

Utveckling av underhållssystem

Vasa Elektriska Ab

Malte Sandberg

Examensarbete för ingenjörsexamen (YH)

El- och automationsteknik

Vasa 2023

EXAMENSARBETE

Författare: Malte Sandberg

Utbildning och ort: El- och automationsteknik, Vasa

Inriktning: Automationsteknik

Handledare: Jan Berglund

Titel: Utveckling av underhållssystem

Datum: 11.5.2023 Sidantal: 34

Abstrakt

Detta examensarbete har gjorts åt fjärrvärmeenheten vid Vasa Elektriska. Syftet med arbetet var att förbättra underhållssystemet vid företagets värmecentraler och med hjälp av det få ett bättre fungerande underhåll som stöder driftsäkerheten på värmecentralerna.

En del av arbetet var att identifiera de kritiska komponenterna på anläggningarna, som vid ett eventuellt fel orsakar att inte värmecentralen fungerar. I arbetet ingick även att förbättra det datoriserade underhållsprogrammet Novi samt förbättra dokumentationen av värmecentralerna.

Den teoretiska delen av detta arbete handlar om olika typer av underhåll, en omfattande förklaring om fjärrvärme samt en genomgång av funktionsprincipen för värmecentraler.

Arbetet inleddes med en noggrann genomgång av anläggningarna och det datoriserade underhållsprogrammet Novi för att få en överblick av systemets utvecklingsmöjligheter. Fastställningen av vilka komponenterna som anses vara kritiska för värmecentralernas funktion baserar sig på kvalitativa intervjuer, tillverkarnas rekommendationer samt värmecentralernas skade- och underhållshistorik.

Arbetet resulterar i en plan för att kunna säkerställa tillgången på komponenter samt en förbättring av det datoriserade underhållsprogrammet Novi.

Språk: svenska

Nyckelord: underhåll, fjärrvärme, värmecentral, datoriserat underhållsprogram

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Malte Sandberg

Koulutus ja paikkakunta: Sähkö- ja automaatiotekniikka, Vaasa

Suuntautumisvaihtoehto: Automaatiotekniikka

Ohjaaja(t): Jan Berglund

Nimike: Kunnossapitojärjestelmän kehittäminen

Päivämäärä: 11.5.2023 Sivumäärä: 34

Tiivistelmä

Tämä opinnäytetyö on tehty Vaasan Sähkön kaukolämpöyksikölle. Työn tarkoituksena oli kehittää yhtiön lämpökeskusten kunnossapitojärjestelmää ja sen avulla saavuttaa paremmin toimiva, lämpökeskusten toimintavarmuutta tukeva kunnossapito.

Keskeinen osa työtä oli tunnistaa laitosten kriittiset komponentit, jotka vikatilanteessa aiheuttavat lämpökeskuksen toimintahäiriön. Työhön kuului myös tietokoneistettu kunnossapito-ohjelman Novin parantaminen ja lämpökeskusten dokumentoinnin parantaminen.

Työn teoriaosuudessa käsitellään erilaisia kunnossapitotyyppisiä, selvitetään kattavasti kaukolämpöä ja tarkastellaan lämpökeskusten toimintaperiaatetta.

Työ aloitettiin tarkastelemalla perusteellisesti laitoksia ja Novi:a, jotta saataisiin yleiskuva järjestelmän kehittämismahdollisuuksista. Lämpökeskusten toiminnan kannalta kriittisiksi katsottujen komponenttien määrittäminen perustuu laadullisiin haastatteluihin, valmistajien suosituksiin sekä lämpökeskusten vaurio- ja huoltohistoriaan.

Työn tuloksena laaditaan suunnitelma komponenttien saatavuuden varmistamiseksi ja Novin tietokoneistetun kunnossapito-ohjelman parantamiseksi.

Kieli: ruotsi

Avainsanat: kunnossapito, kaukolämpö, lämpökeskus, tietokoneistettu kunnossapito-ohjelma

BACHELOR'S THESIS

Author: Malte Sandberg

Degree Programme: Electrical Engineering and Automation

Specialisation: Automation technology

Supervisor(s): Jan Berglund

Title: Maintenance System Development

Date: 11.5.2023 Number of pages: 34

Abstract

This thesis has been made for the district heating unit at Vaasan Sähkö. The purpose of the work was to improve the maintenance system of the company's heating plants and, with the help of it, achieve better functioning maintenance that supports the operational reliability of the heating plants.

A key part of the work was to identify the critical components of the plants that, in the event of a fault, would cause the heating plants to malfunction. The work also included improving the Computerized Maintenance Management System Novi and improving the documentation of the heating plants.

The theoretical part of this work deals with different types of maintenance, a comprehensive explanation of district heating and a review of the operating principle of heating plants.

The work started with a thorough review of the plants and the Novi Computerized Maintenance Management System in order to get an overview of the development possibilities of the system. The determination of the components considered critical to the operation of the heating plants is based on qualitative interviews, manufacturers' recommendations and the fault and maintenance history of the heating plants.

The work results in a plan to ensure the availability of components and an improvement of the Computerized Maintenance Management System Novi.

Language: Swedish

Key words: maintenance, district heating, heating plant, computerized maintenance management system

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Bakgrund.....	1
1.2	Mål.....	1
1.3	Avgränsning.....	2
1.4	Syfte.....	2
1.5	Disposition.....	2
2	Vasa Elektiska.....	4
2.1	Fjärrvärmeenheten.....	4
3	Fjärrvärme.....	5
3.1	Funktionsprincip för värmecentraler.....	6
4	Underhåll i allmänhet.....	7
4.1	Förebyggande underhåll.....	7
4.2	Avhjälpande underhåll.....	8
4.3	CMMS.....	9
4.3.1	Novi by Pinja.....	10
4.4	PSK 6800.....	11
4.4.1	Beräkning av kritiskhet för produktionsförluster.....	12
4.4.2	Klassificering av kritiskhet på enhetsnivå.....	13
4.4.3	Säkerhets- och miljörisker på enhetsnivå.....	14
4.4.4	Klassificering av kritiskhet.....	16
5	Tillvägagångssätt.....	18
5.1	Kartläggning av komponenter.....	18
5.1.1	Inmatning av komponenter i Novi.....	19
5.2	Tillverkarnas åsikt.....	21
5.2.1	Brännarkomponenter.....	22
5.2.2	Frekvensomvandlare.....	23
5.2.3	Automationskomponenter och PLC.....	24
5.3	Intervju med sakkunniga.....	24
5.3.1	Vad krävs för att värmecentralen skall funktionera.....	25
5.3.2	Komponenter som påverkar värmecentralens funktion.....	26
5.3.3	Lagring av komponenter.....	27
5.3.4	Värmecentralernas relevans.....	27
5.3.5	Erfarenhet av kritiskhetsklassificering.....	27
6	Resultat.....	29
6.1	Komponentinventering.....	29
6.2	Säkerställning av komponenter.....	29

6.2.1	Brännarkomponenter	30
6.2.2	Frekvensomvandlare	30
6.2.3	Automationskomponenter och PLC	31
6.3	Lagring av komponenter	32
7	Diskussion	33
8	Källförteckning.....	34

1 Inledning

Examensarbetets syfte var att utveckla underhållssystemet vid Vasa Elektriskas fjärrvärmeenhet. Arbetet riktade in sig på värmecentralernas funktionssäkerställning. Kritiska komponenter kartlades och analyserades på basis av hur viktiga de är för att värmecentralen skall funktionera.

1.1 Bakgrund

Bakgrunden till detta arbete är en konsekvens av det aktuella världsläget, som bland annat lett till en allmän komponentbrist i världen. Speciellt el- och automationskomponenter har långa leveranstider, men i stort sett alla komponenter har fått längre leveranstider, som kan vara till och med över ett år långa. Komponenterna behövs att få tag på snabbt ifall någonting havererar, så att reparationen kan utföras snabbt och fjärrvärmeproduktionen skall kunna säkerställas. Samtidigt skall lagerkomponentsdokumentationen förbättras, så att ingen onödig tid går åt att reparera felen.

1.2 Mål

Målet med examensarbetet var att med hjälp av förebyggande arbete minska driftstoppens längd på värmecentralerna vid ett eventuellt fel. Med hjälp av rekommendationer från leverantörer, tillverkare, erfarenhet av företagets personal och anläggningarnas skadehistorik skall underhållssystemet utvecklas samt förbättras. Det gjordes så att de mest kritiska och de mest skadebenägna komponenterna snabbt skall finnas tillhands vid ett eventuellt fel.

Underhållssystemet skulle utvecklas genom att förbättra komponentdokumentationen, vad som finns i lager, var de är lagrade samt uppdatera komponentlagret. Examensarbetet innehåller även utveckling och uppdatering av underhållsprogrammet Novi samt skriftlig dokumentering om tillvägagångssätt för att uppnå resultaten.

De mest kritiska komponenterna analyserades så att man kan garantera att de finns snabbt att fås vid ett eventuellt haveri. Detta beslut baserades på erfarenhet och underhållsteori.

Erfarenheten baserade sig på information från tillverkare, leverantörer, skadehistoriken vid anläggningarna samt från sakkunniga vid företaget.

1.3 Avgränsning

Examensarbetet avgränsades till värmecentralernas el- och automationskomponenter samt brännarens mekaniska delar. Arbetet avgränsades till kritiska komponenter, som vid ett eventuellt fel orsakar så att inte värmecentralen fungerar.

1.4 Syfte

Syftet med arbetet var att få ett bättre fungerande underhållssystem som stöder driftsäkerheten på värmecentralerna. En central del av arbetet var att identifiera de kritiska komponenterna på anläggningarna samt att få bättre dokumenterat över vad som finns i lager och var någonstans de är lagrade.

1.5 Disposition

Här följer en kort beskrivning på vad respektive kapitel behandlar.

- Kapitel 1 inleder examensarbetet och behandlar arbetes bakgrund, mål, avgränsningar samt syfte.
- Kapitel 2 berättar om Vasa Elektriska samt fjärrvärmeenheten.
- Kapitel 3 avhandlar fjärrvärme och värmecentraler.
- Kapitel 4 behandlar olika typer av underhåll och datoriserade underhållssystem.
- Kapitel 5 berättar om hur man gått till väga för att lösa uppgiften. Kapitlet inleder med att förklara hur kartläggning av komponenter blivit gjort, vartefter det avslutas med att ta tillverkarnas samt sakkunnigas erfarenhet i beaktan för att kunna nå ett resultat.
- Kapitel 6 beskriver det erhållna resultatet. Kapitlet berättar om hur komponentdokumentationen blivit utvecklad, hur Novi blivit utvecklat samt en sammanställning på hur säkerställningen av komponenter skall utföras.

- Kapitel 7 avslutar arbetet med en diskussion kring resultatet samt ett par förbättringsförslag.

2 Vasa Elektiska

Vasa Elektriska Ab är ett nationellt energibolag som är grundat år 1892, företaget producerar och säljer el i hela Finland, förutom på Åland samt har fjärrvärme i Vasa, Smedsby och Lillkyro. Bolagets dotterbolag, Vasa Elnät ansvarar för elöverföringen i Vasaregionen. I hela koncernen jobbar ungefär 130 personer. (Vasa Elektriska, 2023).

2.1 Fjärrvärmeenheten

Fjärrvärmens huvudsakliga producent är West Energy och Vasklots kraftverk. Båda dessa är så kallade CHP-anläggningar, Combined Heat and Power, vilket betyder att anläggningarna producerar el och värme samtidigt. West Energy producerar el- och fjärrvärme genom att bränna avfall som inte kan återvinnas. Även Vasklots kraftverk producerar el- och fjärrvärme och använder huvudsakligen biobränsle från närområdet men även torv och stenkol. Företaget har tillika ett underjordiskt energilagring i Vasklot som gör det möjligt att ta till vara spillvärme från produktionskällor. Denna värme kan sedan vid behov distribueras tillbaka till fjärrvärmenätverket. Det underjordiska energilagret minskar kolanvändningen med upp till en tredjedel vilket gör det miljövänligt samtidigt som det effektiviserar el- och värmeproduktionen. (Vasa Elektriska, 2023).

Företaget har även värmecentraler runt om i fjärrvärmenätverket som producerar fjärrvärmeenergi om de huvudsakliga anläggningarna skulle drabbas av driftstopp samt används de också under vinterns kallare dagar. De fungerar även som en viktig stöttepelare vid ett eventuellt läckage. Dessa värmecentraler är kritiska i fjärrvärmeproduktion, och bör alltid fungera. Värmecentralerna finns i olika storlekar, åldrar och på olika platser runtom i fjärrvärmenätverket.

3 Fjärrvärme

Fjärrvärmen är det vanligaste uppvärmningsalternativet i Finland och står för cirka 40 % av uppvärmningen av bostads-, affärs- och offentliga byggnader. (Statistikcentralen, 2020).

Fjärrvärme är varmt vatten som värmer upp byggnader i fjärrvärmenätverket, detta vatten transporteras i marken från en produktionsanläggning tills de når fjärrvärmekunden. Ett fjärrvärmenätverk består av två olika ledningar, fram- och returledning. Fjärrvärmevattnet som transporteras i framledningen och kommer in i byggnaden passerar genom en värmeväxlare för att avge värmeenergin till kunden och returledningen leder det avkylda vattnet tillbaka till produktionsanläggningen för uppvärmning. Fjärrvärmevattnets temperatur varierar på väderlek, vanligen är temperaturen i framledningen mellan 65 och 115 °C, medan temperaturen i returledningen vanligtvis ligger mellan 40 och 60 °C. Figurerna nedanför visar hur de nuvarande fjärrvärmerören som används i Finland ser ut. Fjärrvärmerören består av ett flödesrör av stål och ett skyddsrör i plast, med ett isoleringsskikt av uretan mellan dem som binder samman de två komponenterna till en enda enhet. Fram- och returledningarna kan antingen ligga i samma rör eller i separata skyddsrör. Flödesrören finns i många olika diametrar, allt från 20 mm som används i egnahemshus upptill 1000 mm som används i stora kraftverk. Dessa fjärrvärmerör läggs under marknivå på 0,5 till 1 m djup. Den första figuren visar en Mpuk-konfiguration som är lämplig för små och medelstora rör upp till en flödesrörsstorlek på 200 mm, medan den andra figuren visar en 2Mpuk-konfiguration som kan användas för både stora och små rör. Dessa rör har en livslängd på upp till 100 år. (Energiateollisuus, 2023).



Figur 1: Mpuk. (Energiateollisuus, 2023).



Figur 2: 2Mpuk. (Energiateollisuus, 2023).

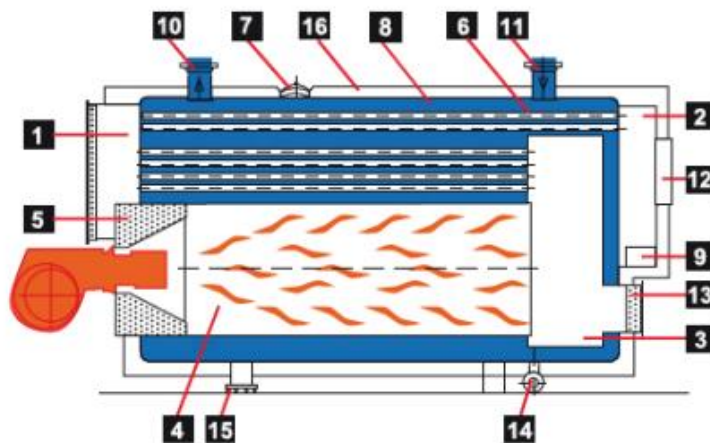
3.1 Funktionsprincip för värmecentraler

Värmecentralernas uppgift är att producera varmt vatten till fjärrvärmenätverket för att möta fjärrvärmekonsumenternas behov. Värmecentraler kan användas som huvudanläggning, som tillskott till huvudanläggningen vid hög fjärrvärmeförbrukning samt som reservanläggning. (Mäkelä & Tuunanen, 2015).

Inne i en värmecentral finns det en eller flera hetvattenpannor, det är dessa hetvattenpannor som producerar fjärrvärmeenergin, ordet värmecentral syftar på hela anläggningen. Vasa Elektriskas värmecentraler används som tillskott vid hög förbrukning, reservkraftverk vid ett eventuellt fel vid någon av huvudanläggningarna, West Energy och Vasklot men även vid felsökning och reparationer av fjärrvärmenätverket.

I en hetvattenpanna bränns bränsle i förbränningskammaren och avgaserna leds genom rör och vändkammare till skorstenen. Vattnet transporteras motströms gentemot avgaserna och tar samtidigt upp värme från avgasrören och vändkammarna. (Mäkelä & Tuunanen, 2015).

1. Front reversal chamber
2. Flue gas chamber
3. Combustion chamber
4. Furnace
5. Burner plate with refractory
6. Smoke tubes
7. Manhole
8. Water space
9. Cleaning hatch
10. Output connection
11. Input connection
12. Flue gas duct connection
13. Drainage
14. Explosion/ cleaning hatch
15. Support
16. Insulation



Figur 3: Hetvattenpanna. (Vapor Power And Heat, 2023).

4 Underhåll i allmänhet

Underhåll för produktionsanläggningar har flera olika mål men en av de viktigaste delarna av underhåll är personsäkerheten. Varken allmänheten eller lagen godkänner att en person exponeras för olyckor. (Järviö & Lehtiö, 2017).

Dessutom ska själva anläggningen vara säker, så att inget oförutsägbart kan inträffa som till följd skulle kunna skada miljön och omgivningen. (Steffens & Möller, 2006, s. 13).

Enligt PSK 6201:2011 är underhåll tekniska, administrativa och ledningsmässiga handlingar som har som mål att bevara eller reparera ett objekt så att det är funktionsdugligt under objektets hela livslängd. (Järviö & Lehtiö, 2017).

Med andra ord så är målet till exempel för en anläggning att minimera risken för driftstopp med hjälp av att underhålla anläggningen på rätt sätt. För att underhållet skall kunna utföras krävs det naturligtvis en investering för att köpa in underhållsmaterial och reservdelar. Men om man i stället har haverier vid en anläggning så leder det till andra kostnader, i värsta fall förlust på intäkter. (Steffens & Möller, 2006, ss. 21-23).

4.1 Förebyggande underhåll

Förebyggande underhålls syfte är att minimera sannolikheten för ett eventuellt fel eller försämring av objektets prestanda. Underhållet följer intervall eller är regelbundet som utgörs i förebyggande syfte. Med hjälp av förebyggande underhåll kan man övervaka ett objekts prestanda eller dess parametrar. Förebyggande underhåll upprätthåller tillgångens funktionsduglighet genom att återställa försämrade funktionalitet innan fel uppstår eller förhindra att skador uppstår. Underhållet planeras och schemaläggs på basis av resultaten som fåtts. Till förebyggande underhåll hör bland annat:

- Inspektion.
- Tillståndsbaserat underhåll, tillståndsovervakning samt tillståndsbaserad planerad reparation.
- Fastställande av om bestämmelserna följs.
- Test av funktion.

- Övervakning av uppstarten.
- Analys av uppgifter om fel.

Tillståndsovervakning kan utföras när anläggningen är i drift samt då anläggningen är ur drift. Tillståndsovervakning utförs för att upptäcka fel eller för att avgöra om anläggningen är i funktionsdugligt skick. (Järviö & Lehtiö, 2017).

4.2 Avhjälpande underhåll

Avhjälpande underhåll är reparation av en del eller komponent som är defekt till ett funktionsdugligt skick. Avhjälpande underhåll kan delas in i två olika kategorier; planerat avhjälpande underhåll och oplanerat avhjälpande underhåll. Till avhjälpande underhåll hör: Fastställande av fel, identifiering av felet, lokalisering av felet, tillfällig, reparation av felet samt återställande till funktionsdugligt skick. (Järviö & Lehtiö, 2017).

Skillnaden mellan planerat avhjälpande underhåll, uppskjutet underhåll och oplanerat avhjälpande underhåll, akuta arbeten är att oplanerat avhjälpande underhåll är en åtgärd som krävs att utföras direkt och kan således inte vänta till ett uppkommande planerat stopp. Medan planerat avhjälpande underhåll ofta kan utföras under ett planerat stopp. Akuta arbeten innebär även arbeten som man inte hinner planera, till exempel ett fel som uppenbarar sig tätt inpå ett stopp. Akuta arbeten medför alltid ett längre stopp, större utgifter samt underhållsarbete som inte blir utfört så effektivt som möjligt. Därför skall akuta arbeten undvikas med alla tillgängliga medel. (Steffens & Möller, 2006, ss. 42-43).

Planerade avhjälpande underhåll och förebyggande underhåll går hand i hand, med andra ord krävs ett genomtänkt förebyggande underhåll för att uppnå ett planerat underhåll. Planerade avhjälpande underhåll har många fördelar jämfört med oplanerade avhjälpande underhåll, det blir både billigare samt effektivare och det resulterar i bättre leveranssäkerhet och mindre kvalitetsförluster. Om detta tillämpas korrekt kan man uppnå att åtgärden kan utföras vid ett planerat stopp. (Steffens & Möller, 2006, s. 50).

4.3 CMMS

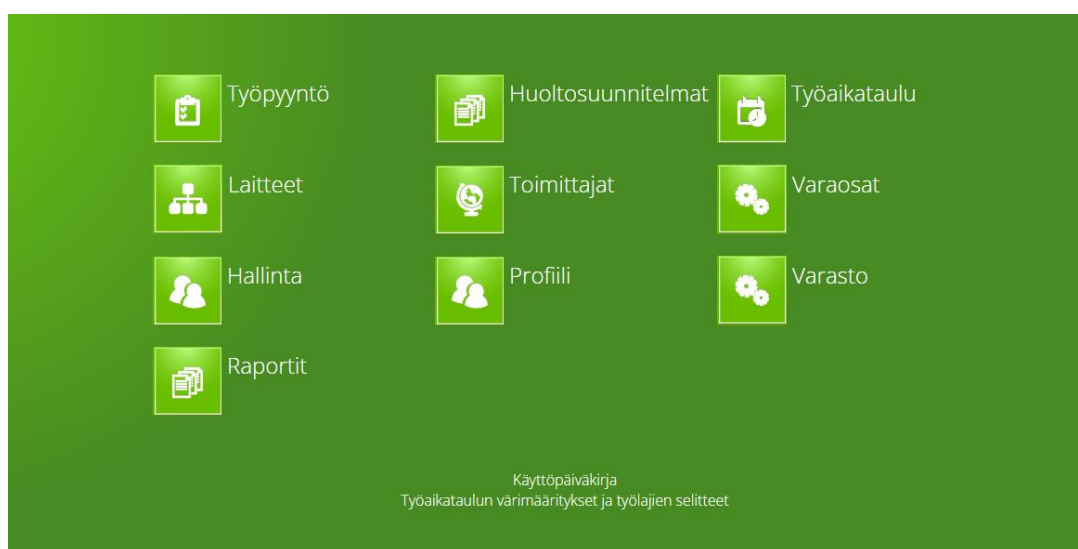
Datoriserat underhållssystem, eller CMMS, en akronym för Computerized Maintenance Management System är en datorbaserad programvara utformad för att stödja alla typer av underhållsverksamhet. CMMS skapades redan på 1980-talet och i dagsläget brukas programvaran av i princip alla större företag tack vare alla dess nytto- och effektiviseringsmöjligheter. Nedanstående funktioner utgör grunden för att kunna nyttja alla egenskaper CMMS består med:

- Anläggningsuppgifter.
- Förebyggande underhåll.
- Materialhantering.
- Uppföljning.

Grund och botten i CMMS är anläggningsuppgifter. Denna innehåller bland annat dokumentation, ritningar och beskrivningar på anläggningarna och alla deras tillhörande enheter. Funktionen består med en effektiv överblick över anläggningen så att man enkelt kan bilda sig en helhetsbild på hur allt är strukturerat och uppbyggt. Det är fördelaktigt att ha ett välutvecklat anläggningsregister i och med att det består underhållspersonalen med information för att kunna utföra arbetet så effektivt som möjligt. Med hjälp av förebyggande underhåll kan man planera inkommande underhållsarbete på anläggningarna. Dessa arbeten kan byggas upp helt hur man vill, beroende på hur ofta man vill att arbetet i fråga skall upprepas. Hit tillkommer även information om hur arbetet skall utföras och vad som skall åtgärdas. Materialhanterings funktion är att ge en helhetsbild på komponenter och deras lagersaldo. Därtill tillgodoser materialhanteringen med grundläggande komponentinformation, återförsäljare, kostnader och lagringsplats. En av de viktigaste egenskaperna för ett datoriserat underhållssystem är uppföljningsmöjligheten. Genom att uppfölja och analysera kan man förbättra underhållet för att kunna upptäcka brister i underhållet förens ett eventuellt problem uppenbaras. (Hanhimäki, 2013).

4.3.1 Novi by Pinja

Novi är ett datoriserat underhållsprogram, CMMS, som hör till mjukvaruföretaget Pinja. Novi används för att enkelt kunna hantera och utveckla förebyggande underhåll. Med hjälp av programmet kan man planera in arbeten, underhåll och följa med i realtid hur arbetet fortskrider. Novi bistår underhållspersonalen med digitaliserad information för att enkelt kunna hantera och utveckla alla typer av underhåll.



Figur 4: Novis gränssnitt.

Novi är ett funktionsrikt program som stöder alla typer av underhållsverksamhet. I programmet finns ett anläggnings- och enhetsregister som sammanställer exakt basinformation om enheten och dess viktigaste funktioner på ett ställe. Därtill inkluderas bilder och dokumentation om enheten och alla dess komponenter. Det fås även information om enheten över inkommande underhållsarbeten samt underhållshistorik. I arbetschemat fås en överblick över vilka arbeten som skall utföras samt när dessa skall utföras. Med hjälp av arbetsbegäran kan fel rapporteras. Här fastställs det vilken enhet det är frågan om, vad som skall åtgärdas och vem som skall utföra det. En av programmets huvudegenskaper är underhållsplanering, som kombinerar förhandsplanering och dokumentation av underhåll. Utöver den kalenderbaserade underhållsplanen bistår Novi med användningsbaserad underhållsschemaläggning. Med användningsbaserad underhållsschemaläggning så underhålls enheter beroende på hur mycket de har blivit använda. Programmet har även en reservdelsfunktion, funktionen tillgodoser användaren med teknisk data samt dokumentation om reservdelarna. (Pinja, 2023).

4.4 PSK 6800

Inom industrin finns det en inhemsk standard, PSK 6800, som används till att kartlägga anläggningars kritiska objekt. Standardens metod utvärderar kritiskheten av olika funktioner inom industrin genom att analysera från tre olika synvinklar: ekonomisk påverkan, personliga säkerheten samt miljöpåverkan. Standarden fokuserar huvudsakligen på att analysera på basis av den ekonomiska påverkan. (PSK 6800, 2008, s. 1).

Kritiskhet definieras i standarden som en egenskap som mäter risken som är förknippad med ett objekt. Ifall risken för personskador, betydande materiella skador, produktionsbortfall eller andra oacceptabla konsekvenser inte ligger på en acceptabel nivå kan objektet anses vara kritiskt. Därtill uttrycks riskanalys som en viktig del av riskhanteringen, som hjälper till att identifiera risker och förutse incidenter. I riskanalysen konstateras riskernas objekt, egenskaper samt deras sannolikhet för konsekvenser. Det bör dock noteras att denna standard inte ger vägledning om hur riskanalysen ska genomföras. (PSK 6800, 2008, s. 2).

Standardens metod erhåller i vanliga fall den nödvändiga basdatan för att kunna ta fram en underhållsplan men kan även användas i köpstadiet för att stöda bestämningen av karaktäristiken, kvalitetsnivån och accepterade kritiskhet för kritiska enheter. Standarden fokuserar huvudsakligen på att klassificera kritiskhet med den ekonomiska påverkan i åtanke.

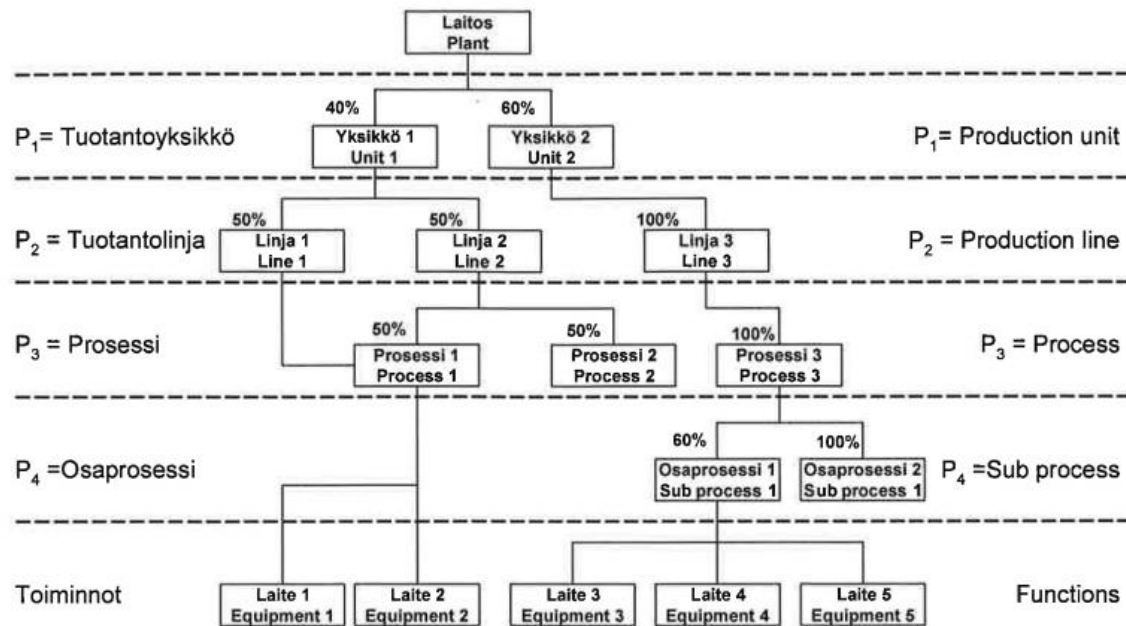
1. Fastställa omfattningen av granskningen.
2. Bestäm vikten av produktionsbortfallet W_p enligt standarden.
3. Bedöm om vikterna är lämpliga för den aktuella industrisektorn, vid behov ändras standardens vikter.
4. Lista de aktuella enheterna i standardens kalkylblad.
5. Poängsätt de aktuella enheterna med hjälp av koefficienterna.
6. Räkna kritiskhetsindexet (K) och delindex (K_{s1} K_{e1} K_{p1} K_q & K_r) för respektive enhet med hjälp av de givna parametrarna.

7. Klassificering av kritiskhet utförs genom att ordna enheterna enligt kritiskhetsindexet K.

Om enheternas kritiskhet endast ska tas i beaktan på basis av till exempel kvalitetskostnader, skall delindexet K_q användas. (PSK 6800, 2008, s. 3).

4.4.1 Beräkning av kritiskhet för produktionsförluster

Efter att ha fastställt avgränsningen av granskningen bestäms de olika vikter som skall användas i klassificeringen av kritiskheten. En vikt som används för att bedöma kritiskheten i produktionsanläggningen är produktionsförlustvikt W_p . Metoden används främst för att bedöma hur kritiska produktionsprocesser är, förutsatt att processerna såsom ång-, tryckluft- och elproduktion är i användning. Vikten av produktionsförlusten W_p beräknas med fyra olika viktfaktorerna: P1, P2, P3 och P4 som redogör för det ömsesidiga beroende mellan processverksamheten i en anläggning. P1 beskriver vikten av produktionsenheten, P2 beskriver vikten av produktionslinjen, P3 beskriver vikten av processen och P4 beskriver vikten av delprocessen. Summan av produktionsenhetens faktorer P1 skall alltid vara 100 %, till exempel om det finns två identiska produktionsenheter så är deras individuella viktfactorer 50 %. På samma sätt är det med produktionslinjen, om anläggningen har till exempel tre identiska produktionslinjer, så är P2 33 %. Viktfaktorn för processen beror på hur viktig den är i anläggningen, stannar anläggningen vid ett eventuellt fel så måste P3 alltid vara 100 %. Samma sak gäller för delprocessen, viktfactorn bör alltid vara 100 %, om processen stannar vid ett eventuellt fel. När alla viktfactorer har fastställts, kan man gå vidare till att beräkna vikten av produktionsförlusten med hjälp av formeln: $W_p = P_4 \times P_3 \times P_2 \times P_1$. Figur 5 visar uppbyggnaden och viktfaktorerna för produktionen. (PSK 6800, 2008, ss. 4-6).



Figur 5: Produktionens viktfaktorer. (PSK 6800, 2008, s. 5).

4.4.2 Klassificering av kritiskhet på enhetsnivå

Varefter viktfaktorerna och produktionsförlusterna har fastställts, uppskattar man om vikterna i tabell 1 är lämpliga för den aktuella industrisektorn, vid behov ändras standardens vikter så att den passar det egna ändamålet. I tabell 1 går det att se tre olika objekt: säkerhets- och miljökonsekvenser, produktionskonsekvenser och reparations- och uppföljningskostnader. Utöver de tre rubrikerna finns det fem olika viktfaktorer och felintervall som bidrar till faktorerna för kritiskhet: säkerhetsrisker W_s , miljörisker W_e , produktionsförluster W_p , kvalitetskostnad W_q , reparations- eller följdskostnader W_r samt felintervall. Efter att de faktorer som påverkar utrustningens kritiska nivå har fastställts, så poängsätts de aktuella enheterna enligt tabell 1 och slutligen räknas enheternas kritiskhetsindex med hjälp av formeln: $K = p \times (W_s \times M_s + W_e \times M_e + W_p \times M_p + W_q + M_q + W_r \times M_r)$. (PSK 6800, 2008, ss. 3-7).

Tabell 1: Tabell för klassificering av kritiskhet på enhetsnivå.

Taulukko 1 Laitetason kriittisyyden tekijät ¹⁾

Kohde	Painoarvo [W]	Vikaantumisväli [p]	Kerroin [M]	Valintakriteeri
Turvallisuus- ja ympäristövaikutukset	Turvallisuusriskit $W_s = 30$		$M_s = 0$	Ei turvallisuusriskiä
			$M_s = 2$	Vähäinen turvallisuusriski
			$M_s = 4$	Kohtalainen turvallisuusriski
			$M_s = 8$	Merkittävä turvallisuusriski
			$M_s = 16$	Vakava turvallisuusriski
	Ympäristöriskit $W_e = 20$		$M_e = 0$	Ei ympäristöriskiä
			$M_e = 2$	Vähäinen ympäristöriski
			$M_e = 4$	Kohtalainen ympäristöriski
			$M_e = 8$	Merkittävä ympäristöriski
			$M_e = 16$	Vakava ympäristöriski
Tuotantoaikutukset	Tuotannon menetykset $W_p = 0 \dots 100$	1 = Pitkä vikaantumisväli esimerkiksi yli 5 vuotta 2 = Pitkähkö vikaantumisväli esimerkiksi 2 – 5 vuotta 4 = Lyhyehkö vikaantumisväli esimerkiksi 0,5 – 2 vuotta 8 = Lyhyt vikaantumisväli esimerkiksi 0 – 0,5 vuotta	$M_p = 0$	Laitteen toimimattomuudella ei merkitystä osaprosessille tai osastolle
			$M_p = 1$	Laitteen toimimattomuus pysäyttää osaprosessin tai osaston hetkeksi (esimerkiksi ≤ 3 h)
			$M_p = 2$	Laitteen toimimattomuus pysäyttää osaprosessin tai osaston lyhyeksi ajaksi (esimerkiksi ≤ 10 h)
			$M_p = 3$	Laitteen toimimattomuus pysäyttää osaprosessin tai osaston merkittäväksi ajaksi (esimerkiksi 10 - 24 h)
			$M_p = 4$	Laitteen toimimattomuus pysäyttää osaprosessin tai osaston pitkäksi ajaksi (esimerkiksi > 24 h)
	Laatukustannus $W_q = 30$		$M_q = 0$	Laitteen toimimattomuus ei aiheuta lopputuotteen laatukustannuksia.
			$M_q = 1$	Laitteen toimimattomuus aiheuttaa lopputuotteen laatukustannuksia, jotka vastaavat hetkellistä tuotannonmenetystä (esimerkiksi ≤ 1 h)
			$M_q = 2$	Laitteen toimimattomuus aiheuttaa lopputuotteen laatukustannuksia, jotka vastaavat lyhytaikaista tuotannonmenetystä (esimerkiksi ≤ 3 h)
			$M_q = 3$	Laitteen toimimattomuus aiheuttaa lopputuotteen laatukustannuksia, jotka vastaavat merkittävää tuotannonmenetystä (esimerkiksi 3-8 h)
			$M_q = 4$	Laitteen toimimattomuus aiheuttaa lopputuotteen laatukustannuksia, jotka vastaavat pitkäaikaista tuotannonmenetystä (esimerkiksi > 8 h)
Korjaus- tai seurauskustannukset $W_r = 20$		$M_r = 0$	Korjauskustannuksilla tai seurauskustannuksilla ei ole merkitystä suhteessa muihin menetyksiin.	
		$M_r = 1$	Vähäiset korjauskustannukset tai seurauskustannukset, jotka vastaavat hetkellistä tuotannonmenetystä (esimerkiksi ≤ 2 h)	
		$M_r = 2$	Keskinkertaiset korjauskustannukset tai seurauskustannukset, jotka vastaavat lyhytaikaista tuotannonmenetystä (esimerkiksi ≤ 10 h)	
		$M_r = 3$	Korkeat korjauskustannukset tai seurauskustannukset, jotka vastaavat merkittävää tuotannonmenetystä (esimerkiksi 10-24 h)	
		$M_r = 4$	Korkeat korjauskustannukset tai seurauskustannukset, jotka vastaavat pitkäaikaista tuotannonmenetystä (esimerkiksi > 24 h)	

¹⁾ Lukuarvot ovat ohjeellisia

(PSK 6800, 2008, s. 7).

4.4.3 Säkerhets- och miljörisker på enhetsnivå

På enhetsnivå bör inverkan av viktfactorer alltid bedömas från fall till fall, med tanke på hur viktigt säkerhet och miljö är. Genom exempen nedanför kan man beräkna säkerhets- och miljörisker, produktionskonsekvenser, kvalitétkostnader samt reparations- eller följdskostnader på enhetsnivå. (PSK 6800, 2008, s. 9).

Säkerhetsrisker

Standarden anser att en säkerhetsrisk refererar till en potentiell fara för en människas hälsa. Säkerhetsriskens viktfaktor ökar exponentiellt och riskens storlek kan bedömas enligt följande: (PSK 6800, 2008, s. 9).

Kerroyin 0 Ei turvallisuusriskiä
Laitteen vikaantuminen ei aiheuta loukkaantumis- tai terveysvaaraa.

Kerroyin 2 Vähäinen turvallisuusriski
Laitteen vikaantuminen voi aiheuttaa lievän loukkaantumisen tai sairastumisen.

Kerroyin 4 Kohtalainen turvallisuusriski
Laitteen vikaantuminen voi aiheuttaa vakavan sairastumisen tai loukkaantumisen, josta jää pysyvä haitta.

Kerroyin 8 Merkittävä turvallisuusriski
Laitteen vikaantuminen voi aiheuttaa yhden tai useamman kuolonuhrin.

Kerroyin 16 Vakava turvallisuusriski
Laitteen vikaantuminen voi aiheuttaa yhden tai useamman kuolonuhrin ja vakavan vaaratilanteen tehdään ympäristössä.

Figur 6: Säkerhetsriskernas koefficienter. (PSK 6800, 2008, s. 9).

Kritiskhetsindexet för enheten K_s när det gäller säkerhet beräknas med formeln:

$$K_s = p \times (W_s \times M_s). \text{ (PSK 6800, 2008, s. 9).}$$

Miljörisk

Enligt standarden är en miljörisk möjligheten till miljöförorening på eller utanför anläggningsplatsen. Miljöriskens viktningfaktor ökar exponentiellt och kan bedömas enligt följande: (PSK 6800, 2008, s. 10).

Kerroyin 0 Ei ympäristöriskiä
Laitteen vikaantuminen ei aiheuta ympäristön saastumisen vaaraa.

Kerroyin 2 Vähäinen ympäristöriski
Laitteen vikaantuminen voi aiheuttaa ympäristön likaantumista laitosalueella.

Kerroyin 4 Kohtalainen ympäristöriski
Laitteen vikaantuminen voi aiheuttaa paikallista laitosalueen saastumista.

Kerroyin 8 Merkittävä ympäristöriski
Laitteen vikaantuminen voi aiheuttaa laitosalueen ja lähiympäristön saastumista.

Kerroyin 16 Vakava ympäristöriski
Laitteen vikaantuminen voi aiheuttaa saastumista laitosalueella ja laajalla alueella sen ympäristössä, jonka korjaaminen vaatii suuria taloudellisia panostuksia ja palautuminen voi kestää useita vuosia.

Figur 7: Miljöriskernas koefficienter. (PSK 6800, 2008, s. 10).

Kritiskhetsindexet för enheten K_e när det gäller miljörisker beräknas med formeln: $K_e = p \times (W_e \times M_e)$. (PSK 6800, 2008, s. 10).

Produktionsförluster

Standarden anser med produktionsförluster förlorad produktionstid på grund av oplanerade driftstopp. Viktfaktorn för produktionsbortfall W_p beräknas enligt: $W_p = P_4 \times P_3 \times P_2 \times P_1$. Kritiskhetsindexet för enheten K_p när det gäller produktionsförluster beräknas med formeln: $K_p = p \times (W_p \times M_p)$. (PSK 6800, 2008, s. 10).

Kvalitékostnad

Med kvalitékostnader anser standarden kostnader för åtgärder som krävs att göra för att återställa produktens kvalité till den planerade nivån eller kostnader för att sälja produkten till ett rabatterat pris på grund av försämrade kvalité. Kritiskhetsindexet för enheten K_q när det gäller kvalitékostnader beräknas med formeln: $K_q = p \times (W_q \times M_q)$. (PSK 6800, 2008, s. 11).

Reparations- eller följdkostnader

Standarden anser att reparationskostnader är de kostnader som uppkommer om enheten går sönder och följdkostnader är de kostnader som uppstår när felet på en enhet leder till fel på en annan enhet. Faktorn ökar i förhållande till anläggningens förlorade produktionstid. Kritiskhetsindexet för enheten K_r när det gäller reparations- eller följdkostnader beräknas med formeln: $K_r = p \times (W_r \times M_r)$. (PSK 6800, 2008, s. 11).

4.4.4 Klassificering av kritiskhet

Vartefter kritiskhetsfaktorerna för varje enhet har fastställts, sorteras enheterna från högt till lågt kritiskhetsindex K i ett kalkylblad för att utföra en klassificering av kritiskhet. När alla enheters kritiskhet har fastställts, bestäms ett gränsvärde och en mer detaljerad bedömning utförs för enheter med högre kritiskhet. Detta gränsvärde baseras på erfarenhet så att denna metod är lämplig för att alla konsumenters specifika bruk. Tabell 2 visar exempel på klassificering av kritiskhet för en kartongmaskin. (PSK 6800, 2008, s. 3).

Tabell 2: Exempel på klassificering av kritiskhet.

Laitos
Kriittisyysluokittelun kohde
Tekijät
Versio
Päiväys

Kriittisyyden raja-arvo 700
Tuotannon menetyksen painoarvokerroin Wp 100

Toimintopaikan tunnistus	Toimintopaikan nimitys	Vikaantumisvähä (1...8)	Turvallisuus (0...16)	Ympäristö 0...16	Tuotannonmenetykset (0...4)	Loppustuotteen laatu (0...4)	Korjauskustannus (0...4)	Kriittisyysindeksi	Kriittisyyden osaindeksit					
		Painoarvot W →	30	20	100	30	20		K	Ks	Ke	Kp	Kq	Kr
KO-248	3.PURISTIN YLÄTELA	3	8	0	3	2	3	1980	720	0	900	180	180	
KO-247	3.PURISTIN ALATELA	3	8	0	3	2	3	1980	240	0	270	180	180	
KO-250	2.KUIVAUSRYHMÄN KÄYTTÖ	3	4	4	3	2	2	1800	120	240	270	180	120	
KO-244	1.PURISTIN YLÄTELA	3	4	0	3	2	3	1620	360	0	900	180	180	
KO-243	1.PURISTIN ALATELA	3	4	0	3	2	3	1620	360	0	900	180	180	
KO-242	2.PURISTIN ALATELAN KÄYTTÖ	2	2	8	4	2	3	1480	120	320	240	120	120	
KO-241	2.PURISTIN ALATELAN KÄYTTÖ	2	2	8	4	2	3	1480	120	320	800	120	120	
KO-239	1.PURISTIN KK1 ALAHUOVANJOHTOTELAT 3 kpl	3	2	0	2	2	2	1080	180	0	600	180	120	
KO-233	3.PURISTIN KARTONGINJOHTOTELELA	3	2	0	2	2	2	1080	180	0	600	180	120	
KO-210	VIIRAN IMUTELA	2	4	2	3	3	3	1220	240	80	180	180	120	
KO-210	VIIRAN IMUTELAN KÄYTTÖ	2	4	4	2	2	2	1000	240	160	120	120	80	
KO-238	Puristin 1 alateelan käyttö	2	2	2	1	2	2	600	120	80	60	120	80	
KO-209	VIIRAN VETOTELELA	2	4	2	2	2	2	920	240	80	400	120	80	
KO-232	KK 1:N PAINESIHTI	2	2	2	1	2	1	560	120	80	60	120	40	
KO-204	RINTATELELA	2	2	2	1	2	1	560	60	80	60	120	40	
KO-266	3.KUIVAUSRYHMÄN KÄYTTÖ	2	2	2	1	2	1	560	60	80	60	120	40	
KO-200	KK 1 PERÄLAATIKKO	2	0	0	2	2	0	520	0	0	120	120	0	
KO-264	YLÄVIIRAN KIRISTIN, 3.KUIVAUSRYHMÄ	1	4	4	2	2	2	500	120	80	200	80	40	
KO-257	KUIVAUSSYLINTERI N:O 1	1	2	4	2	3	2	470	60	80	200	90	40	
KO-258	KUIVAUSSYLINTERI N:O 2	1	2	4	2	3	2	470	60	80	200	90	40	
KO-251	KUIVAUSSYLINTERI N:O 3	1	2	4	2	3	2	470	60	80	200	90	40	
KO-235	VIIRAN JOHTOTELAN KÄYTTÖ	2	2	2	1	0	2	480	120	80	200	0	80	
KO-232	VIIRAN JOHTOTELAN KÄYTTÖ	2	4	2	2	0	2	800	240	80	120	0	80	
KO-226	VIIRAN PALAUTUSTELELA 2 kpl	2	2	2	2	1	1	700	120	80	120	60	40	
KO-222	VIIRAN PALAUTUSTELELA 2 kpl	2	2	2	2	1	1	700	60	80	120	80	40	
KO-225	HUOVANKIRISTIN, 2.PUR. YLÄHUOPA	1	2	4	1	1	1	290	60	80	100	30	20	
KO-219	YLÄVIIRAN KIRISTIN, 3.KUIVAUSRYHMÄ	1	2	2	1	2	2	300	60	40	100	60	40	
KO-214	YLÄVIIRAN OHJAUSTELELA, 3.KUIVAUSRYHMÄ	1	2	2	1	2	2	300	60	40	100	60	40	
KO-206	HUOVANKIRISTIN, 2.PUR. YLÄHUOPA	1	2	2	1	1	1	250	60	40	100	30	20	
JA-210	JÄLKJAUHIN 2	1	0	0	0	0	4	80	0	0	0	0	80	
KO-208	Puristin 1 alahuovan sulhkuputken oskilointi	1	0	0	0	2	0	60	0	0	0	60	0	

(PSK 6800, 2008, s. 12).

5 Tillvägagångssätt

Arbetet kommer innehålla flera olika steg för att få underhållssystemet så bra utvecklat som möjligt. Det kommer bland annat omfatta kartläggning av komponenter, uppdatering av underhållsprogrammet Novi, kartläggning av kritiska komponenter samt uppdatering av komponentlagret. Kartläggningen av vilka komponenter som anses vara kritiska kommer tas på basis av kvalitativa intervjuer, tillverkarnas rekommendationer samt företagets egna skade- och underhållshistorik. De kvalitativa intervjuerna kommer gå till så att fyra sakkunniga vid Vasa Elektriska kommer intervjuas. Dessa har sinsemellan varierande karriärbakgrund och utbildning, men har alla verkat inom fjärrvärmesektorn i minst 10 år.

För bara några år sedan var det nästan en självklarhet att alla reservdelar och komponenter gick att få tag i relativt snabbt, så konsumenten behövde inte själv uppbära ett så stort komponentlager. Men som tidigare redovisats så har marknaden ändrats radikalt de senaste åren med följd av långa, snabbt varierande och osäkra leveranstider av komponenter. Med dessa faktorer i åtanke så krävs det av konsumenten att göra en analys så man inte plötsligt råkar ut för långa driftstopp.

När Novi togs i bruk var det för att kunna bygga upp en underhållsplan, lägga in arbetsorder och följa med arbetets gång. Nu är uppdragsgivarens önskemål att detta skall utvecklas. Novi skall utvecklas med en noggrann inventering av alla anläggningars automationscentralers komponenter så att man snabbt skall kunna se vad för komponenter som finns vid respektive automationscentral. Dessutom så skall alla anläggningars reservdelslager inventeras så att man har alla reservdelar registrerade i Novi. Detta för att man vill kunna spara tid vid underhållsarbeten genom att genast få en uppfattning av reservdelslagret.

5.1 Kartläggning av komponenter

För att kunna konstatera vad respektive anläggning har för komponenter skulle dokument och ritningar igenomgå. Det visade sig dock vara problematiskt i vissa fall då dokumentationen var bristfällig eller felaktig, vilket ledde till att processen blev väldigt tidskrävande då varenda anläggning behövde besökas och alla komponenter krävdes att gås igenom och dokumenteras manuellt för att kunna säkerställa att man verkligen får rätta

komponenter med i arbetet. Anläggningarnas komponenter dokumenterades med Excel-tabeller och fotografier.

5.1.1 Inmatning av komponenter i Novi

I detta arbete har alla värmecentralers automationscentraler blivit genomgångna och dess komponenter blivit inmatade i Novi. Detta för att veta vad för komponenter som används vid varje anläggning och så att man lättare skall kunna dokumentera vad för arbete som har blivit gjort och vilka komponenter som har blivit utbytta. Figur 8 visar funktionen för att lägga till en komponent i Novi. Här tas information upp om komponenten såsom komponenttyp, tillverkare, återförsäljare samt lagringsplats.

Varaosa - Lisäys

Varasto: *

Nimi *

Koodi

Ryhmä

Tavararyhmä

Valmistaja

Toimittaja

Toimittajan koodi

Varastopaikka

Lisätieto

Yksikkö

Kokonaismäärä

Hälytysraja

Hinta

Varaosan toimitusaika

Tallenna Peruuta

Figur 8: Insättning av komponent i Novi.

Vartefter komponenten är inlagd i systemet skall den kopplas ihop med anläggningen/anläggningarna som den tillhör. Figur 9 visar ett exempel på en igenomgången brännarlogikcentral och man kan enkelt kontrollera vad för komponenter som centralen innehåller.

Laitekoodi	XHHA10EA001	Toimittaja
Nimi	Poltin PLC kattila 1	Valmistaja
Taso	XHHA10GH001 / K1 Polttimen ohjausyksikkö	Valmistusvuosi
Laitetyyppi	PLC	Käyttöönotto
Tyyppi		Takuu päättyy
Malli		Luokitus
Kaupunginosa		
Lisäsjainti		
Valmistusnumero		
Lisätieto		
Hierarkiapolku	TUOTANTOLAITOKSET > XSUHB10 / LÄMPÖKESKUS > POLTTIMET K1 K2_I / I > XHHA10GH001 / K1 Polttimen ohjausyksikkö > XHHA10EA001 / Poltin PLC kattila 1>	

Sulje Muokkaa Laskurit Työpyyntö Kopioi Uusi työkortti

↑ Tyypikohtaiset lisätiedot - 0

↓ Varaosat - 6

Koodi	Nimi	Kokonaismäärä	Määrä	Hyllypaikka	Määrä laitteessa
100529	PLC CPU	0	Sähköverstaas / 0		1
100530	Digital I/O	0	Sähköverstaas / 0		1
100531	Analog input	0	Sähköverstaas / 0		1
100532	Analog output	0	Sähköverstaas / 0		1
100533	Digital input	0	Sähköverstaas / 0		2
100584	Relay output	0	Sähköverstaas / 0		1

Figur 9: Komponentinnehåll i brännarlogikcentral.

Anläggningarna har egna komponentlager på plats med alla typer av mekaniska och elektroniska komponenter. Dessa har blivit genomgångna och dokumenterats i Novi för att lättare ha en överblick på vad som finns i lager, hur många enheter av komponenten som finns samt var komponenten i fråga är lagrad. Detta minimerar ståtiden vid ett haveri på grund av att vissa anläggningar använder samma komponenter, så vid ett eventuellt komponenthaveri kan man med hjälp av Novi enkelt kontrollera om komponenten i fråga finns som reservdel på någon annan anläggning.

I figur 10 kan man se att detta säkerhetsrelä finns som reservdel på två olika ställen och man kan effektivt lokalisera reservdelen.

Varaosa - 100592

Nimi	XXXXX	Yksikkö	
Koodi	100592	Kokonaismäärä	2
Ryhmä	Sähkötarvikkeet	Hälytysraja	1
Tavararyhmä	Turvarele	Hinta	1
Valmistaja	ABB	Varaosan toimitusaika	
Toimittaja			
Toimittajan koodi	XXXXXXXXXX		
Varastopaikka			
Lisätieto			

↓ Varastot - 2

	Nimi	Määrä	Hyllypaikka
	Paikka X	1	
	Paikka Y	1	

Figur 10: Ett säkerhetsreläs lagringsplatser.

5.2 Tillverkarnas åsikt

I företagets värmecentralanläggningar används komponenter från många olika tillverkare. Tillverkarna förfrågas om vad de anser är kritiska komponenter, vad som lönas för kunden att ha i lager, vad som ofta går sönder, leveranstider, har de alltid allt i lager samt nuvarande lagersaldo. Tillverkarna förfrågas även om underhållet på utrustningen.

Om den havererade komponenten i fråga inte finns i lagret hos tillverkaren kan det i värsta fall ta mer än ett år för kunden att få komponenten. Följden till det kan i mest katastrofala fall vara att anläggningen utsätts för driftstopp och produktionen är nere. Därför krävs det att Vasa Elektriska har en egen välutvecklade plan för hur man skall kunna säkerställa tillgången på komponenter.

Uppdateringen av reservdelslagret skall bli utfört på basis av tillverkarnas rekommendation, anläggningarnas skadehistorik, sakkunnigas erfarenhet samt leveranstid. Det bildar tillsammans ett resultat på vad för komponenter man anser skäligen att ha i lager, vilka komponenter man inte skall ha lagrade och vilka komponenter man skall förlita sig på att tillverkare eller leverantörer kan bistå med. Detta allt för att kunna minimera ståtiden vid ett eventuellt driftstopp, allt detta ska samtidigt övervägas med hur mycket kapital man är villig att satsa på komponenter för att kunna säkerställa fjärrvärmeproduktionen.

5.2.1 Brännarkomponenter

I Vasa Elektriskas värmecentraler används två olika brännartillverkare. Brännartillverkarna tillgodoser kunden med hela brännarenheten, mekaniska delarna samt tillhörande elektronik och automationskomponenter. Bägge brännartillverkarna har för det mesta alla komponenter i lager, dock kan de inte lova det, just på grund av att lagersaldot och världsläget kan ändras hastigt. Brännartillverkarna tillfrågades för anläggningsspecifika reservdelsförslag och rekommenderar dessa komponenter i lager:

Brännarkomponenter:
Flamvakt samt flamvaktsrelä
Reparationssats till brännarens spridarventil
Pressostat för olje- och lufttryck
Oljeregulator
Ställdon för luft, gas, olja samt brännarhuvud
Tändtransformator
PLC-komponenter
Packningar
Magnetventil
Läges- samt tryckbrytare
Differentialtryckmätning
Tryckvakt
Olje- och luftmunstycke
Olika typer av givare
Säkerhetsventil
Signalisolator
Universell omvandlarenhet
Brännarstyrenhet
Joniseringselektrod

5.2.2 Frekvensomvandlare

Företaget använder huvudsakligen frekvensomvandlare från två olika tillverkare, de används bland annat för att styra hastigheten på elmotorer så hetvattenpannan får rätt mängd luft till förbränningen. Dessutom används de till att styra hastigheten på elmotorer så att fjärrvärmevattnet kan transporteras runt i hela fjärrvärmenätverket och så att rätt tryck uppnås. Tillverkarna förfrågades om hurdana leveranstider de har och om alla ännu tillverkas, detta på grund av att vissa frekvensomvandlare har många år på nacken och därmed kan upphöra att tillverkas.

Det framkom att tillverkarna själva har överhuvudtaget inget eget lager av frekvensomvandlare. De mindre och mera vanliga frekvensomvandlarna kan man få tag i via återförsäljare, men de som är större än 100 kW görs enbart på beställning av kunden, vilket resulterar i mycket långa leveranstider. Bägge frekvensomvandlartillverkare kom med information om att de erbjuder en tjänst för utbytesenheter, det är en betaltjänst som innebär att tillverkaren lagrar alla kundens frekvensomvandlare och garanterar en bytesenhet dygnet runt. Tillverkarna rekommenderar denna tjänst starkt, på grund av att då får man en utbytesenhet levererad på bara några timmar. Tillverkarna erbjuder även service av alla deras frekvensomvandlare, dock löns det inte att serva mindre frekvensomvandlare på grund av servicekostnaden fort blir lika hög som om man skulle köpt en helt ny frekvensomvandlare. De större frekvensomvandlarna, över 100 kW, löns det dock att göra mera på, detta på grund av att nypriset på dessa är betydligt högre. Dessa komponenter rekommenderar frekvensomvandlarna att ha för alla större frekvensomvandlare än 100 kW:

Frekvensomvandlarkomponenter:
Kylfläktar
I/O-tilläggskort, med reläutgångar

5.2.3 Automationskomponenter och PLC

Som tidigare påpekats har automationskomponenter mycket långa leveranstider. Detta bekräftades även när jag tog kontakt med tillverkare och återförsäljare. Detta gäller särskilt för skyddsreläer och PLC-komponenter, till på köpet är dessa komponenter dyra. En del komponenter går att få relativt snabbt såsom vanliga reläer, strömkällor, signalisolatorer, dvärgbrytare och så vidare. Dessa kan ändå vara skäligen att ha i lager, på grund av de är relativt förmånliga och används på så många olika anläggningar. Tillverkarna av PLC-komponenter har ett eget krislager för komponenter, dessa går att få snabbt levererade. Dock kan det inte lovas att allt finns i lager hela tiden och priset är dessutom 20 – 30 % högre än normalt. För att kunna avgöra vilken återförsäljare som skulle användas skickades offertförfrågningar ut till flera återförsäljare i Finland med de vägande faktorerna pris och leveranstid. Offertförfrågningarna delades upp så att PLC-huvudenheter och PLC I/O-kort var skilt för sig från de resterande komponenterna, på grund av att de är betydligt dyrare komponenterna. Leveranstiden var jämförbar mellan alla återförsäljare. Som sammanfattning rekommenderar återförsäljarna samt tillverkarna att kunden ska ha alla automationskomponenter i lager, detta på grund av varierande och långa leveranstider.

5.3 Intervju med sakkunniga

Syftet med denna intervju var att intervjua sakkunniga inom fjärrvärmeindustrin och med hjälp av deras erfarenhet sammanställa en bra helhet gällandes värmecentralers funktionskritiska komponenter. Dessutom skulle det klargöras hur Novi och lagren skall utvecklas i praktiken. Samtliga respondenter jobbar på Vasa Elektriskas fjärrvärme-enhet, har mer än tio års erfarenhet inom branschen samt har kunskaper om värmecentraler. Dessa har antingen högre el- eller mekanisk utbildning och har som uppgifter allt från att planera underhåll till drift av kraftverk.

Frågorna som respektive respondent fick ta del av:

- Vem är du, vad har du för erfarenhet inom energibranschen?
- Vad krävs för att värmecentralen skall fungera?
- Vilka komponenter inverkar så inte värmecentralen fungerar?

- Vad har havererat förr som har inverkat att värmecentralen inte fungerat?
- Hur skall komponenterna lagras?
- Hur viktiga är reservkraftverken i fjärrvärmeproduktionen?
- Har du erfarenhet om kritiskhetsklassificering, är du bekant med PSK 6800?

5.3.1 Vad krävs för att värmecentralen skall funktionera

I denna fråga ville det fås fram vad som bör vara funktionerande för att värmecentralen skall kunna opereras. Här kom det delvis varierande svar men samtliga var överens att säkerhetsanordningssystem är det mest kritiska som måste fungera för att värmecentralen skall kunna opereras. Säkerhetsanordningssystemet kontrollerar så att alla säkerhetskrav är uppfyllda och anläggningen är säker att operera. En anläggning har otroligt många krav för att den skall kunna fungera. Säkerhetsanordningssystemen är uppbyggda med hjälp av flera säkerhetsreläer, som är uppdelade i många olika kretsar. Reläerna fungerar så att alla till kretsen hörande komponenter är kopplade i en lång slinga och om någon komponent bryter kretsen så leder det till säkerhetsreläet slår av, till följd att värmecentralen inte fungerar. Samtidigt krävs det att grundläggande saker såsom faktorer för att förbränningen skall kunna ske samt att hetvattenpannans kylning fungerar. Till förbränningen hör luft, olja samt tändgas. För att hetvattenpannan skall få luft och dessutom rätt mängd luft krävs det att fläktmotorerna samt deras frekvensomvandlare är funktionerande. Olja, i detta fall lättolja förvaras utanför anläggningen i en tank, varefter det pumpas med oljepumpar till anläggningen. För att värmecentralen skall fungera kräver den kylning samt ett komplett fjärrvärmesystem. Här finns temperaturgivare som avbryter körningen om temperaturen skulle bli för hög. Kortfattat krävs ett sömlöst samarbete mellan elektroniska och mekaniska komponenter för att anläggningen skall kunna opereras. PLC-huvudenheter samt deras I/O-kort är komponenter som måste fungera. Det är de som styr hela anläggningen. Det nämndes även att skärmar som tillhör PLC kan vara kritiska, detta på grund av att i vissa applikationer kan de vara enda stället man kan kvittera bort ett eventuellt fel.

Som det tidigare påpekats är dubblering av komponenter mycket viktigt, till exempel givare är oftast inte dubblerade och det medför vid ett fel att anläggningen inte fungerar. Till

motsats oljepumpar, som vanligen är dubblerade och det medför att oljan kan transporteras till hetvattenpannan även fast en av oljepumparna skulle vara felaktig. Från en av respondenterna påpekades att elavbrott kan medföra stora problem. Man kanske till och med tar det för givet att elförsörjningen alltid funktionerar, men fakta är att vid ett elavbrott så fungerar inte värmecentralen. Dock kan vissa värmecentraler ha egen reservelförsörjning som tryggas med hjälp av en generator. Samtidigt bör det påpekas att det kan vara farligt att köra ett kraftverk om delar av fjärrvärmesätverket är utan elförsörjning, på grund av att givare för till exempel temperatur och tryck möjligen inte visar något värde runt om i nätverket. Dock leder större elavbrott även till andra problem, såsom att konsumenternas värmeväxlare inte fungerar. Normalt sätt körs värmecentralerna på distans från kontrollrummet men om ett förbindelseproblem mellan kontrollrummet och anläggningen uppkommer så måste anläggningen köras för hand på plats men det kräver att en operatör är vid anläggningen och övervakar hela tiden. Samtliga respondenter är överens att efter man slutat med tjockolja och övergått till lättolja har de mekaniska problemen drastiskt minskat. Med tjockolja var det mer förekommande med ventiler och spjäll som kärvade på grund av all nedsmutsning.

5.3.2 Komponenter som påverkar värmecentralens funktion

Uppräkningen nedanför är en sammanfattning av vad respondenterna har nämnt som kritiska komponenter. Vid företagets anläggningar har många komponenter havererat och på grund av det gjort att värmecentralen inte fungerat.

Funktionskritiskakomponenter i en värmecentral:
PLC-komponenter
Säkerhetsreläer
Säkerhetsanordningssystem-komponenter
Flamvakt samt flamvaktrelä, ljusgivare
Elmotorer
Joniseringsförstärkare
Tändtransformator
Kritiska kontakter och reläer
Motorskydd
Frekvensomvandlares tilläggskort
Frekvensomvandlare
Eldstadens övertryck- och övertempgivare
Temperaturgivare
Tryckgivare

Lägesgivare
Difftryck givare

En av respondenterna kom genast att tänka på ett problem på den mekaniska sidan; under körning så lossnade styrspaken till förbränningsluftens styrspjäll vilket resulterade i att körningen avbröts. Problemet behövde lokaliseras och fixas innan körningen kunde fortsätta på nytt. En annan sak som påpekades var att då anläggningarna förr kördes med tjockolja så var det mycket viktigt med regelbunden rengöring av de roterande naven och brännoljefiltren. Nuförtiden då anläggningarna körs med lättolja är detta inte lika viktigt.

5.3.3 Lagring av komponenter

Respondenterna svarade att komponenterna ska ha sina egna tydligt markerade hyllor och fack i skåpen, de skall lagras på ett lätt överskådligt ställe så man effektivt kan hitta komponenten i fråga. De mekaniska komponenterna skall förvaras vid anläggningen i fråga på en lämplig plats, till exempel i en tråkista. De elektroniska komponenter som bara finns på en specifik anläggning skall förvaras på ett lämpligt ställe vid anläggningen, till exempel märkta skåp eller lådor, annars i lagret vid kraftverket.

5.3.4 Värmecentralernas relevans

Det lyftes fram att alla kraftverken har inrättats med noggrant övervägande, så att de uppfyller kraven som lagen kräver såsom storlek och att de är lokaliserade på rätt ställe. De fungerar som kraftverk vid effekttoppar och som reservkraftverk, de är mycket viktiga och avgörande för att kunna säkerställa kontinuerlig och tillräcklig produktion av fjärrvärme. Fjärrvärmenätet måste samtidigt kunna delas upp i öar vid allvarliga skador eller läckage på en del av nätet eller på anläggningarna. Sjukhusanläggningar och platser där ett stort antal människor kan rymmas i en nödsituation är alltid av högsta prioritet. En del har även egen reservgenerator så att de även fungerar om eldistributionen skulle sluta fungera.

5.3.5 Erfarenhet av kritiskhetsklassificering

De intervjuade har ingen direkt erfarenhet om PSK 6800 men de står på kunskap om kritiskhetsklassificering, en av de intervjuade har utfört kritiskhetsklassificering på en stor CHP-anläggning samt tillhörande turbinanläggning. De resterande har allmän kunskap om

kritiskhetsklassificering och om vad det innebär då det arbetat länge inom branschen och således samlat på sig erfarenhet. De håller med om att det är ett viktigt arbete, borde arbetas mera med och undersökas vad annat man borde kritiskhetsklassificera.

6 Resultat

Detta kapitel presenterar resultaten av arbetets praktiska del. Kapitlet inkluderar komponentinventering, säkerställning av komponenter samt lagring av komponenter.

6.1 Komponentinventering

Komponentinventeringen blev komplett, väldokumenterad, och resulterade i att varenda anläggnings automationscentral dokumenterades med fotografier samt Excel-tabeller. Vartefter alla anläggningars komponentlager dokumenterats blev de insatta i Novi. Det ger som resultat att man effektivt kan kontrollera i Novi om man har reservdelen i fråga i lager och i sådana fall var den är lagrad och till vilken anläggning komponenten hör till. En viktig sak är även att man kan kontrollera om delen passar till flera olika anläggningar. Detta underlättar i framtiden vid underhållsarbeten då man snabbt får en överblick vad för komponenter som automationscentralen i fråga innehåller.

6.2 Säkerställning av komponenter

Under arbetets gång konstaterades det att tillgången på komponenter går att säkerställa på flera olika sätt.

- Köpa från återförsäljare, de vanligaste komponenter fås oftast samma vardag, alternativt några vardagars leveranstid.
- Komplet eget lager, det dyraste alternativet men då kan man garantera att man alltid har alla komponenter i lager och kan därmed göra ett eventuellt driftstopp så kort som möjligt.
- Tillverkaren har ett eget reservdelslager med komponenter som kan skickas till kunden, dock är detta alternativ inte optimalt i alla situationer, för de flesta tillverkarna kan inte garantera, att allt, alltid finns att fås. Leveranstid här är mycket varierande.
- Två tillverkare av frekvensomvandlare erbjuder tjänst för utbytesenheter, det är en betaltjänst som innebär att tillverkaren lagrar alla våra frekvensomvandlare och

bistår med servicepersonal samt byte av den havererade komponenten dygnet runt.

- Tillverkarna av PLC-komponenter har ett eget krislager för komponenter, dessa går att få snabbt levererade. Dock kan det inte lovas att allt finns i lager hela tiden och priset är dessutom 20 – 30 % högre än normalt.

Med hjälp av dessa alternativ, de kvalitativa intervjuresultaten samt tillverkarnas rekommendation kan en plan byggas så att man kan säkerställa komponenttillgången på mest lämpliga sätt.

6.2.1 Brännarkomponenter

Efter man tagit del av intervjuresultatet, skadehistoriken på företagets brännarutrustning och tillverkarnas rekommendationer finns det mycket brännarkomponenter som är kritiska och som har tendens att haverera.

Brännartillverkarnas egna lager är bra påfyllt med mekaniska komponenter men knappt befintligt med automationskomponenter, brännar-automationskomponenterna har därför lämnats bort här och tagits med i kapitlet 6.2.3 i stället. Tillverkarna förfrågades på anläggningsspecifika offerter på kritiska komponenter, varefter det skall nu tas ett investeringsbeslut samt kontrolleras med vad för komponenter man behöver fylla på med för att kunna säkerställa komponenttillgången.

6.2.2 Frekvensomvandlare

Efter att varit i kontakt med tillverkarna för frekvensomvandlarna konstaterades det att frekvensomvandlare under 100 kW går snabbt att fås på grund av att de finns i lager vid återförsäljare medan större än 100 kW enbart tillverkas på beställning vilket resulterar i långa leveranstider. Samtidigt erbjuder bägge tillverkare en betaltjänst för utbytesenheter, detta innebär att tillverkaren garanterar en utbytesenhet dygnet runt med så korta leveranstider som bara några timmar. Det framkom i de kvalitativa intervjuerna att respondenterna anser frekvensomvandlarna vara kritiska enheter. Detta på grund av att de havererat sporadiskt när man kollar företagets skadehistorik.

Med detta som grund skall alla anläggningars frekvensomvandlare större än 100 kW skickas in till respektive tillverkare för att få offert på bytesenhetstjänsten varpå man kan sedan ta ett investeringsbeslut. Frekvensomvandlarna som är under 100 kW förlitar man sig på återförsäljarnas leveransmöjlighet samt det egna lagret. I det egna lagret finns diverse frekvensomvandlare i olika storlekar. Man kan även i de flesta fall använda en "för stor" frekvensomvandlare i förhållande till elmotorn. Om det riktigt krisar sig så kan man även koppla förbi frekvensomvandlaren och köra elmotorn på fulla varvtal och därmed bara styra elmotorn med av- och påslagning. Underhållet på frekvensomvandlarna över 100 kW skall även gås igenom och se om det nuvarande är tillräckligt eller om det kräver en uppdatering, detta för att kunna minska risken för fel.

6.2.3 Automationskomponenter och PLC

Efter den praktiska delens skeptiskhet till tillgången på automationskomponenter skall alla automationskomponenter som anses vara kritiska beställas. En sak som kom fram i intervjuerna var att hur går det att byta ut en viss tillverkares komponent till en annan tillverkares motsvarande komponent. Detta kan vara möjligt om den motsvarande komponenten i fråga är identisk, lagen tillåter det och att inte utbyte av denna häver någon möjlig garanti. Det som oroade mest är PLC-komponenter och skyddsreläer, dessa kan ha leveranstider från återförsäljare på över ett år. Dessa går heller inte och blanda sinsemellan tillverkare utan det behöver vara just exakta komponenten. PLC-tillverkarna har sitt krislager, dock är det dyrare och osäkert då de inte kan garantera leverans. Därför blev det som slutsats bestämt att alla PLC-komponenter och skyddsreläer skall finnas i lager. En del vanligare komponenter finns i lager vid återförsäljare, dessa tas ändå i lager till viss del på grund av att de är relativt förmånliga. Därtill beställs även kontaktorer och relän som styr kritiska enheter. Strömkällorna finns i många olika storlekar och märken så det beslutades att man beställer en av varje storlek, oberoende om det finns till exempel tre olika 10 A strömkällor men från olika tillverkare, så tas det bara ett stycke 10 A strömkälla från en tillverkare.

6.3 Lagring av komponenter

När arbetet inleddes var komponenterna lagrade olika från anläggning till anläggning, vissa hade mekaniska blandat sinsemellan med elektroniska komponenter i en hög inne i ett skåp, det fanns ingen struktur på systemet och det ledde till att det var svårt att hitta något och veta var någonting är. Det fanns dess utöver heller ingen som helst dokumentation om vad som fanns lagrat vid respektive anläggning och hur mycket, det löste sig dock här tidigare i arbetet med komponentinventeringen. Det som kom fram i intervjun var att komponenterna skall lagras på ett lätt överskådligt ställe så man enkelt kan hitta komponenten i fråga. Mekaniska komponenterna skall lagras vid respektive anläggning i en trækista likt figur 11, de mindre mekaniska komponenterna kan lagras i skåp. De elektroniska komponenterna som är allmänna eller finns vid flera olika anläggningar skall lagras vid företagets huvudlager, annars vid anläggningen i plåtskåp likt figur 12. Allt detta skall sedan dokumenteras i Novi med plats och hyllnummer så man enkelt får information om var komponenten är lagrad.



Figur 11: Exempel på trækista. (Parlok, 2023).



Figur 12: Exempel på plåtskåp. (Treston, 2023).

7 Diskussion

Som helhet blev resultatet riktigt bra, målet uppnåddes i sin helhet med inventeringen och man kan lätt kontrollera i Novi vad ett specifikt objekt har för komponenter. Därtill kan man kontrollera vad för komponenter som finns i lager och var någonstans dessa finns lagrade. Även huvudmålet lyckades genom att ta reda på vilka komponenter som är kritiska för värmecentralens funktion och med hjälp av det kunna säkerställa komponenttillgången.

Något som överraskade mig var hur tidskrävande allt det här skulle vara. Största tidsbovarna var bristfälliga dokument från entreprenörer vilket ledde till att anläggningarna måste inventeras på plats. Annat som krävde tid var väntande e-post från företagen som kontaktades.

I framtiden skall underhållet kontrolleras så att man har rätt underhåll insatt i Novi och risken för fel minimeras. Arbetet var riktigt intressant och mångsidigt, därtill har jag under arbetes gång förbättrat mina kunskaper om värmecentraler och förebyggande underhåll.

Tack till alla på Vasa Elektriska som i detta projekt bistått med värdefull information för att kunna nå detta resultat. Jag vill även rikta ett tack till min handledare för all hjälp han bidragit med.

8 Källförteckning

- Energiateollisuus. *Finnish Energy*. Hämtat 24.04.2023 från District heating networks:
https://energia.fi/en/energy_sector_in_finland/energy_networks/district_heating_networks
- Hanhimäki, J. (2013). *Utveckling av förebyggande underhåll*. Hämtat från
https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/60920/Hanhimaki_Jani.pdf?sequence=1
- Järviö, J., & Lehtiö, T. (2017). *Kunnossapito, tuotanto-omaisuuden hoitaminen*. Helsinki: Promaint.
- Mäkelä, V.-M., & Tuunanen, J. (2015). *Suomalainen Kaukolämmitys*. Hämtat från
<https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/97138/URNISBN9789515885074.pdf?sequence=1>
- Parlok. *Vanerilaatikko 1900x600/550x600*. Hämtat 09.05.2023 från
<https://www.parlok.fi/tuotteet/vanerilaatikko-1900x600-550x600-17585737/>
- Pinja. *Novi by Pinja -perusjärjestelmä*. Hämtat 15.04.2023 från
<https://knowledge.pinja.com/novi-perusjarjestelma>
- PSK 6800. (2008). i *Laitteiden kriittisyysluokittelu teollisuudessa*. PSK Standardisointiyhdistys ry.
- Statistikcentralen. (2020). *Energikällor för uppvärmning av byggnader efter byggnadstyp tabell 7.2*. Hämtat från
https://pxhopea2.stat.fi/sahkoiset_julkaisut/energia2021/html/ruot0006.htm
- Steffens, J., & Möller, P. (2006). *Underhållsteknik, Faktabok*. LIBER AB.
- Treston. *Teollisuushyllykaapit*. Hämtat 09.05.2023 från
<https://www.treston.fi/sailytys/teollisuushyllyt-ja-kaapit/teollisuushyllykaapit>
- Vapor Power And Heat. *Vapor Steam Boilers - Technical Specifications*. Hämtat 05.05.2023 från
https://www.vapor.fi/_files/ugd/7e2432_d66dbb0a88464d80837d2dd8605e3b81.pdf
- Vasa Elektriska. *Fjärrvärmeproduktion i realtid*. Hämtat 10.01.2023 från
<https://www.vaasansahko.fi/sv/fjarrvarmeproduktion-i-realtid/>
- Vasa Elektriska. *Om Vasa Elektriska*. Hämtat 12.04.2023 från
<https://www.vaasansahko.fi/sv/om-vasa-elektriska/>