



Flex-o-mat



Flex-o-mat

Skolkök bidrar till effektivare dimensionering av
el-infrastruktur och kapar effekt genom
beteendeförändringar och teknik

Therese Fernlund, STUNS

Mathilda Ogden, STUNS

Adam Persson, STUNS





Förord

E2B2s vision är en resurs- och energieffektiv byggd miljö.

Bebyggelsesektorn svarar för cirka en tredjedel av Sveriges totala energianvändning och en effektivare energianvändning är en viktig del av utvecklingen av energisystemet. Hållbarhet, effektivitet och robusthet i bebyggelsen behöver stärkas och utvecklas. Lösningarna behöver samspela för att fungera och utnyttjas. Forskning, utveckling, innovation och kommersialisering spelar en avgörande roll.

I E2B2 arbetar forskare och andra aktörer tillsammans för att utveckla samhällets byggande och boende och effektivisera energianvändningen. Syftet med E2B2 är att ta fram ny kunskap, teknik, tjänster och metoder som bidrar till en hållbar energi- och resursanvändning i bebyggelsen.

E2B2 är ett forsknings- och innovationsprogram från Energimyndigheten där IQ Samhällsbyggnad är koordinator. Programmet startade 2013 och en andra programperiod pågår mellan 2018 och 2024. Projektet som beskrivs i den här rapporten har genomförts i programmet med hjälp av statligt stöd från Energimyndigheten.

Stockholm, 21 december 2022

Rapporten redovisar projektets resultat och slutsatser. Publicering innebär inte att Energimyndigheten tar ställning till framförda slutsatser, resultat eller eventuella åsikter.



Sammanfattning

Effekt- och kapacitetsbrist är ett växande problem i tillväxtregionerna. Syftet med projektet var att möta denna utmaning genom noggranna studier av storköks påverkan på dimensioneringen av elinfrastruktur till fastigheter och möjligheter till effektutjämning. Det sker genom ökad samverkan mellan fastighetsägare och verksamhet under byggnadens förvaltningsfas. Den outnyttjade potentialen för effektutjämning är betydande, men detaljerade studier av storköks effektanvändning saknas. Inom projektet samlades, analyserades och tillgängliggjordes högupplöst data för fem skolkök i Uppsala, samtidigt som tekniska och beteenderelaterade åtgärder testades och utvärderades. Tillsammans med branschen kunde nya metoder för dimensionering av framdragen effekt tas fram. Resultaten bidrog till relevant dimensionering och jämnare effektuttag i storkök, som även kan appliceras på andra verksamheter. Dessutom skapades ökad kunskap om storköks effektprofil och de högsta effekttopparna i de fem skolköken minskade med minst 25 %.

Skolkök, dimensionering av elinfrastruktur, effektutjämning, beteende, teknik



Summary

Power and capacity shortages are a growing problem in growth regions. The purpose of the project was to meet this challenge through careful studies of the impact of commercial kitchens on the dimensioning of electricity infrastructure to properties and possibilities for power equalization. This is achieved through increased collaboration between property owners and operations during the building's management phase. The untapped potential for power equalization is significant, but detailed studies of the power use of commercial kitchens are lacking. Within the project, high-resolution data was collected, analyzed, and made available for five school kitchens in Uppsala, while technical and behavioral measures were tested and evaluated. The results contributed to relevant dimensioning and more even power consumption in commercial kitchens, which can also be applied to other operations. In addition, increased knowledge of the power profile of commercial kitchens was created and the highest power peaks in the five school kitchens were reduced by at least 25%.

School kitchens, dimensioning of electricity infrastructure, power equalization, behavior, technology



INNEHÅLL

1	INLEDNING OCH BAKGRUND	8
1.1	BAKGRUND	8
1.2	SYFTE OCH MÅL	8
1.3	OMFATTNING OCH AVGRÄNSNINGAR	10
2	GENOMFÖRANDE	11
2.1	DATAINSAMLING OCH ANALYS	11
2.2	TILLGÄNGLIGGÖRANDE AV DATA	12
2.3	FÖRÄNDRINGSARBETE - MINSKAT EFFEKTBEHOV I STORKÖK	12
2.4	FÖRÄNDRINGSARBETE - BRANSCHPRAXIS FÖR DIMENSIONERING	12
2.5	RESULTATSPRIDNING	12
3	RESULTAT	13
3.1	VISUALISERING AV ELFÖRBRUKNINGEN	13
3.2	BETEENDERELATERADE ÅTGÄRDER	14
3.3	TEKNISKA ÅTGÄRDER	15
3.4	EFFEKTMINSKNING I SKOLKÖKEN	15
3.5	EFFEKTANVÄNDNING I FÖRHÅLLANDE TILL MENYN	15
3.6	DIMENSIONERING AV FRAMDRAGEN EFFEKT	17
3.7	TILLGÄNGLIGGÖRANDE AV DATA	17
3.8	SAMVERKAN OCH BREDD I DELTAGANDE	18
3.9	RESULTAT UTÖVER PROJEKTMÅLEN	18
3.9.1	INSTALLATION I FLER SKOLKÖK	18
3.9.2	NYTT BOLAG BILDAT OCH SPRIDNING UTANFÖR UPPSALA KOMMUN	18
4	DISKUSSION	19
4.1	BETEENDE OCH TEKNIK	19
4.2	UTMANINGAR UNDER PROJEKTET	19
4.3	FRAMGÅNGSFAKTORER	19
5	SLUTSATSER	21
5.1	REKOMMENDATIONER FÖR FRAMTIDA STUDIER	22
6	LÄNKAR	23





1 Inledning och bakgrund

1.1 Bakgrund

Elektrifiering och digitalisering i kombination med långa tillståndsprocesser för kraftledningar har lett till en mycket påtaglig kapacitetsbrist i alla storstadsregioner. Mer specifikt har detta lett till en mer ansträngd elnätssituation i Uppsala. För att möta dessa utmaningar krävs inte bara fokus på effektivare energianvändning, utan i ännu högre grad effekteffektivisering. STUNS (Stiftelsen för samverkan mellan universiteten i Uppsala, näringsliv och samhälle) och några av dess samarbetspartners har under en tid engagerat sig i att samskapa lösningar på denna utmaning.

Effekteffektiviseringar har en helt annan natur än energieffektiviseringar. Den senare har med lätthet kunnat redovisas och mätas genom årsredovisningar och en enkel symbol i entrén med basen i en energideklaration. Effekt har däremot en mycket mer lokal elnätspåverkan och måste ses under kort tid och i samverkan med andra enheter, vilket är svårt och kräver snabb mätning med hög detaljeringsgrad. Vi ser dagligen en sammanblandning mellan energi och effekt på alla nivåer. På politisk nivå kan man ibland missta en lokal effektproblematik för att "vi har elbrist i landet" och i konstruktionsskedet har man i många år använt samma dimensioneringskonstanter, vilket leder till att man bygger överdimensionerad och dyr infrastruktur. Det saknas bra mätdata och exempel, liksom forskning, på hur man enkelt skulle kunna hitta och jämma ut korta höga effekttoppar i lokala områden. Sådan kunskap skulle möjliggöra en bättre nyttjandegrad av befintlig infrastruktur istället för att stora nätstationsområden måste uppgraderas för att man behöver lite mer effekt vid några enstaka tillfällen per år.

STUNS valde i detta projekt att utgå från storkök som fallstudie och deras möjlighet att bidra till att möta effekt- och kapacitetsutmaningen. Energianvändningen i storkök är betydande och under det senaste decenniet har flera initiativ genomförts i syfte att minska energianvändningen vid tillredning av mat i storkök, både med fokus på energieffektiv utrustning och beteendeförändringar bland kökspersonalen.

I en mindre förstudie i ett skolkök i Uppsala, genomförd av projektets parter under 2020, uppskattades potentialen för att minska de högsta effekttopparna uppgå till minst 25 %. Om alla kommunala storkök i Uppsala skulle uppnå samma minskning motsvarar det nära 2 MW effekt som kan styras bort från de mest ansträngda tidpunkterna. För landets samtliga offentliga måltider innebär det en potential på ca 120 MW. Det konstaterades i förstudien att den framdragna effekten till köket var överdimensionerad jämfört med verksamhetens behov för tillredning av skolmat. Detta är inte unikt, utan förekommer i många olika typer av fastigheter. Överdimensionerad infrastruktur leder till stora ekonomiska förluster för fastighetsägaren, både onödigt höga investeringskostnader och löpande kostnader under hela förvaltningsfasen, men kan också leda till svårigheter för nyanslutning av kunder för elnätbolaget på grund av kapacitetsbrist. "Hur mycket kabel behöver vi och nyttjar vi den kabel som vi faktiskt har tackat ja till?" var den grundfrågeställning som fanns inför projektet.

1.2 Syfte och mål

Syftet med projektet var att, genom samverkan mellan fastighetsägare och skolköksverksamhet, och med fokus på såväl tekniska som beteenderelaterade åtgärder, möta effekt- och

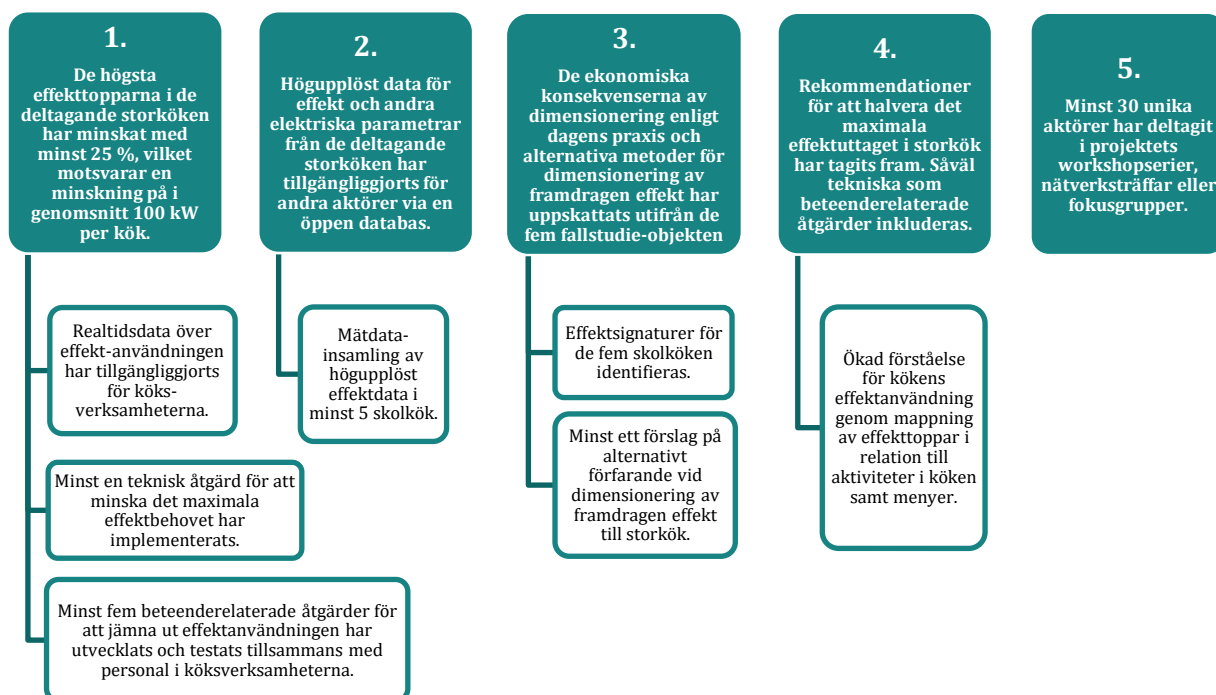


kapacitetsutmaningarna. Mer specifikt syftade projektet till både jämnare effektuttag i storkök under förvaltningsfasen och bättre dimensionerad infrastruktur för el vid uppförande av nya fastigheter, och därigenom ekonomiska besparingar.

Frågeställningar för projektet:

- Hur ser effektanvändningen i storkök ut och varför?
- Hur kan tekniska åtgärder och åtgärder på användarsidan utformas och implementeras för att jämna ut effektanvändningen i storkök?
- Hur kan fastighetsägare och projektörer tillsammans främja behovsanpassad dimensionering av infrastruktur för el till fastigheter?

Mål för projektet:





1.3 Omfattning och avgränsningar

Projektet utgår från storkök som fallstudie och deras möjlighet att bidra till att möta effekt- och kapacitetsutmaningen, för att energianvändningen där är betydande och under det senaste decenniet har flera initiativ genomförts i syfte att minska energianvändningen vid tillredning av mat i storkök, både med fokus på energieffektiv utrustning och beteendeförändringar bland kökspersonalen. De storkök som ingår i projektet avgränsas till skolkök. Projektet har fokuserat på fem skolkök i Uppsala kommun: Domarringen, Ärentuna, Tiunda, Östra Stenhagen och Skogsbackens förskola. I projektet deltog STUNS, Uppsala kommun Skolfastigheter AB, Måltidsservice, Joachim Lindborg (konsult) och CIT Energy Management. Projektet gjordes i nära samarbete med det Vinnova-finansierade testbäddsprojektet för smarta elnät, Live-in Smartgrid. Projektperioden var januari 2021 till november 2023 med grunden i en förstudie som gjordes innan dess.



2 Genomförande

I projektet deltog Uppsala kommun Skolfastigheter AB med direkt förankring i energieffektiviseringsarbetet i Uppsalas skolbyggnader. Skolfastigheter önskade att implementera lösningar som minskar effektvariationen i skolköken, samtidigt som de var angelägna om att få ökad kunskap om kökens effektprofil, liksom beslutsunderlag som stärker beställarstödet vid projektering av effekt i kommande byggprojekt. Den andra kommunala aktören som deltog var Måltidsservice. Därifrån deltog utvecklingsledare och kökspersonal från fem skolkök för att öka kunskapen och handlingsutrymmet för personalen i syfte att nå än mer resurseffektiv bespisning. Projektets leddes av STUNS, som har lång erfarenhet av utveckling av testmiljöer och kompetens inom energirelaterat beteende, mätning, datainsamling och öppna data. STUNS och dess stiftares breda nätverk används för branschsamverkan och nyttiggörande av resultaten.

I den initiala delen av projektet deltog studenter från Uppsala universitet för att ta fram koncept för återkoppling i köksmiljön. Joachim Lindborg ingick i projektet som konsult, för hans unika kunskap om effektåtgärder och deras realisering i komplexa IT-miljöer. CIT Energy Management bidrog i projektet med förankring och resultatspridning inom beställarnätverken Relivs och BELOK. I projektet ansvarade CIT främst för intervjuer och workshoppar med västsvenska aktörer, men bidrog även till projektets riktning, genomförande och resultatspridning. Projektet genomfördes även i nära samarbete med det Vinnova-finansierade testbäddsprojektet för smarta elnät, Live-in Smartgrid, som samlade ett 20-tal olika partners för att möta kapacitetsutmaningarna i Uppsala län. Deltagarna har ett stort intresse för högupplöst effektdata och genom Live-in Smartgrids nätverk och kanaler kunde resultaten att få god spridning till såväl fastighetsägare, konsulter, elnätsbolag och produkt- och tjänsteutvecklare inom smarta elnätsområdet, liksom goda förutsättningar för att resultaten tillämpas inom liknande verksamheter i hela Uppsala län. Projektet har varit indelat i fem arbetspaket. Nedan följer beskrivning om vad som gjordes inom respektive arbetspaket.

2.1 Datainsamling och analys

I syfte att förstå skolkökens effektförbrukning samlade projektet in högupplöst mätdata för samtliga elektriska parametrar: effekt, ström, spänning, reaktiv effekt per fas, med en upplösning på minst 30 sekunder. Mätningen skedde i främst fem skolkök i Uppsala, vilket inkluderade tre större skolkök (fler än 2000 portioner dagligen per skola) samt två normalstora skolkök (cirka 1000 portioner per dag). Även förskolekök har inkluderats i mätningen. Datainsamling pågick under hela projektperioden. Skolorna och förskolan som deltog var Tiunda, Domarringen, Ärentuna, Skogsbackens förskola (130–150 prt), Östra Stenhagen.

I syfte att öka förståelsen för effektanvändningen i skolköken samlades det även in data kring beteenden, användning av utrustning, rutiner och menyer. Genom observationsstudier i de mätta skolköken noterades det hur personalen använder utrustningen, under vilka tider etc. Personalen har även fått utföra en typ av tiddagbok under en period. Därtill användes skolkökens menyer för att koppla effektanvändningen till tillredningen av olika maträtter. Fokusgrupper har använts för att förstå samspelet i köken ytterligare. Insamling av användarrelaterade data gjordes vid minst två tillfällen i syfte att följa upp eventuella varaktiga förändringar.



Detaljerad analys gjordes av insamlade elektriska parametrar i de fem skolköken i relation till observationer gjorda i samma kök, samt tiddagböcker från personal och menyer. Syftet var dels att fastställa maximalt effektuttag, dels att relatera effekttoppar till olika aktiviteter i köken och därmed fastställa potentialen för minskning av det maximala effektuttaget.

2.2 Tillgängliggörande av data

För att fylla den dåvarande bristen på tillgängliga data för effektanvändning i storkök har insamlad högupplösta data tillgängliggjorts öppet, via www.datorportal.se. Essentiellt för detta arbetspaket var input och feedback från potentiella dataanvändare. Vilken typ och form av data samt relaterade parametrar är relevanta för branschen, såsom konsulter inom projektering av storkök, fastighetsägare etc. Utveckling av tjänsten skedde därför i nära dialog både inom projektet, med referensgruppen och med potentiella användare.

2.3 Förändringsarbete - Minskat effektbehov i storkök

Olika tekniska och användarrelaterade åtgärder utformades och testades i de olika skolköken baserat på utfallet från tidigare analyser. Syftet var att minska effektbehovet och reducera maximalt effektuttag. Tekniska åtgärder som undersökts och jämförts är Energy and Power Management Systems för storkök, effektövervakning, schemaläggning, effektlager (svänghjul, supercapacitor, energilager etc). Även nya innovativa lösningar har beaktats. Beteenderelaterade åtgärder samskapades med skolkökens verksamheter genom att aktivt involvera personalen i processerna, exempelvis genom fokusgrupper och Design Thinking. Åtgärder involverade exempelvis visualiseringslösningar, kunskapshöjande aktiviteter och förändrade rutiner. Samtliga åtgärder utvärderades och förfinades i en iterativ process.

2.4 Förändringsarbete - Branschpraxis för dimensionering

STUNS och CIT samarbetade med branschrepresentanter för att starta ett förändringsarbete kring branschpraxis för dimensionering av framdragen effekt till fastigheter. I ett första skede genomfördes inledande intervjuer med minst 5 elkonsulter, projektörer och fastighetsägare för att kartlägga gängse praxis och processer kring dimensionering. Med utgångspunkt i resultaten anordnades därefter två parallella workshopserier (i Uppsala respektive Västsverige) om 3 workshops vardera tillsammans med deltagare från bland annat Belok, Relivs och STUNS nätverk. Målet var att i en iterativ process och med utgångspunkt från projektets resultat och deltagarnas erfarenheter arbeta fram alternativa förfaranden kring dimensionering av framdragen effekt.

2.5 Resultatspridning

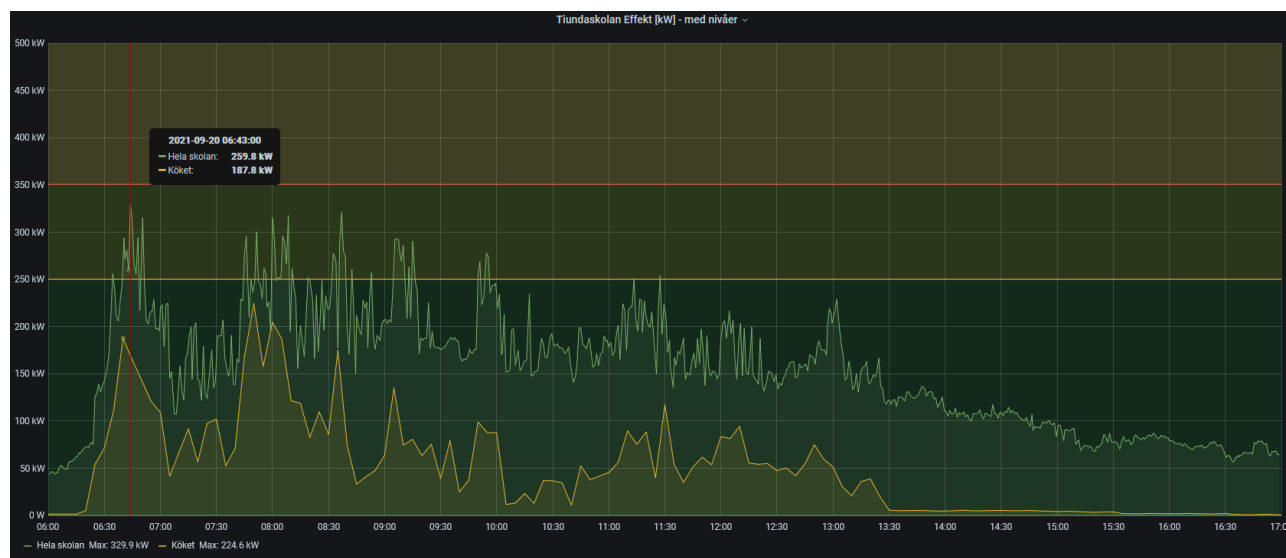
Projektets primära målgrupper inkluderade fastighetsägare, storköksverksamheter och konsulter/projektörer. Resultatspridningen skedde därför till stor del genom STUNS respektive CIT/Belok/Relivs nätverk samt genom projektets workshopserie. Projektet var också en del av ett seminarium i Almedalen 2022 där det lyftes upp som ett gott exempel på hur man kan arbeta på effektsmarta sätt i praktiken. Under Sweden Innovation day 2023 var projektet en del av programmet där en förinspelad film om projektet visades. Projektet har även en hemsida som går att besöka för mer information och länkar till effektmätningen på skolorna som har mätning. Det strategiska innovationsprogrammet Viable cities har valt att lyfta projektet på sin sida för goda exempel. Länkar till dessa sidor finns under länkar.



3 Resultat

3.1 Visualisering av elförbrukningen

I bilden nedan visas en slumpmässig dag från Tiundaskolan och hur stor andel av hela skolans effekt (grön graf), som används av köket (gul graf). De effekttoppar som hela skolan måste hantera kommer ofta från köket eftersom övriga skolan i stor utsträckning har en jämn belastning över hela dagen. Därför kommer de effektkrävande topparna från köken synas tydligt på hela skolans förbrukning. Detta är ett tydligt tecken på att det är köken som vi har störst möjlighet att ändra på för att göra stor skillnad för hela skolan.



Figur 1 Effektprofil för skola som visar att köket är en avgörande del i effektanvändningen

Projektets mål var att minska effekttopparna i skolköken och för att göra detta installerades mätning av elförbrukningen och skärmar för visualisering av mätningen i de fem skolköken. På skärmarna kunde kökspersonalen i realtid se hur mycket el de förbrukade och de kunde på så vis se vilken påverkan det fick om de satte på eller stängde av någon köksutrustning. För att göra det pedagogiskt visades tre olika effektlägen upp, där grönt innebar att det var ett lågt effektuttag, orange att det var något ansträngt men inte högt samt rött som indikerade att det var ett högt effektuttag. I och med att skärmarna visade färger blev det enklare för personalen att tolka informationen i stället för att bara se elförbrukningen.



Figur 2 Skärm som visar effektanvändningen



Figur 3 Tiundaskolans kök. I bakgrunden syns skärmen som visar effektläget.

3.2 Beteenderelaterade åtgärder

Inom projektet har det utvecklats och testats flera olika beteenderelaterade åtgärder för att jämma ut effektanvändningen. Detta har skett tillsammans med kökspersonalen i och med att det är de som kan sin verksamhet bäst och vet vad som kommer att gå att justera och implementera. De metoder som kan nämnas som fördelaktiga är:

- Sekventiell start av köksutrustning
- Matlagningsplanering utifrån ett effektperspektiv
- Dialog och planering mellan kök och disk
- Timmedeleffektstaktik för att taktiskt kunna fördela effekten över timmen
- Nyttja funktionen halveffekt på ugnarna



Oktober 2022-version 1

Lathund effektsmart beteende i storkök

Syftet är att genom information om enkla beteendeförändringar/ändrade arbetssätt jämma ut effektanvändningen i våra storkök.

Låg användning av el är någorlunda i takt med ökad elektrifiering väcker efterfrågan på el vilket orsakar effekt- och kapacitetsbrist i elnätet. Elanvändningen sammanfaller ofta under särskilda tidpunkter på dygnet, vilket skapar effekttoppar som belastar elnätet. Om effekttopparna jämnades ut skulle kapaciteten i elnätet öka.

Går det då att hitta lösningar på kapacitetsbristen i elnätet genom att göra mindre ändringar på sättet vi lagar mat?

Vi på Måltidsservice kan bidra och kan jämma ut effektanvändningen i

Måltidsservice har utifrån detta arbete tagit fram en lathund för sin verksamhet så att alla kök inom Måltidsservice ska kunna arbeta på ett effektsmart sätt. De har även infört en markering i sina menyer om det är något som kan trigga hög effekt. Länk till lathunden finns under länkar.

Figur 4 Lathund hos Måltidsservice



3.3 Tekniska åtgärder

Projektet hade även som mål att undersöka om det fanns någon teknisk åtgärd som gick att installera för att minska det maximala effektbehovet. Skärmar och mätning kan på sätt och vis räknas in som teknisk åtgärd men projektet gjorde även en omvärldsanalys och fann en teknisk lösning som nyttjas på kontinenten i Europa, främst i Tyskland. I Tyskland har de haft höga priser för effekt längre än vad vi haft i Sverige och därför är det vanligare att jobba med dessa typer av åtgärder där. Systemet heter Sicotronic power management system och det kan kapa effekt utan att kökspersonalen behöver göra någonting. Utrustningen i köken kopplas till en central styrfunktion som kan fördela effekten mellan apparaterna utifrån ett inställt maxvärde för effekt.

3.4 Effektminskning i skolköken

Målet var att köken skulle minska sina effekttoppar med 25%, vilket motsvarar ca 100 kW per kök. Tiundaskolan hade, innan projektet, effekttoppar någonstans mellan 300-400kW och har idag minskat dessa till 200kW. Tiunda är en av skolorna som har både infört beteendeförändringar och installerat Sicotronic och de har alltså dragit ner 50% av sina tidigare effekttoppar. Liknande resultat ses hos de andra större skolköken. För ett mindre skolkök som från början hade en effekttopp på ca 125 kW är det svårt att minska med 100 kW, men det går att se att de har minskat med sina 25%.

Vid de initiala mätningarna i ett av de större skolköken uppmättes effekttoppar på ca 400 kW med en varaktighet på 5–10 minuter. Ur ett lokalnätsperspektiv ger detta ett väsentligt bidrag till spetslasten, eftersom storkökens toppar ofta sammanfaller med elnätets belastningstoppar. För den enskilda fastighetsägaren får detta idag inga stora ekonomiska konsekvenser, eftersom dagens tariffer baseras på medeleffekt per timme. Elnätsavgiften utgör dock en växande andel av den totala elkostnaden, vilket även gör effektfrågan alltmer ekonomiskt relevant för både fastighetsägare och verksamhet. Dessutom kan man inom en överskådlig tid även förvänta sig effekttariffer på 15-minutersintervall. Det innebär att korta effekttoppar av denna typ kommer att påverka totalkostnaderna betydligt mer än idag.

3.5 Effektanvändning i förhållande till menyn

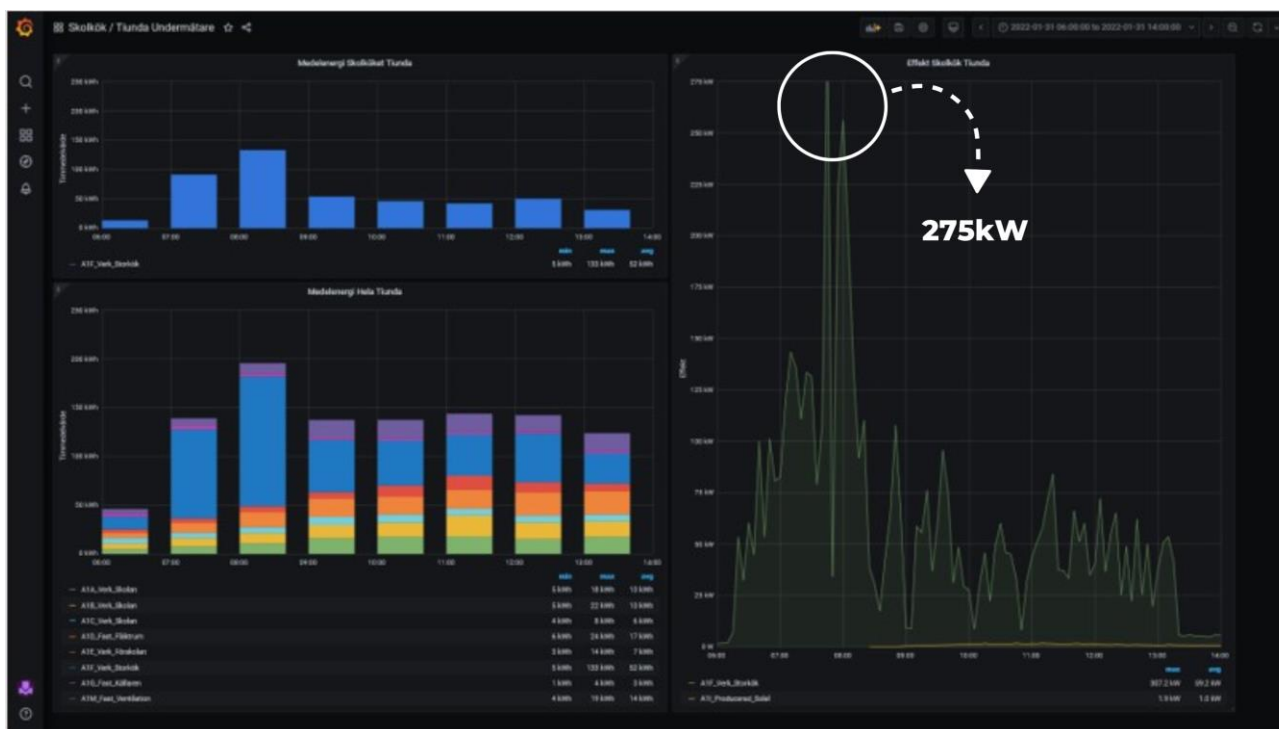
Projektet önskade ta fram effektsignaturer för respektive skola. Utifrån projektet finns det idag en mycket klarare bild över effektbehovet för olika storlekar på kök och hur de påverkar skolans totala effektbehov. Det går även att se effektsignaturer för måltider. Eftersom varje dag har olika menyer så används olika utrustningar för att förbereda maten, därmed leder det till olika beteenden från kökspersonalen. Det i sin tur leder till mönster som har sin grund i exempelvis vilken utrustningsbas som används för diverse måltider. Det kan ses som en signatur för om måltiden görs likadan och lagas i ett annat kök så genereras förmodligen en liknande effektsignatur.

Projektet har analyserat effektanvändning i förhållande till menyn och kunnat se att vissa maträtter är mer effektkrävande än andra. Analysen har gjorts genom att jämföra måltider innan projektet med samma måltider när det nya arbetssättet och tekniken implementerats. Det har även gått att se att vissa dagar, när förberedelse inför nästkommande dag sammanfaller med dagens aktiviteter, genererar högre effekttoppar eftersom fler maskiner är aktiva samtidigt. I de fall där man har lyckats platta ut effektkurvan kan man se att den totala energianvändningen inte skiljer sig från tidigare utan att det främst är att användningen av el har fördelats på ett jämnare sätt och därmed skapat mindre effekttoppar. De rätter som har seglat upp som de värsta ur effektperspektiv under projektet är biff



och ris, potatisbullar och blodpudding, pasta och sås och grytor. Nedan visas bilder på hur effekttopparna förändrats för rätten potatisbullar före och under projektet. Man kan se att den högsta toppen innan projektet var 275 kW och med nya arbetssätt kunde toppen kapas till 190 kW.

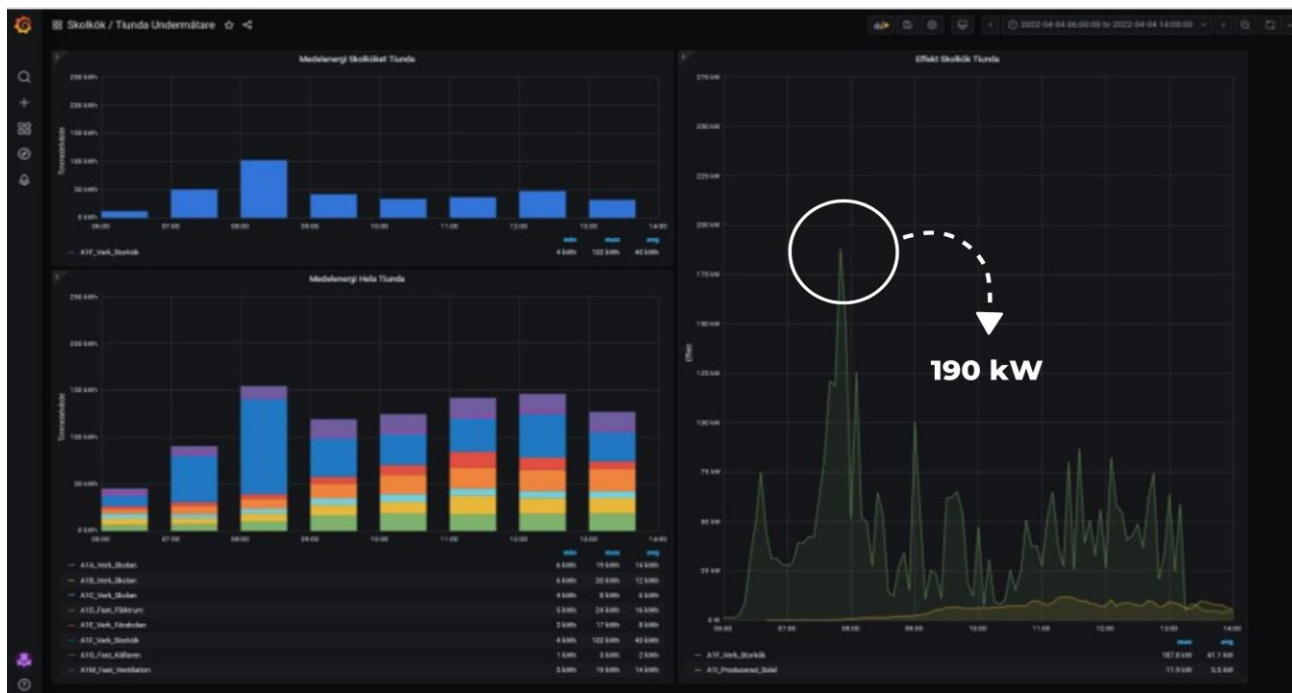
Potatisbullar före projektet



Figur 5 Potatisbullar innan projektet skapade en topp på 275 kW



Potatisbullar under projektet



Figur 6 Potatisbullar under projektet skapade en topp på 190 kW.

3.6 Dimensionering av framdragen effekt

Projektet ville utreda om det skulle kunna finnas alternativa förfaranden vid dimensionering av framdragen effekt till storkök. Resultaten på Tiundaskolan visar att köket har en överdimensionering av indragen servis på drygt 60%. Fastighetsägarna, Skolfastigheter AB, hade i detta fall kunna sparat mycket pengar genom att dimensionera annorlunda. Resursutnyttjande när det ska byggas framtida storkök och andra anläggningar bestäms redan idag. Nu väljs vilka hus som bygges om 5 år och redan nu väljs servisdimensionering för dem. Storlek på servis är alltså sådan som beställare behöver besluta tidigt i projekt. Projektet har kunnat ta fram en ny rekommendation för sammanlagringskoefficient för skolkök. Den tidigare sammanlagringskoefficienten var 0,7 på all ingående utrustning men nu föreslås 0,5 på effekttung utrustning och 0,3 på övrig utrustning. Skolfastigheter har nu ändrat sin tekniska specifikation när de beställer konsulttjänster som ska räkna på dimensionering av framdragen effekt till skolkök. Projektet rekommenderar att alla kök över 800 portioner installerar ett effekthanteringssystem, på så vis kan servisstorleken hållas ner.

3.7 Tillgängliggörande av data

Projektet har sedan start haft som mål att data ska vara tillgänglig för andra aktörer och har därför delat data via dataportal.se samt genom projektets hemsida. Där kan vem som helst gå in och bland



annat se grafer för elanvändningen i de deltagande skolornas kök. Länkar återfinns i slutet av rapporten.

3.8 Samverkan och bredd i deltagande

Projektet hade som mål att nå ut till 30 aktörer genom sina workshopserier, nätverksträffar eller fokusgrupper. Detta har inte varit något problem i och med att arbetsmetoden till stor del innefattar samverkan och dialog med andra parter för att komma fram till lösningar men även i de spridningsaktiviteter som genomförts. Exempel på typer av aktörer som varit involverade i projektet är: teknikonsulter, offentliga fastighetsägare, privata fastighetsägare, byggherrar, köksutrustningsleverantörer, storkökskonsultbolag, nätverk från Relivs och CIT, nätverk från FCSI, Viable Cities, samt Måltidsservice.

3.9 Resultat utöver projektmålen

Projektet har resulterat i flera positiva effekter utöver projektmålen. Nedan följer några exempel.

3.9.1 Installation i fler skolkök

Projektet hade som mål att arbeta med fem skolkök men i och med de goda resultat som uppvisats under projektets gång har fastighetsägaren, Skolfastigheter AB, valt att implementera åtgärderna på flera skolor. I dagsläget är det ca 25 skolkök som har installerat mätning och skärm för visualisering och jobbar enligt den lathund som Måltidsservice har tagit fram. De har dessutom installerat effektstyrningssystemet Sicotronic i 10 av skolköken och ser att det kommer bli en naturlig del i framtida specifikationer för större kök.

3.9.2 Nytt bolag bildat och spridning utanför Uppsala kommun

Projektledaren som arbetat i projektet sedan start har slutat sin tjänst hos STUNS och har bildat ett eget bolag, Awareify, för att kunna arbeta vidare med att minska effektoppar i storkök och andra verksamheter. Detta är mycket positivt då kunskapen som byggts upp under projektet inte försvinner när projektet tar slut utan fortsätter att utvecklas och spridas. Det är idag flera kommuner som valt att ta efter och bland annat arbetar Eskilstuna, Karlstad, Lund, Ronneby enligt Flex-o-mat principen. Även Gävle konserthus, Gröna lund och Strawberry hotels har tagit efter detta och arbetar med att få ner sina effektoppar. Det finns alltså stor potential i att detta kan spridas både inom det offentliga och det privata.



4 Diskussion

4.1 Beteende och teknik

Projektet har varit mycket lyckat utifrån att effektopparna har sänkts och man har lyckats hitta åtgärder, både beteendemässiga och tekniska, som fungerar och som kan skalas upp till att implementeras i fler verksamheter. En aspekt i att arbeta både med beteende och teknik, och inte uteslutande med teknik, är att medvetandegöra personalen om effektproblematiken vilket sedan blir en kunskap de tar med sig även utanför arbetet och sprider till andra. På så sätt kan fler i samhället få upp ögonen för hur de kan bidra för att avlasta elnätet.

I den tidigare nämnda förstudien fick kockarna ta del av kökets effektuttag och profilen kopplades till olika menyer. I ett försök att fördela effektanvändningen jämnare över dagen gjorde kockarna, på eget initiativ, förändringar i sin hantering av köksutrustningen. Vid senare analys av effektprofilen kunde man dock se att den maximala effektoppen snarast ökat, eftersom senareläggningen sammanlagrats med annan effektkrävande utrustning. Därför var det viktigt att tillsammans med köksverksamheten utveckla och testa olika metoder, inklusive återkoppling och visualisering, för att stödja personalen att göra rätt, utan att göra avkall på arbetsmiljö eller leverans av måltider i tid.

En intressant observation som gjordes under projektets gång var att en av skolorna visade sig arbeta effektsmart redan innan projektet. Detta berodde på att de hade en "klen" anslutning in i köket vilket innebar att om de använde för mycket utrustning samtidigt gick proppen. Detta kök hade alltså behövt anpassa sitt beteende till en lägre anslutning medan de andra köken inte alls hade behövt ha detta i åtanke då anslutningen varit större än deras maxtoppar.

4.2 Utmaningar under projektet

En utmaning under projektets gång var Covid-19 som gjorde det svårare att anordna nätverksträffar och liknande som krävdes för att samla in olika perspektiv. Projektet fick fort ställa om till att anordna digitala träffar och det gick väldigt bra och många deltog. På ett sätt kanske till och med fler hade chansen att delta i och med att det inte var platsbundet. Skolverksamhet och skolkök var fortfarande i gång under pandemin och därför gick det att fortsätta att arbeta med verksamheterna i projektet. Närvaro i köken och interaktion med verksamheterna fungerade, dock med noga restriktioner och försiktighet.

De tekniska installationerna i köken (skärmar och Sicotronic) har inte skett helt smärtfritt och det har behövt ske under tiden som många av köken fortfarande är i bruk. Man har försökt att förlägga det mesta av arbetet till eftermiddagar eftersom köken är som mest upptagna under förmiddagarna. I och med att det har gjorts flera installationer har dock alla involverade parter blivit bättre på att förutse processen och det har gått smidigare. Dock är det viktigt att inse att varje anläggning är unik och en individuell plan måste tas fram.

4.3 Framgångsfaktorer

En framgångsfaktor är att projektet har lyckats engagera en bredd av aktörer som på ett nyfiket och öppet sätt samskapat lösningar. Fastighetsägaren har visat på både vilja och förmåga att ta sig ann nya



arbetsätt och tekniker. Verksamheten, Måltidsservice, har varit öppna för att testa nya arbetsätt och varit redo att implementera dessa i nya rutiner och roller. I ett tidigt skede var studenter involverade och bidrog med koncept för lösningar som sedan projektet kunde ta vidare. På så vis kunde projektet få en bred palett av förslag och studenterna kunde inkluderas i ett verkligt problem och utvecklas med detta.

En annan viktig förutsättning har varit projektledarens arbetsätt som genom att delta aktivt i köken under lång tid skapade en förståelse för kökspersonalens arbetsätt och kunde även få förtroende från dem att testa nya arbetsätt. Genom att agera effektcoach till köken har de kunnat ta sig ann metoderna på ett pedagogiskt och trovärdigt sätt. Projektledaren har även goda kunskaper kring installationer av tekniska system och har kunnat bistå fastighetsägaren i de olika installationerna.



5 Slutsatser

Effektfrågan kräver, till skillnad från energieffektiviseringsarbetet, tillgång till högupplöst mätdata och beteenderelaterad effektanvändning kräver en omedelbar återkoppling mellan agerande och resultat. Idag har storköksverksamheter sällan kännedom om den egna energianvändningen. Projektet blev ett konkret exempel på hur man kan arbeta med effekt, där fastighetsägare och verksamhet samverkar kring såväl beteenderelaterade som tekniska åtgärder för att utjämna effektanvändningen, och där högupplösta data öppet tillgängliggjorts för andra aktörer. Behovet av högupplösta och tillförlitliga effektdata från storkök har påtalats av såväl konsulter och projektörer som fastighetsägare och köksverksamheter inom de forum som projektgruppen deltagit i.

Projektet har kunnat visa att det går att sänka effekttopparna i skolköken med 25% och i vissa fall även mer. Det har i och med det även visat att den indragna elanslutningen till många av köken har varit kraftigt överdimensionerad. Projektet har därmed kunnat komma med rekommendation till branschen och fastighetsägare att sammanlagringskoefficienten för storkök kan justeras ned från dagens 0,7 till 0,5 på effektkrävande utrustning och 0,3 på annan utrustning. Detta kommer förhoppningsvis leda till att färre storkök i framtiden överdimensioneras och att kapaciteten i elnäten därmed kan nyttjas mer effektivt. Nedan listas några av de viktiga delarna för att genomföra ett arbete som gjorts i detta projekt.

1

1.Mäta och analysera för att veta – projektet började med att sätta upp mätning i realtid på köken, vilket är en förutsättning för att kunna se hur nuläget är och därefter kunna sätta rimliga mål för effektkapning som sedan kan följas upp.

2

1.Visualisera för att medvetandegöra - skärmar sattes upp i köken med en enkel grafik som visade grönt om det var låg effekt, orange om det var medel och rött om det var hög effekt. Detta medförde att personalen i köket blev medvetna om hur deras agerande påverkade effektläget och de kunde justera sina rutiner.

3

1.Arbeta inkluderande och engagerat - för att få med verksamheterna i denna förändring är det viktigt med närvaro och att arbeta inkluderande och engagerat nära de "drabbade" verksamheterna. På så vis vinner man förtroende och förstår deras förutsättningar bättre.

4

1.Kombination av beteende och teknik - det som har allra störst inverkan på minskning av effekttopparna är en kombination av beteende och teknik. Teknik kan vara kostsamt men kräver ingen insats i att utbilda personalen. Beteendeförändringar är billigare men kräver mer tid och engagemang.



5.1 Rekommendationer för framtida studier

Metodikerna med de fyra stegen är inte bundna till endast kök utan kan appliceras på andra verksamheter som vill arbeta med att kapa effekttoppar. Projektet föreslår framtida studier att testa metodiken på andra typer av verksamheter.

Det hade även varit intressant att fortsätta att analysera de involverade skolorna för att tydligare kunna visa på att man troligtvis skulle kunna bygga anslutning till två större skolor för priset av vad man historiskt har betalat för att ansluta en skola till elnätet.

Projektet har fokuserat på att kapa effekttoppar och har därför inte mätt hur energimängden påverkats. Det skulle vara intressant att se om även energibesparingar görs genom att arbeta enligt projektets arbetssätt.



6 Länkar

Flex-o-mats hemsida: [Flex-o-Mat - Stuns Energi - Effektjämnning för storkök](#)

Sveriges Dataportal: [Digg – Myndigheten för digital förvaltning | Digg](#)

Live-in Smartgrids hemsida: [Bli en del av framtidens energisystem | Live-in Smartgrid](#)

Sicotronics hemsida: [Home - Sicotronic](#)

Viable Cities sida om Flex-o-mat: [Flex-o-mat i Uppsala — Viable Cities](#)



Runt 35 procent av all energi i Sverige används i bebyggelsen. I forskningsprogrammet E2B2 arbetar forskare och samhällsaktörer tillsammans för att ta fram kunskap och metoder för att effektivisera energianvändningen och utveckla byggandet och boendet i samhället. I den här rapporten kan du läsa om ett av projekten som ingår i programmet.

*E2B2 är Energimyndighetens program där IQ Samhällsbyggnad är koordinatör.
Läs mer på www.E2B2.se.*

