en säker och längre livslängd men servicen kostar, även driftstopp kostar på en fabrik.

Tabell 16. Tabell på samtliga fabrikers service

			2027	2028	2029	2030	2031	2032
Oravais	Transformator	Visuell inspektion	2		2		2	
		Kontroll av värmebildning	2		2		2	
		Oljeprov (gas, genomslag)			2			
		Oljeprov fullständigt	2				2	
	Effektbrytare	Standard service	3		3		3	
	Ställverk	Kontroll av skyddsrelä	1				1	
		Kontroll av huvudbrytare	1					
kontroll av lastisolatorer		4						
Jeppo	Transformator	Visuell inspektion		6		6		6
		Kontroll av värmebildning		6		6		6
		Oljeprov (gas, genomslag)				5		
		Oljeprov fullständigt		5				5
	Effektbrytare	Standard service		10		10		10
	Ställverk	Kontroll av skyddsrelä		1				
		Kontroll av huvudbrytare		1				
kontroll av lastisolatorer							3	
Jakobstad	Transformator	Visuell inspektion		9		9		9
		Kontroll av värmebildning		9		9		9
		Oljeprov (gas, genomslag)		7				7
		Oljeprov fullständigt				7		
	Effektbrytare	Standard service		11		11		11
	Ställverk	Kontroll av skyddsrelä		9		9		9
		Kontroll av huvudbrytare						
kontroll av lastisolatorer					8			
Karis	Transformator	Visuell inspektion	3		3		3	
		Kontroll av värmebildning	3		3		3	
		Oljeprov fullständigt	3				3	
	Effektbrytare	Standard service	3		3		2	
	Ställverk	Kontroll av skyddsrelä	4				4	
		Kontroll av huvudbrytare	1				1	
		kontroll av lastisolatorer	4				4	

## 7 Diskussion

Arbetet har gjorts genom att söka fakta om de olika komponenterna vilket inte alltid varit lätt. Enligt mig har syftet med arbetet uppnåtts och en tabell som sammanfattar servicen har gjorts. Det som varit utmanade är att hitta fakta om en del komponenter men även att hitta information samt göra vägning mellan vad som är rekommendation och vad som är rimligt. Tillverkarna vill ge täta serviceintervall för att deras apparater ska hålla länge, men detta är ändå inte alltid möjligt att utföra i praktiken. Arbetet har varit mycket intressant och lärorikt.

## 8 Källförteckning

Hitachi Energy Finland Oy. (2021). *Transformer Oil Analyses Service Description*. Vasa.

ABB. (2005). *ABB sace*. Hämtat från <https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=1SDH000532R0002&LanguageCode=en&DocumentPartId=&Action=Launch>

ABB. (2007). *User's Manual*. Hämtat från Operation and Maintenance Transformers of Small Power : <https://library.e.abb.com/public/1dc25ec8c87ebb9a852573fa00710cc4/1LCB000002EG%20Users%20Manual.pdf>

ABB. (2024). Hämtat från Ställverket - fördelar el och skyddar nätet.

ABB Oy, Electrification Service. (2020). *ABB Power Care Oy KWH Mirka Ab (tilaaja)*. Helsingfors: ABB Oy.

DaRa Switchboards. (2024). Hämtat från <https://electricalswitchboards.com.au/air-circuit-breaker-works/>

Ed Walsh, C. C. (2 2000). *Biologiskt nedbrytbart isolationsmedium, baserat på vegetabiliska oljor*. USA: ABB Power T&D company Inc. Hämtat från <https://library.e.abb.com/public/ea254b0a084323dbc1256ddd003470d1/85%20-%20M630%20ASE.pdf>

Henan Fengyuan Power Technology Co, Ltd. (den 13 Augusti 2020). Hämtat från <https://se.fyswitchgear.com/info/dry-type-transformer-vs-oil-type-transformer-49357345.html>

Henan Fengyuan Power Technology Co, Ltd. (den 20 Augusti 2020). *Vad Är Ställverk Och Dess Typer?* Hämtat från <https://se.fyswitchgear.com/info/what-is-switchgear-and-its-types-49345752.html>

Hitachi Energy Finland Oy. (den 29 12 2021). *Transformer Oil Analyses*. Vasa.

Jiangshan Scotech Electrical Co., Ltd. (den 04 Juli 2022). Hämtat från Vad är hermetiskt slutet transformator?: <http://se.scotech-electrical.com/info/what-is-hermetically-sealed-transformer-73184901.html>

KL Industri AB. (Januari 2014). *KL Industri AB*. Hämtat från [https://www.enumnerbanken.se/UserContent/ArticleDocs/DOS/DOS\\_34601\\_0693570.pdf](https://www.enumnerbanken.se/UserContent/ArticleDocs/DOS/DOS_34601_0693570.pdf)

Mirka. (2024). Hämtat från <https://www.mirka.com/sv/fi/top/About-us/>

Nyans. (den 11 10 2017). Hämtat från [https://voiteluainekauppa.com/images/PDS\\_Nytro\\_10XN\\_EN-NYTRO%2010XN%20D1182.PDF](https://voiteluainekauppa.com/images/PDS_Nytro_10XN_EN-NYTRO%2010XN%20D1182.PDF)

Schneider Electric Industries SAS. (11 2008). *Masterpact NT and NW Maintenance guide*. Frankrike.

Schneider Electric Industries SAS. (09 2016). Circuit Breakers and Switch-  
Disconnectors. Rueil Malmaison, Frankrike.

Teraski Electric. (u.d.). INSTRUCTION MANUAL FOR AIR CIRCUIT BREAKERS.