

CHALMERS



Placering av uteluftsintag till ventilationssystem Energieffektivitet och funktion

*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet
Byggingenjör*

NILS ALEXANDERSSON, ROBERT JOSEFSSON

Institutionen för Energi och Miljö
Avdelningen för Installationsteknik
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg 2014
Examensarbete E2014:02

EXAMENSARBETE E2014:02

Placering av uteluftsintag till ventilationssystem Energieffektivitet och funktion

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Byggingenjör

NILS ALEXANDERSSON, ROBERT JOSEFSSON

Institutionen för Energi och Miljö
Avdelningen för Installationsteknik
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, 2014

Placering av uteluftsintag till ventilationssystem – energieffektivitet och funktion

*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet
Byggingenjör*

NILS ALEXANDERSSON, ROBERT JOSEFSSON

© NILS ALEXANDERSSON, ROBERT JOSEFSSON, 2014

Examensarbete / Institutionen för Energi och Miljö,
Chalmers tekniska högskola E2014:02

Institutionen för Energi och Miljö
Avdelningen för Installationsteknik
Chalmers tekniska högskola
412 96 Göteborg
Telefon: 031-772 10 00

Omslag:
Swecos kontor Göteborg, Gullbergs Strandgata 3

Institutionen för Energi och Miljö
Göteborg 2014

Placering av uteluftsintag till ventilationssystem – energieffektivitet och funktion

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Byggingenjör

NILS ALEXANDERSSON, ROBERT JOSEFSSON

Institutionen för Energi och Miljö
Avdelningen för Installationsteknik
Chalmers tekniska högskola

SAMMANFATTNING

Syftet med denna undersökning har varit att utreda den mest fördelaktiga placeringen av ett intag av uteluft till ett ventilationssystem. Detta har gjorts med hänsyn till såväl praktiska normer som tekniska riktlinjer för att sedan skapa en lösning med så stor energimässig och ekonomisk vinning som möjligt. Vidare undersöktes också möjligheten att använda sig av två separata luftintag i olika väderstreck för att skapa ännu mer av dessa vinster. För att skapa underlag för energimässiga och ekonomiska beräkningar genomfördes mätningar i form av temperaturloggning runt en befintlig byggnad där fyra stycken givare placerades ut mot väderstrecken nordväst, sydväst, nordost och sydost. Även loggning av väderförhållanden gjordes med hjälp av en väderstation. När temperaturer samlats in under en period användes dessa för att skapa skillnader mellan de olika väderstrecken som givarna varit placerade mot. Dessa skillnader, benämnda som medeltemperaturdifferenser eller MTD, låg sedan till grund för de resultat undersökningen gav.

Efter mätningar och beräkningar kunde ett antal resultat redovisas där flera visade på tilltalande värden. Viktiga faktorer kunde utläsas, där verkningsgraden av värmeåtervinning visade sig vara en av de mest väsentliga för resultaten. Samtidigt visade beräkningarna att den stora potentialen låg i användning av solinstrålning vid värmebehov. Möjligheterna inom detta område var så stora att det till och med skulle kunna bära de påkommande investeringskostnader som tagits i beaktning vid beräkningarna angående separata luftintag, detta vid såväl enbart värmebehov som kombinerat värme- och kylbehov. Vidare märktes också att besparingar vid kylbehov hade en betydligt mindre potential än värmebehov och att det i fallet med endast kylbehov inte skulle vara ekonomiskt försvarbart att använda sig av flera separata luftintag. Slutsatserna av undersökning har blivit att det finns en potential inom området och att det faktiskt finns en möjlighet att använda sig av separata luftintag för att tillgodose en byggnads energibehov i tilluften. Detta är dock beroende av ett antal faktorer där byggnadens behov i form av temperaturer och flöde spelar mycket in. Dessutom har fastslagits att vidare undersökningar, med bättre noggrannhet, skulle ge ett tydligare resultat och vara fördelaktigt att genomföra för att få en bättre bild av den upptäckta potentialen.

Nyckelord: uteluftsintag, temperaturloggning, väderleksloggning, energieffektivitet, ventilationssystem,

Placement of outdoor air for ventilation systems - energy efficiency and function
Diploma Thesis in the Engineering Programme
Building and Civil Engineering
NILS ALEXANDERSSON, ROBERT JOSEFSSON

Department of Energy and Environment
Division of Building services Engineering
Chalmers University of Technology

ABSTRACT

The purpose of this investigation has been to study the most effective placement of an air intake to a ventilation system. This has been made, taking into account both practical standards and technical guidance, only to create a solution with as much energy and economic gain as possible. Furthermore it was also examined the possibility of using two separate air intakes in different directions to create even more of these gains. In order to create a basis for energy and economic calculations measurements were performed in terms of temperature logging around an existing building where four sensors were placed against northwest, southwest, northeast and southeast. Also logging of weather conditions was made using a weather station. When temperatures were collected over a period of time these were used to create differences between the various cardinal points as the sensors were placed against. These differences, termed as the average temperature differences or MTD, then formed the basis for the results the investigation provided.

After measurements and calculations were done several results could be reported in which some showed appealing values. Important factors could be deduced, where the efficiency of the heat recovery proved to be one of the most essential for the results. Meanwhile, the calculations showed that the great potential lay in the use of solar radiation on heating demand. The possibilities in this area was so great that it would even be able to carry the investment costs taken into consideration in the calculations regarding separate air intakes, this at both only heating demand and combined heating and cooling demands. Further it was also noticed that the savings on cooling demand had a significantly lower potential than heating and that in the case of the only cooling demand would not be economically feasible to use several separate air intakes. The conclusion of the study has been that there is a potential in the area and that there is actually an opportunity to make use of separate air intakes to meet a building's energy needs in the supply air. However, this is dependent on a number of factors where the building needs in terms of temperatures and flow plays a large part. Additionally it has been determined that further investigation, with better accuracy, would provide more significant results and may be beneficial to implement in order to get a better view of the discovered potential.

Key words: outdoor air intake, temperature logging, weather logging, energy efficiency, ventilation systems

Innehåll

SAMMANFATTNING	II
DIPLOMA THESIS IN THE ENGINEERING PROGRAMME	III
ABSTRACT	III
INNEHÅLL	IV
FÖRORD	VIII
1 INLEDNING	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte	1
1.3 Avgränsningar	1
1.4 Metod	1
2 TEORI	3
2.1 Allmän placering av luftintag	3
2.1.1 Föroreningar	3
2.1.2 Kortslutning	4
2.1.3 Temperatur	4
2.1.4 Vind	5
2.1.5 Nederbörd	5
2.1.6 Ljud	6
2.2 Energi	7
2.2.1 Värmning och kylning av luft	7
2.2.2 Antaganden	7
2.3 Ekonomi	8
2.3.1 Kyl- och värmningskostnad	8
2.3.2 Investeringskostnad	8
2.3.3 Drift och underhållskostnad	8
2.3.4 Antaganden	8
3 METOD	9
3.1 Allmän beskrivning av metoden för projektet	9
3.2 Material och underlag för mätningar	9
3.3 Utförande av mätningar	10
3.4 Bearbetning av data	12
3.5 Investeringskalkyl	13
3.6 Framtagning av uppvärmnings- och kylbehov	14
4 RESULTAT	15

4.1	Olika väderförhållandens påverkan på temperaturdifferensen	15
4.1.1	Översikt	15
4.1.2	Vind	16
4.1.3	Regn	17
4.1.4	Sol	18
4.2	Väderförhållanden vid stora temperaturdifferenser	20
4.3	Antal timmar med uppvärmnings- och kylbehov av tilluft	21
4.4	Medeltemperaturdifferenser mellan väderstreck	21
4.5	Energimässiga och ekonomiska beräkningar	23
4.5.1	Enkelt intag	23
4.5.2	Multipla intag	25
4.6	Enkätundersökning	29
4.6.1	Konsulter	29
4.6.2	Tillverkare och leverantörer	29
5	DISKUSSION/ANALYS	31
5.1	Upptäckta samband	31
5.2	Möjliga ekonomiska och energimässiga vinningar	31
5.3	Gynnsamma placeringar av intag	32
5.4	Undersökningsresultat i förhållande till rådande normer	32
5.5	Problematik med placeringar	33
5.6	Felkällor vid utförande av mätningar	33
5.7	Antaganden	34
5.8	Möjligheter till vidare undersökningar	35
6	SLUTSATSER	36
7	REFERENSER	38
7.1	Textkällor	38
7.2	Bildkällor	39
7.3	Muntliga källor	39
	BILAGA 1 – SEKTIONSDATA	40
	BILAGA 2 - ENKÄTUNDERSÖKNING	41
	Frågor till konsulter	41
	Frågor till tillverkare/leverantörer	43
	BILAGA 3 - VARAKTIGHETSDIAGRAM	44

FIGURFÖRTECKNING

Figur 1 – Avledare.	6
Figur 2 – Vy över givarnas placering i plan.	10
Figur 3 – Sidovy över givarnas placering.	11

TABELLFÖRTECKNING

Tabell 1 – Underlag för mätningar.	9
Tabell 2 – Investeringskalkyl.	13
Tabell 3 – Väderförhållanden.	20
Tabell 4 – Verkningsgrad och uppvärmningstimmar.	21
Tabell 5 – Medeltemperaturdifferenser mellan väderstreck.	22
Tabell 6 – Sammanfattning av mest fördelaktiga resultat av multipla intag.	28

Förord

Denna rapport har fungerat som en avslutande del i våra studier. Den ingår i examensarbetet och omfattar 15 högskolepoäng. Examensarbetet har utförts vid institutionen Energi och miljö på Chalmers Tekniska Högskola.

Examensarbetet påbörjades i november 2013 på Chalmers. Då drogs linjerna upp för vad rapporten skulle behandla och innehålla. Vi var tidigt inne på att göra någon form av praktisk mätning för att sedan utvärdera den data som samlats in. Därför kom vi fram till att göra en undersökning kring placering av uteluftsintag.

För att kunna genomföra undersökningen behövde vi få tillgång till mätutrustning och ett objekt att göra våra mätningar på. Sweco kunde bistå med båda och tyckte vår idé lät intressant, därför lät de oss göra vårt arbete hos dem. Följaktligen gjorde vi vårt arbete och skrev vår rapport på Swecos kontor i Göteborg under perioden januari till maj 2014.

Vi vill rikta ett stort tack till vår handledare på Sweco, Fredrik Hansson, som har varit till stor hjälp i vårt arbete. Han har bidragit med kompetens och kunnande inom området, men också kommit med goda råd och idéer kring arbetet vilket har underlättat och gjort den slutliga rapporten bättre. För hjälp med mätningar och loggning av temperaturer ska Jonas Schön ha tack. Vi vill också tacka Karin Kullman och Karin Forsman som var de som lät oss göra vårt arbete på Sweco. De har också alltid ställt upp, svarat på frågor och bidragit med erfarenheter.

Emma Björkman från Göteborg stads miljöförvaltning har haft viktig information rörande solinstrålning som vi fick ta del av, detta är vi väldigt tacksamma för.

Avslutningsvis vill vi självfallet också tacka vår handledare och examinator på Chalmers, Anders Trüschel för sitt stora engagemang, bidrag med idéer och tankar kring arbetet samt för granskningen av rapporten.

Göteborg maj 2014

Nils Alexandersson, Robert Josefsson

Beteckningar

Här nedan visas de viktigaste storheter och enheter som dyker upp i rapporten och också en kort förklaring till dessa.

Storheter och enheter

C_p	Specifik värmekapacitet ($\text{kJ/kg}\times^\circ\text{C}$)
E	Solinstrålning (W/m^2)
MTD	Medeltemperaturdifferens ($^\circ\text{C}$)
\dot{V}	Flöde (m^3/s)
v	Hastighet (m/s)
Q	Värmeenergi (kWh)
\dot{Q}	Värmeeffekt (kW)
Δt	Temperaturskillnad ($^\circ\text{C}$)
τ	Tid (h)
ρ	Densitet(kg/m^3)

1 Inledning

I detta kapitel kommer undersökningen kortfattat presenteras samtidigt som det ursprungliga syftet med studien beskrivs. Bakgrund till problemet samt arbetssätt för projektet visas likaså.

1.1 Bakgrund

I dagens samhälle är energifrågan väldigt viktig, inom alla branscher strävas det efter energisnålare alternativ. Inom luftbehandling handlar det mycket om att ta vara på den energi i form av värme och kyla som finns i närområdet. Man vill ta vara på alla resurser på bästa sätt för att minska både den ekonomiska och ekologiska förbrukningen.

Målet med denna undersökning är att bidra till utvecklingen av förbättrad energihushållning genom att på bästa sätt ta vara på såväl kyla som värme vid intag av uteluft. Utgångspunkten ligger i att temperaturen på en byggnads fasad kan skilja sig betydligt beroende på dess vädersträck och utformning. Detta skapar möjligheten till att vid olika årstider eller tider på dygnet använda flera olika luftintag med skilda placeringar. Detta för att kunna ta till vara på den potential som finns i de olika placeringarna. Vidare innefattar undersökningen också samordning av övriga förutsättningar, exempelvis hänsyn till vind och snö, för att den placering undersökningen kommer fram till ur energiperspektivet också ska vara möjlig att utföra praktiskt.

1.2 Syfte

Syftet med undersökningen är att finna en optimal placering av luftintag med tanke på energieffektivitet och bibehållen funktion. Detta för att skapa underlag för ekonomiska och energimässiga besparingar. Möjligheten till att utnyttja två separata luftintag undersöks också och kommer visa på möjlig vinning.

1.3 Avgränsningar

De egna mätningarna omfattar loggning av temperaturer, nederbördsmängd, vindriktning och vindhastighet. Andra faktorer som beaktas är föroreningar, kortslutning och ljudproblematik, vilka till skillnad från mätningarna baseras på litteraturstudier. Beräkningarna innefattar ekonomiska och energimässiga analyser.

1.4 Metod

Metoden som använts är en blandning av egna mätningar, litteraturstudier och enkätundersökningar. Valet av metod grundades på tanken att ta vara på redan existerande kunskap men samtidigt skapa sig en egen bild av området för att kunna dra egna slutsatser och få kunskap om det praktiska arbetet. För att kunna genomföra mätningarna på ett bra sätt påbörjades litteraturstudierna väldigt tidigt i arbetet. Fokus låg på placering av luftintagen med hänsyn till klimatförutsättningar.

Mätningar genomfördes på en befintlig byggnad i Göteborg, Swecos kontor vid Göta älvbron. Utanpå byggnadens fasader placerades temperaturmätare för att logga de

skilda ytornas temperaturdifferenser under en bestämd tid. Även väder- och vindförhållanden dokumenterades för att skapa ett bra underlag för vidare analyser.

För att få en bra inblick i dagens tillvägagångsätt vid placering av uteluftsintag, gjordes en enkätundersökning bestående av frågor till såväl tillverkare som konsulter. Detta gjordes för att ta reda på vilka kunskaper och erfarenheter som finns och används inom branschen. Dessutom gav detta ett bättre och bredare underlag till vidare diskussioner som tas upp senare i rapporten.

Med hänsyn till tid och resurser ansågs denna metod bäst lämpad. Andra tillvägagångsätt kunde varit att sätta upp ett eget system och testa i praktiken, endast förlitat sig på litteraturstudier och sammanställt befintlig kunskap eller enbart gjort egna mätningar på en byggnad. Alla dessa metoder kändes antingen ogenomförbara på grund av brist på tid och resurser eller mindre lämpade utförandemässigt.

2 Teori

I detta kapitel visas på den teori som ligger bakom undersökningen och då framför allt det material som antaganden och modeller grundats på.

2.1 Allmän placering av luftintag

Vid placering av ett uteluftsintag är det flera faktorer som behöver vägas in. Här nedan visas på grundpelarna för placering av luftintag. Utifrån dessa görs sedan en bedömning av vad som är praktiskt möjligt och även den bästa lösningen.

2.1.1 Föroreningar

Vid placering av uteluftsintag är risken för att få in föroreningar i ventilationssystemet bland de viktigaste faktorerna att beakta. Därför bör detta tas upp i ett tidigt skede av projekteringsprocessen för att säkerställa ett minimalt intag av föroreningar. En bra placering av uteluftsintag kan även minska behovet av intagsfilter med hänsyn till lukt och damm (Smith, 2002).

En av de vanligaste föroreningarna är kortslutning, detta tas upp närmare i nästa avsnitt och sker när avluften sugas in i uteluftsintaget. Andra vanliga föroreningar som behöver tas hänsyn till är utsläpp från industrier, kyltorn, djuranläggningar och framförallt avgaser från trafiken. Flera av dessa utsläpp är hälsofarliga och placeringen av uteluftsintaget bör vara sådan att inga hälsofarliga föroreningar sugas in. Andra föroreningar kan vara i form av dåliga eller starka lukter och dessa är inte lika viktiga att ta hänsyn till, det beror delvis på vad byggnaden har för krav på luftkvaliten (Smith, 2002).

I städer eller längs större vägar där luften är mer förorenad på grund av mycket trafik bör uteluftsintaget placeras så att det inte vetter mot trafiken. Fördelaktigt kan vara att istället placera intaget mot en innergård eller på ett tak där avgashalten är lägre. Detta kan ses som ett enkelt allmänt råd, att alltid placera ett uteluftsintag riktat bort från föroreningskällan (AV, 2013). I avgaser ingår bland annat ämnen som koloxid, kolväten, kväveoxider och partiklar. Då kolväten är direkt hälsofarliga och cancerframkallande inser man vikten i att placera ett intag på rätt plats för att minimera intaget av farliga gaser (Transportstyrelsen, 2014). Men det största problemet med avgaser är partiklarna som uppstår vid förbränning av fossila bränslen. Enligt världshälsoorganisationen WHO kan 3,7 miljoner dödsfall världen över kopplas till dessa partiklar. Partiklarna ökar risken för akuta och kroniska sjukdomar, såsom lungcancer, kronisk obstruktiv lungsjukdom (KOL) och kardiovaskulära sjukdomar.

2.1.2 Kortslutning

En av de viktigaste faktorerna i att placera ett luftintag är att titta på placeringen av dess motsvarighet för frånluft. Gör man inte detta är risken stor att man skapar en så kallad kortslutning, där frånluft som släpps ut ur byggnaden återvänder in igen tillsammans med tilluften. Man har på så vis skapat en kontinuerlig förorening i byggnaden (Smith, 2002).

För att undvika detta scenario använder man sig av ett antal grundregler beroende på om man placerar intaget på tak, i fasad eller på marknivå. Dessa regler är på intet sett bindande men bildar en stabil grund för att undvika kortslutningsproblematiken. Kortfattat kan man sammanfatta dem som följande:

- Placera, vid möjlighet, alltid intag/utblås på ett betydande avstånd från varandra.
- Placera aldrig intag/utblås på ett närmare avstånd än att kortslutning kan undvikas.
- Vid nybyggnation, planera alltid placeringen i ett tidigt skede när det finns möjlighet till flexibilitet.
- Låt aldrig väggar eller tak stänga in intag/utblås i ett utrymme, vilket kan bli aktuellt vid vissa väderförhållanden som t ex stark vind mot ett inåtgående hörn.
- Placera inte intag/utblås på ett sådant sätt att en ”dal-effekt” kan uppkomma, exempelvis mellan två täta byggnader.
- Använd byggnaden i sig som avskärmning mellan intag/utblås.

Att det många gånger är svårt att anpassa sig till alla dessa grundregler är inte något som gått obemärkt förbi och självfallet finns det fall som inte uppfyller några av dessa. I undersökning har dock dessa tagits i beaktning vid mätningar och varit en av grundtankarna vid placeringar.

2.1.3 Temperatur

Temperaturen är den faktor som spelar störst roll i denna undersökning och den som varit mest styrande i valen av placeringar. Den beror av flertalet underkategorier och är den mest varierande delen av dessa grundpelare.

För att undvika felaktig temperatur kan man använda sig av olika färger i närhet till intaget. Det kan exempelvis vara en svart vägg i närhet till intaget för att uppnå höga temperaturer eller i motsatt fall användning av ljusa färger vilka inte upptar solens värme på samma sätt. Färger kan också användas på själva huven eller intaget för att på samma sätt uppnå önskad temperatur. Självfallet kan detta också skapa problem vid oförutsedda effekter, t ex placering av intag på ett svart tak kan på sommaren öka kylbehovet avsevärt (HAGAB, 2012).

Ett annat sätt att skapa mer fördelaktiga temperaturförhållanden är att använda sig av byggnadens utformning för att fånga upp så mycket av solstrålningen man vill använda sig av. Detta görs genom att placera intaget med hänsyn till väderstreck, höjd och möjliga hinder för solljuset.

Även vindförhållanden kan användas för att skapa önskade temperaturer. Stillastående luft blir snabbt varm och detta används genom att man placerar intaget på ett sätt som vid önskad värme är vindskyddat. Däremot vid önskad kyla placeras detta för att få ett omblandande vindförhållande (HAGAB, 2012).

Framförallt är valet av luftintagets placering beroende på behovet. Speciellt avgörande är om byggnaden har ett kyl- eller värmebehov. Då t.ex. en placering i norrläge är optimal om man har ett kylbehov, där är det nästa alltid skugga och därmed en något lägre temperatur på luften (HAGAB, 2012).

2.1.4 Vind

Placeringen av luftintag med hänsyn till vind kan vara av största vikt för att hålla hela ventilationssystemet i balans. Ett felaktigt placerat intag kan nämligen låta vinden ligga på och ändra tryckförhållanden i systemet. Detta kan i sin tur skada fläkten om den inte är dimensionerad för ett sådant extra tryck (HAGAB, 2012). För att då hitta en bra placering är det viktigt att man gör en undersökning av området. Intressant att veta då är trolig vindriktning, vindhastighet och kvantiteten av denna vindhastighet. Detta bestäms oftast genom beräkningar om byggnaden ligger inom ett väl strukturerat område, exempelvis en stad, medan byggnader som ligger mer fritt och utsatt snarare testas genom modellbyggen och mätningar (ASHRAE, 2011).

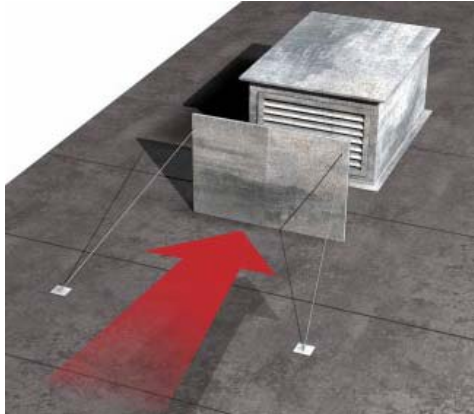
Ett mindre bra placerat intag kan, som vi nämnt tidigare, leda till föroreningar. Detta kan lika väl bero på vinden som på närheten till en biltrafikerad väg eller industri. Vindens inverkan kan skapa utrymmen med värme, kyla eller partiklar på olika platser runt en byggnad beroende på byggnadens utformning. Därför strävar man efter att sätta intag på platser där vindens inverkan är så liten som möjligt, även om det är svårt att helt friställa sig från dess inverkan på grund av dess variation (ASHRAE, 2011).

Risk för medryckning av vatten i systemet kan öka avsevärt vid vissa vindförhållanden och detta är också något man ska lägga viss vikt vid i placeringsskedet. Dock beror detta, lika väl som ovan nämnda problematiska punkter självfallet en hel del på vilken huv eller intagstyp man använder sig av.

2.1.5 Nederbörd

Placeringen av ett uteluftsintag bör vara på ett sådant sätt att medryckningen av nederbörd i luftintaget minimeras, då de kan orsaka problem i form av korrosion och mögeltillväxt i systemet. Som nämnts ovan beror detta till stor del på vilka vindförhållanden som råder, men det finns även flera olika metoder för att minska nederbördens påverkan på systemet (Hanssen, 2007).

Om ett luftintag har placerats på ett platt tak kan problem med yrsnö uppstå. En lämplig åtgärd för att skydda intaget från att suga in snö kan vara att sätta upp en så kallad avledare framför intaget. En annan åtgärd är att inte ha för höga lufthastigheter på insuget. En rätt dimensionerad lufthastighet minskar indrivandet av snö och regn (HAGAB, 2012).



Figur 1 – Avledare.

Utformningen av själva intaget i sig är även det en avgörande faktor på indrivning av nederbörd. Om intaget är av en oskyddad sort, t.ex. ett nät så bör den dimensionerade lufthastigheten inte vara större än 2 m/s för att minska risken för medryckning av regn och snö (EC, 2007). Annars är det vanligt att man använder sig av jalusigaller som är utformade på så vis att vattenmedryckning minimeras.

2.1.6 Ljud

Problematiken med ljud inom detta område sticker ut en del. Detta är nämligen det enda problemet där man jobbar för att inte släppa ut något i jämförelse med de andra fallen, där man försöker hålla problemen på utsidan. Detta problem är dock inget som denna undersökning lägger allt för stor vikt vid då man vid problematiska placeringar kommer väl undan med ljuddämpare i systemet. Självfallet kvarstår dock den ekonomiska aspekten då ljuddämpare och ett högre tryckfall i systemet kostar pengar (HAGAB,2012).

2.2 Energi

Eftersom syftet med undersökningen var att finna rätt placering av luftintag med hänsyn till de energimässiga faktorerna har användningen av denna teori varit fundamental för hela genomförandet. Dock ska nämnas att den teori som använts är på en grundläggande nivå då de har mestadels syftat till beräkningar angående temperaturdifferensers inverkan på en energikonsumtion.

2.2.1 Värmning och kylning av luft

Grunden i undersökningen har varit att man vid ett värme- respektive kylbehov vill få in så varm eller kall luft som möjligt i sitt ventilationssystem för att på så sätt slippa onödig energianvändning i värme- och kylbatterier. Undersökningen har därför legat i de placeringar av intag som skulle ge de varmaste och kallaste lufttemperaturerna vid intag. Placeringen av de olika intagen, som lösts genom ovanstående teori samt mätningar, har gett temperaturdifferenser som sedan omvandlats till energidifferenser genom energiberäkningar.

$$Q = \dot{V} \times \rho \times \Delta t \quad (2.1)$$

$$Q = \dot{V} \times \rho \times C_p \times \Delta t \times \tau \quad (2.2)$$

Ovanstående ekvationer har använts genom hela arbetet och det är genom dessa som alla erforderliga effekter och energinivåer bestämts. Dessa ligger senare till grund för de ekonomiska beräkningarna som tas upp nedan.

2.2.2 Antaganden

För att kunna få fram ett resultat av mätningarna har ett antal antaganden gjorts när det kommer till energiberäkningarna. Vid framtagande av flöde har antagandet utgått från ett värde för kanaldimensionen, som beräknats fram. Vidare har antaganden gjorts gällande mätningarna i form av bestämmande av temperaturer som visas på i metodkapitlet.

Ett antagande om ventilationens driftstider har gjorts vid de energimässiga och ekonomiska beräkningarna. Ventilationen antas vara i drift hela tiden, även nätter och helger. Detta för att kunna nyttja alla de värden som givarna loggat under dygnet.

2.3 Ekonomi

I denna undersökning delas ekonomin upp i flera olika kostnader. Dels en rörlig kostnad som är direkt kopplad till mängden energi som används för att värma respektive kyla uteluften till önskad temperatur. En annan del är den investeringskostnad som uppstår vid valet av flera uteluftsintag och även en ny driftskostnad för den nya dragningen.

2.3.1 Kyl- och värmningskostnad

När energi behöver skjutas till för att värma eller kyla uteluften inne i aggregatet uppstår det en kostnad. Desto mer energi som behöver tillföras ju större blir kostnaden. Ett ungefärligt pris per kWh tas upp nedan.

2.3.2 Investeringskostnad

Vid installering av två separata uteluftsintag uppkommer en investeringskostnad för extra material och arbete vid den nya dragningen. Denna kostnad är helt beroende av vart luftintaget placeras. T.ex. om det placeras nära aggregatet kommer denna att bli låg och tvärtom vid långa avstånd. Antaganden om ungefärlig kostnad per meter tas upp i kapitel 3.5 Investeringskalkyl.

2.3.3 Drift och underhållskostnad

Om två uteluftsintag installeras uppstår en ny kostnad för drift och underhåll för just de extra filter, kanaler och dylikt som behövs. Kostnaden kommer att bestämmas nedan i avsnittet om antaganden.

Denna kostnad, tillsammans med investeringskostnaden, kommer att vägas mot de som sparas in vid användning av två separata uteluftintag. Alltså den minskning av energi som uppstår när luften inte behöver värmas eller kylas lika mycket på grund av att det finns två intag.

2.3.4 Antaganden

För att göra arbetet något enklare har flera olika antaganden gjorts. Vid bestämning av kostnaden för energi i form av el har en förenkling gjorts till ett pris av 1kr/kWh (Elprisguiden, 2014).

Investeringskostnaden per meter för nya kanaler beror delvis på materialet men framförallt på dimensionen. I denna undersökning räknas det med en ökning av priset för kanaler med en faktor 1,4 per dimensionsändring uppåt. Samt en kostnad för övriga detaljer så som spjäll och galler, med en faktor 1,5 per dimensionsändring uppåt. I dessa kostnader ingår material och montering. Detta kan ses än tydligare i kapitel 3.5 Investeringskalkyl (Wikells Sektionsdata, 2014).

Arbetet med underhåll och drift tillkommer också. Där beror kostnaden på längden för kanalen och antalet filter osv. Kostnaden har efter övervägande och diskussion med Fredrik Hansson på Sweco uppskattats vara så låg i förhållande till investeringskostnaden att den kan ses som försumbar.

3 Metod

Detta kapitel kommer att beröra metoden för undersökningen och på ett beskrivande sätt visa på hur utförandet gått till och vilka hjälpmedel som använts.

3.1 Allmän beskrivning av metoden för projektet

Undersökningen bygger i mångt och mycket på mätningar av temperaturer och jämförelser mellan dessa och olika väderförhållanden. För att skapa möjlighet till denna typ av jämförelser har en stor mängd data samlats in med hjälp av temperaturgivare samt väderstation. Placering av givare har skett med hänsyn till den teori som visats på tidigare i rapporten och också i de väderstreck som ansetts intressanta att undersöka ur ett energiperspektiv.

När tillräckligt stor mängd data samlats in påbörjades bearbetning av denna i form av skapandet av medelvärden och undersökning kring generella likheter och skillnader. Vidare sattes dessa in i diagram för att enklare ge en överskådlig bild över arbetet och också lättare hitta samband.

Bearbetningen ledde sedan till värden i form av temperaturer, som användes för att beräkna möjliga energimässiga och ekonomiska vinningar av fördelaktig placering. Vid dessa beräkningar användes också uppskattade investeringskostnader från kalkylprogram.

3.2 Material och underlag för mätningar

På grund av undersökningens utformning har en mängd olika hjälpmedel använts i arbetet. För att på ett enkelt sätt visa på dessa hjälpmedel och verktyg har en tabell satts samman vilket ses här nedan. Där visas vilken typ av verktyg/hjälpmiddel det är, det specifika namnet eller modellen av detta och också vilken funktion den har gett i undersökningen.

Tabell 1 – Underlag för mätningar.

Verktyg/Hjälpmiddel	Modell/Namn	Funktion
Givare	Intab Tinytag temperature logger	Logga temperatur.
Väderstation	Weather Station WH-1080	Logga väderförhållanden i form av vindriktning, vindhastighet, temperatur och regnmängd.
Mjukvara	Easyview	Tar hand om loggade temperaturer och skapar tabeller och diagram av dessa. Används också för att starta och behandla loggning.
-:-	Easyweather	Tar hand om loggade väderförhållanden och skapar tabeller och diagram av dessa. Används också för att starta och behandla loggning.
-:-	Excel	Bearbetning av insamlad data samt diagram och beräkningar.
-:-	Wikells Sektionsdata	Underlag för uppskattade investeringskostnader.
Webbplats	Göteborgs Stad (www.goteborg.se)	Värden för solinstrålning.

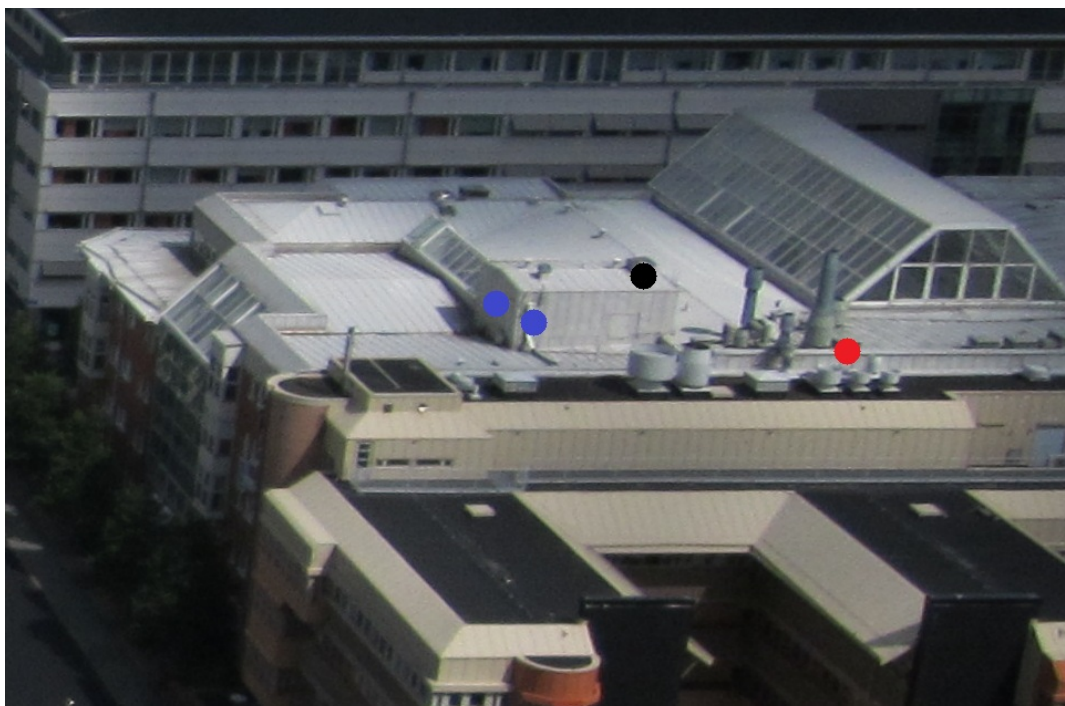
Förutom de ovan nämnda materiella hjälpmedel så har också Sweco varit till stor hjälp i arbetet med undersökningen. Detta både i form av byggnaden, som mätningarna utförts på, men likväl med rådgivning och delande av erfarenheter.

3.3 Utförande av mätningar

Mätningarna utfördes under våren 2014, från den 22 februari till den 23 april, där temperaturgivare sattes ut för att logga temperaturer under denna tid. Sju stycken givare var placerade på taket till Swecos kontor i Göteborg, varav fyra stycken utanpå maskinrummet för hissen. Där satt de på utsidan av väggen i var sitt väderstreck, NV, NO, SO och SV. De övriga tre givarna var placerade vid ett luftintag i form av en huv. En var placerad 20 cm in i luftintaget, de andra två på var sin sida av huven i väderstrecken NO och SV. Alla givares placering i plan visas i figur 2 nedan, där blå prickar är givare placerade på hissens maskinrum, röda prickar är givare vid huven och den svarta prickken är väderstationen, som beskrivs lite senare. Dock är inte den givare som är placerad inne i huven markerad. Men den sitter mellan de röda prickarna. Även i figur 3 visas givarnas position fast i en sidovy, där syns endast tre givare och väderstationen.



Figur 2 – Vy över givarnas placering i plan.



Figur 3 – Sidovy över givarnas placering.

Innan givarna placerades ut gjordes en kalibrering för att kontrollera om det fanns några skillnader i de temperaturer givarna loggade. Kalibreringen utfördes genom att givarna placerades på samma plats inne i kontoret under 30 minuter, efter att de tidigare legat i ett avskilt rum inne i byggnaden under flera dygn. Sedan avlästes vilken temperatur varje enskild givare visade och dessa ställdes därefter mot varandra för att se skillnaden. Denna skillnad drogs sedan av på de värden som erhöles när mätningen var klar.

Varje givare var placerad så att den inte utsattes för direkt solljus och den låg inte heller direkt emot väggytan. Detta var först svårt att lösa då de fyra givarna som användes runt om maskinrummet inte hade någon förlängd sensor, utan temperatursensorn satt inuti givaren. Dessa byttes efter två veckor ut mot givare med en förlängd sensor vilket medförde att sensorn kunde placeras på ett avstånd från ytan som var godtagbart. Anledningen till denna placering är att undersökningen vill finna temperaturen på luften som är nära väggytan, inte temperaturen på själva ytan. I övrigt placerades givarna med hänsyn till den teori som tas upp i teorikapitlet, således med hänsyn till föroreningar osv. Givare och sensor fästes med vävtejp.

På samma plats som givarna sattes upp, placerades även en väderstation. Den kom upp något tidigare än givarna och var på plats från den 20 februari till den 23 april. Väderstationen var placerad ovanpå hissens maskinrum för att den skulle komma högt upp och på så sätt minska störningarna från intilliggande byggnationer. Detta för att kunna logga vindförhållandena på ett korrekt sätt.

För att läsa av de temperaturdata som loggats kopplades temperaturgivarna in i en dator och data överfördes med hjälp av programmet EasyView. Vid avläsning av data för väderstationen utfördes samma procedur med undantaget att programmet som användes var EasyWeather. De data som inhämtats till de olika programmen exporterades sedan vidare till Excel för bearbetning.

3.4 Bearbetning av data

Efter att ha överfört all insamlad data till olika ark i Excel påbörjades arbetet med bearbetningen av denna. Inledningsvis innebar detta att sälla bort de värden som uppkommit vid inhämtning och utsättning av givarna då dessa inte var relevanta för undersökningen. För givarna placerade kring luftintaget sällades också värden på kvällar, nätter och helger bort då ventilationen i dessa fall var i det närmaste avstängd.

När de relevanta värdena för såväl temperaturer som för sol, vind och regn hade sammanställts delades klimatförhållandena upp var för sig. Sorterade i storleksordning, med det högsta värdet på varje klimatfaktor högst upp, plockades de dagar ut där förhållandena var mest extrema för varje faktor. När dessa dagar var utvalda vändes intresset mot givarna och deras loggning under dessa dagar. Skillnaderna i temperaturer mellan givarna under de rådande omständigheterna gav möjligheten att dra slutsatser om vilka klimatförhållanden som skulle kunna spela in mest i placeringen av ett luftintag med hänsyn till temperaturerna.

När detta var gjort byttes perspektiv och utgångspunkten blev istället de största temperaturskillnaderna som uppmätts. Det som kontrollerades var vid vilka tidpunkter som de största temperaturskillnaderna mellan de olika väderstrecken uppmätts av temperaturgivarna. Detta gjordes för att sedan kunna kontrollera vilka väderförhållanden som rådde vid just dessa tidpunkter. På samma sätt som tidigare kunde slutsatser dras om de aktuella väderförhållandena spelar en stor roll i temperaturskillnaden mellan de olika väderstrecken eller om de inte gör det och i så fall kan det även utläsas vilka typer av väderförhållanden som ger skillnader.

För att göra resultaten överskådliga beräknades medelvärden av temperaturerna under de dygn som hade undersökts med hänsyn till klimatfaktorerna. De framtagna medeltemperaturerna från givarna insattes sedan i diagram för att på ett enklare sätt kunna visa på de slutsatser som dragits från värdena på klimatfaktorerna. Diagram för såväl vind som för sol och regn konstruerades för att visualisera dess inverkan på temperaturerna.

3.5 Investeringskalkyl

Vid framtagande av investeringskalkylen har en exempelbyggnad använts. Det är en byggnad i storlek med Swecos kontor i Göteborg. Byggnaden är 60 meter bred och 80 meter lång. Antaganden har gjorts i form av att den längsta kanalen kan bli 80 meter lång, från uteluftsintag till aggregat, innehålla tre 90 graders böjar, en ljuddämpare, två spjäll och ett intagsgaller. Anledningen till att ljuddämpare används i kanalen är för att skapa mer utrymme i aggregatrummet samtidigt som antagandet ger ett mer trovärdigt värde på investeringskalkylen. Ett annat antagande som gjorts är att kostnader för håltagning och investeringskostnad för en större fläkt, på grund av det ökade tryckfall som en längre kanal innebär, utelämnats. Kanalerna som använts i kalkylen är cirkulära, med en diameter på 1000, 800 och 630 millimeter.

Kostnaderna har delats upp i två grupper, där kanaler står för en del och böjar och övriga komponenter en annan del. Kostnaderna för den förstnämnda gruppen är beroende av längden på kanalens sträckning medan den andra gruppen är satt som en fast kostnad för varje dimension.

För att få fram den ökande kostnadsfaktor som finns på båda grupperna, som nämndes i kapitel 2.3.4 Antaganden, användes jämförelser mellan de tre valda dimensionerna. Dessa kan ses nedan och är grundade på programvaran Wikells Sektionsdata, som härnäst benämns med endast sektionsdata.

Tabell 2 – Investeringskalkyl.

Dimension [mm]	Kostnad kanaler [kr]	Kostnad övrigt [kr]
630	$1\,037 \times X$	15 000
800	$1\,446 \times X$	24 000
1000	$2\,032 \times X$	35 000

Kostnadsfaktor per ökad dimension	1,4	1,5
-----------------------------------	-----	-----

X=Antal meter

Kostnaderna per meter kanal och priset på övriga detaljer ligger till grund för vad den ökande kostnadsfaktorn blir från en mindre dimension till en större.

3.6 Framtagning av uppvärmnings- och kylbehov

Varaktighetsdiagram användes för att undersöka hur många timmar per år som det finns ett uppvärmningsbehov av tilluften. Men eftersom det flesta system idag har en värmeåtervinnare så kommer denna tid skilja sig åt beroende på vilken typ av värmeåtervinnare som används och således vilken verkningsgrad den har. Därför undersöktes fyra olika verkningsgrader för att få en bättre bild av hur verkningsgraden påverkar antalet timmar som luften behöver värmas.

Även vid framtagning av kylbehov användes varaktighetsdiagram. Dock gjordes antagandet att kylåtervinning inte används, vilket förenklade framtagandet.

4 Resultat

I detta kapitel redovisas de resultat, som genom bearbetning av mätningar och sammanställning av enkätundersökningen, framkommit ur denna undersökning.

4.1 Olika väderförhållandens påverkan på temperaturdifferensen

4.1.1 Översikt

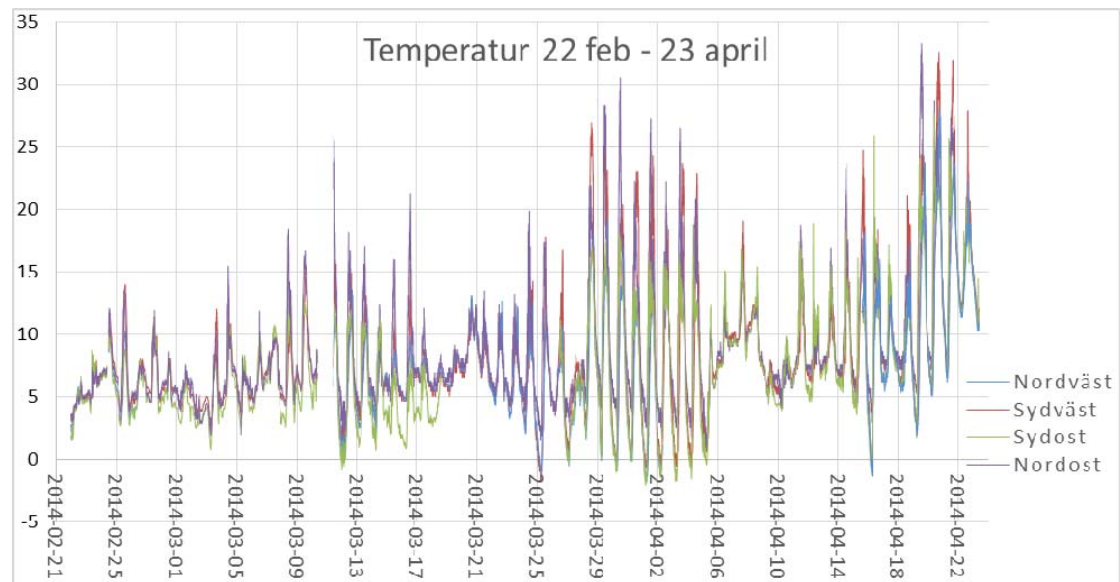


Diagram 1 – Översikt över mätningar

Detta är en översikt över givarna placerade i de olika väderstrecken, NV, NO, SO och SV. I diagrammet ligger mätvärden för varje givare inne och det är dessa som ligger till grund för utredningen.

Ett värde har loggats var 5:e minut och dessa har använts för att skapa medelvärden per timma. Medelvärdena för varje väderstreck har sedan jämförts och den största skillnad som finns mellan det högsta och lägsta värdet har gett temperaturdifferensen. På så sätt har medeltemperaturdifferensen (MTD) för perioden mellan den varmaste och kallaste sidan beräknats fram. De vind- och regndata som presenteras på nästa sida är inhämtade från den väderstation som varit placerad ovanpå Swecos kontor och solinstrålningen är mätt på femmanhuset och inhämtad från Göteborg stads miljöförvaltning.

4.1.2 Vind

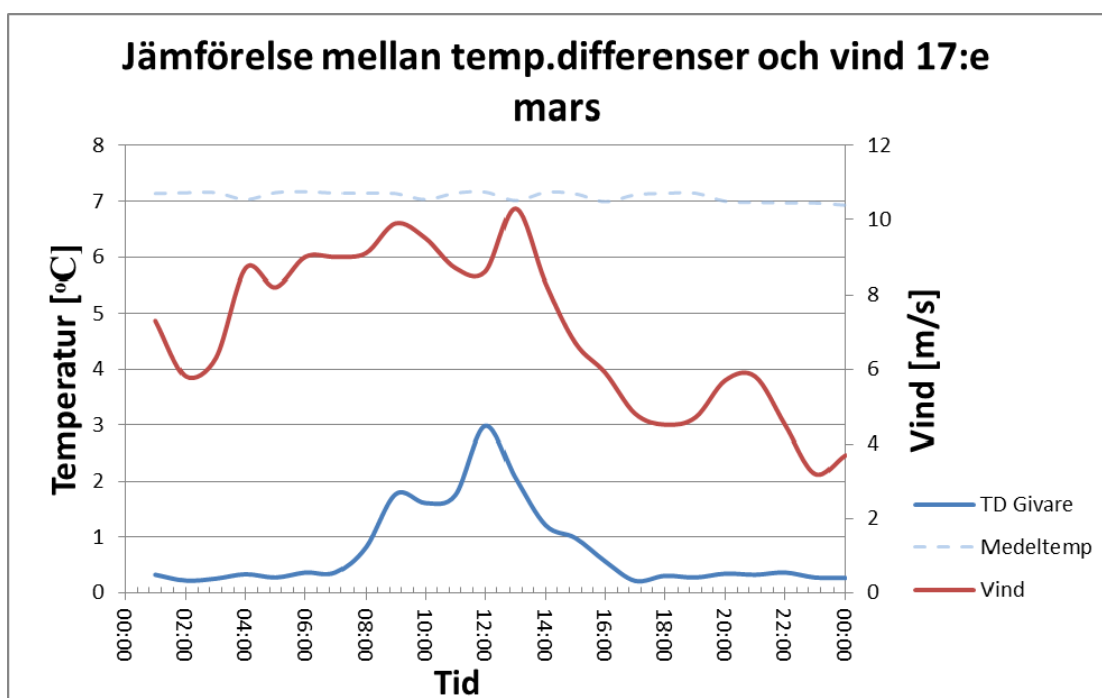
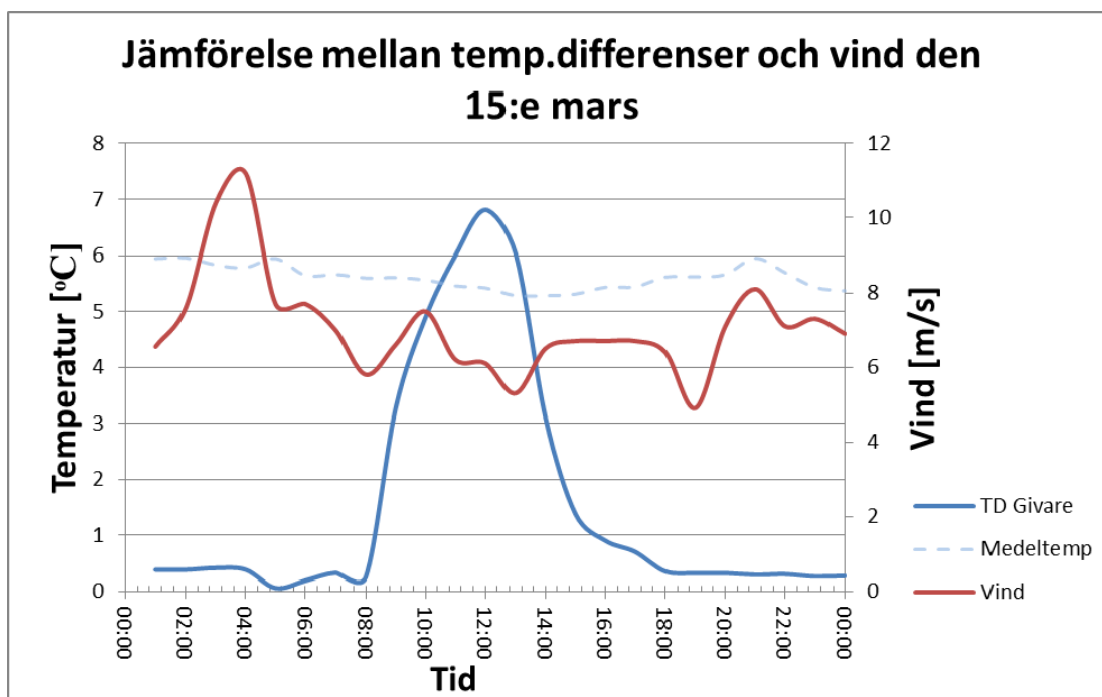


Diagram 2 och 3 – Vind och TD.

Här ovan visas vindförhållandena vid två mycket blåsiga dagar, där vinden jämförs mot temperaturdifferensen mellan de olika sidorna. För att på så sätt se om vinden har stor inverkan på temperaturen. Båda dagarna blåser vinden från nordväst. Sambandet utifrån detta verkar svårt att hitta.

4.1.3 Regn

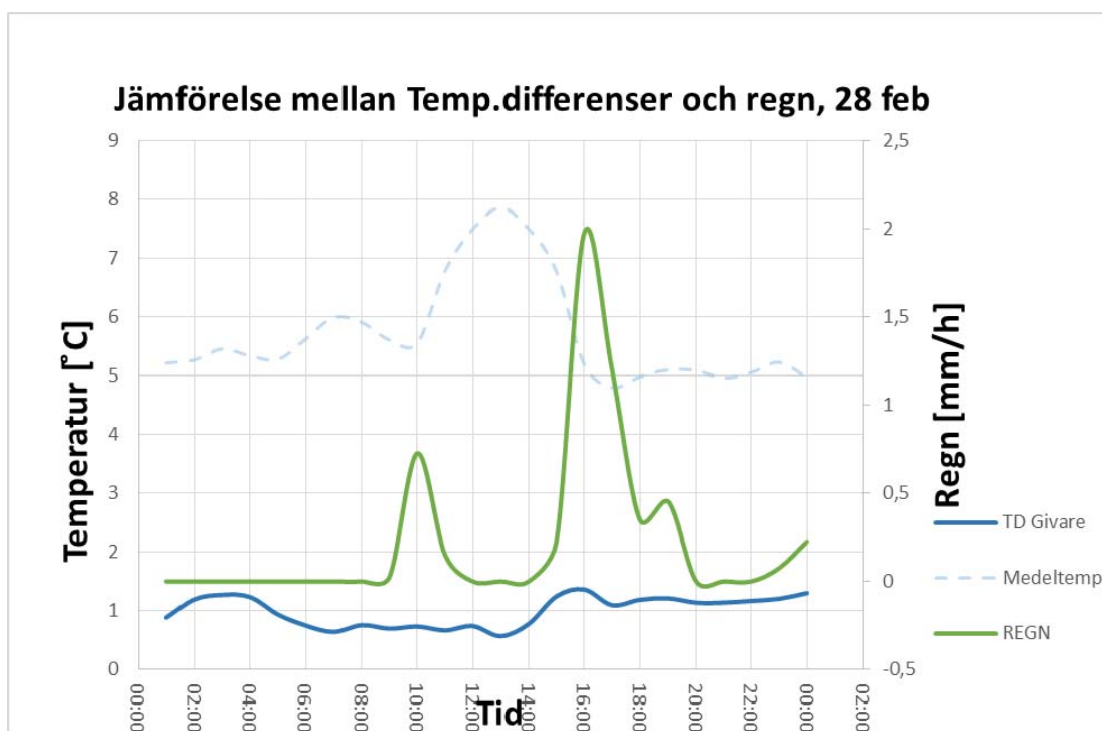
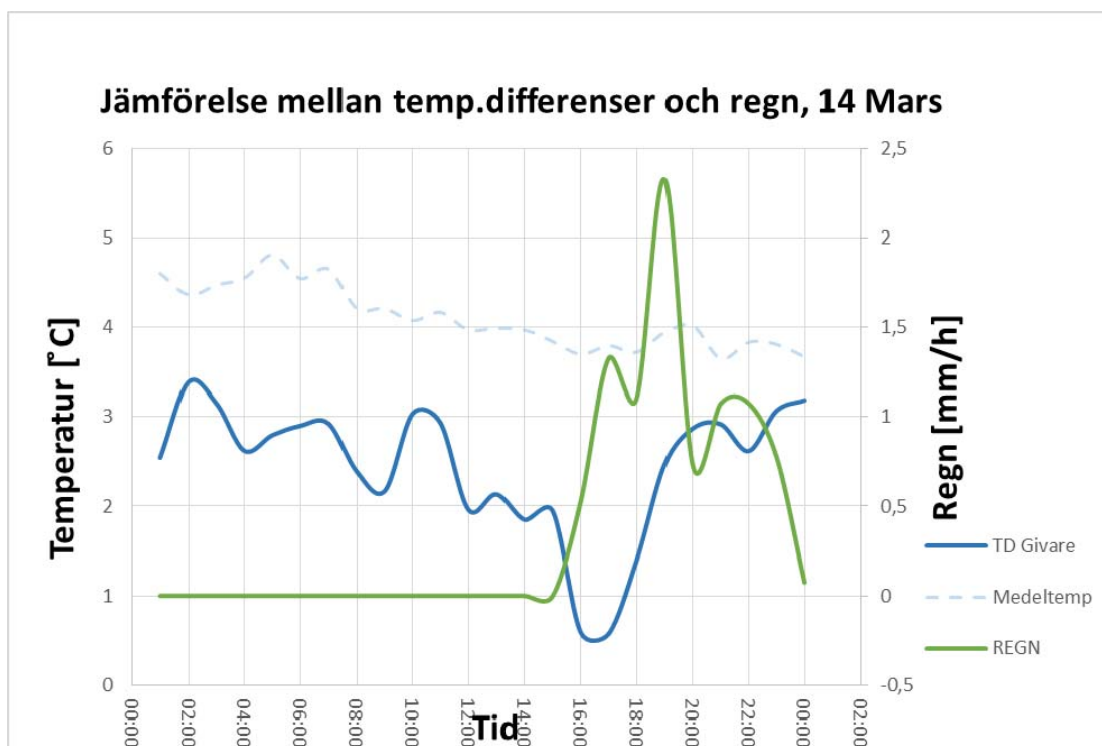


Diagram 4 och 5 – Regn och TD.

Detta är en jämförelse mellan temp. differenser och regn. Där det undersöks om regn påverkar temp. differensen mellan husets olika sidor. Båda de undersökta dagarna innehåller kraftiga regnfall men det är svårt att finna några likheter mellan temperaturer och regn.

4.1.4 Sol

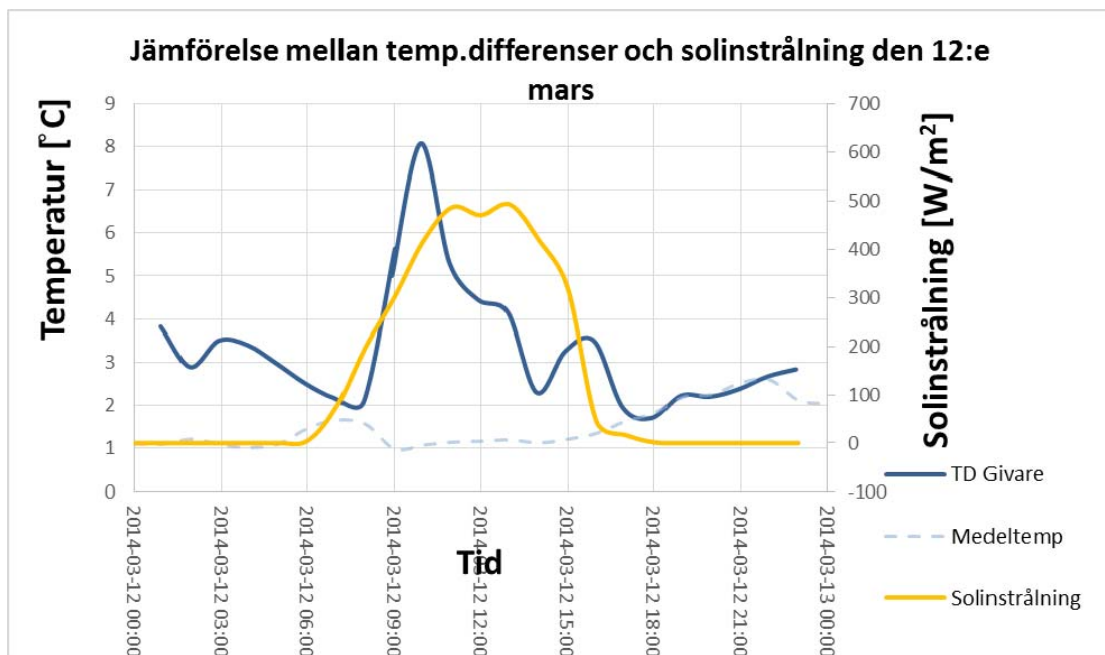
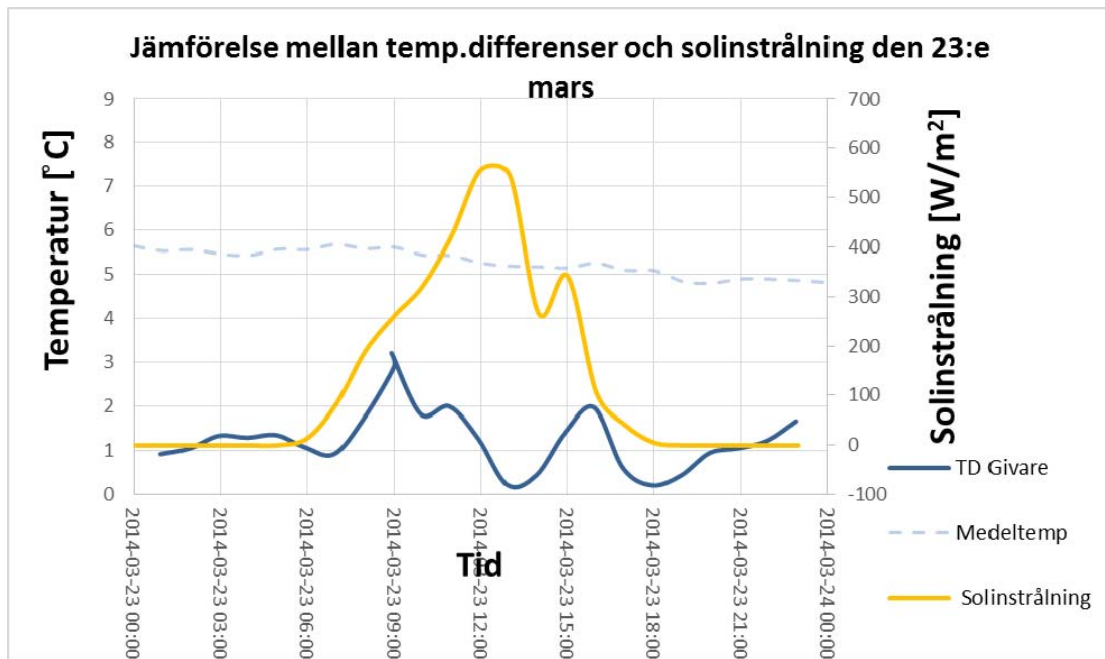


Diagram 6 och 7 – Sol och TD.

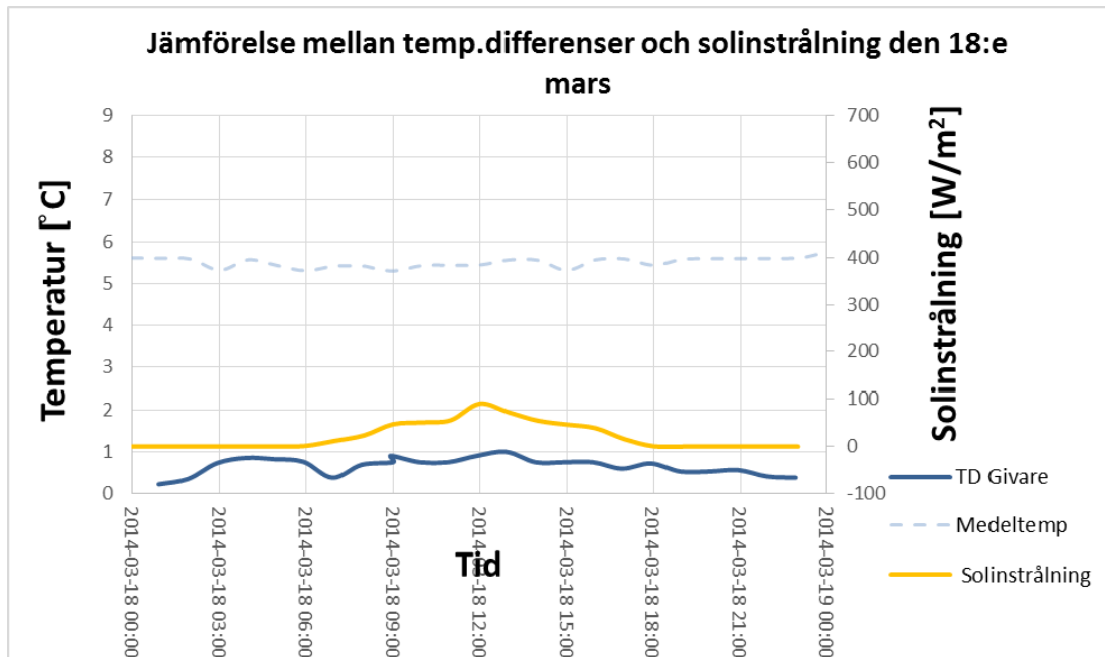


Diagram 8 – Sol och TD.

Dessa tre diagram visar hur solinstrålningen påverkar temperaturskillnaden mellan de olika ytorna. Det två första diagrammen visar dagar då solinstrålningen varit hög och även temp. differenserna har varit höga vid dessa dagar. Det tredje diagrammet visar en dag med låg solinstrålning där även temp. differensen mellan de olika väderstrecken varit liten.

4.2 Väderförhållanden vid stora temperaturdifferenser

I denna jämförelse har de dagar valts ut som har haft de högsta MTD-värdena. Sedan har detta satts i relation till de aktuella väderförhållandena för den enskilda dagen.

Tabell 3 – Väderförhållanden.

Dag	Sol [W/m ²] Dagsmedel	Vind [m/s] Dagsmedel	Regn [mm]	MTD [°C] Dagsmedel (max)
4/3	64,7	2,0	0	1,8 (7,4)
8/3	99,2	3,8	0,6	3,1 (11,6)
11/3	136,0	0,9	0,8	5,6 (18,7)
12/3	135,1	2,0	0	3,4 (10,2)
13/3	137,9	2,5	0	3,1 (7,9)
15/3	125,6	7,0	2,4	3,8 (9,1)
16/3	120,8	3,8	0	5,0 (14,4)
24/3	114,5	1,2	0	2,3 (9,3)
25/3	137,9	1,4	0	3,4 (12,1)
29/3	186,8	1,1	0	5,9 (16,3)
30/3	188,5	0,8	0	6,6 (18,1)
31/3	170,7	1,6	0	6,2 (12,4)
1/4	174,0	1,1	0	6,8 (17,0)
19/4	236,2	0,9	0	6,7 (17,6)
20/4	240,8	1,9	0	5,4 (15,6)
21/4	224,4	2,5	0	4,1 (15,1)

I tabellen kan det utläsas att de flesta dagarna har höga solvärden, men att det finns några undantag där värdena för sol varit lägre. Även om dagar med lägre solvärden återfinns i tabellen kan man se att dessa inte har bland de högsta MTD.

Vindhastigheten över de undersökta dagarna har varierat mellan näst intill vindstilla och måttlig vind. Dock är dagsmedel av vindhastigheten oftast mellan 1 m/s och 2,5 m/s. Man kan också utläsa ur tabellen att de dagar där vindhastigheten varit som lägst har gett upphov till höga maxvärden på MTD.

Det har även regnat under flera av de dagar som haft högst MTD. Dock har det aldrig varit mer än 2,4 mm under samma dag. Merparten av dagarna har emellertid haft uppehållsväder, vilket enkelt kan länkas till det ovan visade höga solvärdena.

Intressant att titta på i tabellen är också utstickaren i form av 15 mars där såväl vindhastighet som regnmängden är den högsta av alla de undersökta dagarna. Detta tillsammans med det faktum att solvärdet är ett av de lägre i tabellen ger ett undantag som väcker intresse.

4.3 Antal timmar med uppvärmnings- och kylbehov av tilluft

I denna jämförelse beräknas skillnaderna i antalet timmar per år som en byggnad har ett uppvärmningsbehov beroende på vilken verkningsgrad värmeåtervinnaren har.

I beräkningen är används en tilluftstemperatur på 17 °C och en frånluftstemperatur som är 22 °C.

Tabell 4 – Verkningsgrad och uppvärmningstimmar.

Verkningsgrad	Timmar/år
20 %	6830
40 %	6190
60 %	4860
80 %	940

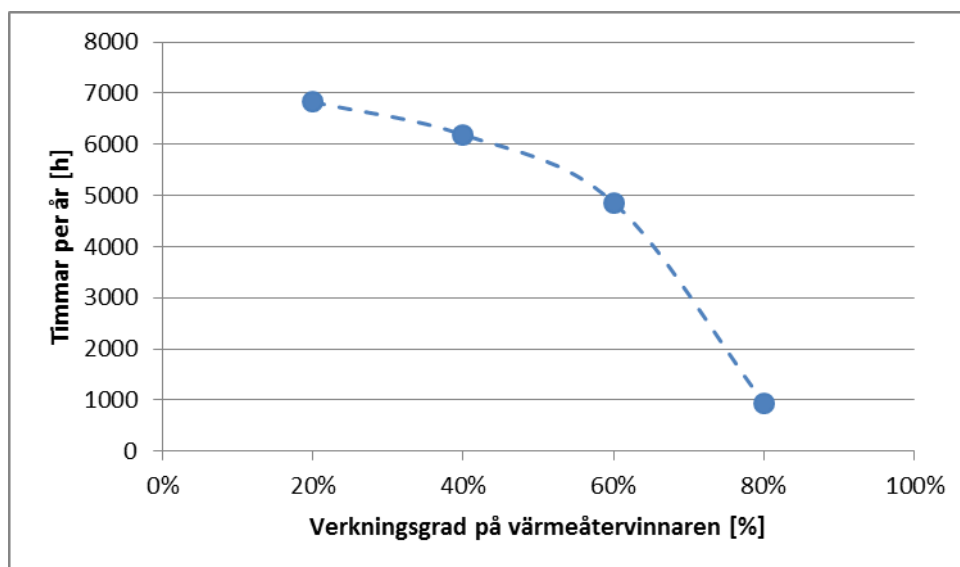


Diagram 3 - Uppvärmningsbehov

Av tabellen och diagrammet kan utläsas att den stora skillnaden i antalet uppvärmningstimmar fås när verkningsgraden börjar närma sig 80 %. Eftersom antalet timmar/år sjunker från 4860 timmar vid 60 % verkningsgrad till 940 timmar vid 80 % verkningsgrad, vilket är en minskning av uppvärmningstimmarna med nästan 80 %. Medan minskningen från 40 till 60 % verkningsgrad endast genererar en reduktion på 1330 timmar. En ännu mindre skillnad i antalet timmar som luften behöver värmas fås mellan verkningsgraderna 20 och 40 %, då minskningen är 640 timmar.

På grund av valet att bortse från kylåtervinning är behovet för kylning av tilluften konstant och oberoende av värmeåtervinnaren. Detta medför att det under ett år finns cirka 1000 timmar kylbehov att beakta i beräkningarna som redovisas under rubriken 4.5 Energimässiga och ekonomiska beräkningar.

4.4 Medeltemperaturdifferenser mellan väderstreck

Denna tabell visar på medeltemperaturerna i de olika väderstrecken, under den period som temperaturer har loggats av givarna. Medeltemperaturerna för varje givare redovisas veckovis för varje väderstreck och den ackumulerade medeltemperaturen under perioden visas också. För att tydliggöra vad som menas med den ackumulerade medeltemperaturen används ett exempel. För sydväst i vecka 3 är den ackumulerade medeltemperaturen 6,4°C, vilket betyder att medeltemperaturen vid den givaren har varit 6,4°C under de första 3 veckorna. Utav medeltemperaturvärdena har sedan en medeltemperaturdifferens för varje vecka räknats fram.

Tabell 5 – Medeltemperaturdifferenser mellan väderstreck.

Tid Veckor	Sydväst		Nordväst		Sydost		Nordost		Maximal MTD vecka	Ackumulerad MTD
	Medel- temp	Ack. Medel- temp	Medel- temp	Ack. Medel- temp	Medel- temp	Ack. Medel- temp	Medel- temp	Ack. Medel- temp		
1	6,3	6,3	5,6	5,6	5,6	5,6	6,4	6,4	0,8	0,8
2	5,8	6	4,9	5,2	5,1	5,3	5,9	6,2	1	1
3	7,9	6,4	6,9	5,5	7,1	5,7	8,5	6,7	1,6	1,2
4	8,7	7,1	6,1	5,7	10	6,9	7,1	6,8	3,9	1,4
5	12,8	8,4	11,0	7,0	13,3	8,4	12,3	8,1	2,3	1,4

Vecka 1 = 21/2 – 27/2

Vecka 2 = 28/2 – 6/3

Vecka 3 = 7/3 – 10/3

Vecka 4 = 26/3 – 2/4

Vecka 5 = 15/4 – 23/4

Efterhand som undersökningen har fortgått så har MTD ständigt ökat. Detta medförde att den ackumulerade MTD också ökat. I tabellen kan det utläsas att temperaturen i samtliga väderstreck sjönk med ungefär 0,5 °C från vecka 1 till vecka 2, vilket beror på att det var något kallare den veckan. Under vecka 5 uppmättes det varmaste medeltemperaturerna medan de största skillnaderna mellan nord- och sydsidorna hittas under vecka 4.

Det väderstreck som haft den största förändringen i medeltemperatur är sydost, vars medeltemperatur har rört sig inom ett spann på 8,2 °C. Däremot håller sig medeltemperaturen på nordvästsidan relativt stabil under de fyra första veckorna och har då endast varierat med 2,0 °C för att sedan öka till hela 4,9 °C skillnad.

4.5 Energimässiga och ekonomiska beräkningar

För att visa på de möjliga effekterna av placering av luftintag beräknas nedan de ekonomiska och energimässiga vinningar som skulle kunna göras med hjälp av detta. Utgångspunkten ligger i skillnaderna i medeltemperatur, redovisade på föregående sida, och med hjälp av dessa sammaställs beräkningar för såväl placering av ett enkelt intag som användningen av flera. För att skapa en bild av skillnaden mellan att använda sig av olika verkningsgrad på värmeåtervinnare och dess inverkan på de ekonomiska och energimässiga vinningarna har valts att använda de uppvärmningstimmar som genereras vid en värmeåtervinning på 60 respektive 80 procent.

4.5.1 Enkelt intag

Med enkelt intag menas att man använder sig av ett intag placerat mot ett specifikt väderstreck. Skillnaderna som beräknas är beroende av denna placering, alltså vilket väderstreck som väljs för placering. Detta fungerar således åt såväl värmebehov som kylbehov, då placering kan gynna båda delar. Meningen är att man ur energiperspektiv ska kunna använda sig av detta, vid placering, för att tillfredsställa byggnadens behov på ett bättre sätt.

Indata

$$\dot{V} = 2,5 \text{ m}^3/\text{s} \quad (d = \text{Ø } 1000, v = 2,5 \text{ m/s})$$

$$\rho = 1,0 \text{ kg/m}^3$$

$$C_p = 1,2 \text{ kJ/kg} \times ^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = 1,4 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\tau_k = 1000 \text{ h}$$

$$\tau_v = 940 \text{ och } 4860 \text{ h}$$

Flödet har beräknats med hänsyn till dimensionen som använts tidigare i undersökningen. Temperaturskillnaden som används i beräkningen är den största ackumulerade MTD som kommit upp mellan de varmaste och kallaste givarna över hela mätperioden. Timmarna som står angivna är den tid som mätningen har pågått och alltså den tid där data finns över temperaturförhållandena.

$$\dot{Q} = 2,5 \text{ [m}^3/\text{s]} \times 1,2 \text{ [kg/m}^3] \times 1,0 \text{ [kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C]} \times 1,4 \text{ [} ^\circ\text{C]} \quad (2.1)$$

$$\dot{Q} = 4,2 \text{ kW}$$

Kyla:

$$Q_k = \dot{Q} \times 1000 \text{ [h]} \quad (2.2)$$

$$Q_k = 4\,200 \text{ kWh}$$

$$1 \text{ [kr/kWh]} \times 4\,200 \text{ [kWh]} = \underline{4\,200 \text{ kr}} \text{ över den beräknade tidsperioden på 1 år.}$$

Värme:

$$Q_v = \dot{Q} \times 940 = 3\,948 \text{ kWh}$$

$$Q_v = \dot{Q} \times 4860 = 20\,412 \text{ kWh}$$

$1 \text{ [kr/kWh]} \times 3\,948 \text{ [kWh]} = \underline{3\,948 \text{ kr}}$ över den beräknade tidsperioden på 1 år.

$1 \text{ [kr/kWh]} \times 20\,412 \text{ [kWh]} = \underline{20\,412 \text{ kr}}$ över den beräknade tidsperioden på 1 år.

Detta beräknade resultat visar alltså att man vid placering av ett intag kan tjäna 20 412 kr/år i uppvärmningskostnader och 4200 kr/år i nedkylningskostnader av tilluften beroende på vilket väderstreck som intaget riktas mot. Antagandet som gjorts kring MTD i detta fall är givetvis grovt då det baseras på de 5 veckor av mätningar som gjorts. Man ser också vilket oerhörd skillnad som kommer med verkningsgrad på värmeåtervinnare, som kan göra att vinningen med en placering ändras med ungefär 16 000 kr/år på 20 % skillnad i kapacitet.

4.5.2 Multipla intag

Med multipla intag menas att man placerar ut två olika intag riktade mot var sitt väderstreck för att på så vis kunna tillgodoräkna sig värme eller kyla på ett mer förtjänstfullt sätt genom att variera var luften tas in. Var luften tas in regleras via givare som känner av vilket av intagen som har den varmaste respektive kallaste luften och öppnar då det intaget som har den bäst lämpade lufttemperaturen sätt till byggnadens behov för tillfället.

4.5.2.1 Värmebehov

Indata

$$\dot{V} = 2,5 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (d} = \text{Ø 1000, v} = 2,5 \text{ m/s)}$$

$$\rho = 1,0 \text{ kg/m}^3$$

$$C_p = 1,2 \text{ kJ/kg} \times ^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = 2,3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\tau_v = 940 \text{ och } 4860 \text{ h}$$

Temperaturen som används i detta fall är skillnaden mellan den maximala medeltemperaturen som erhålls vid optimal användning av två intag, SV och SO, och medeltemperaturen för den kallaste givaren, där man vanligtvis placerar ett intag. Denna skillnad blir över en tidsperiod på 5 veckor 2,3 °C. Investeringsberäkningen nedan grundas på investeringskalkylen och utgår från att de två intagen placeras på en kanallängd av 20 meter var från fläktrummet och att det då är endast den ena kanaldragningen man tar i beaktning då den andra kanalen hade varit tvungen att finnas i vilket fall, även om man endast hade behövt ett intag.

$$\dot{Q} = 2,5 \text{ [m}^3/\text{s]} \times 1,2 \text{ [kg/m}^3] \times 1,0 \text{ [kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C]} \times 2,3 \text{ [} ^\circ\text{C]} \quad (2.1)$$

$$\dot{Q} = 6,9 \text{ kW}$$

$$Q = \dot{Q} \times 940 \text{ [h]} = 6\,486 \text{ kWh} \quad (2.2)$$

$$Q = \dot{Q} \times 4860 \text{ [h]} = 33\,534 \text{ kWh}$$

$$1 \text{ [kr/kWh]} \times 6\,486 \text{ [kWh]} = \underline{6\,486 \text{ kr}} \text{ över den beräknade tidsperioden på 1 år.}$$

$$1 \text{ [kr/kWh]} \times 33\,534 \text{ [kWh]} = \underline{33\,534 \text{ kr}} \text{ över den beräknade tidsperioden på 1 år.}$$

- En 20 meter lång Ø1000 kanal: $2032 \times 20 + 35\,000 = 75\,640 \text{ kr}$
- $75\,640 / 6\,486 = 11,66 \approx \underline{12 \text{ år}}$
 $75\,640 / 33\,534 = 2,26 \approx \underline{3 \text{ år}}$

Av beräkningarna kan man utläsa att precis som vid enkelt intag så spelar inverkan av kapaciteten på värmeåtervinnaren in mycket. Resultatet i sig är intressesant och visar på en möjlighet till vinning vid fallet med sämre värmeåtervinning, där återbetalningstiden för investeringen ligger på under 3 års tid och därefter en årlig vinst i drift på 30 000 kr.

4.5.2.2 Kylbehov

Indata

$$\dot{V} = 2,5 \text{ m}^3/\text{s} \quad (d = \text{Ø} 1000, v = 2,5 \text{ m/s})$$

$$\rho = 1,0 \text{ kg/m}^3$$

$$C_p = 1,2 \text{ kJ/kg} \cdot \text{°C}$$

$$\Delta t = 0,2 \text{ °C}$$

$$\tau_k = 1000 \text{ h}$$

I detta fall används istället skillnaden mellan den minimala medeltemperaturen som erhålls vid optimal användning av två intag, NV och NO, och medeltemperaturen för den kallaste givaren, där man vanligtvis placerar ett intag. Denna skillnad blir över den loggade tidsperioden på 5 veckor 0,2 °C. Precis som vid värmebehov grundas investeringsberäkningen på investeringskalkylen och utgår från att de två intagen placeras på en kanallängd av 20 meter var från fläktrummet och då inräknas den ena av dessa som en tillkommande investeringskostnad.

$$\dot{Q} = 2,5 \text{ [m}^3/\text{s]} \times 1,2 \text{ [kg/m}^3] \times 1,0 \text{ [kJ/kg} \cdot \text{°C]} \times 0,2 \text{ [°C]} \quad (2.1)$$

$$\dot{Q} = 0,6 \text{ kW}$$

$$Q = \dot{Q} \times 1000 \text{ [h]} \quad (2.2)$$

$$Q = 600 \text{ kWh}$$

$$1 \text{ [kr/kWh]} \times 600 \text{ [kWh]} = \underline{600 \text{ kr}} \text{ över den beräknade tidsperioden på 1 år.}$$

- En 20 meter lång Ø1000 kanal: $2032 \times 20 + 35\,000 = 75\,640 \text{ kr}$
- $75\,640/600 = 126,07 \approx \underline{127 \text{ år}}$

Resultatet talar i detta fall ett tydligt språk och visar på oerhört liten vinning i optimeringen med två intag för ett kylbehov. Anledningarna till resultatet kan vara flera och kommer att tas upp i diskussionskapitlet.

4.5.2.3 Kombinerat kyl- och värmebehov

För att kunna utvärdera möjlig vinning med att använda sig av två intag där ett är placerat för värmebehov och ett för kylbehov har antagits att vinningen ligger i användningen av det varmt placerade intaget. Detta på grund av resultatet ovan där vinningen med ett intag placerat för kylbehov blir liten. Detta har i sin tur gjort att beräkningarna bygger på den period under året då värmebehov finns och utgått från detta vid sammanställning av energimässig och ekonomisk vinning.

Indata

$$\dot{V} = 2,5 \text{ m}^3/\text{s} \quad (d = \text{Ø } 1000, v = 2,5 \text{ m/s})$$

$$\rho = 1,0 \text{ kg/m}^3$$

$$C_p = 1,2 \text{ kJ/kg} \cdot \text{°C}$$

$$\Delta t = 1,4 \text{ °C}$$

$$\tau_v = 940 \text{ och } 4860 \text{ h}$$

$$(\tau_k = 1000 \text{ h})$$

Temperaturen som används är den samma som den temperaturskillnad som uppkommit under de utförda mätningarna. Det är en uppskattning som använts på grund av den passande tiden för mätningar, som motsvarar tiden för värmebehov i kontorslokaler. Vidare har den första investeringsberäkningen utgått från fallet med intag placerade i SV och NV medan den andra istället inriktades på möjligheten till placering i SO och NV. Detta medför, som nedan syns, stora skillnader i investeringskostnad.

SV/NV:

$$\dot{Q} = 2,5 \text{ [m}^3/\text{s]} \times 1,2 \text{ [kg/m}^3] \times 1,0 \text{ [kJ/kg} \cdot \text{°C]} \times 1,4 \text{ [°C]} \quad (2.1)$$

$$\dot{Q} = 4,2 \text{ kW}$$

$$Q = \dot{Q} \times 940 \text{ [h]} = 3 \text{ 948 kWh} \quad (2.2)$$

$$Q = \dot{Q} \times 4860 \text{ [h]} = 20 \text{ 412 kWh}$$

$$1 \text{ [kr/kWh]} \times 3 \text{ 948 [kWh]} = \underline{3 \text{ 948 kr}} \text{ över den beräknade tidsperioden på 1 år.}$$

$$1 \text{ [kr/kWh]} \times 20 \text{ 412 [kWh]} = \underline{20 \text{ 412 kr}} \text{ över den beräknade tidsperioden på 1 år.}$$

SO/NV:

$$\dot{Q} = 2,5 \text{ [m}^3\text{/s]} \times 1,2 \text{ [kg/m}^3\text{]} \times 1,0 \text{ [kJ/kg}\cdot\text{°C]} \times 1,2 \text{ [°C]} \quad (2.1)$$

$$\dot{Q} = 3,6 \text{ kW}$$

$$Q = \dot{Q} \times 940 \text{ [h]} = 3\,384 \text{ kWh} \quad (2.2)$$

$$Q = \dot{Q} \times 4860 \text{ [h]} = 17\,496 \text{ kWh}$$

1 [kr/kWh] \times 3 384 [kWh] = 3 384 kr över den beräknade tidsperioden på 1 år.

1 [kr/kWh] \times 17 496 [kWh] = 17 496 kr över den beräknade tidsperioden på 1 år.

- **SV/NV:**

En 20 meter lång Ø1000 kanal:

$$2032 \times 20 + 35\,000 = 75\,640 \text{ kr}$$

$$75\,640 / 3\,948 = 19,16 \approx \underline{20 \text{ år}}$$

$$75\,640 / 20\,412 = 3,71 \approx \underline{4 \text{ år}}$$

SO/NV:

En 80 meter lång Ø1000 kanal:

$$2032 \times 80 + 35\,000 = 197\,650 \text{ kr}$$

$$197\,560 / 3\,384 = 58,38 \approx \underline{59 \text{ år}}$$

$$197\,560 / 17\,496 = 11,29 \approx \underline{12 \text{ år}}$$

Förutom det tidigare nämnda resultatet av kapacitet på värmeåtervinning syns i denna del också inverkan av investeringskostnaden. Innan beräkning av återbetalningstid ligger de både placeringsalternativen på en jämn nivå medan de efter denna är ojämna i resultat. Detta visar på den inverkan investeringskostnaden har på den möjliga vinningen och vikten av att sträva efter en låg sådan vid placering av multipla intag. Resultatet i sig pekar på en möjlighet till vinning även vid kombinerat kyl- och värmebehov vilket är oerhört positivt i den meningen att det utvidgar den möjliga användningen oerhört.

Tabell 6 – Sammanfattning av mest fördelaktiga resultat av multipla intag.

Beskrivning	Investeringskostnad	Återbetalningstid
Värmebehov	75 640 kr	3 år
Kylbehov	75 640 kr	127 år
Kombinerat behov – SV/NV	75 640 kr	4 år
Kombinerat behov – SO/NV	197 560 kr	12 år

4.6 Enkätundersökning

Precis som nämndes i den inledande beskrivningen av undersökningen har en enkätundersökning gjorts. Denna delades upp i konsulter och tillverkare/leverantörer för att få en separat inblick i de båda gruppernas kontinuerliga arbete med placering av luftintag. Syftet med undersökningen var likväl att se vilket kunnande som finns inom branschen samt att ställa konsulternas arbete emot de riktlinjer som sätts från tillverkare och leverantörer.

4.6.1 Konsulter

Enligt en sammanställning av de svar som inkommit från konsulter har följande aspekter varit de mest avgörande vid placering av luftintag:

- Högt
- Åtkomligt
- Inte solbelyst/skuggsida/norrläge
- Bort från gata och föroreningar
- Bort från frånluften
- Undvika att vind ligger på

Det ideala läget för ett galler i fasad verkar av allt att döma ses som högt placerat med läge mot nord alternativt nordost för att undvika onödigt varm luft. Flera av konsulterna kommenterar inte över huvud taget deras val av norrläge utan lämnar detta åt vidare funderingar.

Vidare nämner de allra flesta att de vid placering av luftintag oftast arbetar erfarenhetsmässigt eller möjligen genom medarbetares erfarenhet. Kopplingen till leverantörer sker i liten skala och då i form av hemsidor och liknande.

Alla de tillfrågade konsulterna erkänner villigt att det varken tagit del av någon tidigare undersökning inom området i fråga eller själva utfört något liknande.

4.6.2 Tillverkare och leverantörer

De prioriteringar som leverantörerna visade på i undersökningen liknade i mångt och mycket konsulternas, dock med vissa modifikationer. Sammanfattat kan man visa detta enligt nedan:

- Bort från gata och föroreningar
- Inte nära balkonger, då rökning kan förekomma där, vilket kan leda till att cigaretttrök sugts in i ventilationssystemet.
- Inte i direkt anslutning till frånluft
- Inte för varmt
- Undvika vatteninträning

Likheten mellan dessa två svarssammanställningar är slående och endast placering nära balkonger är den punkt som är helt ny från tidigare lista. Detta trots att frågorna i sig är ställda på olika sätt där leverantörerna ombeds visa på sina rekommendationer för placering och konsulterna ska ange de, enligt de själva, viktigaste aspekterna. Bilden av hur man ska placera ett intag är i detta fall samspelt trots den, enligt båda parter, minimala kontakt man anser sig ha angående dessa frågor.

Att denna kontakt mellan parterna är väldigt liten syns i tillverkarnas och leverantörernas fråga om hur konsulterna tar till vara på deras rekommendationer. Få vet något om de, men de som vet tycker att konsulterna generellt är skickliga på detta, något som också speglar de liknande listor med viktiga aspekter ovan.

Precis som på konsultsidan verkar utredningar och undersökningar ha gått obemärkt förbi, om några har funnits. Däremot finns leverantörer som gjort sina egna tester när det gäller regn och vindförhållanden. Detta är dock av annan natur än för energimässiga besparingar och mestadels ett sätt för leverantörerna i fråga att få en standard och kvalitetsmärkning på sina produkter.

5 Diskussion/Analys

Denna del av rapporten kommer att behandla den analys av resultat som gjorts och också de påföljande diskussioner som dessa lett fram till.

5.1 Upptäckta samband

I den jämförelse som gjorts mellan temperaturskillnader och yttre klimatförhållanden har ett par samband påträffats. Enligt undersökningarna och jämförelserna är det solen som har störst inverkan på temperaturskillnaden. Eftersom de dagar där de största MTD uppmätts, dessa dagar har det varit klart väder och en stark solinstrålning, vilket tyder på att solen har en stor påverkan på temperaturskillnaderna.

Undersökningen visar även att vinden i sig inte påverkar temperaturen mycket. Men att om det är en hög solinstrålning i kombination med vind så minskar effekten av solen jämfört med om det är vindstilla. Endast en förhållandevis låg vindhastighet behövs för att detta ska inträffa. Detta beror på att vinden blandar om luften som är invid väggytorna och på så sätt förhindrar att luftens temperatur stiger till de temperaturer som den annars skulle ha gjort om luften stått stilla.

I det flesta fall så sjunker utetemperaturen vid regnfall, det är allmänt känt. Men enligt denna jämförelse så har regnet inte alltid så stor inverkan på MTD mellan de olika väderstrecken, eftersom det har regnat under flera av de dagar som haft höga MTD. Alltså även om medelutemperaturen ofta sjunker när det börjar regna så betyder inte det att MTD mellan de olika sidorna jämnas ut. MTD har ibland ökat, ibland minskat och ibland varit jämt vid regnfall. Därför är det svårt att dra några slutsatser om hur regn påverkar MTD.

5.2 Möjliga ekonomiska och energimässiga vinningar

Det som genomgående märktes i beräkningar kring de olika typerna av vinningar var inverkan av värmeåtervinning. Resultatet har således blivit att idén om denna typ av optimering inte är ekonomiskt försvarsbar vid en hög grad av värmeåtervinning, då denna kortar ned uppvärmningsbehovet av tilluften så pass mycket. Att tiden i timmar minskar med närmare 3000 mellan 60 och 80 procents verkningsgrad har gjort att denna slutsats har kunnat dras.

Förutom upptäckten av värmeåtervinningens inverkan på möjliga vinningar märktes i resultatet även att investeringskostnaden var en tung post i uträkningarna. Även om det i vissa fall var rent energimässigt ett bra alternativ med denna typ av optimering var det inte möjligt att utföra beroende på den då långa återbetalningstiden som skulle uppkomma för investeringen.

När beräkningar för multipla intag gjordes med hänsyn till kylbehov märktes direkt att det inte fanns någon potential vid enbart ett sådant behov. Inte ens låga investeringskostnader skulle kunna hållas uppe av den minimala vinning som upptäcktes i detta fall.

Värmebehovet däremot visade på ett motsatt resultat som i det närmaste kunde upplevas som näst intill för tillfredsställande. I detta fall ser man en tydlig möjlighet

till ekonomiska och energimässiga vinningar genom en potential att bära de faktiska investeringskostnader som tillkommer.

För att skapa en komplett bild av de olika behoven av energitillförsel i tilluft gjordes även beräkningar på ett kombinerat behov. På grund av de tidigare nämnda, mycket skilda, resultat som uppkommit i beräkningarna kring de olika behoven gjordes således antagandet att vinningen från värmebehovet ensamt skulle bära den gemensamma investeringskostnaden. Resultatet av detta visade på en möjlighet till användning av detta vid nedhållande av investeringskostnaderna till en respektabel nivå. Kombinerat system verkar på det sättet vara ett bra alternativ vid möjligheten till att utnyttja två väderstreck som ligger i kontakt med varandra och inte är i motsatt riktning.

5.3 Gynnsamma placeringar av intag

I resultatet kan man tydligt utläsa att nordväst är den bästa placeringen om man har ett kylbehov och vill ta in så kall luft som möjligt, eftersom nordvästsidan har en ackumulerad medeltemperatur som är ungefär 1,0–1,5 grader lägre än övriga väderstreck. Detta beror framförallt på att nordvästsidan har få soltimmar per dygn jämfört med de andra väderstrecken och när väl solen når dit så är dess värmeeffekt kraftigt försvagad i jämförelse med tidigare på dagen.

Bortsett från nordvästsidan så är det relativt jämna ackumulerade medeltemperaturer. Därför finns det ingen sida som sticker ut och känns som det självklara valet om man har ett värmebehov. Men de båda sydsidorna har haft de högsta temperaturerna som uppmätts under mätperioden, därför bör någon av dessa vara mest fördelaktig. Men eftersom loggningen av temperaturer har pågått under en så pass kort tid som 9 veckor så är det svårt att veta hur pass väl dessa värden förhåller sig till de faktiska MTD för ett helt år.

5.4 Undersökningsresultat i förhållande till rådande normer

Enligt den enkätundersökning som gjordes, där det efterfrågades vart konsulter helst placerar sina uteluftsintag, framkom det att de flesta vill placera det högt i norrläge. Anledningen till placering i norrläge är för att minska kylbehovet under årets varmare månader och högt för att minimera intaget av föroreningar i ventilationssystemet. Enligt undersökningen är detta en bra placering om det finns ett kylbehov. Då luften enligt resultatet i undersökningen är kallast på nordvästsidan, vilket kan ses som norrläge.

Vid värmebehov är denna placering mindre bra, eftersom det finns möjligheter till att spara energi genom att ta in en varmare luft i något annat väderstreck. Eftersom luften enligt mätningarna är betydligt varmare på de båda sydsidorna än på norrsidorna. Därför kan man ställa sig frågan om det är rätt att alltid sträva efter att placera intaget högt i norrläge. Det är förvisso ett väl beprövat val och skapar oftast inga problem, men i längden kan det skapa en större vinning ekonomiskt och ekologiskt att undersöka om det går att placera ett intag i söderläge, om byggnaden har ett värmebehov. Detta visar på tydliga skillnader mellan rådande normer och undersökningens resultat. Eftersom att ingen av dem tillfråga konsulterna verkade intresserad av att placera sitt intag på något annat sätt än högt i norr- eller nordostläge.

5.5 Problematik med placeringar

Det är inte alltid möjligt att placera uteluftsintaget där det är mest lönsamt och fördelaktigt. Av den orsaken att det kan finnas risk för problem med föroreningar eller dylikt. Det kan även bero på tekniska aspekter, att det inte finns någon plats för ett intag på väggen eller att det inte går att dra kanaler dit osv. Om man placerar intaget i söderläge för att på så sätt ta in varmare luft så finns det ett annat stort problem, eftersom under varma dagar när solen ligger på kan luften komma upp i riktigt höga temperaturer intill intaget. Om luftens temperatur stiger över inblåsningstemperaturen i byggnaden blir det ett problem, då måste luften kylas ned till rätt inblåsningstemperatur, vilket är något som bör undvikas om energianvändningen ska hållas nere. Detta problem undviks vid placering av intaget på norrsidan men då blir den totala energiåtgången för uppvärmning av luft högre än vid placering i söderfasad.

Ett alternativ till dessa olika lösningar är att använda sig av två uteluftsintag som tagits upp tidigare i rapporten. Eftersom man då kan styra intaget av luften till att alltid ta in den varmaste respektive kallaste luften beroende på behov. Då kan risken för att ta in soluppvärmd luft från någon av södersidorna elimineras genom att då istället ta in luft från norrsidan.

Övriga kända problem så som snö, regn och föroreningar anses inte påverkas av vilket väderstreck uteluftsintaget är placerat i, utan dessa får beaktas på samma sätt som man gör i vanlig projektering.

5.6 Felkällor vid utförande av mätningar

Den kritiska punkten i hela undersökningen har legat på utförandet av mätningar och tolkningen av mätdata. Just vikten av denna del har medfört att en mängd möjliga felfaktorer har upptäckts och det är också här som den största delen självkritik i arbetet ligger.

Ett av de första problemen som dök upp under mätprocessen var att få alla givare att vara placerade på samma sätt, i samma höjd och på samma avstånd från omgivande ytor. Detta visade sig vara svårare än väntat men efter flera försök ansågs det vara så väl placerat som gick att åstadkomma och det har fungerat bra, med värden som hållit sig inom rimliga nivåer. Det ska dock nämnas att vid en närmare undersökning skulle detta vara en av de faktorer som skulle behövas kontrolleras på ett effektivare sätt.

När sedan värdena från loggning skulle bearbetas märktes snabbt att den mängd data som samlats in var oerhört stor och fick således istället ligga till grund för medelvärden för perioder som var mer hanterliga än det värdet som samlats in var 5:e minut för varje givare. Detta kan ses som missvisande och onödigt med tanke på den noggrannhet som ändå redan inhämtats, men bedömningen var att den typ av undersökning som eftersträvades skulle gynnas av att ha mer tid med färre värden för att på så vis kunna analysera dessa på ett bättre sätt.

För att skapa ett bra material för beräkningar av intagstemperaturer var tanken ursprungligen att logga mätvärden runt och inuti ett fasadplacerat luftintag och sedan använda dessa för att lättare kunna uppskatta egna värden för dessa utifrån de loggade fasadtemperaturerna. Detta visade sig dock vara problematiskt då det inte fanns något

intag placerat på det önskade sättet, vilket istället ledde till en mätning av temperaturer kring och i en intagshuv. Efter en period av bearbetning av mätdata märktes dock att denna temperaturloggning skulle bli fruktlös då värdena inte gick att knyta till några slutsatser över huvud taget och har därför inte heller tagits med i resultatet och beräkningarna.

Materialet som användes vid loggning av temperaturer är något som också måste nämnas i detta stycke. Givarna som placerades ut var av typen Intab Tinytag med en temperaturloggning mellan minus fyrtio och plus åttio grader Celsius. Det var efter diskussion med mätansvariga på Sweco som loggningen påbörjades med hjälp av dessa givare, något som sedan har pekats ut som ett ovanligt val vid denna typ av temperaturmätningar.

5.7 Antaganden

På grund av såväl tidsbrist som brister i material och erfarenhet har undersökningen erhållit en del antaganden. Dessa har uppkommit genom diskussioner med personer på Sweco eller handledare och genom litteraturstudier och överväganden. Vissa av dessa har ansetts bra och vissa mindre bra vilket har lett till att de som bedömts som de viktigaste antagandena inom undersökningen här presenteras för att lättare kunna vägas in i diskussionen.

De största och kanske viktigaste antagandet som gjorts är under mätningarna, där givarna varit placerade på utsidan av ett motorrum för en hiss. Detta har sedan applicerats som värden för temperaturer på de olika sidorna av en större byggnad vid beräkningar. Antagandet i sig borde dock inte gynna de resultat som eftersträvats i undersökningen utan borde istället göra att temperaturskillnaderna i fråga är mindre, beroende på dess närhet till varandra. Detta skulle kunna tyda på en större potential än vad som nu uppkommit i undersökningen.

Ett annat viktigt antagande är de temperaturer som faktiskt använts i beräkningarna. Dessa temperaturer är uppmätta på ett avstånd från närliggande ytor och utan inverkan av direkt solljus, däremot finns inget insug där givarna är placerade och det är på så vis svårt att veta hur temperaturförhållandena mellan de olika placeringarna skulle reagera vid ett intag av luft på dessa platser. Möjligheten är att skillnaderna skulle minska, vilket skulle förändra de värden som beräknats fram, dock är uppfattningen att den potential som upptäckts kvarstår men att en vidare undersökning skulle vara rättfärdigad.

Förutom de ovan nämnda antagandena finns även en tredje stor post, användningen av de loggade MTD-värdena. I flera av beräkningarna ansätts dessa värden som möjliga för ett helårsperspektiv vilket är något man kan ifrågasätta. Detta kan försvaras med att de troliga värdena vid t ex ett värmebehov skulle bli av en större variant och således leda till ett resultat med än mer potential än de som nu framkommit. Trots det är en större undersökning angående MTD-värdena viktig för att säkerställa resultatens validitet.

För att summera arbetssättet med antaganden i denna undersökning måste understrykas att utgångspunkten har varit att inte hamna i ett för högt värde som skulle förbättra ett resultat.

5.8 Möjligheter till vidare undersökningar

De punkter som har kommit upp som de mest intressanta under undersökningens gång är också de punkter som verkar ha den största potentialen för vidare utredningar. Bland dessa ligger självfallet möjligheten till att ta vara på energi vid värmebehov högst upp på listan. Känslan som uppkommit vid undersökning av denna är att det finns stora kapaciteter att arbeta med just inom detta.

Vidare har självfallet upptäckten att det skulle kunna vara rent möjligt att använda sig av två separata luftintag varit intressant. I detta fall är uppskattningarna och antaganden oerhört viktiga och har varit något som arbetats med under en lång tid. Trots dessa ansträngningar skulle en mer ingående och precis beräkning av ett sådant fall, med ännu fler bidragande faktorer, vara på sin plats och likaså resultatet av densamma mycket intressant att se.

Eftersom mätningar kring ett uteluftsintag placerat på vägg inte har kunnat utföras planenligt, som nämnades i kapitlet 5.6, finns här en del frågetecken. En undersökning som belyser detta skulle kunna vara fördelaktig att utföra och också på sin plats för att kunna styrka eller avskriva de framkomna resultaten av undersökningen. Att finna hur luftintagets insug av luft påverkar lufttemperaturerna nära en byggnads yta, på grund av det ständiga omblandande tillstånd som skapas för luften kring intaget hade varit att föredra.

Precis som nämnts tidigare så har antaganden och uppskattningar varit tvunget att bli en stor del av undersökningen. Därför hade det varit spännande att se resultaten av en undersökning, inriktad på kylbehov, där mätningar var utförda under den berörda tiden. Detta på grund av det uppseendeväckande svaga resultat som denna undersökning fått av optimering av intagsluft vid kylbehov.

6 Slutsatser

Desto längre undersökningen fortskridit desto mer tydliga har de påverkande faktorerna för utfallet av undersökningen blivit. Det är framförallt med hänsyn till resultatet angående värmebehov för tilluften som fått detta att klarna och då med tanke på solinstrålningen. Denna faktor verkar överlag vara den som spelar mest in i hela undersökningen, antingen genom sin närvaro eller frånvaro och är på så sätt den del som visat på störst utnyttjandespotential. Vid litteraturstudierna stöttes också detta på i samband med svarta utanpåliggande tilluftskanaler som agerar föruppvärmare. Detta kombinerat med ett system uppbyggt enligt denna undersökning skulle kunna bli ännu mer intressant och samtidigt troligtvis ge ett bättre resultat.

Beroende på det resultat som framkommit av undersökningen har möjligheterna till applicering av kombinerade system diskuterats. Av detta har slutsatserna dragits att byggnaderna som kan vara intressanta ur detta perspektiv behöver ha ett relativt stort luftflöde och likaså gärna ett högt värmebehov eller låg värmeåtervinning. Just återvinning har kommit att bli en viktig del vid beräkningar och visar på den betydelse det kan ha för en byggnads energikonsumtion att använda en värmeåtervinnare med god verkningsgrad. Vidare är även byggnadens placering viktig i den mån att det omgivande området inte får utestänga solljus, något som inte borde vara speciellt problematiskt med tanke på att den byggnad som använts i undersökningen ligger i centrala Göteborg.

När då egenskaperna för intressanta byggnader var satta diskuterades även de eventuella besparingarna som systemen skulle medföra och deras effekter. Här var beräkningarna självfallet grunden och som de visar finns möjligheten att använda sig av multipla luftintag i en byggnad. Eftersom den relativt höga investeringskostnaden, i de fall som ansetts möjliga, betalar av sig under en period på några år betyder detta också att efter återbetalningen kommer en stor besparing göras för varje år systemet fortfarande är i drift. Denna slutsats har varit mycket tillfredsställande i och med att man då kan börja titta på möjligheter att minska investeringskostnaden och på så sätt skapa en lösning som skulle kunna hävda sig än mer ekonomiskt. De ekonomiska vinningarna här är som tidigare visats baserade på energimässiga besparingar, vilket också gör att en del av syftet med undersökningen uppfylls, att gynna energieffektivitet.

Vid undersökning av optimal placering av uteluftsintag analyserades såväl normer som egna energiberäkningar och litteraturstudier. Dessa sammanställdes och vägdes ihop till ett resultat som visade på att det finns tydliga skillnader mellan normen och våra egna mätningar och energiberäkningar. Enligt konsulterna på Sweco var normen att placera intaget högt upp på väggen och helst i norrläge, vilket framgick tydligt av den enkätundersökning som genomfördes. Detta stämde överens med det som vi funnit i vår litteraturstudie. Anledningen till valet av denna placering motiveras med att det medför ett mindre behov av luftkylning under årets varmare månader, därför att norrsidan är skuggbelagd en stor del av dygnet. Av just denna anledning finner vi att en placering i norr- eller nordvästläge är optimal, men endast om det finns ett stort kylbehov i byggnaden. Orsaken till nordväst och inte nordost beror på att våra mätningar tydligt visar att nordväst tenderar att vara kallare än nordost. Däremot blir det annorlunda om det finns ett stort värmebehov eller ett kombinerat kyl- och värmebehov, eftersom våra mätningar och beräkningar har visat att det finns mycket

energi att spara vid ett värmebehov. Därför anser vi att en optimal placering vid ett värmebehov är i söderläge och med det menas allt från sydost till sydväst. Men mätningarna har även visat att öst- eller till och med nordostläge kan ge skapligt höga temperaturer under ett medeldygn.

Vi är relativt nöjda med undersökningen eftersom vi fann ett tydligt resultat att arbeta med och reflektera runt. Detta resultat, som utgörs av den faktor att en potential att använda sig av mikroklimaten runt en byggnad påträffats, är dock beroende av en mängd faktorer vilket också har fått oss att inse vikten av att vidare undersöka området. Detta har lett oss in på vad vi anser oss vara mindre nöjda med, precisionen i vårt eget arbete. Som vi tar upp i diskussionen så finns det delar i de egna mätningarna och antagandena som behöver förbättras för att göra undersökningen mer precis. Dessa skulle behöva rättas till om vidare undersökningar skulle tas upp inom området.

Något som varit ett viktigt inslag genom hela undersökningen har för oss varit att bibehålla funktionen hos uteluftintaget. Vi ville inte att resultatet av undersökningen skulle visa på en placering som i själva verket inte är möjlig på grund av andra faktorer, som skulle kunna vara teknik- eller miljöberoende. Därför har vi begränsat oss till de typer av placeringar som rimligtvis, utifrån bedömningar av litteraturstudier och enkätundersökning, tycktes fungera rent praktiskt. Till exempel om vi hade kommit fram till att optimal placering var nära marken i söderläge så hade detta direkt strukits då det inte är ett alternativ ur miljösynpunkt.

Denna undersökning har alltså kommit fram till att möjligheten för utnyttjande av två uteluftsintag finns och att den investering som krävs kan betala av sig inom en rimlig tid. Vidare har även diskussionen om optimal placering av uteluftsintag visat att denna varierar mycket beroende på byggnadens behov, men att det finns stor potential till besparingar vid en fördelaktig placering. Trots dessa slutsatser finns även utrymme för vidare undersökningar inom ämnet där man i så fall borde utföra mätningar under en längre tid för att på så vis få ett mer precist resultat.

7 Referenser

7.1 Textkällor

ASHRAE (2011) General applications. ASHRAE Handbook - Heating, Ventilating, and Air-Conditioning Applications.

https://app.knovel.com/web/toc.v/cid:kpASHRAE61/viewerType:toc/root_slug:ashrae-handbook-heating-2/url_slug:ashrae-handbook-heating-2/? (2014-03-20)

AV (2013) Arbetsplatsens utformning. Arbetsmiljöverkets författningssamling. Anna Middelman, Stockholm.

Boverket (2014) BBR. www.boverket.se. <http://www.boverket.se/Bygga--forvalta/Regler-om-byggande/Boverkets-byggregler-BBR/> (2014-04-22)

Boverket (2014) Ventilation. Utdrag ur SBN för OVK, kap. 36.

EC (2007) Ventilation for non-residential buildings – Performance requirements for ventilation and room-conditioning systems. European standard, EN 13779. Bryssel, Belgien

Elprisguiden (2014) Elpriser. www.elprisguiden.se. <http://www.elprisguiden.se/elpriser>. (2014-04-22)

HAGAB (2012) Galler och huvar. www.hagabindustri.se. <http://www.hagabindustri.se/projektering/A7CF598B798A43A687ADEC8911749D61> (2014-03-22)

Johansson, B., Hammerskog, P. (2012) God inomhusmiljö - en handbok för fastighetsägare. Brommatryck&Brolins AB, Stockholm.

Khutoryanskiy, L., Margadant, G. (1999) Optimizing an airside economizer. *Heating/Piping/Air Conditioning Engineering*, vol. 71, nr. 7, ss. 35

Miljöförvaltningen (2014) Luften just nu. www.goteborg.se. <http://goteborg.se/wps/portal/invanare/miljo/miljolaget-i-goteborg/luft/luften-just-nu>. (2014-03-28)

Smith, A., Schuyler, G. (2002) Air Intake Placement – Recommendations From Years of Modeling Results. *Rowan Williams Davies & Irwin Inc (RWDI)*. Guelph, Kanada.

Transportstyrelsen (2014) Avgaser. www.transportstyrelsen.se. <http://www.transportstyrelsen.se/Vag/Fordon/fordonsregler/Miljokrav/Avgaser/>. (2014-03-20)

World Health Organization (2014) Ambient air pollution. www.who.int. http://www.who.int/gho/phe/outdoor_air_pollution/en/. (2014-03-25)

World Health Organization (2014) Data and statistics. www.who.int. <http://www.who.int/research/en/>. (2014-03-20)

7.2 Bildkällor

Carlsson, H (2011) *Göta Älv, Gasklockan* [Elektronisk bild]
<http://www.panoramio.com/photo/55799018> [Åtkomst 2014-04-09]

Galler och huvar [Elektronisk bild]
<http://www.hagabindustri.se/projektering/A7CF598B798A43A687ADEC8911749D61> [Åtkomst 2014-04-09]

[Vy över Swecos kontor] n.d. [Elektronisk bild] <http://kartor.eniro.se/> [Åtkomst 2014-04-09]

7.3 Muntliga källor

Brändemo, Lars. Sweco Systems

Hansson, Fredrik. Sweco Systems

Trüschel, Anders, Chalmers tekniska universitet

Bilaga 1 – Sektionsdata

De olika färgerna representerade i kalkylbladet står för de olika dimensionerna som använts i undersökningen. För att göra beräkningarna fylldes de rader i som tillhörde den önskade dimensionen med värden på antal böjar, filter, kanallängder osv. Dessa beräkningar förenklades sedan och visades i rapporten under rubriken Investeringskalkyl.

Nr	Post	Identitet	Mängd	Erh	Sorteringsnummer	Material	Tid	UE	Summa
1	V0110000	Lindab cirkulära kanaler...	0 st	01		0.00	0.00	0.00	0.00
2	V1001600	EKO-Y SRL regnskyddat yg. ingl	0 st	01		0.00	0.00	0.00	0.00
3	V2210300	EKO-JR regler- och avst-spjäll klass 1	0 st	01		0.00	0.00	0.00	0.00
4	V2480300	HITAC HRF ljudämpare E130	0 st	01		0.00	0.00	0.00	0.00
5	V0143000	HITAC cirkulära delar...	0 st	01		0.00	0.00	0.00	0.00
6	V0110000	Lindab cirkulära kanaler...	0 st	02		0.00	0.00	0.00	0.00
7	V0143000	HITAC cirkulära delar...	0 st	02		0.00	0.00	0.00	0.00
8	V2480300	HITAC HRF ljudämpare E130	0 st	02		0.00	0.00	0.00	0.00
9	V2210300	EKO-JR regler- och avst-spjäll klass 1	0 st	02		0.00	0.00	0.00	0.00
10	V1001600	EKO-Y SRL regnskyddat yg. ingl	0 st	02		0.00	0.00	0.00	0.00
11	V0110000	Lindab cirkulära kanaler...	0 st	03		0.00	0.00	0.00	0.00
12	V0143000	HITAC cirkulära delar...	0 st	03		0.00	0.00	0.00	0.00
13	V2480300	HITAC HRF ljudämpare E130	0 st	03		0.00	0.00	0.00	0.00
14	V2210300	EKO-JR regler- och avst-spjäll klass 1	0 st	03		0.00	0.00	0.00	0.00
15	V1001600	EKO-Y SRL regnskyddat yg. ingl	0 st	03		0.00	0.00	0.00	0.00
						Summa exkl moms:	0.00	0.00	0.00

Bilaga 2 - Enkätundersökning

Frågor till konsulter

Tidstämpel	Hur tänker du när du placerar ett uteluftsintag?	Får du någonsin någon rekommendation från tillverkare var du ska placera ditt intag?	Om inga andra aspekter spelar in, vart placerar du då ditt intag?	Har du tagit del av några studier eller undersökningar angående den mest fördelaktiga placeringen av ett uteluftsintag?
3-27-2014 10:32:52	<p>Helst ett fläktrum på yttertak Huv på fläktrumstak eller galler på fläktrumsvägg Vid galler på sidan av fläktrum minst 1m över yttertak (mht till snö resp uppvärmt omgivande yttertak) Galler helst mot norr alt öster Tänka på att regn/snö inte faller helt horisontellt i Göteborg (blåser in genom galler) Risk för vattenmedryckning både vid huvar och galler vid höga lufthastigheter. Vid risk för att avluften kortsluter mot intag, försöka få till en förhöjd avluft.</p>	Går på erfarenhet, men stämmer av mot tillverkare	norr och högt	
3-27-2014 10:35:18	Så högt upp som möjligt, långt ifrån föroreningskällor. Långt ifrån avluften, eller åtminstone säkerställa att avluften inte blåser i riktning mot uteluftsintaget.	<p>Brakar kolla på deras hemsidor om det står något när jag ändå väljer ett galler/huv, eller fråga om placering om jag ringer för att få hjälp att välja galler eller huv. Ibland har man inte så mycket val vad gäller placeringen. Följer anvisningarna så gott det går.</p>	<p>Norr eller nordost, för att inte luften ska vara onödigt varm sommardag, vilket medför att man måste kyla den mer. Inte heller bra om det blåser för kraftigt rakt mot gallret, med tanke på snö/regn mm, brukar undvika uteluftsintag mot väster om jag får välja.</p> <p>Helst på taket eller högt upp på fasad.</p>	Nej.
3-27-2014 10:40:19	<p>Helst skuggsida typ mot väderstreck Norr. Inte för nära ev avloppsavluftare eller nån typ av avluft från köksventilation. Väderskydd så att snö inte ska komma in så lätt och ev smådjurskydd (typ nät)</p>	nja...oftast erfarenhetsmässigt	se svar fråga 1	Nej

3-27-2014 10:41:10	Inte solbelyst, inte nära något så skräp kan följa med in. Åtkommlighet. Tex ej högt på innergård	Nej	Norr, högt men inte oskäligt högt så det inte nås med relativt enkla medel	Nej
3-28-2014 10:54:00	viktigast fläktrummetts placering och utformning Omgivning iform av luftföroreningar risk för störande ljud till annan verksamhet	inte vad jag kan på minna mig om	för galler norrfasad alternativt takhuv	nä
3-28-2014 12:07:40	Högt På "gårdssidan" Riktning sektorn norr-ost Alltid högt, de andra efter bästa möjlighet.	Aldrig efterfrågat från tillverkare. "ärvd" erfarenhet från kollegor.	Se fråga 1	nej
3-31-2014 7:26:50	Högt. bort från gata eller föroreningar. Ej kortslutning mellan till- och frånluft. Ej söderläge. Undvik snöficka, minst 0,5 m ovan tak eller liknande	Nej	Norr och ovan tak	Nej
3-31-2014 16:30:40	Norr om möjligt. Normalt sett för att undvika oönskad uppvärmning. Försöker också undvika sådan placering där kraftig vind kan ligga på.	Nej.	Norr.	Nej.
4-3-2014 10:47:22	oftast på norrsidan då värmelasterma på sommaren oftast skapar störst komfortproblem!	Nej!	Varmaste läget på vintern och kallaste på sommaren. Man får avgöra vilken faktor som är bäst för varje anläggning. Finns det tillgång till kyla på sommaren tex.	Inga studier med försök På Norra Älvsborgs Länslasarett. Intag flyttades upp från taket i vita uppbyggda luftschakt för att inte få in takvärmen på sommrarna. Vintertid sitter spjäll i botten som öppnar för insug i nedre delen om värme finns att hämta. Kom till mig så kan vi prata om detta!

Frågor till tillverkare/leverantörer

Tidstämpel	Har ni rekommendationer om var och hur man ska placera ett uteluftsintag till era produkter?	Upplever ni att konsulter och konstruktörer använder sig av era rekommendationer eller tycker ni att de använder sig av andra metoder?	Har ni gjort några egna eller tagit del av studier angående den mest fördelaktiga placeringen av ett intag?
3-27-2014 13:33:49	Lämpligen på den "rena" sidan av fasaden och inte mot en gata till exempel. Inte nära balkonger, där folk röker eller grillar m.m. Inte nära marken, jag har inte exakt koll, men jag tror det finns en rekommendation i byggnormen för detta som säger minst 1,2 meter ovan mark, men vi förordar minst 2 meter.	Inte alltid, just placering nära balkonger har varit ofta förekommande problem.	Nej
3-27-2014 15:00:06	Vi har inga särskilda rekommendationer, förutom att det inte är lämpligt att placera ett avluftsgaller direkt ovanför ett intagsgaller.	Vi får väldigt sällan veta var våra ytterväggsgaller ska placeras på en yttervägg.	nej
3-31-2014 12:04:30	Uteluften ska placeras så att man inte riskerar att få in föroreningar, tex avgaser eller av solstrålar uppvärmd luft. Ogynnsam placering kan även leda till ökad risk för vatteninträning. I det fallet har vi ett galler BRYV som har extremt bra vattenavskiljningsförmåga.	Tycker att det generellt sett är duktiga på att i bästa mån placera intagen bra.	De flesta av våra galler är testade enligt EN-standard 13030:2001. Gallren utsätts för en vindstyrka av 13m/s och regnvattenbelastning 75 (l/h)/m ² . Mätningarna utförs i olika fronthastighet och redovisas i effektivitet i % samt i klass. När det gäller föroreningar/uppvärmd luft är varje byggnation ett unikt fall, sunt förnuft och en bra konsult blir fördelaktigt.

Bilaga 3 - Varaktighetsdiagram

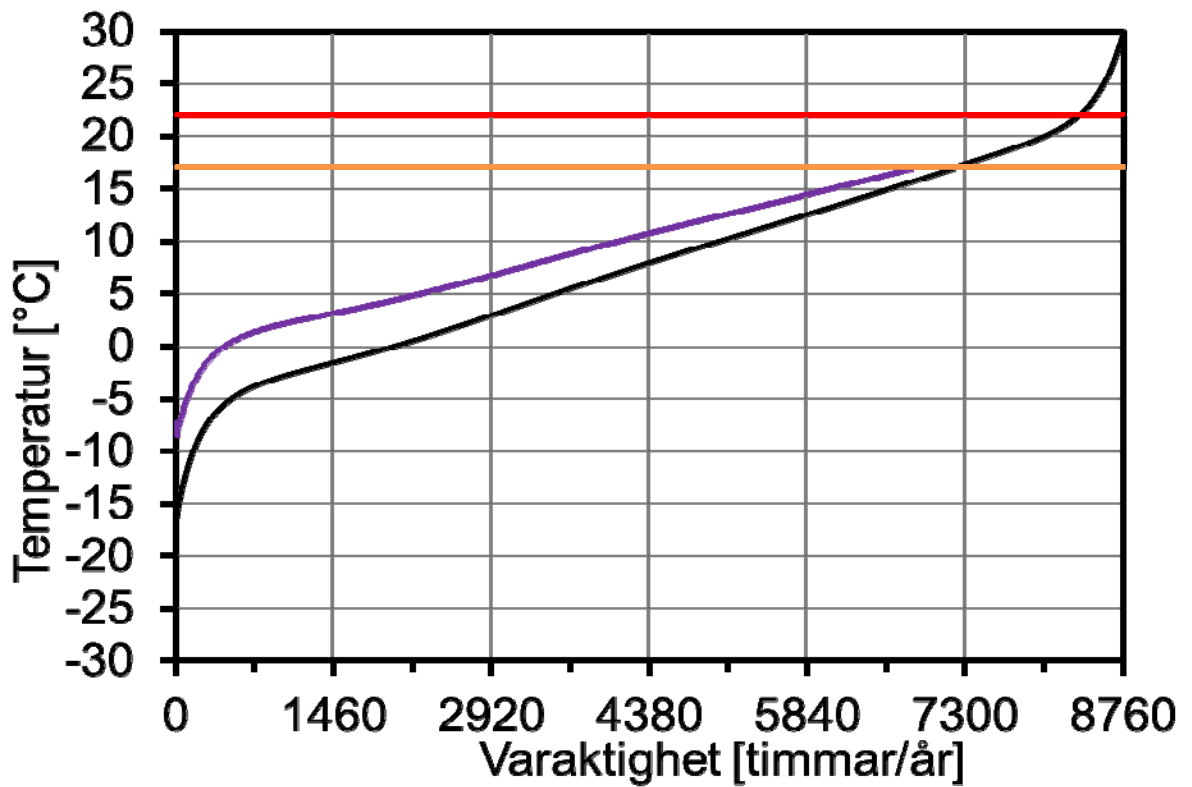


Diagram 4 - 20 % verkningsgrad

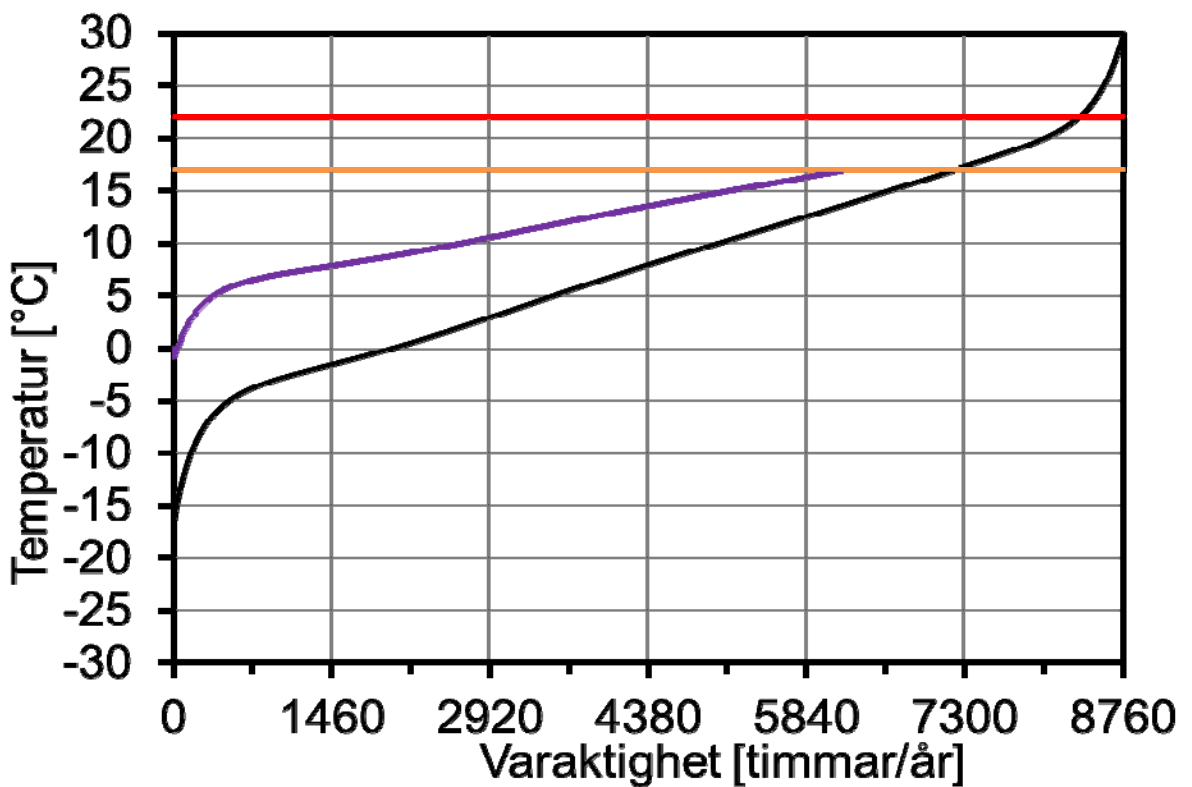


Diagram 5 - 40 % verkningsgrad

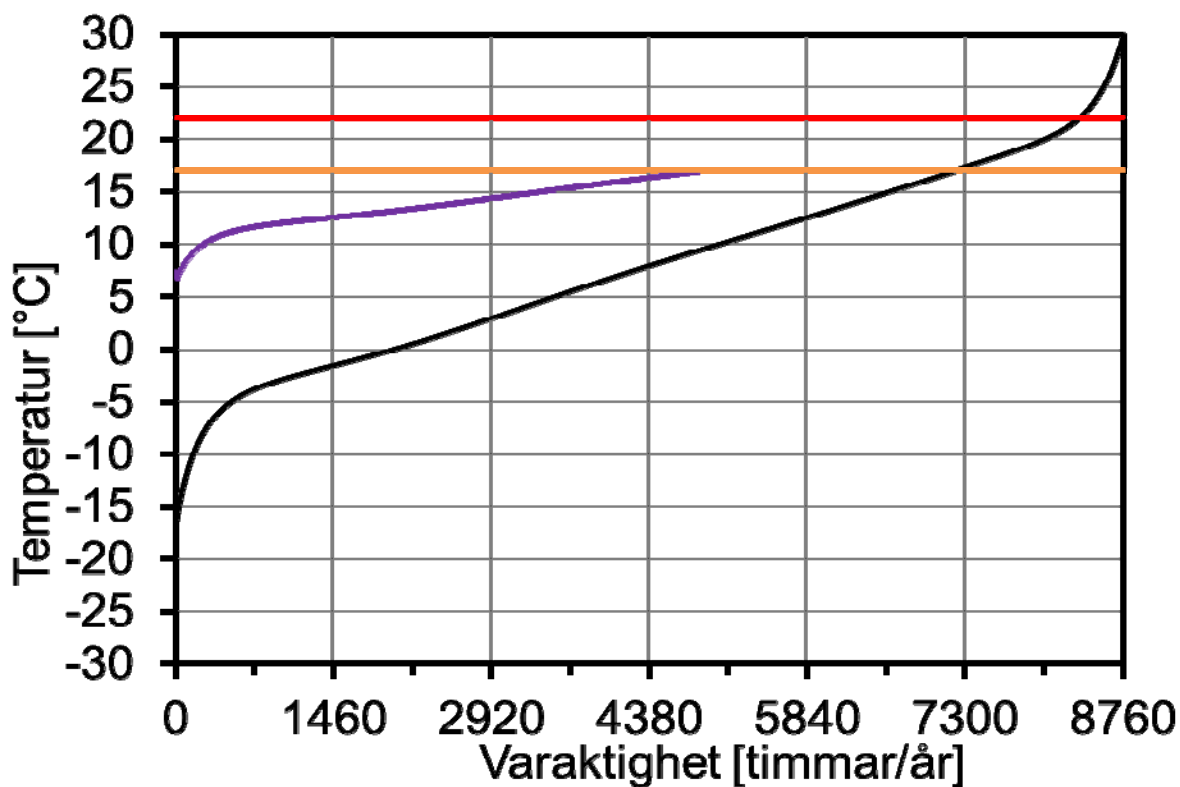


Diagram 6 - 60 % verkningsgrad

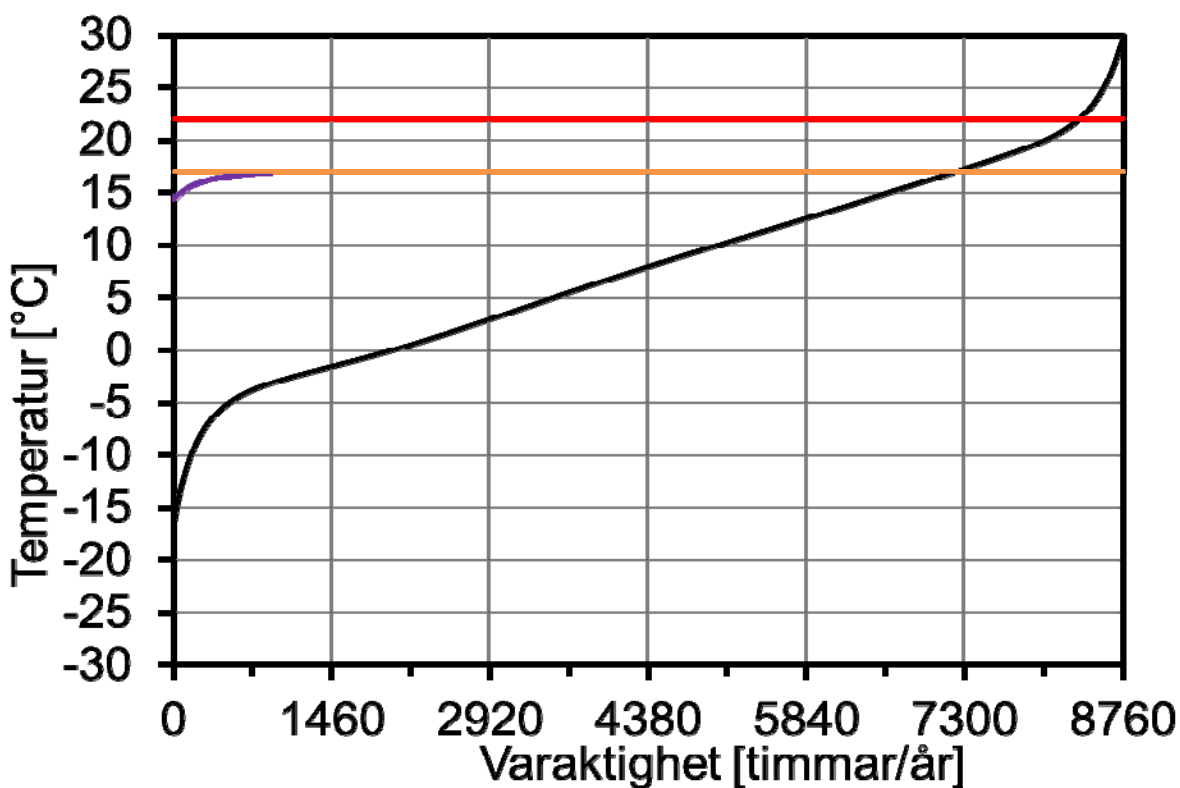


Diagram 7 - 80 % verkningsgrad