

Överflödig energi och arbetsmiljö i fokus

Fallstudie: Värmeåtervinning och ventilation

Max Nybondas

EXAMENSARBETE	
Arcada	
Utbildningsprogram:	Distribuerade energisystem
Identifikationsnummer:	
Författare:	Max Nybondas
Arbetets namn:	Överflödigt energi och arbetsmiljö i fokus – Fallstudie: Värmeåtervinning och ventilation
Handledare (Arcada):	Karis Badal Durbo
Uppdragsgivare:	Västanfjärds Mekaniska Verkstad Ab
<p>Sammandrag:</p> <p>Detta arbete består av en utredning gjord för Västanfjärds Mekaniska Verkstad Ab och innefattar tre fall av värmeåtervinning och ett fall av ventilation. Syftet med arbetet är att bistå med detaljerade lösningar för hur överflödigt värme kan tas till godo och på samma gång förbättra arbetsmiljön.</p> <p>En nyligen inskaffad kompressor avger en massa värme genom sin kylfläkt till omgivningen. Alternativ övervägs och en lösning presenteras. Genom värmeåtervinning och automation skapas en lösning för att automatiskt känna när värmen skall föras till vistelseutrymmen, eller då den ska återvinnas till en bergvärmekrets för effektiviserad uppvärmning.</p> <p>En torkningsugn tillhörande en pulverlackeringslinje avger värme till omgivningen vid öppning av dörren samt genom sin skorsten. Lösningar presenteras för hur värmen skall fångas upp och vart den skall ledas för båda delarna. Från ugnsdörren till en annan bergvärmekrets medan man förvärmer varmt bruksvatten från ugnspipan.</p> <p>Verkstaden har gjort en utbyggnad av sina verkstadsutrymmen till vilken en ventilationslösning presenteras. Lösningen innefattar kanaldragningar och luftflöden.</p> <p>Utöver detta presenteras företaget samt behandlas principerna för värmeöverföring och värmeväxlare i korthet.</p>	
Nyckelord:	Värmeåtervinning, värmeöverföring, energilösningar, ventilation, spillvärme, Västanfjärds Mekaniska Verkstad AB
Sidantal:	26+7
Språk:	Svenska
Datum för godkännande:	

DEGREE THESIS	
Arcada	
Degree Programme:	Distributed Energy Systems
Identification number:	
Author:	Max Nybondas
Title:	Excess energy and work environment in focus – Case study: Heat recovery and ventilation
Supervisor (Arcada):	Karis Badal Durbo
Commissioned by:	Västanfjärds Mekaniska Verkstad Ab
<p>Abstract:</p> <p>This thesis work is a research conducted for the company Västanfjärds Mekaniska Verkstad Ab and includes three case studies of heat recovery and a case of ventilation. The purpose of this research is to provide detailed solutions on how to recover excess heat while improving the work environment at the same time.</p> <p>A recently purchased compressor generates excess heat to the surroundings through its cooling fan. Different options are considered and a solution is provided. Heat recovery and automation is used to create a solution in which the system automatically knows when to send the heat to the workspace and when to recover the heat. The heat is recovered to a geothermal energy circuit to raise the efficiency and lower the energy use of the heat pumps.</p> <p>An oven for drying powder painted products emits heat to the surroundings every time the door is opened and through its exhaust pipe. Solutions are provided for how to recover the heat and where to steer it for both cases. From the oven's door the heat is recovered to another geothermal energy circuit while warm tap water is preheated from the pipes excess heat.</p> <p>The company has recently made an expansion to their working facilities, for which a ventilation solution is presented. Ductworks and flow rates are accounted for.</p> <p>In addition to this there is a short presentation of the company as well as of the principles of heat transfer and heat exchangers.</p>	
Keywords:	Heat recovery, heat exchange, energy solutions, ventilation, excess heat, Västanfjärds Mekaniska Verkstad Ab
Number of pages:	26+7
Language:	Swedish
Date of acceptance:	

OPINNÄYTE	
Arcada	
Koulutusohjelma:	Hajautetut energiajärjestelmät
Tunnistenumero:	
Tekijä:	Max Nybondas
Työn nimi:	Kohdistus ylimääräiseen energiaan ja työympäristöön – Tapaustutkimus: Lämmön talteenotto ja ilmastointi
Työn ohjaaja (Arcada):	Karis Badal Durbo
Toimeksiantaja:	Västanfjärds Mekaniska Verkstad Ab
<p>Tiivistelmä:</p> <p>Tämä työ koostuu Västanfjärds Mekaniska Verkstad Ab:lle tehdystä tutkimuksesta ja sisältää kolme tapausta lämmöntalteenottoa ja yhden tapauksen ilmastointia. Tämän tutkimuksen tarkoitus on antaa yksityiskohtaisia ratkaisuja siitä, miten käyttää hyväksi ylimääräistä lämpöenergiaa samalla kuin työympäristöä parannetaan.</p> <p>Äskettäin hankittu kompressori emittoi suuria määriä lämpöä ympäröiviin tiloihin jäähdytystuulettimen kautta. Vaihtoehtoja punnitaan ja ratkaisu esitellään. Lämmöntalteenotolla ja automaatiolla kehitetään ratkaisu missä systeemi automaattisesti tietää minne ohjata lämmön. Tarpeen mukaan ohjataan lämpö joko oleskelutiloihin tai sitten otetaan lämpö talteen maalämpöpiirissä lämpöpumpun toimintaa tehostamaan.</p> <p>Jauhemaalauksen kuivaukseen tarkoitettu uuni päästää runsaita määriä lämpöä ympäröiviin tiloihin joka kerta kun ovi avataan ja uunin savupiipun kautta. Esitetään ratkaisuja miten ottaa lämpö talteen molemmista ja mihin sitä ohjataan. Uunin oven lämpö otetaan talteen toisessa maalämpöpiirissä ja piipun lämpöä käytetään lämpimän käyttöveden esilämmityksessä.</p> <p>Yhtiö on äskettäin laajentanut työtilaansa lisärakennuksella johon esitetään ilmastointiratkaisua. Ratkaisu sisältää putkien vedot sekä niissä kulkevat ilmamäärät.</p>	
Avainsanat:	Lämmön talteenotto, lämmönsiirto, energiaratkaisut, ilmastointi, ylimääräistä lämpöä, Västanfjärds Mekaniska Verkstad Oy
Sivumäärä:	26+7
Kieli:	Ruotsi
Hyväksymispäivämäärä:	

Innehåll

Ordförteckning	8
1 Inledning	9
1.1 Bakgrund	9
1.2 Syfte	9
2 Metoder och verktyg	10
2.1 Metoder	10
2.2 Verktyg	10
3 Västanfjärds mekaniska verkstad ab	10
3.1 Historia	10
3.2 Nutid	10
3.3 Verksamhet	11
4 Värmeöverföring och värmeväxlare	11
4.1 Värmeöverföring	11
4.2 Värmeväxlare	12
4.2.1 <i>Aktuellt</i>	14
5 Värmeåtervinning för kompressor	14
5.1 Problemställning	14
5.2 Planering	15
5.2.1 <i>Framställning av alternativ</i>	15
5.2.2 <i>Lösning</i>	15
5.2.3 <i>Detaljerad presentation av lösning</i>	16
5.2.4 <i>Funktionsprincip</i>	17
6 Värmeåtervinning för torkningsugn	17
6.1 Problemställning	17
6.2 Planering av fallet ugnsdörr	18
6.2.1 <i>Lösning</i>	19
6.2.2 <i>Detaljerad presentation av lösning</i>	19
6.2.3 <i>Funktionsprincip</i>	20
6.3 Planering av fallet ugnspipa	20
6.3.1 <i>Framställning av alternativ</i>	21
6.3.2 <i>Lösning</i>	22

6.3.3	<i>Avgaspanna</i>	22
6.3.4	<i>Detaljerad lösning</i>	23
6.3.5	<i>Problem- och lösningsframställning</i>	23
6.3.6	<i>Förslag för vidare undersökning</i>	24
7	Ventilation	24
7.1	Luftflöden.....	24
7.2	Kanaler och draging	24
8	Sammandrag och slutsatser	25
9	Källor	27
9.1	Text	27
Bilagor	28

Figurer

Figur 1. Västanfjärds Mekaniska Verkstad Ab. Fotograf Max Nybondas. Västanfjärd 2015.	11
Figur 2. Exempel på värmeöverföring. Värmeledning i kastrullens handtag, konvektion mellan kastrullen och vattnet samt strålning från den heta plattan till omgivningen (Climate Science Investigations).	12
Figur 3. Medflödesvärmväxlare (Wikipedia).	13
Figur 4. Motflödesvärmväxlare (Wikipedia).	13
Figur 5. Korsflödesvärmväxlare (Wikipedia).	13
Figur 6. Växelflödesvärmväxlare (Wikipedia).	14
Figur 7. Korsflödesvärmväxlare med gas och vätska som medier. Luft flödar igenom växlaren enligt punkt 1 och 2, medan vätska flödar in och ut i punkt A respektive B (Aircoil).	14
Figur 8. Täthetskontroll och rengöring av värmväxlare. Fotograf Max Nybondas. Västanfjärd 2015.	16
Figur 9. Pulverlackeringslinjens torkningsugn. Längsmed den gula balken till höger på bilden går treversen. Fotograf Max Nybondas. Västanfjärd 2015.	19
Figur 10. Torkningsugnsens pipa i stål. En plan för värmeåtervinning har någon gång funnits, men aldrig fullföljts. Fotograf Max Nybondas. Västanfjärd 2015.	21
Figur 11. Bild på en avgaspanna (Hormiproffa)	22
Figur 12 Dragning av kanaler från kompressorn. Luften kommer upp genom det stigande röret i bild. Värmväxlaren ses som en större låda i kanalen i bakgrunden. Fotograf Max Nybondas. Västanfjärd 2015.	26

ORDFÖRTECKNING

Spillvärme: Överflödig värmeenergi från en process som släpps ut till omgivningen

Emittera: Utsända, avge

Bergvärme: En uppvärmningsform som utnyttjar berggrundens värme

Kompressor: En maskin som komprimerar luft

Ø: Diameter

Värmepump: Uppvärmningsanordning som använder el för att värma upp ett medium

Värmeväxlare: En anordning med vilken man kan överföra värme från ett medium till ett annat

Stigare: Rör som går vertikalt från en våning till en annan

Spridningsdon: Apparat som är till för att fördela luften från ventilationskanaler i utrymmet

Luftfilter: Ett filter som filtrerar bort skadliga partiklar ur luften

Reglerspjäll: En apparat som installeras i luftkanaler för att kunna reglera luftflödet

2-vägs reglerventil: Ventil som installeras i ett vätskerör för att kunna reglera eller bryta flödet

3-vägs reglerventil: Ventil som installeras i en korsning mellan 3 vätskerör för att kunna styra flödet mellan dem

Backventil: Ventil som förhindrar flöde i båda riktningar i ett rör

Cirkulationspump: Pump som cirkulerar vätskan i ett slutet kretslopp

Travers: Lyftanordning som kan röras i sidled längsmed fasta balkar

Toppventilator: Fläkt till för att suga ut luft ur ett kanalsystem

Avgaspanna: En apparat som används för binda värme ur avgaser till vätska

Tilluft: Luft som tillförs till ett utrymme

Frånluft: Luft som sugas ur ett utrymme

1 INLEDNING

Denna rapport kommer att handla om en utredning för energieffektivisering samtidigt som arbetsmiljön förbättras i kontors- och verkstadsutrymmen. Utrymmena i fråga tillhör Västanfjärds Mekaniska Verkstad Ab på Kimitoön i Åbolands skärgård. I rapporten kommer företaget att refereras till som VMV Ab eller bara VMV.

Utredningen utgörs av fyra större ingrepp. I tre fall är det fråga om värmeåtervinning och i ett fall om en ventilationslösning för ett utrymme. De tre fallen av värmeåtervinning behandlar en torkningsugn samt en större kompressor som avger spillvärme till omgivningen och värmer upp arbetsutrymmen till obekväma temperaturer. I dessa fall kommer det att utredas vad man kan göra med spillvärmerna för att förbättra arbetsmiljön samtidigt som man sparar energi. En ventilationslösning för ett nybyggt utrymme kommer också att presenteras

1.1 Bakgrund

Västanfjärds Mekaniska Verkstad Ab med VD Oskar Jensén i spetsen har nyligen investerat stort i utvidgning och uppgradering av sin verkstad. Nu söker man lösningar för att förbättra på samvaron och spara energi på ett så ekonomiskt lönsamt sätt som möjligt.

1.2 Syfte

Syftet med denna rapport är att tillhandahålla en god ekonomisk samt ekologisk utredning för applicerbara lösningar i verkstaden. Vål färdig, skall utredningen bestå med detaljerad planläggning, för hur lösningarna skall förverkligas.

2 METODER OCH VERKTYG

2.1 Metoder

De lösningar som har kommit fram till är huvudsakligen resultat av diskussionstillfällena med VD Oskar Jensén. Som grund för lösningarna har också varit hur mycket som kan förverkligas med redan hos företaget existerande personal och material.

2.2 Verktyg

De flesta ritningarna är konstruerade med AutoCAD 2013 och en med MagiCAD 2014 för AutoCAD. Senare är dessa ändrade med CADs Planner. Bottenritningar på verkstaden som använts är företagets egna.

3 VÄSTANFJÄRDS MEKANISKA VERKSTAD AB

3.1 Historia

Västanfjärds Mekaniska Verkstad Ab, eller VMV Ab, är ett VVS och allt-i-allo företag med bas i lilla Västanfjärd på Kimitoön. Företaget grundades på 1930-talet av bröderna Lasse och Gösta Sundvik och köptes upp av Heikki och Gunnel Jensén 1986. År 2004 grundade man i samarbete med ett annat företag dotterbolaget Åbolands Borrservice Ab, som huvudsakligen sysslar med brunnsborrning. Företagets nuvarande VD, Heikki och Gunnel Jenséns son, Oskar Jensén tog över VMV Ab år 2010. Ett år senare bestämde man sig för att köpa upp samtliga aktier i borrhöretaget och Heikki Jensén fortsatte som VD för Åbolands Borrservice Ab([1] Västanfjärds Mekaniska Verkstad Ab). I dagens läge sysselsätter företagen sammanlagt 18 personer. 13 personer jobbar för verkstaden, tre för borrhöretaget samt två stycken som deltar i båda([2] Jensén, 2015).

3.2 Nutid

Företagens utrymmen består av en verkstad i Västanfjärd på ca 800m² samt en plåtverkstad i Kimito. Företagen omsatte sammansatt ca 1,4 miljoner euro år 2014([3] Taloussanomat) varav VMV Ab omsatte knappa 65 %. Sommaren 2013 utökade man

sina verkstadsutrymmen med en 300m² hall. Denna hall inreddes sedan med en fullständig pulverlackeringslinje med tillhörande sandblåstringsrum, målningssskåp samt torkningsugn.

3.3 Verksamhet

VMV Ab:s huvudsyssla är VVS-arbeten men man har möjlighet och tar sig an allt från båtservice- och förvaring till metallarbeten till grävning av gravar. Den nya pulverlackeringslinjen har även breddat företagets utbud av tjänster till högkvalitativ ytbehandling av metaller.



Figur 1. Västanfjärds Mekaniska Verkstad Ab. Fotograf Max Nybondas. Västanfjärd 2015.

4 VÄRMEÖVERFÖRING OCH VÄRMEVÄXLARE

4.1 Värmeöverföring

Värmeöverföring innebär överföring av värmeenergi inom eller mellan medier. Värmen överförs alltid från högre temperatur till lägre, vilket betyder att kyla endast är avsaknad

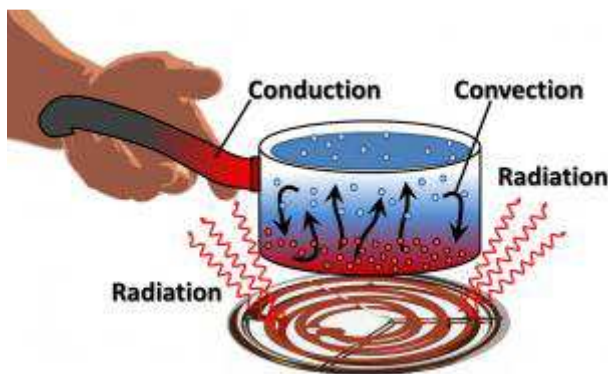
av värme. Överföringen kan ske genom värmeledning, konvektion eller värmeöverföring men är ofta en kombination av dessa.

Värmeledning innebär överföring av molekylers rörelseenergi inom ett ämne eller mellan ämnen i kontakt. Värmeledningen är den enda som kan ske inom fasta ämnen men det kan också ske till eller mellan vätskor och gaser i vila.

Konvektion är värmeöverföring mellan en vätska eller gas i rörelse och en yta. När rörelsen orsakas av temperaturskillnader inom vätskan eller gasen kallas det naturlig konvektion, men om yttre anordningar orsakar rörelsen talar man om påtvingad konvektion.

Strålning består av elektromagnetisk strålning från en yta. Varje yta emitterar denna strålning till omgivningen endast beroende på sin egen temperatur, ty inget medium krävs för att förmedla denna värme utan den kan t.o.m. stråla genom vakuum. Då strålningen träffar ett ämne absorberar detta åtminstone en liten del av denna värme.([4]

Seppänen & Seppänen, 2010, ss. 60-63)

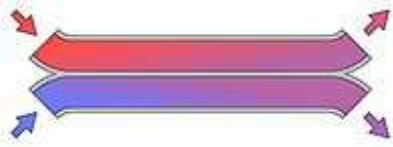


Figur 2. Exempel på värmeöverföring. Värmeledning i kastrullens handtag, konvektion mellan kastrullen och vattnet samt strålning från den heta plattan till omgivningen(Climata Science Investigations).

4.2 Värmeväxlare

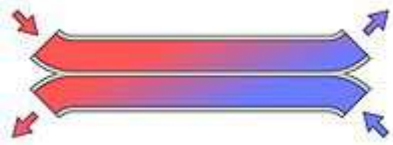
En värmeväxlare är en energiteknisk komponent som möjliggör kontrollerad överföring av värme från ett medium till ett annat. Mediet är oftast gas eller vätska, men ibland också fasta partiklar. Det finns olika principer enligt vilka en värmeväxlare verkar. Vilken sorts värmeväxlare som används beror på vad det kommer till för användningsområde.

Medflödesvärmväxlare (se Figur 3) innebär att de båda medierna flödar åt samma håll och värmeöverföringen sker på vägen. Denna typ är inte särskilt effektiv då om den skulle få gå i oändlighet endast skulle uppnå medeltalet av mediernas temperatur.



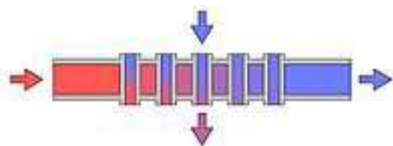
Figur 3. Medflödesvärmväxlare(Wikipedia).

Motflödesvärmväxlare (se Figur 4) fungerar motsatt från medflödesväxlaren, dvs. medierna flödar åt olika håll. Skulle denna få köra på oändligt skulle värmeöverföringen till sist vara fullständig. Detta är den mest effektiva typen av värmväxlare.



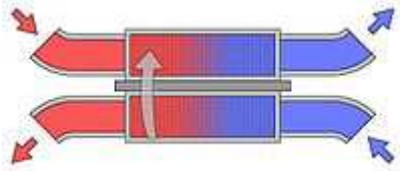
Figur 4. Motflödesvärmväxlare(Wikipedia).

Korsflödesvärmväxlare (se Figur 5) innebär att medierna flödar i kors. Den gemensamma ytan där överföringen sker är således relativt liten och effekten inte så hög. Det positiva med denna är att den kan konstrueras rätt så liten vilket är bra i trånga utrymmen.



Figur 5. Korsflödesvärmväxlare(Wikipedia).

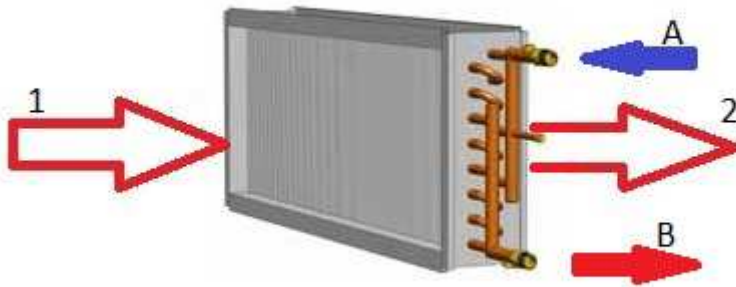
Växelflödesvärmväxlare (se Figur 6) fungerar i princip som en motflödesväxlare, men utöver detta så sker delvis ett utbyte mellan det kalla och det varma mediet. Detta innebär att medierna inte helt är åtskiljda och således måste de vara samma överallt, vilket begränsar användningsområdet. Växelflödesväxlaren kan också dock ha en mycket hög verkningsgrad.([5] Värmväxlare; Så fungerar det)



Figur 6. Vväxelflödesvärmväxlare(Wikipedia).

4.2.1 Aktuellt

I detta projekt kommer det att vara aktuellt med korsflödesvärmväxlare, då dessa inte tar för mycket utrymme och företaget har några likt figur 7 (nedan) på lager, samt motflödesvärmväxlare.



Figur 7. Korsflödesvärmväxlare med gas och vätska som medier. Luft flödar igenom växlaren enligt punkt 1 och 2, medan vätska flödar in och ut i punkt A respektive B(Aircoil).

5 VÄRMEÅTERVINNING FÖR KOMPRESSOR

5.1 Problemställning

VMV Ab har nyligen införskaffat en ny kompressor för att tillfredsställa det ökade behovet av tryckluft som uppstått i samband med investeringen i ett sandblåstringsrum som en del av pulverlackeringslinjen. Det är fråga om en 45 kW kompressor med tillhörande kylfläkt. Kompressorn är positionerad i ett rätt så litet utrymme i källaren i byggnaden och avger vid användning en hel del spillvärme. Detta värmer upp utrymmet samt närliggande utrymmen till temperaturer som inte kan anses vara okej att arbeta i. I ett försök att råda bot på detta har man övervägt olika metoder att ta till vara värmen. Med ett inledande initiativ har man tagit upp ett hål i källartaket som leder upp till verkstads-

utrymmen och dragit upp ett Ø400 mm ventilationsrör genom det. Detta har inte visat sig vara någon permanent lösning på problemet då temperaturen i verkstadsutrymmet kan höjas med över 5°C en dag då kompressorn är i konstant användning. Detta kan tidvis vara helt okej, i kalla tider, men försämrar i regel arbetseffektiviteten då ideal arbets-temperatur för arbeten som utförs i dessa utrymmen, ligger under normal inomhustem- peratur.

5.2 Planering

5.2.1 Framställning av alternativ

I första hand måste värmen alltså ledas någonstans där den inte orsakar diskomfort, helst också dit den på samma gång skulle vara till nytta. Detta skall också utföras så ekono- miskt effektivt som möjligt. Den billigaste, men också mest kortsiktiga, varianten skulle vara att leda varmluften rakt ut genom väggen och således bli av med problemet. Detta skulle endast innebära lönekostnader för arbetet och kostnaden för några meter kanal, som inte utgör någon extra kostnader då man tagit tillvara överblivande material från tidigare projekt. Ett annat relativt billigt alternativ skulle vara att fördela varmluften över flera utrymmen och således minska på temperaturhöjningen. Detta skulle sommar- tid dock inte fungera då man inte alls vill ha någon extra värme till arbetsutrymmena, som redan då är varma.

Fastighetens varmvatten värms upp med hjälp av bergvärme. Man har borrar sina egna hål och har för tillfället tre av fyra i bruk, med planer på att ta det fjärde i bruk. Två av hålen värmer i gamla delen och ett värmer i den nya. Vätskerören mellan de två hålen och värmepumparna i den gamla delen går relativt nära kompressorutrymmet så värmen kan också ledas till dessa för att höja verkningsgraden i värmepumparna och minska driftskostnader.

5.2.2 Lösning

Lösningen blev en kombination av alla tre ovan presenterade alternativ. Luften fördelas delvis till flera utrymmen, leds delvis ut och används till effektivisering av bergvärme- kretsen. Sammandraget kan lösningen beskrivas enligt följande: Varmluften från kom-

pressorns kylfläkt leds upp och distribueras i verkstadsutrymmet vid behov. Då det inte finns behov för detta leds värmen genom en värmeväxlare och ut genom väggen. Genom värmeväxlaren flödar en vätskeslinga som är kopplad till bergvärmekretsen och tar således värmen till godo där. Detta visade sig vara den mest ekonomiskt och ekologiskt hållbara lösningen då man själva kan installera så gott som hela systemet och en stor del av materialet redan finns att plocka ur förvar, där ibland ett par värmeväxlare.



Figur 8. Täthetskontroll och rengöring av värmeväxlare. Fotograf Max Nybondas. Västanfjärd 2015.

5.2.3 Detaljerad presentation av lösning

Varmluften från kompressorn har tidigare endast blåsts ut genom en stigare i ett avlångt arbetsutrymme, som leder till en öppnare del av verkstaden. Nu dras ventilationskanaler från det avlånga utrymmet till det öppna, samt ut genom väggen på smidigaste möjliga sätt. Spridningsdon placeras längsmed kanalen så luften sprids jämnt i utrymmena. Finlands byggbestämmelser kräver dessutom att för fabriksutrymmen, till vilket detta räknas, förses med luftfilter av minst klass F7 för att filtrera bort skadliga små partiklar ur luften ([6] Miljöministeriet, Avdelningen för den byggda miljön, 2012). Klass F7 för luftfilter innebär att det under sin livstid filtrerar bort minst 80 % av partiklar med en storlek på minst 0.1 mikrometer (0,0000001m). Värmeväxlaren placeras mellan stigaren och utblåset. Rördelarna mellan kompressorn och värmeväxlaren isoleras för att mini-

mera värmeförlusterna på vägen. Motordrivna reglerspjäll placeras ut så att luftflödet kan styras till antingen verkstadsutrymmet eller genom värmeväxlaren och ut.

En temperaturgivare placeras öppet i verkstadsutrymmet och en i stigaren. Inkommande och utgående vätskeslingor kopplas från värmeväxlaren till den inkommande bergvärmeslingan. En motoriserad 3-vägs reglerventil monteras i korsningen mellan den inkommande bergvärmeslingan och den inkommande slingan till värmeväxlaren och en backventil kopplas motsvarande på den ur värmeväxlaren utgående slingan för att förhindra strömning fel väg. Eftersom värmepumparna inte alltid har ett behov av att köra, kopplas en cirkulationsslinga med cirkulationspump mellan den inkommande och den utgående slingan. En motoriserad 3-vägs reglerventil monteras på den inkommande slingan för att styra vätskan till cirkulationsslingan. På det viset körs värmen ner i marken om det inte finns något uppvärmningsbehov för stunden. Ventilationskanalernas dragning presenteras i bilaga 2 medan ritning för värmeåtervinningssystemet i bilaga 3.

5.2.4 Funktionsprincip

1. Luften flödar alltid till verkstadsutrymmet då temperaturen understiger det angivna värdet för temperaturgivaren i utrymmet.
2. Då givaren uppnår det angivna värdet stängs spjället mot verkstadsutrymmet och spjället mot utblåset öppnas.
3. Vätskan i bergvärmeslingan styrs till värmeväxlaren om temperaturen i det stigande luftröret uppnår utsatt värde. Är temperaturen under det angivna värdet leds vätskan rakt till värmepumparna och luften rakt ut.
4. 3-vägs reglerventilen vid cirkulationsslingan styr vätskan genom cirkulationsslingan alltid då inte värmepumparna kör. Då värmepumparna kör skall inte cirkulationspumpen kunna köra.

6 VÄRMEÅTERVINNING FÖR TORKNINGSUGN

6.1 Problemställning

I samband med sin expansion år 2013 installerade man en fullständig pulverlackeringslinje med tillhörande torkningsugn. Torkningen sker i 180°C, vilket genererar en hel del

spillvärme vid användning. Ugnen har en skorsten som leder överlopps värmen från förbrännaren ut genom taket. Avståndet mellan ugnen och taket är knappa tre meter och själva pipan är konstruerad i metall och är på inga sätt isolerad, vilket gör att värme överförs till omgivningen. Ugnen har en innervolym på knappa 30m^3 och en dörröppning på $4,5\text{m}^2$ så vid varje gång dörren öppnas släpps hetluft rakt ut i verkstaden. Ugnen kan vara igång hela arbetsdagen och öppnas två till tre gånger i timmen vilket betyder att kringliggande arbetsutrymmen mot eftermiddagen fått ta emot betydande mängder spillvärme.

6.2 Planering av fallet ugnsdörr

Likt den gamla delen av verkstaden används också bergvärme till uppvärmning i den nya delen. Det ger möjligheten att konstruera en liknande lösning som vid det första fallet med kompressorn. För att ta tillvara värmen måste så mycket varmluft som möjligt kunna samlas upp då man öppnar dörren. Det ger en möjlighet att bygga något som skulle likna en spisfläkt med en kåpa dit luften skulle sugas. Ett problem är dock att det går en travers i taket över nästan hela ytan och den skall kunna användas för att få saker fram till och in i ugnen (Se figur 9). Det begränsar storleken på kåpan och möjligheterna vart kanalerna kan dras.



Figur 9. Pulverlackeringslinjens torkningsugn. Längsmed den gula balken till höger på bilden går traversen. Fotograf Max Nybondas. Västanfjärd 2015.

6.2.1 Lösning

På grund av traversen finns det endast ett begränsat utrymme dit man kan montera en kåpa. Traversen skall också kunna gå över ugnen så röret från kåpan är tvunget att gå vågrätt bakåt ur kåpan. Därefter leds det till väggen, där värmeväxlaren monteras och igenom till utsidan. På utsidan monteras en toppventilator för att åstadkomma ett sug i kåpan. Likt fallet med kompressorn dras vätskeröret från värmeväxlaren till den inkommande delen av bergvärmeslingan.

6.2.2 Detaljerad presentation av lösning

Strömbrytaren för toppventilatorn placeras vid torkningsugnens kontrollpanel så att man lätt kan slå på den vid manövrering av ugnen. På utsidan av väggen byggs en ställning för toppventilatorn, då denna kräver en vertikal position. Mellan ventilatorn och värmeväxlaren installeras ett motordrivet reglerspjäll för att förhindra att luftmassor förflyttas då det inte är önskat. Ugnskåpan installeras rakt ovanför dörren och kanalerna från denna dras vertikalt över ugnen (se figur 9 ovan för referens), för att sedan dras mot väg-

gen. Samtliga kanaler på insidan av byggnaden isoleras. Värmeväxlaren placeras så nära väggen som möjligt, och toppventilatorn rakt utanför.

Likt fallet med kompressorn installeras en cirkulationsslinga, med cirkulationspump, innan värmepumpen. Motoriserade 3-vägs reglerventiler installeras vid korsningen till värmeväxlaren och vid korsningen till cirkulationsslingan. Ritningar för rördragningar samt ugnskåpan hittas i bilaga 4 respektive bilaga 5.

6.2.3 Funktionsprincip

1. I normala fall styrs vätskan till cirkulationsslingan. Då värmepumpen kör igång styr 3-vägs reglerventilen vid cirkulationsslingan vätskan till värmepumpen.
2. Då toppventilatorn slås på styrs vätskan upp till värmeväxlaren, cirkulationspumpen i cirkulationsslingan startar och det motoriserade spjället i luftkanalen öppnas.
3. Då värmepumpen kör skall inte cirkulationsslingans cirkulationspump kunna starta.

6.3 Planering av fallet ugnspipa

Torkningsugnen torkar vid en stadig temperatur på 180°C och drivs genom förbränning av gas. För att kunna hålla temperaturen så stadig som möjlig inne i ugnen använder sig ugnen av indirekt värme. Det betyder att det finns en förbränningskammare, där uppvärmningen sker, avskilt från själva torkningsdelen. Uppvärmningen sker alltså via en värmeväxlare. Pipan till ugnen är gjord av stål och mäter knappa tre meter innan den når taket. Ugnen har inga som helst fungerande metoder för att tillvara ta spillvärme, utan allt leds rakt ut genom pipan. Det fanns vid installation en tanke i företaget att man skulle ta till vara värmen från pipan så man monterade en kopparslinga runt pipan, men detta kom aldrig längre än så (se figur 10 nedan).



Figur 10. Torkningsugnsens pipa i stål. En plan för värmeåtervinning har någon gång funnits, men aldrig fullföljts. Fotograf Max Nybondas. Västanfjärd 2015.

6.3.1 Framställning av alternativ

Första tanken var att det kanske skulle gå att leda spillvärmens in i torkningskammaren och således spara på gasen som används till uppvärmningen. Vid torkning av pulverlackerade föremål är det dock väldigt viktigt att värmen är jämn och att det inte förekommer drag i kammaren så den idén gick inte att förverkliga. Följande idé var att leda värmen till förbrännarens luftintag och förvärma luften för att åstadkomma effektivare förbränning och spara på bränslet. Men det visade sig att det var frågan om för små temperaturskillnader för att få till stånd någon betydande effekt. Efter detta återstod det att leda bort värmen från ugnen och där försöka dra nytta av den.

6.3.2 Lösning

Företaget har ännu inte någon vattenpunkt installerad i den nya delen av verkstaden. Ett praktiskt sätt att göra sig av med spillvärmen från ugnspipan vore att förvärma varmt bruksvatten. Det ansågs effektivast att installera en avgaspanna på pipan och sedan leda rören till en varmvattenberedare som sedan lagrar värmen för vidare bruk.

6.3.3 Avgaspanna

En offertförfrågan på en avgaspanna gjordes till företaget Hormiproffa Oy och efter mottagen offert visade det sig vara billigare för företaget att konstruera en egen motsvarande avgaspanna. Modellen för pannan togs från Hormiproffas hemsida([7] Hormiproffa). Idén är att tillverka ett hölje runt pipan där vätska skulle cirkulera och ta tillvara värmen från pipan. Pipan på torkningsugnen är 168,8mm i diameter och når inte lika höga temperaturer som Hormiproffas motsvarande pannor skulle klara, så ett hölje med diametern 268,8mm ansågs vara tillräckligt. Uttaget för inkommande kall vätska placeras högt uppe på höljet, medan uttaget för utgående varm vätska placeras lågt på höljet för att skapa motflöde till pipans avgasflöde. Uttagen placeras på motsatta sidor för att få vätskan i höljet att röra sig så mycket som möjligt inne i höljet och således höja graden av värmeöverföring till vätskan. En cirkulationspump installeras för att forcera cirkulation i systemet. Ritning på avgaspannan finns i bilaga 6.



Figur 11. Bild på en avgaspanna(Hormiproffa)

6.3.4 Detaljerad lösning

Avgaspannan installeras så nära ugnen som möjligt och hela pipan isoleras för att inte emittera värme till omgivningen. Rören in och ut ur avgaspannan går till en tank utrustad med en slinga för värmeöverföring. Detta bildar ett slutet kretslopp och utrustas med en cirkulationspump som driver vätskan. En temperaturgivare placeras nertill inne i höljet för avgaspannan och cirkulationspumpen startar inte förrän vätskan når angiven gräns.

Det kalla bruksvattnet leds in till den första tanken med kretsloppet till avgaspannan. Därifrån leds vattnet till en andra tank, vilken innehåller en uppvärmningsslinga som går till en värmepump. Inkommande kallvatten dras också till den andra tanken i fall av avbrott i den första. Ritning på lösningen hittas i bilaga 6.

6.3.5 Problem- och lösningsframställning

Finlands byggbestämmelser kräver att temperaturen i bruksvattentankar inte understiger 55°C för att det inte skall kunna bildas bakterier([6] Miljöministeriet, Avdelningen för den byggda miljön, 2012). Detta kan vara ett problem i den första tanken då verkningsgraden för avgaspannan inte testas förrän den blivit installerad. Dock utgående från Horniproffas motsvarande panna anges en verkningsgrad på ca 60-70 %, vilket gör att man kan anta att denna panna skall klara av att nå ca 50 %. Om den första tanken är tillräckligt liten och ugnen kör hela dagen, så värms vattnet i tanken dagligen till över 65°C, vilket tar livet av eventuella bakterier. Om avgaspannan mot förmodan inte skulle klara av detta så skall tanken ha en möjlighet att installera ett elektriskt motstånd för att täcka bristerna.

Detta räcker till på vardagarna, men under helgen kör inte ugnen. Då programmeras värmepumpen till att varje lördag köra upp temperaturen i den andra tanken till ca 80°C för att kunna täcka inkommande måndags varmvattenbehov ända tills ugnen hunnit värma upp den första tanken igen.

6.3.6 Förslag för vidare undersökning

Vätskans strömning i höljet på avgaspannan skulle kunna undersökas för att se om man kan förbättra strömningen. Hur det borde strömma och med vilken hastighet vätskan borde köras i kretsloppet.

7 VENTILATION

Den nybyggda delen av verkstaden har tills vidare ingen ventilation, så en ventilationslösning önskades i samband med utredningen. Den nya delen har en våningsyta på 300 m², varav verkstadsutrymmet på 215,1 m², samt en toalett skall ventileras.

7.1 Luftflöden

Byggbestämmelser i Finland anger att minimiluftflödet för fabriksarbete, till vilket detta räknas, minst skall vara 1,5 (dm³/s)/m² ([6] Miljöministeriet, Avdelningen för den byggda miljön, 2012). För att säkert uppnå dessa kriterier dimensioneras det totala luftflödet för 300m², vilket ger ett totalflöde på minst 450 dm³/s. I detta fall används dock 460 dm³/s för tilluften. Frånluften dimensioneras till densamma plus luften som tas ur toaletten. Byggnadsbestämmelserna anger att flödet från en toalett minst skall vara 7 dm³/s, så i detta fall används 10 dm³/s. Det gör att den totala mängden frånluft uppgår till 470 dm³/s.

7.2 Kanaler och dragning

Ventilationskanalerna dimensioneras enligt en tabell för tryckförlust hos runda kanaler ([8] Fläkt Woods AB, s. 28). Kanalerna dimensioneras med ett maximalt tryckfall på 1 Pa/m samt maximal flödehastighet på 3 m/s. Fyra don placeras längsmed tilluftskanalen och fyra frånluftsdon längsmed frånluftskanalen. Utöver detta dras en skild kanal från frånluftskanalen till toaletten med ett frånluftsdon i ändan. Mellan ventilationsaggregatet och donen placeras ljuddämpare. Intagen och utgången för inkommande uteluft och utgående avluft placeras minst 4 meter ifrån varandra och i detta fall dessutom med ett fysiskt hinder emellan. Angående rengöring av kanalerna så kan kanalerna rensas från samma håll som donen placeras i. Tilluftskanalen placeras närmare väggen nere på

ritningen då denna har två stora skjutdörrar som när öppnas tillför, eller suger ut värme beroende på årstid. Tilluften är tänkt att ska fungera som en barriär för att hålla uteluften från dörrarna borta oavsett årstid.

Ventilationsmaskinen förses med luftfilter minst av klass F7 för att filtrera bort små skadliga partiklar([6] Miljöministeriet, Avdelningen för den byggda miljön, 2012). Fullständig ritning över dragningarna finns i bilaga 7.

8 SAMMANDRAG OCH SLUTSATSER

Meningen med denna utredning var att få fram logiska lösningar för hur man skulle kunna återvinna spillvärme och på samma gång förbättra arbetsmiljön för Västanfjärds Mekaniska Verkstad AB. Idéerna till de flesta lösningarna uppkom vid diskussion med VD Oskar Jensén och grundar sig till botten på vad som är möjligt att förverkliga utan större ingrepp i byggnaden och enligt vilket material som redan fanns på lager.

Redan i januari 2015, efter att har kommit fram till den första lösningen monterades ventilationskanaler till kompressorn för att åtminstone leda bort varmluften till sommaren. Samtliga kanaler drogs och utrustades med manuella reglerspjäll, med möjlighet att senare installera en motor till. Detta visade sig fungera ypperligt under våren då det ännu var kallt då man ledde varmluften in till verkstadsutrymmet. Då temperaturen steg mot sommaren ledde man luften ut ur byggnaden. Spridningsdonen hade inte ännu efter sommaren blivit installerade men tillräckliga luftfilter installerades för att förbättra kvaliteten på luften som tillförs till verkstaden.



Figur 12 Dragning av kanaler från kompressorn. Luften kommer upp genom det stigande röret i bild. Värmeväxlaren ses som en större låda i kanalen i bakgrunden. Fotograf Max Nybondas. Västanfjärd 2015.

De två värmeväxlarnas funktion och effektivitet föreslås för vidare undersökning då dessa är gamla och kanske inte i så bra skick längre. Alternativt skulle kanske en motflödesvärmeväxlare kunna konstrueras i en del av ventilationskanalen för att ersätta dessa.

Helhetsmässigt föreslås att samtliga lösningar appliceras snarast möjligt. En förbättring i arbetsmiljön leder till minskade sjukledigheter och effektivare arbete då skadliga partiklar filtreras bort och temperaturen är mer behaglig.

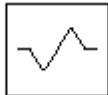



9 KÄLLOR

9.1 Text

- [1] *Västanfjärds Mekaniska Verkstad Ab.* (u.d.). Hämtat från <http://www.vmv-ab.fi/index.php/sv/> den 10 04 2015
- [2] Jensén, O. (den 14 04 2015). Intervju om företaget.
- [3] *Taloussanomat.* (u.d.). Hämtat från <http://yritys.taloussanomat.fi/y/abolands-borrservice-ab/kimitoon/1887695-9/> den 10 04 2015
- [3] *Taloussanomat.* (u.d.). Hämtat från <http://yritys.taloussanomat.fi/y/vastanfjards-mekaniska-verkstad-ab/kimitoon/0629079-0/> den 14 04 2015
- [4] Seppänen, O., & Seppänen, M. (2010). *Rakennusten sisäilmasto ja LVI-teknikka* (5 uppl.). Borgå: SIY Sisäilmatieto Oy.
- [5] *Värmeväxlare; Så fungerar det.* (u.d.). Hämtat från <http://www.xn--vrmevxlare-q5ae.nu/> den 14 04 2015
- [6] Miljöministeriet, Avdelningen för den byggda miljön. (2012). *D2 2012 Byggnaders inomhusklimat och ventilation; föreskrifter och anvisningar.* Hämtat från http://www.finlex.fi/data/normit/37187-D2-2012__Svenska.pdf den 09 09 2015
- [7] *Hormiproffa.* (u.d.). Hämtat från <http://hormiproffa.fi/lampohormit/> den 25 08 2015
- [8] Fläkt Woods AB. *Teknisk Handbok; Luftbehandlingsteknologi.* Sverige: Fläkt Woods AB.
- Aircoil.* (u.d.). Hämtat från http://www.aircoil.se/uploads/pdf/varmebatteri_typhw.pdf den 14 04 2015
- Climate Science Investigations.* (u.d.). Hämtat från <http://www.ces.fau.edu/nasa/module-2/correlation-between-temperature-and-radiation.php> den 08 09 2015
- Hormiproffa.* (u.d.). Hämtat från <http://hormiproffa.fi/lampohormit/> den 25 08 2015
- Wikipedia.* (u.d.). Hämtat från <https://sv.wikipedia.org/wiki/V%C3%A4rmeväxlare> den 08 09 2015

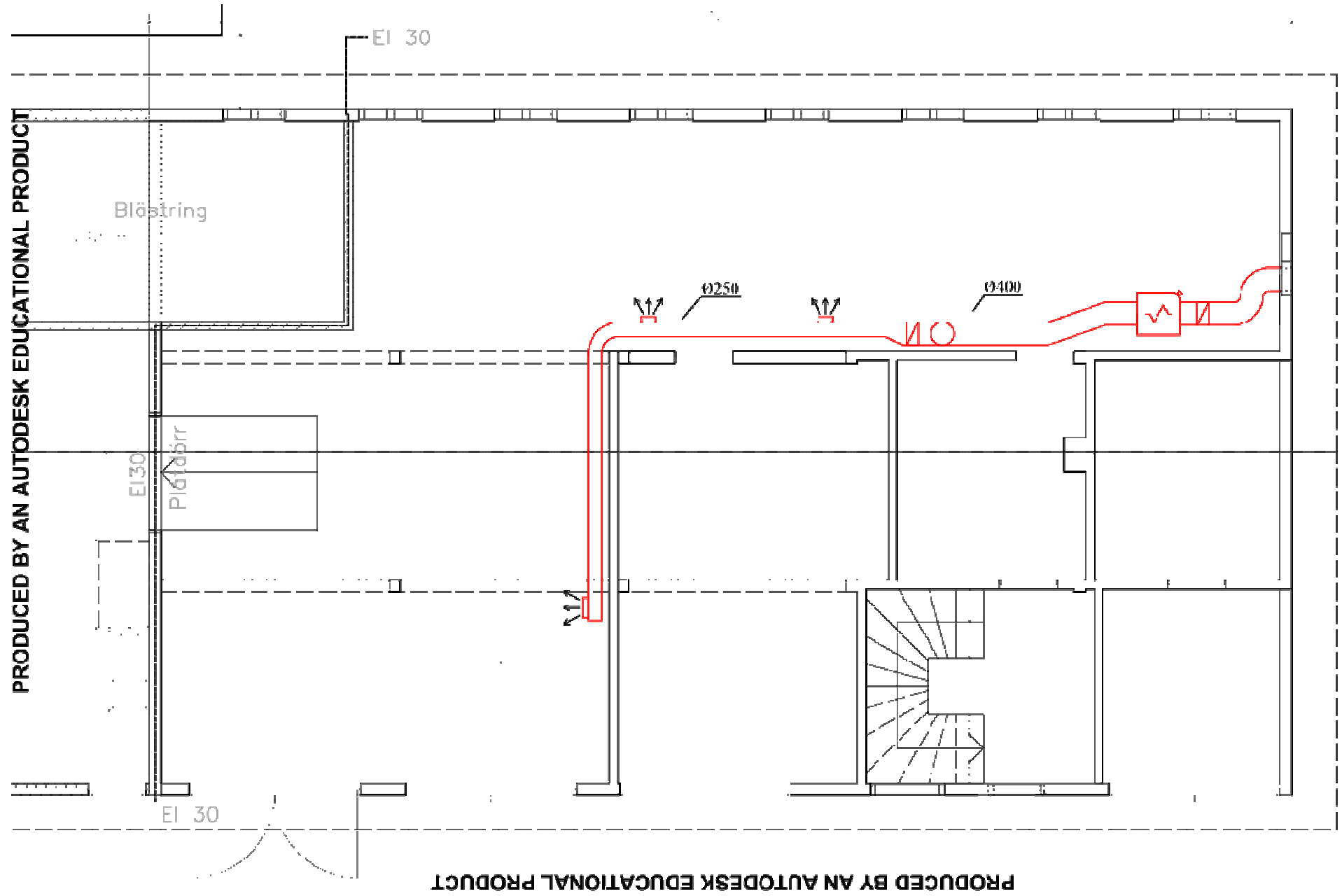
BILAGOR

Bilaga 1. Symbolförteckning

Symbolförteckning	
	Värmeväxlare
	2-vägs reglerventil
	3-vägs reglerventil
	Backventil
	Cirkulationspump
	Bergvärmebrunn
	Värmekälla
	Varmvattenberedare
	Tilluftsdon
	Frånluftsdon
	Ljuddämpare
	Reglerspjäll för luftkanaler

Alla mått är i mm om inte annat anges!

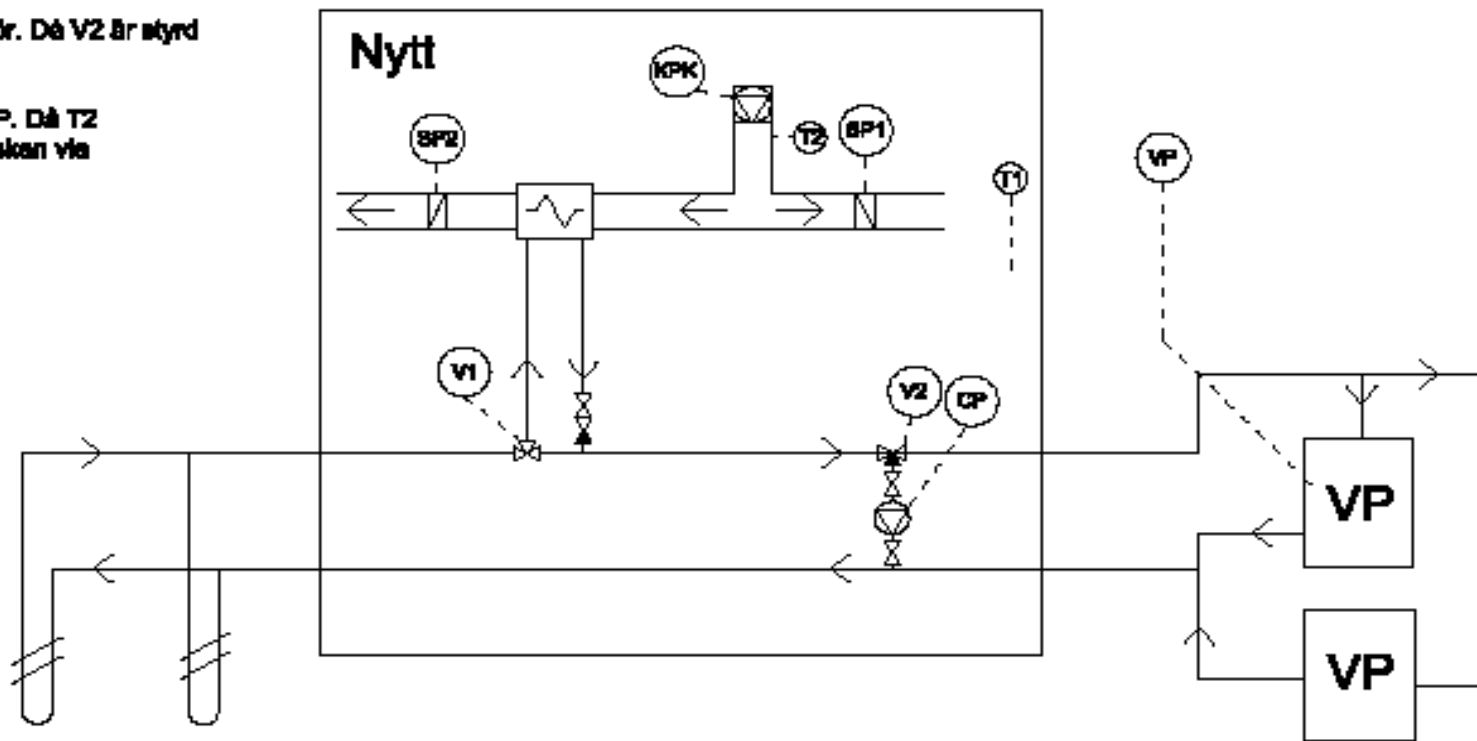
Bilaga 2. Ritning för dragning av ventilationskanaler för kompressorsystemet.



FUNKTIONSPRINCIP

1. SP1 befinner sig i öppet läge och SP2 stängt alltid då inomhus temperaturen understiger angiven gräns vid T1. Vid överskridning öppnas SP2 medan SP1 stängs.
2. V2 styr vätskan till CP då VP inte kör. Då V2 är styrd mot VP skall inte CP kunna starta.
3. Normalt styr V1 vätskan rakt mot VP. Då T2 överskrider angiven gräns styr V2 vätskan via värmefödelaren.

Bestämning	Beskrivning	Installation
T1	Temperaturgivare	Inomhus
T2	Temperaturgivare	I rikt
SP1	Motoriserat spärr	
SP2	Motoriserat spärr	
V1	Motoriserad 3-vägsventil	
V2	Motoriserad 3-vägsventil	
CP	Centrifugalspump	
K-K	Kompressor kylkyl	
VP	Värmepump	

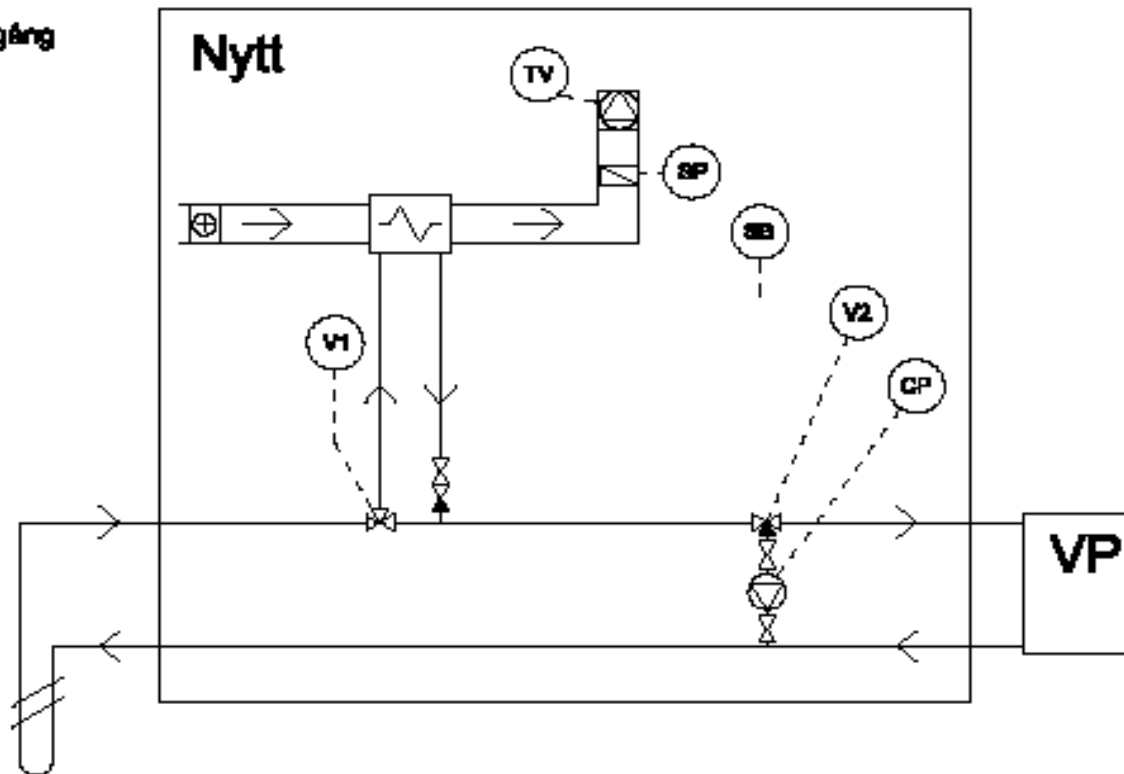


Item nr	Quantity	Title/Name, description, material, dimension etc	Article nr/Reference
Designed by Max Nybondas	Checked by KXX	Approved by - date KXX - 08/04/10	File name Kompressor
Date 08/04/15		Scale Modell	
Max Nybondas / VMV AB		Kompressor/Bergvärme	
001		Edition 0	Sheet 1/1

FUNKTIONSPRINCIP

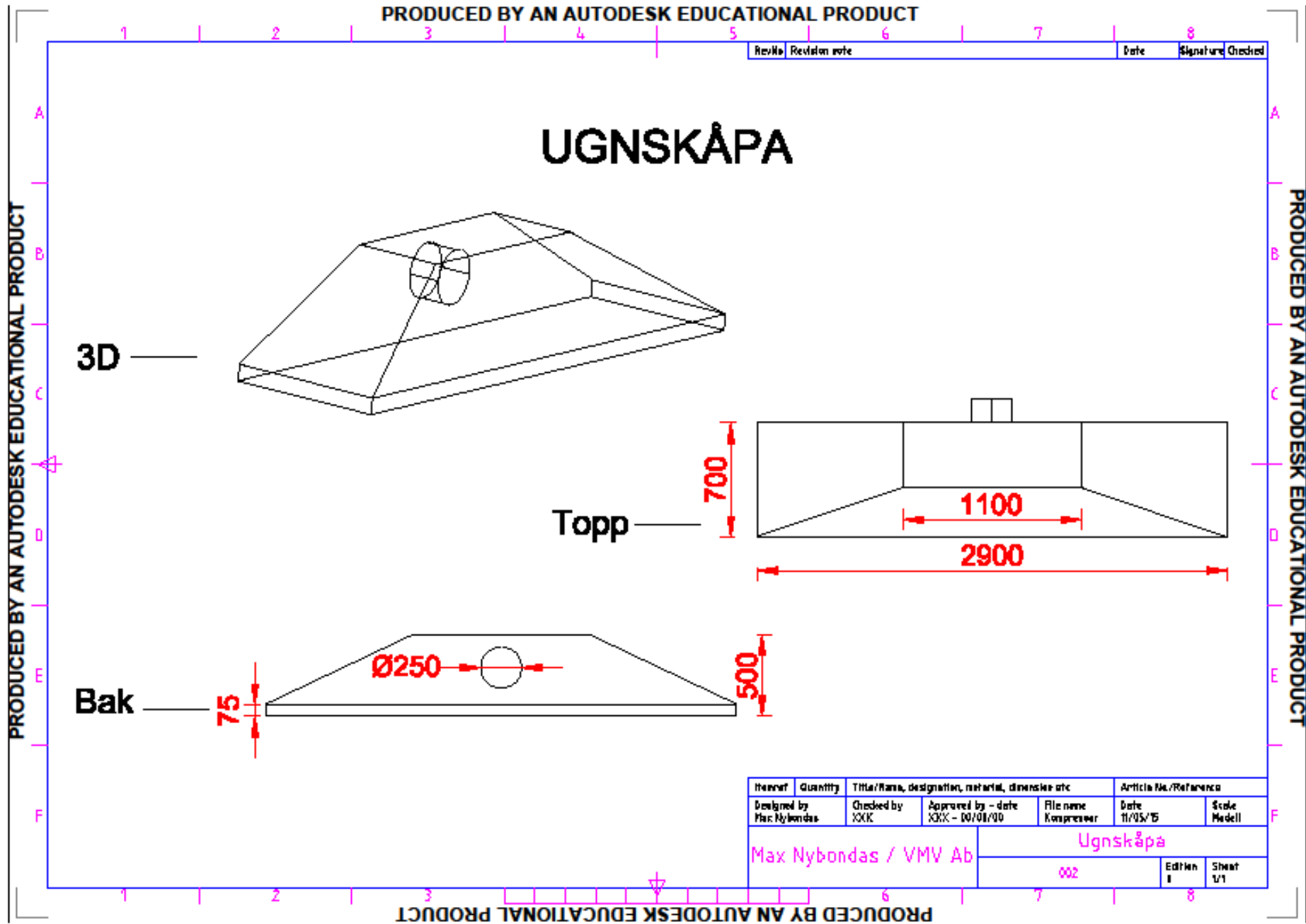
1. V2 styr vätskan till CP då inte VP kör. Då VP kör skall inte CP kunna köra.
2. V1 styr normalt vätskan rakt mot VP.
3. Då SB kopplas på startar TV och CP. På samma gång styrs V1 via värmesäkraren och SP öppnas.

Beteckning	Beskrivning	Installation
SP	Motoriserat spjäll	
V1	Motoriserad 3-vägsventil	
V2	Motoriserad 3-vägsventil	
CP	Cirkulationspump	
TV	Toppventilator	Vertikalt på ytterväggen
SB	Strömbrytare	Vid ugnens kontrollpanel
VP	Värmepump	



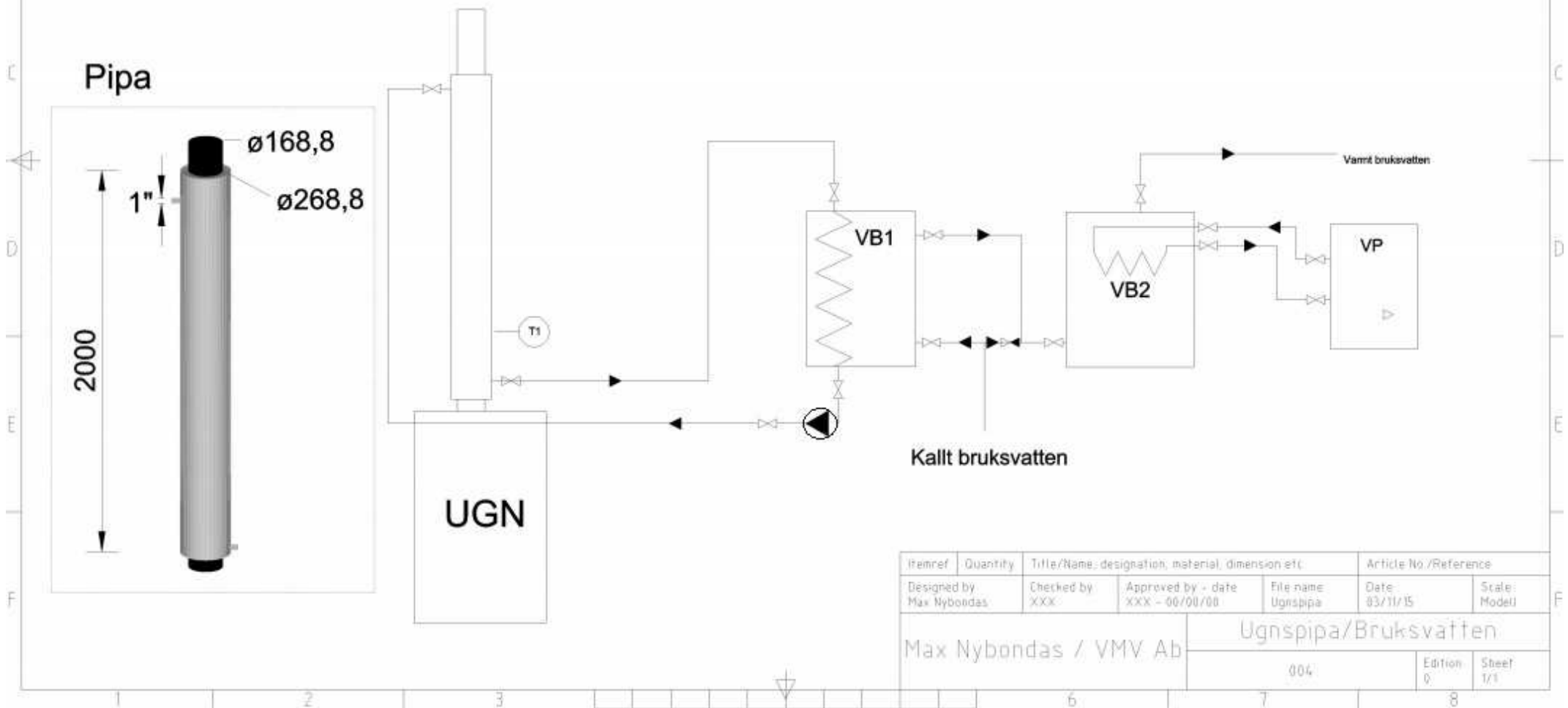
Item ref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc	Article No./Reference
Designed by Max Nybondas	Checked by XXX	Approved by - date XXX - 40/08/08	File name Ugsndörr
		Date 12/05/15	Scale Modell
Max Nybondas / VMV AB			Ugsndörr/Bergvärme
003		Edition 0	Sheet 1/1

Bilaga 5. Ritning på kåpa för installering ovanför ugnsdörren

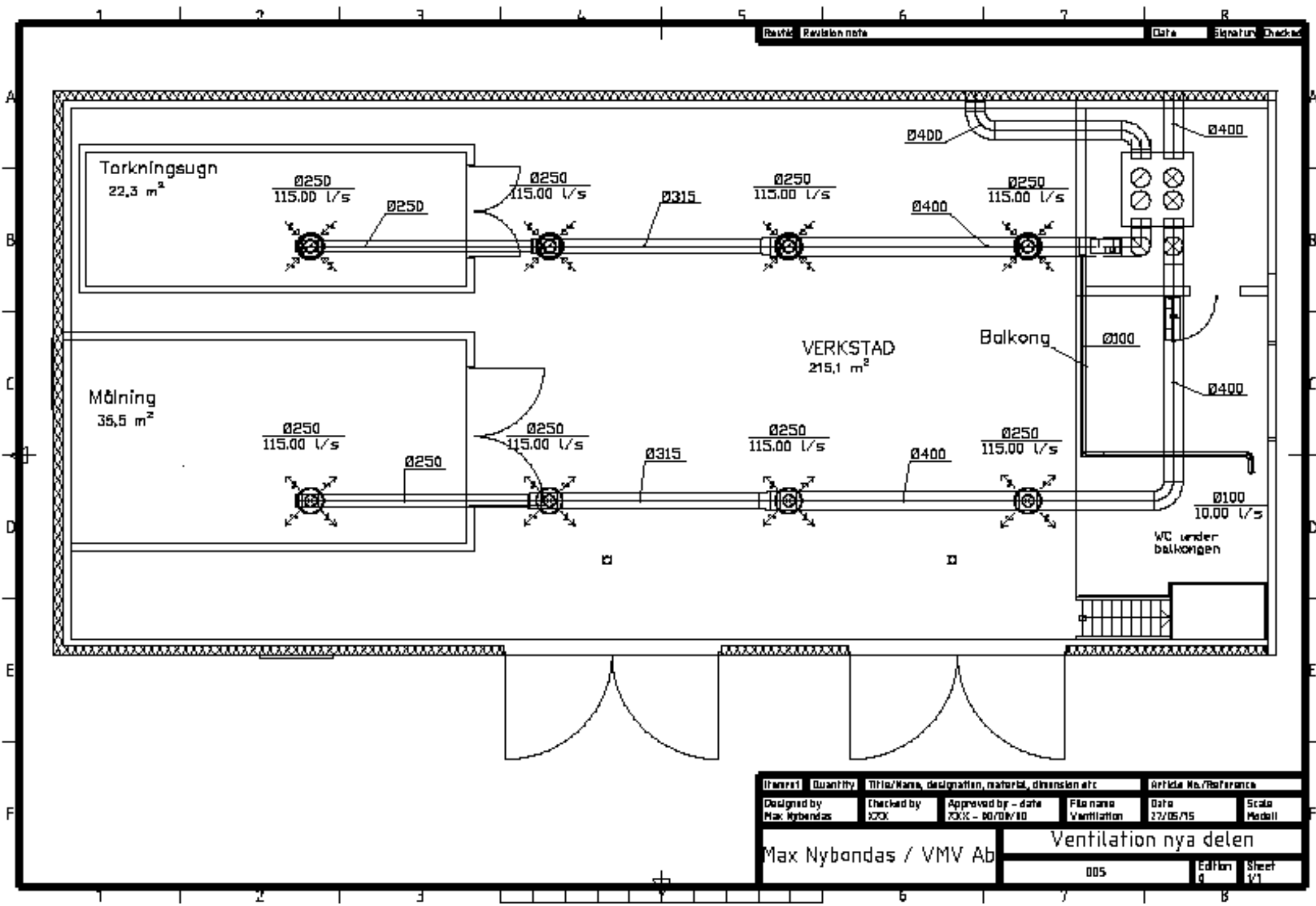


FUNKTIONSPRINCIP

1. Cirkulationspumpen startar i samband med att angiven gräns överskrids vid temperaturgivare T1



Bilaga 7. Ritning för ventilation till den nybyggda delen i verkstaden



Antal	Quantity	Titel/Name, designation, material, dimension etc	Article No./Reference
Designed by	Checked by	Approved by - date	File name
Max Nybondas	XXX	XXX - 00/00/00	Ventilation
			Date
			27/05/15
			Scale
			Modell
Max Nybondas / VMV Ab			Ventilation nya delen
			005
			Edition
			0
			Sheet
			V1