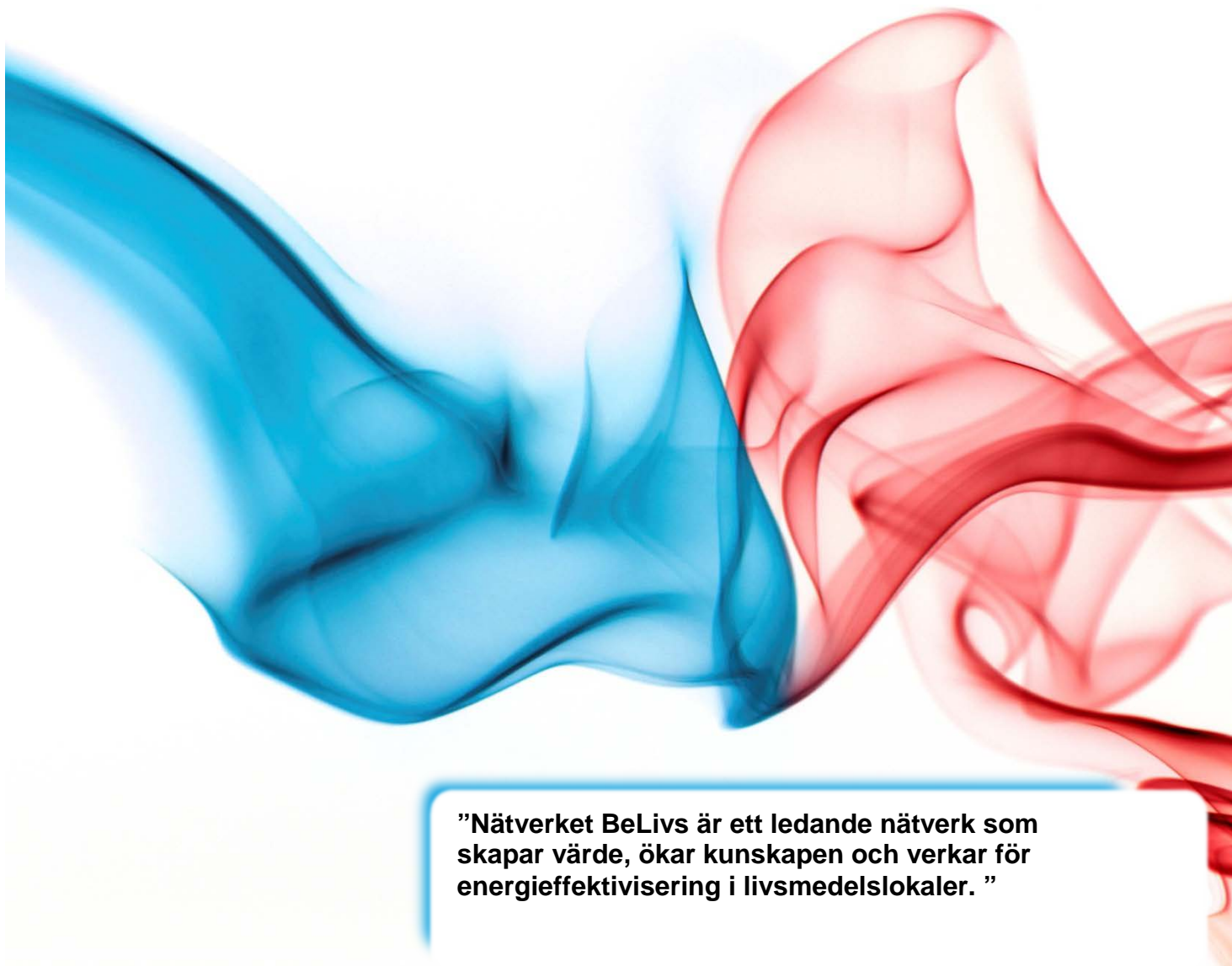


# ***Processystem för värme och kyla i storkök***

## **FÖRSTUDIE**



**”Nätverket BeLivs är ett ledande nätverk som skapar värde, ökar kunskapen och verkar för energieffektivisering i livsmedelslokaler. ”**



**Energimyndighetens Beställargrupp Livsmedelslokaler**

*Respektive författare ansvarar och står för innehållet i denna rapport*

# **Processsystem för värme och kyla i storkök**

## **Process system for heating and refrigeration in professional kitchen**

Lennart Rolfsman  
Kristin Larsson

Projektnummer: BF02  
År: 2014-04-28

## Beställargruppens medlemmar



Axfood AB



Bergendahls Food AB



City Knalleland



ICA AB



KF Fastigheter



Max Hamburgerrestaurang



Statoil Fuel & Retail



Örebro kommun

**BeLivs**  
**Energimyndighetens Beställargrupp Livsmedelslokaler**  
SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut  
Box 857, 501 15 Borås  
[www.belivs.se](http://www.belivs.se)  
[belivs@sp.se](mailto:belivs@sp.se)

*Respektive författare ansvarar och står för innehållet i denna rapport*

## Sammanfattning

Det produceras stora mängder värme vid matlagning i storkök, denna värme går ofta till spillo i avlopp eller via ventilationsluften. Dessutom nyttiggörs sällan den värme som kyls bort från matvarorna med hjälp av kyl- och frysinstallationer. Energianvändning och driftkostnader för storkök kan minska genom att installera system som möjliggör värmeväxling mellan olika energiflöden i köken, så som energisystemen för livsmedelskyla, värme, ventilation samt komfortkyla (AC). Idag saknas en helhetsbild av energiflöden och tillgängligheten hos värmekällor respektive värmesänkor i storkök. Syftet med denna förstudie var att undersöka möjligheten att täcka kyl- och/eller värmebehov internt hos storkök. Det tänkta tillvägagångssättet var att använda offentlig tillgänglig energidata för att analysera möjliga energieffektiviserings-möjligheter. Men då säkerställd statistik om energiflödena i kök inte fanns att tillgå blev resultatet en ansökan om att genomföra mätning i olika storkök där energiflöden i både energimängd, effekttoppar och tid ska kartläggas. Ansökan syftar till att få tillstånd demonstrationsprojekt för att driva på utvecklingen av effektivare energianvändning i storkök genom att ta fram riktlinjer för lämpliga energieffektiviserande åtgärder för befintliga och nybyggda kök.

**Nyckelord:** kök, storkök, storkök, energieffektivisering, värmeåtervinning, energiflöden

## Summary

When cooking and preparing food in commercial kitchens a lot of heat is produced, refrigeration and freezer installations produces heat when cooling down grocery and prepared food. This heat is rarely used but is poured down the drain or vent off through ventilation. Energy consumption and operating costs in commercial kitchens can be reduced by installing systems that allow heat exchange between the various energy flows in the kitchens, for example energy systems for food cooling, heating, ventilation and space cooling (AC). There is not a complete picture of energy flows and the availability of the heating and cooling sources in commercial kitchens today, and the purpose of this study was to investigate the possibility of covering the cooling and / or heating requirement internally at commercial kitchens. The intended approach was to use public available energy data to analyze the possible energy efficiency enhancement opportunities. But since assured statistics on energy flows in kitchens were not available was the result of this study an application to carry out measurements in different commercial kitchens where energy flows in both the amount of energy, peak power and time will be mapped. The application seeks to implement demonstration projects to promote the development of energy efficiency in commercial kitchens by developing guidelines for appropriate energy efficiency measures for existing and newly built commercial kitchens.

**Keywords:** kitchens, caterers, commercial kitchens, energy efficiency, heat recovery, energy flows

## Förord

Energimyndigheten startade BeLivs 2011. BeLivs uppdrag är att vara en objektiv part och att driva utvecklingsprojekt med energieffektivisering och miljöfrågor som gemensamma nämnare bland sina medlemmar i deras fastigheter. Resultaten och erfarenheterna av projekten publiceras som rapporter på [www.belivs.se](http://www.belivs.se) och är kostnadsfria att ta del av. Alla bolag i branschen, även de som inte är medlemsföretag, kan därför dra nytta av BeLivs arbete.

**Varför BeLivs?** En stor andel elenergi används i butiker och livsmedelslokaler. BeLivs uppgift är att skynda på utvecklingen mot energieffektivare livsmedelslokaler genom att driva utvecklingsprojekt. Projekten handlar om att visa att och hur energieffektiv teknik och energieffektiva system fungerar i verkligheten tillsammans med medlemmarna. En lika viktig uppgift är att föra ut erfarenheter från projekten till resten av branschen som är kopplade till livsmedelslokaler.

BeLivs skall hjälpa Sverige att nå de energimålen som är uppsatta. BeLivs mål är att få ut energieffektiva system och produkter tidigare på marknaden. Parallellt med en ökad energieffektivitet skall utvecklingsprojekten också förbättra eller bibehålla verksamheten och inomhusmiljön i lokalerna och vara ekonomiskt lönsamma. Det är viktigt att produkter och system som det investeras i är kostnadseffektiva.

Datum: 2012-05-07

# Innehållsförteckning

<b>Sammanfattning</b> .....	<b>4</b>
<b>Summary</b> .....	<b>4</b>
<b>Förord</b> .....	<b>5</b>
<b>Innehållsförteckning</b> .....	<b>6</b>
<b>Inledning</b> .....	<b>7</b>
<b>1 Problembeskrivning</b> .....	<b>7</b>
1.1 Syfte och mål .....	7
1.2 Avgränsningar .....	7
1.3 Metod .....	7
<b>2 Bakgrund</b> .....	<b>9</b>
2.1.1 Storkök .....	9
<b>3 Genomförande</b> .....	<b>11</b>
3.1 Energianvändning i storkök .....	11
3.2 Ecodesign inom EU.....	12
3.3 Organisation .....	12
3.4 Energieffektiviseringspotential.....	13
<b>4 Resultat</b> .....	<b>14</b>
4.1 Forskningsbehov för storkök .....	14
4.2 Ansökan storkök .....	15
<b>5 Litteraturreferenser</b> .....	<b>16</b>
<b>6 Mätningar av energi i storkök</b> .....	<b>18</b>
6.1 Varför mäta?.....	18
6.2 Vad ska mätas och hur går mätningen till? .....	18
6.2.1 Tidsperiod för mätning .....	19
6.2.2 Totalt tillförd energi.....	19
6.2.3 Kyl- och frysanläggningar.....	19
6.2.4 Snabbkylning av lagad mat.....	20
6.2.5 Diskmaskiner.....	20
6.2.6 Varmvatten .....	20
6.2.7 Avloppsvatten.....	20
6.2.8 Matlagningsapparater .....	21
6.2.9 Varmhållningsvagnar .....	21
6.2.10 Ventilation .....	21
6.2.11 Uppvärmning av lokaler .....	21

# Inledning

Inom nätverket BeLivs Beställargrupp finns kunskap och stort intresse av storkök. Kök är en verksamhet som är energiintensiv i förhållande till övriga lokaler i en fastighet och det finns en stor önskan om att minska mängden köpt energi hos dem som driver och äger kök. Energieffektivisering skulle möjliggöras om energisystemen i köken, så som exempelvis livsmedelskyla, värme och ventilation samverkade med varandra och andelen värmeåtervinning ökade. En av anledningarna till att fler effektiviseringar inte görs, är att aktörerna som äger och driver storkök behöver ökad kunskap och förståelse om energisystemen och energiflödena i köken och om de tekniska lösningarna.

## 1 Problembeskrivning

Det produceras stora mängder värme i storkök vid tillagning och lagring av mat. Värme som till stor del kyls bort eller spolats ner i avlopp. Denna värmeenergi skulle kunna återvinnas och användas internt. Men idag saknas en helhetsbild av energianvändningen och de olika energiflödena i ett storkök. Det behövs en kartläggning där energiflödena i kök mäts, för att veta i vilken typ av värmeåtervinning som är möjlig och i vilken omfattning. Till exempel kan den låggradiga avloppsvärmen tas till vara med en värmepump och användas för värmning av tappvarmvatten. Värmeåtervinningspotential finns också för kyl- och frysinstallationers kondensorer och för den utgående ventilationsluften.

### 1.1 Syfte och mål

Syftet med förstudien var att utreda möjligheter till värmeåtervinning genom att samverka de olika energisystemen i storkök. För att hitta möjligheterna skulle följande frågor besvaras:

- Hur ser energiflödena ut i storkök med avseende på överskott av värme och/eller kyla?
- Finns det möjlighet att täcka delar av kyl- och/eller värmebehovet internt?
- Finns det förslag till energieffektiva system och utformning?

Målet är att driva på utvecklingen för att minska behovet av köpt energi via införandet av ett processsystem för värmeåtervinningar i storkök. I denna förstudie anses benämningen storkök täcka alla typer av större kök, både privata och offentliga.

### 1.2 Avgränsningar

Förstudien omfattade inga mätningar utan endast en sammanställning av information, som redan fanns tillgänglig. Inga kostnadsberäkningar utfördes för potentiella energieffektiserande åtgärder. Syfte med förstudien var att identifiera och bedöma möjligheter för framtida demonstrationsprojekt.

### 1.3 Metod

I förstudien ingick att övergripande sammanställa energiflödena i storkök och utifrån detta identifiera möjliga energieffektiviseringsåtgärder. Metoden för att få data om i form av energimängd, effektoppar och tillgänglighet i tid för de olika energisystemen i kök var att använda redan utförda mätningar. Om inga användbara energimätningar hittas blir nästa steg att ansöka om medel för att få till stånd sådana mätningar i Sverige.

Möjliga energieffektiviseringsåtgärder och lämplig inriktning på efterföljande demonstrationsprojekt kan väljas först då energiflödena i storkök är kända. I demonstrationsprojektet görs värmeåtervinningsinstallationer eller andra åtgärder för energieffektivisering, och följs upp i projektet.

Tillsammans med Luleå Universitet och Luleå Energi hade MAX hamburgerrestauranger startat ett examensarbete med syfte att kartlägga energiflöden i tre av sina restauranger. Under detta examensarbete skulle visualisering av energiförbrukning introduceras för personalen. Examensarbetet beräknades vara klart tidigt i höst 2012 och resultatet skulle användas i denna förstudie.



## 2 Bakgrund

Det har konstaterats under tidigare arbeten att kunskap om energiflöden i storkök är bristande [1]. Köken har behov av livsmedelskyla, d.v.s. kylar och frysar, vilket gör att energianvändning och energisystem avsevärt skiljer sig från övriga lokalers energianvändning. Det finns därför ett behov av att separera se över dessa verksamhetslokaler.

I köken lagas, bereds, packas och säljs mat. Det kräver tekniska installationer såsom, livsmedelskyla, beredning av varmvatten till disk och tvätt, mycket ventilation för att få bort matos, el till ugnar, spisar och annan elektrisk utrustning. Det innebär många gånger att mycket värme avges från utrustning med ett stort ventilationsbehov som följd och i vissa fall även ett stort behov av varmvatten. Viktiga frågeställningar för totala energianvändningen är också hela fastighetens systeminstallationer och hur dessa samverkar med kökets verksamhetsenergianvändning.

En annan kunskapsbrist är hur återvinning från spisventilation ska kunna genomföras på ett både hygieniskt och funktionellt sätt. Idag är det inte känt hur värme från spisventilation ska kunna göras med rådande teknik. Däremot finns det idag bra kunskap om hur den värmen som frigörs från kyl- och fryssystemen via kondensorer kan återvinnas för att värma både tappvarmvatten och lokaler. Det vatten som hålls ut i avlopp från diskning, städning och kokvatten från grytor är också en möjlig värmekälla till värmeåtervinnig. Storleken på dessa värmekällor och mottagare av värme, samt vilka tider de finns tillgängliga måste vara kända innan denna energi kan återvinnas via nya installationer.

Andra möjligheter till energieffektivisering är pågående Ecodesign-projekt inom EU [2], där krav på energiprestanda kommer fasa ut produkter som inte klarar energikraven. I stort sätt all utrustning i kök, både apparater för matlagning och annan utrustning som ventilationssystem, fläktar, pumpar, elmotorer och belysning ingår i dessa kravställanden inom Ecodesign.

### 2.1.1 Storkök

Det anses finnas en begreppsförvirring med ordet storkök [3]. Den vanliga benämningen storkök anses vara associerad med kök drivna av offentliga förvaltningar. I denna förstudie skedde ingen avgränsning i avseende på vem som driver köket, här används begreppet storkök för alla typer av professionella kök där lagas mat yrkesmässigt. Storkök finns av varierande storlek och med varierande inriktningen och uppdelning brukar se ut som följer [4]:

- Centralkök – utrustat för att tillaga hela måltider
- Tillagningskök – som centralkök, men maten serveras i direkt anslutning till köket
- Produktionskök – gemensam benämning på central- och tillagningskök
- Mottagningskök – tar emot varm eller kall mat. Kompletterar med potatis, ris, pasta eller sallad
- Serveringskök – tar emot hela måltiden färdiglagad

Om nu den här indelningen appliceras på olika typer av verksamhet, så som skolor, sjukhus, personalmatsaler, fast food, restauranger, inses det att det finns storkök som lagar mat hela dagarna och andra som bara lagar ett mål om dagen eller till och med bara varmhåller maträtter. Portionerna kan variera i storlek och dessutom med en eller flera rätter. Även storleken på verksamheten varierar; från förskolor med ibland mindre än 100 portioner per dag upp till centralkök med tusentals portioner per dag. Det är även stor skillnad mellan kök som lagar väldigt många olika rätter och kanske 3-rättersmenyer hela dagarna jämfört med skolköken som lagar 1- till 2-rättersmenyer en gång om dagen. Beroende på verksamhetens inriktning kommer utrustning, arbetssätt och därmed energiåtgång att variera. Det behövs

mätningar av olika typer av kök för att kunna göra en generell kartläggning av energiflödena. Systemgränsen för mätningarna måste sättas så att all utrustning som används för att lagra, bereda och tillaga mat i köket är inräknad. Även indirekta system för ventilation, luftkonditionering, livmedelskyla, belysning mm måste ingå.

### 3 Genomförande

Det är vanligt att man i storkök har ett flertal olika tekniska system som idag inte är integrerade med varandra. För att dessa system skall kunna optimeras ur energisynpunkt krävs tekniska och ekonomiska kunskaper om de enskilda produkterna såväl som om systemen. Detta är komplexa frågeställningar i köken och det finns därför ett stort behov av att utveckla och demonstrera bästa tillgängliga teknik för att minska på energianvändningen.

En förstudie, som genomfördes 2010 i tio storkök inom skolköksektorn, utvärderade den insats som behövs för att kunna mäta storkökens energiåtgång, vattenförbrukning och matsvinn [1]. Från denna förstudie identifierades åtgärder som direkt eller indirekt skulle leda till energieffektivisering i köken.

Direkta energieffektiviseringar:

- Värmeåtervinning från centrala kyl- och fryssystem. (I centrala kyl- och fryssystem samlas spillvärmen från kylprocessen upp. Värmen släpps dock ofta ut utomhus, men kan istället återvinnas för att t.ex. värma lokaler eller tappvarmvatten.)
- Värmeåtervinning från avlopp
- Värmeåtervinning från ventilation
- Tidsstyrning av utrustning
- Engagemang hos personalen för att åstadkomma en minskad energianvändning i köken
- Minska svinn av livsmedel, vilket medför till ett minskat energibehov i köken

Indirekta energieffektiviseringar i hela kedjan:

- Minskat svinn av livsmedel medför minskat energibehov längs hela livsmedelskedjan och uppnås via engagemang av personal och ägare

#### 3.1 Energianvändning i storkök

Lokaler med hotell-, restaurang- och samlingsverksamhet där det finns kök har en genomsnittlig elanvändning på 25 kWh/m<sup>2</sup>, men själva köken använder mycket energi jämfört med de andra lokalerna. Om elanvändning för köksutrustning i stället beräknas per kvadratmeter köksarea blir värdet 751 kWh/m<sup>2</sup> [5]. Elektricitet får i många fall 2-2,5 gånger högre viktning än värme. Detta innebär att köken har en mycket hög energianvändning räknat på area. Det finns ett flertal relevanta punkter för köken för ökad energieffektivisering, inte minst val och byte av utrustning efter de EU-krav som kommer sättas för de mest energikrävande apparaterna i ett kök; diskmaskiner, kyl- och frysskåp, ugnar och spisar. Det finns även ett behov av att öka användandet av gemensamma styrsystem, utnyttja spillvärme samt optimera kylutrustningens driftsenergi.

När de senaste 10-15 årens rapporter om energi i storkök studerades, insågs att väldigt få verkliga mätningar har genomförts. Den mest citerade källan var en rapport år från 1979 [6]. I den undersökning, som rapporten beskriver, har systemgränsen lagts så att inte kyl- och frysrum ingick. Undersökningen innefattade mätningar i sex olika storkök, se Tabell 1.

Tabell 1. Mätning av energianvändning i 6 olika storkök [6].

Typ av kök	Kategori	Portioner/dag	Energi/portion		Varav varmvatten, %
			MJ	kWh	
Personalkök	Produktion	< 200	12	3,2	80
Skolkök	Mottagnings-kök	500	0,2	0,5	30
Regementskök	Produktion	500-1000	6	1,7	55
Sjukhuskök	Produktion/ Centralkök	1100-1500	7,7	2,1	53

<b>Restaurang</b>	Produktion	200-500	14	3,8	30
<b>Hotell</b>	Produktion	400-900	38	10,5	30

Någon fullständig och användbar mätning av de olika energisystem i storkök, så som exempelvis livsmedelskyla, värme, ventilation samt komfortkyla (AC) har inte hittats under denna förstudie. Examensarbetet "Energieffektivisering i hamburgerrestaurang" har inte presenterats för BeLivs och det finns uppgifter om att mätningarna har misslyckats av olika tekniska skäl [7].

### 3.2 Ecodesign inom EU

Inom EU pågår ett arbete med att ta fram energikrav för många olika produkter [2]. Klarar inte en produkt energikraven får de inte säljas, vilket innebär att de kommer fasas ut från marknaden. Ett kriterium för att en förordning med energikrav skall skrivas för en produktgrupp är att den årliga försäljningen ska överstiga 200 000 exemplar. Exempel på produktgrupper som används i storkök är:

- kyl och frys för kommersiell användning, ENTRE Lot 1 [8]
- utrustning för matlagning har delats upp i:
  - Lot 22 ugnar [9]
  - Lot 23 spisar och grillar [9]
  - Lot 25 kaffemaskiner [10]
- kommersiella diskmaskiner Lot 24 [11]
- luftkonditionering och ventilation, större anläggningar, ENTRE Lot 6 [12]

Ett intressant resultat för kommersiella kyl- och frysskåp är att omkring 90 % av försäljningen sker för att ersätta äldre produkter. USA, Kanada och Storbritannien har redan minimikrav på energiprestandan för kyl- och frysskåp.

Energikraven för produkter som säljs inom EU kan vara minimikrav för att få finnas på marknaden och/eller ett märkningssystem som bygger på energiklasser. Energiklasser finns idag för hushållsprodukter baserade på en bokstavsskala. Skälet till att införa dessa krav var att:

- minska miljöbelastningen
- minska kostnader
- minska det politiska beroendet av bränslen från länder utanför EU

En fördel med Ecodesign och märkningen av produkter är att uppgivna data enligt direktiv blir jämförbara och därmed kan ligga till grund för upphandling.

### 3.3 Organisation

I förstudien medverkade BeLivs Beställargrupp. Projektägare har varit Jonny Hansson från MAX Hamburgerrestauranger AB och Lennart Rolfsman från SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut har varit projektledare.

### 3.4 Energieffektiviseringspotential

Kök är fortfarande en av de mest energikrävande lokalerna [1]. Det finns stora möjligheter till att återanvända energi och även till att minska den totala energianvändningen. Det finns indikationer på att de två största energianvändarna i kök är värmning av varmvatten och kyl- och fryssystem.

Genom att använda data presenterad i arbeten från referenser [1], [3], [4], [6], [13] till [17] och kalkulera energibesparingspotentialer ges följande slutsatser:

- Kyl- och frysinstallationers andel av hela kökets energianvändning ligger troligen mellan 25 % och 40 %.
- Möjlig energibesparing i svenska storkök är > 256 GWh/år. (Bången 2009)
- Av den använda energin i storkök används ca 50 % till värmning av varmvatten [13][14]. Omkring 30-40 % av köpt energi kan sparas genom att istället värma tappvatten med värme från kyl- och frysinstallationer. Det behövs en värmepump och ackumulering av värmen för att täcka åtminstone 60 % av dygnsbehovet [15].
- För att kunna återvinna värme i utgående luft i spisfläktar och i avloppsvatten, måste hygienkrav på värmeväxlare för värmeåtervinning av både luft och avloppsvatten studeras [16][17].
- Luftmängder för ventilationen i kök bör studeras och även beskrivas tillsammans med kökets storlek och funktion.

Det bör observeras att slutsatsen (Bången 2009) är baserad på mätningar från 1979 som inte hade med kyl- och frysdelen i mätningarna. Skattningen är dessutom väldigt konservativ utifrån då kända data. I underlaget saknas kyla, ventilation och belysning. Verkligheten är att data faktiskt saknas, eftersom några ordentliga mätningar aldrig gjorts i Sverige och inte heller har hittats utanför Sverige.

## 4 Resultat

Den verksamhet som bedrivs i storkök innebär att lokalen betraktas som en energiintensiv lokal. För storköken medför den höga energianvändningen många gånger att mycket värme behöver ventileras bort. Dessutom kan verksamheten innebära ett stort behov av varmvatten. Den maximala vinsten uppnås när man ser på samordningsvinsterna mellan verksamhets- och fastighetsenergi, samordningsvinster där energisystemen i köket och i övriga fastigheten samverkade och andelen värmeåtervinning ökade. Det krävs ökade kunskaper om dessa energisystem och om potentialen hos tekniska lösningar för att få till stånd fler energieffektiviseringsåtgärder i storkök. Erfarenheten har visat att det är mycket svårt att få investerare att bygga de första demoanläggningarna för energieffektiviseringsåtgärder. Om ny teknik för branschen ska kunna få större genomslag är dessa anläggningar en förutsättning. Nästa steg för dessa åtråvärda demoinstallationer är att mäta verkliga data på ett sätt som säkerställer kraven på trovärdighet och generalisering, och som redan under mätprojektet leder till nya arbetsmodeller som stödjer resurseffektivisering i köksledet.

Det finns idag ingen säkerställd statistik över storköks energianvändning. Det finns få energimätningar rapporterade i de skrifter som publicerats de senaste 10-15 åren (Rolfman, 2009). Denna förstudie påvisade behovet av att få till stånd mätningar i befintliga storkök och få fram gemensamma mätmetoder för denna typ av kök. Data som behövs för att identifiera energieffektiviseringsåtgärder är information om energiflöden, i både energimängd, effektoppar och tid. Systemgränsen ska sättas så att all utrustning för att lagra, bereda och laga mat i köket är medräknade. Det behövs ett helhetsgrepp gällande energianvändningen i storkök, där köket inte enbart ses som en del i bygganden, utan där kökets olika tekniska energisystem analyseras och energiflödena benas ut.

Då inga användbara data hittades för att kartlägga storköks energiflöden, skrevs en ansökan inom ramen för denna förstudie. Ansökans syfte var att få tillstånd energimätning i storkök och demonstrera hur sådana mätningar bör utföras. I storkök finns även problematiken att oftast inte är brukarna, det vill säga kökspersonalen, som betalar energinotan. Det krävs ett engagemang hos personalen för att minska energibehovet genom att ändra beteendet. Kunskap, delaktighet och visualisering av energiflöden är en del i arbetet för att få en engagerad kökspersonal med sig för att sänka energibehovet. Denna del ingick också i ansökan.

Förstudien identifierade även behovet att undersöka möjlig teknik för att återvinna värme i den förorenade utgående ventilationsluften och i avloppsvattnet från storkök.

### 4.1 Forskningsbehov för storkök

Inom alla kök förekommer större eller mindre mängder förorenad varm luft på grund av matos och bakterier från matlagning och mathållning. Med rådande känd teknik är det troligen inte möjligt att återvinna värme från denna varma förorenade luft genom att använda roterande värmeväxlare [17]. Risken är för stor att växlaren inte håller tätt och att frånluften blandar sig med tilluften och återförs till lokalerna. Tilluften kommer då bära med sig både lukt och skadliga bakterier.

Värmeåtervinning av förorenad luft från matlagning kan vara möjlig med tre metoder:

1. Ozoninsprutning i frånluften, som leder till sönderfall av fett
2. Bakterier som ständigt tillförs tilluften och förtär fett
3. Tvättning av frånluftvärmeväxlare

Metoden med ozoninsprutning används idag, men skulle behöva genomgå ytterligare provning i kontrollerad miljö för att kunna säkerställa funktionen och att bli säker på att den inte medför risker för ozonläckage, då höga halter av ozon är giftigt för människor. Metoden

med bakterietillförsel till smutsig luft används i Sverige idag, men innebär tyvärr ganska höga driftskostnader. Tvättbara frånluftsvärmeväxlare är vanligt förekommande i Europa, men är på grund av högre investeringskostnad ovanliga i Sverige. I ett forskningsprojekt kan den tillgängliga litteraturen studeras och metoderna undersökas för att hitta mer lönsamma metoder. Intressenter och finansiering för ett sådant projekt bör undersökas.

Genom att analysera vilka krav som de olika metoderna ställer på ventilationssystemet, både värmetekniskt och ur risksynpunkt, kan en eller flera metoder komma att användas i demonstrationsprojekt. Möjligtvis måste demonstrationsprojekteten i befintliga storkök föregås av provning i kontrollerad miljö för att undersöka och verifiera framför allt metoden med ozoninsprutning.

## 4.2 Ansökan storkök

När de senaste 10-15 årens rapporter om energi i storkök studerades i denna förstudie insågs att få verkliga mätningar på energianvändning i storkök har genomförts. Man vet väldigt lite om vilka energiflöden som finns i ett storkök, när på dygnet energianvändningen är som störst och var det är möjligt att energieffektivisera. Denna förstudie initierade därför arbetet med en ansökan till Energimyndigheten om att utföra mätningar och analysera energiflöden i tre olika storkök. Ansökan avser att få tillstånd ett projekt för att driva på utvecklingen av effektivare energianvändning i storkök.

Anledningen till att man ville göra mätningar i olika sorters storkök är att tillvägagångssättet för att lagra, bereda och tillaga mat skiljer sig beroende på vilken typ av storkök det är (läs mer om olika typer av storkök i kapitel 2.1.1 i denna rapport). I ansökan medverkade IKEA, Max Hamburgerrestauranger och Örebro Kommun med var sitt demonstrationsprojekt. IKEAs demonstrationsprojekt består av två storkök, ett av dem är ett mottagningskök som värmer färdiga rätter i ugn och serverar på tallrik, det andra är ett café-kök/Bistro. MAX Hamburgerrestaurang ska bygga en ny restaurang med ett helt nytt tillagningskök. Skolköket i Örebro är ett tillagningskök som ska byggas om totalt.

Projektet ska kartlägga vilka energiflöden som finns samt hur de skiljer sig i de tre olika typerna av storkök. När kartläggningen är klar ska åtgärds paket för energieffektivisering av storkök sättas samman. Uppskattade kostnader för implementering ska tas fram, och för varje implementering ska uppföljande mätning genomföras för att analysera det verkliga utfallet i demonstrationsprojekten. Syftet med projektet är att ta fram riktlinjer för lämpliga energieffektiviserande åtgärder för befintliga och nybyggda kök och att verifiera dessa med mätningar. Projektets resultat skall sedan kunna användas och visas för andra storkök.

Målet med ansökan var att minska användningen av köpt energi i befintliga storkök med 25 % med hjälp av nyinstallationer. Vid nybyggnation ska mängden köpt energi vara 50 % lägre än vad ett genomsnittligt storkök av samma typ ligger på idag. Detta ska göras möjligt genom att samla erfarenheter, goda exempel och initiera demonstrationer via olika åtgärds paket. Minskade energikostnader ökar konkurrensförmågan och även miljöprofilen.

## 5 Litteraturreferenser

- [1] Rolfsman, L, Pettersson, U, Barr, U-K, Sund, V; "Storkök - Förstudie av energiförbrukning och livsmedelssvinn", SP Rapport 2010:66, SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, Borås, 2010, 72 sidor
- [2] Produktgrupper inom ekodesign och energimärkning  
[www.energimyndigheten.se/sv/Foretag/Ekodesign/Produktgrupper/](http://www.energimyndigheten.se/sv/Foretag/Ekodesign/Produktgrupper/)  
[2013-11-12]
- [3] Bångens, Lotta, Govem BM; "Locket På Energieffektivisering i professionella kök", ATON Teknikkonsult, Stockholm, 2009
- [4] Yngve, H; "Mat för många", SWECO FM konsulterna för Sveriges Kommuner och Landstings FoU-fond för fastighetsfrågor, Stockholm, april 2006, 84 sidor
- [5] Statens Energimyndighet, "Energianvändning i handelslokaler. Förbättrad statistik för lokaler, STIL2", ER2010:17, ISSN 1403-1892, Stockholm
- [6] Malmström, T, Matthiasson, Einar; "Avfall, energi och vattenförbrukning i storkök", STU-information 134-1979, Styrelsen för teknisk utveckling, Stockholm, 1979
- [7] Norström, J; "Energieffektivisering i hamburgerrestaurang", Luleå tekniska universitet, Institutionen för teknikvetenskap och matematik, Luleå, dec 2012, 32 sidor
- [8] Ecodesign Preparatory Study ENTR Lot 1 - Refrigerating and Freezing Equipment  
<http://www.ecofreezer.com.org/>  
[2013-11-29]
- [9] Köksprodukter för hushållsbruk (Lot 22, 23 och delar av 10)  
<http://www.energimyndigheten.se/sv/Foretag/Ekodesign/Produktgrupper1/Koksprodukter-for-hushallsbruk/>  
[2013-11-29]
- [10] Kaffemaskiner för hushållsbruk  
<http://www.energimyndigheten.se/sv/Foretag/Ekodesign/Produktgrupper1/Kaffemaskiner/>  
[2013-11-29]
- [11] Tvättmaskiner, torktumlare och diskmaskiner för professionellt bruk  
<http://www.energimyndigheten.se/Foretag/Ekodesign/Produktgrupper1/Tvattmaskiner-torktumlare-och-diskmaskiner-for-professionellt-bruk/>  
[2014-03-24]
- [12] Ecodesign Preparatory Study ENTR Lot 6, Air Conditioning and Ventilation Systems"  
<http://www.ecohvac.eu/>  
[2014-03-24]
- [13] Olsson, P, Thorsell Nilsson, U; "Storköksdisk Förstudie", SIK 4121-99-3349, SIK Institutet för Livsmedel och Bioteknik, Göteborg, 1999
- [14] Olsson, P, Thorsell Nilsson, U; " Energi och miljö i storhushåll", SIK Institutet för Livsmedel och Bioteknik, Göteborg, April 1999
- [15] Tegnelius, J; " Med rätt att lämna egna förslag", KYLA + värmepumpar, nr. 2/2009



- [16] Abrahamsson, T, Lagerkvist K-O; "Värmeåtervinning ur avloppsvatten från sjukhus", BFR 125:1984, Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm, 1984
- [17] Johansson, G, Fransson, J, Ruud, S; " Ventilationsteknisk undersökning av storkökskåpor", SP Rapport 1989:40, SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, Borås

## 6 Mätningar av energi i storkök

### 6.1 Varför mäta?

Det finns idag ingen säkerställd statistik över storköks energianvändning. Det finns få energimätningar rapporterade i de skrifter som publicerats de senaste 10-15 åren. Det finns ett behov av att få tillstånd mätningar i befintliga storkök och få fram gemensamma mätmetoder för denna typ av kök. Det behövs ett helhetsgrepp gällande energianvändningen i storkök, där köket inte enbart ses som en del i bygganden, utan där kökets olika tekniska energisystem analyseras och energiflödena benas ut. Systemgränsen ska därför sättas så att all utrustning för att lagra, bereda och laga mat i köket är medräknade. Även indirekta system såsom ventilation, uppvärmning och belysning måste räknas in. Först när alla energiflöden är kända kan energieffektiviserande åtgärder sättas in. Genom att veta energianvändning och energiflödenas storlek i tid kan insatser göras för att minska behovet av energi för de största energianvändarna och system för värmeväxling mellan olika energiflöden installeras. Sätts sådana åtgärder in innan alla energiflöden är kända kan energibesparingen på ett flöde i köket få energianvändningen att öka någon annanstans och åtgärder för energieffektivisering göras där de inte gör störst nytta.

### 6.2 Vad ska mätas och hur går mätningen till?

Det är alltid önskvärt att ha tillgång till all information, men kostnaden för mätningen skall ställas mot någon form av marginalnytta. Energiflödena i storköket ska mätas för att kunna bedöma möjliga åtgärder som skall ge en lägre energianvändning. I projektet genomförs för varje objekt en ordentlig mätplanering.

Det man vill känna till om de olika energiflödena är

- energimängd
- vilka effekttoppar som finns
- tiden de är igång/är tillgängliga

Exempel på energiflöden i ett storkök, som man behöver känna till detta om är:

- Totalt tillförd energi (el och värme)
- kyl- och frysanläggningar
- diskmaskiner
- tappvarmvatten
- matlagning (matlagningsutrustning är i gång, ex. spisar och ugnar)
- ventilation
- uppvärmning av lokaler
- varmhållningsvagnar i centralkök
- snabbkylning av lagad mat

Det produceras mycket värme som biprodukt i ett storkök, värme som är möjlig att återanvända i andra energiflöden. För att kunna använda denna värmeenergi måste dessa energiflöden mätas. Möjliga värmekällor för återanvändning är

- kondensorvärme från kylanläggningar, d.v.s. den värme som vanligtvis kyls bort med uteluft via fläktar på taket
- frånluft, d.v.s. luft som suges ut från lokalen
- varmt avloppsvatten från diskmaskiner och kokgrytor

## 6.2.1 Tidsperiod för mätning

Generellt finns det säsongvariationer som bestäms av utetemperaturen och användningen av köket. Hur länge man ska mäta beror på hur mycket energianvändningen varierar över säsong. Exempelvis är utemperaturen och luftfuktigheten högre sommartid, vilket ökar bl.a. behovet av kyla och ventilation. Hög belastning i köket under kortare perioder t.ex. under lunch eller på kvällstid är andra faktorer som gör att energianvändningen i köket varierar under dagen. Ett annat exempel är skolkök som är stängda lördag-söndag, kring större helger och sommartid vilket gör att energianvändningen varierar kraftigt under året.

Faktorer som kan variera beroende på säsong är:

- Ventilation och uppvärmning
- Värmning av tappvarmvatten (temperaturen på inkommande kallvatten kan variera över året)
- Kylbehovet i kylar och frysar

Kylbehovet i kylar och frysar styrs av framför allt två saker:

- mängden inlastade varor med högre temperatur än den i skåp eller rum
- av luftens fuktighet

Varutemperaturen bör inte vara beroende av utomhustemperaturen, men i värsta fall lastas varma varor från solstekta varuintag in direkt i kyl och frys, med ökat kylbehov som följd. Sommartid ökar även luftfuktigheten, vilket lätt kan ge en dubblering av kylbehovet. Utomhustemperaturen påverkar hur mycket kylsystemet behöver jobba för att bli av med värmen, som pumpas bort från de kylde utrymmena och kyls av uteluften.

## 6.2.2 Totalt tillförd energi

Detta kan vara el, fjärrvärme och eller någon lokal panna med bio eller fossilt bränsle. Elmätning kan leverantören ge per timme och detsamma gäller ibland för fjärrvärme. Det kan dock finnas en svårighet i att om leveransen sker till en skola och det inte finns separat mätning av el utan endast totalmätningen för hela elleveransen till byggbanden. I dessa fall skall kökets totala energiintag mätas separat.

### Mät

Total elenergi, trefas  
Total värmenergi, vattenburen  
Ev. annan värmeenergi

## 6.2.3 Kyl- och frysanläggningar

Dessa anläggningar skall bedömmas både som energianvändare i förhållande till andra energianvändare i köket, men även ur effektivitetssynpunkt. Dessutom ger kylanläggningar en möjlighet att återanvända energi, d.v.s. den värme, som förs bort från kylar och frysar, och kyls av med uteluft. Därför ska all elenergi till kompressorer, fläktar och pumpar i systemen mätas. Det kan förväntas att av kylsystemens energianvändning så går minst 80 % till kompressorer och resten jämnt fördelat mellan pumpar och fläktar. I mindre system försvinner pumpdelen. Möjligheten till effektivisering av samtliga delar finns varför pumpar och fläktar helst skall mätas var för sig. För riktigt små kondensorenheter (värmväxlare där värme från kylning av matvarorna kyls bort), t.ex. luftkylda aggregat på plug-in skåp mäts fläkt och kompressor tillsammans.

Elenergi till kyl och frys (mindre kök)

5 skåp plug in

2 rum (kyl och frys)

4 fläktenheter

1 pump

5 st mätare, enfas

1 trefas

1 trefas

Elenergi till kyl och frys (större kök)		
5 skåp (inga fläktar eller pumpar)		5 mätare, enfas
5 rum (kyl och frys)	5 kompressorenheter	1 trefas
	5 fläktar i rum	1 trefas
	1 KMK	1 trefas
	1 pump	1 enfas

Effektiviteten i systemen ska bedömmas. Detta kan ske på tre olika sätt

- sätt upp utrustning som mäter temperaturen i kylda utrymmen kontinuerligt
- gör temperaturmätningar manuellt under en dag
- gör bedömningar via tekniskt underlag från tillverkare

#### Mät

Elenergi till kompressorer, fläktar och pumpar  
Temperaturer i kyl och frys  
Beräkna säsongvariationer

### 6.2.4 Snabbkylning av lagad mat

Om det finns en speciell snabbkylningsutrustning, så ska den mätas separat. Elenergin till kompressor och fläktar ska mätas.

#### Mät

Elenergi till kompressor och fläkt, 1-2 trefasmätare

### 6.2.5 Diskmaskiner

Mät el (trefas) och vattenförbrukning. Se igenom diskprogrammen för att uppskatta hur mycket av vattnet som värms och till vilken temperatur.

#### Mät

Elenergi  
Vattenmängd  
Temperatur på inkommande kall- och varmvatten

### 6.2.6 Varmvatten

Varmvatten till kök mäts separat, helst mäts flöde och temperatur var för sig, men är detta inte möjligt kan istället värmeenergin mätas.

#### Mät

Temperatur på inkommande varmvatten  
Flöde på inkommande varmvatten  
eventuellt bara värmeenergi

### 6.2.7 Avloppsvatten

Avtappning från både diskmaskiner, spolning och kokgrytor sker batchvis. Det finns två möjliga metoder att få ett underlag för beräkningar

1. Installera en bra flödesmätare (troligen är bara induktiv mätare möjlig) och en temperaturgivare.
2. Intervjua personalen om hur utrustningen används och uppskatta möjliga flöden ner i avlopp från varje apparat. Lägg in alla tappningar i ett dygnsschema och skatta både total värmeenergi och variationen under dygnet.

#### Mät (metod 1)

Flöde i avlopp  
Temperatur på flöde i avlopp

### 6.2.8 Matlagningsapparater

Spisar, ugnar, stekhällar etc. mäts i grupp om möjligt.

#### Mät

Elenergi till alla apparater, en eller flera trefasmätare

### 6.2.9 Varmhållningsvagnar

I bl.a. mottagningskök kan varmhållningsvagnar förekomma, i så fall kan de mätas som en enhet.

#### Mät

Elenergi till alla varmhållningsvagnar, en eller flera trefasmätare

### 6.2.10 Ventilation

Luftflöden kan uppskattas vid varje system, eftersom dessa är svåra att mäta. All tilluft och frånluft ska dock på något sätt skattas avseende flöde och temperatur. För att bedöma vinsten med behovsstyrning, så studera systemens styrfunktioner. För matsalar kan det vara aktuellt att lägga till CO<sub>2</sub> mätning som kan bli en parameter för behovsstyrd ventilation.

#### Mät eller uppskatta

Luftflöde och temperatur i:

- Tilluft
- Ren frånluft
- Spisluft
- Återluft

#### Mät

Elförbrukning i ventilationsfläktar  
Fukthalt inomhus  
Utomhustemperatur  
Ev. CO<sub>2</sub>-halt i matsalar

### 6.2.11 Uppvärmning av lokaler

Om det är möjligt, mät tillförd värme till lokalerna. Både radiatorvärme (vattenburen värme) och luftburen värme bör mätas. Totalmätaren skulle kunna användas om det finns någon metod att separera värmen som används för att värma tappvarmvattnet. Detta måste lösas i varje system.

#### Mät

Temperatur på in- och utgående vatten i radiatorkrets  
Flöde i in- och utgående vatten i radiatorkrets  
Temperatur på in- och utgående vatten till värmeväxlare  
Flöde på vattnet genom värmeväxlaren