



Strategi för

resurseffektiv värme & kyla

Nuläge, 2030 & 2050

Innehåll

1	Sammanfattning.....	3
2	Omfattning av Resurseffektiv värme & kyla	4
2.1	Värme & kyla för byggnader	4
2.2	Värme & kyla i industrin.....	4
2.3	Termiska system	5
2.4	Teknologier	6
2.5	Geografisk avgränsning.....	6
2.6	Påverkan på klimatet	6
3	Nuläge och målbild 2030 & 2050.....	8
3.1	Politisk ramöverenskommelse	8
3.2	Nuläge	9
3.3	Målbild 2030	11
3.4	Målbild 2050	13
3.5	Innovations- och exportmöjligheter för Sverige.....	14
4	Kvalitet och resultat av tidigare forskningsprogram inom värme & kyla	15
5	Forsknings- och innovationsbehov för resurseffektiv värme & kyla fram till 2030.....	16
5.1	Värme & kyla för byggnader	17
5.2	Värme & kyla i industrin.....	18
5.3	Termiska system	19
5.3.1	Regional samverkan för värme och kyla	20
5.4	Verktyg och metoder	21

1 Sammanfattning

Denna strategi för resurseffektiv värme och kyla är framtagen för att underlätta planering av framtida forskningssatsningar inom området kyla & värme genom att ge en övergripande bild av nuläget inom teknikområdet och de insatser som behövs för att nå ett mer resurseffektivt energisystem. De teknologier som strategin berör är

- Värmepumpande tekniker där värmepumpar och kylaggregat ingår.
- Termiska lager så som aktiva geoenergisystem, kemiska lager, fasförändringslager och ackumulatortankar.
- Frivärme och frikyla där passiva geoenergisystem, solvärme, spillvärme eller spillkyla agerar energikällor.

Värme och kylteknologier där förbränning används ligger utanför strategins avgränsning. Med ovanstående teknologier begränsas även temperaturomfattningen som strategin berör till -50 upp till +180 °C.

Definitionen av resurseffektiv i strategin är att det kyl- och värmebehov som föreligger uppnås med minsta möjliga utnyttjande av resurser (med fokus på ändliga) och så låg påverkan som möjligt på omgivande miljö, både lokalt och globalt.

Strategin fastställer att utvecklandet av framtidens smarta termiska system som är mer sammankopplat med elnätet och innefattar en tätare integration mellan ingående termiska komponenter fordrar:

- Att kompetens säkerställs inom grundläggande kylteknik (värmepumpsteknik), termodynamiska processer och cykler samt värme- och massöverföring.
- Att den kunskap som finns inom akademien når ut i samhället. Strategin föreslår att en del av framtida forskningssatsningar viks till demonstrationsprojekt, utbildningsmaterial och mer marknadsnära projekt. Därtill bör tvärvetenskaplig forskning och samarbete uppmuntras för att sprida den kunskap som idag finns, men som är begränsad till enskilda institutioner.
- Att det behov av långtidsuppföljningar som sträcker sig längre än över en normal programperiod på 4 år kan tillgodoses och möjliggörs genom finansiering av långvariga mät- och valideringsprojekt, samt kunskapsutveckling.
- Att beräkningsprogram för att simulera komplexa termiska system tas fram och valideras så att beslutsfattare kan utforska systemeffekter redan i projekteringsfasen.

För att möta den ökade omfattningen av resurseffektiv värme & kyla, i förhållande till nuvarande program Effsys Expand, föreslås att kommande 4-åriga programsatsningar initialt utökas med 35% till att uppgå till 65 miljoner kronor i stöd från Energimyndigheten.

Stort tack till, Rådet för Effsys Expand, de aktiva forskningsäta, LiU, Chalmers och KTH, och forskningsinstitutet SP, som är aktiva inom området samt branschen genom Svenska Kyl och Värmepumpföreningen och Svenskt Geoenergicentrum som har möjliggjort framtagandet av strategin och bidragit till dess innehåll.

Viktor Ölen – huvudförfattare och programsekreterare Effsys Expand, Stockholm oktober 2016

2 Omfattning av Resurseffektiv värme & kyla

Det temperaturområde som omfattas av strategin är -50 till +180 °C. Strategin är uppdelad i tre fokusområden som analyseras var för sig. Fokusområdena är Värme & kyla för byggnader, Värme & kyla i industrin samt Termiska system.

Definitionen av resurseffektiv i strategin är att det kyl- och värmebehov som föreligger uppnås med minsta möjliga utnyttjande av resurser (med fokus på ändliga) och så låg påverkan på omgivande miljö både lokalt och globalt som möjligt. Detta kräver en systemsyn på värme och kylbehov där hänsyn måste tas till hur värmen och kylan framställs, hur den distribueras och vilken temperaturnivå som eftersträvas för att minimera det totala resursutnyttjandet.

2.1 Värme & kyla för byggnader

Som rubriken antyder innefattar denna underkategori hur bostadshus, lokaler och byggnader uppnår rätt temperatur och hur uppvärmning av tappvarmvatten sker. Börvärde på önskade temperaturer på luft för klimatisering och tappvarmvatten inom kategorin är cirka 10-70 °C.

Värmemarknaden är den största energimarknaden i Sverige, jämte elmarknaden. Behovet av uppvärmning och tappvarmvatten i bostäder, lokaler och industrier utgör en fjärdedel av Sveriges energianvändning. Småhusen är den största förbrukargruppen på värmemarknaden, följt av flerbostadshusen, lokalerna och industrin. Fyra uppvärmningstekniker dominerar värmemarknaden: fjärrvärme, elvärme, värmepumpar och biobränslepannor. Fjärrvärmens har hälften av marknaden räknat i energitermer, medan elvärme och värmepumpar tillsammans svarar för nästan hälften av omsättningen räknat i kronor.¹

2.2 Värme & kyla i industrin

Inom denna underkategori på kylsidan ingår bland annat kyl och frys inom livsmedelshantering, isrinkar och laboratoriekylar. Där den undre temperaturgränsen för området ligger runt -50 °C.

Vissa industrier så som måleri- och renrumsindustrier för att nämna några har stora luftflöden och behov av avfuktning vilket gör behovet av värme & kyla stort.

Inom industrivärme ingår värme som behövs i olika industritillämpningar och spillvärme från dessa processer med temperaturbegränsning till valda teknologier, vilket ger en övre gräns på cirka 180 °C.

De processer som innefattar höga temperaturer (>500 °C) som återfinns inom bland annat järn-, stålindustrin och betongindustrin för att nämna några tillhör inte primärt denna strategi.

¹,Värmemarknaden i Sverige - en samlad bild, 2014

2.3 Termiska system

Inom underkategorin termiska system faller alla större termiska system där värme och/eller kyla distribueras, lagras och balanseras. I detta ingår fjärrdistribution där fjärrvärme och närvärme ingår samt neutrala balanserade nät.

Varmvatten ackumuleras och distribueras i dag vid hög temperatur (55 - 90°C). Merparten av varmvattnet används för dusch och handtvätt och där skulle det räcka med drygt 40°C (Legionellaproblemet kan sannolikt lösas på annat sätt än genom att ha hög temperatur). Energitekniskt skulle det vara mycket fördelaktigt om man nöjer sig med att ackumulera och distribuera varmt vatten vid t ex 40-graders nivå och utvecklar system där varmvattnet värms till den högre temperaturen direkt i anslutning till behovet (dvs i allmänhet just för diskändamål).

Neutrala balanserade nät liknar fjärrvärme- och närvärmenät med skillnaderna att temperaturen på det distribuerade vattnet är betydligt lägre (10-40 °C). I ett traditionellt fjärrvärme- eller fjärrkylsystem dimensioneras värme till- respektive bortförsel för att balansera behovet. För ett "balanserat" nätverk med temperaturer i nivå med rumstemperaturen, ansluts byggnader och andra värme- och kylkällor som antingen momentant har lika stora (balanserade) värmeöverskott och värmeunderskott som kyla respektive värms med hjälp av direkt värmewäxling eller kylmaskiner respektive värmepumpar vars kondensor- respektive förångarsida är anslutna till nätet. Det vill säga brukarna både tillför och bortför värme från nätet så det är i balans (neutralt). Om de anslutna byggnaderna och övriga kyl och värmekällorna inte är i momentan balans, vilket är det troligaste scenariot, används termiska lager för att lagra överskottsvärme eller -kyla till dess att den behövs senare under året.

Det finns i dagsläget ingen exakt definition av fjärde generationens fjärrvärme, men utvecklingen har historiskt gått mot lägre temperaturer och mer materialsnåla och prefabricerade komponenter. 4:e generationens fjärrvärmesystem innebär fram-/returledningstemperaturer ner mot 50/20°C.¹

I underkategorin ingår även politiska styrmedel, koppling till elnätet och de samarbeten som krävs mellan olika ämnesområden.

¹,Teknik och forskningsöversikt över fjärde generationens fjärrvärmeteknik, Patrick Lauenburg , LTH

2.4 Teknologier

De teknologier som strategin i första hand avser är:

- Värmepumpande tekniker där värmepumpar och kylaggregat ingår.
- Termiska lager så som aktiva geoenergisystem, kemiska lager, fasförändringslager och ackumulatortankar.
- Frivärme och frikyla där passiva geoenergisystem, solvärme, spillvärme eller spillkyla agerar energi källor.

Ovanstående exempel är teknologier som ingår inom området men kommande satsningar för forskning och innovation bör inte begränsas till dessa givet att en god motivering framförs för föreslagna alternativ.

Värme och kyla från förbränning ligger utanför strategins avgränsning. Detsamma gäller diskussionen om värme och kyla från förbränning kontra el som energibärare och fördelar respektive nackdelar hos de båda teknologierna. Det kan dock konstateras att båda teknologierna med största sannolikhet under en överskådlig framtid kommer att ingå i energisystemet.

2.5 Geografisk avgränsning

Strategin fokuserar i första hand på Norden där förutsättningarna för klimat, byggnationer, energitillförsel, geologi och hydrologi med mera är relativt likvärdigt.

I andra hand behandlas det Europeiska perspektivet med hänsyn till samverkande energisystem, geopolitiskt liknande förutsättningar och till viss del harmoniserande krav och förordningar.

Därefter globala förutsättningar och möjligheter med fokus på att sprida och ta del av forskningsresultat, innovationer och exportmöjligheter för svenskt företagande inom området.

2.6 Påverkan på klimatet

Tekniker som solex och solvärme har en påverkan på klimatet under framställning av solcellerna respektive solfångarna. Storleken av denna påverkan är starkt kopplad till om den el som används vid framställningen är fossilfri eller fossilberoende. Under drift när de producerar el och värme från solstrålningen har de däremot obefintlig påverkan på klimatet.

Även termiska lager påverkar klimatet när de produceras men möjliggör därefter att energi som annars skulle gå förlorad kan utnyttjas när den behövs utan påverkan på klimatet.

Kyl- och värmepumpande tekniker tillhör de miljövänliga teknologierna vid korrekt användande som då på ett effektivt sätt hämtar stora mängder förnybar energi från omgivningen (berg, mark, luft och vatten) och skapar förutsättning för att på ett energieffektivt sätt bland annat bevara mat färsk under långa tider och förse byggnader med önskat inomhusklimat.

Samtidigt använder kylmaskiner och värmepumpar cirka 17 % av världens totala el och bidrar därmed till växthuseffekten i den utsträckning som elproduktion gör det. Cirka 20 % av kylmaskinernas och värmepumparnas bidrag till växthuseffekten kommer från direkta utsläpp (läckage) av fluorkarboner (CFCs, HCFCs and HFCs) och resterande 80 % av bidraget kommer från indirekta utsläpp från elgenerering med hjälp av fossila bränslen.¹ I takt med att elproduktionen ställs om från fossildrivet till koldioxidneutral generering minskar den del av kyl- och värmepumparnas miljöpåverkan som härrör från drivelen.

Exempel på områden där bättre utnyttjande av värmepumpande tekniker skulle kunna minska miljöpåverkan, är bättre kylhållning av mat där bristen på adekvat kylhållning enligt IIR bidrar till närmare 20 % av de globala matförlusterna. Ett annat exempel är högre utnyttjande av värmepumpar i bostäder där IEA uppskattar att ett ökande användande skulle kunna spara 50 % av sektorns koldioxidutsläpp.¹

Köldmedier som används i kylmaskiner och värmepumpar påverkar klimatet i huvudsak på två sätt. CFC- och HCFC- köldmedier som historiskt har använts och regleras i Montreal-protokollet har en negativ inverkan på ozonskiktet. Köldmedier som har tagits fram för att ersätta dessa (HFC:er) har i många fall en stark växthuseffekt. Naturliga köldmedier som till exempel koldioxid och ammoniak har däremot ingen påverkan på ozonskiktet och har samtidigt en låg växthuseffekt. Detsamma gäller enkla kolväten som propan och iso-butan.

¹, IIR, 29th Informatory Note on Refrigeration Technologies / November 2015

3 Nuläge och målbild 2030 & 2050

3.1 Politisk ramöverenskommelse

Socialdemokraterna, Moderaterna, Miljöpartiet de gröna, Centerpartiet och Kristdemokraterna träffade i juni 2016 en ramöverenskommelse för den Svenska energipolitiken som syftar till att förena:

- Ekologisk hållbarhet
- Konkurrenskraft
- Försörjningstrygghet

Nedan kommenteras valda delar av överenskommelsen som berör strategin för resurseffektiv värme & kyla. (Kommentarer kursiverade)

Mål

Senast år 2045 ska Sverige inte ha några nettoutsläpp av växthusgaser till atmosfären, för att därefter uppnå negativa utsläpp.

Målet år 2040 är 100% förnybar elproduktion. Detta är ett mål, inte ett stoppdatum som förbjuder kärnkraft och innebär inte heller en stängning av kärnkraft med politiska beslut.

Ett mål för energieffektivisering för perioden 2020 till 2030 ska tas fram och beslutas senast 2017.

I ramöverenskommelsen konstateras att en utmaning för energipolitiken för att uppnå uppsatta mål är att ställa om fokus från att leverera mängd energi (Wh) till att möta effektbehovet (W). I denna strategi för resurseffektiv värme & kyla finns konkreta förslag på forskningsområden och innovationer som bör stödjas för att uppnå dessa mål inom värme och kyla.

Stöd till förnybar energi

...En konkurrenskraftig fjärrvärmesektor och minskad elanvändning i uppvärmningen är förutsättningar för att klara den förnybara el-och värmeförsörjningen under kalla vinterdagar.

Merparten av elanvändningen för uppvärmning idag är direktverkande¹. Genom att ersätta dessa direktverkande system med de tekniker som beskrivs i denna strategi, såsom värmepumpar och termiska system med lager och solfångare, kan elanvändningen både minskas och förskjutas tidsmässigt och därmed minska det totala effektbehovet på elnätet.

Användning och energieffektivisering

... En effektivisering, framförallt vad gäller effekt, är särskilt viktigt för att möta de framtida utmaningarna för det svenska elsystemet....

- De åtgärder som krävs för att få till en fungerande efterfrågefleksibilitet, det vill säga att kunderna fullt ut ska kunna delta på elmarknaden, ska genomföras.

¹, Värmemarknaden i Sverige – En samlad bild 2014

- En utredning bör tillsättas för att brett utreda vilka eventuella hinder som kan finnas för att möjliggöra en tjänsteutveckling vad gäller aktiva kunder och effektivisering.
- Utredningen bör undersöka vilka ekonomiska och andra styrmedel, exempelvis vita certifikat, som är effektivast för att öka effektiviseringen både ur energi- och effekthänseende.

Den forskning och innovation som föreslås ska stödjas inom området för Värme & Kyla tar särskild hänsyn till framtida utmaningar rörande effektbrist på elnätet. Som exempel kan nämnas större fokus på forskning kring termiska lager och utredningar om styrmedel för att få dessa lönsamma.

Forskning

Fokus på insatserna inom energiforskningen är områden som:

- bidrar till att uppnå uppställda klimat- och energipolitiska mål.
- har förutsättningar för tillväxt och för export.

Insatserna på energiforskningsområdet ska även fortsättningsvis fokusera på teknikutveckling, demonstrations- och pilotprojekt på alla områden inom energiforskningen. Energiforskningen har en avgörande roll i att se till att nya, innovativa tekniska lösningar ska komma fram för alla förnybara kraftslag.

Den politiska ramöverenskommelsens slutsatser rörande framtida forskning överensstämmer väl med föreslagna åtgärder och konklusioner upptagna i strategin för resurseffektiv kyla och värme.

3.2 Nuläge

Forskning bedrivs idag både på ersättningsköldmedier med lägre växthuspåverkan (lägre GWP, Global Warming Potential) samt på naturliga köldmedier med minimal växthuspåverkan. Även forskning på komponenter som är kompatibla med naturliga köldmedium pågår men mycket forskning återstår.

Värme & kyla för byggnader

Det finns idag ett stort behov av nybyggnation och renovering inom det svenska fastighetsbeståndet. Det befintliga fastighetsbeståndet har idag en hög energianvändning där skråtänkande och bristande kunskaper hos både byggsektor och beställare fördröjer möjliga energieffektiviseringar. Det bedöms att det finns en stor potential för förbättring av energiåtgången inom värme & kyla inom bland annat kontorslokaler, ändamålslokaler och sjukhus.

Få entreprenörer/installatörer utgår från en systemvy, utan fokus hos dessa ligger idag ofta på enskilda komponenter eller delsystem. Mät-, styr- och reglersystem samt deras gränssnitt och protokoll är idag inte nog standardiserade vilket försvårar integration av de olika komponenterna. Därtill saknas det idag kommersiella simuleringsprogram som kan hantera en övergripande systemvy med flera teknologier. Detta leder till att inget heltäckande underlag kan tas fram vid projektering som påvisar för- och nackdelar med olika systemkonfigurationer.

Kunskapsnivå hos akademien anses vara relativt god inom klimatisering av byggnader, och statistik och mätvärden framför allt rörande uppvärmning finns tillgänglig. Denna kunskap når emellertid inte

ut till entreprenörer och beställare i tillräcklig grad. Inom tappvarmvattenvärmning, komplexa systemlösningar (där olika energikällor och lagertekniker samverkar) och kylning av byggnader bedöms kunskapsnivån vara lägre.

Några generella konstateranden är att användandet av komfortkyla är lågt. Frikyla har provats i fullskaliga projekt med goda resultat (SPF 17) men är ännu ingen konventionell lösning.¹ Det installeras idag frånluftsvärmepumpar i stor utsträckning vid nybyggnationer. Boverkets byggregler styr vilken typ av teknologier som får installeras för värme & kyla i byggnader med fokus på energiåtgång i den enskilda byggnaden.

F-gasförordningen, ECO-design och energimärkning börjar styra utveckling av komponenter och system för värme & kyla för byggnader.

Värme & kyla i industrin

Kunskapen om områdets potential till energieffektivisering är idag låg i industrin. Både spillvärme och restvärme underutnyttjas. På grund av de låga energipriserna och frånvaro av styrmedel är incitamenten för industrin att investera och förbättra sin energieffektivitet låg. Det råder idag personalbrist som förväntas öka i och med stora åldersavgångar för de specialister som arbetar inom värme & kyla samtidigt som för få personer utbildar sig inom området.

Forskningen rörande övergripande sammankopplade system har påbörjats men på en relativt låg nivå. Forskning bedrivs bland annat inom mjölkkylla och isrinkar med CO₂ som köldmedium men ännu är implementeringen av tekniken låg. Forskning inom kyla för livsmedelshandling bedöms vara aktiv och bedöms ha en relativt god kunskapsnivå men även här är implementering av befintlig kunskap låg.

Termiska system

Kunskapsnivån hur olika systemlösningar bäst utformas och regleras, och hur de olika komponenterna i lösningen optimeras är idag begränsade. Detta gäller för alla skalor från en enskild fastighet där till exempel en värmepump ska kombineras med en solfångare upp till hur en komplett stad kan sammankopplas.

Det saknas idag beräkningsprogram för integration av komplexare system som till exempel innehåller termiska geoenergisystem, solvärme, värmepumpar och styrsystem.

Fjärrvärmebolagen börjar idag öppna upp sina nät så att konsumenterna även kan agera producenter det vill säga bli prosumenter. Idag finns det ett antal stora värmepumpar i fjärrvärmenäten. Vissa kommunala energibolag har svårt att få ekonomi i fjärrvärmenäten. Det finns idag många tankar och idéer kring neutrala balanserade termiska nät men ännu finns få sådana realiserade.

Moms, elcertifikat och elnätsavgift är idag fasta för köpt el, oberoende om det finns ett överskott eller underskott av el i elnätet. Därmed blir variationerna på priset på den köpta elen för slutkunden låg och incitamentet att reglera sin last efter tillgång låg. De små prisvariationerna för slutkunden leder även till att de ekonomiska incitamenten att investera i olika lagerlösningar är försumbar.

¹, Jonas Gräslund, ENERGI&MILJÖ NR 11 NOVEMBER 2015

Under kommande rubriker är en målbild definierad utifrån det scenario som bedömts troligt. Scenariot förutsättningar har bedömts ligga utanför denna strategis påverkan, däremot bedöms de målbilder som uppmålas kunna uppnås genom de åtgärder som beskrivs i strategin.

3.3 Målbild 2030

Naturliga köldmedier bör dominera i nyinstallationer och vid större konverteringar av kyl- och värmepumpsaggregat.

Effektproblematiken på elnätet förväntas ha ökat som följd av en ökad andel intermittent elgenerering från sol och vind på det svenska elnätet.¹ För att öka de ekonomiska incitamenten att matcha elanvändning till dessa fluktuationer finns skäl att låta elpriset (inklusive miljöskatter och subventioner) variera i takt med fluktuationerna.

Värme & kyla för byggnader

Behov av renovering av befintliga byggnader samt nybyggnation förväntas kvarstå, delvis på grund av fortsatt urbanisering. För att möta detta behov bör en ökad andel plug-and-play-lösningar samt modulkonstruktioner finnas tillgängliga på marknaden. Dessa skulle minska installationstiden och säkerställa energieffektivitet och önskad funktion i de nya byggnaderna. För nya byggnader spås de flesta vara "nära-noll-energi"-byggnader och termiska lager i olika skala förväntas ingå som en naturlig del vid nybyggnation i alla typer av byggnader.

Sakernas internet (IoT) förväntas ha etablerats och tekniken kommer att användas framför allt i de nyproducerade byggnaderna. Nyttan av fler mätpunkter och individuell reglering kommer att minska energianvändningen i dessa och möjliggöra styrning baserad dels på värme- och kylbehov men även på omvärldsfaktorer såsom aktuellt elpris (inklusive miljöskatter eller subventioner) och väderprognoser.

Värme- och kylbranschen förväntas ha påbörjat en transformering från apparat-fokusering till helhetssyn och systemtänkande samt till att sälja tjänster med ett visst klimat.

Frikyla har slagit igenom och används som en beprövad teknik.

Värme & kyla i industrin

Redan idag finns ett stort behov av utbildad personal inom värme- och kylområdet och behovet kommer att ytterligare öka. Detta kräver att man vidtar åtgärder för ökad utbildning.

Man bör sträva efter att sol-el och annan förnybar el kan stå för en stor del av drift-elen för kylanläggningar och värmepumpar i såväl lokaler som industri.

Som en konsekvens av högre fluktuationer på elpriset bör industrin ha påbörjat investeringar i termiska lager. I första hand spås geobaserade lager med borrhålsteknik och vattenackumulatörer användas som termisk lagerteknik.

¹, Scenarier för den framtida elanvändningen, IVA projektet Vägval el

Termiska system

För att effektivt kunna flytta energianvändningen en längre tid (dagar till flera månader) krävs termiska lager. Med korrekt utformade styrmedel på el, elnät, och miljöavgifter där fluktuationer i tillgång på el får styra priset i realtid, möjliggörs att termiska lager blir ekonomiskt fördelaktiga.

Strömförbrukning bör mätas oftare än idag så att fluktuationer i tillgång på el och därmed det aktuella elpriset (inklusive skatter och avgifter) kan användas som insignal i värme- och kylsystem så att en automatisk balansering sker mellan last och generering på elnätet.

Samtliga termiska system inklusive kyl- och värmepumpar bör vid denna tidpunkt ha möjlighet att styras mot flera parametrar så som elpris, väderprognoser med mera.

Flera energibolag spås ha avkommunaliserats på grund av dålig lönsamhet. Vissa av dessas fjärrvärmenät bör omvandlas till neutrala termiska nät. Sverige bör här ta till vara de goda förutsättningarna i form av kunskap och utbyggda distributionsnät för att bli ett pionjärsland inom neutrala balanserade termiska nät. Detta kan bli positivt för Sveriges energibalans samt skapa exporttillfällen för svenska företag.

Beräkningsprogram för simulering och integration av komplexa system som innehåller både termiska lager, solvärme, värmepumpar, styrsystem med mera bör vara framtagna och validerade i fullskaliga pilotanläggningar. Under simuleringar optimeras styrparametrar av systemets olika styrsystem och används därefter i den faktiska installationen. Simuleringsresultaten används även som ett välunderbyggt beslutsstöd vid projektering av nya anläggningar.

3.4 Målbild 2050

Samtlig kärnkraft förväntas vara avvecklad på grund av dålig lönsamhet. Som lagerteknik på elnätet förväntas pumpkraft ha slagit igenom och stå för en robust och effektiv lagringsteknik.

Enbart naturliga köldmedier bör användas i kyl- och värmepumpar. Samtliga kyl- och värmesystem bör aktivt matcha fluktuationer i elgenerering.

Värme & kyla för byggnader

70 procent av fastighetsbeståndet förväntas vara minst 35 år gammalt. Energianvändningen per person bör ha sjunkit i bebyggelsen samt den totala energianvändningen.¹

I tätbebyggda områden förväntas kraftvärmeproduktionen öka. Den kan delvis kompensera för bortfall av kärnkraft och agera reglereffekt i elnätet. Spillvärmen kan tas tillvara i närområdet för uppvärmning av byggnader och tappvarmvatten utan alltför stora värmeförluster. I mer glesbebyggda områden och där avståndet till spillvärmekällor är långt bör en stor del av produktionen av värme, tappvarmvatten och kyla ske lokalt i byggnaderna. Energin för dessa byggnader kan exempelvis hämtas från ett neutralt termiskt nät tillsammans med lokala värmepumpar, från mark, grund- och ytvatten med hjälp av värmepumpar eller från solen med solfångare. Många byggnader bör ha termiska lager kopplade till sig för att kunna köpa och lagra byggnadens behov av energi när el- eller fjärrvärmepris är låga och när det finns god tillgång på sol.

Värme- och kylbranschen bör ha transformerats från apparat-fokusering till att sälja utrustning och kompletta system samt tjänster i form av drift och underhåll av dessa, d v s man kan erbjuda ett totalansvar för önskat inomhusklimat. Kostnaden för dessa tjänster bör baseras på miljöpåverkan och hållbarhetsaspekter. För att tillgodose dessa krav kommer tjänsteföretagen behöva ha specialiserats sig i hög grad och arbeta utifrån ett systemperspektiv.

Värme & kyla i industrin

Industrin förväntas ha ställt om från fossila råvaror till att använda bio-olja vid tillverkning av plast med mera, vilket bör leda till en högre konkurrens och därmed högre priser på bioråvaror. Vid ståltillverkning förväntas vätgas användas i högre utsträckning som ersättning för fossila bränslen.

Aktiva styrmedel som varierar beroende på tillgång och efterfrågan bör ha införts på elmarknaden vilket gör det ekonomiskt lönsamt för industrin att variera sitt effektbehov och investera, och lagra energi, i termiska lager.

¹, IEA, Nordic Energy Technology Perspective 2016

Termiska system

Det termiska energisystemet bör vara tätt sammankopplat med det elektriska så att de båda drar nytta av varandras styrkor. Varierande styrmedel bör ha införts på elnät, el och miljöavgifter, vilket möjliggör att både elproducenter (i första hand vattenkraft och pumplager) och elkonsumenters system (bland annat värme- och kylsystem) har implementerat adaptiva reglerstrategier som automatiskt begränsar ojämnheter i tillgång och efterfrågan lokalt på elnätet. Detta resulterar i att effektfluktuationerna kan minimeras och utbyggnad av dyr reservkraft och uppgradering av elnätets överföringskapacitet kan begränsas.

De fjärrvärmenät som inte har tillgång till "gratis" spillvärme som täcker värmeförluster i nätet samt distributionskostnaden (rörläggning underhåll m.m.) bör ha transformerats till öppna neutrala balanserade termiska nät.

Termisk lagring bör ha blivit en mogen teknologi som genom högre fluktuationer i elpriset nu är en självklarhet i samtliga termiska system.

Beräkningsprogram för simulering och integration av komplexa system som innehåller både termiska lager, solvärme, värmepumpar med mera är långtidsvaliderade i fullskaliga projekt med hög konfidens.

3.5 Innovations- och exportmöjligheter för Sverige

Sverige har en stor kunskapsbas och goda möjligheter att även i framtiden exportera varor och teknologi inom värme & kyla. Sverige har gott internationellt anseende inom dessa teknikområden, men eftersom förhållandena (klimat, energikällor, geologi m m) skiljer sig från stora delar av vår potentiella exportmarknad, behöver svenska företag även i fortsättningen utveckla och anpassa produkter och tjänster för en exportmarknad, även om den inhemska marknadspotentialen är begränsad.

I Sverige har man redan ägnat stort intresse åt kyl- och värmepumpar som använder "naturliga" arbetsmedier det vill säga sådana som har en försumbar inverkan på global miljö i form av direkta utsläpp.

En inriktning är att utveckla teknik för att problemfritt använda och hantera brännbara medier såsom kolväten (propan iso-butan m fl). Miniaturisering är ett angreppssätt varigenom mängden arbetsmedium som fordras kan minimeras. Indirekta system kommer att användas i allt större utsträckning och effektiva värmeväxlare behövs där för att få effektiva system. Vi bedömer att det finns goda förutsättningar för svensk industri att göra sig gällande med innovationer även internationellt på dessa områden.

Ett område av stort intresse för vissa typer av tillämpningar är användning av koldioxid (CO₂) som arbetsmedium (eller som köldbärare i indirekta system). Koldioxid medför en speciell problematik, dels genom att arbetstrycken blir höga (ofta en faktor 10 högre än vid konventionella köldmedier) dels genom att temperaturen i den kritiska punkten är låg. (Kritiska temperaturen för CO₂ är ca 30°C och trycket där är ca 74 bar. Vid temperaturer över den kritiska temperaturen finns det ingen skillnad mellan vätska och gas) Det gör att man då ofta arbetar med transkritiska cykler där en del av arbetscykeln genomförs vid högre tryck än det kritiska och det medför att värmeavgivningen från cykeln där sker helt i gasfas i en gaskylare. Det finns i landet värdefulla erfarenheter från flera olika

typer av anläggningar med CO₂. Exempel är butikskyla¹, industriella kyl- och frysanläggningar, anläggningar för mjölkkyllning² liksom isbanor.

4 Kvalitet och resultat av tidigare forskningsprogram inom värme & kyla

Det nuvarande forskningsprogrammet EFFSYS EXPAND är ett forskningsprogram där industrin, högskolor, forskningsinstitut och Statens Energimyndighet samverkar för forskning, utveckling och innovation inom resurseffektiva kyl- och värmepumpsystem samt kyl- och värmelager. Programmets totala budget uppgår till 96 miljoner kronor där Energimyndigheten bidrar med 48 miljoner kronor. Programmet löper över tidsperioden 2014-09-01 till 2018-09-01.

EFFSYS EXPAND är en fortsättning på de tidigare programmen "Alternativa köldmedier", "Klimat 21", "eff-Sys", "Effsys2" och "Effsys+" vilka sammantaget löpt sedan 1994, där de tidigare forskningsprogrammen har varit en bidragande orsak till svenska industriens och forskningsinstitutioners starka internationella ställning inom kylteknik och värmepumpar.

Det övergripande syftet med programmet är att med forskning, utveckling och innovation inom kyl- och värmepumpsystem samt kyl- och värmelager bidra till samhällets och omvärldens omställning till en alltmer resurseffektiv och hållbar energianvändning och en reduktion av miljöskadliga ämnen i termiska lager och värmepumpande system.

Ett utdrag ur utvärderingsrapporten på det föregående programmet Effsys+ följer:

"Sammanfattningsvis kan konstateras att de beviljade projekten stämmer väl överens med programmets vision och 10-års mål, samt att programmålen i stort uppnåtts med god marginal. Det finns en bred spridning på projektens inriktning och flertalet är systemorienterade. Ett antal av projekten är nya tillämpningar, varav "Koncept och kompetensuppbyggnad av för systematisk användning av högtemperaturvärmepumpar inom mejeriindustrin" och "Konsekvensanalys för Nära-Noll-Energihus" kan nämnas som exempel.

Projekten har bidragit till att 11 licentiater och 4 doktorander har examinerats. Det är sex examinationer utöver uppställt mål, vilket stärker programmet – och framtida kunskap- och kompetensuppbyggnad. Det positiva utfallet beror dels på att doktorandprojekt som startats i den föregående etappen av Effsys 2 prioriterades i första utlysningen för att doktorandstuderande skulle ges chansen att avsluta sina studier och för att få en kontinuitet och utveckling i projekten. Vidare att en satsning gjorts på tre särskilda doktorandprojekt.

Spridningen av kunskap- och resultat som projekten genererat har publicerats och/eller presenterats i 58 vetenskapliga forum och i 75 populärvetenskapliga forum. Flera av projekten har under projektets gång valt att publicera resultaten mer frekvent än vad som angivits i ansökan."...

¹, <http://effsysplus.se/projekt/ep06/>

², <http://effsysplus.se/ep23-co2-som-koldmedium-for-mjolkkyllning/>

...” Genomgången av projekten inom EFFSYS+ visar att så gott som alla syftar till att uppfylla programmets vision om:

- *Utveckling av komponenter/system*
- *Energieffektivitet/miljöhänsyn*
- *Uppbyggnad av kunskap och kompetens*
- *Stärkt konkurrenskraft för svensk industri*
- *Nationell samverkan mellan stat, industri, brukare och forskare*
- *Internationell samverkan, utländska universitet/företag*
- *Omvärldsanalys, Hinder och undanröjande av dessa”*

5 Forsknings- och innovationsbehov för resurseffektiv värme & kyla fram till 2030

För utveckling inom värme & kyla måste det tillses att det finns kompetens inom systemteknik, kyl- och värmepumpsteknik, inklusive grundläggande områden som termodynamik och värmeöverföring. En viktig bieffekt av forskningen, som ofta förbises, är att den ger ökade möjligheter att bedriva god undervisning vid universitet och högskolor och därmed bidrar till kompetensförsörjningen för hela branschen.

För att politiker och andra beslutsfattare ska kunna fatta korrekta beslut är det viktigt att det finns bra beslutsunderlag som belyser för- och nackdelar med olika tekniker, stödmekanismer och regleringar. Här måste forskningen vara proaktiv så att framtidens samhälle på ett kostnadseffektivt sätt kan byggas resurseffektivt.

Uppvärmning av fastigheter och kylning av livsmedel står idag för cirka 16-17 procent¹² av Sveriges elanvändning och är därmed en viktig pusselbit i målet att nå ett förnybart, flexibelt och robust energisystem. Elvärmens har en total marknadsandel på 13 % och återfinns främst i småhus.³ Kylbehovet av lokaler är svårt att uppskatta men är inte obetydligt och förväntas öka till följd av ökat intresse för klimativering, tätare byggnader samt klimatförändringar.

Samspelet mellan värme & kyla och elnätet är avgörande för att nå uppsatta mål med Sveriges energisystem.

¹, Scenarier för den framtida elanvändningen, IVA projektet Vägval el

², Energy Usage in Supermarkets - Modelling and Field Measurements
Doctoral Thesis by Jaime Arias, Division of Applied Thermodynamics and Refrigeration, Department of Energy Technology,
Royal Institute of Technology 2005. ISSN 1102-0245

³, Värmemarknaden I Sverige – en samlad bild 2014

Det bör även beaktas att den totala energiförsörjningen inom området värme & kyla är långt större (uppskattningsvis 3-4 gånger större) än den elenergi som används för driften. Detta beror på att värmepumpar och kylmaskiner liksom passiva kyl- och värmesystem hämtar termisk energi från omgivningen (berg, luft, vatten) och solfångare samlar in solenergi.

Den värmepumpande tekniken står återigen för en stor omställning i och med utfasning av köldmedier med stor växthuspåverkan. Omställningen till nya arbetscykler, systemlösningar och komponenter (värmeväxlare, kompressorer mm) innebär en ännu mer genomgripande förändring än tidigare omställning från klorfluorkarboner (CFC:er) i och med de ändrade materialförutsättningarna och ändrade arbetstrycken som naturliga köldmedium innebär.

Nedan presenteras en samlad bild av de utmaningar som forskningen behöver lösa de kommande åren. Utmaningarna är uppdelade på de tre områdena värme & kyla för byggnader, industriell värme & kyla samt termiska system.

Utmaningarna betyder att forskningen de kommande åren behöver breddas och fler ämnesområden behöver bli aktiva inom området värme & kyla. Det fortsatta behovet att ta fram nya komponenter som är anpassade för framtidens krav och förutsättningar, inte minst på grund av införandet av naturliga köldmedier, innebär att även den "traditionella" forskningen inom värme & kyla behöver fortgå och i vissa delar intensifieras. Därtill behövs matematiska modeller tas fram och valideras samt inkorporeras i simuleringsprogram. För att förenkla simuleringar av komplexa termiska system och möjliggöra säkra prognoser under projektering.

5.1 Värme & kyla för byggnader

Det stora behovet av nybyggnation innebär även stora möjligheter att tillföra energi- och resurseffektiva byggnader till fastighetsbeståndet.

För att möta bristen på kompetens och personal inom värme & kyla i entreprenörs- och installationsleden bör man satsa på forskning som inriktar sig på att utveckla nya plug-and-play-lösningar som både underlättar komplexa installationer, så att fler kan utföra installationerna på rätt sätt, samtidigt som installationstiden kan minskas. Detta gäller inte minst inom styr- och reglerområdet där behovet idag är stort av standardisering av protokoll och gränssnitt så att system enkelt kan byggas upp och kopplas ihop. Till detta hör utvecklandet av sakernas internet (IoT) inom kyla och värme med distribuerade sensorer och regulatorer för optimerad mätning och reglering för styrning utifrån både brukarens behov och aktuell tillgång på el.

Mer resurser inom tvärssektoriell forskning inom området värme & kyla krävs för att befintlig kunskap som idag finns i akademien och forskningsinstitut ska nå ut till entreprenörer och upphandlare.

Även nya affärsmodeller där fokus flyttas från produkter (apparater) till tjänster, så som att leverera ett önskat klimat, spås kunna förbättra kvalitén och kunskapen i entreprenörsleden genom ökad specialisering. Därmed bör befintlig kunskap inom värme & kyla som idag finns på lärosätena lättare nå ut till fastighetsbeståndet. För att stödja denna utveckling bör forskning om hur nya affärsmodeller inom värme & kyla definieras samt demonstrationsprojekt genomföras. Det är väsentligt att resurser avsätts för valideringar av teknikutveckling och systemfunktion, och att dessa

utförs i god omfattning och över tillräckliga tidsrymder, genom långtidsmätningar och –uppföljningar av prestanda och funktion.

De största kylbehoven i byggnader uppkommer under sommarmånaderna när solinstrålningen är god. Därmed är det naturligt att kylaggregat kombineras med solceller som då får stå för hela eller delar av driftelen. För att ladda neutrala termiska nät eller värmelager och värma tappvarmvatten under sommarmånaderna är solfångare ett bra alternativ. Hur dessa teknologier kan samverka med övriga kyl- och värmesystem för värme & kyla för byggnader på bästa sätt återstår att besvara dels teknisk men även i form av regleringar, förordningar och hur den gröna energin ska beskattas eller subventioneras och om styrmedlen ska variera över tid. Detsamma gäller hur överskott och underskott på elnätet bör regleras med styrmedel på effektivaste sätt.

Frikyla har visat sig kunna uppnå hög energieffektivitet (SPF17)¹ men det behövs fler goda exempel och ytterligare forskning hur den ska utformas på bästa sätt för olika byggnader för att bli en etablerad teknologi.

En begränsande faktor för värmepumpar i vissa miljöer är de ljud de ger upphov till och hur detta upplevs av omgivningen. För att möjliggöra en ökad andel värmepumpar i fastighetsbeståndet måste det fastställas hur man kvantifierar ljudet och vad som är acceptabelt i olika scenarier samt hur ljudet kan minimeras.

5.2 Värme & kyla i industrin

Inom industrin förväntas stora delar av den mest ineffektiva användningen av el minska tack vare genomförda energikartläggningar. För att ytterligare energieffektivisera industrin finns dock en stor potential genom en utökad användning av värmepumpar, för att exempelvis lyfta temperaturen i spillvärmeflöden. Därtill kan den värmepumpande tekniken ytterligare bidra till energieffektivisering vid processer där det finns behov av både värme & kyla, såsom vid livsmedelsproduktion. För att realisera den potential som finns inom energieffektivisering inom industrivärme och industrikyla krävs ett nära samarbete mellan akademien och industrin samt medel att bedriva demonstrationsprojekt för att påvisa goda exempel.

Inom traditionell kylteknik har stort fokus legat på att upprätthålla rätt temperatur i utrymmen som ska kylas. Mindre intresse har ägnats åt att öka energieffektiviteten. Det finns stor potential att minska energibehovet (öka köldfaktorn uttryckt som godhetstalet COP2) i många kyl- och frysanläggningar.

För installation av värmepumpar har redan stort fokus legat på energibesparing – det är ju därför de installeras – och en hög värmefaktor (COP1) är viktig. Här bör forskningens fokus även ligga på att söka hitta utföranden som gör att fler värmepumpar installeras så att energianvändningen inom industrin kan minskas.

Mycket energi går idag förlorad som spillvärme. Genom ORC teknik kan denna energi tas till för elgenerering.

¹, Jonas Gräslund, ENERGI&MILJÖ NR 11 NOVEMBER 2015

Forskning och demonstrationsanläggningar samt långtidsmätningar och –uppföljningar för valideringar, som undanröjer de hinder som finns samt uppvisar fördelarna med att samproducera både värme & kyla behövs. För att uppnå väl fungerande anläggningar krävs dels god systemkunskap men även forskning som definierar gränssnitt och förslag på plug-and-play-lösningar där de enskilda komponenterna enklare kan integreras för att möjliggöra storskalig implementering.

5.3 Termiska system

För att minska de effektoppar som värme & kyla ger upphov till på elnätet samt flytta energilaster över tid (från timmar till månader) är termiska lager en nyckelkomponent. Termiska lager kan vara i form av aktiva geoenergilager, lager innehållande fasförändringsmaterial, kemiska lager eller ackumulatortankar. Termiska lager kan vara kopplade till en enskild brukare (fastighet eller liknande) eller till ett större system så som närvärmenät eller ett neutralt balanserat nät. Lagren kan arbeta inom vitt skilda temperaturområden, från några plusgrader som vid konventionell geoenergi eller upp mot 80 grader Celsius såsom vid exemplet Drake Landing Solar Community i Kanada (<http://www.dlsc.ca/>). För att bättre förstå och dra nytta av de möjligheter som termiska lager erbjuder krävs mer forskning inom området och fler demonstrationsanläggningar, långtidsmätningar och långtidsuppföljning av prestanda och funktion.

Framväxten av neutrala balanserade nät innebär att en uppsjö av frågor behöver besvaras och fastställas inom forskningen. Sverige har här en god chans att bli världsledande genom den starka kompetens som finns inom värmepumpande teknik och den välutvecklade utbyggnaden av fjärrvärmenät. Ett neutralt balanserat nät kan efterlikna det elektriska nätet där de anslutna affärerna, bostadsrättsföreningarna med flera agerar som prosumenter och flera fristående leverantörer av värme eller kyla finns anslutna.

Neutrala balanserade nät bör finnas med redan i planeringen av nya stadsdelar och bostads- eller industriområden. När det finns stora avgivare av värme & kyla såsom serverhallar eller isrinkar bör detta finnas med från början i planeringen. Hur stadsdelarna ska planeras och vilka styrmedel som bör användas för att uppnå bästa ekonomi, resurs- och energieffektivitet är frågor för forskningen de kommande åren.

Neutrala balanserade nät har även potential att minska effektlaster och förskjuta energilaster på elnätet tidsmässigt. Att kvantifiera dessa storheter och ta fram underlag för hur anslutande enheter bäst utformas där bland annat lägre temperaturlyft efterfrågas kräver ny kunskap.

Värme & kyla står idag för en betydande del av den svenska elförbrukningen. Genom utbyggnad av termiska lager öppnar sig möjligheten till minskning av effektoppar och förskjutning av energiuttag från elnätet. Högre samplingsfrekvens på elmätningen tillsammans med standardiserade protokoll och nya styrstrategier kan möjliggöra en balansering av elnätets fluktuationer som uppkommer både på lastsidan och på tillförselsidan. Fluktuationerna på tillförselsidan kan förväntas öka i och med en ökande andel sol- och vindelsgenerering. Hur en sådan styrning ska utformas och vilka incitament, regler och ramverk som bäst styr mot en övergång till en adaptiv reglering för att täcka behovet av värme & kyla återstår att fastställa.

Sakernas internet (IoT) förenklar möjligheten att koppla upp fler sensorer och lokala regulatorer för en mer individualiserad och behovsstyrd tillförsel av värme & kyla. För att det ska fungera krävs dock standarder på gränssnitt och protokoll vilket återstår att definiera. Därtill behövs det också utredas

vem som ska få tillgång till informationen från sensorerna och vem som ska få styra de anslutna komponenterna.

För att beslutsfattare ska kunna välja ekonomiska och resurseffektiva lösningar för värme & kyla krävs att det finns beräkningsprogram som korrekt simulerar integration av komplexa termiska system, som bland annat innehåller olika typer av termiska lager, solvärme, värmepumpar, de ingående värmeflödena och styrning av de ingående komponenterna. Dessa simuleringsprogram måste tas fram samt valideras i fullskaliga pilotanläggningar.

5.3.1 Regional samverkan för värme och kyla

I ett regionalt energisystem finns det idag ett stort utbud av olika energilösningar för en regions värme och kylbehov, som exempel kan nämnas fjärrvärme, fjärrkyla, värmepump, kylmaskin, energilagring och solvärme. Olika kunder inom regionen (industrier, fastigheter) väljer olika energilösningar utifrån t.ex. tillgänglighet och prisbild. Detta får till följd att varje enskild energileverantör optimerar sin produktionsstrategi för en region baserat på just den egna produktionen och den egna kundkretsen.

För att möta målbilden om ekologisk hållbarhet, konkurrenskraft och försörjningstrygghet krävs ett övergripande systemperspektiv på en regions värme och kylbehov. Med en helhetssyn där energileverantörer samverkar och olika energilösningar kombineras, minskas risken för suboptimeringar.

Det finns idag låg kunskap och erfarenheter om hur olika energilösningar i en region kan komplettera varandra och på så sätt samverka för att nå ett resurseffektivt energisystem. Exempel på hur olika produktionsstrategier och affärsmodeller för olika energilösningar påverkar det totala regionala energisystemet behövs därför. Ökat systemperspektiv på en kommuns eller regions energisystem är en förutsättning för att nå resurseffektivitet och minska miljöpåverkan.

För att uppnå detta behövs ökad kunskap och forskning om hur dagens energilösningar kan nyttjas både mer resurs – och kostnadseffektivt genom en övergripande systemsyn där samverkan och kombinationer av olika värme- och kyla lösningar leder till optimalt nyttjande med minimal miljöpåverkan och minskade produktionskostnaderna. En regional samverkan av värme- och kyla lösningar minskar också sårbarheten för framtiden, och säkrar konkurrenskraften för en region. Hinder och drivkrafter för att belysa hur olika strategier för regionala värme- och kyla lösningar kan samverka för optimalt resursutnyttjande behövs också, liksom analyser av hur olika policyinstrument styr en regions energiförsörjning.

5.4 Verktyg och metoder

För att kunna utveckla framtidens smarta termiska system som är mer sammankopplat med elnätet och innefattar en tätare integration mellan ingående termiska komponenter är ett grundkrav att det säkerställs och utvecklas kompetens inom grundläggande kylteknik (värmepumpsteknik), termodynamiska processer och cykler samt värme- och massöverföring.

Det finns idag mycket kunskap inom akademien som inte når ut. För att överbrygga detta kunskapsglapp föreslås att kommande forskningsprogram har två budgetar där en är vikt till "traditionella" forskningsprojekt likt de tidigare forskningsprogrammen och en del är vikt till demonstrationsprojekt, utbildningsmaterial och mer marknadsnära projekt än vad som normalt har funnits inom Effsys-programmen. Denna del av budgeten föreslås ha en annan utvärderingsmall där utkomsten inte förväntas vara artiklar, och risknivån kan läggas högre.

För att nya teknologier och kunskap ska komma ut på marknaden är det viktigt att det finns goda exempel att visa upp. Här finns ett stort behov att utöka kommande program med pilot- och demonstrationsprojekt som kan bli dessa exempel. Det är även viktigt att det finns underlag för de beslutsfattande personer som projekterar termiska system. För att ta fram dessa underlag behövs systemövergripande simuleringsverktyg tas fram som kan underlätta projektering av komplexa termiska system och kan visa upp styrkor och svagheter med olika systemkonfigurationer.

Ett ytterligare botemedel för att minska kompetensbristen hos de olika aktörerna i samhället föreslås vara mer tvärvetenskaplig forskning och samarbete för att sprida den kunskap som idag finns begränsad till de institutioner som är specialiserade på kyla och värme.

Det finns ett behov av långtidsuppföljningar som sträcker sig längre än över en normal programperiod på 4 år. Det vore önskvärt om det inom Energimyndigheten fanns medel som kan stödja sådana projekt, då detta är ett eftersatt men efterfrågat område, och dessa är väsentliga för validering och kunskapsutveckling.

För att möta den ökade omfattningen av resurseffektiv värme & kyla, i förhållande till nuvarande program Effsys Expand, föreslås att kommande 4-åriga programsatsningar initialt utökas med 35% till att uppgå till 65 miljoner kronor i stöd från Energimyndigheten.