



Slutredovisning projekt P48270-1: Innovativ Energi- och effekteffektiv värmepump för småhus

Joachim Claesson, Adrien Vautrin

Avd. f. Tillämpad termodynamik och kylteknik

Inst. f. Energiteknik

KTH

Stefan Bredell, Arne Moberg

BAS Air Energy



Sammanfattning

Föreliggande projekt har utvärderat experimentell och teoretiskt eventuell nytta med ett integrerat system som består av ett ventilationsvärmeåtervinningssystem tillsammans med en uteluftvärmepump, där dessa är ihopkopplade. Fyra olika konfiguration har experimentellt undersökts. I linje med den teoretiska undersökningen förbättras systemeffektiviteten ett par tiondelar jämfört med samma okopplade system. Jämfört med enbart en uteluftvärmepump är systemeffektiviteten betydligt bättre. Dessutom förväntas även en förbättrad samhällsvinst genom möjlighet att få bättre luftkvalité inne. Kostnaden för ett tänkt system bör vara i paritet med en bergvärmeinstallation med ny energibrunn, med liknande systemeffektivitet. För byggnader där traditionell bergvärme inte är möjlig eller önskvärt är detta föreslagna system ett klar attraktivt alternativ.



Tillkännagivande

Detta projekt är finansierat av Energimyndigheten (projekt P48270-1) och BAS Air Energy, vilket tacksamt tillkännages.

Projektledare har Docent Joachim Claesson (KTH Energiteknik) varit. Adrien Vautrin har anställts som licentiatstuderande på KTH Energiteknik inom ramen för projektet och har varit ansvarig för de experimentella undersökningarna som gjort inom projektet.

Stefan Bredell, vd BAS Air Energy, har utfört den företagsnära undersökningarna inom projektet. Arne Moberg är tillsammans med Stefan Bredell huvudsakliga upphovsmän till systemkonfigurationerna som utvärderats inom projektet. Båda har tillsammans med Joachim Claesson varit aktiva i projektets referensgrupp.



Introduktion

Värmepumpar är effektivt system för uppvärmning. Det föreliggande projektet avsågs att göra denna än mer effektiv, inte bara ur energisynpunkt utan också från ett eleffektperspektiv. Det föreslagna värmepumpssystemet är centrerat kring en patenterad ventilationsåtervinningsvärmeväxlare. Värmepumpen är konfigurerad på ett sådant sätt att den kan vara antingen en frånluftsvärmepump eller en uteluftsvärmepump eller en kombination av båda typerna.

Dessutom är värmepumpen konstruerad så att växelventilen för styrning av värmeproduktion eller varmvattenproduktion inte behövs, vilket kraftigt reducerar sannolikheten för driftstopp, vilket resulterar i ett servicebehov (dvs. ett högt eleffektuttag).

Projektet avsåg att i föreliggande forskningsprojekt utvärdera funktionalitet och effektivitet experimentellt, samtidigt som teoretiska modeller för dess funktion utvecklas. Projektet avsåg att utforska hur den konceptuella lösningen kan realiseras.

Värmepumpar

En värmepump är ett arbetskrävande energitekniskt system som hämtar lågvärdig (dvs. låg temperatur) energi och genom tillförsel av högvärdig energi (med högre exergi, antingen värme eller mekanisk energi) lyfter den lågvärdiga energin till temperaturnivåer som möjliggör att den kan användas för uppvärmning. För en termodynamisk cykel gäller att summan av tillförd energi är lika med avgiven energi (första huvudsatsen för en cykel). I detta fall används in mekanisk värmepump, dvs en som använder mekanisk energi för att lyfta den lågvärdiga energin till en användbar högre nivå. Man kan då skriva första huvudsatsen enligt ekv. (1)

$$\dot{Q}_1 + \dot{Q}_{loss} = \dot{Q}_2 + \dot{E}_{el} \quad (1)$$

där $\dot{Q}_1$ är nyttiga avgiven värmeeffekt vid den lyfta temperaturnivån, $\dot{Q}_2$ är den upptagna lågvärdiga värmeeffekten, samt $\dot{E}_{el}$ är tillförd mekanisk effekt (här med index el som representerar tillförd eleffekt till systemet). All tillförd elektrisk effekt blir inte mekanisk effekt, men i värmepumpar avsedda för småhus används uteslutande så kallade hermetiska kompressorer, vilket innebär att de interna förlusterna blir värme och kan också användas för uppvärmning, bortsett från de termiska förlusterna ($\dot{Q}_{loss}$) som sker mellan kompressorn och dess omgivning, eftersom kompressorskalet är oftast betydligt varmare än rummet kompressorn står i.

Effektiviteten hos värmepumpar beror givetvis av hur effektiva de ingående komponenterna är. Det finns dock en teoretisk gräns för hur effektiv de kan bli, vilket enkelt beskrivs enligt ekv. (2)

$$COP_{1c} = \frac{T_1}{T_1 - T_2} \quad (2)$$

där T_1 är den temperatur (i Kelvin) som värmepumpens avger värme vid (inre temperatur, inte temperaturen som avgiven värme ges till) och T_2 är motsvarande temperatur i värmepumpen vid vilket värmeeffekten upptas från omgivningen. COP_{1c} är den s.k. Carnotska värmefaktorn (Coefficient of Performance). En verklig värmepump är mindre effektiv och dess totala värmefaktor kan skrivas enligt

$$COP_{1t} = \frac{\dot{Q}_1}{\dot{E}_{el}} \quad (3)$$

Väldigt ofta finns ett relativt nära koppling mellan dessa båda värmefaktorer, speciellt inom " normalt " arbetsområde för värmepumpen. Denna kan skrivas

$$COP_{1t} \approx \frac{COP_{1c} - 1}{\eta_{ct}} + 1 \quad (4)$$

där η_{ct} benämns Carnotverkningsgraden (definieras som $\eta_{ct} = COP_{2t}/COP_{2c}$, dvs. relaterat till " kylmaskinens " prestanda). Ofta är Carnotverkningsgraden, η_{ct} , relativt sett inom ett väldigt snävt intervall. Från ekv. (2) och (4) inses att temperaturerna T_1 och T_2 ska vara så nära varandra som möjligt för högsta effektivitet. Dessa temperaturer är " inne " i

värmepumpen och är relaterade till omgivningarnas temperaturer via de värmeväxlare som åtskiljer köldmediet inne i värmepumpen mot omgivningarna. Således kan effektiviteten höjas om dessa värmeväxlare är stora (vilket innebär att små temperaturdifferenser i värmeväxlaren erhålls) samt att omgivningarna temperaturer också är nära varandra. Det är av denna anledning att bergvärmepumpar (med relativt hög årsmedeltemperatur på berget) kombinerat med golvvärme (golvet är en "stor" värmeväxlare) har hög effektivitet.

Av olika anledningar används inte bergvärme som värmekälla till värmepumpen utan istället kan t.ex. uteluften användas. Som de flesta inses är luftens temperatur varierande med årstiden, vilket innebär att s.k. uteluftvärmepumpar arbetar många timmar under uppvärmningsåret med låga temperaturer. Det är för dessa system som föreliggande system undersökts, för att försöka hålla en hög total verkningsgrad för uppvärmningssystemet, vilket utöver själva värmepumpen också innehåller tillsattsvärmare och eventuellt ett ventilationssystem.

Ventilationssystem

En byggnads främsta syfte är att skydda människan inne i byggnaden från den varierande omgivningen. Eftersom detta innebär en skyddande barriär (s.k. väggar och tak) kan tillgången till frisk luft begränsas. För att inte luften inne i byggnaden skall bli obehaglig eller rent av farlig att andas behöver luften inne i byggnaden bytas ut regelbundet, s.k. ventilation. I äldre hus (som generellt var otäta) skedde detta med "naturligt" ventilation. Under sommaren när utetemperaturen är nära komforttemperaturen kan oftast ventilationen åstadkommas genom öppna fönster och dörrar. Under vintern när det är kallare åstadkoms huvudsakligen den naturliga ventilationen av densitetsskillnaden mellan varma inneluften och kalla uteluften, samt det faktum att dessa byggnader ofta hade en eldstad alternativt en eldningspanna (ofta olja) som förbrukade luft. När en sådan byggnad konverteras sitt värmesystem från eldningspanna till värmepump försvinner en betydande omsättning av luft. Mer kontrollerad ventilation fås om ett dedikerat system för tillförsel och bortförsel av luft installeras, ett s.k. mekanisk ventilationssystem. Fördelen med mekaniskt ventilationssystem är att ventilationsflödet kan säkerställas under hela året, utan att boende i byggnaden manuellt ska öppna eller stänga fönster. En ytterligare fördel med ett installerat ventilationssystem är att den uppvärmda "förbrukade" luften, som måste ersättas med frisk luft, kan återge delar av sitt energiinnehåll till den tillförda friska luften genom en s.k. värmeåtervinning (FTX). Denna energiåtervinning åstadkommes genom en värmeväxlare.

Om denna värmeväxlare är effektiv kan en stor del av uppvärmning av kall frisk luft reduceras. Det finns flera olika typer av värmeväxlare som kan användas för detta syfte, de två mest vanligt förekommande är korsström-värmeväxlare och roterande värmeväxlare. Två andra typer som förekommer i andra sammanhang är medströms och motströmsvärmeväxlare. Roterande värmeväxlare är en regenerativ värmeväxlare, medan de andra tre är rekuperativa värmeväxlare. Av de tre rekuperativa värmeväxlarna visar teorin att motströmsvärmeväxlare är mest effektiv för en given tillgänglig värmeväxlaryta. Nackdelen med motströmsväxlare kan vara frostbildning¹ vid kalla väderlekar och om det finns en signifikant fuktlast inne i byggnaden.

Ventilationsflödet i en byggnad där människor avses att vistas är specificerat i Boverket byggregler, för bostäder är kravet att friskluftflödet ska minst vara $0.35 \text{ L}/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$ och för t.ex. kontor skall ventilationsflödet vara så att koldioxidhalten inte stadigvarande överstiger 1000 ppm . Detta motsvarar ungefär $7 - 10 \text{ L}/(\text{s} \cdot \text{person})$. Vidare finns även en passage att vatteninnehållet i luften inne i byggnaden inte skall vara mer än $3 \text{ g}_{\text{H}_2\text{O}}/\text{m}^3$ högre än luften ute.

Hur mycket värmeenergi som värmeväxlaren kan återvinna beror på utöver tidigare nämnda konfiguration också på värmeväxlarens utformning. Värmeffluet i en värmeväxlare kan uppskattas genom ekv. (5)

$$\dot{Q}_{VWX} = U \cdot A \cdot LMTD \cdot F \quad (5)$$

¹ Det som påverkar detta är huruvida värmeväxlarytan är under både 0°C och dagpunkten på utgående luft.

eller ekv. (6)

$$\dot{Q}_{VVX} = \varepsilon \cdot \dot{Q}_{max} \quad (6)$$

Dessa båda är ekvivalenta uttryck. *LMTD* är den s.k. logaritmiska temperaturdifferensen, U är värmegenomgångstalet, F är en korrigeringsfaktor beroende på värmeväxlarens konfiguration ($F = 1$ för en motströmsvärmeväxlare och mindre för alla andra typer), ε är den sk.

”effectiveness” där ekv. (6) definierar denne. $\dot{Q}_{max}$ är den termodynamiska maximala värmetransport som kan åstadkommas för givna luftflöden, vilket teoretiskt sker om en av luftflödena får ingående temperatur av den andra luftströmmen. För detta behövs oändligt stor värmeväxlaryta. För många typer av värmeväxlare finns framtagna korrelationer för ε enligt

$$\varepsilon = f(NTU; C_r) \quad (7)$$

där

$$NTU = \frac{U \cdot A}{C_{min}} \quad (8)$$

och $C_r = \min(C_1, C_2) / \max(C_1, C_2)$ med $C_{min} = \min(C_1, C_2)$ där $C_1 = \dot{m}_1 \cdot c_{p1}$ och $C_2 = \dot{m}_2 \cdot c_{p2}$.

Generellt är $C_r < 1$, men i ytterlighetsfallet kan också $C_r = 1$. Detta kan nästan antas ske i balanserad ventilation, där luftflödena in och ut ur byggnaden är lika. För detta fall kan för motströmsvärmeväxlare ekv. (7) skrivas som

$$\varepsilon = \frac{NTU}{1 + NTU} \quad (9)$$

vilket också kan skrivas

$$NTU = \frac{\varepsilon}{1 - \varepsilon} \quad (10)$$

Som synes, för att få hög effektivitet ska stor värmeväxlare användas. En bra modern FTX, för flerbostadshus, har en effektivitet på över 80%.

Energianvändning i byggnader

I ett hus används energi till ett flertal olika delar, men av de största posterna går till uppvärmning av själva byggnaden. Som beskrivits ovan behövs frisk luft, dvs uppvärmd använd luft byts ut mot kall frisk luft. Utöver denna post försvinner även värme genom byggandens skal (väggar, golv, tak). Dessa båda energiförluster är proportionella mot temperaturskillnaden mellan luften inne och ute enligt

$$\dot{Q}_{uppv} = (\Sigma UA_i + \dot{m}_{vent} \cdot c_p \cdot (1 - \varepsilon_{FTX}) + \dot{m}_{inf} \cdot c_p) \cdot (t_{inne} - t_{ute}) \quad (11)$$

där

$\dot{Q}_{uppv}$	Uppvärmningsbehov
ΣUA_i	Transmissionsförlustkoefficient för byggnadsskalet
$\dot{m}_{vent}$	Ventilationsflödet
$\dot{m}_{inf}$	Infiltrationsflödet/Exfiltrationsflödet
ε_{FTX}	Värmeåtervinningseffektivitet
c_p	Specifik värmekapacitet för luft.

Som synes i ekv. (11) kan en installation av värmeåtervinning kraftigt reducera ventilationsförlusterna. Dock påverkar de inte transmissionsförlusterna, vilket egentligen endast påverkas av isolerförmågan och arean på byggnadsskalet. Principiellt kan system som här undersökts sägas adressera respektive del, värmepumpen huvudsakligen mot transmissionsförlusterna medan värmeåtervinningen adressera ventilationsförlusterna.

Undersökt system

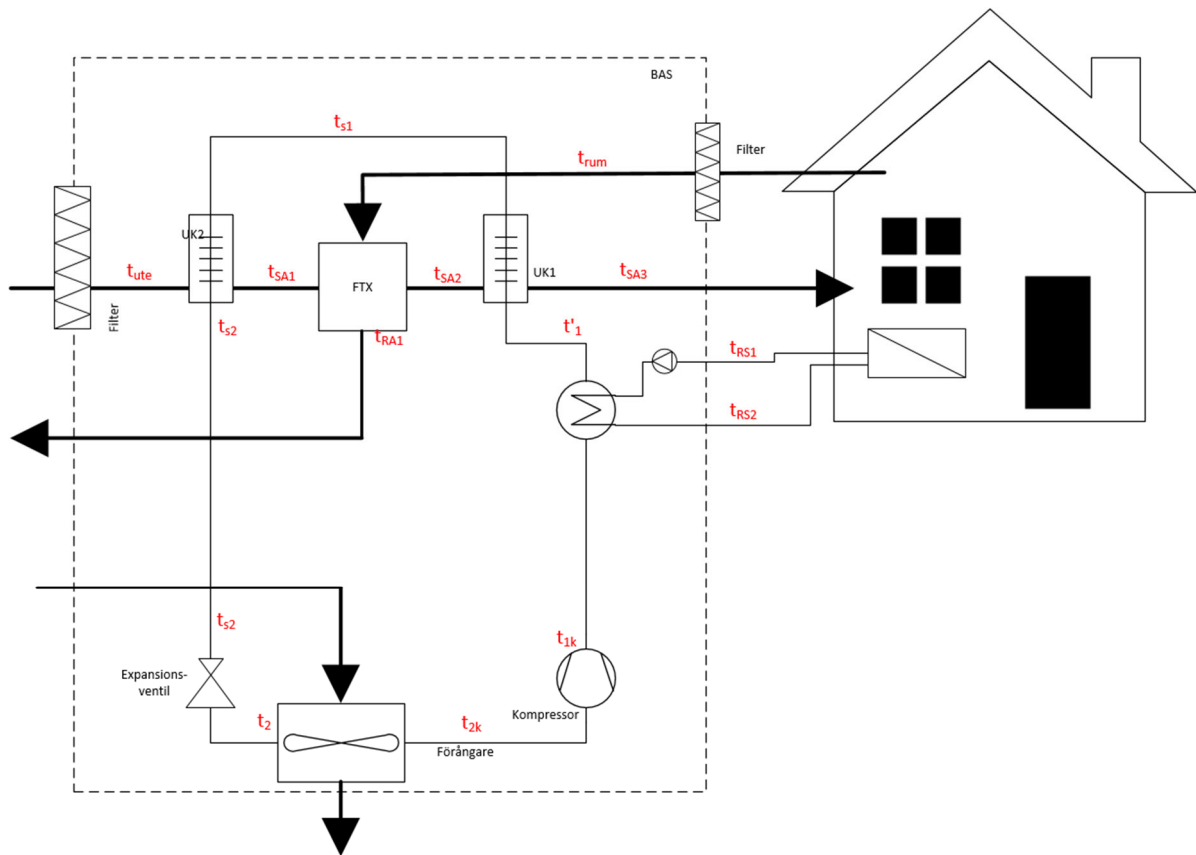
I detta projekt har ett integrerat ventilation och värmepumpssystem ursprungligen avsett för småhus undersökts. Flertalet variationer/konfigurationer har undersökts experimentellt. Värmepumpen är en modifiering av en befintlig uteluft/vattenvärmepump² medans FTX-värmeväxlaren är baserad på BAS Air Energy patenterade värmeväxlare (patentnummer SE 540 208 C2).

I Figur 1 visas schematiskt det mest kompletta undersökta systemet. Utöver detta system har även olika konfiguration undersökts:

1. Utan underkylare (UK1 och UK2).
2. Med underkylare 1 inkopplad.
3. Med underkylare 2 inkopplad.
4. Med båda underkylarna (UK1 och UK2) inkopplade.

Konfiguration 1 innebär i realiteten att de båda huvudsystemen (värmepumpen och ventilationssystemet) är frikopplade från varandra. Som beskrivits tidigare är det ovanligt att båda systemen finns i befintliga äldre hus, där kanske endast värmepump finns installerad. Resultaten från konfiguration 1 kan därför ge en referens, där de mer kopplade systemen kan jämföras mot, samt att respektive system kan utvärderas separat.

² NIBE F2025



Figur 1: Undersökt systemlösning

Som kan ses i figuren är att systemet innehåller två värmeväxlare som underkyler köldmediet som cirkulerar i värmepumpen. Underkylningen görs av tillförd ventilationsluft. Ventilationsluften värms alltså upp av det ”varma” köldmediet. Vidare värms till-luften upp av en patenterad motströms luft/luft-värmeväxlare. Denna är placerad mellan de båda underkylarna. Det intressanta är då hur dessa tre extra värmeväxlare, som inte finns i vanliga uteluftvärmepumpar, interagerar med värmepumpkretsen och hur dessa påverka systemprestanda.

Teoretisk uppskattning av systemeffektivitet

I början av projektet genomfördes en teoretisk uppskattning av systemeffektiviteten. Eftersom det i denna del endast är intressant att kvantifiera hur mycket bättre detta system är i förhållande till en normal uteluft/vattenvärmepump presenteras resultaten som en procentuell förbättring av värmefaktorn i förhållande till prestandan för samma system, fast utan dessa tre värmeväxlare. Således beskrivs förbättringen i värmepumpens prestanda som

$$\%COP_1 = \frac{COP_1 - COP_{1ref}}{COP_{1ref}} \quad (12)$$

där

$$COP_1 = \frac{\dot{Q}_C + \dot{Q}_{FTX} + \dot{Q}_{UK1} + \dot{Q}_{UK2}}{\dot{E}_K}$$

$\dot{Q}_C$	Kondensoreffekt vid stationär drift
$\dot{Q}_{FTX}$	Upptagen (av ventilationsluften) värmeeffekt vid luft-/luft-värmeväxlaren
$\dot{Q}_{UK1}$	Upptagen (av ventilationsluften) värmeeffekt i underkylare 1
$\dot{Q}_{UK2}$	Upptagen (av ventilationsluften) värmeeffekt i underkylare 2
$\dot{E}_K$	Nödvändigt kompressorarbete

För referenssystemet är motsvarande effektivitetsmått beräknat, men utan närvaron av de tre värmeväxlarna. Det är förväntat att de tre värmeväxlarna inte bara återvinner energi till ventilationsluften, de belastar förångare och kondensor i värmepumpen mer. Det kan alltså förväntas att värmepumpen kommer arbeta med andra driftspunkter.

Värmeövergången i kondensor och förångare har modellerats genom att ansätta värmegenomgångstal. Å andra sidan har för FTX och underkylare ansatts en "effektiveness" (se ovan för definition), vilket i detta sammanhang kan betraktas som ett mått på värmeväxlarnas storlek. En bra modern FTX, för flerbostadshus, har en effektivens på över 80%. Inverkan av dessa presenteras i diagramform längre fram. Ibland, men inte alltid, ger detta samma värde som den s.k. temperaturverkningsgraden för en värmeväxlare.

Begränsningar

I prestandaanalysen har enbart kompressorarbetet tagits hänsyn till i detta inledande arbete. Kompressoreffekten är den dominerande elkonsumenten i systemet, men fläktarbete kan också förväntas påverka. Systemen är simulerade med konstant luftflöde, både i ventilationssystemet såväl som över förångaren. Tryckfallet kan då förväntas ändras som funktion av uteluftens temperatur såväl som temperaturfallet av luften över förångaren. Ju kallare luften i medel är över förångaren, vid samma flöde, kommer tryckfallet att öka. I verkligheten arbetar en fläkt (vid konstant varvtal) inte med konstant luftflöde utan efter "fläktkurvan", dvs. när densiteten ökar minskar flödet något enligt denna kurva. Dessa sekundära effekter, tillsammans med fläktarbetets förändring har inte tagits hänsyn till.

Vidare har påfrysning och avfrostning inte beaktats alls, luften som passerar över förångaren har betraktats som torr luft utan vatteninnehåll. Tester som genomförts av Per Fahlén (1996)

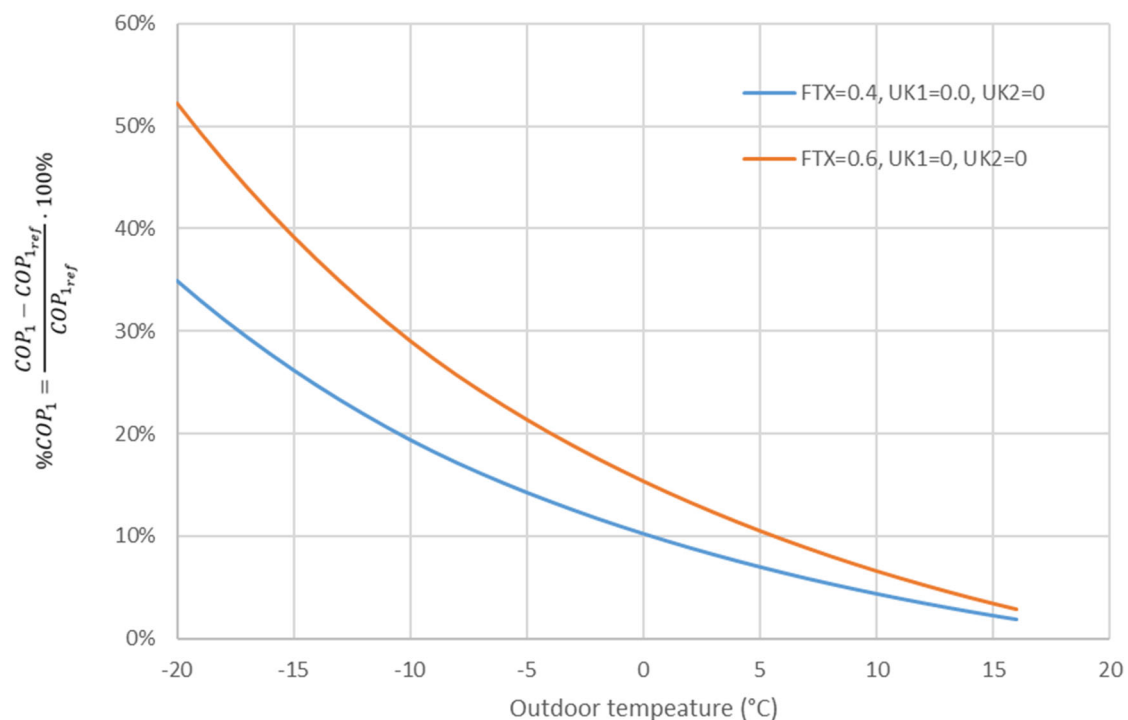
indikerar att dessa effekter minskar värmefaktorn för systemet med ca 10%. I detta sammanhang kan nämnas att eftersom förångaren belastas hårdare när underkylarna är aktiva i systemet kan en lägre köldmedietemperatur förväntas. Denna minskade temperatur gör att avfrostningsbehovet kan öka något. Ingen hänsyn till dessa effekter av fuktvandring från luften till värmeväxlarytorna har gjort i denna inledande uppskattning.

Kompressorns verkningsgrader (volymetrisk och isentropisk) och elmotorns verkningsgrad har ansatts vara konstanta (70% för båda). I verkligheten påverkas elmotorns verkningsgrad av motorns belastning. Kompressorverkningsgraderna förväntas sjunka med ökande tryckförhållande mellan högtryckssidan (kondensortryck) och lågtryckssidan (förångningstryck). Eftersom största tryckförhållande fås vid låga utetemperaturer (och därmed även höga radiatortemperaturer) kan det förväntas att prestandan (för alla system) försämras mer än vad använd modell indikerar.

Med detta som bakgrund och motivation redovisas inverkan av underkylarna och FTX-värmeväxlaren i förhållande till samma värmepump utan dessa installerade.

Resultat

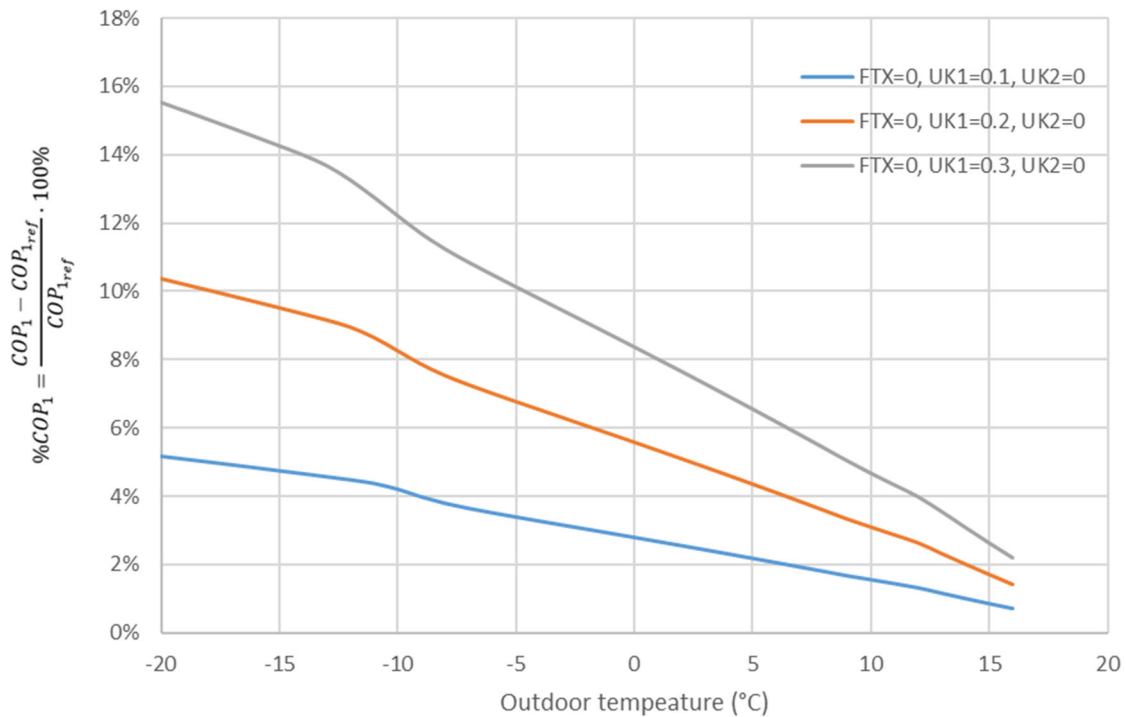
Ett antal simuleringar för olika utetemperaturer har genomförts. Inledningsvis visas hur systemets värmefaktor, med de begränsningar som beskrivits ovan, där enbart FTX-växlaren installerats. Detta kan egentligen betraktas som två separata system, då det inte finns några underkylaren ($\varepsilon_{UK1} = \varepsilon_{UK2} = 0$) installerade. Prestandaförbättringen visas i Figur 2. Som synes åstadkommes signifikant effektbesparing, speciellt vid låga utetemperaturer. Siffrorna som finns som serieinformation motsvarar de använda värmeväxlareffektiveness.



Figur 2: Enbart FTX, inga underkylare.

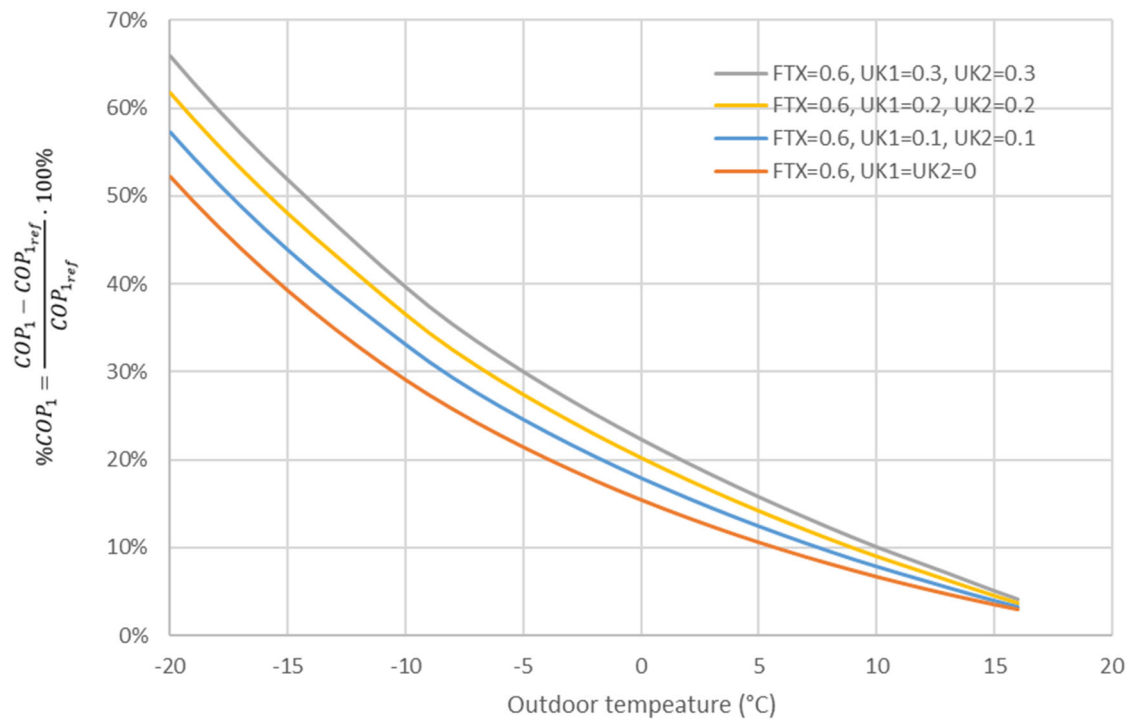
Om istället enbart inverkan av underkylarna studeras, dvs. ett till-luftssystem utan FTX men med UK1, fås prestandaförbättring enligt Figur 3.

Slutligen, för en modest återvinningsgrad på FTX-värmeväxlaren ($\epsilon_{FTX} = 0.6$) studeras



Figur 3: Enbart UK1.

förbättringen av olika storlekar på underkylarna, se Figur 4. Som synes kan det förväntas betydande effektbesparing vid de kallare utetemperaturer. Vanliga uteluftsvärmepumpar har en COP1 vid -20°C runt 2, vilket indikerar att en likadan utformad värmepump uppgraderad med dessa tre värmeväxlare kan förväntas ge en värmefaktor på över 3, vilket är en signifikant förbättring.



Figur 4: $\epsilon_{FTX} = 0.6$ och olika stora underkylare.

Experimentella resultat

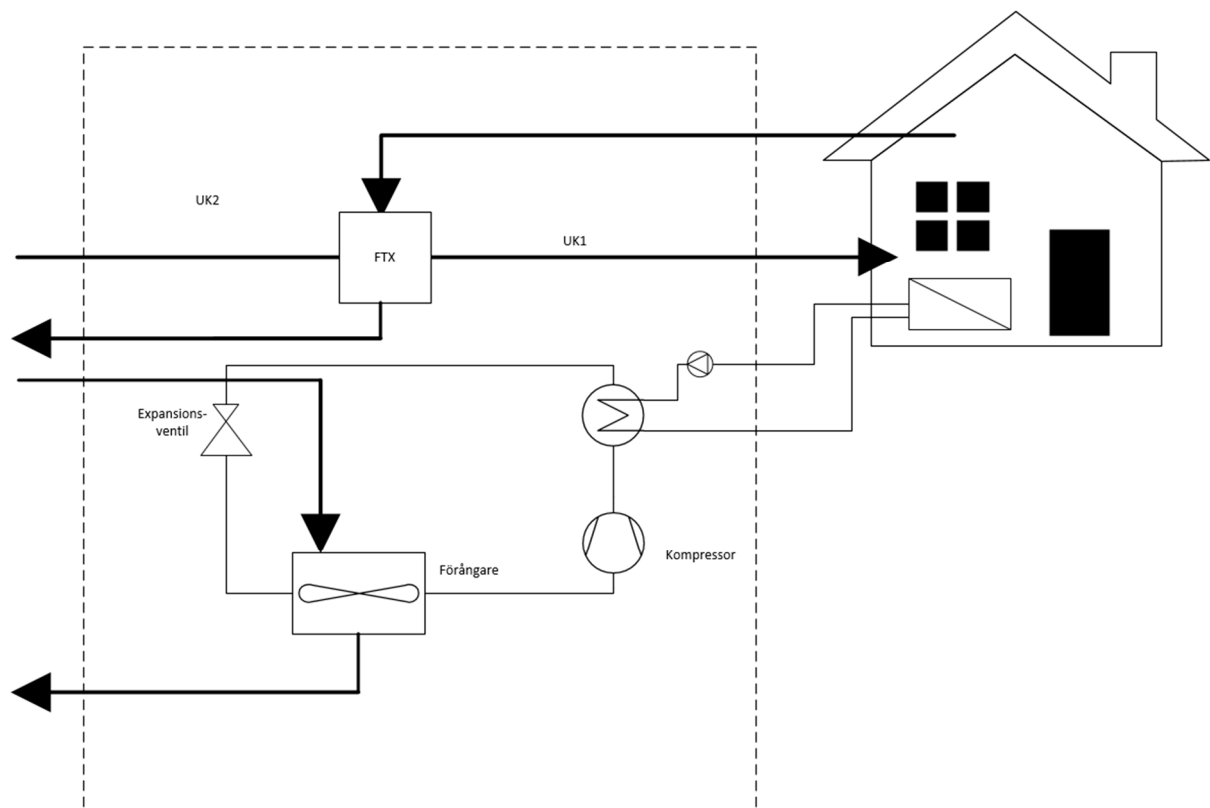
Huvudsakliga arbetet inom projektet har varit experimentellt, där olika konfigurationer enligt ovan undersökts var för sig, under olika emulerade utelufttemperaturer och olika "radiatorsystem" (dvs. olika radiatorkurvor), från lågtempererade system till äldre mellan temperatursystem (55/45 system). Mer än 23 000 mätningar har genomförts, alla under stationära förhållanden.

Uppställningen är gjord på så sätt att två olika kylrum på Avd. f. Tillämpad termodynamik och kylteknik har fått representera ute och inne. Ingen fukt har hanterats, utan systemen har körts torra, dvs. ingen påfrysning sker i FTX-värmeväxlaren samt att förångaren avfrostar regelbundet.

För termofysikaliska data för luft, vatten och köldmedier har Coolprop (Bell et al.) använts.

Konfiguration #1 – Separata system

Eftersom denna konfiguration innebär att de två huvudsystemen är separerade, se Figur 5, kan dessa utvärderas och användas som referens. Notera att inget av dessa båda är kommersiellt gångbara, eftersom värmepumpen är av äldre typ, samt modifierad. Moderna och optimerade system kan vara signifikant bättre.



Figur 5: Systemkonfiguration #1.

I denna konfiguration har värmeåtervinningsvärmeväxlaren som används utvärderats experimentellt. 5 319 mätpunkter med varierande utetemperaturer har använts till att uppskatta $\varepsilon_{FTX} = 0.88 \pm (2.6 \cdot 10^{-4} @ 68.2\%)$. Det kan noteras att detta är en relativt hög effektivitet.

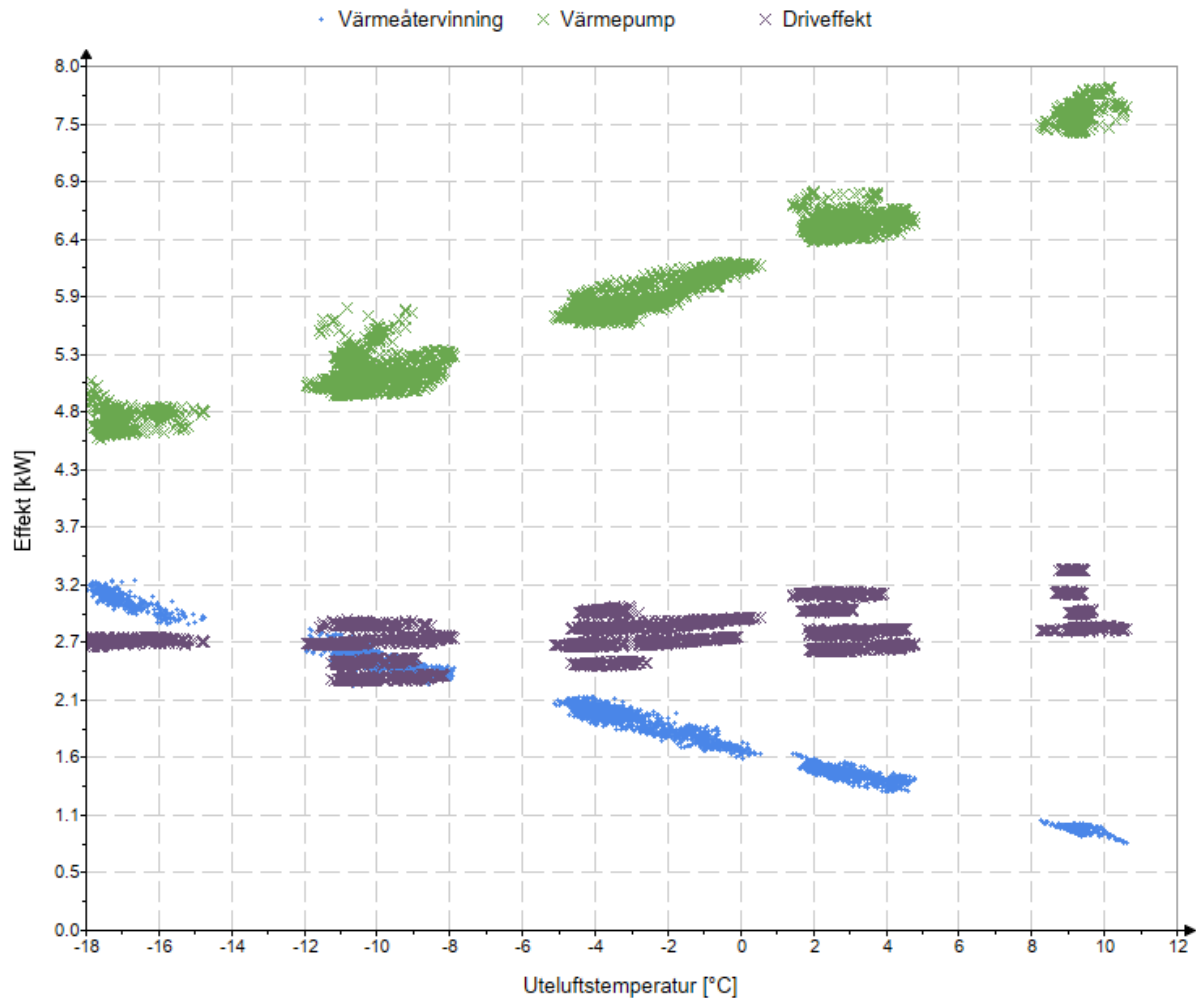
Det är intressant att se hur värmeeffektfordelningen är mellan dessa, jmf ekv. (11). I välisolerade byggnader kan ventilationsförluster för system utan värmeåtervinning vara en betydande del. Figur 6 visar förhållandet mellan dessa båda delsystem, tillsammans med hela systemets driveffekt. Det kan noteras att uppvärmningsbehov pga. ventilationsförluster är något större än värmeåtervinningen, jmf. ekv. (11).

I Figur 7 visas det kombinerade systemet (fortfarande två oberoende delsystem), där totaleffektiviteten definieras enligt (lika för alla systemkonfigurationer)

$$COP_{1tot} = \frac{\dot{Q}_{cond} + \dot{Q}_{SA}}{\Sigma \dot{E}_i} \quad (13)$$

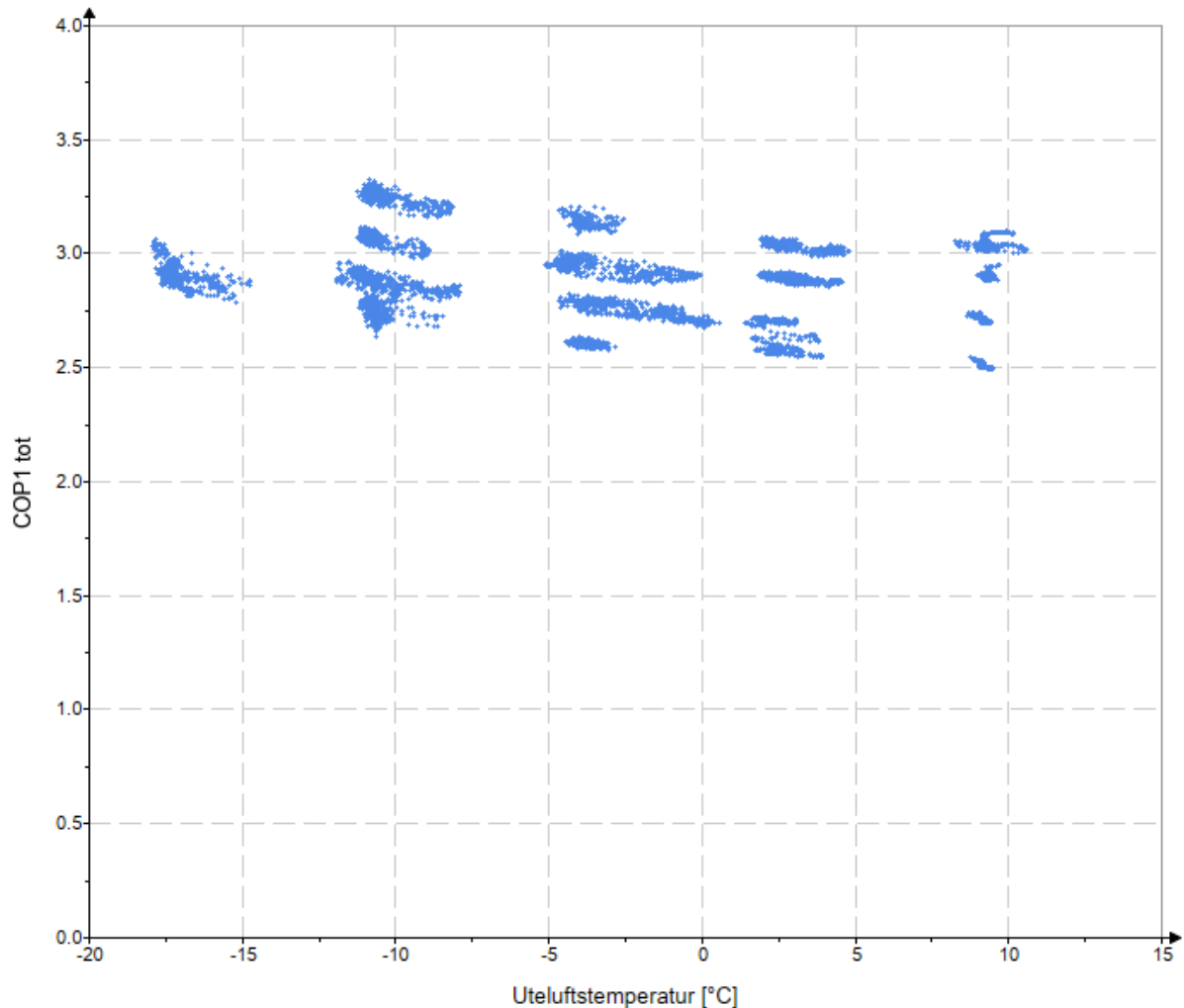
där

$\dot{Q}_{cond}$	Värmeeffekt i värmepumpens kondensor (till radiatorsystemet)
$\dot{Q}_{SA}$	Värmeeffekt upptagen i tillförd ventilationsluft
$\Sigma \dot{E}_i$	Summa av driveffekt till hela systemet.



Figur 6: Fördelning mellan driveffekt (lila), värmepumpeffekt (grön), samt värmeåtervinning (blå).

Som synes (Figur 6) beter sig de respektive delsystemen som förväntat, återvunnen värmeeffekt i ventilationssystemet ökar när det blir kallare ute, pga. öka drivkraft (temperaturdifferens) för värmetransport. Värmepumpens värmeeffekt minskar med minskad utetemperatur, eftersom köldmediets temperatur och tryck in i kompressorn minskar, vilket minskar köldmediets densitet och därmed det cirkulerande massflödet av köldmediet. Notera att kompressorn inte har varvtalsstyrts vilket skulle kunna till viss kompensera för denna minskning. Notera också att transmissionsförlusterna i en byggnad beter sig på samma sätt som värmeåtervinningen, vilket i slutändan, beroende på dess storlek kan komma att betyda att tillsatts värme behövs, men för ett kombinerat system sker detta vid en lägre utetemperatur.

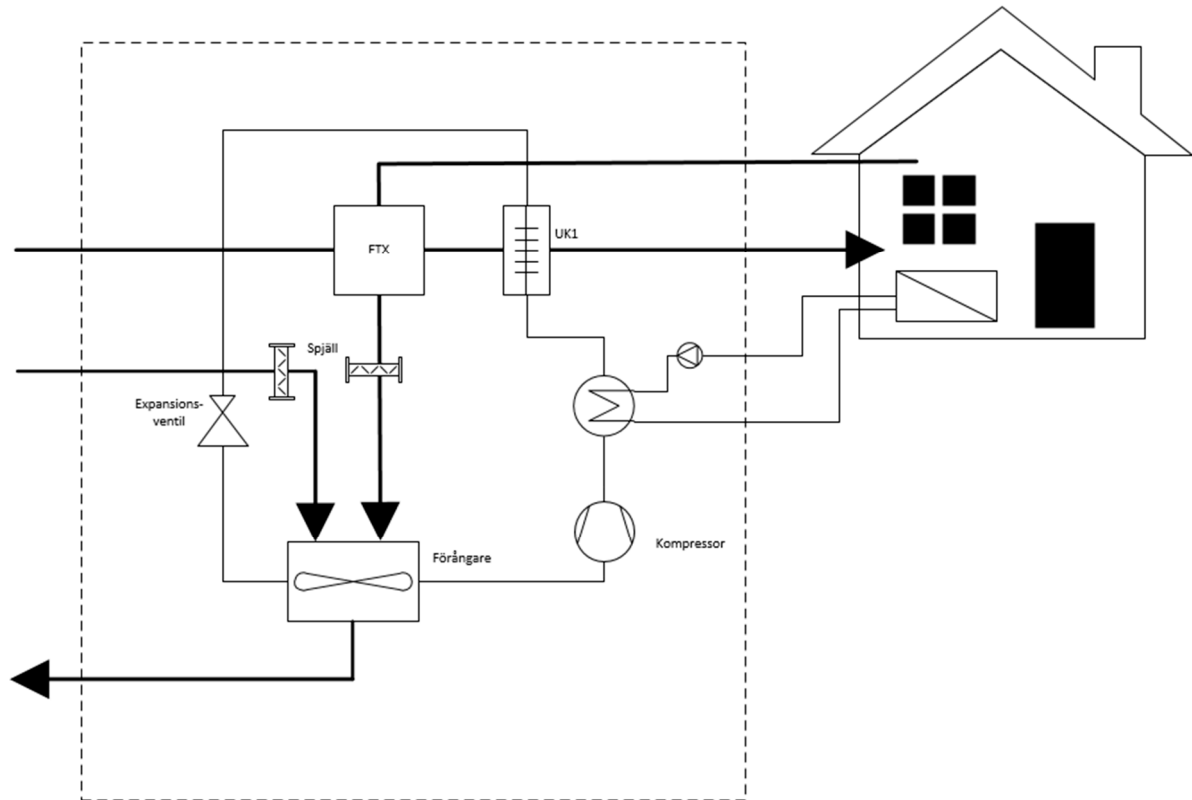


Figur 7: Systemeffektivitet konfiguration #1.

Figur 7 visar att sammantaget kompenserar värmeåtervinningen för minskad effekt i värmepumpen vilket leder till bibehållen hög effektivitet även vid kalla temperaturer.

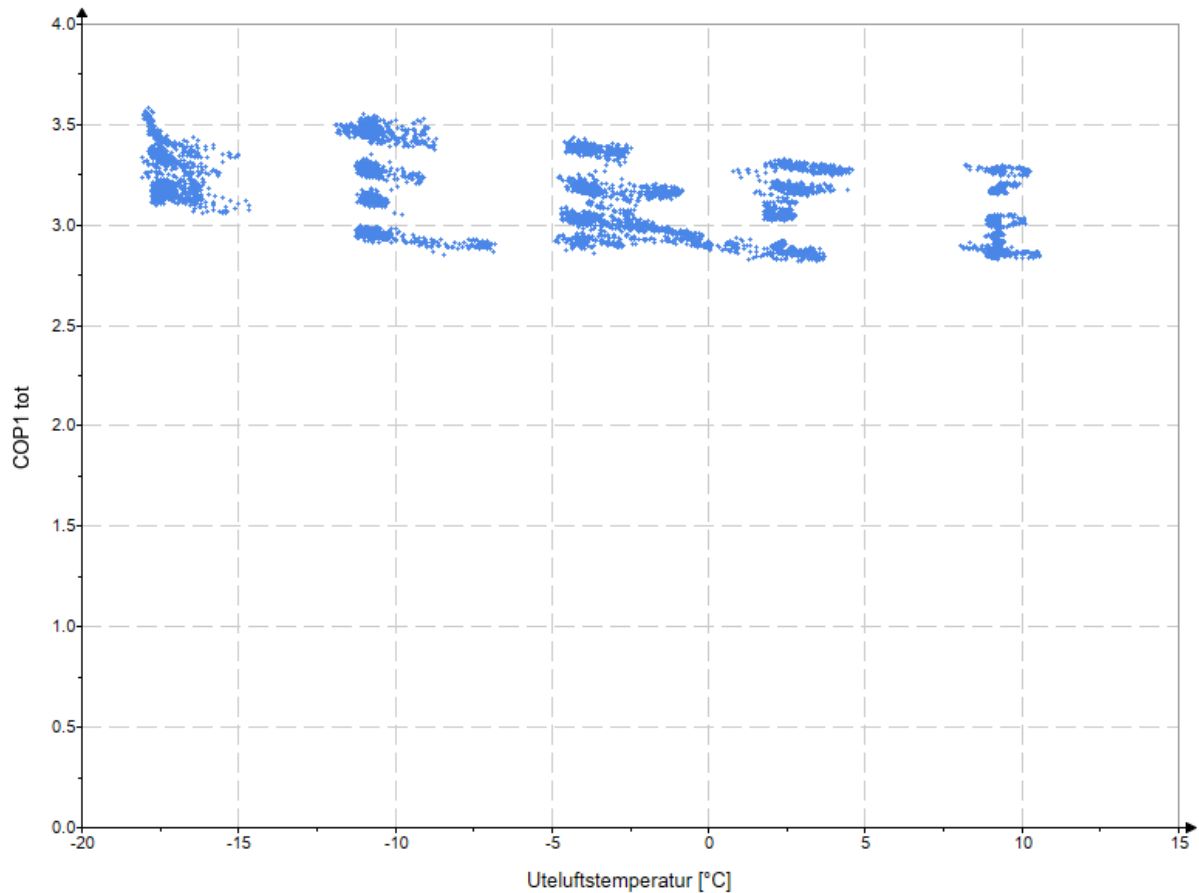
Konfiguration #2 – Underkylare 1 (UK1) installerad

I denna konfiguration är nu de två delsystemen integrerade och påverkar varandra. Tanken med konfigurationen är att energin i köldmediet efter kondensorn skall värma upp ytterligare tillförd ventilationsluft. Ju kallare det är ute, desto högre energiinnehåll (högre temperatur) har köldmediet efter kondensorn eftersom kondenseringstemperaturen bestäms av radiatorkretsens temperaturer. Således, extra energi kan tillföras tilluften. I sin tur innebär det att energiinnehållet i köldmediet in till förångaren blir lägre. Eftersom köldmediets massflöde i huvudsakligen bestäms av kompressorns varvtal och förångningstemperaturen, kommer förångaren att belastas hårdare, dvs. mer värmeeffekt kan "kramas" ut ur uteluften. Detta kommer dock med en viss kostnad, eftersom förångningstemperaturen minskar något.



Figur 8: Systemkonfiguration #2.

Figur 9 visar systemeffektiviteten för denna konfiguration. Jämfört med konfiguration #1 så syns en definitiv förbättring av systemets effektivitet. Nettoeffekten är alltså att systemeffektiviteten ökar ett par tiondelar.

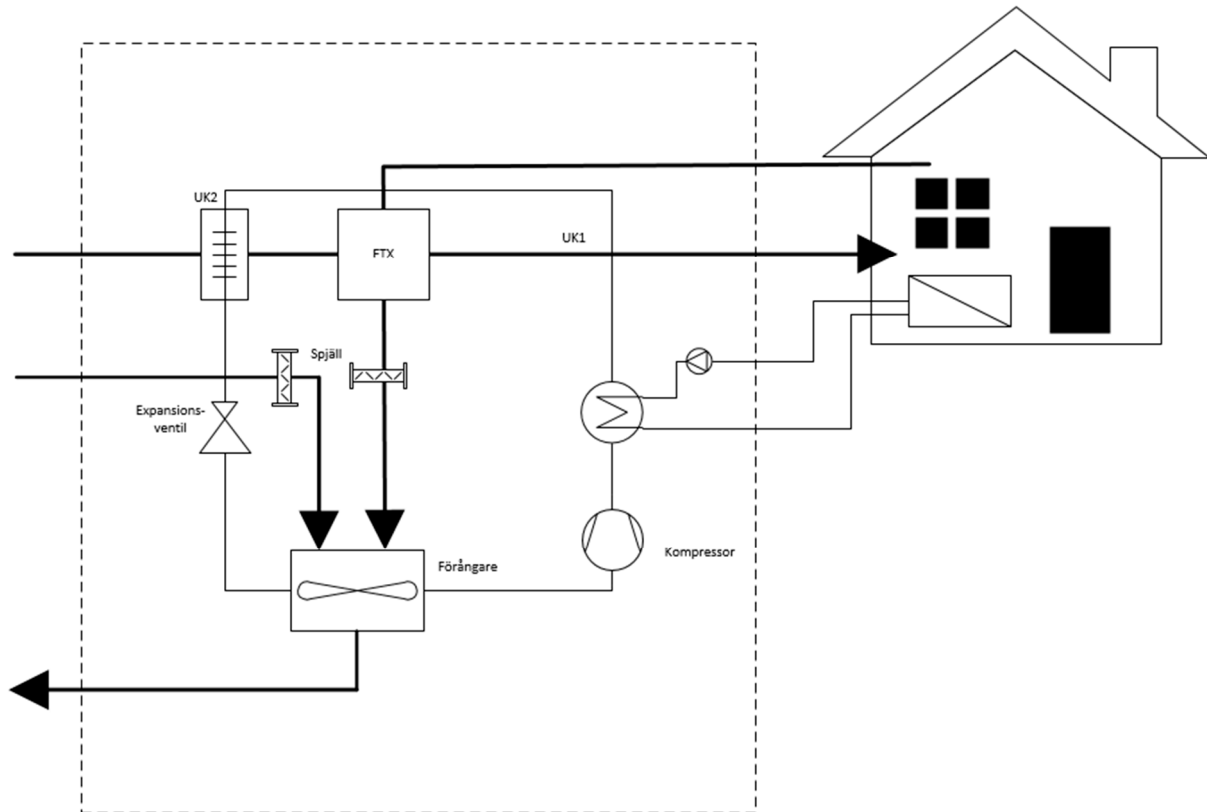


Figur 9: Systemeffektivitet för konfiguration #2.

Konfiguration #3 – Underkylare 2 (UK2) installerad

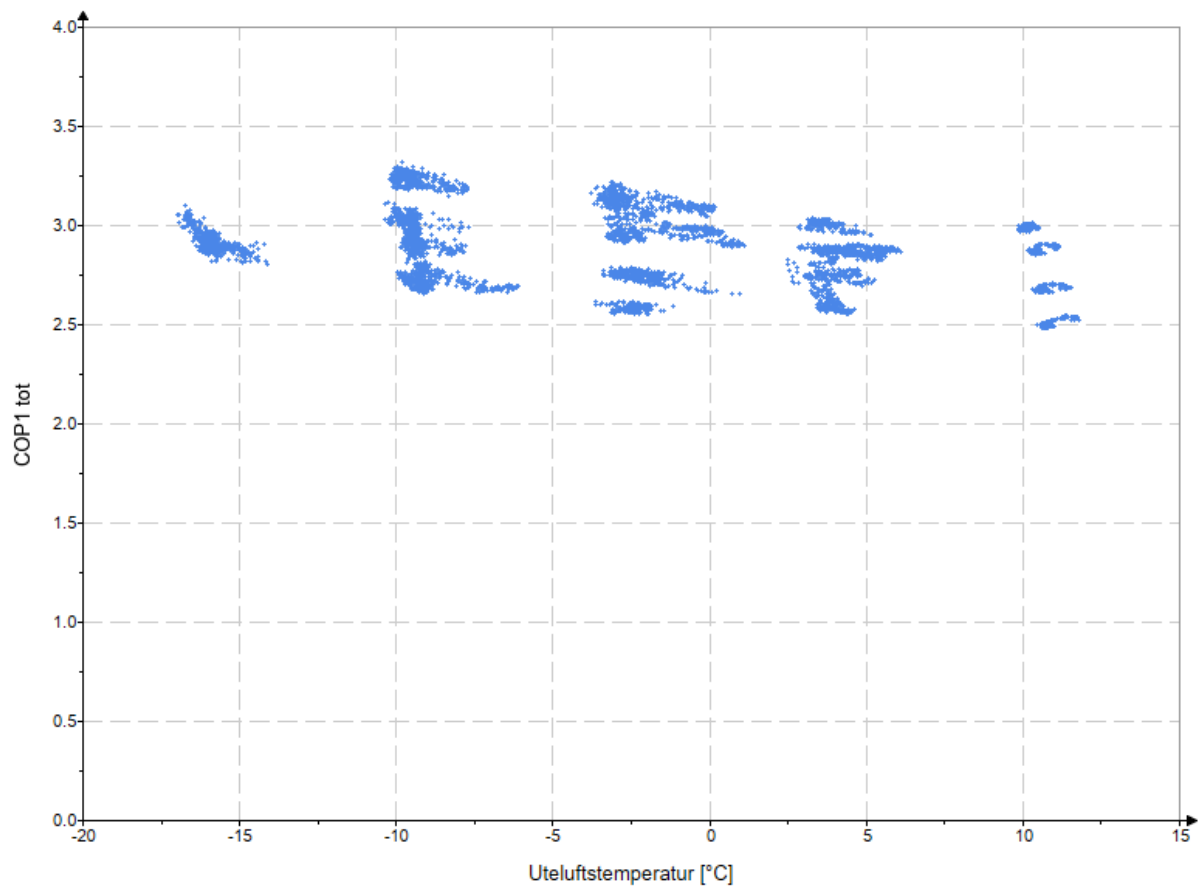
I denna konfiguration är endast underkylare 2 installerad i kretsen. Den huvudsakliga tesen som undersöks är huruvida denna placering bidrar eller inte till ökad effektivitet. Energitekniskt kommer, precis som förra konfigurationen, köldmediet att vara varmare efter kondensorn ju kallare uteluften är. Eftersom köldmediet nu "ser" kall utluft istället för delvis uppvärmd utluft kommer underkylningen öka, med större värmeuttag ur köldmediet. Än större belastning kommer ske i förångaren, enligt samma resonemang som tidigare. Dock är den viktiga skillnaden att underkylningen av köldmediet parasiterar på värmeåtervinningvärmeväxlaren, eftersom luften in till densamma nu kommer vara varmare än utluftens temperatur. Detta minskar värmeåtervinningen. Det är alltså inte alls självklart att denna konfiguration ger ett nettobidrag till systemet.

Figur 11 visar uppmätt effektivitet. Det kan noteras att systemet inte alls förbättras jämfört med konfiguration #2, jmf. Figur 9. Faktum är att det kanske till och med är sämre än systemkonfiguration #1, jmf. Figur 7.

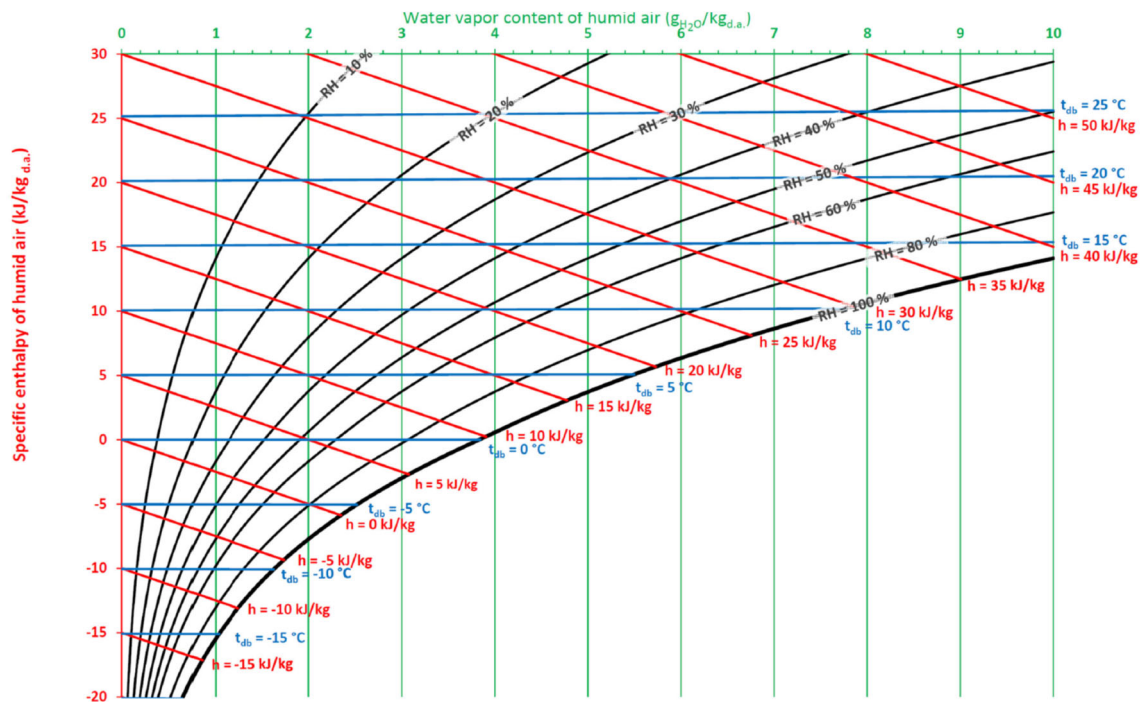


Figur 10: Systemkonfiguration #3

Finns det då någon som helst anledning att använda denna placering av underkylaren? Faktiskt kan det vara så, om man beakta betydelsen av påfrostning. Ett tänkbart utetillstånd en vinterdag kan vara -15°C och 80% relativ fuktighet, se Figur 12. Vatteninnehållet för detta tillstånd är ca $0.8 \text{ g}_{\text{H}_2\text{O}}/\text{kg}_{\text{t.l.}}$. Som läsaren kanske erinra sig sedan tidigare bör inte vatteninnehållet mellan inne och ute vara större än $3 \text{ g}_{\text{H}_2\text{O}}/\text{m}^3$, vilket per massenhet är en lägra siffra. Det skulle innebära att ineluftens vatteninnehåll skulle vara lägre än $3.8 \text{ g}_{\text{H}_2\text{O}}/\text{kg}_{\text{t.l.}}$, vilket motsvarar en daggpunkt på ca 0°C . För att helt undvika påfrysning skulle alltså värmeväxlarens yta behöva vara över denna temperatur. För denna använda värmeväxlare kommer det inte vara möjligt att åstadkomma, eftersom vid nästan 90% effektivitet förväntas motsvarande avlufts temperatur vara nästan nere till -11°C , förutsatt torr värmeövergång, med daggutfällning kommer den vara högre. Men den förhöjda temperaturen på uteluften in i värmeväxlaren kommer minska behovet för avfrostning. Om den minskningen motiverar en mer komplicerad systemlösning är inte trolig.



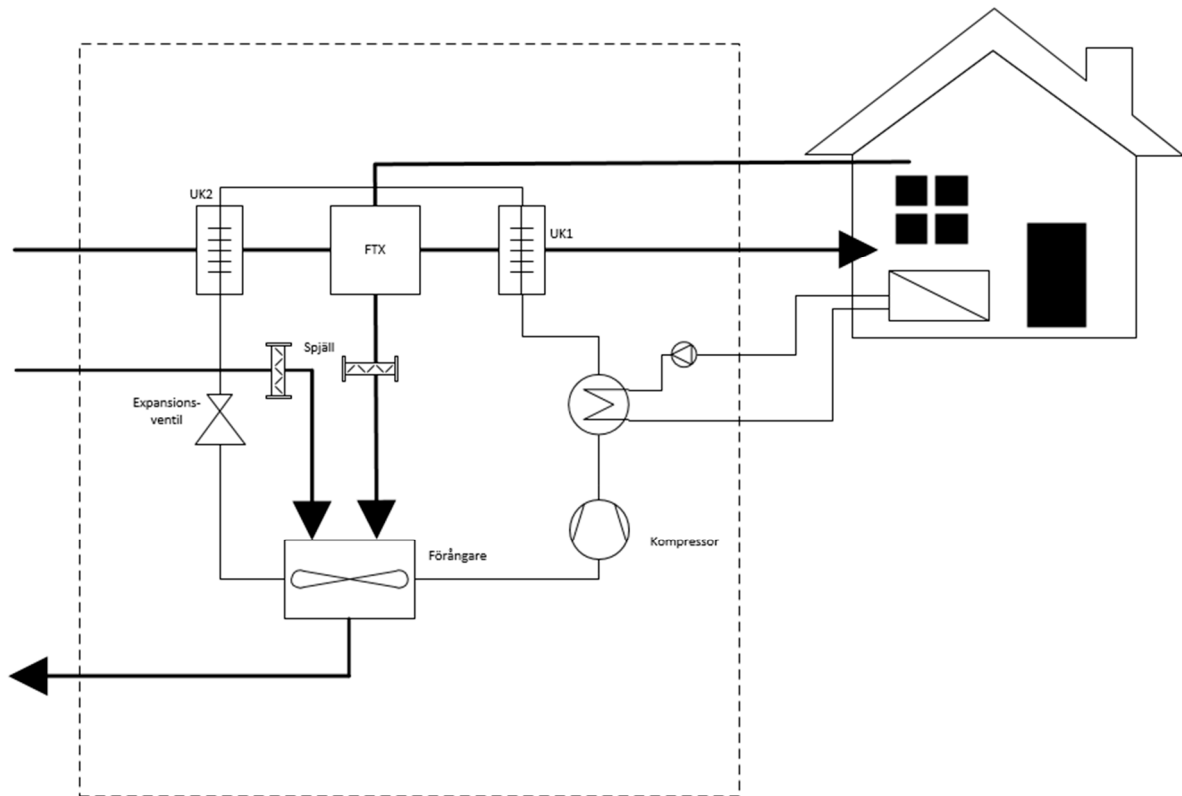
Figur 11: Systemeffektivitet för konfiguration #3.



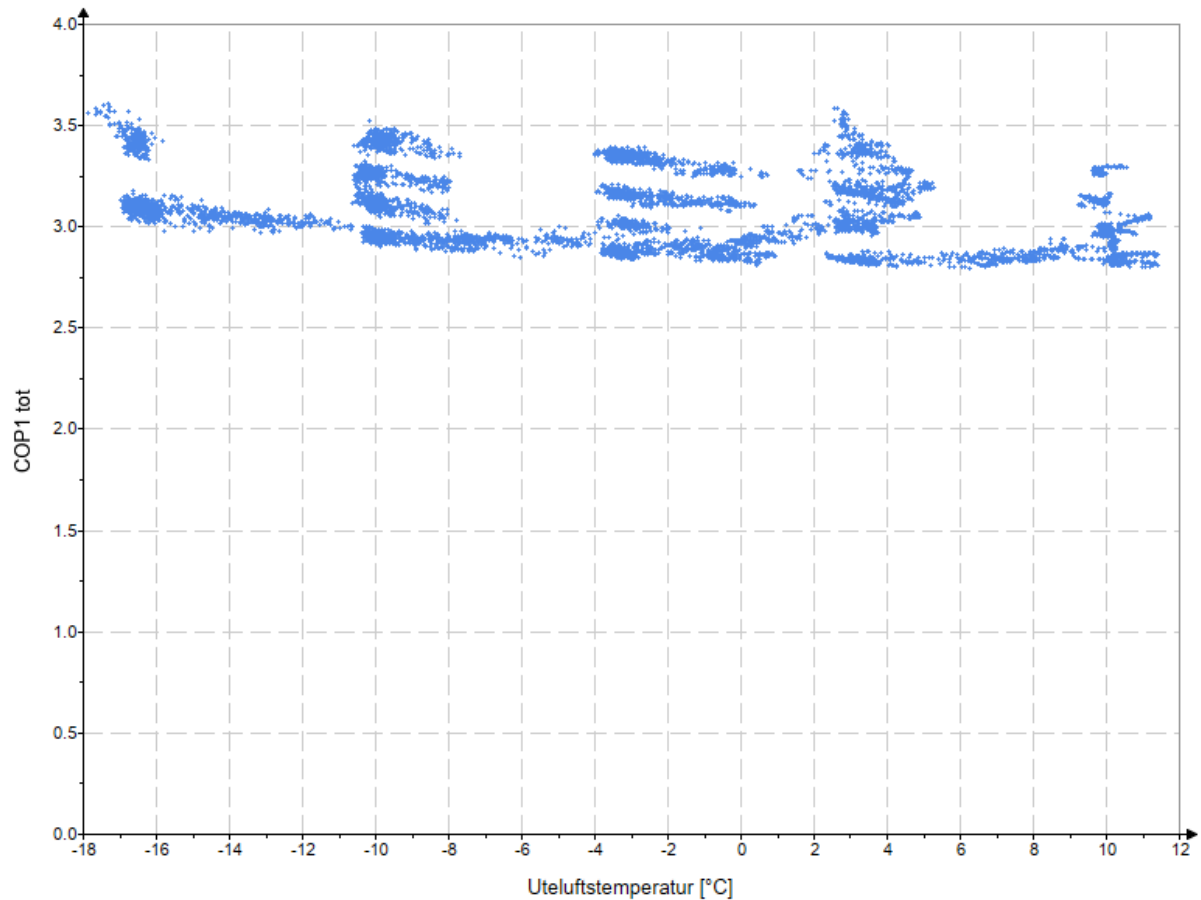
Figur 12: Mollier-diagram för fuktig luft vid atmosfärstryck.

Konfiguration #4 – Båda underkylarna (UK1 & UK2) installerade

I denna sista konfiguration, se Figur 13, är båda underkylarna installerade i kretsen. Tanken med denna kombination var som tidigare att utnyttja köldmediets förhållande höga temperatur till att värme ventilationsluften. Diskussionerna som förts tidigare gäller även här, men belastningen i förångaren blir än större. Figur 14 visar erhållna experimentella resultat. Som förväntat, efter genomgång av konfiguration #3, bidrar inte underkylare 2 (UK2) till bättre effektivitet. Dock är denna konfiguration fortfarande bättre än konfiguration #1.



Figur 13: Konfiguration #4



Figur 14: Systemeffektivitet för konfiguration #4.

Sammanfattning experimentella resultat

Baserat på de resultat som den experimentella undersökningen ger ett integrerat system ett par tiondelar bättre totaleffektivitet är referenssystemet, och betydande förbättring jämfört med att enbart använda en värmepump och ingen värmeåtervinning. Föredragen systemkonfiguration är tydligt #2. Dels har den högst systemeffektivitet, dels är den mindre komplicerad än #4, dvs billigare att producera då en komponent inte behövs. Det kan också konstateras att ju sämre effektivitet värmeåtervinningsvärmeväxlaren är, desto större nytta gör underkylare #1.



Företagsrelaterade produktionsförutsättningar för en kommersialisering

En central del av arbetet i detta projekt har också varit att undersöka möjligheter för det föreslagna systemet att bli kommersiellt gångbart. Arbetet inom denna del har uteslutande genomförts av BAS Air Energy AB. Arbetet består av en Marknadsplan, en Målgruppsanalys, en Segmentsanalys, samt undersökning av Samhällsnytta ur Energi, Miljö, och Hälsoperspektiv. Dessa arbeten finns sammanfattade som Appendix i denna slutrapport.

Sammanfattningsvis kan nämnas att föreslagen systemlösning har en energieffektivitet i paritet med bergvärmepumpar, men utan att behöver borra ett energihål. Dock behöver ett ventilationssystem installeras i byggnaden, om ett sådant inte finns. Fördelen med att installera ett ventilationssystem är att luften i byggnaden kan filtreras på ett bättre sätt innan den tillförs. Dessutom kommer luftkvalitén inne i byggnaden förbättras generellt över hela året jämfört med om ett ventilationssystem inte finns sedan tidigare. Det innebär krasst att möjligheten att kommersiellt lyckas med detta system är kopplat till kostnaden för att installera ett ventilationssystem kontra att borra en energibrunn. Utöver detta finns det givetvis byggnader där möjligheten att borra en energibrunn inte finns, t.ex. inom vattentäkter eller flerfamiljshus, där kan detta system helt klar finna sin nisch.



Slutsatser

Föreliggande projekt har utvärderat experimentell och teoretiskt eventuell nytta med ett integrerat system som består av ett ventilationsvärmeåtervinningssystem tillsammans med en uteluftvärmepump, där dessa är ihopkopplade. Fyra olika konfiguration har experimentellt undersökts. I linje med den teoretiska undersökningen förbättras systemeffektiviteten ett par tiondelar jämfört med samma okopplade system. Jämfört med enbart en uteluftvärmepump är systemeffektiviteten betydligt bättre. Dessutom förväntas även en förbättrad samhällsvinst genom möjlighet att få bättre luftkvalité inne. Kostnaden för ett tänkt system bör vara i paritet med en bergvärmeinstallation med ny energibrunn, med liknande systemeffektivitet. För byggnader där traditionell bergvärme inte är möjlig eller önskvärt är detta föreslagna system ett klar attraktivt alternativ.



Källor

Bell, Ian H. and Wronski, Jorrit and Quoilin, Sylvain and Lemort, Vincent, 2014, Pure and Pseudo-pure Fluid Thermophysical Property Evaluation and the Open-Source Thermophysical Property Library CoolProp, Journal Industrial & Engineering Chemistry Research, vol. 53, no. 6, pp. 2498 – 2508, <https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/ie4033999>.

Per Fahlén, 1996, Frosting and Defrosting of Air-coils, Doktorsavhandling, Chalmers.



Appendix 1 – Marknadsplan

Marknadsplan



MARKNADSPLAN - INLEDNING

Tänk dig ett energisystem för din villa eller fritidshus, som är bra för **ekonomin, hälsan, miljön** och **samhällsnyttan**.

Ett system som ger både varm luft, varmt vatten och skiftar luften.

Systemet levererar billig energi/värme med högre COP än befintliga system på dagens marknad, samtidigt växlar systemet luften i ditt hem för högre livskvalite och mindre sjukdomar. Och det bidrar till mer samhällsnytta genom energiåtervinning och en friskare inomhusmiljö.

Vi på BAS air Energy tror att konsumenterna idag i högre grad än tidigare är motiverade att satsa på ett system som ger allt detta, ett **premium värmepumpsystem**.

MARKNADSPLAN - INLEDNING

Vi kallar detta system för **BAS 1**.

Ett system som enkelt kan beskrivas som en kombination av innovativ värmepumpsteknik som jobbar i symbios med värmeväxlingsteknik.

De tekniska lösningarna har utvecklats från idé till prototyp under en 4 års period.

Forskning och utveckling har bedrivits på KTH Energiteknik.

I denna marknadsplan kommer vi presentera hur vi tänker oss gå tillväga vid en lansering av BAS 1 - **den nya generationens värmepump**.

MARKNADSPLAN - UPPDRAG - VISION

Målet med marknadsarbetet är att etablera en kännedom om BAS 1 och vad tekniken kan innebära för privatekonomin och hälsan samt hur systemet bidrar till mer samhällsnytta.

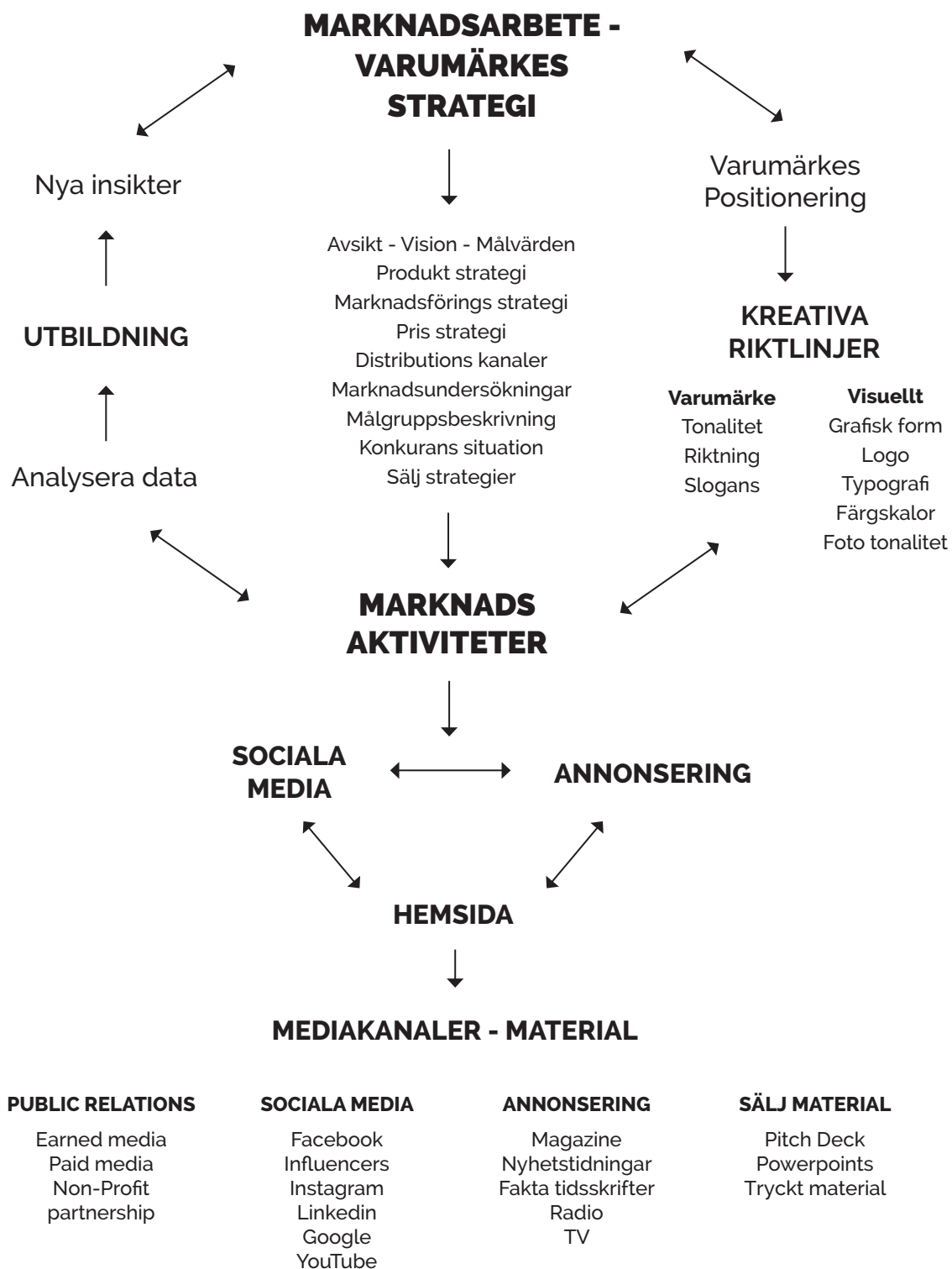
Varumärkesstrategin skall implementeras från start, men långsiktighet är ledordet i arbetet med att bygga varumärket.

Vi har tagit fram en roadmap som visar helhetsbilden för marknads och varumärkes arbetet.

Arbetets olika delmoment kommer genomföras i olika faser och under en period av 3-5 år.

MARKNADSPLAN - GENOMFÖRANDE

Roadmap - **Marknadsarbete** - BAS 1:



MARKNADSPLAN - GENOMFÖRANDE

Marknadsarbete - **Prioriteringsordning:**

- 1 Strategi - Avsikt - Vision - Målvärden
- 2 Kreativ riktning - Grafisk form - Logo - Färgskala - Tonalitet
- 3 Produktion av hemsida, som enkelt och pedagogiskt förklarar hur systemet fungerar och vad systemet ger för resultat.
- 4 Genomförande av en första medial marknadsföringskampanj
- 5 Presentera produkten/systemet för återförsäljare via event och marknadsmaterial
- 6 Skapa samarbeten med influencers och personligheter inom hem/bygg
- 7 Skapa samarbeten med hustillverkare via event och presentationer
- 8 Analysera data/resultat
- 9 Nya insikter
- 10 Andra vågen av den mediala marknadsföringskampanjen

MARKNADSPLAN - GENOMFÖRANDE/LÖSNING

1. Strategi

Målbild - Vision

Den långsiktiga strategin är tydlig, vi skall bygga ett varumärke som alltid förknippas med premium lösningar, lång livslängd och ett ansvarstagande när det gäller samhällsnytta och miljö.

Målbilden är att BAS 1 skall ta den absoluta premium positionen när det gäller tekniska lösningar inom värmepumps marknaden. Där kännedomen om varumärket och dess kvalitetsnivå skall vara hög inom ett antal år.

Visionen är att bygga kännedom om varumärket långsiktigt och ha tålamod i uppbyggnadsfasen som skall genomföras under en 3-5 årsperiod.

MARKNADSPLAN - GENOMFÖRANDE/LÖSNING

2. Kreativa riktlinjer

Grafisk form - Logo - Färgskala - Tonalitet

Arbetet med de kreativa riktlinjerna lägger en grund för det övriga arbetetsmomenten som skall genomföras.

Framtagningen av en unik logo som förmedlar tydlighet och inriktning blir det första arbetsmomentet att genomföra.

Grafisk form, färgskala lägger grunden för arbetet med hemsida, marknadsföringamaterial och presentationer.

Tonalitet i våra rubrik och texter skapar en trygghet i kommunikationsarbetet.



Logo

Idé process påbörjad



Grafisk form - färgskala

Idé process påbörjad

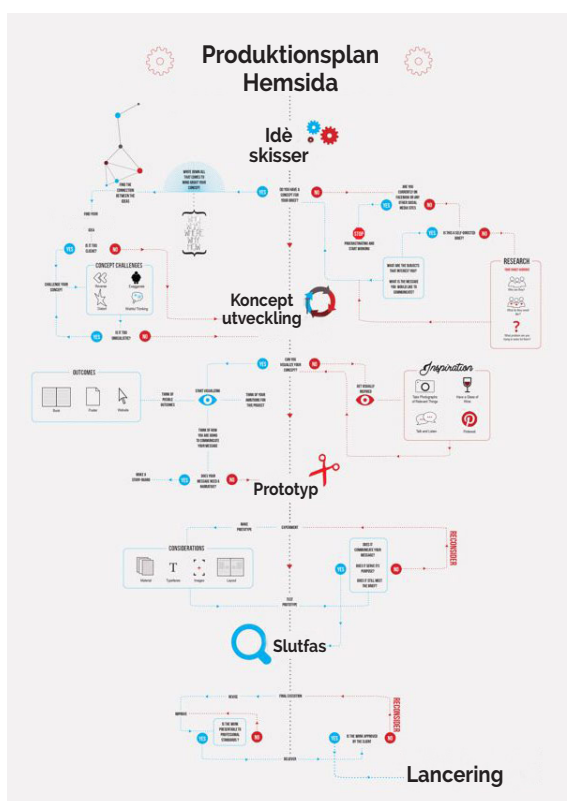
MARKNADSPLAN - GENOMFÖRANDE/LÖSNING

3. Hemsida

Hemsidan blir en viktig informationskälla vid vår lansering och under hela uppbyggnadsfasen. Här skall enkel och tydlig information om systemet och vad de resulterar i för både konsumenter och återförsäljare finnas tillgänglig.

Förutom information om fördelar med systemet så fördjupar vi oss i **hälso** aspekten av systemet och den **samhällsnytte effekten** som medföljer med den.

Information om var man finner återförsäljare och hur prisbilden ser ut för de olika produktalternativen kommer också finnas tillgänglig.



Hemsida

Planering påbörjad

MARKNADSPLAN - GENOMFÖRANDE/LÖSNING

4. Genomförande av en första medial marknadsföringskampanj

Vi delar upp de mediala kampanjerna i 2 faser.

Fas 1 inleds tidigt i processen för att sätta en kännedom om systemet och informera om dess fördelar.

Fas 2 genomförs efter analysen av arbetet som genomförts, och kommer då bygga mer på känslor och varumärkesbyggande än en fördjupning i själva tekniken och dess fördelar

ANNONSERING

Webb	Expressen.se, Aftonbladet.se, Hemnet.se, DN.se, DI.se
Nyhetstidningar	Svenska Dagbladet - DN - Lokaltidningar Riks
Magazine	Sköna Hem, Hus&Hem, Ica Kuriren
Fack tidsskrifter	NY teknik, Tidningen Energi
Radio	Lokalradiostationer
TV	TV4, TV 3, Kanal 5, Kanal 6

SOCIALA MEDIA

Facebook	Berättar om produkten och tekniken på ett mer redaktionellt sätt
Influencers	Vi skapar ett litet buzz om produkten med hjälp utvalda influencers följare, som sprider budskapet vidare
Instagram	Enkla budskap som känns mer som tips
LinkedIn	Enkel tydlig information om produkten
Google	Sökmotoroptimering och anpassad information
YouTube	Enkla tydliga filmer om produkten och dess effekter

PR

Strategisk PR	Relationsbyggande aktioner mot utvalda målgrupper
Event	Event i samarbeten med hustillverkare

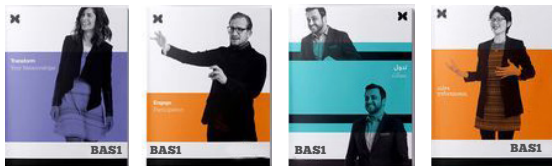
MARKNADSPLAN - GENOMFÖRANDE/LÖSNING

5. Presentera produkten/systemet för återförsäljare via event och marknadsmaterial

Denna fas genomförs när de tidigare punkterna är genomförda, så att det finns en kännedom om varumärket/produkten hos återförsäljare. Och då hemsidan är genomarbetad och finns tillgänglig för informationsinhämtning.

SÄLJ - PRESENTATIONSMATERIAL

Pitch Deck
Powerpoints
Tryckt material



Budskap, form och bildspråk påbörjat

MARKNADSPLAN - GENOMFÖRANDE/LÖSNING

6. Skapa samarbeten med influencers och personligheter inom hem/bygg

Samarbeten med etablerade influencers/bloggare med inriktning på hus och hem kommer komplettera det övriga kommunikations arbetet.

Här når vi fram till vissa specifika målgrupper som sprider budskapet vidare och hjälper till att skapa en större kännedom om vår produkt.

MARKNADSPLAN - GENOMFÖRANDE/LÖSNING

7. Skapa samarbeten med hustillverkare

Att skapa samarbeten med "nya hus" tillverkare öppnar upp för en säljkanal vid sidan av de traditionella återförsäljarna.

Det sker genom event och presentationer för utvalda företag. Därefter produceras material och en marknadsplan för detta specifika arbete.



MARKNADSPLAN - GENOMFÖRANDE/LÖSNING

8. Analysera data/resultat och respons

Efter att arbetet med den första genomförande fasen av kommunikationsarbetet är genomfört sammanställer vi alla data, resultat och respons ifrån återförsäljare, köpare, målgruppspersoner och analyserar dem noga.

För att därefter kunna lära oss av de genomförda momenten och spetsa till kommunikationen mot våra målgrupper ytterligare.

MARKNADSPLAN - GENOMFÖRANDE/LÖSNING

9. Nya insikter

Vi sammanställer alla våra insikter ifrån vårt kommunikationsarbete till ett kompendium som kommer fylla en viktig funktion i fortsatta och långsiktiga arbetet med bygga varumärket.

MARKNADSPLAN - GENOMFÖRANDE/LÖSNING

10. Andra vågen av den mediala marknadsföringskampanjen

Andra vågen/fasen i vår marknadsföringskampanj genomförs när arbetet med analys, data och respons är utfört och sammanställts i nya insikter.

I andra vågen kommer det handla mer om att skapa känslor runt produkten i ett långsiktigt varumärkesbyggande, detta sker i första hand via producerade filmer. Men en nyproducerad imageskapande annonskampanj rullas också ut. Budskapen handlar i grunden fortfarande om energieffektivitet, hälsa och samhällsnytta.

Mediakanalerna är i denna fas färre, då större kraft läggs på de utvalda.

ANNONSERING

TV	TV4, TV 3, Kanal 5, Kanal 6
Magazine	Sköna Hem, Hus&Hem, Ica Kuriren
YouTube	Filmer som skapar en känsla för produkten

SOCIALA MEDIA

Instagram	Filmer som skapar en känsla för produkten
Facebook	Filmer som skapar en känsla för produkten



Appendix 2 – Målgruppsanalys

Målgruppsanalys

Storlek
Beskrivning
Behov
Motaglighet

- Kvalitet
- Energiargument
- Miljöargument
- Hälsoargument



MÅLGRUPPSANALYS - INLEDNING

Att indentifiera rätt målgrupper och få en insikt i vad de värderar högt och lågt, ökar chanserna att nå fram med sitt budskap. Samtidigt minskar risken att ta felaktiga eller ogrundade beslut. För ett nytt bolag/varumärke är det viktigt att hamna rätt från början.

Att förstå hur de olika grupperna värderar olika frågor och värden är viktigt. Förstår man de olika grupperna blir det lättare att nå fram med rätt budskap, och ett budskap som inte går emot gruppens normer. Men även om budskapet inte är normbrytande kan det ändå vara svårt att påverka individers inställning, preferenser, åsikter och attityder.

Denna målgruppsanalys syftar till att förstå hur de primära målgrupperna för värmepump segmentet ser ut och vad de värderar högt och lågt inom vissa utvalda ämnen. Analysen är anpassad efter den möjliga slutprodukt som BAS air Energy's tekniska lösningar och forskningen på KTH Energiteknik skulle kunna resultera i.

De tekniska lösningarna kommer resultera i en premium produkt som har lång livslängd, en mycket hög COP nivå och som skiftar luften för bättre hälsa och samhällsnytta.

Vi kallar den för BAS 1.

MÅLGRUPPSANALYS - INLEDNING

Vilka är målgrupperna?

Var bor de och hur ser deras betenden ut?

Hur köpstarka är de, och hur viktigt är det med kvalitet när de gör inköp/investeringar?

Hur värderar de energi, miljö och hälso frågor?

I denna Målgruppsanalys försöker vi få svar på dessa frågor.

Målgrupperna för småhus och fritidshus beskrivs utifrån ålder, ekonomi, bostad, område, betenden och vad de värderar högt eller lågt.

Vår marknadsanalys bygger också på enkätfrågor med svar ifrån personer inom de primära och några sekundära målgrupper, samt intervjuer med personer inom dessa grupper.

MÅLGRUPPSANALYS - STORLEK PÅ MÅLGRUPP

Hur ser de faktiska siffrorna ut inom de primära målgrupperna för värmepumpar.

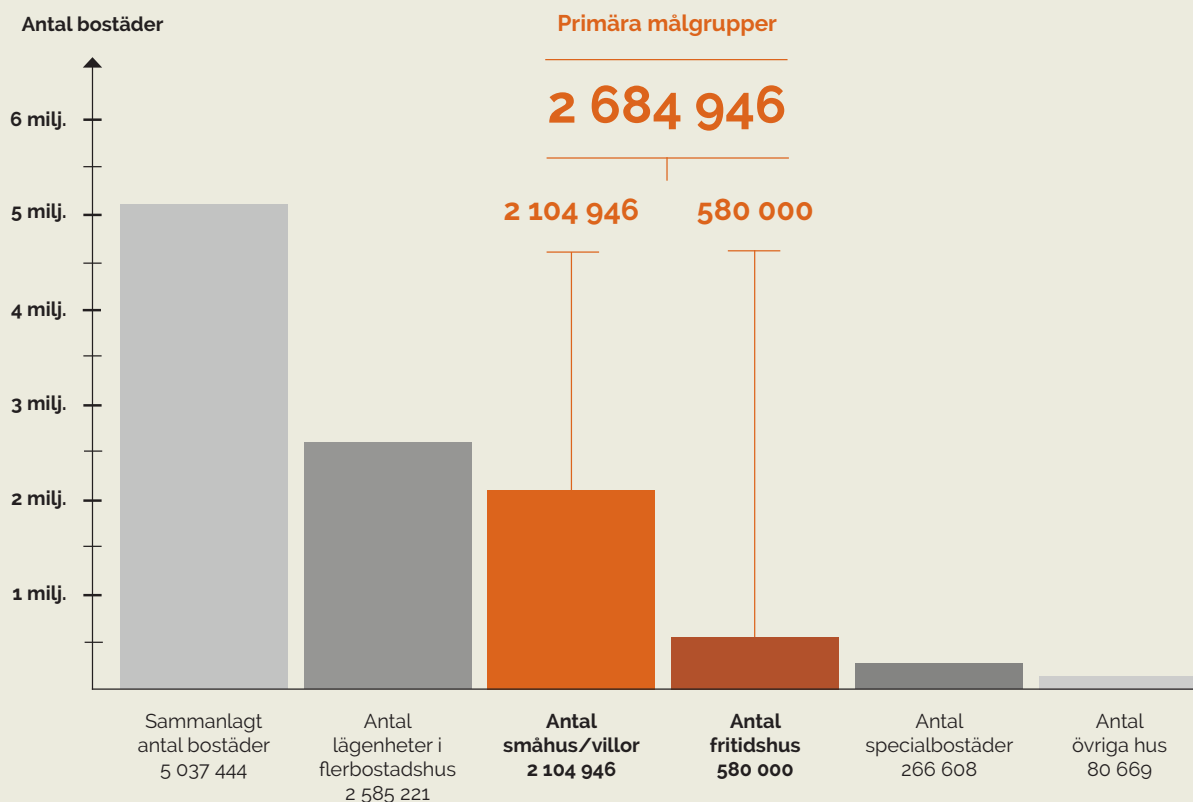
Antalet bostadslägenheter/bostäder i Sverige uppgick den **2021-04-22** till **5 037 444**.

Statistiken visar att bostäderna i småhus var ca **2 104 946** (42 procent).

Ovanpå det fanns det ca **580 000** fritidshus i landet.

Slår man ihop de 2 104 946 småhusen med 580 000 fritidshus, landar den primära målgruppen på **2 684 946 miljoner** småfastigheter där det kan installeras eller uppgraderas en värmepump.

(Siffror om hur folk bor bygger på folkbokföringen och på **SCB:s** register över bostadsbeståndet.)



MÅLGRUPPSANALYS - BESKRIVNING

ÅLDER • LIVSSTIL • EKONOMI • OMRÅDE

PRIMÄR MÅLGRUPP

Grupp A - VILLÄGARE MED MARGINAL

Bor framförallt i närheten av Sveriges större städer i olika typer av villor och består till största delen av familjer med eller utan barn. Åldersprofilen på gruppen är bred och består främst av medelålders par, barnfamiljer och pensionärer. Gemensamt för alla är att de äger sitt eget boende, ofta i områden som är populära och relativt dyra.

A1: Första parkett:

Utgörs främst av familjer, både med och utan barn, samt av par i medelåldern. Många av de vuxna har vidareutbildat sig på universitet och högskola först, för att därefter skaffa familj och arbeten med god inkomst. Detta är en av anledningarna till att flertalet har en angenäm tillvaro.

A2: Aktiva barnfamiljer:

Består primärt av vuxna i åldrarna 35 till 50 år, där större delen av hushållen har barn i varierande åldrar. Precis som i typen Första parkett har man här råd till aktiviteter och nöjen när räkningarna är betalda. Den största skillnaden är det större antalet barn som finns i typen Aktiva barnfamiljer. En del har valt att läsa en eftergymnasial utbildning medan andra läst yrkesinriktad eller teoretisk gymnasieutbildning. Dock är inkomsten för flertalet högre än riksgenomsnittet. Man äger sitt boende och kan lita på en hög, månatlig inkomst. Den typiska familjen äger sin villa som är byggd på 70- eller 80-talet och vi finner dem ofta i direkt närhet till Sveriges större städer.

A3: Köpstarka seniorer

Utgörs i första hand av lite äldre par utan hemmaboende barn. Åldersmässigt sett är de vanligtvis relativt nyblivna pensionärer. Att man har det gott ställt och pengar över till konsumtion kan delvis förklaras av att man äger sitt eget boende. Ofta har man en hög kapitalvinst kopplad till bostaden och eventuell pension som utbetalas är högre än riksgenomsnittet. Vissa är även yrkesverksamma och har därmed fortfarande en månadslön. Köpstarka seniorer finner vi i större delen av Sverige, vanligen i närheten av små och medelstora städer. Ofta bor de i villor byggda på 50- 70- eller 80-talet.

A4: Trygghet i hemmet:

Består primärt av familjer både med och utan barn.

De vuxna är ofta i åldrarna 35-60 år. Eventuella hemmaboende barn är vanligen lite äldre, ofta över 15 år. Jämfört med de övriga typerna i gruppen Villaägare med marginal är det fler i typen Trygghet i hemmet som fått sin utbildning på yrkesgymnasium. Ofta bor man i eller i närheten av Sveriges små och medelstora städer.

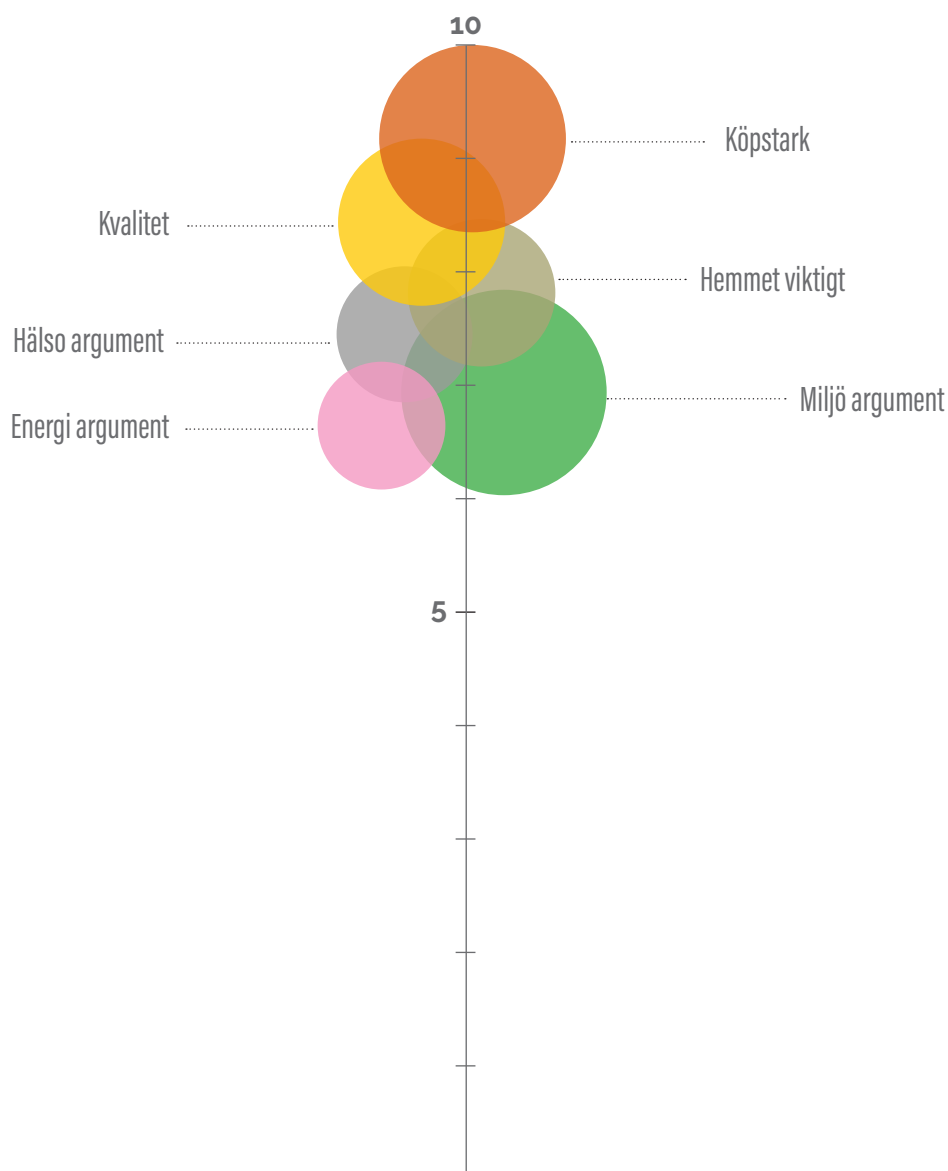
MÅLGRUPPSANALYS - BESKRIVNING

ÅLDER • LIVSSTIL • EKONOMI • OMRÅDE

PRIMÄR MÅLGRUPP

Grupp A - VILLÄGARE MED MARGINAL

Villaägare med marginal är en mycket köpstark grupp som oftast satsar på kvalitet och långsiktighet, vilket gör att de är ytterst benägna att stasa på det bästa marknaden kan erbjuda. De lyssnar också mer och mer på miljöargument vid beslut gällande inköp, även om energi argumenten, alltså resultatet av produkten hamnar högre. Hälsoargumenten är också höga inom denna målgrupp, då de har råd att vara nogranna med sin hälsa. Villaägare med marginal hamnar således mycket högt inom alla områden.



Positionen på cirkarna visar nivån på en skala 1-10, och storleken visar variationen inom gruppen.

Målgruppsanalys av BAS air Energy, utifrån målgruppsbeskrivning, enkätfrågor och intervjuer.

MÅLGRUPPSANALYS - BESKRIVNING

ÅLDER • LIVSSTIL • EKONOMI • OMRÅDE

PRIMÄR MÅLGRUPP

Grupp B - **VILLALIV**

Villaliv är en bred och varierad grupp sett till både ålder och ort. Här finns familjer både med och utan barn. Gemensamt för dem alla är att de äger sitt boende, typiskt sett en villa placerad i eller i direkt närhet av Sveriges lite mindre orter och samhällen. Inkomstmässigt ligger grupp B Villaliv nära grupp A Villaägare med marginal. Inkomstnivåerna når dock inte lika högt, utan ligger ofta på riksgenomsnittet. Många i gruppen är yrkesverksamma och yrkesgymnasium är den form av utbildning som är överrepresenterad.

B1: Yrkesstolthet:

Består primärt av vuxna i åldrarna 40 till 60 år, med utflugna barn eller äldre barn som fortfarande bor hemma. Karaktäristiskt för gruppen är att man ofta bor i äldre hus runt om i Sverige, ofta i direkt närhet av lite mindre städer och samhällen. De flesta har inte tagit högre examen än grundskola, men många har dock gått på olika typer av yrkesgymnasium och på så vis lärt sig sitt yrke. En del har även en examen på eftergymnasial nivå.

B2: Fredagsmysarna:

Här är barnfamiljer överrepresenterade. Ofta är man bosatt i Sveriges lite mindre städer och samhällen eller i direkt närhet av dessa. Vanligen äger man sitt eget boende. Många vuxna i denna typ har gått på olika sorters yrkesgymnasium och har en inkomst som vanligen ligger på riksgenomsnittet.

B3: Allsång och tradition:

Utgörs primärt av äldre medelålders par, samt de som gott och väl trätt in i pensionsåldern. Främst är det par som inte har några egna barn eller de vars barn har flyttat hemifrån. Man har helt enkelt bra med plats hemma i villan.

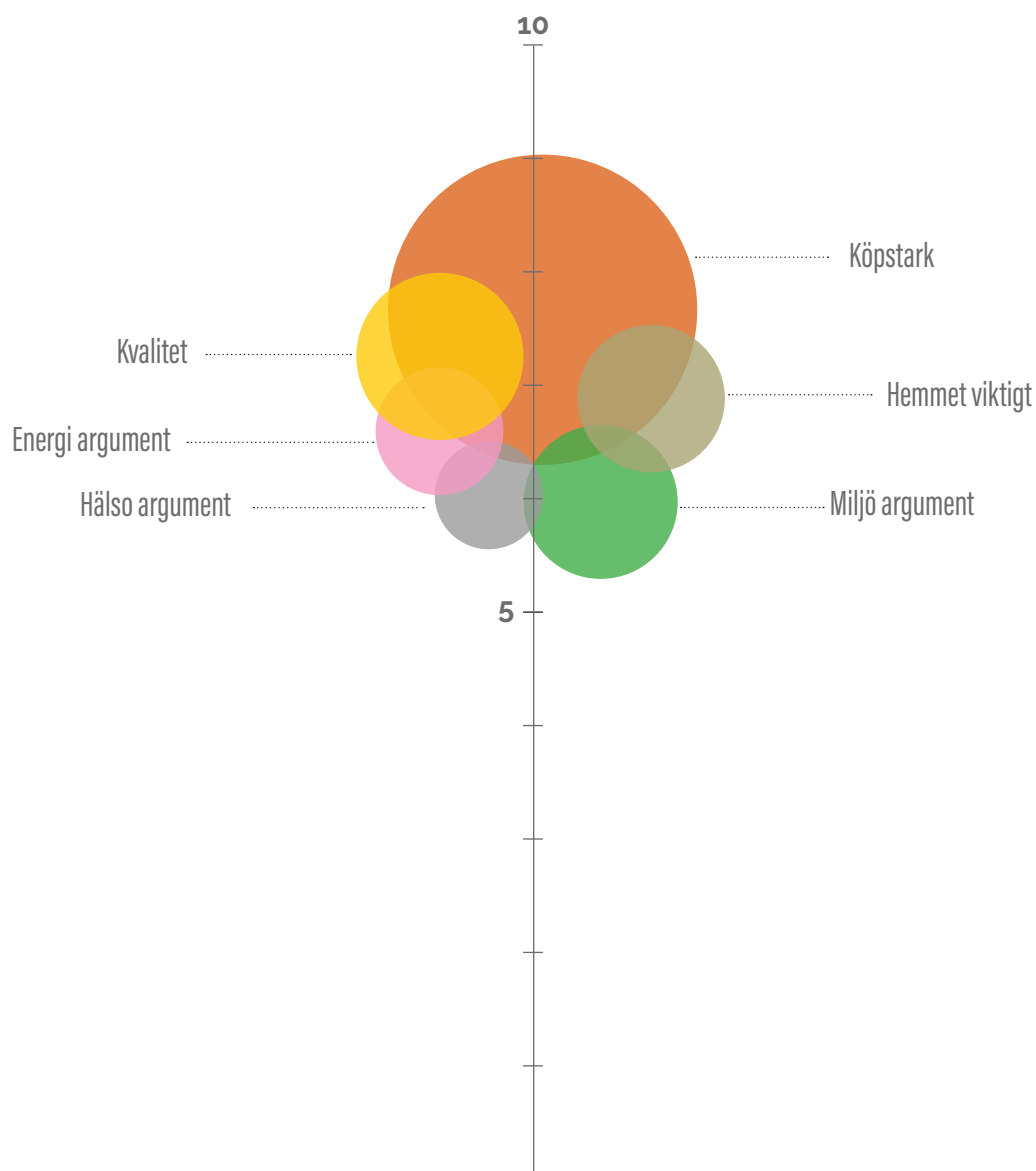
MÅLGRUPPSANALYS - BESKRIVNING

ÅLDER • LIVSSTIL • EKONOMI • OMRÅDE

PRIMÄR MÅLGRUPP

Grupp B - **VILLALIV**

Villaliv är också en köpstark grupp, men med lite större variation inom gruppen. Hemmet och familjen är viktig, och man tar oftast beslut som gynnar den. Kvalitet vill man ha, men de ekonomiska förutsättningarna styr ändå besluten, därför är energi argumenten viktigare än miljö och hälsa, även om de faktorerna påverkar i relativt hög grad.



Positionen på cirkelarna visar nivån på en skala 1-10, och storleken visar variationen inom gruppen.

Målgruppsanalys av BAS air Energy, utifrån målgruppsbeskrivning, enkätfrågor och intervjuer.

MÅLGRUPPSANALYS - BESKRIVNING

ÅLDER • LIVSSTIL • EKONOMI • OMRÅDE

PRIMÄR MÅLGRUPP

Grupp C - LIVET PÅ LANDET

Utgörs av glesbygdsbefolkning i alla åldrar med familjer både med och utan barn. Familjer med hemmaboende barn har framförallt barn i tidiga tonåren och antalet barnfamiljer med familjemedlemmar som är under 8 år gamla ligger kring riksgenomsnittet. En stor andel av gruppen utgörs av pigga pensionärer som ofta lever i parförhållanden.

C1: Gårdar och gods:

Består primärt av äldre par utan hemmaboende barn, men det finns även en hel del barnfamiljer. Gemensamt för typen är kärleken till livet på landet och de höga inkomsterna. Generellt sett ligger inkomsten över genomsnittet i landet och man har gott om pengar att röra sig med. Gårdar och gods finner man spridda över större delen av Sveriges landsbygd, vanligen i närheten av kusten eller Sveriges större städer. De flesta människor i Gårdar och gods har en yrkesinriktad gymnasieutbildning. Man har kanske läst en gymnasieinriktning för att kunna sköta om sin skog, mark eller gård och sedan samlat på sig en del praktiska kunskaper.

C2: Lantbruk och landskap:

Här finner vi främst människor över 40 år där många redan uppnått pensionsålder. De lever i äktenskap, men det finns även en del ensamstående. Om barn finns i huset är de ofta lite äldre men i de flesta fall är barnen redan utflugna. Inom typen Lantbruk och landskap arbetar man inom lantbruk och driver ett aktivt sådant med en genomsnittlig inkomst eller i vissa fall lite högre jämfört med resten av Sveriges befolkning. Många människor från denna typ bor i gårdar eller villor från 30- och 50-talen.

C3: Gröna fingrar:

Består framförallt av äldre par som lever ensamma eller i äktenskap på landsbygden. Barnen har för länge sedan flugit ut ur boet eller så har man inga egna barn. Flertalet är pensionärer vars huvudinkomst är den statliga pensionen och inkomstnivån ligger på riksnittet. Jämfört med de andra i gruppen Livet på landet är man den äldsta typen.

C4: Par i hjärter:

består av människor i alla åldrar, där flertalet lever i par. På många sätt är man en typisk invånare på Sveriges landsbygd. Många av dem har gått på yrkesgymnasium medan nästan en tredjedel har skaffat sig en eftergymnasial utbildning, arbetar och har en medelinkomst jämfört med resten av Sverige. Man har heller inte så många småbarn. Eventuella hemmaboende barn befinner sig lite högre upp i åldrarna.

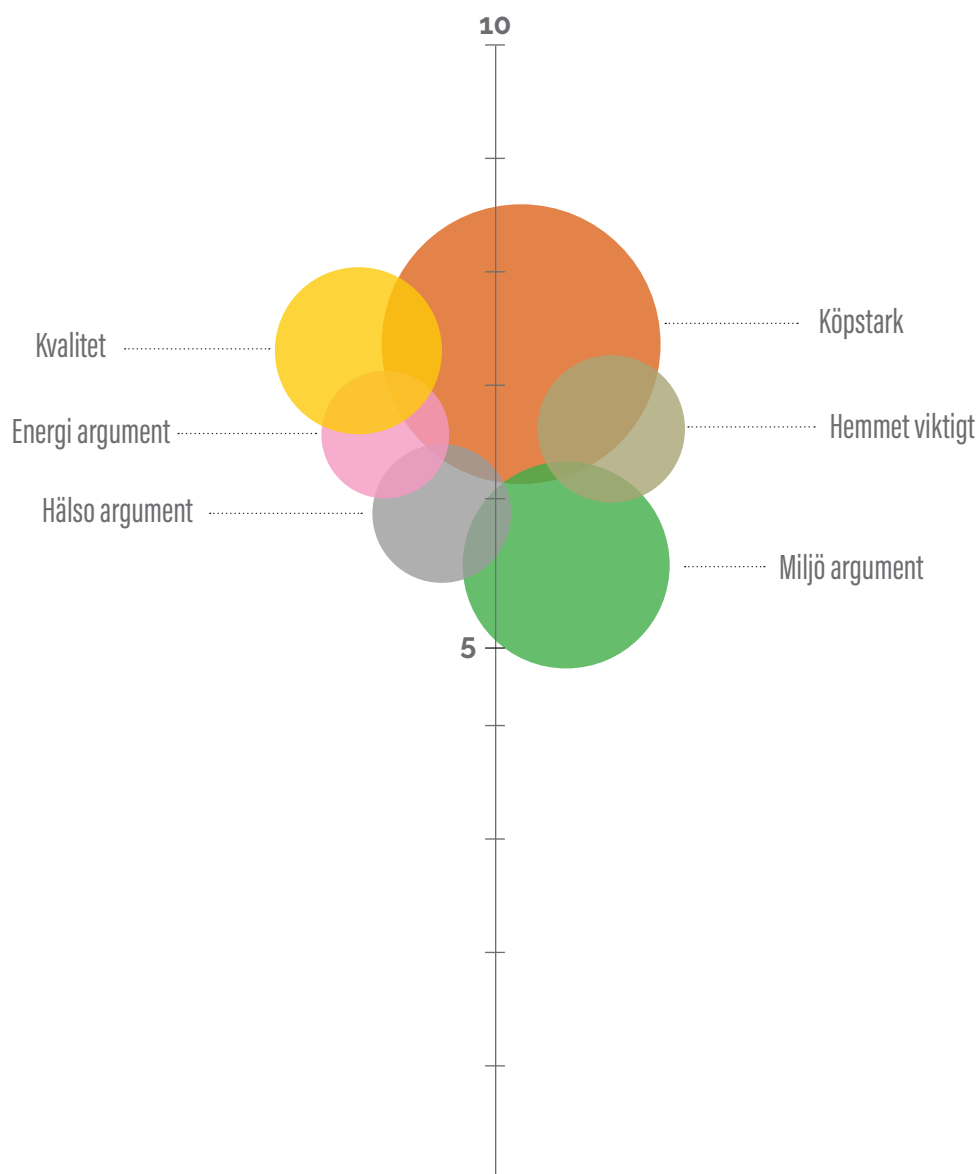
MÅLGRUPPSANALYS - BESKRIVNING

ÅLDER • LIVSSTIL • EKONOMI • OMRÅDE

PRIMÄR MÅLGRUPP

Grupp C - **LIVET PÅ LANDET**

Livet på landet gruppen ligger väldigt nära Villaliv i köpstyrka, och har också en relativt stor variation inom gruppen. Man är över medel i kvalitets tänkande och hemmet är viktigt, men inte på detaljnivå. Energi frågor är mycket viktiga för denna grupp och påverkar investeringarna inom detta område. Man bryr sig om miljön, men inte riktigt på samma nivå som folk i storstadsområden. Hälsofrågor ligger på samhällssnittet.



Positionen på cirkeln visar nivån på en skala 1-10, och storleken visar variationen inom gruppen.

Målgruppsanalys av BAS air Energy, utifrån målgruppsbeskrivning, enkätfrågor och intervjuer.

MÅLGRUPPSANALYS - BESKRIVNING

ÅLDER • LIVSSTIL • EKONOMI • OMRÅDE

PRIMÄR MÅLGRUPP

Grupp D - **GULDKANT PÅ TILLVARON**

Guldkant i tillvaron består till viss del av barnfamiljer men i många fall har barnen redan flugit ut. Det som knyter dem samman är den mycket goda ekonomin. Inkomsterna i gruppen tillhör de absolut högsta i Sverige. En stor del av de vuxna familjemedlemmarna befinner sig i åldrarna 35-50 år och njuter av tillvaron i sina större hus i attraktiva områden. Med år av utbildning bakom sig har man nu en ny typ av vardag, med ett arbete som ger god inkomst och ett familjeliv där yngsta barnet ofta är under 8 år gammalt. Utbildningsnivån hör till den högsta i landet och ofta finner vi dem bosatta på Sveriges mest populära villaadresser i direkt närhet till landets största städer.

D1: Solsidan:

Solsidan består framförallt av familjer med eller utan barn i medelåldern. De familjer som har barn har betydligt oftare tre barn eller fler jämfört med resten av Sverige. Ett stort ekonomiskt överskott är det som framförallt kännetecknar dem och inkomsterna hör till landets allra högsta. Det är en högutbildad typ av människor. En betydande del bor i större nybyggda villor i direkt närhet till Sveriges största städer. Villorna kan även vara byggda under 30- och 50-talen.

D2: Väletablerade Livsnjutare:

Människor med högre inkomst än genomsnittet i Sverige. Typen består främst av medelålders par och där vissa rent av trätt in i pensionsåldern. En del har hemmaboende barn medan de flesta inte har det. De väletablerade livsnjutarna har i likhet med Solsidan ett ekonomiskt överskott. Även om man inte riktigt når upp till Solsidans inkomstnivåer så har man mycket pengar över för att njuta av det goda livet. De flesta bor i villor från 50- och 70-talen.

D3: Välbeställda barnfamiljer:

Består till största delen av just barnfamiljer som har det riktigt gott ställt. Många av familjerna har i en större omfattning än riket tre eller fler barn. Man finner dem ofta i direkt närhet av Sveriges allra största städer. Precis som typen Solsidan är man högutbildad och bor vanligen i nybyggda hus, även om inkomstnivåerna inte riktigt når upp till samma standard.

D4: Gyllene hem:

Består framförallt av lite äldre par. Vissa av dem har redan trätt in i pensionsåldern medan andra är på väg dit. Barnen ofta är utflugna sedan länge och ekonomin är fortfarande väldigt god, trots att den huvudsakliga inkomsten i många fall har ändrats från månadslön till pension. Till skillnad från de övriga i gruppen Guldkant i tillvaron bor man ofta i lite äldre hus, byggda senast på 70-talet. Till skillnad från de övriga i denna grupp så har fler människor en gymnasieutbildning även fast det fortfarande är fler än genomsnittet som har en eftergymnasial utbildning.

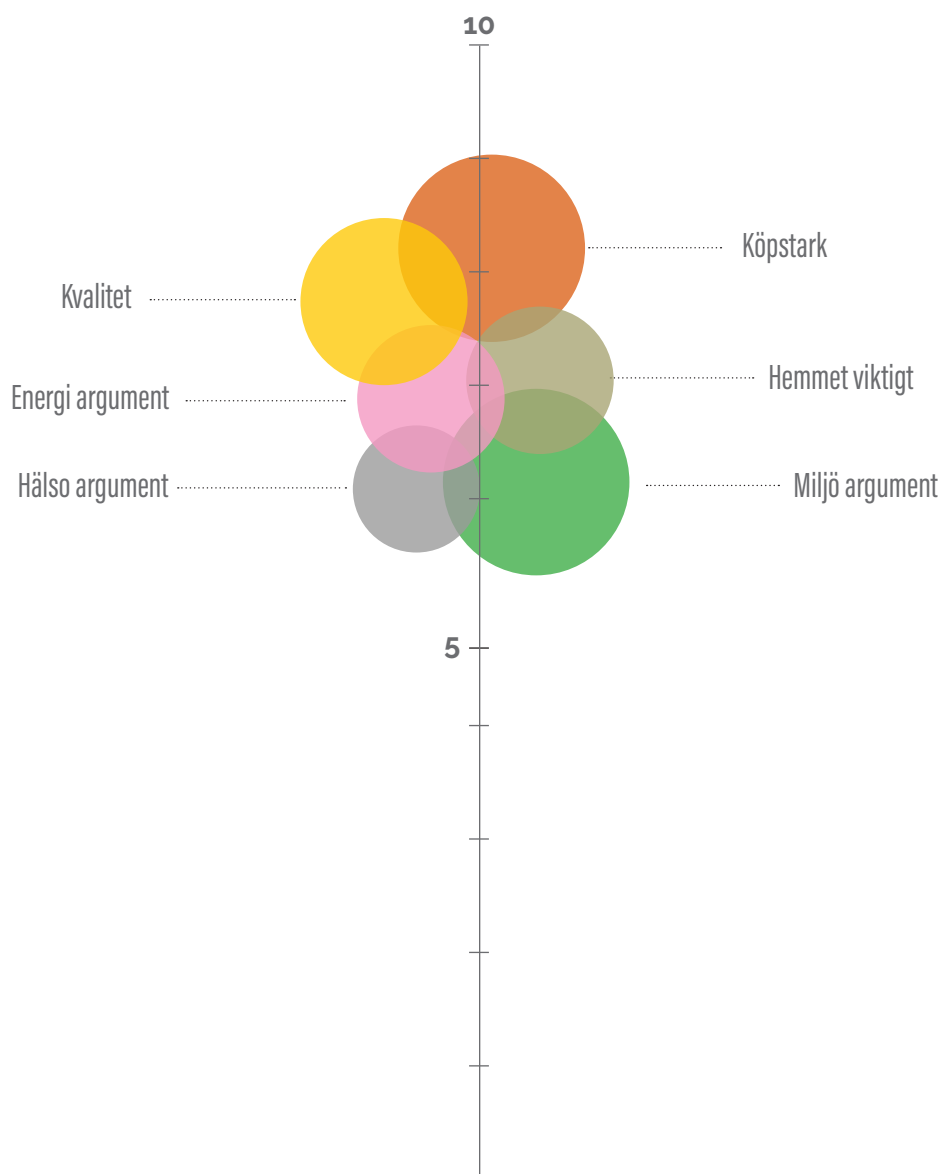
MÅLGRUPPSANALYS - BESKRIVNING

ÅLDER • LIVSSTIL • EKONOMI • OMRÅDE

PRIMÄR MÅLGRUPP

Grupp D - **GULDKANT PÅ TILLVARON**

Guldkant på tillvaron ligger på samma nivå som Villaliv i köpstyrka, och med relativt liten variation inom gruppen. Kvalitets tänkandet är tydligt och Hemmet är viktigt. Energi frågor är mycket viktiga för denna grupp och påverkar de investeringar man gör. Man bryr sig om Miljöfrågor för framtida generationers skull, och Hälso- frågor i hemmet ligger något över samhällsnittet.



Positionen på cirkarna visar nivån på en skala 1-10, och storleken visar variationen inom gruppen.

Målgruppsanalys av BAS air Energy, utifrån målgruppsbeskrivning, enkätfrågor och intervjuer.

MÅLGRUPPSANALYS - BESKRIVNING

ÅLDER • LIVSSTIL • EKONOMI • OMRÅDE

PRIMÄR MÅLGRUPP

Grupp E - **ALLMÄNNYTAN**

Allmännyttan är inte en given primär målgrupp när det gäller småhus/fritidshus. Men de klassar ändå in då det till viss del finns ett ägande av fritidshus samt att man längre fram i tiden kan ha möjlighet att överta/ärva ett småhus eller fritidshus.

Allmännyttan utgörs främst av människor i åldrarna 20-40 år som är bosatta i Sveriges medelstora städer och i förorter till de större städerna. Dessa områden är ofta multikulturella och har en betydligt högre andel som identifierar sig som invandrare än andra grupper. Områdena har ofta mycket hög befolkningstäthet och de flesta bor i hyresrätter i flerbostadshus. Byggstarten på lägenheterna skedde oftast någon gång under 50-70-talet, och en stor andel av lägenheterna som byggdes inom ramen för det så kallade miljonprogrammet finns i dessa områden.

E1: Grannsämja:

består framförallt av singelhushåll. Till stor del är det unga människor i åldrarna 20 till 35 år som bor trångt och nära varandra i hyresrätter. De flesta bor i förorter i direkt närhet till Sveriges allra största städer. De flesta har gått ut grundskolan eller yrkesinriktad gymnasieutbildning, och här finns både arbetstagare och ett stort antal arbetssökande. Generellt är man låginkomsttagare och har en inkomst som ligger under riksgenomsnittet. Grannsämja är en av typerna där man finner flest första och andra generationens invandrare.

E2: Familjeband:

utgörs framförallt av blandade familjer i alla åldrar. Till största delen består den av unga föräldrar med små barn där tre barn eller fler är överrepresenterat inom typen. Många i typen Familjeband har sitt ursprung i andra kulturer än den svenska då tre fjärdedelar identifierar sig som första eller andra generationens invandrare. Här finns också många ensamstående föräldrar. Gemensamt för typen är att man bor trångt och nära varandra i hyresrätt, ofta i förorter till Sveriges största städer. Flertalet har gått ut grundskolan och inkomsten ligger lite under genomsnittet.

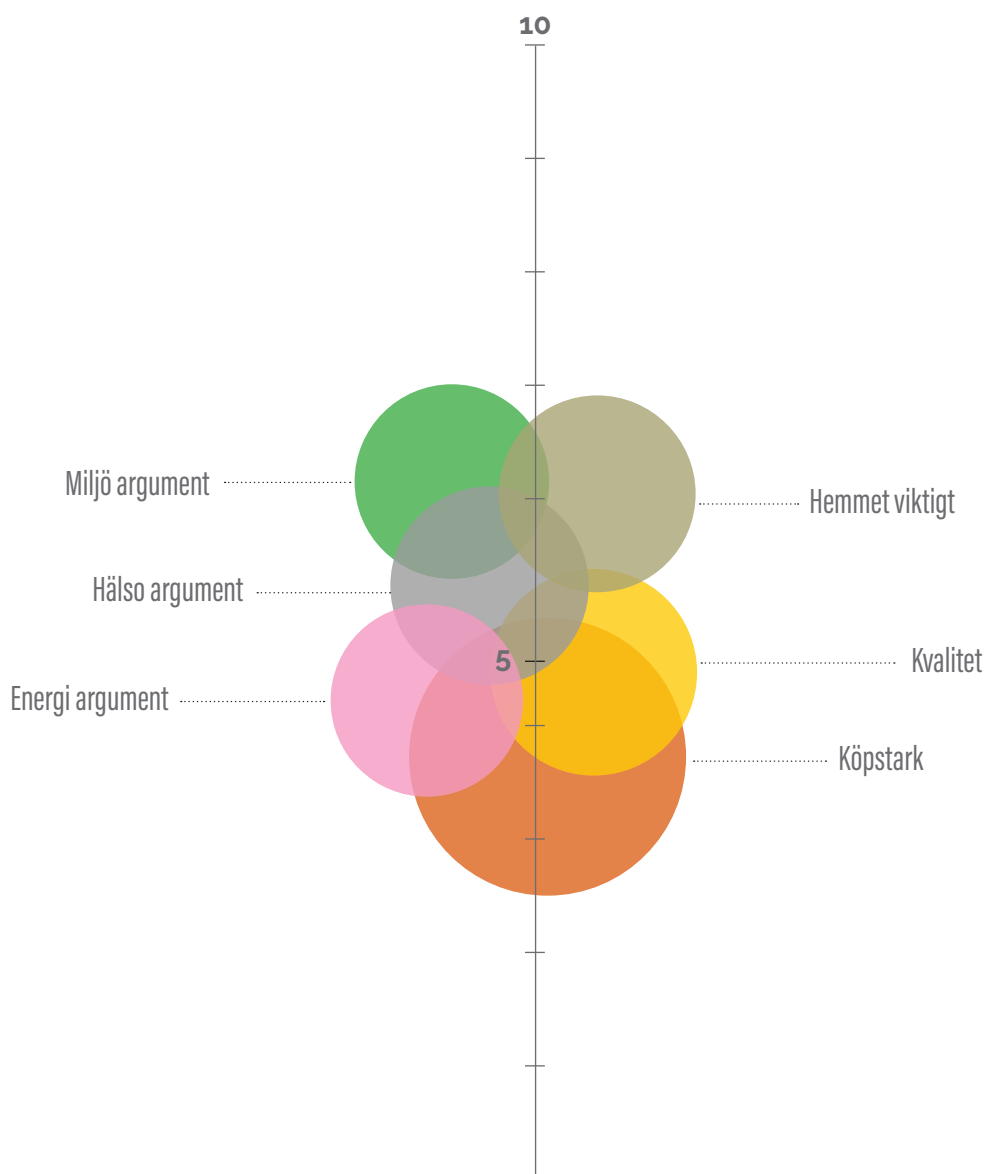
MÅLGRUPPSANALYS - BESKRIVNING

ÅLDER • LIVSSTIL • EKONOMI • OMRÅDE

PRIMÄR MÅLGRUPP

Grupp E - **ALLMÄNNYTAN**

Allmännyttan hamnar relativt lågt på alla frågor men har en stor variation inom gruppen. Den ligger klart under de andra grupperna i köpstyrka och Kvalitets tänkandet här inte lika stort pga ekonomin. Energi frågor är inte lika viktiga för denna grupp i då man oftast inte styr över den frågan själva. Men Hemmet är viktigt och man bryr sig om Miljöfrågor, men har oftast inte möjlighet att ta investeringsbeslut efter det. Hälsofrågor har varierande vikt och har därför också en stor variation inom gruppen.



Positionen på cirkarna visar nivån på en skala 1-10, och storleken visar variationen inom gruppen.

Målgruppsanalys av BAS air Energy, utifrån målgruppsbeskrivning, enkätfrågor och intervjuer.

MÅLGRUPPSANALYS - BESKRIVNING

ÅLDER • LIVSSTIL • EKONOMI • OMRÅDE

SEKUNDÄR MÅLGRUPP

Grupp F - **SENIORER**

Seniorer är en grupp sammansatt av många olika typer av människor. De bor i olika delar av landet, i bostadsrätter, i hyresrätter, i hus och på olika typer av vårdhem. Åsikter, bostadssituation och vart man befinner sig i livet skiljer dem åt.

Det de har gemensamt är deras ålder där de flesta befinner sig i pensionsåldern och uppåt med en stor samling livserfarenheter. Deras inkomster består framförallt av pensionen, en anledning till att inkomsten ofta ligger lite under riksgenomsnittet. Konsumtionsmönstret har självklart förändrats med både tid och ålder. Det är fortfarande mat som prioriteras i konsumtionen, men inte i lika mycket stor utsträckning som tidigare. Man är ofta beredd att leta lite längre efter det billigaste priset och utnyttjar rabatter och andra erbjudanden. Många i gruppen gillar att fixa och dona i hus och hem så som att baka någonting och man går gärna till den lokala blomsterhandlaren.

G1: **Det goda livet:**

Det mest utmärkande med typen är att den framförallt består av Sveriges seniorer, som äger sitt eget boende. Här bor man i både hus och bostadsrätter runt om i landet. Inkomsten är inte så hög, i flera fall utgörs den främst av pensionen, men man har ofta en stabil ekonomisk grundtrygghet att luta sig mot. Kapital finns vanligen säkrat i själva bostaden som alltid går att sälja om behov skulle uppstå. Här bor både par och ensamstående och gemensamt för Det goda livet är även att alla eventuella barn har flyttat från bostaden och bildat sina egna familjer.

G2: **Vis veteran:**

Består framförallt av Sveriges allra äldsta invånare. Merparten av dem bor i hyresrätter runt om i landet och bor kvar i egen bostad. Tre fjärdedelar av typen består av ensamhushåll. Många av dem har tidigare i livet levt tillsammans med en partner men lever nu ensamma. Majoriteten är kvinnor och ungefär en femtedel av människorna i typen uppger att de lever som änkor eller änkemän.

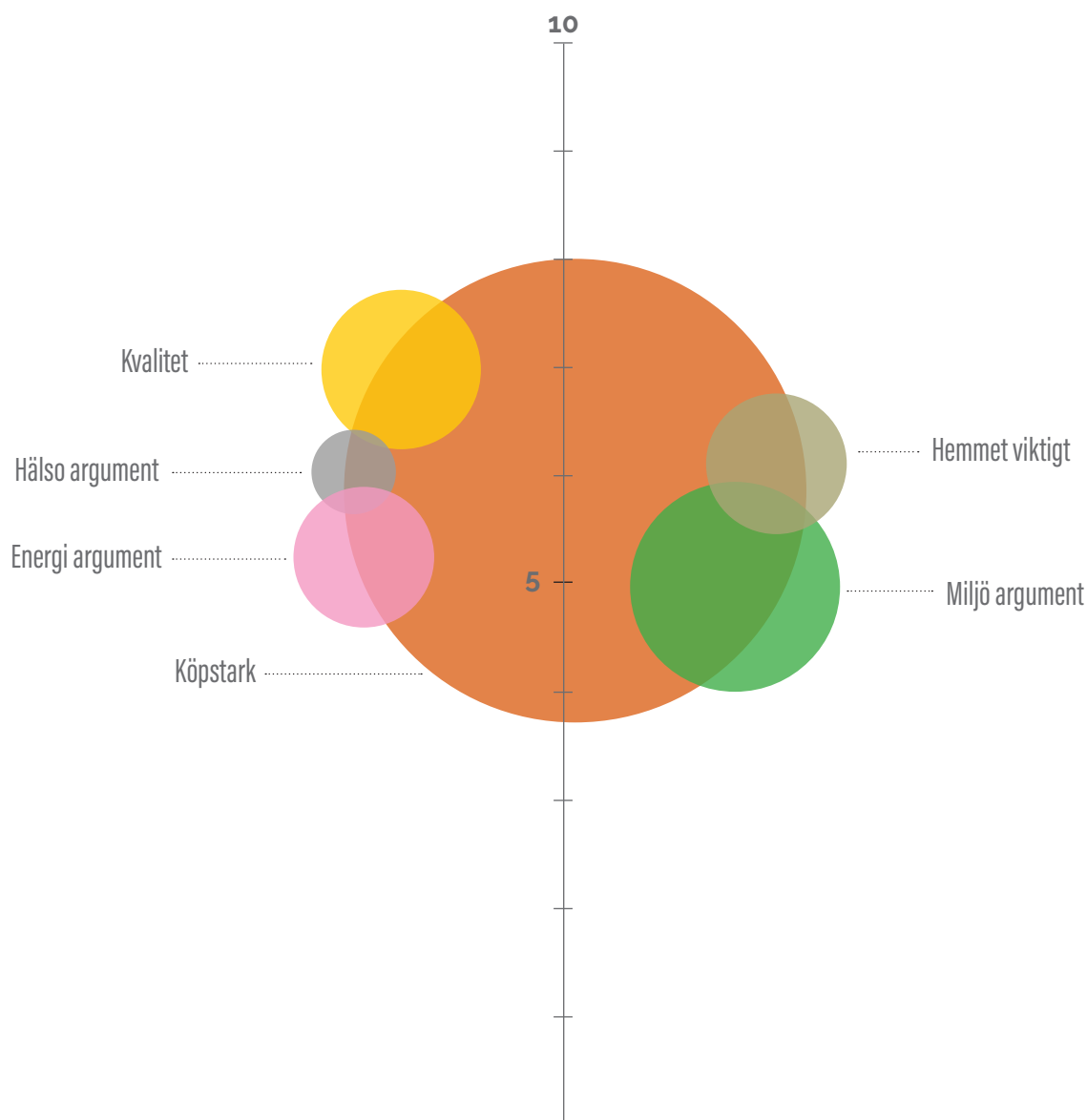
MÅLGRUPPSANALYS - BESKRIVNING

ÅLDER • LIVSSTIL • EKONOMI • OMRÅDE

SEKUNDÄR MÅLGRUPP

Grupp F - SENIORER

Senior gruppen är mycket bred målgrupp och bostadssituationen ser olika ut och många får förlita sig endast på pensionen. Därav är köpstyrkan när det handlar om dyra teknikinvesteringar relativt låg men med en mycket stor variation inom gruppen. Man investerar inte längre långsiktigt, när man gör det är dock kvalitets tänkandet högt och Hemmet är viktigt, men man investerar inte längre på samma sätt. Energi frågor är historiskt viktigt för denna grupp men som sagt man investerar inte längre. Man bryr sig om Miljöfrågor för framtida generationers skull, och Hälsofrågor är viktiga.



Positionen på cirkarna visar nivån på en skala 1-10, och storleken visar variationen inom gruppen.

Målgruppsanalys av BAS air Energy, utifrån målgruppsbeskrivning, enkätfrågor och intervjuer.

MÅLGRUPPSANALYS - BESKRIVNING

ÅLDER • LIVSSTIL • EKONOMI • OMRÅDE

SEKUNDÄR MÅLGRUPP

Grupp G - **UNGA PÅ VÄG**

Unga på väg är en ung och föränderlig målgrupp. Här möts unga vuxna från hela landet som studerar, arbetar och kanske bor själva för första gången. Man hittar dem framförallt i städer med välkända lärosäten som Lund, Umeå, Linköping och Uppsala, men även i Sveriges större städer som Göteborg och Malmö. Gruppen råder inte över några större personliga förmögenheter, men vad gör väl det. Ofta studerar man istället eller har nått den första milstolpen med ett meriterande arbete. De flesta har stora planer inför framtiden och en blivande karriär är något som prioriteras. När man umgås med vänner gör man det gärna på café, konserter eller på krogen. Resor görs i varierande grad i gruppen. Hos vissa finns varken tiden eller ekonomin att göra några längre resor medan andra gärna tar en weekend till någon storstad. Tåg och buss inom Sverige är däremot de vanligaste resorna man företar sig.

H1: **Studentliv**

Gruppen består till största delen av unga vuxna i åldern 20 till 30 år som bor i läghetsområden med många jämnåriga. Det är inte så konstigt att större studieorter är överrepresenterade när man ser efter vart någonstans i Sverige de bor. Flertalet bor i hyresrätter och många bor också ensamma. Inkomsten är för det mesta låg och består framförallt av studiemedel.

H2: **Första milstolpen**

Består primärt av unga vuxna i åldern 20 till 35 år. Många är lite äldre än gruppen Studentliv. Här finns fortfarande en hel del som fortfarande studerar men flertalet har tagit första steget vidare mot sin framtida karriär. Här bor man blandat i både bostadsrätter och hyresrätter runt om i Sverige, ofta i de större städerna. Vanligen har man skaffat sig en hög utbildning och har en inkomst som inte längre består av studiemedel. Flertalet lever som singlar och har ännu inte bildat familj. Många ser sin nuvarande position som "en första hållplats". Man har fått ett jobb men bor fortfarande kvar i studentområdet.

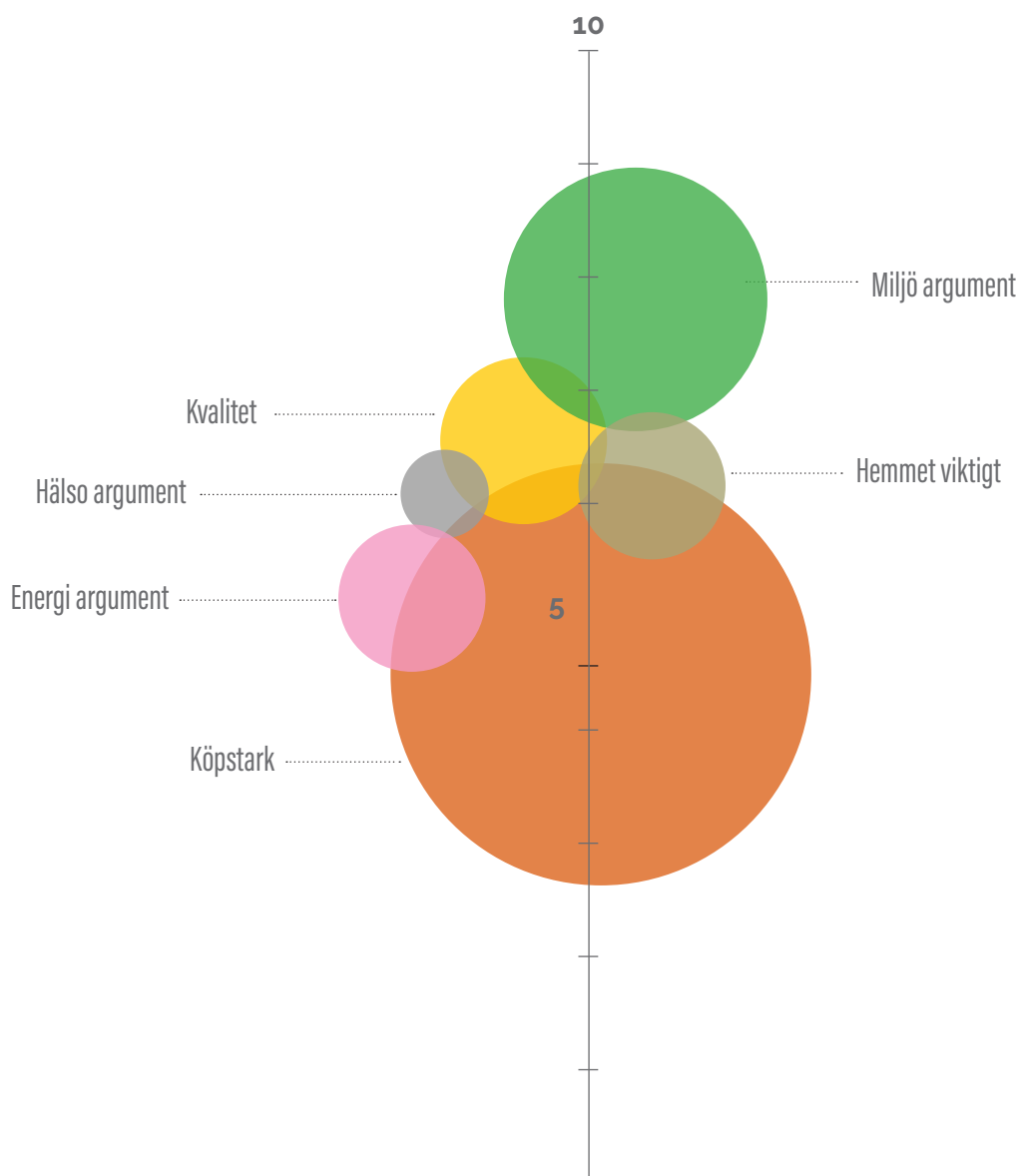
MÅLGRUPPSANALYS - BESKRIVNING

ÅLDER • LIVSSTIL • EKONOMI • OMRÅDE

SEKUNDÄR MÅLGRUPP

Grupp G - UNGA PÅ VÄG

Unga på väg är framtidens storkonsumenter och är därför en viktig grupp på lång sikt. Grupp har idag en relativt låg köpstyrka, men ändå med stor variation inom gruppen. Energifrågor kan vara viktiga, men bara då de anses hänga ihop med miljöfrågor. Hemmet är än så länge inte så viktigt, och hälsoargument gällande boendet är de än så länge inte så mottagliga för. Miljöfrågor är däremot mycket viktiga både idag och på lång sikt.



Positionen på cirkarna visar nivån på en skala 1-10, och storleken visar variationen inom gruppen.

Målgruppsanalys av BAS air Energy, utifrån målgruppsbeskrivning, enkätfrågor och intervjuer.

MÅLGRUPPSANALYS - BESKRIVNING - SEKUNDÄR MÅLGRUPP

ÅLDER • LIVSSTIL • EKONOMI • OMRÅDE

SEKUNDÄR MÅLGRUPP

Grupp H - **MINDRE FÖRETAG**

Inom gruppen Mindre företag har vi valt ut Mikroföretag med 1-9 anställda och Små företag med 10-49 anställda. Större företag med 50-249 anställda äger oftast större fastigheter som kräver andra typer av energilösningar.

Dessa grupper består av 289 774 företag, men inte mer än runt 10% av dessa äger eller hyr en fastighet där ett värmepumpsystem skulle kunna vara aktuellt att investera i.

Vilket resulterar i en målgrupp bestående av ca 30 000 företag.

MÅLGRUPPSANALYS - BESKRIVNING

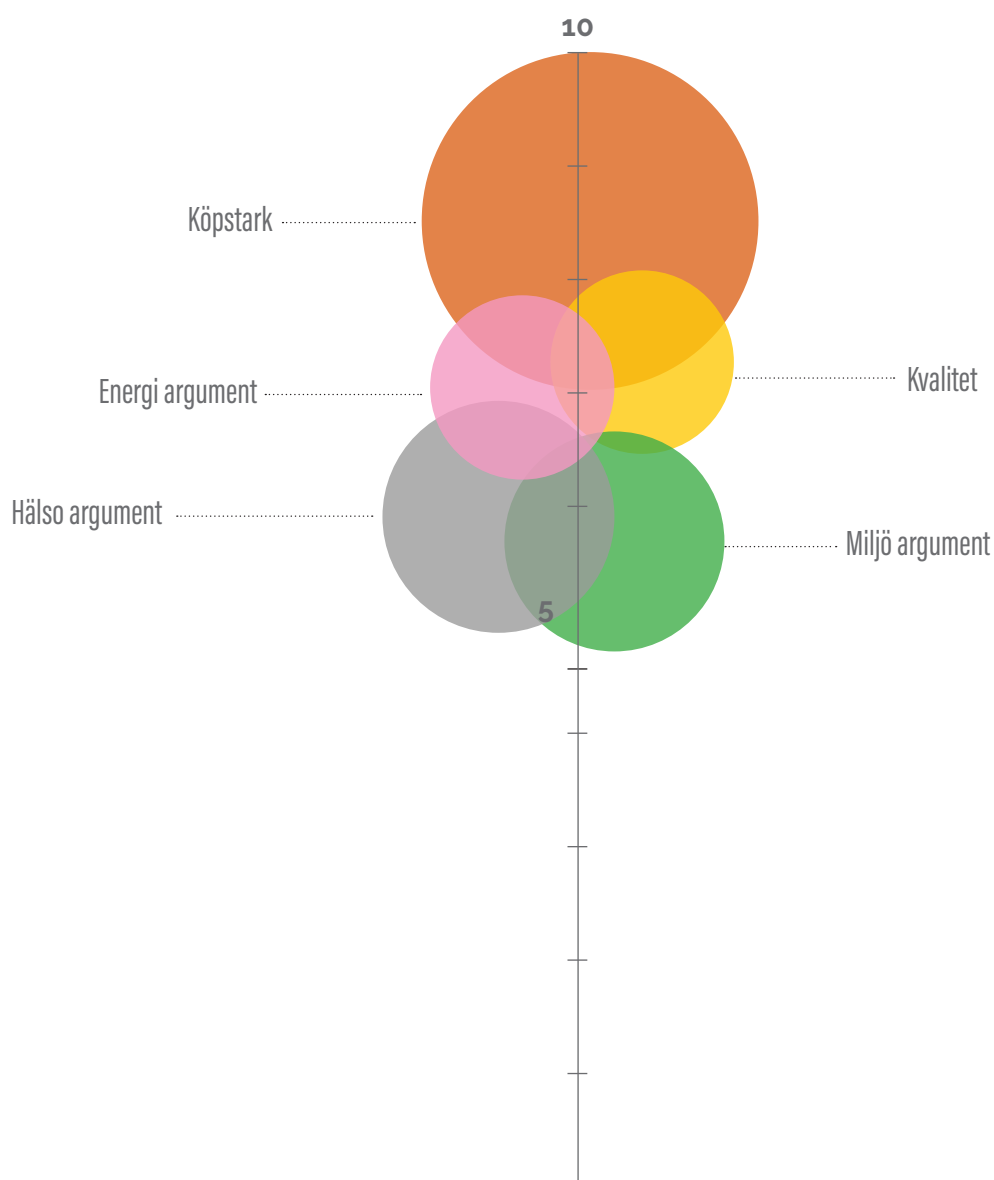
ÅLDER • LIVSSTIL • EKONOMI • OMRÅDE

SEKUNDÄR MÅLGRUPP

Grupp H - MINDRE FÖRETAG

Mindre företag är en köpstark målgrupp, men bedömningsrunden är svårare då många av företagen har ekonomiska möjligheterna att investera i större och mer kostsamma energisystem än ett värmepumpsystem.

Köpstyrkan är mycket hög och kvalitét och energifrågor i form av kostnader väger tungt inom gruppen. Miljöfrågorna och hälsofrågor har lägre prioritet och en relativt stor variationsgrad.



SAMMANFATTNING - MÅLGRUPPER

ÅLDER • LIVSSTIL • EKONOMI • OMRÅDE

Bas 1 som produkt kommer placera sig inom premiumsegmentet, därav kommer prisnivån ligga högt. Troligtvis blir BAS 1 det dyraste värmepumpssystemet på marknaden.

Därför är det de köpstarka målgrupperna som är de primära målgrupperna för BAS 1. De grupper som har möjligheten och motivationen att investera i ett energisystem som befinner sig inom premiumsegmentet, och som värderar energieffekt, miljö, hälsa och kvalitet högt.

Primära målgrupper:

VILLÄGARE MED MARGINAL

VILLALIV

GULDKANT PÅ TILLVARON

MINDRE FÖRETAG

Sekundära målgrupper:

LIVET PÅ LANDET

SENIORER



Appendix 3 – Segmentsanalys

Segmentsanalys

A wide-angle photograph of a snowy winter landscape. A snow-covered road with tire tracks leads from the foreground towards a cluster of small, dark wooden houses in the middle ground. The houses have snow on their roofs. In the background, there are snow-covered hills or mountains under a sky with soft, warm colors from a low sun, suggesting sunset or sunrise. The overall scene is peaceful and cold.

Teknikutveckling
Konkurrens
Framtid

SEGMENTANALYS - INLEDNING

I allt högre grad erkänns Värmepumpar som en viktig teknik för att lyckas med omställningen till ett oberoende av fossil värmeenergi. Det politiska stödet ökar också i allt i fler länder, och under 2021 räknar man med att ca 190 miljoner värmepumpsenheter var i drift runt om i världen.

De primära värmemarknaderna – Nordamerika, Europa och norra och östra Asien har ökat stadigt under de senaste åren, och under 2021 registrerades en rekordhög tillväxt i försäljningen, särskilt i Europa, Kina och USA. 2022 visade också tidiga tecken på positiv tillväxt trots utmaningar i leveranskedjorna som en följd av pandemin.

Klimatmålen är en viktig drivkraft men även energitrygghet har en hög prioritet, i synnerhet inom EU med ökad politisk uppmärksamhet under 2022. Segmentet drivs också framåt av ett växande behov av kylning av utrymmen genom reversibla värmepumpar.

Värmepumpar täcker fortfarande bara cirka 10 % av det globala uppvärmningsbehovet i byggnader, vilket är under den utbyggnadsnivå som krävs för att komma på rätt spår med nettonollutsläppen i 2050-scenariot. I det scenario när det globala värmepumpsbeståndet cirka 600 miljoner år 2030, vilket täcker minst 20 % av det globala värmebehovet. ¹

Ytterligare politiskt stöd och teknisk innovation behövs, särskilt för att minska inköps- och installationskostnaderna i förväg, undanröja marknadsbarriärer för komplexa renoveringar, förbättra energiprestanda och hållbarhet och utnyttja värmepumparnas potential som en möjliggörare av kraftsystemintegration och flexibilitet. ¹

SEGMENTANALYS - TEKNIKUTVECKLING

Det sker en kontinuerlig teknisk utveckling av värmepumpar, de blir energisnålare och får fler funktioner.

Att tilldela värmepumpen funktioner som tex. övervakning, funktion för kyla och styrning via appar är idag en hygienfaktor – systemen blir hela tiden mer digitalt avancerade.

Och trots att branschen fick hantera en stor förändring i och med en skärpt lagstiftning kring köldmedier, är många av de nya produkterna energisnålare än föregångarna.

Men en ökad focus på produktionseffektivitet och komponentkostnader kan orsaka problem för branschen på sikt.

Bättre Energieffektivitet

De senaste åren har en tydlig förbättring skett med energieffektiviteten för varmvattenuppvärmning. Många modeller har idag 20-30 procents högre energieffektivitet än tidigare. Vilket innebär att flera värmepumpar gått från A till A+ i energi- märkningens klassning av varmvattenuppvärmning. Denna utveckling kan även med en liten förbättring göra stor skillnad på energibesparingen över tid.

Utveckling av olika varvtal

Fler värmepumpar idag är varvtalsstyrda, kompressorn i värmepumpen kan gå på olika varvtal utifrån vilket värmebehov som finns för tillfället. Går värmepumpen på lägre varvtal minskar elförbrukningen för driften av kompressorn.

Värmepumpsproducenter tenderar att pröva produktionseffektivitet före nya tekniska lösningar

Ett allt för stort focus på en förbättrad produktionseffektivitet kan vara ett risktagande, då värmepumpar kräver en teknik med en lång livslängd.

Risken att det uppstår något tekniskt problem i en värmepump, visar sig oftast inte förrän efter flera år. Och i en värmepump finns det många tekniska lösningar som måste hålla mycket länge. När man genomför tekniska förändringar för att tex. förbättra produktions-effektiviteten för att i sin tur öka vinstmarginalerna kan det påverka livslängden på ett negativt sätt. Och den snabba omställningen av produktionen på grund av lagstiftning samt produktionseffektivitet, kan resultera i en ökad risk för att livslängden minskar.

En sådan strategi kan alltså på sikt bromsa värmepumps segmentets konkurrenskraft gentemot andra energisystem.

SEGMENTANALYS - TEKNIKUTVECKLING

Fler innovationer behövs för att implementera högeffektiva värmepumpar i alla marknadssegment

Fortsatt forskning och innovation är viktigt för att förbättra värmepumpens prestanda och anpassad för olika byggnader samt klimat-sammanhang.

Några viktiga innovationsområden är:

- Systemorienterade lösningar: algoritmdesign för att optimera energianvändning i hela byggnaden/distriktet, integrerade aktiva styrningar, lagring, integration på plats med solceller, styrdesign för att utnyttja värmepumparnas potential för att ge flexibilitet till elnätet. ²
- Kompakta integrerade lösningar: hantera både värmepumpar och termisk lagring för att tillgodose hela värme- och kylbehovet i byggnader (se klimat- och komfortbox). ²
- Effektivitetsförbättringar, framförallt för kalla klimat. ²
- Köldmedier: effektiv och säker drift av värmepumpen med mycket låg eller noll global uppvärmningspotential för köldmedievätskor. ²
- Förbättrad ljudnivå och estetik för att öka acceptansen och utöka installationspotentialen. ²

SEGMENTANALYS - KONKURRENS

Antalet värmepumpsproducenter har minskat i Sverige, framförallt under de sista 10 åren.

Många mindre producenter har inte klarat av att möta upp konkurrensen ifrån de många och stora internationella aktörerna på marknaden. Deras produktionseffektivitet och låga produktionskostnader är svåra att konkurrera med.

Trots den ökade konkurrensen har några nya svenska varumärken/producenter ändå tillkommit (märkt med *)

Värmepumpsproducenter på Svenska marknaden 2022 (i bokstavsordning)

Bosch	LG
Canvac *	Mitsubishi Electric
ComfortZone *	Nibe
CTC	Panasonic
Daikin	Samsung
Electrolux	Thermia
Euronom	Toshiba
Fujitsu	Qlima *
IVT	Valliant
Innova *	Veissmann

SEGMENTANALYS - KONKURRENS

Europeiska varumärken utsätts för hård konkurrens

Importen från Asien har väsentligt förändrat EU:s handelsbalans inom värmepumpsindustrin under de senaste fem åren. Under den perioden växte värmepumpsimporten från tex. Kina med 17 % årligen fram till 2020. Och under 2021 ser det ut som att värmepumpsimporten från Kina till europeiska länder kan ha fördubblats igen.

Men asiatiska producenter är långt ifrån den enda seriösa utmanaren till europeiska värmepumpstillverkare som tex. Bosch, Nibe eller Viessmann.

Den amerikanska senaten förbereder ett skatteavdrag för att stärka sina inhemska värmepumpstillverkare, med det uttryckliga målet att exportera till Europa. Genom ett nytt lagförslag i USA kan amerikansk värmepumpstillverkning stimulera och hjälpa till att sänka utsläppen, minska det europeiska beroendet av Ryssland samt skapa jobb på hemmaplan.³

Lagförslaget skulle bl a innebära kraftiga skattesänkningar för att stimulera inhemskt jobbskapande i USA genom att kräva att utrustning tillverkas i USA. En export av USA-tillverkade värmepumpar till Europa har också varit föremål för diskussioner mellan EU och USA.

Värmepumpsproducenterna i Europa följer givetvis den globala utvecklingen med stort intresse. Viessmann planerar tex. att investera mer än 1 miljard euro i värmepumpar och andra gröna lösningar under de kommande åren. "Med tanke på den enorma uppgiften som ligger framför oss kan vi inte göra det ensamma, och det behövs ett uppsving för inhemsk produktion och FoU-kapacitet för att säkerställa en konkurrenskraftig europeisk värmepumpsindustri. Att genomföra det skulle skydda mer än 1,8 miljoner direkta och indirekta jobb".⁴

Denna satsning på mer statligt stöd stöds av European Heat Pump Association (EHPA), som räknar värmepumpstillverkare från tredje land bland sina medlemmar.

"Det behövs ett strategiskt tillvägagångssätt för att stödja den lokala industrin och upprätthålla Europas know-how-ledarskap, och en värmepumpsaccelerator som liknar EU:s policystöd för väte".⁵

SEGMENTANALYS - FRAMTID - UTIFRÅN EN GLOBAL MARKNAD

Branschen och energiexperter tror att försäljningen av värmepumpar kommer fortsätta att slå nya rekord. Vilket kommer resultera i mer sparad energi och mindre utsläpp, både lokalt och globalt.

Det behöver dock ske en del politiska åtgärder för att konsumenterna skall ha möjlighet att fortsätta investera sina pengar på energiförsörjning.

Såsom tex. subventioner för energibesparande åtgärder, där tex. ett bidragande till minskad energiförbrukning på ett enkelt sätt skulle kunna tas upp i deklarationen och resultera i en skattelättnad.

Försäljningen av värmepumpar kan uppnå rekordnivåer under de kommande åren när den globala energikrisen accelererat.

De flesta byggnaders uppvärmning runt om i världen är fortfarande beroende av fossila bränslen, särskilt naturgas. I en jämförelse är Värmepumpar en hypereffektiv och klimatvänlig lösning som hjälper konsumenter att spara pengar, och samtidigt skapa möjligheter för länder att minska sitt beroende av importerade fossila bränslen.

Den globala försäljningen av värmepumpar ökade med nästan 15 % 2021, det är dubbelt så mycket som det tidigare genomsnittet senaste decenniet, och bara inom EU ökade den med runt 35 %. ⁶

Under 2022 har försäljningen nått rekordnivåer som ett resultat av den globala energikrisen. Extra tydligt ser man det i Europa där vissa länder ser att försäljningen har fördubblas under det första halvåret 2022 om man jämför med samma period förra året.

Såsom behovet och efterfrågan ser ut idag har försäljningen av värmepumpar på årsbasis i EU en potential att öka från 2 miljoner 2021 up till 7 miljoner fram till 2030. ⁶

Idag står uppvärmning av byggnader för en tredjedel av EU:s gasbehov. Den efterfrågan kan Värmepumpar minska med nästan 7 miljarder kubikmeter (bcm) till år 2025 – vilket är ungefär lika med hur mycket naturgasen som tillförs via Trans Adriatic Pipeline 2021. En sådan årlig gasbesparing kan växa till 21 miljarder kubikmeter år 2030. ⁶

Under sin livstid kostar Värmepumpar mindre än värmepannor för fossila bränslen tack vare deras högre effektivitet. Men det kommer dock behövas ett politiskt stöd för att konsumenterna skall klara av den högre initiala kostnaden för en värmepump i förhållande till alternativen. Kostnaden för köp och installation av en värmepump kan bli två till fyra gånger så stor som för tex. en gaspanna.

Värmepumpar är och kommer att vara en mycket viktig del i arbetet att minska utsläppen och användningen av naturgas inom EU. Tekniken är beprövad och fungerar även i det kallaste klimatet, men det borde satsas än mer ifrån politiker håll.

SEGMENTANALYS - FRAMTID - UTIFRÅN EN GLOBAL MARKNAD

Om man tänker sig att alla regeringar uppnår sina energi- och klimatlöften fullt ut, då blir värmepumpar det främsta sättet att minska koldioxidutsläppen i fastigheter med vattenuppvärmning över hela världen. IEA säger att värmepumpar har en potential att minska de globala koldioxidutsläppen (CO₂) med minst 500 miljoner ton år 2030 – lika med de årliga CO₂-utsläppen från alla bilar i Europa idag.

Branschen ser nu tydliga tecken på att det momentum som uppstått och med ett politiskt stöd i ryggen skulle kunna innebära att industrin tredubblar försäljningen fram till 2030.

Man kan också tänka sig att värmepumpar kan användas till lågtemperaturvärme inom industri-sektorer, som tex. pappers-, livsmedels- och kemiindustrin. Det skulle kunna installeras 15 gigawatt värmepumpar på över 3 000 anläggningar inom bara dessa tre sektorer säger IEA.

En snabb utbyggnad av värmepumpar kan innebära vissa utmaningar, värmepumparna kommer oundvikligen att öka efterfrågan på el. Men energieffektiviteten kommer samtidigt att minska det allmänna effektbehovet. Och för att branschen skall kunna möta den ökade efterfrågan och klara av alla installationer, kommer antalet arbetande personer inom industrin behöva öka. Denna faktor skulle kunna innebära problem för branschen enligt IEA.

SEGMENTANALYS - FRAMTID - UTIFRÅN ETT EU PERSPEKTIV

Framtiden för värmepumpsbranchen ser ljus ut, men inom EU finns en del möjliga barriärer/hinder på vägen som i slutändan kan påverka konsumenternas val av energisystem.

Dessa barriärer/hinder kan tex. handla om praktiska begränsningar när det gäller att möta upp efterfrågan produktionsmässigt, via tillgången på komponenter eller kapacitet i tillverkningsprocessen. Men även en trolig brist på utbildade installatörer kan bli en faktor för branschen. Vi lyfter här nedan några punkter som kan påverka konsumenterna och producenterna, några är globala medan andra är specifika för vissa länder eller regioner.

Kostnadsbarriärer konsument ⁷

- Lån med låg ränta
- Skatterabatter/subventioner
- Gröna bolån

Politiska och operativa beslut ⁷

- Nationella utbyggnadsmål och färdplaner för värmepumpar
- Säkring av försörjningskedjor för värmepumpskomponenter
- Industripolitik inklusive ekonomiskt stöd till tillverkare
- Långsiktig säkerhet i policystöd och regleringar, samt synlighet i kommande regeländringar, inklusive branschrådgivning
- Ombalansering av skatter på el och fossila bränslen, CO₂-skatt med kompensation
- Reform av eltariffen
- Stöd och uppgraderingar av värmedistributionssystem
- Kvalitets- och inställningskontroll efter installation
- Användarutbildningar

Beslut, aktioner och funktioner mot konsument ⁷

- Informationskampanjer mot konsumenter
- Prestandamärkningar för värmeteknik
- One-stop-shop-plattformar för konsumenter med jämförelseverktyg
- Regeländringar för optik, buller och bygglov
- Revidering av beslutsfattande regler i flerägarhus
- Minimikrav på energieffektivitet för hyrda fastigheter eller transaktioner på försäljningsställen
- Oberoende och kostnadsfria revisioner för att informera om beslut om byte av värmesystem

SEGMENTANALYS - FRAMTID - UTIFRÅN ETT EU PERSPEKTIV

Tillverkningsbegränsningar och sårbarheter i leveranskedja

- Integration av värmepumpar i redan befintliga certifieringar för värme, ventilation och luftkonditionering (HVAC), konstruktion och elektriker ⁸
- Incitament för att locka VVS-proffs för att få ytterligare certifieringar
- Förstärkning av tillverkardrivna utbildningar för att förenkla installationsprocessen
- Internationellt standardiserade certifieringssystem med breda läroplaner ⁸
- Nationella värmepumpsutbyggnadsmål och färdplaner för att bygga upp förtroende och ge yrkesverksamma långsiktiga anställningsmöjligheter ⁸

Källor:

¹ IEA – International Energy Agency - The future of heatpumps - Nov. 2022

² IEA - Tracking report sept. 2022

³ Heating Efficiency and Affordability through Tax Relief (HEATR) Act - IEA Tracking report - 2022

⁴ Alix Chambris, vice ordförande för offentliga angelägenheter och hållbarhet på Viessmann - IEA Technology deep dive - 2022

⁵ Thomas Nowak, EHPA:s generalsekreterare - IEA Technology deep dive - 2022

⁶ IEA - The future of heatpumps - 2022

⁷ IEA - Tracking report sept. 2022

⁸ IEA - The future of heatpumps - 2022



Appendix 4 – Samhällsnytta, Energi, Miljö, Hälsa

Samhällsnytta



Energi
Miljö
Hälsa

SAMHÄLLSNYTTA - INLEDNING

Bostaden är en grund och förutsättning för ett bra liv med livskvalité. Men en väl fungerande bostad kan också resultera i samhällsnytta.

Livssituationen och möjligheter i livet påverkas till stor del av kvaliteten i bostaden, och det är i hemmet som en stor del av samhällets klimatavtryck har sitt ursprung. Så i hemmet finns det stora möjligheter att skapa samhällsnytta genom tex. ett effektivare energisystem med multifunktioner.

En kall vintermorgon förväntar man sig en varm och behaglig inomhusmiljö och kanske en varm dusch innan man ger sig av till jobbet. En sådan dag kan energibolagen tvingas komplettera med reservkraft, inte sällan energi från fossila bränslen som är både dyrare och sämre för miljön.

Ett effektivt energisystem i bostaden hjälper till att minska energiåtgången och därmed minska effektbehovet, och bidrar därigenom till **samhällsnytta**, både energi och miljömässigt. Tänk dig samtidigt att energisystemet klarar av att växla luften i din bostad. Vilket ger en förbättrad luftkvalité, som resulterar i minskad risk för tex allergier, viruskontaminering och skapar en allmänt förbättrad hälsonivå i hemmet.

Ett sådant multifunktionellt energisystem skapar då **samhällsnytta** inom tre viktiga samhällsområden, **energi, miljö och hälsa**.

SAMHÄLLSNYTTA - **ENERGI**

Hur klarar vi effektbristen samtidigt som samhället kräver mer el för att klara en klimatomställning.

Snart kommer majoriteten av fordonen på våra vägar bestå av elbilar. Och för att kunna fasa ut fossila bränslen krävs en omfattande elektrifiering av samhället, med tex. stora, energikrävande industriprojekt i norra Sverige. Så för en vanlig elkonsument kan utmaningarna kännas hisnande – kommer det ens fungera, då det pratas om elbrist och då prisnivåerna redan har slagit alla rekord?

Idag räcker den el som produceras till, men med framtidens ökade behov av mer el behöver vi bli mycket smartare med hur vi använder den. Och framförallt behöver de energisystem som finns tillgängliga idag bli mer energieffektiva.

Man behöver skilja på **energibrist** och **effektbrist** för att förstå utmaningarna.

– **Effekt** är den el som efterfrågas vid ett givet tillfälle, vilket kan jämföras med hur mycket energi din tvättmaskin drar vid en vit tvätt.

– **Energi** är den el som produceras över tid: i liknelsen blir det tex. hur mycket energi tvättmaskinen drar vid alla dina vita tvättar under året.

På samma sätt är effekt den el som krävs till exempel en kväll i veckan, när man lagar mat, värmer huset, laddar telefoner, bilar och allt annat som händer i elnätet just då. Medan energi är all el som används sammanlagt under ett år och som produceras med vattenkraft, vindkraft, solpaneler, kärnkraft och andra typer av kraftverk.

Det finns en stor oro bland många konsumenter att det skall skapas en stor energibrist när alla nu vill köpa elbil.

– Om alla bilar som körs på svenska vägar idag skulle gå på el, så skulle det krävas i runda tal 10 TWh på ett år. År 2020 producerade Sverige 159 TWh el och använde 134 TWh så för detta finns ändå tillräckligt med energi.

Däremot kan det bli effektbrist, om alla laddar sin elbil samtidigt, då kanske inte effekten räcker till vid just den tidpunkten. Det är en av flera frågor energibranschen arbetar med idag: att hantera så kallade effekttoppar. Det uppstår till exempel under riktigt kalla dagar på vintern, när industrier producerar för fullt samtidigt som vi värmer upp hus med mera.

SAMHÄLLSNYTTA - **ENERGI**

Att lösa framtidens stora Elbehov är en stor utmaning för samhället. Många olika typer av energisystem och åtgärder kommer krävas, sol och vindkraft, effektivare värmesystem, prisstyrning, batterilager och intelligenta system är några exempel.

Många nätbolag, har infört effekttaxa där priset varierar beroendet på effektuttag i systemet. Detta kan sporra konsumenterna att påverka sin energianvändning och därmed också sin elkostnad. Sprider man ut sin användningen och till exempel kör tvättmaskin och diskmaskin vid olika tillfällen kan man hålla ner den totala effekten, och därmed påverka elnotan.

Exempel på andra lösningar där privatpersoner verkligen kan bidra till samhällsnytta genom att uppnå en större energieffektivisering; Ett effektivare värmepump eller bergvärme system, solceller och att komplettera med ett batterilager samt använda elbilen som externt batteri för att tillfälligt stärka upp effekten när behovet är som störst är några exempel.

SAMHÄLLSNYTTA - **MILJÖ**

Energiproduktion är den största källan till utsläpp globalt, på andra plats kommer transporter. Tillsammans står alltså dessa två segment för två tredjedelar av de totala utsläppen.

Den återstående tredjedelen är främst kopplad till industri- och byggnadssektorerna, dessa segment står för strax under 30 % av de globala utsläppen.

Av dagens energiproduktion sker 60% via fossila energikällor som kol, olja och naturgas. Vattenkraft står för strax under 20% av elproduktionen och kärnkraft för ca 10%. Förnybara energikällor som vind och sol genererar runt 7% av elproduktionen.

Värmepumpar som förnybar energikälla ökar hela tiden globalt och står idag för runt 10%, av värmeproduktionen. Men enligt IEA (International Energy Agency) har värmepumps segmentet en potential att redan till 2030 uppnå 20% av den globala produktionen för värmeenergi.

Många miljöengagerade både organisationer och privatperson har nu förstått att värmepumpen är en viktig teknik och en faktor som kan snabba på arbetet med att motverka klimatförändringar.

Här finns en stor potential i det viktiga arbetet att minska beroendet av gas, kol och olja inom EU, genom att flytta uppvärmning av bostäder till värmepumpar.

Wuppertal-institutet i Tyskland genomförde nyligen en studie på uppdrag av Greenpeace som kom fram till att värmepumpar kan vara transformativa. Det finns för närvarande drygt 20 miljoner värmesystem i byggnader i Tyskland. Studien föreslår ett bidrag till minst 12 miljoner värmepumpar och 70 miljoner kvadratmeter solvärmesystem. Studien rekommenderar också ett förbud mot installation av nya olje- och gasuppvärmningssystem från 2024. Tanken är att värmepumpar ska drivas på el producerad från förnybara källor för att göra dem ännu mer miljövänliga.

Wuppertalstudien rekommenderar vidare statliga regleringar som skapar en bindande kraft för att påskynda omställningen, och en statlig finansiering som gör värmepumpen än mer ekonomiskt attraktiv både för företagen som tillverkar värmepumparna och för konsumenterna.

Värmepumpar bidrar redan idag till stor samhällsnytta för en snabbare energiomställning i det viktiga miljöarbetet. Men bidraget kan bli ännu större om politiker och länder inom EU och i Nordamerika bestämmer sig för att genomföra riktade subventioner som underlättar omställningen ekonomiskt för konsumenterna.

SAMHÄLLSNYTTA - HÄLSA

De flesta tillbringar upp till 90 procent av sin tid inomhus, där andas man in tusentals liter luft varje dag. Och att ha en väl fungerande ventilation i sitt hem är viktigt av fler skäl än att bara skapa en behaglig inomhusmiljö.

Idag vet man att ventilationen i ett hem är en viktig hälsofråga, och därmed också har en potential att skapa stor **Samhällsnytta**.

Man ser tydliga samband mellan ventilationen av inomhusluften och en ökad risk för allergi, astma och att det resulterar fler sjuksskrivningsdagar då även **kontamineringsrisken** ökar.

Vi i Sverige tillbringar stor del av vår tid inomhus, och luftkvaliteten påverkas av alla textilier, möbler, parfymer, matlagning, byggmaterial och datorer. Och ovanpå det så andas vi ut koldioxid – och blir koldioxidhalten för hög i ett hem kan det resultera i huvudvärk och illamående.

Att bygga energieffektivt är vanligt, man isolerar mer och byter till nya och tätare fönster, och förr fanns oftare ett självdrag i hemmen som har försvunnit med modernare lösningar. Att utvecklingen går framåt är viktigt, men det gör det också extra viktigt att hålla koll på ventilationen i sitt hem.

Har man ett hus eller bygger man ett med mekanisk ventilation är det givetvis också viktigt att systemet fungerar som det är tänkt. Det måste finnas ett undertryck som skapas med hjälp av ventilationssystemet, och har man ett övertryck så innebär det att fuktig luft kan tryckas in i husets väggar, tak och golv. Vilket resulterar i problem med fukt och mögel och att kvalitén på inandningsluften försämras.

Forskningen och teknisk utveckling sker i viss mån, men måste intensifieras och till slut mynna ut funktionella tekniska lösningar. Och det kommer att behövas nya internationella standarder för att få ett riktigt genomslag på marknaden, samt en förståelse av den hälsopåverkan som idag sker i hemmen.

SAMHÄLLSNYTTA - HÄLSA

Ta ett djupt andetag om inomhusluftens kvalitet.

European Health Forum Gastein arrangerade ett diskussionsseminarium med fokus på denna fråga som berör oss alla.

Här följer några utvalda citat ifrån de diskussioner och resonemang som genomfördes.

Professor Steffen Loft (Köpenhamns universitet) gav en solid grund för samtalet och gav en översikt över bevisbasen. Han noterade att över 2 miljoner DALY (handikappjusterade levnadsår) går förlorade i EU-28 på grund av dålig inomhusluftkvalitet och dess effekter, som inkluderar men inte är begränsade till hjärt-kärlsjukdomar, lungcancer, astma, luftvägsinfektioner, kronisk obstruktiv lungsjukdom (KOL) och akut förgiftning.

Stefan Moser (GD ENERGI) pekade på ett antal lagstiftningshandlingar som för närvarande diskuteras på EU-nivå, och som fokuserar på energieffektivitet men som också kan ha en positiv inverkan på inomhusluftens kvalitet. Dessa inkluderar ekodesignföreskrifter för produkter som matlagningsapparater och direktivet om energiprestanda för byggnader, som kommer att införa kvalitetsstandarder för inomhusmiljö. Han lyfte fram de potentiella hälso- och klimatfördelarna med sådana åtgärder, samtidigt som han varnade för att medlemsstaternas ansvar och medverkan är avgörande i alla dessa frågor.

Doktor Nadia Boschi (Lendlease; International Society of Indoor Air Quality and Climate) hänvisade till den nuvarande förändringen i procentandelen av tiden som spenderas inomhus: livet med – och potentiellt efter – covid-19-pandemin innebär en del av den tid som brukade spenderas på kontoret och i offentliga utrymmen blir tid i hemmet, vilket ytterligare ökar vikten av god luftkvalitet i bostadssektorn. Hon betonade också behovet av att gå bort från gas och mot förnybar energi i byggnader, och värdet av pålitlig och tillgänglig information tillgänglig för konsumenter när de gör förvärv och val som påverkar deras hälsa.

Doktor Milka Sokolović levererade de avslutande kommentarerna och reflekterade över de många konsekvenserna som inomhusluftens kvalitet har för rättvisa hälsa. Hon hänvisade till utsatta grupper – patienter och barn, som sannolikt kommer att påverkas mer av denna fråga, och lägre socioekonomiska grupper, som sannolikt kommer att utsättas för högre nivåer av föroreningar, samtidigt som hon uppmärksammade ojämlikheter mellan EU:s medlemsländer, med fler förtida dödsfall som kan tillskrivas luftföroreningar inomhus när vi rör oss österut på kartan.

Med tanke på pandemins avslöjanden om luftflöde och cirkulation, och ansträngningarna att omforma den byggda miljön som en del av den gröna omställningen, är det nu dags att ta itu med inomhusluftens kvalitet på ett mer heltäckande sätt på EU-nivå. Med en sådan bredd och djup av expertis i panelen var de policyvägar vi utforskade många och inkluderade revidering av byggregler, upprättande av ett certifikat för inomhusluftkvalitet, krav på tydliga ventilationskrav för alla byggnader, märkning av byggmaterial eller strikt reglering av inomhusluftkällor föroreningar såsom matlagningsapparater.

Vi värderar detta samtal vid Gastein-forumet som ett avgörande steg mot att göra inomhusluftens kvalitet till en prioritet på den politiska agendan, i erkännande av att det är en så viktig hälsofråga där mycket arbete återstår att göra.