

Utvärdering av koncept för ersättande energilösningar till en ångpanna

Ahmed Ahmed Hussein

Examensarbete för ingenjör (YH)- examen

Maskin-och produktionsteknik

Vasa, 2024



EXAMENSARBETE

Författare: Ahmed Ahmed Hussein

Utbildning och Ort: Maskin -och produktionsteknik Vasa

Inriktningalternativ: Maskinkonstruktion

Handledare: Kenneth Ehrström, Fredrik Tidström

Titel: Utvärdering av koncept för ersättande energilösningar till en ångpanna

Datum: 13.4.2024

Sidantal: 32

Bilagor: 2

Abstrakt

Detta examensarbete utförs på uppdrag av företaget Orapac Oy Ab. Företaget planerar att minska eller eliminera användningen av brännolja som för närvarande används för att tillverka vattenånga i produktionsprocessen. Användningen av fossila bränslen minskar alltmer då världen övergår till förnybar energi på grund av de negativa miljöeffekterna. Detta examensarbete är en översikt av olika energikällor såsom solenergi samt brännolja. I arbetet behandlas även hur ånga framställs och vad den används till i och med att den används i företagets produktion. Företaget strävar efter att minska eller eliminera beroendet av brännolja för produktion av vattenånga som används i produktionsprocessen. Fokus ligger på att ersätta och hitta andra lönsamma energilösningar för produktionen.

I detta examensarbete behandlas de olika uppvärmningssystem som finns och hur de fungerar samt solenergi som energikälla. I arbetet beskrivs även de olika former av alternativa energilagringssystem som finns samt hur man lagrar överskottsenergi för senare bruk.

För att eliminera användningen av fossila bränsle är förslaget att implementera en elpanna H-120E vars effekt är 96 kW med en ångkapacitet på 125 kg/h. Elpannan klarar av att uppfylla kraven på ångproduktion som anläggningen kräver.

Språk: svenska Nyckelord: ångproduktion, brännolja, solenergi, elpanna, ångpanna

BACHELOR'S THESIS

Author: Ahmed Ahmed Hussein

Degree Program: Mechanical and Production Engineering

Specialization: Mechanical Construction Engineering

Supervisors: Fredric Tidström, Orapac Oy, Kenneth Ehrström, Novia university off applied Sciences

Title: Evaluation of concepts for alternative energy solutions for a steam boiler.

Date: 13.4.2024

Number of pages: 32

Appendices:2

Abstract

This thesis was done on behalf of the company Orapac Oy Ab. The company plans to reduce or eliminate the use of fuel oil that is currently used to produce steam in the production process. The use of fossil fuels is decreasing as the world transitions to renewable energy due to the negative environmental effects. This thesis provides an overview of various energy sources such as solar energy and fuel oil. The work also addresses how steam is produced and its use in the company's production. The company aims to reduce or eliminate its dependence on fuel oil for steam production used in the production process. The focus is on replacing and finding other profitable energy solutions for production.

This thesis covers the different heating systems available and how they function, as well as solar energy as an energy source. The work also describes the various forms of alternative energy storage systems available and how surplus energy is stored for later use.

To eliminate the use of fossil fuels, proposals have been made to implement an electric boiler H-120E with a power of 96 kW and a steam capacity of 125 kg/h. The electric boiler can meet the steam production requirements that the facility demands.

Language: swedish Keywords: steam production, fuel oil, steamboiler solarPower, electric boiler

Innehållsförteckning

1	Inledning	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte	1
1.3	Mål	1
1.4	Avgränsning	2
1.5	Företagsbeskrivning	2
1.6	Disposition	3
2	Teori	3
2.1	Ångproduktion	4
2.1.1	Ångpanna som använder uppvärmningsolja	5
2.1.2	Elpanna	6
2.1.3	Värmepump	6
2.2	Förnybara energikällor	9
2.2.1	Solenergi	9
2.2.2	Solfångare	11
2.2.3	Plana solfångare	12
2.2.4	Vakuumsolfångare	12
2.3	Lagring av energi	13
2.3.1	Pumpkraft	14
2.3.2	Svånghjul	14
2.3.3	Vätgas	15
2.3.4	Sandbatteri	15
3	Metod	16
3.1	Analys	16
3.1.1	Beräkning	19
4	Resultat	19
5	Diskussion	22
5.1	Slutord	23
6	Litteraturförteckning	24

1 Inledning

Användningen av fossila bränslen minskar alltmer då världen övergår till förnybar energi på grund av de negativa miljöeffekterna. Detta examenarbete är en översikt av olika energikällor såsom solenergi samt brännolja. I arbetet behandlas även hur ånga framställs och vad den används till i och med att den används i företagets produktion. Företaget strävar efter att minska eller eliminera beroendet av brännolja för produktion av vattenånga som används i produktionsprocessen. Fokus ligger på att ersätta och hitta andra lönsamma energilösningar för produktionen.

1.1 Bakgrund

Detta examensarbete utförs på uppdrag av företaget Orapac Oy Ab. Företaget planerar att minska eller eliminera användningen av brännolja som för närvarande används för att tillverka vattenånga i produktionsprocessen. Ångpannan är i drift på vardagar och i medeltal används cirka 22 000 liter brännolja per år. Förbrukningen varierar mellan 20000–25000 liter per år. Företaget har även installerat egna solenergianläggningar vars totala både mark och takinstallation ger cirka 150 000 kWh/år. Under år 2024 kommer det även att ytterligare installeras 130 kilowatt Peak som ger cirka 100 000 kWh/år. Företaget utviner redan en del av sin energi från solenergianläggningar och planen är att anläggningen skall generera 250 000 kWh per år efter år 2024. Företagets totala elenergiförbrukning ligger kring 570 000 kWh/år.

1.2 Syfte

Syftet med detta examensarbete var att utforska möjligheten till att vara fossilfri i företaget dvs eliminera användningen av uppvärmningsoljan som används till att tillverka vattenånga i produktionsprocessen genom att ersätta med andra alternativa energilösningar samt undersöka och utvärdera koncept för ersättande energilösningar för en ångpanna.

1.3 Mål

Målet med detta examensarbete var att planera och hitta ett sätt att antingen eliminera eller minska beroendet av brännolja till företagets produktion. Genom att ersätta den befintliga oljepannan till en elpanna med hänsyn till rätt effekt samt planera och reda ut möjligheten

att lagra överskottsenergi. Målet var även att hitta en passlig ångpanna för investering åt företaget.

1.4 Avgränsning

Detta examensarbete begränsar sig till att undersöka och utvärdera koncept för ersättande energilösningar för en oljeångpanna.

1.5 Företagsbeskrivning

Företaget Orapac Oy Ab grundades år 1990. Företaget befinner sig i Oravais och har specialiserat sig på förpackningar inom offsettryckta förpackningar i miniwell, mikrowell och kartong. Till deras sortiment hör även otryckta basförpackningar i wellpapp och är därmed störst i Finland på offset-tryck miniwell och mikrowell. (Orapac,u.å.).

Företaget planerar produkten med sina kunder utifrån kundens önskemål och deras behov samt konstruerar produkten med hjälp av cad program så kallad 3D-modellering. Genom 3D modellering skapas prototyp av produkten vilket ger kunden möjlighet till att ta del av planering av produkten samt design. (Orapac,u.å.). Företaget har år 2023 tillverkat över 20 miljoner förpackningar med en leveranssäkerhet på 98,7%. (Orapac, 2023). Verksamheten är certifierade enligt ISO 14001, 9001. (Orapac,u.å.).

Orapac har sedan 2019 ett dotterbolag BestPak Ab i Pirkkala och i Kihnio. BestPak Ab erbjuder kompletterande produkter anpassade efter kundens behov och önskemål i wellpappförpackningar med tryck, standardwellpapplådor, butiksdisplayer och även transportförpackningar i wellpapp. (Orapac,u.å.). Orapac har idag 24 anställda i Oravais. (Orapac, 2023). Koncernen har en personal styrka på cirka 45 personer anställda. (Orapac,u.å.). Företaget har en omsättning på 15,8 miljoner euro. (vainu,u.å.).



Figur 1. Orapac Oy AB. (Orapac,u.å.).

1.6 Disposition

Här nedan presenteras examensarbetets olika delar samt kortfattat om innehållet i de olika kapitlen.

I det första kapitlet beskrivs allmänt om examensarbetets uppdrag samt syfte och bakgrund till uppdraget. Här presenteras även uppdragsgivaren samt avgränsning till arbetet.

I teorikapitlet behandlas den teori som examensarbetet handlar om bland annat ångproduktion och dess process, ångpannor som använder uppvärmningsolja, allmänt om elpanna, olika uppvärmningssystem, solenergi samt olika former av energi lagringssystem.

I metodkapitlet beskrivs vilka olika metoder som har använts under examensarbetets olika delar för att åstadkomma ett slutligt resultat.

I resultatkapitlet beskrivs slutresultatet som man har kommit fram till samt lösningar till uppdraget, förslag och ändringar till befintliga system som finns i företaget samt förslag till investeringar.

I diskussionkapitlet diskuteras examensarbetet i sin helhet samt reflekteras över de resultatet som man kommit fram till samt vilka utmaningar man har stött under projektets gång.

2 Teori

I teorikapitlet behandlas den teori som examensarbete grundar sig på. Inledningsvis behandlas ångproduktion-och hur ånga framställs och vad ånga används till, ångpannor som använder uppvärmningsolja som bränsle, genomgång av olika uppvärmningssystem såsom värmepump, solenergi som energikälla samt olika alternativa energilagringssystem.

2.1 Ångproduktion

Ånga i sin enkla form bildas genom att vatten värms upp till dess kokpunkt det vill säga 100 grader Celsius vid normalt lufttryck. (Loster, 2012). Vid uppvärmningsprocessen då vattnet har uppnått sin kokpunkt byggs molekyler med kinetisk energi för att avdunsta innan de återigen återgår till vattnet. Vid extra upphettning leder det till att ångbubblor bildas vilket gör att vattnet stiger till ytan och bildar så kallad mättad ånga. Det finns tre olika typer av ånga var av den första är mättad ånga, överhettad ånga samt avspänningsånga. Mättad ånga är den ånga som bildas i början av processen dvs då vattnet först värms och har uppnått sin kokpunkt. Efter att ångan är mättad innebär det att ångan är i jämvikt vilket betyder att den är i sitt kondenserade tillstånd. Mättad ånga är viktigt ånga i industriella applikationer eftersom den innehåller tillräckligt med energi. (Spiraxsarco, 2023).

Överhettad ånga är den ånga som bildas då dess temperatur blir högre än ångans mättnadstemperatur vilket innebär att överhettad ånga har relativt mer energi jämfört med mättad ånga vad gäller trycknivå. (Spiraxsarco, 2023).

Avspänningsånga är den ånga som bildas då kondensat av högtryck minskar vilket resulterar att den del som är kvar ur kondensatet återigen går till ånga eller blir till värmeenergi. (Spiraxsarco, 2023).

Inom industrin används ofta ångpannor för att producera ånga genom förbränning av olika bränsle beroende på vilken bränsle man har tillgång till. Efter förbränning genereras värme som sedan vidareförs till huvudkammaren med hjälp av en värmeväxlare och ett värmelement som är avsett för att värma vattnet. Efter att vattnet har värmts upp tillräckligt och har uppnått sin kokpunkt förvandlas vattnet till ånga som sedan med hjälp av rörsystem vidareförs till det ställe den skall och används då till det ändamål man behöver. (Spiraxsarco, 2023).

Ånga kan användas i olika former genom att till exempel skapa el med hjälp av att man kopplar ångturbiner till generatorer. Ånga anses vara ur teknisk synvinkel utmärkt energibärare eftersom den kan överföra en stor mängd med energi samt att det är ekonomiskt för industriella processer. (Loster, 2012).

För att tillämpa och använda ånga måste man kunna genomföra beräkningar samt dimensioneringar som behövs i ångsystemet vilket innebär att man måste ha rätt information angående data om ånga och dess olika tillstånd. För att ha rätt tryck och temperatur följs ofta ångtabeller. (Loster, 2012).

2.1.1 Ångpanna som använder uppvärmningsolja

Ångpannor som använder uppvärmningsoljas funktion är att det i första hand börjar med att oljan tas ifrån en tank. Var av oljan vidareförs till en så kallad dagstank som används för att lagra olja i den mängd som man behöver bränna till sitt ändamål. Oljan vidareförs till förbränningskammaren var oljan i sin tur antänds vilket resulterar att värmeenergi bildas. Förbränningen genererar värme som sedan med hjälp av värmeväxlare överförs till vattnet. Det värmda vattnet används även till olika ändamål. På grund av förbränning av oljan bildas även rök som på något sätt leds ut via skorsten. Användningsområden för en oljepanna har länge varit en viktig värmekälla vad gäller uppvärmning av hus och industrier samt framställning av ånga. (Ulma, 2022).

Oljepannor som använder uppvärmningsolja har tidigare varit populär dels för att oljepriset var förmånligare jämfört med idag då oljepriset har stigit, dels för att systemen inte krävde för mycket underhåll och samtidigt som man ansåg att systemet var pålitligt. Eftersom oljan var en stor värmekälla för ungefär 50–60 år sedan hade man ingen aning om dess höga koldioxidutsläpp på grund av förbränningen som uppstod som inverkar negativt på miljön. (Ulma, 2022).

Fördelarna med en ångpanna som använder uppvärmningsolja anses inte vara många men systemet anses åtminstone vara lättskött och på det sätt kräver lite underhåll. Men systemet kräver även regelbundna kontroller. (Ulma, 2022).

Nackdelarna med en oljepanna är många. Största nackdelen med användningen av olja är förbränningens höga koldioxidutsläpp och andra föroreningar som har en stor inverkan på miljön i och med att allt utsläpp släpps ut till naturen. Priset på olja har även stigit på senare tid så det är väldigt dyrt att ha en oljepanna i drift. En annan nackdel är att en panna ofta kräver en stor yta jämfört med andra värmesystem. I och med att äldre pannor har en sämre verkningsgrad resulterar det ibland en stor värmeförlust eftersom verkningsgraden på en äldre panna uppskattas ha så låg verkningsgrad som 50%. Nyare ångpannor uppskattas ha en verkningsgrad upp till 80% eller 100% (Ulma, 2022). En annan nackdel med användning av olja är att det kan ta slut närsomhelst eftersom det är fossilt vilket tidigare nämnt ha dålig inverkan på miljön. (Energimyndigheten, 2017).

2.1.2 Elpanna

En elpanna är enhet som används för att värma upp vatten och används i olika ändamål. Enheten drivs med el och med hjälp av värmeelement värms vattnet upp och via en rörledning cirkulerar vattnet som kan användas till olika ändamål och därefter återigen återgår till elpannan innan processen börjas om på nytt. (ägavärmepump,u.å.).

En elpanna har nära 100 procent verkningsgrad vilket i praktiken betyder att en elpanna förbrukar lika mycket energi som den ger ut. En elpanna använder el som värmekälla vilket betyder att den är beroende av el och priset på el kan vara relativt dyr i dagsläge men kan alltid kompletteras med en annan värmekälla såsom solenergi. En elpanna kan även kompletteras med en värmepump som tar energi som är lagrade från marken. Att installera en elpanna är inte heller dyrt. (ägavärmepump,u.å.).

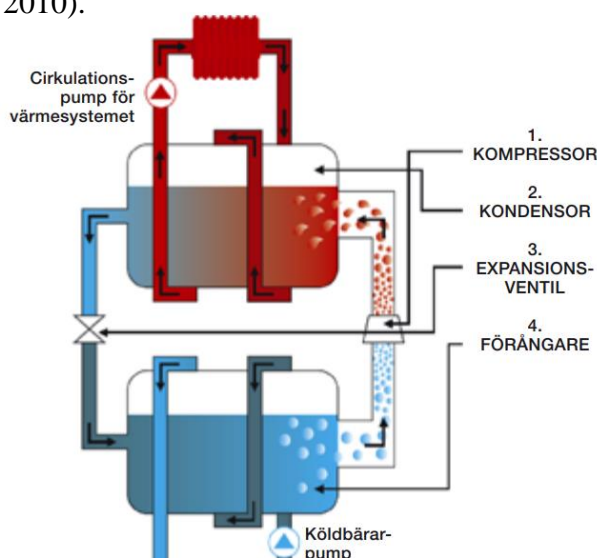
Elpannor anses vara miljövänliga till skillnad från oljepannor som har höga koldioxidutsläpp. Därmed har en elpanna inte något koldioxidutsläpp om elen produceras med förnybara energikällor. En annan fördel med en elpanna är att den inte kräver så mycket skötsel eftersom den inte har så många rörliga delar och kommer som ett komplett system vid installation. En elpanna anses även vara driftsäker och risken relaterad till att det blir tekniska fel är ganska liten. (Luis & Perez, 2024).

Det finns olika typer av elpannor med olika effektklasser, beroende på ändamål så har elpannor olika effekt klasser allt från 1.5 kW till 1500 kW. Elpannorna kan ha olika tryck allt från 6 bar upp till 40 bar. Det finns olika leverantörer av elpannor i marknaden. (Varmebaronen,u.å.).

2.1.3 Värmepump

En värmepump är en enhet som används för att hämta värme från omgivningen, luft, jord, berg eller sjöar. Enheten drivs med el och används främst förflyttning av värme med hjälp av en kompressor, kollektor, värmeväxlare och ett cirkulerande kylmedel. Kylmedium som används kan i princip ha så låg temperatur som under noll grader. Vid noll grader krävs det inte så hög temperatur uppvärmning vid marken, oftast så är tillräckligt temperatur så lite som några plus grader. Vid låg temperatur förångas kylmedlet som passerar via värmeväxlaren och därefter ökas trycket av ångan med hjälp av kompressorn, ångan leds vidare igen via andra värmeväxlare vilket gör att ångan kondenserar tillbaka till sin vanliga vätskeform till en temperatur tillräckligt nog att värma upp uppvärmningssystemet. (Tekniskamuseet, 2024).

Bilden i figur 2 beskriver hur systemet för en värmepump exakt går till, som tidigare nämnt använder en värmepump el i och med att den drivs av en kompressor. Värmeöverföringen passerar igenom köldbärarpumpen som är avsedd för att vidare transportera värmen från en källa med en lägre temperatur. Vid lägre temperatur ångas köldmediet i och med att trycket är lägre vid förångaren. I kompressorn komprimeras köldmediet varvid trycket och temperaturen stiger. Efter denna process avger kondensator värme genom en värmeväxlare till uppvärmningssystemet. Innan processen börjas om igen övergår mediet tillbaka till sin vanliga vätskeform genom expansionsventilen in till förångaren. (Energimyndigheten, 2010).



Figur 2. Hur en värmepump fungerar. (Energimyndigheten, 2010).

Fördelen med en värmepump är att elkostnaden sänks i längden ju längre tid man använder eftersom energin utvinns från marken dvs den har en billig uppvärmning. En värmepump är även nästan underhållsfri och kräver inte så mycket skötsel. En annan fördel är att den ur miljösynvinkel ger miljövänlig uppvärmning. (Vivarmer, 2020).

En värmepump är även energieffektiv vilket betyder att den kan producera mer energi än vad det förbrukar el eftersom den beräknas ge fyra gånger mer energi än vad den förbrukar. (Tekniskamuseet, 2024).

Det finns olika typer av värmepumpar som finns på marknaden bland annat Bergvärmepump, Ytjordvärmepump, grund eller-sjövattenvärmepump, uteluftvärmepump, luft-vattenvärmepump, luft-luftvärmepump. Dessa olika typer av värmepumpar är till fördel vid installation eftersom man kan spara cirka 70 % av energi vid uppvärmning och tappvatten. (Energimyndigheten, 2010).

Bergvärmepump är en värmepump som hämtar värme långt ner i berggrunden. För att hämta energi eller värme från berggrunden måste man borra ett djup hål långt ner i bergen och efter det grävs en kollektorslang ner i marken efter att man borrar. Kollektorslangen är färdig ifylld med ett köldmedium som gör att mediet cirkulerar in pumpen och på så sätt utvinns energin som automatiskt finns lagrad ner i marken. (Energimyndigheten, 2010).

Ytjordvärmepump fungerar däremot annorlunda. Energin utvinns genom att man gräver en kollektorslang ner i marken mellan 200–600 meter beroende på hur stort värmebehov man har, ofta krävs det att man har en yta som räcker på grund av kollektorslangens storlek. Kollektorslangen som grävts ner har färdigt i fyllt frostskyddsvätska och vatten som cirkulerar genom pumpen vilket möjliggör en effektiv värmeöverföring samt hindrar att systemet fryser, vätskan möjliggör då att hämta värme och vidare föra till uppvärmningssystemet. Ifall man installerar en ytjordvärmepump krävs det även att man har tillräckligt med markområde för att kunna gräva ner kollektorslangen eftersom det kräver utrymme. (Energimyndigheten, 2010).

Grund eller sjövattnvärmepump fungerar likadant dvs den har samma funktion som ytjordvärmepump. Till skillnad från ytjordvärmepump placerar man kollektorslangen ner i sjön och ett viktigt krav är att det inte rekommenderas att kollektorslangen får flyta hur som helst i vattnet. Värmeenergi hämtas via en brunn eller samlat vatten. Grund eller sjövattnepump lämpar sig bäst med hus som har till exempel när till gång till vattendrag samt hus som har installerat ett vattenburet system. (Energimyndigheten, 2010).

Ute luftvärmepumpar är en enhet som används för att ta värme från omgivningen och på så sätt vidare för värmen till uppvärmningssystemet. I dessa värmepumpar finns det två olika typer, var av det första är luft-luftvärmepumpar avsedd för att endast leverera varmeluft till fastigheten medan den andra är luft-vattenvärmepump som är till för att leverera varmvatten och värme till fastigheten genom att man kopplar enheten till fastighetens system. Dessa värmepumpar lämpar sig bäst för de fastigheter som har ett vattenburet system och framförallt hus som inte har stort värmebehov. Ett problem med uteluftvärmepump är att de flesta inte fungerar normalt som den skall speciellt vid kallare temperaturer som -20 grader och därför rekommenderas ofta den stängs av, dock rekommenderas att man kompletterar med en annan källa för att få det värmebehov som krävs till huset vid kallare väder. En annan viktig sak är att pumpen bör skötas och underhållas samt att ångbatteriet måste avfrostas ifall temperaturen blir lägre än +7 grader detta då det ofta händer att is bildas vid lägre temperaturer. (Energimyndigheten, 2010).

2.2 Förnybara energikällor

Förnybara energikällor är källor som alltid förnyas naturligt och som inte tar slut. Förnybara energikällor är ofta direkt eller indirekt baserat på solinstrålning vilket betyder att de ofta förnyas så ofta som man använder. Solens strålning ger oss tillräckligt med mer energi än vad vi här på jorden förbrukar. Till dessa energikällor hör bland annat solenergi, vattenkraft, vindkraft samt bioenergi. (Naturskyddsforeningen, 2021).

Förnybara energikällor har egentligen sitt ursprung från solen på något sätt genom att växter använder sig av så kallad fotosyntes för att fånga upp energiinstrålningen från solen med hjälp av vatten, koldioxid och på sätt förvandlar de energin till syre och kolhydrater vilket i sin tur gör att växterna automatiskt lagrar solenergi i form av så kallad biomassa. (Naturskyddsforeningen, 2021).

När det gäller förnybara energikällor hittar vi Finland bland ledande länderna speciellt när det kommer till bioenergi, där landets slutliga energikonsumtion för förnybara är upp till 40 procent. Finland är även ledande vad gäller framställning av bioenergi. Andra former av förnybara energikällor som används är även vattenkraft, vindkraft samt jordvärme. På senare tid har även solenergianvändning ökat markant i Finland både vad gäller framställning av el och värme samt som användning av kompletterande i uppvärmningssystemet. Syftet med det förnybara energi är att helt och hållet vara fossilfri. Finland strävar även efter att nå den nationella överenskommelsen som har tillämpats i EU för energin och klimatstrategin vid år 2030 där målet är att användningen av förnybara energi beräknas ligga över 50 procent vad gäller konsumtion. (Arbets-och näringsministeriet,u.å.).

Utöver detta har arbets-och näringsministeriet fastställt nationellt stöd för 14,1 miljoner euro under 2024 för att effektivare främja produktionen av förnybara energin, förnybar vätgas, detta för att nå de energisparmål som har fastställt fram till år 2030. (Arbets- och näringsministeriet,u.å.).

2.2.1 Solenergi

Solen är den största energikälla vi har. När solen strålar får vi energi och den solenergin används för att bland annat kunna producera el och värme. Energi lagras automatisk ner i marken eftersom solen vanligtvis skiner ner på jorden. Energin som har lagrats kan man då utvinna och använda bland annat för att producera el och värme. För att producera el används så kallad solpaneler och vad gäller värmeproduktion används solfångare. Solen bidrar oss

med en enorm mängd energi och på så sätt är energimängden vi får här på jorden ganska stort. (Vourvoulias, 2024).

När det gäller solens effekt och instrålningen från solen ner mot jorden har man beräknat att den direkta solinstrålningen är maximalt 1000 W/m^2 . Instrålningen beror egentligen endast på om ytan är vinkelrät mot solen, om inte blir instrålningen fördelad på olika våglängder dvs om strålningen inträffar från en annan vinkel blir styrkan på instrålning lägre (Areskoug & Eliasson, 2012, s. 217).

Solinstrålningen är starkast under dag och sommartid, vid övriga tider lönar det sig att ta vara på solenergin på något sätt genom att lagra energin för att kunna utnyttja och använda vid andra tillfällen. (Areskoug & Eliasson, 2012, s. 217).

Fördelen med solenergi är framför allt att den är förnybar energi. Förnybara energikällor är energikällor som hela tiden förnyar sig vilket betyder i praktiken att solenergi kommer att finnas så länge som möjligt. Solenergi är även den mest hållbara energin som inte tar slut. En annan fördel med solenergi är att behovet av fossila bränsle i världen minskar eftersom solenergi är tillgänglig i hela kontinenten. Solenergi används för att producera el genom att använda solpaneler för att fånga upp energin eftersom solenergi täcker en del av energibehovet som vi har vilket i sin tur betyder att kostnader för el blir billigare i och med att solenergi är gratis energi. Att använda sig av solpaneler är till fördel eftersom livslängden på solpanelerna är upp till 20-25 år och kräver lite underhåll. Tekniken på solpaneler utvecklas hela tiden och solpaneler som har bättre effekt och bättre hållbarhet ökar hela tiden. (Vourvoulias, 2024).

Det finns ett system som kallas off Grid system som ofta används då solenergin inte är kopplat till något nätverk. Systemet används för att lagra energi för att sedan använda under nattetid då solenergi inte är tillgänglig. (Vourvoulias, 2024).

Nackdelen med solenergi är att den är väderberoende och finns inte tillgängligt när den behövs som mest. Solenergins effekt försämras ofta vid regniga och molniga dagar och därför är utvinningen av energi så låg jämfört med då det är klart väder. En annan nackdel med solenergi är att solpanelerna inte producerar energi nattetid eftersom det inte finns solstrålning alls. Solpaneler kräver även ett stort utrymme vid installation beroende på hur mycket energi man vill få ut av panelerna måste man ha tillräckligt med utrymme för sitt energibehov. Lagring av energi är även dyrt då man använder off-grid-systemet som gör möjligt att lagra energi som man kan använda vid annat tillfälle. Solenergin anses som

förnybara energikällor men vid tillverkning av produkter av solpaneler bildas förorening och växthusgaser. (Vourvoulias, 2024).

I Finland är solstrålningen som bäst speciellt i södra och i mellersta delarna och därför passar nyttjande av solenergi bäst där. Mängden av solinstrålning per år i södra Finland beräknas ligga cirka 1000 kWh/m² i horisontelyta och i mellersta är mängden cirka 900 kWh. (Vattenfall,u.å.).

I Finland sker största delen av solenergiproduktion under sommarmånaderna då solen skiner som mest, vid övriga tider om året kompletteras energiproduktionen med vindkraftsproduktion. Det byggs alltmer solkraftverk och inom EU har man bestämt att investera alltmer solenergiproduktion i hela Europa för hållbart energisystem. Vid år 2035 väntas solenergimängden ligga cirka 20 GW i Finland vilket betyder att den solenergimängden kommer att motsvara cirka 10 procent av landets elproduktion. (Helen,u.å.).

2.2.2 Solfångare

Solfångarens uppgift är att omvandla solenergi till värme och fungerar genom att ett vätskemedium passerar inuti solfångaren som i sin tur värms upp av solen. Vätskan som har blivit uppvärmd transporterar värmen med hjälp av så kallad värmeväxlare till värmesystemet. Verkningsgraden för en solfångare beror på mängden av instrålning som träffar solfångaren och som sedan kan användas som värme. (Lennermo, 2020 S. 25).

En solfångare används bland annat för uppvärmning av vatten, hus mm. Fördelen med en solfångare är att den har en billig driftkostnad vilket betyder att den inte kräver energitillskott för att utvinna energi, enda som behövs är som tidigare nämnts cirkulationen som för värme vidare till uppvärmningssystemet. En solfångare anses fungera bäst under sommaren då det finns sol mest jämfört med vid övriga årstider och därför kräver att man kompletterar med andra värmekällor som till exempel en värmepump eller andra alternativa källor. Solfångare har högre verkningsgrad än vad solcell har, verkningsgraden för en solfångare ligger mellan 60–80 procent medan en solcell har en verkningsgrad mellan 18–22%. En solfångare har även en livslängd på cirka 25 år och kräver lite underhåll men däremot bör systemet rengöras ofta för att förhindra saker som kan blockera i systemets vattenflöde. (Ahrberg, 2024) .

2.2.3 Plana solfångare

Plana solfångare är en av de vanligaste solfångare som används idag och består av en absorbatör gjord av antingen koppar eller aluminiumplåt och är placerad i en isolerad låda med en glasskiva runt. In i den isolerade lådan finns en absorbatör med rör och en fiberduk. Verkningsgraden för plana solfångare påverkas av hur bra absorbatören skyddas och hur bra den är isolerad, absorbatören påverkas ofta av omgivningstemperaturen och därför är isoleringen viktigt. Den påverkas även av det temperatur förhållande den arbetar vid. (Lennermo, S.26-27, 2020). Denna solfångare monteras ofta på tak. (Solcellsofferter,u.å).



Figur 3. Plana Solfångare. (karelianstore,u.å.).

2.2.4 Vakuümörssolfångare

Vakuümörssolfångare består ofta av två rör ett inre och ett yttre glasrör. Mellan det inre och yttre glasröret finns det ett vakuum emellan, det inre röret utgör så kallade den runda absorbatören som gör att den absorberar solens instrålning. Vakuümet har bra isolering och anses fungera på samma sätt som en termos eftersom den har liknande funktion. Eftersom i en vakuümörssolfångares luft är varmaste i det inre röret utvinns energin från det och därefter transporteras värmen vidare. I en vakuümörssolfångare finns det två olika sätt att vidare föra värmen antingen med ett U-rör eller med en heat-pipe rör. (Värmepumpen,u.å.).

U-rör är ett av det alternativa sättet att vidare föra värme för en vakuümsolfångare. Röret är gjort av koppar och placeras in i vakuümörret, därefter cirkulerar en glykolblandning in i

röret som gör att luften kyls ner i röret och efter detta kan värmeenergi vidare föras till tanken där värmevatten samlas. (Värmepumpen,u.å.).

Heat-pipe är en kolv och används för att vidare föra värme för en vakuumrörssolfångare och placeras in i vakuumröret efter påfyllning med en vätska. Materialet som kolven är gjord av koppar och har en värmeväxlare. Värmeväxlaren placeras i övre delen av heatpipe-kolven och dess funktion är att vätska som har värmts in i vakuumröret och som förångats kan passera igenom fritt efter att den har cirkulerat så att den kan kyla ner ångan som har kondenserats innan det återigen rinner ner via kolven för att värma innan processen börjas om på nytt. (Värmepumpen,u.å.).



Figur 4. Vakuumrörssolfångare. (karkkainen,u.å.).

2.3 Lagring av energi

Energi kan lagras på flera olika sätt och blir alltmer viktigare att lagra speciellt vid förnybara energikällorna såsom solenergi och vindenergi. Energi kan lagras bland annat genom batterier, Pumpkraftverk, vattenkraftverk, svänghjul, vätgas mm. (Svk, 2022).

Batterier är det vanligaste sättet att lagra energi, ofta används litiumjonbatterier som anses vara en av de mest effektiva energilagringssystemerna på marknaden eftersom den är flexibel och har hög energitäthet. Batterier används brett i olika tillämpningar och utvecklas hela tiden. Litiumjonbatterier är även dyra. Ofta används dessa batterier inom transportsektor och för ellagring. Vad gäller ellagring i dessa batterier beräknas driftstiden vara 1–4 timmar vid full effekt och på grund av den korta driftstiden försöker man utveckla hela tiden för att hitta ett batteri som har bättre egenskaper med längre lagringskapacitet. Batterier som används

för att lagra energi har olika nytta i elsystemet och kommer i framtiden att kopplas direkt till elnätet. Till fördel kan batterier bidra med mer driftsäker elförsörjning eftersom den kan lätta och avlasta belastning i elnätet. Alltmer elproducenter försöker använda batterier iform av energilager för att komplettera energiproduktion och eventuellt spara överskottsenergi (Svk, 2022).

För lagring av solenergi finns det flera sätt att lagra bland annat genom solcells batterier. Solcellbatterier används oftast då man har överskott av energi och kopplas direkt till solpaneler för att lagra överskottsenergin. Med överskott menar man då ens solanläggning producerar mer än vad man själv kan förbrukar eller har behov av. För att bevara och använda överskottsenergin används dessa batterier för senare ändamål. Dessa batterier gör att man blir mindre beroende av att köpa el från ett elbolag eftersom man sparar sin överskottsenergi för senare bruk. Solcells batterier har även korta lagringskapacitet och kan lagra elektricitet endast mellan 1–3 dygn vilket betyder möjlighet till längre lagringsperiod finns det inte. Livslängden för dessa batterier varierar allt från 5–15 år beroende på om det är blybaserat batteri eller litiumbatteri. Litiumbatterier har längre livslängd upp till 15 år medan blybaserat batterier har en livslängd på 7 år. Tekniken inom dessa batterier utvecklas hela tiden och på senare tid har tekniken hos dessa gått framåt i och med att de har fått betydligt högre energidensitet vilket gör att de har högre lagringskapacitet än förut. (Ahrberg, 2024).

2.3.1 Pumpkraft

Pumpkraft används då man vill lagra elektrisk energi och fungerar genom att vatten pumpas upp från en anläggning antingen från en reservoar eller en stor bassäng som är lägre belägen till en högre belägen med hjälp av en pump. Den lagrade energin utvinns sedan med hjälp av en vattenturbin och generator som producerar el. Pumpkraft är även bra till fördel i och med att det kan användas som komplettering till sol och vind elproduktion som oftast är väderberoende i och med att vid en pumpkraftverk samlas vattnet i en anläggning och man har möjlighet att förvara i en längre tid för senare användning i t.ex. elproduktion i det perioder som kan uppstå då elproduktion är inte så hög. (Svk, 2022).

2.3.2 Svänghjul

Ett tungt hjul roterar runt och lagrar mekanisk energi i form av så kallade rotationsrörelser. Med hjälp av en generator kan ett svänghjul åter producera el speciellt under en kortare tid, det kan även användas som ett sätt att säkra elsystemet i och med att det ibland kan uppstå

fel i systemet. Tekniken är gammal och har nuförtiden ersatts men används som korttidslagring. Svänghjul har till fördel att det kan stabilisera elsystemet jämfört med andra väderberoende elproduktion på grund av att det kan ge den tröghet som systemet måste ha så att det kan drivas stabilare. I elproduktion uppstår det ibland att produktionen är hög och behöver stabiliseras då har man kommit igång med anläggningar enkom för spänningsreglering som är ofta anslutna till generatorer. (Svk, 2022).

2.3.3 Vätgas

Vätgas passar utmärkt till att lagra energi både under kort och längre tids period och anses som en viktig teknik i framtiden. Förutom att lagra energi kan vätgas även användas till att producera el med hjälp av vätgas turbiner och bränsleceller. Under elproduktion med hjälp av vätgas kan en del av energiförluster uppstå men tekniken utvecklas så att man på långsikt har eller kunna använda som säsonglagring av elproduktion samt öka tillgången av produktionen. (Svk, 2022).

2.3.4 Sandbatteri

Sandbatteri är en ny lagringsteknik och bygger på att man förvandlar elektricitet till värme genom att man värmer sand upp till 1000 grader eller mer. Systemet är uppbyggt så att man gräver ner i marken beroende på hur stor lagringsförvaring man vill och därefter värmer sanden med hjälp av värmeförsörjningssystem. (polarnightenergy,u.å.). I systemet finns det rör som möjliggör att varmluft cirkulerar runt in i röret för att värma sanden till önskad temperatur samt ett isolerings system som är avsedd för att säkra och skydda sanden så att fukt inte tränger in. (sandbatteri,u.å.). Genom detta kan överskottsenergi lagras iform av värme och sedan använda det vid det tillfälle då man har energibrist. Eftersom tekniken är nytt bjuder företaget Polar night energy värmelagringssystem på 2 MW med en uppvärmningskapacitet på 300MWh eller 10 MW som motsvarar en kapacitet på cirka 1000 MWh lagring. (polarnightenergy,u.å.).

I Vatajankoski har företaget Polarnightenergy etablerat sin första värmelagring och erbjuder värme med en uppvärmningskapacitet på cirka 100 kW, lagringen har en kapacitet på 8 MWh. En investering av detta system kan bli lönsam i längden i och med att man kan lagra överskottsenergi men kräver en enorm investering eftersom kostnaden på lagringskapaciteten för varje kWh kostar uppskattningsvis 10 euro. Kostnaden hänger på hur mycket energi man vill lagra. (polarnightenergy,u.å.).

3 Metod

Metoder som använts för detta arbete för att åstadkomma ett slutligt resultat är bland annat genom information av personal vid Orapac, olika dokument samt diskussion. Olika litteratur, rapporter och artiklar har använts för att få en klar uppfattning om de relevanta ämnena som examensarbetet baserar sig på. Diskussioner fördes med personal vid andra företag som höll på liknande projekt. Jag har även bekantat mig och sökt information i olika elföretag angående energi och dess priser i och med att det var viktigt för företaget. Information om elpannor och ångpannor i olika företag har även bekantats bland annat pris, funktion samt företag som kan installera och leverera elpannor.

3.1 Analys

I detta examensarbete har jag analyserat hur företagets befintliga system ser ut genom att ha använt fakta baserat information från företaget samt information från olika websidor samt rapporter och artiklar. Nedan följer det befintliga systemet i företaget.

I anläggningen används nu en ångpanna som har en effekt på 500 kW. Ångpannan har en ångutgång på 750 kg/h och ett arbetstryck på 13bar. Pannan är tillverkat år 2006 och används för produktion av vattenånga som används i produktionsprocessen. Pannan har en bränsleförbrukning på cirka 22 000 liter brännolja per år och en max bränsle förbrukning 70 kg/h. Se figur 5.



Figur 5. Nuvarande ångpannan i anläggningen.

Enligt tekniska specifikationen går det att räkna ut hur mycket ånga som behövs i produktionen och ånga som ångpannan kan leverera. Enligt tekniska specifikation producerar ångpannan 750 kg/h. (steamrator,u.å.).

Technical specifications

STEAM 750	
Length	3350 mm
Width	1860 mm
Height	2300 mm with economizer
Steam output	750 kg/h
Heat output	500 kW
Max. operating pressure	13 or 16 bar, possibility for higher pressures
Gas burner	Oilon GP-50 H or combined GKP burner
Oil burner	Oilon KP-50 H
Feed waterpump	Hydra-Cell G-10
Frequency converter	1 pc
Booster pump	1 pc
Control board	400/50 V/Hz

Figur 6. Nuvarande ångpannans tekniska specifikation. (Steamrator,u.å.).

Ångutgång=750 kg/h

Drifttid=9,5 h/dag. Ångpannan har en drifttid på 9,5 timmar eftersom den startas före arbetsskiftet börjar på grund av uppvärmning och förberedelse så att allting fungerar korrekt.

För att få den totala ångan som pannan producerar får man genom att multiplicera, ångutgång med drifttid och arbetsdag per år. Beräkningen är baserat enligt arbetsdag per år vilket kan dock variera.

I denna beräkning användes den totala arbetsdag enligt år 2024 vilket är 252 arbetsdag. (viikkonumero työpäivät,u.å.).

Den maximala ånga som ångpannan producerar per dag är 7125 kg och per år 1795500kg. Se tabell 1.

Tabell 1. Ångproduktion

Ångutgång kg/h	Drifttimmar	Arbetsdag per år	Ångproduktion kg/dag	Ångproduktion per år kg
750	9,5	252	7125	1 795 500

Förutom den maximala ångproduktionen som pannan kan producera enligt tekniska specifikation kan man även beräkna den riktiga driftförhållandena i pannan dvs hur den körs dagligen i fabriken. För att beräkna hur mycket ånga som ångpannan producerar räknar vi ut först vad 1 kg bränsle motsvarar vid förångning i kg. Detta får vi genom att dividera bränslets värmevärde 42,7 MJ/kg (metallkompetens, u.å.) med vattnets ångbildningsvärme 2260 kJ/kg (Loster, 2012) för vatten vid atmosfärstryck som blir cirka 18,6 kg. Detta betyder då att vid varje kg bränsle producerar pannan cirka 18,6 kg ånga ifall verkningsgraden skulle vara 100%. Verkningsgraden för en ångpanna ligger på cirka 80%. (Ulma, 2022). Sedan räknar vi ut den totala drifttiden i pannan genom att multiplicera antalet arbetsdagar med totala drifttiden per dag. Vi räknar ut även bränsleförbrukningen per timme genom att dividera den totala bränsle som pannan förbrukar per år med den totala drifttiden per år. Nedan följer beräkningen.

Drifttid: 9,5 h

Arbetsdag/år 2023 : 251

Totala drifttiden: $251 * 9,5 \text{ timmar} = 2384,5$

$$\text{Bränsleförbrukning per timme} = \frac{22000 \text{ l}}{2384,5 \text{ h}} = 9,2 \text{ l}$$

För att omvandla 9,2 liter lätt brännolja omräknar vi den till kubikmeter 0,0092 m³. Densiteten för lätt brännolja är 834 kg/m³ (Statistikcentralen, 2019).

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1)$$

(Sandell, 2013).

Massa = Volym * densiteten = $0,0091 \text{ m}^3 * 834 \text{ kg/m}^3 = 7,6 \text{ kg/h}$.

För att få den totala ångproduktion per timme multiplicerar vi med 18,6 kg som motsvarade 1 kg bränsle och beaktar pannans verkningsgrad.

Verkningsgrad för ångpanna: 0,8 (Ulma, 2022).

Ångproduktion per timme = $7,6 \text{ kg} * 18,6 \text{ kg} * 0,8 = 113 \text{ kg/h}$

Den totala ångproduktionen per år : $252 * 9,5 * 113 = 270 522 \text{ kg}$

Ångpannan i produktionen producerar cirka 270 522 kg per år.

3.1.1 Beräkning

Tabellen är jämförelse mellan två modeller av elpannor som företaget kan ta i bruk beroende på vilken effekt man föredrar. För att förhindra och säkerställa att små förluster inte skall uppstå kan man kombinera elpannorna med ett värmeelement på 6 kW eller lägre. (Osbyparca,u.å.). Se tabell 2.

Tabell 2. Jämförelse mellan två olika modeller av elpannor, dess effekt, pris, elförbrukning och totalkostnad.

Benämning	Effekt kW	Pris euro	drifttimmar	Arbetsdag per år (2024)	Förbrukning per år (kWh)	Total Kostnad
Elpanna H-120E	96	38 120	9,5	252	229 824	41 620
Elpanna H-120E	72	34 540	9,5	252	172 368	38 340
Värmeelement,Elpatronelement,vid behov	6	300	9,5	252	14 364	
Installation från Lahden Lvi-tekniikka Oy		3500				

4 Resultat

Min resultatredovisning fokuserar specifikt på de resultat och förslag som jag har kommit fram till under projektet. Från att övergå från fossila har förslag varit att ta i bruk en elpanna i produktionen vars effekt är antingen 96 kW eller 72 kW där årsförbrukning vid full effekt ligger 229 824 kWh på den panna vars effekt är 96 kW medan 72 kW ligger på cirka 172368 kWh.

Tabell 3 är jämförelse mellan två olika modeller av elpannor som företaget kan ta i bruk av beroende på vilken effekt man föredrar, där pris samt hur mycket elpannorna förbrukar vid fulleffekt. För att förhindra och säkerställa att små förluster inte skall uppstå kan man kombinera elpannorna med ett värmeelement på 6 kW eller lägre. Installation från företaget Lahden Lvi tekniikka Oy samt elpannor från företaget Osbyparca.

Elpannorna kan producera olika mängd av ånga beroende på effekt, dess tryck är upp till 7bar. Elpannan vars effekt är 96 kW kan producera en ånga på 125 kg/h och per år cirka 298 062 kg med en drifttid på 9.5 timmar per dag medan en elpanna på en effekt 72 kW har kapacitet att producera en ånga på 94 kg/h och ett år cirka 224 143 kg. Se tabell 3.

Tabell 3. Ångproduktion mellan två olika modeller av elpannor.

Modell på elpanna från Osbyparca	Effekt KW	Drifttimmar	Arbetsdagar per år	Ång kapacitet kg/h	Total ångproduktion per år kg
Elpanna H-120E	96	9,5	251	125	29 806 2
Elpanna H-120E	72	9,5	251	94	224 143

Genom att ta i bruk en elpanna vars effekt är 96 kW med en ångkapacitet på 125 kg/h skulle man helt och hållet kunna ersätta ångpannan i anläggningen eftersom den klarar av att uppfylla kraven på ångproduktion som anläggningen kräver och på det sättet bli fossilfri. Genom att välja att installera modellen H-120E 96 kW elpanna i företagets produktion skulle företaget spara på bränslet helt och hållet samt eliminera ångpannan som nu är idrift.

Väljer man installera en elpanna som har lägre effekt än 96 kW i det här fallet 72 kW hamnar man att kombinera och fortfarande ha ångpannan i drift dvs köra parallellt, dock minskar bränsleförbrukningen i produktionen.

Företagets totala elförbrukning uppskattas bli 799 824 kWh per år med den nya elpannan vars effekt är 96 kW. Eftersom den totala energi som solanläggningen genererar är 250 000 kWh per år hamnar företaget att komplettera resterande energi 550 000 kWh från en annan källa antingen genom att köpa grön el alternativt köra parallellt både ångpannan och elpannan dvs genom att fortfarande ha ångpannan idrift kan den även komplettera resterande energin för att driva produktionen. Men från att övergå från fossila till förnybar är alternativet att köpa grön el bäst som kompletterande så länge som företaget i framtiden utökar sin solanläggning.

Från att ha undersökt priser på el i olika företag kan priset vara följande bland annat i företaget Herrfors, beroende på om valet blir att komplettera för att få de resterande energi 550 000 kWh från en annan källa på en anslutningstyp på 3x200 Ampere, detta på grund av att man är i behov av att få tillräckligt med ström belastningskapacitet samt tillräckligt med el tillförsel för att driva produktionen, skulle kostnaden bli cirka 65 763 ,77euro per år för företaget inklusive moms. I detta pris ingår energiavgiften per kWh samt grundavgiften för el överföring. Nedan följer beräkningen för den totala energiförbrukningen.

Pris el: 0,075€ /kWh

Energiavgift (överföring per kWh):0,0388 €/kWh

Grundavgift:3173,77€/år

Total pris på el kWh: 550 000 kWh *0,075= 41 250 €

Energiavgift/kWh=0,0388*550 000 kWh=21 340 €

Total pris/år=41 250+21 340+3173,77= 65 763 ,77 €

Kostnaden för elförbrukning av elpannan:

Elpannan vars effekt är 96 kW förbrukar cirka 229 824 kWh Per år.

Total pris på el kWh: 229 824 kWh *0,075=1 7236,8 €

Energiavgift/kWh=0,0388*229 824 kWh=8917,17 €

Total pris/år=1 7236,8 +8917,17 +3173,77=29 327 ,74 €

För att jämföra olika kostnad räknar vi även vad bränsle kostar för en ångpanna. Ångpannan har en bränsleförbrukning på cirka 22 000 liter per år. 1 liter brännolja kostar cirka 1,410 euro. Totala kostnaden för 22 000 liter blir cirka 31 020 euro. (toklammitysolja,u.å.).

Förslag på att lagra överskottsenergi som solpanelerna producerar har även diskuterats under projektet men eftersom det är dyrt att lagra överskottsenergi har förslag varit att sälja sin överskottsenergi via nätet genom att ansluta sin anläggning till ett elföretag. Att sälja vidare sin överskottsenergi till elbörsen är det enklaste alternativet och på det sättet få en ersättning på varje kWh som ens anläggning producerar. Företaget Vasa elektriska är bland annat en av flera elföretag som erbjuder en sån tjänst åt kunder som säljer sin överskottsel. Ersättningen på varje kWh beror egentligen på och följer den nordiska elbörsen Nord pool. Ersättning betalas till kunden enligt spotpris cent/kWh enligt Vasa elnät, överföringen är gratis men företaget tar en medlemsavgift på 0,20 cent per kilowattimme.

Under projektet har man även funderat kring alternativa energi lagringssystem i och med att företaget har behov av att lagra överskottsenergi i framtiden speciellt under längre perioder. Företaget Polarnightenergy kunde erbjuda en ny lagringsteknik så kallad sandbatteri som går ut på att man förvandlar elektricitet till värme genom att man värmer sand.

Ett alternativ kanske kunde vara att använda värmepumpen som förvärmare till elpannan men det borde utredas vidare. Det kunde vara förslag till fortsättning på detta arbete.

Baserat på resultat beräkningarna lyckas man minska beroendet av fossila bränsle i företagets produktion genom att hitta andra alternativa energilösningar som kunde ersätta ångpannan i produktionen eller minska användningen av fossila bränslen. Baserat på resultat finns det fler alternativa sätt att välja, att antingen ersätta ångpannan helt och hållet med en elpanna vars effekt är 96 kW eftersom den klarar av att producera den ångproduktion som anläggningen kräver och komplettera resterande energi från en annan energikälla eller att fortfarande ha idrift både ångpannan och elpannan samtidigt som bränsleförbrukningen minskar dvs köra parallellt med elpannan och på det sätt minska bränsleförbrukningen. Men förslag är att implementera en elpanna i produktionen, genom att välja att installera modellen H-120E 96 kW elpanna i företagets produktion skulle företaget spara på bränslet helt och hållet samt eliminera ångpannan som nu är idrift och komplettera resterande energi från en annan källa.

5 Diskussion

Detta examensarbete behandlade olika energilösningar som kunde ersätta det nuvarande systemet i företaget. Målet med detta projekt var att hitta ett sätt att minska fossila bränsle dvs minska eller eliminera användningen av brännolja.

I resultatdelen kan man även se den mest lönsamma investering som man har kommit fram till eftersom energiproduktionen överlag håller på att förändras med tiden och fossila bränsle minskar i och med att den ersätts med förnybara energikällor. Företag kan nu välja grön el baserat på förnybara energikällor där utbud finns bland olika el leverantörer vilket isin tur resulterar en positiv påverkan på miljön.

Överlag så har svårighet varit att hitta relevant information inom olika ämne som ingick i examensarbetet samt få kontakt med olika företag och leverantörer för att få tillräckligt med information som behövdes där det ibland kunde ta länge för att få den rätta relevanta informationen.

Jag är nöjd med det resultat jag har fått fram och ser framemot att företaget implementerar och verkställer det resultat man har fått. Under examensarbetets gång försökte jag sträva efter att undersöka det ämne som uppdraget passerar sig på och insatt mig de olika ämnena för att få bättre förståelse samtidigt som jag har avgränsat mig till arbetet. Överlag så har uppdraget varit intressant i och med att mina kunskaper om olika energiaspekter under projektets gång har markant ökat samt utvecklats.

5.1 Slutord

Jag vill tacka företaget Orapac Oy Ab som har gett möjligheten till att få göra detta uppdrag. Det har varit intressant och lärorikt ämne att studera. Jag vill även tacka Fredrik Tidström som har varit min handledare samt kontaktperson från företags sida för den hjälp och expertis jag har fått under projektets gång, samtidigt vill jag rikta ett tack till Kenneth Ehrström som har varit min handledare från skolans sida för den handledning och expertis jag har fått i detta uppdrag.

6 Litteraturförteckning

- Viesmann.(u.å.). Hämtat från Viessmann:
<https://www.viessmann.se/sv/produkter/varmepump/vitocal-350-ht-pro.html> den 06 05 2024
- Sandbatteri.(u.å.). Hämtat från Sandbatteri:
https://sandbatteri.se/sv/folj_utvecklingen den 03 05 2024
- Metallkompetens.(u.å.). Hämtat från Metallkompetens:
<https://metallkompetens.se/handbok/7-energi-och-ugnsteknik/forbranning-av-branslen/branslen-inom-stalindustrin/> den 06 05 2024
- Vourvoulias, A. (den 15 03 2024). *Advantages and disadvantages of solar energy*. Hämtat från Greenmatch: <https://www.greenmatch.co.uk/blog/2014/08/5-advantages-and-5-disadvantages-of-solar-energy> den 17 03 2024
- Ahrberg, P. (den 16 01 2024). Allt om batteri till dina solceller.Hämtat från <https://www.solcellsofferter.se/solcells batteri/> den 19 02 2024
- Ahrberg, P. (den 07 02 2024). Pris för solvärme & skillnaden mot solceller. Hämtat från <https://www.solcellsofferter.se/solfangare/> den 20 02 2024
- Arbets- och näringsministeriet. (u.å.). *Arbets- och näringsministeriet*. Hämtat från <https://tem.fi/sv/-/arbets-och-naringsministeriet-faststallde-prioriteringarna-i-energistodet-for-2024> den 12 03 2024
- Arbets-och näringsministeriet. (u.å.). *Förnybar energi i Finland*. Hämtat från Arbets- och näringsministeriet: <https://tem.fi/sv/fornybar-energi> den 12 03 2024
- Areskog, M., & Eliasson, P. (2012 S.245-246). *Energi för hållbar utveckling* (2:1 uppl.). Lund, Sverige: Studentlitteratur AB. Hämtat den 15 02 2024
- Areskoug, M., & Eliasson, P. (2012 S.217). *Energi För Hållbar Utveckling* (2:1 uppl.). Lund, Sverige: Studentlitteratur AB. Hämtat den 7 03 2024
- Energifakta*. (2022). Hämtat från Är det bäst med direktverkande el eller vattenburen el: <https://energifakta.nu/ar-det-bast-med-direktverkande-el-och-vattenburen-el/> den 5 02 2024
- Energimyndigheten. (2010). *Välj rätt värmepump*. Hämtat från Energimyndigheten: <https://energimyndigheten.a-w2m.se/FolderContents.mvc/Download?ResourceId=104247> den 10 03 2024
- Energimyndigheten*. (den 2 05 2017). Hämtat från Olja: <https://www.energimyndigheten.se/snabblankar/lattlast/hur-varmer-du-upp-ditt-hus/olja/> den 17 01 2024
- Helen.(u.å.). *Solkraft*. Hämtat från Helen: <https://www.helen.fi/sv/om-oss/energi/energiproduktion/solkraft> den 15 02 2024
- Karelianstore.(u.å.). *Karelianstore*. Hämtat från https://karelianstore.fi/products/aurinkokerain-sundial-sf6-2-m2?variant=47537658757466¤cy=EUR&utm_medium=product_sync&utm_source=google&utm_content=sag_organic&utm_campaign=sag_organic&

ad_source=1&gclid=EAIaIQobChMIl9SFxuLThQMVAhiiAx1fWgltEAQYBSAB
den 10 April 2024

Karkkainen. (u.å.). *Karkkainen, u.å.* Hämtat från karkkainen:

https://www.karkkainen.com/verkkokauppa/brightsolar-20-1034w-3-04m-tyhjioputkiaurinkokerain-aurinkopaneeli?id=101538208&gad_source=1&gclid=EAIaIQobChMIzJyT2uTThQMV6QqiAx2zLgUGEAQYAiABEgJOpPD_BwE den 10 April 2024

Lennermo, G. (2020 S.25). Stockholm, Sverige: AB Svensk Byggtjänst.

Lennermo, G. (2020). *Solvärmeteknik* (1:1 uppl.). Stockholm, Sverige: AB Svensk Byggtjänst.

Lennermo, G. (2020). *Solvärmeteknik* (1:1 uppl.). Stockholm, Sverige: AB Svensk Byggtjänst.

Lennermo, G. (2020). *Solvärmeteknik* (1:1 uppl.). Stockholm, Sverige: AB Svensk Byggtjänst. Hämtat den 22 02 2024

Loster, M. (2012). *Ånga och Kondensat*. Stockholm, Sverige, Stockholm: Armetec. Hämtat från https://www.armatec.com/globalassets/armatec-se/sidor/trycksaker/pdfer/handbok-anga-2012_rev_2019.pdf den 15 02 2024

Luis, A., & Perez, G. (den 13 03 2024). *Electric vs Gas boiler: Advantages and Disadvantages*. Hämtat från Greenmatch: <https://www.greenmatch.co.uk/blog/electric-vs-gas-boiler> den 15 03 2024

Naturskyddsforeningen. (den 16 03 2021). *Vad är energikällor?* Hämtat från Naturskyddsforeningen: <https://www.naturskyddsforeningen.se/faktablad/vad-ar-energikallor/> den 03 10 2024

Orapac. (2023). Hämtat från Orapac: <https://www.orapac.fi/assets/HALLBARHETSRAPPORT-ORAPAC-2023.pdf>

Orapac. (u.å.). Hämtat från <https://www.orapac.fi/sv/foretaget/> den 5 11 2023

Orapac. (u.å.). Hämtat från <https://www.orapac.fi/sv/kontakt/kontaktuppgifter/> den 5 11 2023

Orapac.(u.å.). Hämtat från Orapac: <https://www.orapac.fi/sv/forpackningsplanering> den 11 5 2023

Osbyparca. (u.å.). *Osbyparca*. Hämtat från <https://osbyparca.se/produkter/elangpannor/> den 10 April 2024

Polarnightenergy. (u.å.). Hämtat från <https://Polarnightenergy.fi/technology> den 3 03 2024

Sandell, J. (2013). *Mattefysik*. Hämtat från Mattefysik: <https://mattefysik.se/old/pdf/formelsamling.fysik1.pdf> den 8 April 2024

Solcellsofferter. (u.å.). *Solcellsofferter*. Hämtat från Solcellsofferter: <https://www.solcellsofferter.se/solfangare/> den 07 02 2024

- Spiraxsarco. (den 12 06 2023). *DE VANLIGASTE FRÅGORNA OM ÅNGA*. Hämtat från <https://www.spiraxsarco.com/global/sv-SE/news/de-vanligaste-fragorna-om-anga> den 15 12 2023
- Statistikcentralen. (den 18 Februari 2019). Hämtat från https://www.stat.fi/media/uploads/tup/khkinv/khkaasut_polttoaineluokitus_maaritelmat_2019_sv.pdf den 9 April 2024
- Steamrator. (u.å.). *STEAM 750*. Hämtat från Steamrator: <https://www.steamrator.fi/en/products/steam-generators/steam-750/> den 19 03 2024
- Svk. (2022). *Lagring av el – omvärldsanalys*. Sundbyberg, Sverige: SvK. Hämtat från <https://www.svk.se/siteassets/om-oss/rapporter/2022/rapport-ru-energilager.pdf> den 7 03 2024
- Tekniskamuseet. (den 26 01 2024). *Värmepumpen*. Hämtat från Tekniskamuseet: <https://www.tekniskamuseet.se/lar-dig-mer/100-innovationer/varmepumpen/> den 2 02 2024
- Toklammitysoljy. (u.å.). Hämtat från Toklammitysoljy: <https://www.toklammitysoljy.fi/fi/#offer>
- Ulma. (den 15 02 2022). *Ulma*. Hämtat från OLJEPANNA – SÅ FUNGERAR UPPVÄRMNING AV DIN BOSTAD MED OLJEELDAD VÄRMEPANNA: <https://ulma.se/sv/blog/post/oljepanna-uppvarmning-hus> den 17 01 2024
- Vainu. (u.å.). Hämtat från Vainu: <https://vainu.io/company/oy-orapac-ab-taloustiedot-ja-liikevaihto/FI07992807/yritystiedot> den 11 5 2023
- Varmebaronen. (u.å.). *Elpannor för alla användningsområden*. Hämtat från Varmebaronen: <https://varmebaronen.se/industri-fastigheter> den 17 02 2024
- Vattenfall. (u.å.). *Solkraft*. Hämtat från Vattenfall: <https://www.vattenfall.fi/sv/elavtal/energikallor/solkraft/> den 5 03 2024
- Vattenfall. (u.å.). *Solkraft*. Hämtat från Vattenfall: <https://www.vattenfall.fi/sv/elavtal/energikallor/solkraft/> den 15 02 2024
- Viikkonumero työpäivät. (u.å.). Hämtat från Viikkonumero työpäivät: <https://viikkonumero.fi/ty%C3%B6p%C3%A4iv%C3%A4t/2024> den 3 05 2024
- Villaagarna. (den 28 08 2023). *Bästa uppvärmningen för ditt hus*. Hämtat från Villaagarna: <https://www.villaagarna.se/radgivning-och-tips/energi/uppvarmning/basta-uppvarmningen-for-ditt-hus/> den 25 02 2024
- Vivarmer. (den 17 02 2020). *Hur fungerar en Värmepump?* Hämtat från Vivarmer: <https://vivarmer.se/hur-fungerar-varmepump/> den 25 02 2024
- Vvsgrossen. (u.å.). *SOLFÅNGARE 4PLUS 2,53M2, HARP*. Hämtat från Vvsgrossen: <https://www.vvsgrossen.com/produkter/solenergi/solvarme/plana-solfangare/solfangare-4plus-2-53m2-harp/> den 5 03 2024

- Vvsgrossen. (u.å.). *VAKUUMRÖRS PANEL 18 STR KOMPLETT VVS*. Hämtat från Vvsgrossen:
<https://www.vvsgrossen.com/produkter/solenergi/solvarme/vakuumsolfangare/vakuumrors-panel-18-str-komplett-vvs-grossen-frakt/> den 5 03 2024
- Värmepumpen. (u.å.). *Hur fungerar solfångare? - Värmepumpen*. Hämtat från Värmepumpen: <https://xn--vrmpumpen-q5a.se/solfangare/> den 5 03 2024
- Ägavärmepump. (u.å.). Hämtat från Ägavärmepump: <https://xn--gavrmepump-p5ad.se/sidor/elpanna>
- Öljemark, J. (den 25 08 2023). *Hur fungerar vattenkraft?* Hämtat från Eonomifakta: <https://www.ekonomifakta.se/Fakta/elfakta/om-kraftslagen/hur-fungerar-vattenkraft/> den 9 03 2024

Bilaga 1

Temp. °C	Mättnings- tryck bar abs	Densitet e' kg/m ³	Spec. volym v' m ³ /kg	Spec. entropi s' kJ/kg xK	Spec. entalpi h' kJ/kg	Förångnings- värme r kJ/kg	Densitet e'' kg/m ³	Spec. volym v'' m ³ /kg	Spec. entropi s'' kJ/kg xK	Spec. entalpi h'' kJ/kg
0	0,006	999,8	0,001000	-0,000 2	-0,04	2501,6	0,005	206,3	9,1577	2501,6
5	0,009	1000,0	1000	0,0762	21,01	2489,7	0,007	147,2	9,0269	2510,7
10	0,012	999,7	1000	0,151 0	41,99	2477,9	0,009	106,4	8,9020	2519,9
15	0,017	999,2	1001	0,224 3	62,49	2466,1	0,013	77,98	8,7826	2529,1
20	0,023	998,3	1002	0,296 3	86,86	2454,3	0,017	57,84	8,6684	2538,2
25	0,032	997,1	0,001003	0,367 0	104,77	2442,5	0,023	43,40	8,5592	2547,3
30	0,042	995,7	1004	0,436 5	125,66	2430,7	0,030	32,93	8,4546	2556,4
35	0,056	994,0	1006	0,504 9	146,56	2418,8	0,040	25,24	8,3543	2565,4
40	0,074	992,3	1008	0,572 1	167,45	2406,9	0,051	19,55	8,2583	2574,4
45	0,096	990,2	1010	0,638 3	188,35	2394,9	0,065	15,28	8,1661	2583,3
50	0,123	988,1	0,001012	0,703 5	209,26	2382,9	0,083	12,05	8,0776	2592,2
55	0,157	985,7	1015	0,767 7	230,17	2370,8	0,104	9,58	7,9926	2601,0
60	0,199	983,2	1017	0,831 0	251,09	2358,6	0,130	7,68	7,9108	2609,7
65	0,250	980,5	1020	0,893 3	272,02	2346,3	0,161	6,20	7,8322	2618,4
70	0,312	977,7	1023	0,954 8	292,97	2334,0	0,198	5,05	7,7565	2626,9
75	0,386	974,8	0,001026	1,015 4	313,94	2321,5	0,242	4,13	7,6835	2635,4
80	0,474	971,6	1029	1,075 3	334,92	2308,8	0,293	3,41	7,6132	2643,8
85	0,578	968,4	1033	1,134 3	355,92	2296,5	0,354	2,83	7,5454	2652,0
90	0,701	965,2	1036	1,192 5	376,94	2283,2	0,424	2,36	7,4799	2660,1
95	0,845	961,6	1040	1,250 1	397,99	2270,2	0,505	1,98	7,4166	2668,1
100	1,013	958,1	0,001044	1,306 9	419,06	2256,9	0,598	1,67	7,3554	2676,0
105	1,208	954,5	1048	1,363 0	440,17	2243,6	0,705	1,42	7,2962	2683,7
110	1,433	950,7	1052	1,418 5	461,32	2230,0	0,827	1,21	7,2388	2691,3
115	1,691	946,8	1056	1,473 3	482,50	2216,2	0,965	1,04	7,1832	2698,7
120	1,985	942,9	1061	1,527 6	503,72	2202,2	1,122	0,98	7,1293	2706,0
125	2,321	938,8	0,001065	1,581 3	524,99	2188,0	1,298	0,77	7,0769	2713,0
130	2,701	934,6	1070	1,634 4	546,31	2173,6	1,497	0,67	7,0261	2719,9
135	3,131	930,2	1075	1,688 9	567,68	2158,9	1,719	0,58	6,9766	2726,6
140	3,614	925,8	1080	1,739 0	589,10	2144,0	1,967	0,51	6,9284	2733,1
145	4,155	921,4	1085	1,790 6	610,60	2128,7	2,242	0,45	6,8815	2739,3
150	4,760	916,8	0,001091	1,841 6	632,15	2113,2	2,548	0,39	6,8358	2745,4
155	5,433	912,1	1096	1,892 3	653,78	2097,4	2,886	0,35	6,7911	2751,2
160	6,181	907,3	1102	1,942 5	675,47	2081,3	3,260	0,31	6,7475	2756,7
165	7,008	902,4	1108	1,992 3	697,25	2064,8	3,671	0,27	6,7048	2762,0
170	7,920	897,3	1115	2,041 6	719,12	2047,9	4,123	0,24	6,6630	2767,1
175	8,924	892,1	0,001121	2,090 6	741,07	2030,7	4,618	0,22	6,6221	2771,8
180	10,03	886,9	1128	2,139 3	763,12	2013,1	5,160	0,19	6,5819	2776,3
185	11,23	881,5	1134	2,187 6	785,26	1995,2	5,752	0,17	6,5424	2780,4
190	12,55	876,0	1142	2,235 6	807,52	1976,7	6,397	0,16	6,5036	2784,3
195	13,99	870,4	1149	2,283 3	829,88	1957,9	7,100	0,14	6,4654	2787,8

Bilaga 2

VATTEN						ÅNGA				
Temp. °C	Mättnings- tryck bar abs	Densitet e' kg/m ³	Spec. volym v' m ³ /kg	Spec. entropi s' kJ/kg xK	Spec. entalpi h' kJ/kg	Förångnings- värme r kJ/kg	Densitet e'' kg/m ³	Spec. volym v'' m ³ /kg	Spec. entropi s'' kJ/kg xK	Spec. entalpi h'' kJ/kg
200	15,55	864,7	0,001157	2,3307	852,37	1938,6	7,864	0,127	6,4278	2790,9
205	17,24	858,8	1164	2,3778	874,99	1918,8	8,694	0,115	6,3906	2793,8
210	19,08	852,8	1173	2,4247	897,74	1898,5	9,593	0,104	6,3539	2796,2
215	21,06	846,7	1181	2,4713	920,63	1877,6	10,57	0,095	6,3176	2798,3
220	23,20	840,3	1190	2,5178	943,67	1856,2	11,62	0,086	6,2817	2799,9
225	25,50	833,9	0,001199	2,5641	966,89	1834,3	12,76	0,078	6,2461	2801,2
230	27,98	827,3	1209	2,6102	990,26	1811,7	14,00	0,071	6,2107	2802,0
235	30,63	820,5	1219	2,6562	1013,8	1788,5	15,33	0,065	6,1756	2802,3
240	33,48	813,6	1229	2,7020	1037,6	1764,6	16,76	0,060	6,1406	2802,2
245	36,52	806,5	1240	2,7478	1061,6	1740,0	18,31	0,055	6,1057	2801,6
250	39,78	799,2	0,001251	2,7935	1085,8	1714,6	19,90	0,050	6,0708	2800,4
260	46,91	783,9	1276	2,8848	1137,9	1661,5	23,73	0,042	6,0010	2796,4
270	55,06	767,8	1303	2,9763	1185,2	1604,6	28,10	0,036	5,9304	2789,9
280	64,20	750,5	1332	3,0683	1236,8	1543,6	33,19	0,030	5,8586	2780,4
290	74,46	732,1	1366	3,1611	1290,0	1477,6	39,16	0,026	5,7848	2767,6
300	85,93	712,2	0,001404	3,2552	1345,0	1406,0	46,19	0,022	5,7081	2751,0
310	98,70	690,6	1448	3,3512	1402,4	1327,6	54,54	0,018	5,6278	2730,0
320	112,9	666,9	1500	3,4500	1462,6	1241,1	64,60	0,015	5,5423	2703,7
330	128,6	640,4	1562	3,5528	1526,5	1143,6	76,99	0,013	5,4490	2670,2
340	146,1	610,2	1639	3,6616	1595,5	1030,7	92,76	0,011	5,3427	2626,2
350	165,4	574,3	0,001741	3,7800	1671,9	895,7	113,6	0,009	5,2177	2567,7
360	186,8	527,5	1896	3,9210	1764,2	721,3	144,1	0,007	5,0600	2485,4
370	210,5	451,8	2214	4,1108	1890,2	452,6	201,1	0,005	4,8144	2342,8
374	220,8	351,8	2843	4,3487	2046,3	108,6	288,5	0,003	4,5166	2155,0
374,15	221,2	315,5	3170	4,4429	2107,4	0,0	315,5	0,003	4,4429	2107,4