



Vardagens elvanor

Slutrapport från ELAN-programmet etapp II

Elforsk rapport 06:32



Lars Krögerström

Augusti 2005

ELFORSK

EN PRESENTATION AV ELAN-
PROGRAMMETS FORSKNING OM
BETEENDEN OCH TRENDER I HUSHÅLLS
OCH BYGGNADERS ELANVÄNDNING

EN PRESENTATION AV ELAN-
PROGRAMMETS FORSKNING OM
BETEENDEN OCH TRENDER I HUSHÅLLS
OCH BYGGNADERS ELANVÄNDNING

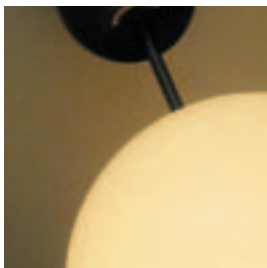
ELFORSK

Vardagens elvanor

EN PRESENTATION AV ELAN-PROGRAMMETS
FORSKNING OM BETEENDEN OCH TRENDER
I HUSHÅLLS OCH BYGGNADERS ELANVÄNDNING

Innehåll

ELAN-programmets ordförande Thore Sahlin ...	4–5
Redaktörens förord	6–7



ELAN-forskningen i Linköping

Vanans makt är stor	8–9
Vanorna bestämmer framtidens elbehov	10–11
Forskarna i Linköping	12–13
Att kartlägga vanorna	14–17
Snålare apparater men ökad elanvändning ...	18–20
Forskningen når inte användarna	21–22
Att marknadsföra el som produkt	23–24
Människorna kom bort i miljöprojekt	25–27
Tekniken väcker känslor	28–29



ELAN-forskningen i Karlstad

Dragkampen om elkunderna	30
Viktig kunskap om leverantörsbyten	31–32
Forskare i Karlstad	33
Krafterna som får kunden att stanna	34–37



ELAN-forskningen i Lund

Det svänger om eleffektbehovet	38–39
Laststyrning kan bli del av vardagen	40–41
Forskarna i Lund	42–43
Hushållens upplevelser av laststyrning	44–47
Att kapa effekttopparna	48–51
Effekttariffer kräver mycket kunskap	52–54

ELAN-forskningen på Chalmers

Att känna och uppfylla behov	55
En utmaning att definiera energibehov	56–57
Forskarna på Chalmers	58–59
Att förutsäga byggnaders energibehov	60–62
Utopi att få alla nöjda samtidigt	63–64
Patienter och personal kunde enas	65–66
Ventilationssystem kan behovsanpassas	67–68

ELAN-forskningen i Gävle

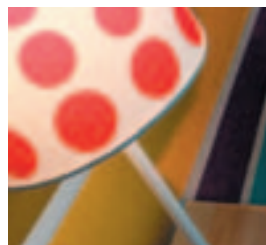
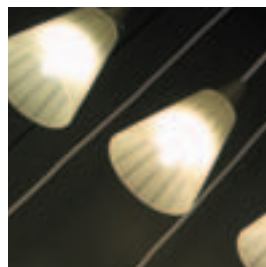
Oförminskad arbetsförmåga trots värme	69
Att skapa bästa tänkbara arbetsmiljö	70–71
Forskarna i Gävle	72–73
Vi kyller människorna – inte rummet	74–78

Utblick

Internationell elanvändningsforskning	79–84
Individens vanor styr elanvändningen	85–86
Välfärdens barnbarn spränger vallarna	87–88
Rätt attityd räcker inte	89–90
Systemet tvingar oss till elslukande liv	91
Normen för renlighet ändrar energivanor	92–93

Trender i energianvändningen

Energianvändningen ökar	94–97
Omvärlden stärker greppet	98–101
Många faktorer styr hushållens val	102–104
Ny ELAN-etapp om energibeteende	105–106





Vad är det som styr människors användning av teknik och energi? Hur tar man till sig information om el och elförbrukning? Vad är det för faktorer som styr kundbeteendet? Hur agerar elföretagen?

Frågorna är många. Svaren inte så enkla.

Forskningsprogrammet ELAN (elanvändning i byggnader) försöker hjälpa till med svaren på frågorna. Forskningsprogrammet drivs i samverkan mellan elföretag, Energimyndigheten och Formas.

Mycket av etablerad forskning kring en effektiv elanvändning har haft fokus på teknik och utrustning. Mindre kraft har tidigare ägnats åt frågorna som jag ställde ovan, som handlar om hur våra beteenden och sättet att använda våra apparater styr elanvändningen.

*ELAN är
finansierat av:*



Vårt fokus har därför varit att etablera forskning i gränslandet mellan teknik och människors användning av tekniken.

För att lyckas med detta har vi därför bedrivit forskning i tvärvetenskapliga forskningsmiljöer i samverkan mellan teknik- och beteendevetenskap.

Följande universitet och högskolor har varit engagerade:

- Lunds Tekniska högskola i samverkan med Lunds universitet
- Linköpings universitet
- Chalmers Tekniska Högskola i samverkan med Göteborgs universitet
- Karlstads universitet
- Högskolan i Gävle

Målet är att programmet skall bli en central kunskapsnod för elföretagen, forskarvärlden, konsumenter och staten när det gäller användning av el i människors vardagsliv. En miljö där vanor, beteenden och värderingar styr utvecklingen

Denna antologi vill visa vad vi gjort. Vi vill också presentera resultaten i en lättläst och tankeväckande version som ger möjligheter att dyka ner på djupet kring för läsaren intressanta frågeställningar.



Thore Sahlin
Ordförande ELAN-programmet



Att bygga en bro mellan avsändare och mottagare

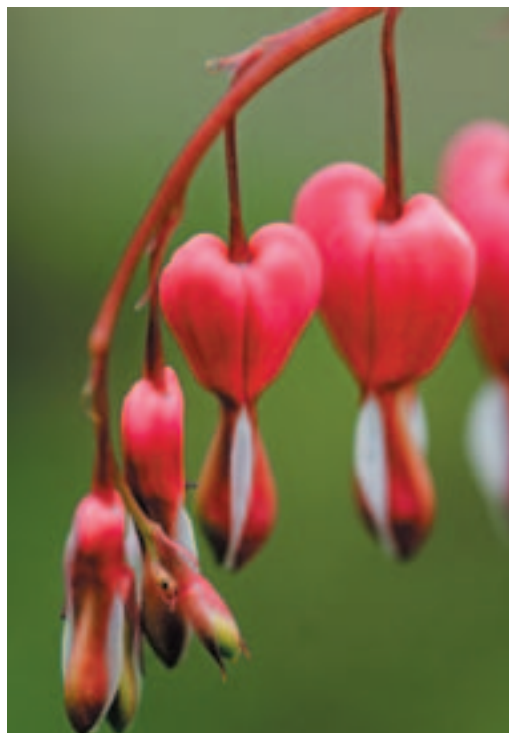
Den här boken om ELAN-programmet har tagit nästa ett år att producera. Men bakom all den forskning och all den kunskap som förmedlas ligger förstås betydligt mycket mer tid än så.

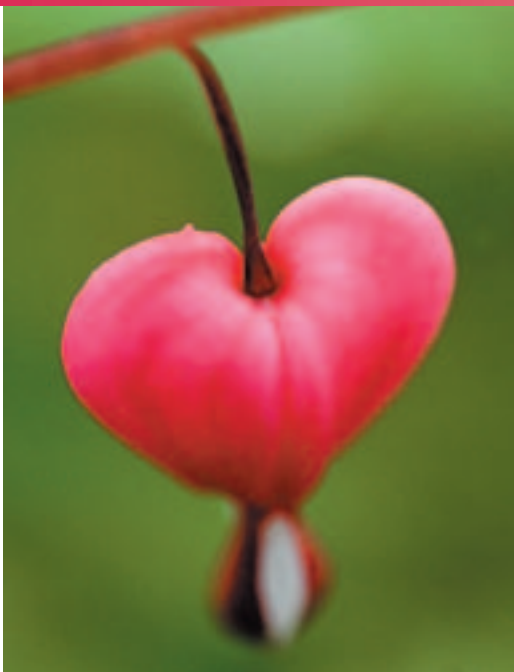
Som redaktör för boken har jag intervjuat samtliga forskare, och sedan har vi stött och blött texterna i olika utsträckning. Att skriva populärt om vetenskap och forskning är en balansgång på skalan ”mellan kvällstidning och avhandling”, där syftet är att bygga en bro mellan avsändare och mottagare.

Nu är det färdigt och så här blev det.

Min äldste son Anton, som gått ut grundskolans nionde klass det här året, skulle göra ett avslutande arbete under vårterminen i ämnet ”beskriv ett tekniskt system med problem och lösningar”. Han frågade mig om idéer. Mitt uppe i arbetet med boken gav jag honom texterna om forskningsprojekten i Lund som handlar om direkt och indirekt laststyrning och om hushållens inställning till laststyrningen. Dessutom försökte jag förklara hur det svenska kraftnätet är uppbyggt och om elens väg från produktion till konsument. Sonens redovisning innehöll tydligen flera

nyheter och aha-upplevelser även för lärarna i skolan, bland annat om hur effekttoppar kan vara ett stort problem i regionala och lokala elnät. (Antons egna förslag till lösningar, efter att ha läst om forskningen i Lund, låg på den ”mjuka” sidan med ekonomiska styrmedel och indirekt laststyrning; direkt laststyrning lät inte så lockande). Sonen kom hem med hög-





sta betyg på sitt arbete, som bidrog till samma slutbetyg i teknikämnet.

Med denna lilla historia vill jag säga att boken och dess innehåll förhoppningsvis kan komma till nytta på många olika sätt och också spridas till vidare kretsar än den huvudsakliga målgruppen inom energibranschen. Den framtida energiförsörjningen och energihushållning kommer inte bara att vara en fråga för branschens experter, det är en av världens viktigaste frågor som i allt högre grad berör alla människor. Och då kommer vanor, beteenden och behov i fokus även hemma i vardagsrummet, eller i klassrummet och konferenslokalen. Därmed kommer människor i hushållen också att ställa allt högre krav på sina energileverantörer.

Vi har försökt göra en logisk disposition av bokens innehåll. De fem forskningscentra

som bedriver projekt i ELAN-programmet har delats in i block som utgör huvuddelen av bokens innehåll. Nyckelorden är Linköping-varldagsvanor, Karlstad-relationskrafter, Lund-laststyrning, Chalmers-behovsanpassning och Gävle-individventilation.

Efter projektpresentationerna följer ett block med inslag från världen utanför ELAN, dels en världsomspännande utblick av professor Lennart Thörnqvist, dels fem korta intervjuer med skandinaviska forskare inom ämnesområdet vardagsvanor och elanvändning.

Avslutningsvis blickar vi framåt mot förväntade samhällstrender och förändringar i värderingar som sannolikt kommer att påverka människors elvanor.

Det har varit ett lärorikt år och produktionen av boken har löpt smidigt och effektivt, inte minst tack vare min uppdragsgivare Monika Adsten på Elforsk. Ibland har vi kanske varit lite tuffa i tidskraven på forskarna, som utifrån sina bevekelsegrunder naturligtvis vill att alla texter ska vara exakta och vetenskapligt korrekta.

Nu får läsaren själv avgöra var på skalan mellan kvällstidning och avhandling texterna hamnat. Jag önskar er en både lärorik och trevlig läsning.

Lars Krögerström

VETENSKAPSJOURNALISTERNA

REDAKTÖR





Vanans makt

– tema för forskningen i Linköping

Vanans makt är stor.

Hushållens vanor och energianvändning i det dagliga livet är en gemensam nämnare för de ELAN-projekt som har genomförts vid Tema Teknik och social förändring vid Linköpings universitet. Professor Kajsa Ellegård är projektledare.

För att effektivisera energianvändningen behövs nya tekniska lösningar, energisnålare apparater och medveten styrning för energieffektivitet när bostadsområden byggs eller renoveras. Men om inte människor är delaktiga i utvecklingen så gör man inga stora framsteg. Trots effektivare hushållsapparater

ökar hushållens elanvändning, visar ett av projekten vid Tema T i Linköping. För att nå energimålen behöver ny- och ombyggnadsprojekt styras och samordnas så att dessa mål har samma tyngd som andra mål i processen. Det är dessutom betydelsefullt att de människor som flyttar in i de nya bostäderna får reda på vad energieffektivitet betyder för vardagslivet.

Kartläggning av människors aktiviteter är grunden för att förstå och påverka deras vanor så att potentialen i tekniska lösningar kan utnyttjas bättre än idag. Tillsammans ger ny teknisk och samhällsvetenskaplig kunskap goda grunder för ett mer energieffektivt samhälle.

Vanans makt är viktig kunskap

Vanor förändras. Men vanor kan samtidigt också vara svåra att ändra och påverka.

Hemmets och hushållets vanor har stor betydelse för elanvändningen.

– Det är människors behov och önskemål som styr energianvändningen, inte maskiner eller värmeelement. Den insikten måste vi i energibranschen ta till oss mer av och samtidigt förstå vanornas "makt". Därför är forskningen kring hushållens beteende så intressant.



Sven-Allan Eklund vid Vattenfall är controller för de ELAN-anknutna forskningsprojekten vid Tema Teknik och social förändring i Linköping. Kunskapen om hushållens vanor och beteende är viktiga för elbolagen att känna till. Forskningsprojekten i Linköping har olika inriktning, men gemensamt för samtliga projekt är att de grundar sig på människors elrelaterade beteende och på elleverantörernas bild av människors vanor och beteende.

Och det är inte alltid den bilden stämmer med verkligheten.

– Inte minst de demografiska aspekterna

är viktiga, hur man kan se och följa olika åldersgrupper och kön, deras storlek och vanor, genom ålderstrappan. Dagens tonåringar är morgondagens beslutsfattare med egna familjer, och de grundlägger förstås många vanor i unga år.

– Man kan utveckla hushållsapparater och minska deras elanvändning och man kan energideklarera byggnaders prestanda. Men det säger ändå bara en del om verkligheten om man inte sätter in de tekniska uppgifterna i ett helhetsperspektiv, som till exempel hur många apparater vi använder och hur stora våra bostäder är, sådant som har med vanor,

beteenden och livsmönster att göra.

Först när man känner till de yttre ramarna, som inte alltid sätts av de boende själva, kan man skapa en bra bild av hushållens elanvändning idag och få indikationer om hur det kan se ut i morgon.

VIKTIGT FÖR BESLUT OM NY PRODUKTION

På tillförselsidan, alltså elproduktionen, är förutsägelser om befolkningsstruktur och energivanor synnerligen viktigt. Hur stora investeringar måste man göra och kommer man att få avsättning för sin produktion på det sätt man tänkt sig?

– Och för leverantörerna handlar det förstås om att kunna erbjuda kunderna det de vill ha även i framtiden, till exempel tillförlitlig transport av el. Inte minst hemmets datoranvändning har ökat känsligheten för avbrott.

– I den mån det finns skäl att försöka påverka människors vanor, till exempel av elförsörjningsskäl, så måste man veta vad man ger sig in på och vara väldigt ödmjuk inför varför människor väljer att göra på det ena eller på det andra sättet. Man måste veta varför vanor grundläggs och vilka värderingar som styr. Det är inte alls säkert att priset på el är det allenarådande styrmedlet.

– Att skaffa kunskaper om människors energianvändning och energivanor, till exempel med alltför detaljerade mätningar, kan dock komma i konflikt med den personliga



integriteten, säger Sven-Allan Eklund. Att välja rätt ambitionsnivå för framtida energistudier är därför en viktig och grannliga uppgift för energibolagen.

– Man kan också roa sig med att renodla vissa extremfall – ringa in frågan – som hur det skulle se ut om alla svenskar levde i enpersonshushåll respektive i fyrapersonershushåll, och hur det skulle påverka elvanor och energianvändning, säger Sven-Allan Eklund vid Vattenfall.

FORSKARGRUPPEN VID LINKÖPINGS UNIVERSITET

Forskningen inom ELAN-programmet vid Linköpings universitet bedrivs inom Tema Teknik och social förändring. Forskningen behandlar huvudsakligen energianvändning i bostäder. Hur planeras och byggs bostäder för energieffektiv och hållbar energianvändning? Vad betyder den tekniska utvecklingen för energieffektivisering av apparater och vilken betydelse har detta för hushållens energianvändning på samhällsnivå? Hur resonerar människor

om energins roll i sin vardag? Vill människor effektivisera sin energianvändning och hur kan de göra det? Informationsproblematiken är också central i gruppens verksamhet och behandlar dels energiföretagens ansträngningar att nå kunderna på den omreglerade elmarknaden, dels hur företagen skaffar kunskap om resultat från samhällsvetenskaplig energiforskning.



Inger Lindstedt



Erica Löfström

Karin Mårdsjö
Blume

Mats Bladh, Kajsa Ellegård, Anna Green

GRUPPENS MEDLEMMAR

Kajsa Ellegård, kajel@tema.liu.se

Fil dr i kulturgeografi vid Göteborgs universitet 1984
Docent i kulturgeografi vid Göteborgs universitet 1992
Professor vid Tema Teknik och social förändring vid Linköpings universitet 1997

Karin Mårdsjö Blume, karin.mardsjo@isk.liu.se

Fil dr i Teknik i social förändring, Linköpings universitet 1992
Docent i Teknik och social förändring, Linköpings universitet 2001
Prefekt vid Institutionen för språk och kultur, Linköpings universitet

Mats Bladh, matbl@tema.liu.se

Fil dr i ekonomisk historia vid Göteborgs universitet 1992
Docent i Teknik och social förändring vid Linköpings universitet 2000
Universitetslektor i Teknik och social förändring vid Linköpings universitet 2004

Inger Lindstedt, inger.lindstedt@k3.mah.se

Fil lic i Nordiska språk, Göteborgs universitet 1989
Fil dr i Journalistik och masskommunikation, Göteborgs universitet 1998
Forskarstudierektor vid området för Konst, kultur och kommunikation (K3) vid Malmö högskola

Anna Green, anngr@tema.liu.se

Lantmäteriexamen med inriktning mot samhällsplanering vid KTH 1995
Doktorand vid Tema Teknik och social förändring sedan 1999

Erica Löfström, erilo@tema.liu.se

Studier i journalistik vid JMK, Stockholms universitet 1999
Fil mag i Informatik år 2002
Doktorand vid Tema Teknik och social förändring sedan 2003

GRUPPENS FORSKNING, SYFTE OCH METOD

Syftet med forskargruppens verksamhet är att öka kunskapen om de vardagliga funktioner som upprätthålls med hjälp av elberoende apparater och anläggningar i olika typer av hushåll. Funktionerna kräver energi vid olika tider på dygnet och under veckan. Vi studerar individers och hushålls aktivitetsmönster och hur apparaters energieffektivitet har utvecklats över tid och gör scenarier över framtida utvecklingsmöjligheter. Strukturellt påverkas hushållens energianvändning av bostädernas energisystem och klimatskal och i en delstudie undersöks mål och resultat vid byggande av nya stadsdelar. Vi undersöker också hur forskningsresultat om hushålls energianvändning utnyttjas av branschen,

såväl i relationen direkt till kunderna, som för att utveckla företagets verksamhet.

Forskargruppens verksamhet bedrivs i en tvärvetenskaplig miljö av forskare med olika disciplinär bakgrund och sker i nära samverkan med Program Energisystem där flera forskare har teknisk bakgrund. Forskningen är empiriskt förankrad i såväl egna fältstudier som offentlig statistik. Vi arbetar med intervjuer och dagboksstudier och utnyttjar också redan befintligt källmaterial från olika myndigheter. Inom projektet utvecklas unika metoder för beskrivning och analys av människors aktivitetsmönster på såväl individ-, hushålls- som populationsnivå.

NÅGRA TEXTER FRÅN FORSKARGRUPPEN

Bladh, Mats (2005, kommande)

Fyra studier av hushållens elförbrukning. Tema T Arbetsnotat. Linköpings universitet.

Brogren, Maria & Anna Green (2001)

Solel i bostadshus – vägen till ett ekologiskt hållbart boende. Arbetsnotat Nr 17, Forskarskolan program Energisystem.

Ellegård, Kajsa & Elin Wihlborg (2001 red)

Fånga vardagen – ett tvärvetenskapligt perspektiv. Studentlitteratur.

Ellegård, Kajsa & Mathew Cooper (2004)

Complexity in daily life – 3D-visualisation showing activity patterns in their contexts. I eIJTUR (electronic Journal of Time Use Research) vol 1, no 1, sid 37–59.

Green, Anna (2005, kommande)

Preliminär titel: Governance och koalitioner – om villkor för modern stadsplanering för hållbart boende. Akad avhandling för dr examen.

Lindstedt, Inger & Karin Mårdsjö (2000)

Köpa el och byta spis – en studie av argumentationen. Tema T Arbetsnotat Nr 225.

Lindstedt, Inger & Karin Mårdsjö Blume (2004)

Hur rapporteras användarorienterad kunskap till informationsbrukare i energibranschen? Tema T Arbetsnotat Nr 275.

Jonsson, Andreas; Lundh, Magdalena & Erica Löfström (2005)

Hushåll med solvärme – ett svenskt pilotprojekt i Anneberg. Arbetsnotat Nr 30, Forskarskolan program Energisystem.

Vanor måste kartläggas för att man ska kunna påverka energianvändningen

– För att påverka elvanor och energianvändning måste man veta varför och när människor utför energikrävande aktiviteter, säger professor Kajsa Ellegård vid Tema Teknik och social förändring, Linköpings universitet. Sådan kunskap finns det för lite av.

Människors behov av att sova och äta utgör ramen för vardagens energianvändning. Nattsömnen är ofta oavbruten medan ätandet fördelas på en handfull kortvariga måltider under dagen. Mellan måltiderna gör man annat.



Nattens sömn följs av morgondusch, frukost och resa till jobbet. På arbetet avbryts verksamheten för fika både på förmiddagen och eftermiddagen, och för lunch. Väl hemkommen måste någon i hushållet utföra de aktiviteter som krävs för att maten ska stå på bordet, disken diskas, kläderna tvättas, torkas och vikas och lägenheten städas. De flesta avslutar sin dag framför tv:n. Alla dessa aktiviteter kräver energi, framför allt elenergi.

I nybildade hushåll fördelas aktiviteterna för att samordna vardagens sysslor mellan hushållets medlemmar. Den ena lagar mat, den andre diskar – eller så gör man sådana saker tillsammans. Med tiden utvecklas vanor

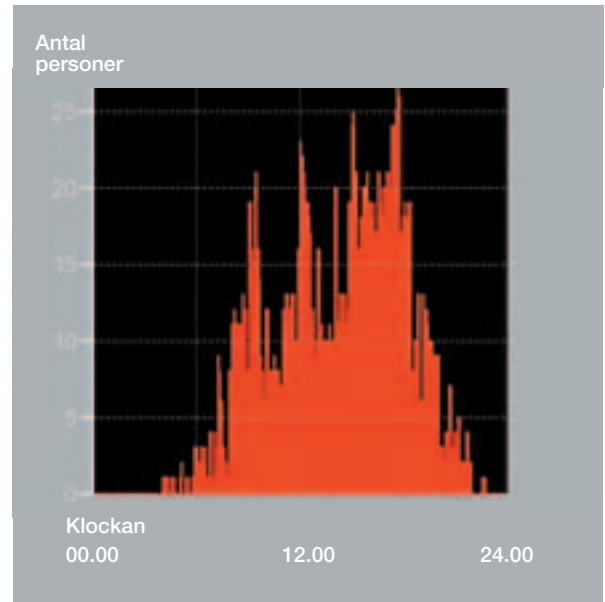


som kännetecknas av att var och en gör ”sina” sysslor utan att tänka närmare på varför eller hur. Vanor innebär att fördelningen av aktiviteter i hushållet blivit stabil i ett fungerande vardagsliv, och man behöver inte förhandla med varandra om varje liten sak som måste göras.

Viktiga empiriska forskningsfrågor handlar om när vanemässiga aktiviteter uppträder och hur vanorna skiljer sig åt mellan olika individer och hushåll. Om man kan visa för enskilda hushåll hur deras eget aktivitetsmönster i vardagen påverkar deras energianvändning och dessutom visa dem alternativa sätt att göra samma sak – men mer energieffektivt – så kan resultatet bli att livet blir vare

sig sämre eller mindre bekvämt. Det är viktigt att hushållsmedlemmarna kan bestämma själva och hitta lösningar som passar de egna önskemålen om ett gott liv.

Vad som upplevs som viktigt i ett gott vardagsliv skiljer sig mellan olika människor. Rumstemperaturen i svenska hem brukar ligga i intervallet mellan 18 och 22 grader. Den som är van vid 18 grader kan tycka att

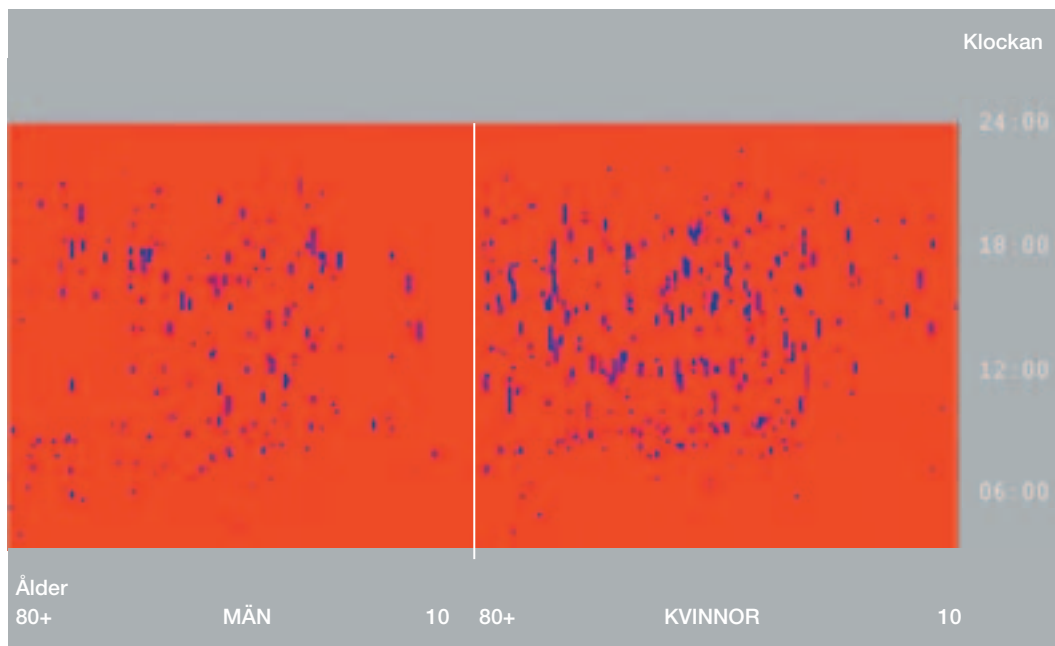


Figur 1. Frekvensdiagram över matlagningsaktiviteter i en befolkning (ca 500 personer i åldrarna 10–97 år) under en veckoslutsdag.

På y-axeln visas hur många personer som samtidigt genomförde aktiviteten matlagning och på x-axeln anges tidpunkten (kl 00.00 till vänster och 24.00 till höger). 58% av befolkningen genomförde någon matlagning under dagen (47% av männen och 71% av kvinnorna) och matlagningsaktiviteterna varade mellan 5 och 90 minuter (i genomsnitt 47,5 minuter).

det blir obehagligt varmt vid 22 grader, och den som är van vid 22 huttrar vid 18. Temperaturen har med välbefinnandet att göra och sannolikt är det omöjligt att direkt sänka temperaturen med fyra grader utan minskat välbefinnande, men med en långsam sänk-

ning med 0,5 grader i taget kan man vänja sig successivt. Även (o)vanan att låta ett rum ha full belysning trots att ingen vistas där kan ha med välbefinnande att göra, men det är sannolikt lättare att ändra på.



Figur 2. Tidsgeografisk bild av matlagningsaktiviteter i en befolkning.

Tidsanvändning för aktiviteten "matlagning" under en veckoslutsdag i en befolkning på ca 500 personer i åldrarna 10–97 år. Personerna, vars dygnstid ska läsas individuellt från kl 00.00 till 24.00, är ordnade efter kön (längs x-axeln), hälften män (till vänster) och hälften kvinnor (till höger) och ålder (flickor längst till höger, därefter kvinnor i stigande ålder till och med de kvinnor som är pensionärer). Därefter följer pojkar, sedan män i stigande ålder, med pensionerade män längst till vänster i figuren. Tiden (y-axeln) läses nedifrån och upp från kl 00.00

till kl 24.00. Matlagningsaktiviteter är markerade med blått under den tid som en person ägnat sig åt den aktiviteten. Längden på det blå anger således aktivitetens varaktighet.

Bilden visar att matlagningen är en kvinnodominerad syssla även om flickor inte lagar så värst mycket mat. Det gör inte heller pojkarna och de yngre männen. De män som lagar mat är huvudsakligen medelålders. Några äldre män lagar frukost och kvällsfika, men de lagar ingen mat mitt på dagen. Kvinnorna har ett "band" på morgonen vid frukosttid och sedan ett "band" vid lunchtid. Eftersom det är veckoslut är middagstiden mer varierad.

SVÅRT SE EGNA VANOR

För att människor ska kunna ta makt över sin energianvändning måste de se sambanden mellan hur de själva lever sitt vardagsliv och elanvändningen (mätt i kWh). Eftersom det är svårt att se sina egna vanor behövs metoder till hjälp. Sådana metoder utvecklas i forskningsprojektet. När hushållsmedlemmarna ser sin vardag i ett annat perspektiv kan de reflektera över varför de gör på ena eller andra sättet och vilka konsekvenserna blir för energianvändning och bekvämlighet. Hushållens energianvändningsmönster påverkas av deras kunskap om energihushållning och om sina egna aktivitetsmönster och vanor och av deras vilja att effektivisera energianvändningen. Det påverkas också av hushållens materiella förutsättningar och resurser, bostädernas utformning i väggar, fönster och tak, samt installationer för uppvärmning, varmvatten och ventilation. Vidare påverkas möjligheterna att förändra energianvändningen vid inköp av vitvaror och andra apparater. Utifrån sina förutsättningar och val bidrar varje enskilt hushåll till det sammantagna energianvändningsmönstret i bostadssektorn.

VISA BEFOLKNINGSMÖNSTER

För att få en helhetsbild måste man också visa aktivitetsmönster på aggregerad nivå, för alla individer i en population. Frekvenskurvor för en viss aktivitet fördelad över dygnets timmar visar en typ av mönster (figur 1). Med en tidsgeografisk bild (figur 2) kan flera

aspekter visas samtidigt, till exempel när på dygnet som hur många människor genomför en viss aktivitet, och även vilka människor som gör det, hur ofta och under hur lång tid. Vidare framgår vilka som inte alls utför den aktiviteten.

– En viktig framtida forskningsuppgift är alltså att utveckla sådana metoder som gör det möjligt att ta det svåra språnget från den enskildes elberoende och energirelaterade aktiviteter till en hel grupps eller en hel befolknings vardagliga energianvändning, utan att förlora den enskildes betydelse för helhetsbilden ur sikte. Så kan ny kunskap om aktivitetsmönster på individ-, hushålls-, grupp- och populationsnivå utvecklas. En viktig uppgift är således att utveckla visuella modeller över elrelaterade aktiviteter där betydelsen av människors agerande för helheten framgår. Sådana modeller kan användas som underlag för policybeslut i olika samhällssektorer. På sikt ska resultatet kunna avläsas i att kurvorna över hushållssektorns energianvändning vänder.

Apparaterna blir snålare, ändå använder hushållen mer el

Kopplingen mellan en kall öl och elräkningen som ska betalas flera månader senare är inte självklar. Att se 50-öringar trilla ur plånboken när 60-wattslampan står och lyser i onödan i ett rum som ingen använder är inte heller en naturlig association i vardagen.

De flesta apparater och utrustningar för hushållen har blivit energieffektivare och drar mindre ström nu än de gjorde för tio, tjugo och trettio år sedan. En ny kyl-frys använder idag knappt 1,3 kWh per liter och år. 1980 var motsvarande siffra 2,4 kWh och 1965 behövde en kyl-frys i genomsnitt 6,2 kWh per liter och år för att hålla önskad temperatur på maten vid förvaring.



Tekniken har blivit bättre och en första reflektion är att då bör hushållens elanvändning också ha minskat i motsvarande grad.

– Men så enkelt är det inte, säger Mats Bladh, ekonomhistoriker i projektet *Elen i människors vardag*.

Mats Bladhs forskning ingår i projektet

Hushålls aktivitetsmönster och elanvändning.

– Trots teknikutvecklingen har befolkningens totala energianvändning för att kyla och frysa maten bara minskat marginellt.

Förklaringen är ganska enkel; vi har skaffat fler kylskåp och frysar och apparaterna har blivit större.

Även för tork- och tvättmaskiner har tek-

	Antal (milj)	TWh
Faktisk 1980	7,2	4,8
Faktisk 2000	9,7	4,5
2000 om 1980 års storlekar	9,7	3,6
2000 om 1980 års energieffektivitet	9,7	8,8

Antalet kyl- och frysenheter och dessas elförbrukningar 1980 och 2000, samt kontrafaktiska beräkningar. Antal i miljoner och elförbrukning per år i terrawattimmar.

nikutvecklingen varit god. En ny tvättmaskin drar 50 procent mindre energi än för 20 år sedan, och här har antagligen den totala energianvändningen minskat. Det beror på att vi inte tvättar så ofta längre. Å andra sidan har antalet torktumlare i hushållen fördubblats. Kraven har ökat på att tvätten snabbt måste bli torr. Men eftersom dessa ersätter användningen av äldre torkskåp har tvätt- och torkelen totalt minskat.

Nya typer av apparater tillkommer också i snabb takt. Under 1980-talet kom mikrovågsugnarna och under slutet av 1990-talet blev datorerna en del av hushållens utrustning.

UTTJÄNT TILL SOMMARSTUGAN

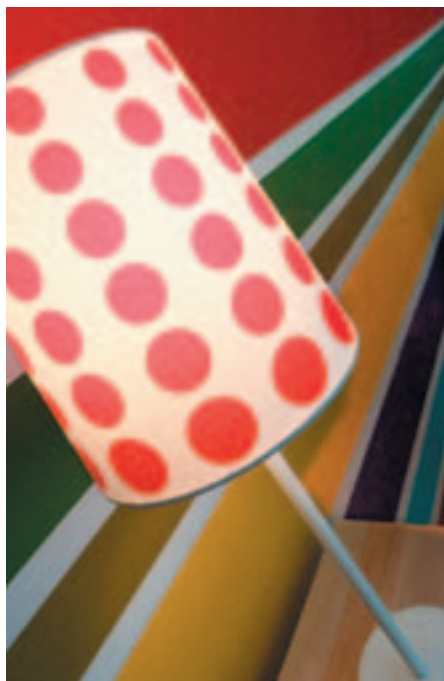
En annan trend som tilltagit är flödet av uttjänta produkter ut till sommarstugor. Där hamnar förra generationens elapparater, ofta under flera år, innan de slutligen tas ur bruk. Många äldre apparater hamnar också i ungdomars första bostäder.

Tekniska framsteg äts alltså upp av änd-

rade användningsmönster. Frågan är om och hur det påverkar människors välfärd.

– Mötespunkterna, eller gränssnitten, mellan hushållens behov och den elberoende tekniken kan delas in i tre olika typer, där graden av påverkarbarhet utgör indelningsgrund, säger Mats Bladh.

– I första kategorin finns lamporna. Huruvida det ska vara tända eller släckt bestämmer vi helt och hållet själva i varje ögonblick. Påverkarbarheten är total – den ögonblickliga välfärden kan styras så länge det finns el i ledningen.



Till den här kategorin hör också elvisp, brödrost, elektrisk tandborste och sådana apparater som vi bestämmer själva när vi använder och då också kan välja att avstå från helt och hållet.

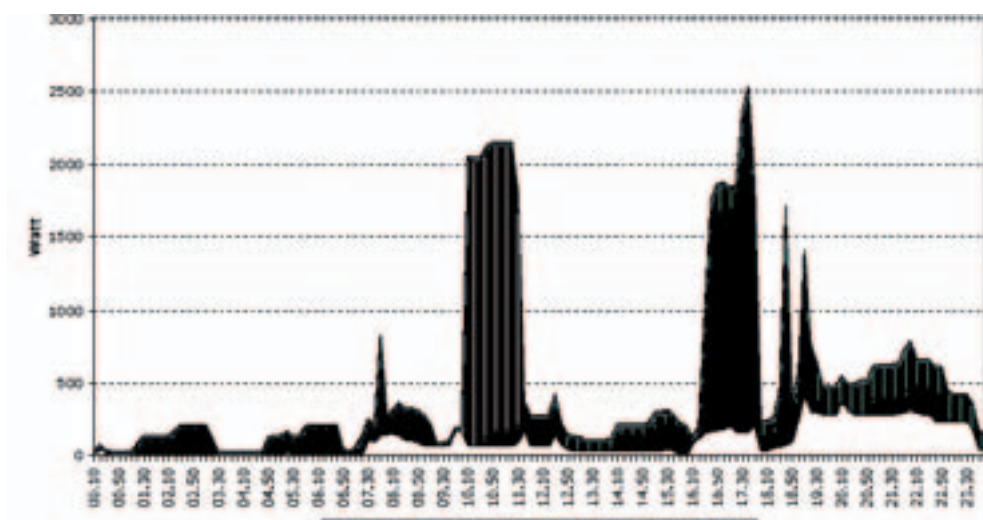
– Nästa kategori är delvis påverkbar. Dit hör programstyrda apparater som är svåra att avstå från i ett modernt hushåll, såsom tvättmaskin och torkskåp eller tumlare. Man väljer tillfälle och hur ofta apparaten används, men sedan lever den sitt eget liv. Elanvändningen påverkas också vid inköpet, då man kan prioritera eleffektivitet.

Den tredje kategorin kan man i stort sett bara påverka vid inköpet. Dit hör kyl och frysk som "lever sitt eget liv" från den stund man ansluter den till elnätet.

Mats Bladh gjorde en intensivstudie i sitt eget hushåll, som han kallar "18 september 2004". Varje lysknapp och varje elapparat försågs med en anteckningslapp där användningen noterades. Där framgår hur både påverkbara apparater och icke påverkbar elutrustning avspeglas i dygnskurvan över elanvändningen.

– Matlagningen ger de högsta topparna, och eftersom det här var en lördag, som är vår städdag, fick vi en kraftig topp när dammsugaren användes också.

– Mönstren för hur el används i hushållen är en omistlig grundkunskap för att också kunna förändra och påverka vanorna för att minska elanvändningen.



Elanvändningen ett dygn i september för ett lägenhetshushåll med två personer.

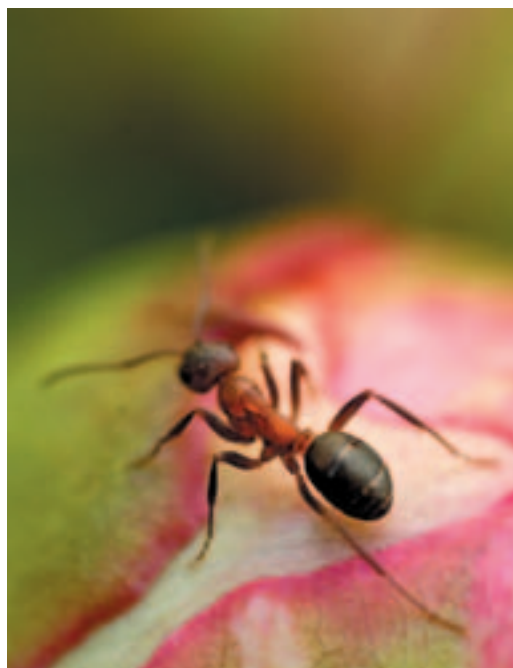
Men resultaten når inte ut till användarna

Resultaten från forskning om teknik i användning är intressanta för både teknikföretag och brukare. I en studie har Inger Lindstedt och Karin Mårdsjö Blume undersökt hur användarorienterad kunskap förs vidare till informationsbrukare i energibranschen och om forskningens resultat når fram.

De har följt några FoU-projekt om el- och energianvändning, talat med forskare och studerat hur projektens resultat presenterats och förts vidare.

Den traditionellt akademiska resultatspridningen fungerar bra i avhandlingar, i vetenskapliga seminarier, och vid konferenser. Den kunskapsspridningen är väl planerad, och tid och resurser finns i projektplaneringen.

Det som däremot saknas är resultatspridning i mer lättillgänglig form. En populär framställning bör se ut på annat sätt än den akademiska avhandlingen och finna sina egna kanaler. Exempel på sådant är att man deltar i branschseminarier och uppmärksammas i



lokalpressen, men i studien återfanns få exempel i branschpressen. Där präglades referaten dessutom snarare av misstänksamhet än av nyfiken intresse. Frågan var "Voffo gör di på detta viset?" och inte "Vad kan vi lära oss av detta?". Med tanke på att ämnet i det här fallet handlade om vård och utveckling av kundrelationer,

så blir misstänksamheten extra påfallande. Var man inte intresserad av sådant inom branschorganet?

Frågan är hur forskare och bransch kan gå vidare för att utveckla kunskapsutbytet inom aktuell och intressant forskning och därmed undvika ett rejält resursslöseri. Några svar och förslag presenteras i studien.

AVSÄTTA RESURSER FÖR SPRIDNING

För det första måste man, redan i projektplaneringen, avsätta tid och pengar för resultat-spridning utöver den rent akademiska. Det behovet ska inte komma som en obehaglig överraskning när tiden och pengarna är slut. Värdet av att planera sådan kunskapsspridning noggrant kan inte överskattas.

SKILJA PÅ PRODUKT OCH INNEHÅLL

För det andra är det viktigt att skilja på resultatet som produkt och som innehåll. Avhandlingen eller rapporten är en produkt som är lätt att skicka ut till olika målgrupper, men genom att göra detta är man inte färdig med

resultatförmedlingen. Resultatet som innehåll är något helt annat, och det kan förmedlas på en rad olika vägar och i en rad olika format.

KARTLÄGGA INFORMATIONSVANOR

För det tredje handlar det om att lära känna mottagarna. Nyckelpersoner inom el- och energibranschen kan utan tvekan definieras som centrala mottagare av forskningsresultat. Men hur orienterar de sig i omvärlden? Hur ser deras informationsbehov och vanor ut? Och hur ser de på kunskapssökandet i sin egen vardag – vilka format är intressantast för dem? Här finns en bred flora att välja mellan: artiklar i branschtidningar, seminarier med forskare, spännande och kreativa webbplatser, ”information brokers” som söker kunskapen till dem och presenterar det hela på ett lätt-tillgängligt sätt. Ytterligare en möjlighet är populärt hållna sammanfattningar, skrivna av forskarna själva. Svaren på de här frågorna är viktiga för att man på ett bra sätt ska kunna få fram forskningens resultat till dem som kan bygga vidare på dem i sin vardag.

ATT MARKNADSFÖRA EL SOM PRODUKT

Nya retoriska grepp efter omregleringen

Omregleringen i slutet av 1990-talet ställde elbolagen inför en stor förändring. De blev tvungna att marknadsföra sin produkt: el.

Elbolagen var en aning yrvakna och prövade sig fram med reklam av olika slag för att presentera sin produkt och sitt företag. En speciell förutsättning var att elen är en osynlig produkt, en produkt som inte har några yttre kännetecken att relatera till. Det retoriska arbetet fick därför helt andra utgångspunkter. Man stod också inför ett speciellt dilemma att försöka sälja "olika sorters el", fast det i själva verket bara finns en sorts el, den som levereras genom "två hål i väggen".

I nger Lindstedt och Karin Mårdsjö Blume har studerat retoriken, och framför allt två företags arbete: Plus-Energi i Göteborg och Sydkraft. I studien ingick också en jämförelse; det gällde då retoriken vid valet av elektriska produkter för hemmabruk som exempelvis spisar och diskmaskiner. Studien heter *Köpa el eller byta spis*.



Företagen knöt an till de klassiska retoriska utgångspunkterna, det vill säga att relatera till logos, pathos och ethos. Logos handlar om fakta, om att lyfta fram relevanta fakta för olika målgrupper, pathos om att nå och skapa en känsla, en positiv stämning, och ethos om sändarens trovärdighet. Det senare var inte minst viktigt i en ny marknadssituation – här gällde det att bli synlig och uppfattad som en pålitlig leverantör. Elbolagen profilerade sig också på lite olika sätt.

"SPÄNNANDE" EL

Sydkraft annonserade i dagspressen om olika fiktiva personer och deras elval, till exempel "Sallys spännande elpaket". Budskapet presenterades på ett vardagligt sätt, i form av en "post-it"-lapp på en kylskåpsdörr. Det olidligt "spännande" med paketet var att priset var rörligt och att räkningen skulle betalas som en e-faktura. Man försökte alltså klä den abstrakta produkten med profilerande egenskaper som "spännande", "miljömedvetet", "ansvarsfullt" eller "prismedvetet", "helgarde-rat" och "varaktigt".

Plusenergi knöt an till göteborgshumorn som ett sätt att nå fram till sin kundkrets. Exempelvis förekom utropet "Leve friheten!" med tilläggstexten "bind upp dig". Ett annat exempel är uppmaningen "Skriv under så får du tid över". Paradoxer och ordlekar av det här slaget kännetecknade deras kampanj.

När det gällde försöken att sälja "olika sorters el" så arbetade bolagen också med retoriska medel. Ett sådant är uttrycket "grön el" som produkt. Någon grön el har knappast susat fram i ledningarna; den metaforen är ett sätt att beskriva kundens ekonomiska bidrag till utvecklingen av miljövänlig el.

PRODUKTER MED FYSISK VERKLIGHET

Den retoriska situationen är något tacksammare när det gäller elanvändande produkter, för där har man en fysisk verklighet att lyfta fram och knyta an till. Katalogerna är faktaspäckade men också utformade så att läsaren

ska känna och gripas av en stämning. En bild av en ugn med bullbak på gång gör att man nästan känner doften av kanel. Ugnen kan därför beskrivas både med hjälp av siffror och prestanda och i termer av hemtrevnad: logos och pathos går hand i hand. Även när det gäller ethos, trovärdigheten, har man i ett sådant material rikligare möjligheter att skapa en tydligare bild av företaget. Exempelvis lyfter företaget Husqvarna fram sin långa erfarenhet och sitt breda sortiment – allt ifrån motorsågar och motorcyklar till diskmaskiner och mikrovågsugnar. Ett exempel på en formulering där erfarenheten ställs i fokus: "Vi har tillverkat spisar i mer än 100 år, så vi vet behoven och skapar möjligheter som även tillfredsställer dig med mycket höga krav". Traditionen samspelar här med trovärdigheten.

I katalogerna spelar logos-argumenten, exempelvis tekniska data, stor roll, men trots det fick inte kunder som skulle byta vitvaror svar på de praktiska och vardagliga frågor som de fann mest intressanta inför bytet. Besök i butiker hjälpte inte heller – där blev det närmast en muntlig version av den tekniska specifikationen. Avståndet mellan producent och kund var uppenbart allt för stort.



MÄNNISKORNA BORTGLÖMDA I HAMMARBY SJÖSTAD

Tekniska lösningar räcker inte

Hammarby Sjöstad byggdes med en energisnål vision. Ny teknik skulle ge förutsättningar för ett energieffektivt liv och hushållen förutsattes också göra förändringar i sitt beteende för att politikernas mål skulle nås. Men de som flyttade in fick begränsad information om detta. Många hade sålt si-

na villor och var inte tvungna att snåla med el eller andra resurser.

Visionens mål om en energiförbrukning på högst 60 kWh per kvadratmeter och år (varav 20 kWh el) reviderades under processen till 120-125 kWh som riktlinje för projekteringen. Idag verkar det troligt att inte heller denna nivå nås.

För att uppfylla visionen om få bilar, få parkeringsplatser och hög nyttjandegrad av kollektivtrafiken återstår en hel del att göra. Många hushåll har rörliga arbeten i tjänstesektorn och behöver kanske inte bara

en utan två bilar, och det råder stor brist på parkeringsplatser.

Elförsörjningen med solceller blev ett symbolprojekt och solcellerna producerar el som motsvarar förbrukningen hos ca 38 av de



2 300 lägenheterna i de första två etapperna av området.

– Vid mina intervjuer med inflyttade familjer i Hammarby sjöstad visste flertalet inte att bostadsområdet ingick i ett projekt där ett av målen är hållbar energianvändning, säger Anna Green, forskare och doktorand vid Tema Teknik och social förändring, Linköpings universitet. Man kände till att området hade

miljöprofil men kopplade främst samman detta med sopsortering och kompostering. Överhuvudtaget har informationen före inflyttning varit begränsad, och den information som getts har framförallt varit i skriftlig form.

FÖREGÅNGARE FÖR ENERGISNÅLT BOENDE

Anna Green har studerat planeringen av Hammarby Sjöstad i Stockholm och Västra Hamnen i Malmö och vad som händer när människor flyttar in. Båda projekten ansågs vara föregångare för energi- och resurssnålt – men samtidigt bekvämt och modernt – boende.

– Hammarby Sjöstad blev fint. Men från stora visioner till idéernas förverkligande är avståndet långt. Hammarby Sjöstads miljövision skapades inför Stockholms ansökan om OS 2004. Då behövdes propagandaprojekt.

– Med när OS-ansökan avslagits, det blivit maktskifte i Stockholms stadshus och byggherrarna gjorde upphandlingar, tonades miljöaspekten ned för då gick en betydande del av drivkraften ur projektet. När prospekten över lägenheterna var klara och försäljningen började stod inte speciallösningar för energi och miljö i blickpunkten för marknadsföringen.

I verkligheten har man alltså inte nått målen för energianvändning i lägenheterna. En av ambitionerna var exempelvis att individuell mätning skulle ske i alla lägenheterna, men det installerades bara i en del av dem.

IDÉ OM ATT MÄNNISKOR ÄNDRAR BETEENDE AUTOMATISKT

– Det verkar som om man trodde att det skulle räcka med en allmän miljöprofil och installationen av vissa energitekniska system för att människor automatiskt skulle bete sig annorlunda och mer energimedvetet.

– Men eftersom människor har skapat sig vanor och brukar använda de apparater som lägenheterna de bor i är utrustade med, blev utvecklingen snarare den motsatta. Lägenheterna i båda områdena är utrustade med fler elapparater än genomsnittet, enligt den standard som troligtvis all nybyggnation förses med. Några av de hushåll som köper biogas för sin spis och ugn tycker inte att det är resurssnålt när de samtidigt från sina fönster ser mängder av biogas eldas upp vid avbränningen från Henriksdals reningsverk.

INTE TYDLIGGJORT SLUTANVÄNDARNAS ROLL

Förutom att det finns en diskrepans mellan visioner och verklighet i miljö- och energitekniskt hänseende, menar Anna Green, så har aktörerna i processen som bygger Hammarby Sjöstad inte bemödat sig tillräckligt om att tydliggöra slutanvändarnas roll för att nå energimålen.

Uppgiften för GlashusEtt, det informationshus som stod klart för ett par år sedan, är att informera de boende om hur de kan leva mer miljöanpassat. För att få den informationen krävs dock att de boende tar sig dit. Det

blir en tröskel som blir för hög att ta sig över för många.

– För att nå framgång med nya tekniska lösningar måste man även använda samhälls- och beteendevetenskapliga kunskaper, säger Anna Green. Tekniska system och lösningar installerades, medan invånarna fick små möjligheter att påverka processer och lösningar.



TEKNIK VÄCKER STARKA KÄNSLOR

"Som att ha ett kärnkraftverk i garderoben"

Teknik kan väcka starka känslor. Vissa människor blir lika engagerat intresserade och entusiastiska när den fungerar som de blir upprörda när den inte fungerar.

Erica Löfström, doktorand vid Tema Teknik och social förändring vid Linköpings universitet, har tillsammans med två ingenjörer genomfört ett doktorandprojekt om solvärme i bostads-

området Anneberg i Danderyd.

Hon har studerat människors uppfattningar om och reaktioner på den nya tekniken.

Anneberg byggdes 2000–2001. Bostäderna försörjs till stor del med solvärme via årstidslagring i ett 60 miljoner liter stort bergrum. Solvärmeprojektet kostade 1,21 miljoner euro och är alltså ett omfattande projekt.



FOTO: JO DAHLENBÄCK



"Det är som att ha ett kärnkraftverk i garderoben", var en spontan reaktion från ett hushåll. Andra tyckte att det var intressant att titta in och skruva på rattarna i husets teknikrum.

Varje bostad har sin egen styr- och reglerutrustning för golvvärmesystem, varmvattenberedare och ventilation. Enligt ursprungsberäkningen ska solvärmens svara för 70 procent av värme och varmvatten på årsbasis. Komplettering sker med elpatroner där förbrukningen betalas av varje bostad för sig.

– Systemet har ännu inte nått de beräknade värdena, och bostadsrättsföreningen har stämt HSB för att få ut mellanskillnaden för de dyrare elkostnaderna. Dock är det viktigt i sammanhanget att påpeka att alla projekt med ny teknik har en inkörsperiod innan full effekt uppnås, säger Erica Löfström.

– Den pågående rättsprocessen kan ses som en reaktion på att man bryr sig om den nya tekniken.

POSITIVA TILL SOLVÄRME

Övervägande delen av hushållen är positiva till solvärme; det var en del av motivet till att man valde att bo där.

Uppvärmningen sker med golvvärme, vilket innebär att det inte finns några radiatorer vid fönstren. För att motverka energiförluster och kallras har fönstren extra energieffektiva glas med mycket lågt U-värde. Det innebär att det kan bli kondens på fönstren.

– Reaktionen på detta var snarare att man tagit till sig energiargumenten med fönstren, man klagade inte på nackdelarna utan man argumenterar för sina fönster.

Energitekniken kommer nära människorna i vardagen och blir så påtaglig att många tydligare kan se helheten och sambanden mellan energi och miljö, mellan energi och ekonomi och mellan energi och bekvämlighet.

– När man ber de boende i solhusen i Danderyd rangordna faktorerna miljö, ekonomi och bekvämlighet kommer bekvämlighet allra högst. Sedan kommer miljö och ekonomi på delad andra plats.

– Människor som förstår dessa samband skapar ett förhållningssätt till energitekniken och energins ursprung i naturen. Kring detta behövs mer forskning, säger Erica Löfström, som ska samla ytterligare kunskap om dessa samband på Island som en del av sitt avhandlingsprojekt.

Krafter för och emot i dragkampen om elkunderna

Sedan elmarknaden avreglerades har färre än var tredje kund bytt elleverantör. Det tar lång tid att upprätta en fungerande marknad.

Vad som utlöser ett leverantörsbyte är en nyckelfråga för studierna av elmarknaden. ELAN-projektet vid universitetet i Karlstad har identifierat de olika krafter som får en kund att förbli

trogen sin befintliga leverantör, och de krafter som får kunden att fatta beslutet att byta leverantör. Dessa förändringskrafter och bevarandekrafter utkämpar en dragkamp om kunderna, och för leverantören gäller det att vara rädd om varje möte, varje tillfälle att stärka förtroendet och banden till kunderna.



Kunder kommer och går – orsak och skäl är viktiga kunskaper för leverantörerna



– Forskningen kan sätta ord på företeelser som vi lever med i vardagen, säger Pia Svensson. Vad som får en kund att stanna eller att lämna sin elleverantör handlar ju både om ekonomi, kunskap och psykologi. Därför är det intressant att tydliggöra de krafter som drar åt olika håll.

Pia Svensson vid Sydkraft Försäljning AB är controller för forskningsprojektet om ”dynamik i tjänsterelationer”. Projektet ingår i ELAN-programmet och har genomförts och presenterats i en licentiatuppsats av Lisa Nyberg vid Karlstads universitet.

Bakom varje byte av elleverantör finns ett aktivt beslut. Sedan elmarknadens avreglering har en tredjedel av kunderna bytt leverantör, och nästan lika många har aktivt tecknat avtal med sin befintliga leverantör.

Vilka överväganden som ligger bakom beslutet att byta, eller att stanna kvar, är en värdefull kunskap, inte minst för elbolagen som konkurrerar om kunderna på den avreglerade marknaden.

– Att det inte bara är priset som avgör valet av elleverantör tror jag att de flesta marknadsaktörer är medvetna om. Om ”relationshistoriken” är god, om det

känns bra för kunden och man är trygg med sin leverantör, då tror jag att bindningen och bevarandekrafterna också blir starka, säger Pia Svensson.

PLÖTSLIG HÄNDELSE FÖRÄNDRAR

– Men om något plötsligt inträffar, något negativt i förhållandet mellan kund och leverantör, eller att kunden får ett lockande erbjudande serverat för sig, då kan förändringskrafterna ta överhand.

Det här är en beskrivning som Pia Svensson känner igen i avhandlingen.

Marknaden och elpriserna förändras ständigt och ibland upplever kunderna att det är svårt att jämföra olika erbjudanden och avtal.

– Det befintliga pris man har hos sin nuvarande leverantör kanske bygger på en viss typ av avtal som träffades för flera år sedan, medan erbjudandet från en ny leverantör bygger på helt andra förutsättningar och på den prisbild som råder just vid tillfället.

UNDERSÖKNING I STÖRRE SKALA

– I förlängningen av det här projektet skulle jag vilja se en mer omfattande undersökning, i större skala med fler intervjuade personer, om vad som styr valet av leverantör. Där borde man också fråga sig hur starka de olika definierade krafterna är i förhållande till varandra, alltså en kvantifiering av den modell som Lisa Nyberg tagit fram.

Den pågående reformen att alla kunder ska förses med nya fjärravlästa elmätare ökar intresset för relationsdynamiken.



– Mätarreformen kan säkert vara både förändrande och bevarande i relationen mellan kund och leverantör, säger Pia Svensson, bevarande i den bemärkelsen att leverantören kan öka servicegraden och informationen till sina kunder och därmed skapa en närmare och mer förtroendefull relation, och förändrande på så sätt att det blir lättare att jämföra olika alternativ och därmed får man bättre kunskapsunderlag för att byta leverantör.

ELAN-forskningen i Karlstad

Forskarpresentation

Lisa Nyberg har ekonomie licentiatexamen i företagsekonomi 2004 och erfarenhet av energibranschen såsom kundvårdsansvarig på dåvarande Gullspång Försäljning AB 1998–1999.



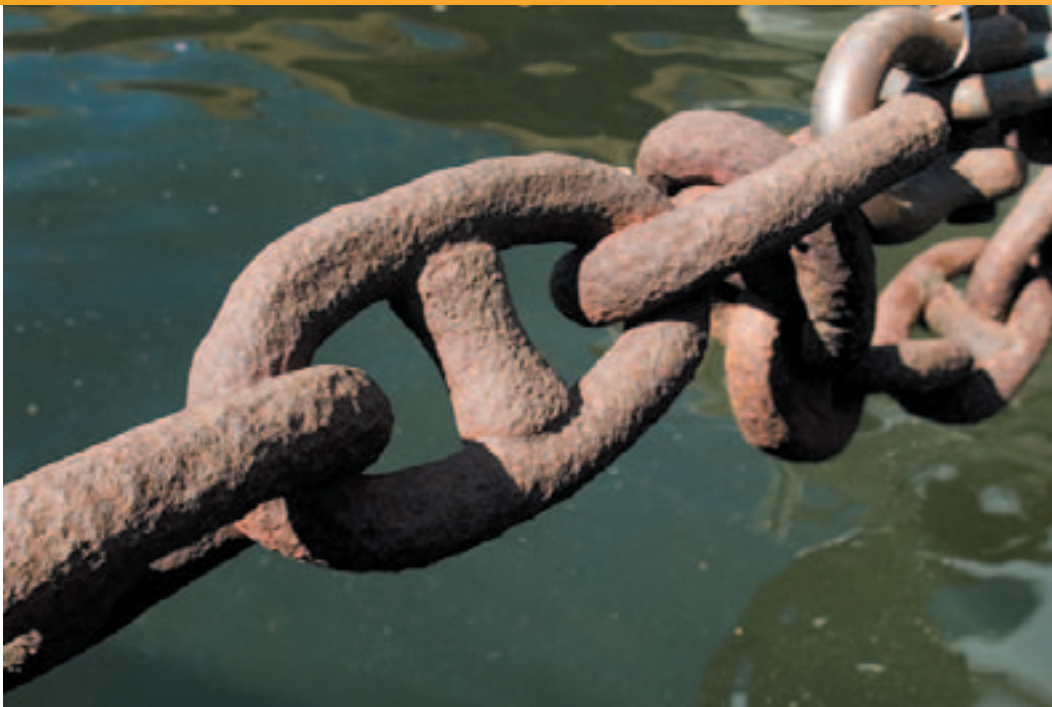
Projektet om relationsdynamik

Syftet med forskningen var att få ökad förståelse av relationsdynamik på den svenska energimarknaden. En fråga var varför vissa privatkunder byter leverantör och andra inte. En annan fråga var vilken betydelse kundmissnöje hade för kundens bytesbeslut. Licentiatuppsatsen resulterade i en modell, REFO, där det framgår att relationsdynamik kan förklaras utifrån ett samspel av faktorer. Det är således inte en faktor, t.ex. priset eller kundmissnöje, som ensamt kan förklara varför en kund byter eller inte byter leverantör. De samspelande faktorerna har jag valt att

kalla förändringskrafter respektive bevarandekrafter. Ju starkare bevarandekraft en relation har desto fler eller starkare förändringskrafter krävs för att relationen ska avbrytas. Ju svagare bevarandekraft desto lättare beslut för kunden att byta leverantör. En kundrelation är att se som en ständigt föränderlig process som påverkas över tiden av händelser som orsakas av leverantören, konkurrenter och omgivningen i övrigt; händelser som antingen blir förändringsdrivande eller som stärker kundrelationen.

Referenser

Referenser finns i licentiatuppsatsen som kan beställas på infoctf@kau.se till en kostnad av 250 kr. Länkar till hemsidan <http://www.kau.ctf.se/>



Dragkampens krafter som får kunden att förbli trogen – eller byta elleverantör

Nästa möte kan bli det sista. Om el-kunden inte blivit nöjd vid sina tidigare kontakter med leverantören, så kan nästa möte bli avgörande. Om kunden blir missnöjd även då så kan hon göra slag i saken och byta leverantör, även om det tar emot att byta av andra skäl.

– *Leverantörsrelaterade händelser och relationshistorik* är förändringskrafter respektive bevarandekrafter i

förhållandet mellan kund och leverantör, säger Lisa Nyberg.

Lisa Nybergs licentiatuppsats heter *Dynamik i tjänsterelationer* och utmynnar i en modell över vilka krafter som påverkar relationen mellan kund och leverantör, och som ytterst avgör om kunden byter leverantör eller förblir trogen.

Varje faktura är på sätt och vis ett möte mellan kund och leverantör. Men många kunder, kanske de flesta, nöjer sig med att betala fakturan, även om de inte förstår detaljerna.

– Att kunden inte begriper, otydligheten från leverantören och bristen på kunskap hos kunden, kan i sig skapa en bindning, en bevarandekraft i relationen, säger Lisa Nyberg. Och det kan ju tyckas motsägelsefullt, men kunden har svårt att jämföra och svårt att agera, hon saknar ”upplevda alternativ”.

Emellertid är detta ett bedrägligt lugn. Den dagen det går upp för kunden att något kunde ha varit bättre, det må vara pris eller service, så slår den insikten till med full kraft mot leverantören; ”jag har blivit lurad i flera år och jag går aldrig tillbaka till min gamla leverantör”.

Och när kunden kommit så långt är det försent att komma stickande med sockrade avtalsförslag. Då är det redan kört.

BETEENDEFÖRÄNDRING

I Lisa Nybergs relationsdynamiska modell kallas ovanstående exempel för en leverantörsrelaterad händelse som är så stark att den på en gång skapar en beteendeförändring.

Vanligare är kanske att ett antal händelser ackumuleras och först skapar en successiv attitydförändring som sedan övergår i en beteendeförändring, ett leverantörsbyte, när den sista droppen fått bägaren att rinna över.

En kund som väl tagit steget och varit otrogen första gången får sedan en betydligt

lägre tröskel att byta leverantör nästa gång. När kunden vet hur det går till blir hon mer marknadsanpassad och prismedveten och därmed mer lätt på foten.

I en kundrelation som rullar på av gammal vana möts leverantören och kunden inte särskilt ofta, förutom då genom fakturorna som droppar in en gång i kvartalet, eller vad man har för intervall.

– Därför, säger Lisa Nyberg, är det desto viktigare för leverantören att ta vara på och vårda de möten som uppkommer. När kunden väl hör av sig är detta ett gyllene tillfälle för leverantören att visa ”relationsengagemang”, att visa att man bryr sig om den enskilde kunden och att man tar kundens frågor och problem på allvar.

Ett bemötande som löser kundens problem, och som dessutom kanske ger ett mer värde i form av ett oväntat gott råd, förstärker bevarandekraften i relationen. Och då blir kunden nöjd och mindre benägen att söka sig till andra leverantörer.

– Självklara saker, egentligen, säger Lisa Nyberg. Men icke desto mindre dåligt utnyttjade tillfällen av många leverantörer. Hur många gånger lägger kunden på telefonluren och känner att hon till och med fått mer service än vad hon frågat efter?

För en marknadsavdelning kan det ju räcka med att fundera över vad ett vänligt ord eller ett gott råd kostar i jämförelse med att fånga en ny kund med aktiv marknadsföring.

Lisa Nyberg har själv bakgrund som kund-

vårdsansvarig på ett energiföretag. Som empiriskt underlag för sin licentiatuppsats har hon tio djupintervjuer med elkunder.

– Elbranschen är spännande i dubbel bemärkelse eftersom man på ganska kort tid gått från monopol till hård konkurrens, säger Lisa Nyberg. Tidigare betraktades kunderna som belastningar, i vart fall på nätet, men den leverantör som vill överleva idag måste betrakta varje kund som en värdefull tillgång.

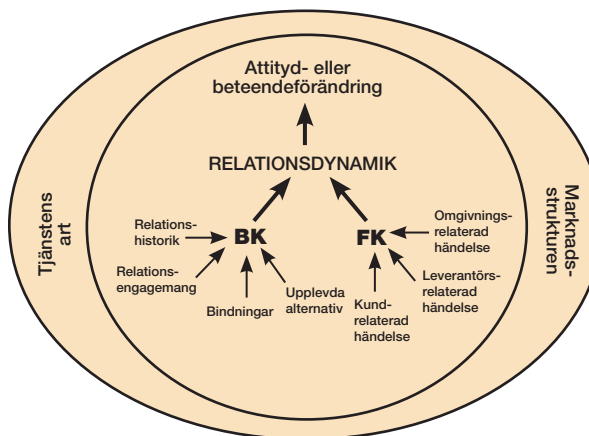
Relationsmodellen, som är essensen i uppsatsen, beskriver dragkampen mellan och dynamiken i de krafter som strävar efter att bevara respektive förändra relationen mellan leverantör och kund.

På *bevarandesidan* finns framförallt fyra krafter: relationshistoriken, relationsengagemanget, bindningar och upplevda alternativ.

- Relationshistoriken är helt enkelt allt som hittills har hänt mellan leverantören och kunden. Om kontakterna varit positiva är relationshistoriken en mycket stark bevarandekraft.

- Relationsengagemanget är hur kunden upplever sitt förhållande till leverantören. Om leverantören är aktiv och kunden känner sig viktig är relationsengagemanget en stark bevarandekraft.

- Bindningar kan vara till exempel geografiska, ekonomiska eller psykologiska. Om leverantören finns på orten med ett lokalkontor där leverantörens representant är bekant med



Bevarandekraft (BK) och förändringskraft (FK) påverkar relationen.

sina kunder, så är det en geografisk bindning. Men i de flesta fall hör ju detta till en svunnen tid. Ekonomiska bindningar finns om kunden upplever sig ha ett mycket förmånligt avtal med sin leverantör och psykologiska bindningar kan uppstå när man av andra skäl upplever sig ha marknadens bästa leverantör.

– Men tyvärr är det nog så att bindningarna snarare är negativa bytesbarriärer istället för positiva bindningar. Bindningarna uppstår därför att kunden saknar kunskap att välja och byta leverantör, säger Lisa Nyberg.

- Den fjärde bevarandekraften, upplevda alternativ, är en bevarandekraft så länge kunden inte upplever att det finns någon reell skillnad hos alternativa leverantörer.

VAD GRANNEN SÄGER

Förändringskrafterna då, ja i huvudsak identifierar modellen tre förändringskrafter som har med olika händelser att göra.

- Omgivningsrelaterade händelser är kun-

dens kontakter och intryck från grannar, vänner och bekanta. Om grannen bytt leverantör och förmedlar positiva erfarenheter av sitt byte så är det en mycket stark förändringskraft. Människor man redan känner och har förtroende för har stort inflytande. Konsumentprogram eller artiklar i massmedia kan också få samma effekt. Även konkurrenternas marknadsföring, med lockande priserbjudanden, är omgivningsrelaterade förändringskrafter.

- Leverantörsrelaterade händelser är den förändringskraft leverantören först och främst kan påverka. Varje negativ händelse är en förändringskraft som försvagar relationen. Om leverantören istället agerar osjälviskt genom att erbjuda villkor som blir förmånligare för kunden, ger god service och mervärde, så är det en kraft som stärker relationen.

- Kundrelaterade händelser, slutligen, kan vara så enkelt att kunden byter bostadsort, får förändrad ekonomi eller familjeförhållanden som utlöser ett leverantörsbyte.

KRAFTER I DYNAMISKT SAMSPEL

Så ser alltså de olika krafterna ut.

– Men nu måste man alltså se detta dynamiskt, säger Lisa Nyberg. De olika krafterna både samverkar och motverkar varandra. Detta samspel av krafter påverkar kundens attityd till leverantören och därmed styrkan i relationen. Vid ett leverantörsbyte har antingen relationen försvagats över tiden eller så upplever kunden *en* förändringskraft så stark att även en relation med tidigare stark beva-

randekraft avbryts. Leverantören kan alltså inte utgå från att ett bytesbeslut alltid är en process med flera små relationsförsvagande steg och att relationen därmed skulle tåla ett visst antal negativa förändringskrafter.

Som alla studier och forskningsprojekt väcker resultatet nya frågor. Hur kan man till exempel mäta styrkan i bevarandekrafterna respektive förändringskrafterna? Och hur interagerar egentligen en sådan nyckelfaktor som priset i de olika faktorerna och krafterna?

Lisa Nyberg säger att kundens uppfattning om prisets betydelse sannolikt är proportionellt till relationens bevarandekraft; ju starkare bevarandekraften är desto mindre priskänslig är i så fall kunden, och tvärt om, ju svagare bevarandekraften är desto större betydelse har priset.

Prisets roll och särskilda betydelse för relationsdynamiken behöver problematiseras och studeras närmare.

Och vad är rationellt konsumentbeteende? Är det rationellt att ligga i täten och anamma allt nytt, eller är det mer rationellt att vänta och se vad som händer?

Leverantörer som vill fördjupa sina kunskaper om kundrelationer bör analysera både pågående och avbrutna relationer och forskningen bör inriktas på att utveckla metoder och analysera förändringskrafter respektive bevarandekrafter hos ett större antal privatkunder. Ytterst kanske detta också ger svar på huruvida avregleringen av elmarknaden i själva verket varit lyckad och framgångsrik, eller inte.

Det svänger om eleffektbehovet i bostäder

ELEFFEKTHUSHÅLLNING STUDERAS I LUND

Elanvändningen i svenska bostäder kan orsaka kraftiga effekttoppar i el-nätet – lokalt, regionalt och nationellt, särskilt under kalla vintermorgnar på vardagar och helgkvällar.

Slutsatserna från en fallstudie över direkt laststyrning i tio elvärmda småhus visar att de undersökta hushållen kan klara av att vara utan el till värme och varmvatten under begränsade styrningar. Somliga hushåll anger

Forskningen inom ELAN-programmet vid Lunds Tekniska Högskola/Lunds universitet är inriktad på laststyrning i olika former. Forskningsgruppen studerar människors upplevelser av att deras eleffekttoppar kapas genom direkt laststyrning. Detta kan till exempel ske genom att varmvattenberedaren eller elvärmen stängs av under ett antal timmar. Indirekt laststyrning, här i form av en prissättning baserad på effektuttaget, undersöks också i samarbete med energiföretag.

De forskningsprojekt som bedrivs är tvärvetenskapliga och innehåller sålunda både beteendevetenskapliga, tekniska, miljörelaterade och ekonomiska inslag där kvantitativa och kvalitativa angreppssätt kompletterar varandra.



samhällssolidariska skäl att ställa upp på laststyrning, men de flesta vill ändå ha någon form av ekonomisk kompensation för sina uppoffringar.

Direkt laststyrning kan vara en både effektiv, ekonomisk och miljövänlig metod för att minska effekttoppar. För ett nätbolag som vill sänka sin maximala abonnerade effekt eller slippa straffavgifter kan alternativet att laststyra vissa kunder under korta perioder då effekttopparna är som störst vara ett sätt att lösa problemen. Ur miljösynpunkt innebär metoden ett bättre alternativ än om till exempel ett eget kraftverk tas i drift för att klara effekttopparna. Den nationella elproduk-

tionsmixen med övervägande vattenkraft och kärnkraft gör det däremot svårare att väga in miljöaspekten på nationell nivå, speciellt som balansen regleras med hjälp av vattenkraft. I länder med högre grad av fossila bränslen i elproduktionen kan dock positiva miljöeffekter uppstå genom laststyrning av användarsidans elbehov.

Forskningen kring indirekt laststyrning visar att hushållen har svårt att skilja på "energi-" och "effekt"-begreppen och att prissättningen bör ge hushållen tydliga signaler om människor ska ha möjlighet att kunna anpassa sitt beteende till nätbolagens behov av att kapa effekttoppar.



Laststyrning blir en del av elkundernas vardag

Det är inte orimligt att framtidens el-kunder kommer att anpassa sin elanvändning till ett effekttak. Då är det viktigt att veta hur det ska gå till, om det ska ske med incitament och olika styrmedel, och vilken beredskap och inställning människor har till sådana ingrepp i vardagen.

Bo Garbe vid Fortum är controller för de tre tvärvetenskapliga forskningsprojekten vid Lunds universitet: Direkt laststyrning i byggnader, Indirekt laststyrning i byggnader samt Beteendenaspekter på energi- och effektbehov.

Han är övertygad om att laststyrning kommer att bli en del av vardagen i förhållandet mellan elkunderna och deras leverantörer och distributörer av el. Forskningen är därför intressant för hela branschen, såväl elproducenter som nätbolag och leverantörer.

-**V**i står knappast inför någon nämnvärd ökning av energiproduktionen i Sverige. Snarare verkar produktionen minska något inom överskådlig framtid. Det kan i



viss mån kompenseras med ökad handel och rörlighet över gränserna, men till slut hamnar problemet hos användarna och deras vanor och beteende. Om inte annat så blir det en prisfråga.

VIKTIGA PUSSELBITAR

För att elleverantörer och nätbolag inte ska överraskas av verkligheten måste man öka kunskapen om laststyrningens möjligheter och begränsningar och om människors beredvillighet att acceptera och anpassa sig till nya villkor.

– Då är forskningsprojekten om laststyrningen viktiga pusselbitar, säger Bo Garbe.

Och särskilt värdefullt är det att man jobbar tvärvetenskapligt med både teknik, ekonomi och beteendevetenskap. Man kan hitta på aldrig så finurliga tekniska lösningar, men om inte elkunderna ser nyttan av dem eller är beredda att anpassa sitt vardagsliv blir tekniken verkningslös.

ENKLA MODELLER

– Både de tekniska och ekonomiska modellerna för laststyrning bör vara enkla och inte inverka menligt på människors komfort eller frihet. Det bör helst finnas någon form av belöning och man bör ha en god relation mellan elleverantör/distributör och kund för att modellen ska fungera. Det är några av erfarenheterna från forskningen så här långt.

Nu är begreppet ”elkunder” långtifrån en homogen och enhetlig grupp. Kommande forskning bör därför inriktas på att differentiera möjliga modeller för aktiv laststyrning och tariffsättning utifrån olika kundgruppers förmåga och möjligheter.

– Man bör fläta samman och jämföra aktiv direkt laststyrning med olika ekonomiska och andra incitament och ta reda på för vem och vilka de olika modellerna kan passa bäst, säger Bo Garbe. Den tekniska delen av forskningen bör också vidgas till tillverkare av exempelvis hushållsmaskiner, ventilation och värmesystem. Laststyrningen innebär ju ett samspel mellan olika delar av ett hushålls elanvändning och då bör man också kunna anpassa apparaterna.



UPPARBETA KOMMUNIKATIONEN

– Och vilka nya möjligheter gömmer sig i tekniken för fjärravläsning? Här kan man säkert upparbeta kommunikationen mellan leverantörer och kunder för att uppnå ett gynnsamt effektbeteende. Vidgar man dessutom hushållsperspektivet till att gälla alla elkunder kan man skapa ett effektsamspel mellan hushåll, industrier och andra kunder i näringsverksamhet som gör att det går att få ett större perspektiv på laststyrningen.

– Men man ska komma ihåg att det här är en lång process; många elkunder förstår fortfarande inte skillnaden mellan energi och effekt. I laststyrningen ligger en stor pedagogisk uppgift och därför är det så viktigt att fortsätta forskningen på tvärvetenskaplig nivå, säger Bo Garbe vid Fortum.

FORSKARGRUPPEN VID LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA / LUNDS UNIVERSITET

Forskargruppen för Energihushållning i byggnader har existerat vid Institutionen för Värme- och Kraftteknik, LTH sedan början av 1990-talet och kontinuerligt arbetat med aktuella ämnen för energibranschen (effektproblematik, kundsida, prissättning) – från grundläggande problemställningar till specifika tillämpningar. Gruppen har hittills publicerat ett 50-tal skrifter inom ämnet, skapat en Internetbaserad publikationsdatabas Enlibra samt givit ut en lärobok med kunskaps-

sammanställning inom eleffekthushållning i byggnader.

Gruppen har etablerade kontakter inom energibranschen och vetenskapligt utbyte med andra forskargrupper, både i Sverige och utomlands. För närvarande (2005) består gruppen av en disputerad seniorforskare och två doktorander med licentiatexamen: Docent Jurek Pyrko

Tekn. licentiat Kerstin Sernhed

Tekn. licentiat Juozas Abaravicius

GRUPPENS MEDLEMMAR



FOTO: ELISABETH M-PYRKO

Jurek Pyrko

Tekn. dr i energihushållning vid Lunds Universitet 1992
Docent i energihushållning vid Lunds Universitet 1999
Universitetslektor i energihushållning vid Lunds Universitet 2001



FOTO: KERSTIN SERNHED

Kerstin Sernhed

Fil. kand. i medie- och kommunikationsvetenskap vid Lunds Universitet 2002
Fil. mag. i psykologi vid Lunds Universitet 2002
Tekn. licentiat i energihushållning vid Lunds Universitet 2004



FOTO: JUREK PYRKO

Juozas Abaravicius

BSc i miljöteknik vid Vilnius Gediminas Technical University 2000
MSc i miljövetenskap vid Lunds Universitet 2001
Tekn. licentiat i energihushållning vid Lunds Universitet 2004

För att säkra den vetenskapliga kvaliteten och bredda forskargruppens kompetens har två bistående handledare engagerats: professor Lennart Thörnqvist vid Inst. för Värme- och kraftteknik, LTH och docent Mikael Klintman vid Forskningspolitiska

Institutet vid Lunds Universitet. Samtliga forskare/doktorander är vana vid att arbeta med tvärvetenskapliga ansatser och har erfarenhet av att samarbeta över sitt ämnes gränser.

GRUPPENS FORSKNING – SYFTE OCH METOD

Forskargruppens arbetsmetoder präglas av en tvärvetenskaplig ansats. Forskningsprojekten innehåller både beteendevetenskapliga, tekniska, miljörelaterade och ekonomiska inslag. Kvantitativa och kvalitativa undersökningar kompletterar varandra.

Forskningen som bedrivits av forskargruppen inom den pågående etappen av ELAN-programmet har varit inriktad på olika former av laststyrning i bostäder. Syftet med projektet har varit att utveckla kunskap om direkta och indirekta metoder att minska

eleffektbehovet i bostäder, utveckla analysverktyg som utvärderar möjligheter till och konsekvenser av effekthushållning, samt att öka förståelsen av individers attitydbildning och beteendeförändring när det gäller energi-användning och -hushållning. Ramprogrammet har genomförts i form av tre parallella delprojekt:

1. Direkt laststyrning i byggnader
2. Indirekt laststyrning i byggnader
3. Beteendemässiga aspekter på elanvändning

NÅGRA TEXTER FRÅN FORSKARGRUPPEN

Kerstin Sernhed (2004): Effekten av effekten. Elanvändning och laststyrning i elvärmda småhus ur kund- och företagsperspektiv. Fallstudier. Licentiatavhandling LUTMDN/TMHP--04/7025--SE. (hämtas som pdf på www.vok.lth.se/~eep/).

Juozas Abaravicius (2004): Direct load control in residential buildings. Considering techno-economic and environmental aspects. Licentiatavhandling LUTMDN/TMHP--04/7024--SE. (hämtas som pdf på www.vok.lth.se/~eep/).

Jurek Pyrko (2004): Eleffekthushållning i byggnader. 11 föreläsningar. ISBN 91-631-5905-8, LUTMDN/TMHP--04/3013--SE. (kan beställas från institutionen).

Jurek Pyrko (2005): Indirekt och direkt laststyrning i samspel? Fallstudier i elvärmda småhus. Rapport LUTMDN/TMHP--05/3017--SE. (hämtas som pdf på www.vok.lth.se/~eep/).

Juozas Abaravicius (2004): Environmental aspects of load management. Rapport LUTMDN/TMHP--04/3012--SE. (hämtas som pdf på www.vok.lth.se/~eep/).

Juozas Abaravicius, Kerstin Sernhed och Jurek Pyrko (2005): Turn me on, turn me off! Techno-economic, environmental and social aspects of direct load management in residential houses. Proceedings of ECEEE 2005 Summer Study, Frankrike.

Jurek Pyrko, Kerstin Sernhed, Juozas Abaravicius och Victoriano Pérez Mies (2003): Pay for load demand. Electricity pricing with load demand component. Proceedings of ECEEE 2003 Summer Study, Frankrike.

Kerstin Sernhed, Jurek Pyrko och Juozas Abaravicius (2003): Bill me this way! – Customer preferences regarding electricity bills in Sweden. Proceedings of ECEEE 2003 Summer Study, Frankrike.

Länk till forskargruppens hemsida: www.vok.lth.se/~eep/research/eeplm/forsk_sv.htm

Elanvändningsmönster och beredskap för laststyrning i elvärmda småhus

Tio hushåll deltog i ett tvåårigt forskningsprojekt om elanvändning och laststyrning. Hushållen fick skriva dagbok om sin energianvändning och extra elmätare monterades så att el till värme, varmvatten och hushåll kunde läsas av var för sig.

Hushållens elanvändning, liksom deras attityder och upplevelser kring ett laststyrningsexperiment, undersöktes och redovisades i Kerstin Sernheds licentiatavhandling i slutet av 2004.



— **G**enom energidagboken har vi fått större insikt om människors elanvändningsmönster. De flesta studier som undersöker energivanor har inte med tidsaspekten, det vill säga när elen används. Detta är viktigt ur ett effekthushållningsperspektiv, men också för att bättre förstå vilka aktiviteter det är som bidrar till elanvändningen i ett hushåll, säger Kerstin Sernhed.

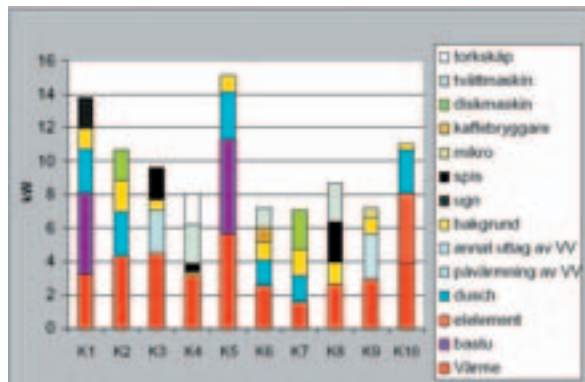
Hushållens vanor analyserades genom dagböcker och intervjuer med personerna i de sju villor och tre radhus – alla kunder till Skånska Energi AB i Södra Sandby i Skåne – som deltog i forskningsprojektet.

Beteendestudierna ingår som en del i den tvärvetenskapliga forskning som också omfattar direkt och indirekt laststyrning. För bakom varje ”belastning på nätet” döljer sig människor med olika vanor och beteende och åsikter om vad som är viktigt i vardagen.

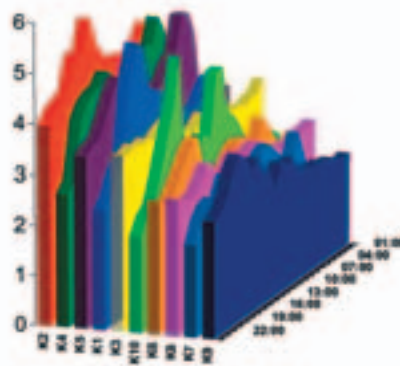
De tio hushållen, med en årlig energianvändning på mellan 14 och 28 MWh, skrev sina energidagböcker under fyra intensiva dagar samtidigt som elmätarna fjärravlästes var femte minut.

EFFEKTTOPPAR

– Ur energisynpunkt är elvärmen den klart största elanvändaren. När det gäller effekt bidrar dock hushållsel och varmvattenberedning till de högsta effekttopparna. Då svarar värmen bara för mellan en fjärdedel och en tredjedel av topparna. I hushållens högsta effekttoppar ligger ofta användning av tvättma-



Apparatanvändning vid de högsta effekttopparna



Hushållens typiska elanvändningsmönster

skin, diskmaskin, dusch, bastu och utrustning till matlagning. Det är framförallt utrustning som innebär uppvärmning av något slag, till exempel uppvärmning av vatten i en tvättmaskin, som ger stora effektuttag. För olika aktörer i elbranschen är en hushållskunds effekttoppar inte särskilt intressanta i sig. Men när diverse restriktioner som påverkar våra liv gör att många hushållskunder använder el



samtidigt, till exempel under morgonbestyren då vi duschar, lagar frukost och gör oss i ordning i tid för att gå till arbete eller skola, får detta konsekvenser för det totala effektuttaget. Är det dessutom kallt ute och elvärmen utgör en stor last, kan vanliga vanor och rutiner utgöra problem för elsystemet.

AKTIVITETER SYNS I EFFEKTKURVAN

Genom att kombinera energidagboken med de uppdelade mätningarna kan man i varje

ögonblick se vad en viss aktivitet har för proportionell inverkan på hushållets effektkurva. Många aktiviteter kan påverkas. Med en förändrad elanvändning skulle man, åtminstone teoretiskt, kunna halvera de kraftigaste effekttopparna i flera av hushållen.

– Nu har ju de flesta hushållen inte handlingsfrihet att kunna flytta sina aktiviteter hur som helst, säger Kerstin Sernhed. Barnens smutsiga overaller måste tvättas tidigt på kvällen för att hinna torka till nästa morgon, och maten ska lagas klockan sex när familjen är hungrig efter en lång dag och inte klockan nio på kvällen bara för att sänka effektbehovet.

Ändå har de flesta hushåll i undersökningen en viss beredskap, och även möjlighet, att ändra vanor så att energianvändningen sprids jämnare över tiden. Men man saknar information om när och på vilket sätt man ska ändra vanorna för att nå önskat resultat.

VARIERANDE KOMFORTNIVÅER

– Med termisk komfort menas den temperaturnivå som man trivs med att hålla hemma och denna är i högsta grad individuell. Temperaturnivån påverkar också både energianvändning och effektuttag i hushållet. I vår lilla grupp på tio hushåll förekom genomsnittliga innetemperaturer på mellan 18,6 och 23,6 grader, säger Kerstin Sernhed.

Den andra delstudien i hennes projekt bestod av intervjuer som genomfördes efter det att hushållen utsatts för direkt laststyrning, då

värme eller varmvattenberedare stängdes av i perioder om några timmar åt gången.

Slutsatsen blev att hushållen ganska bra klarar av att värmen, och framför allt varmvattnet stängs av i upp till fyra timmar när det behövs för att nätbolaget ska kunna kapa sina värsta effektoppar.

– Efter försöksperioden sade sig nio av de tio hushållen kunna tänka sig laststyrning ”på riktigt”. Men de flesta, sju av tio, ville i så fall ha någon form av kompensation för att låta sig utsättas för detta, till exempel lägre nätavgifter.

– Tre av tio kunde dock tänka sig laststyrning utan kompensation, det vill säga att man skulle kunna gå med på eventuella olägenheter av samhällssolidaritet eller solidaritet med sitt lokala nätbolag.

ATT SLÄPPA IFRÅN SIG KONTROLLEN

Hälften av hushållen ville veta när värmen eller varmvattnet stängdes av, medan hälften ville vara ”lyckligt ovetande”. Att inte veta när elen till värmesystemet eller varmvattenberedaren kommer tillbaka kan upplevas som besvärligt ur ett psykologiskt perspektiv. Därför måste laststyrningens villkor avtalas i förväg.

Vid ett tillfälle stängdes elen till varmvattenberedaren av i 16 timmar för samtliga hushåll men det var bara ett av hushållen som överhuvudtaget upptäckte styrningen och larmade elföretaget.

– Detta är anmärkningsvärt och tyder på att man skulle kunna ha ganska långa

styrningar av varmvattenberedarna utan att påverka hushållens varmvattenkomfort. Det måste dock inflikas att i många av de undersökta hushållen var varmvattenanvändningen ganska liten i förhållande till storleken på varmvattenberedarna. I flera av testhushållen hade barnen nyligen blivit stora och flyttat hemifrån och hushållen har ju inte bytt till mindre varmvattenberedare bara för att hushållet har minskat i storlek.

INDIREKT LASTSTYRNING

Vid intervjuerna diskuterades också indirekt laststyrning, som innebär att nätbolaget med tariffer och ekonomiska styrmedel försöker påverka hushållens beteende.

– De flesta kan tänka sig att anpassa sitt beteende efter differentierade tariffer. Men det ekonomiska incitamentet måste vara märkbart, det räcker inte med en skillnad på några få ören vid en differentierad taxa.

Effekttariffer, det vill säga att man betalar efter de högsta effektopparna varje månad istället för en vanlig säkringsavgift, upplevs av många som svåra att förstå. Om effekttariffen ska vara möjlig att efterleva måste hushållet ha överblick över sin elanvändning och veta när och hur effektkurvan påverkas av beteendet.

– Då måste man sannolikt installera någon form av effektmätare som är lätt att läsa av, så att hushållen kan bedöma när, hur och av vad effekttutttaget förändras.

Laststyrning av värme och varmvatten i småhus– ett sätt att kapa effekttoppar

Direkt laststyrning gör det möjligt att begränsa effektuttaget hos elkunder. Potentialen att spara effekt genom att laststyra är större för stora elkunder, men även hushåll med direktverkande el kan utgöra ett tillräckligt underlag för att fungera som motsvarande en effektreserv.

– Direkt laststyrning innebär ett in-

grepp i hushållets elanvändning, men det handlar inte om att stänga av hushållselen mitt i matlagningen eller mitt i en spännande film på TV. Det rör sig snarare om att tillfälligt stänga av värmelagrande utrustning som har vissa värmelagringsmöjligheter, till exempel elvärmesystem och varmvattenberedare, säger Juozas Abaravicius.

Juozas Abaravicius har studerat direkt laststyrning i det tvärvetenskapliga forskningsprojektet om laststyrning hos hushållskunder. Han presenterade sin licentiatavhandling i oktober 2004.

Att strömmen kommer ur två hål i väggen har sedan några generationer blivit alldeles självklart. Bara naturkatastrofer eller andra olyckor kan stoppa det ständiga flödet av el. För de flesta elkunder är det därför en främmande tanke att försörjningen då och då medvetet skulle brytas under några timmar. Men på ett nationellt, regionalt och lokalt plan kan det finnas intresse av laststyrnings-

åtgärder för att lösa tekniska och ekonomiska effektproblem i elsystemet och på elmarknaden. För det lokala nätbolaget kan stora effektuttag leda till att nätbolaget överskrider sitt effekttavtal och därmed får betala höga straffavgifter. Om effekttopparna kan kapas, kanske nätbolaget till och med kan sänka sin abonnerade effekt och på så sätt sänka sina kostnader. Ett annat problem kan vara att distributionsnäten inte klarar den hårda belastningen och därför måste byggas ut eller förstärkas. Och då står man inför valet att minska strömtillförseln för vissa kunder under de perioder då effekttopparna är som



störst, eller att lösa problemen på annat sätt, till exempel genom egen reservkraft eller förstärkning av distributionsnätet.

– Ett dieselmotorsverk som tas i drift för att klara effekttopparna innebär en extra miljöbelastning, säger Juozas Abaravicius. Om detta är alternativet kan man också värdera miljövinsten av laststyrningen. På nationell nivå är det däremot svårare att väga in miljöaspekten eftersom vattenkraften i de flesta fall är effekttreglerande och där har marginalproduktionen inte någon stor miljöpåverkan.

STYRNING AV VÄRME OCH VARMVATTEN

I det forskningsprojekt som är underlag för avhandlingen ingick tio villor i Södra Sandby

i Skåne. De utsattes under en försöksperiod för avbrott i eltillförseln till värmesystemet eller varmvattenberedaren i upp till fyra timmar.

– Att stänga av värmen en kortare stund märks inte särskilt mycket på inomhustemperaturen, säger Juozas Abaravicius. Vi mätte hushållens inomhustemperatur under styrningarna och då kunde vi se att temperaturfallet vid styrningar på en timme var i det närmaste försumbart. Vid fyra timmars avbrott sjönk temperaturen i de flesta fall med en halv till en grad, i några enstaka fall med drygt två grader. Då börjar människor vanligtvis reagera på att det känns kallare (människors upplevelser, åsikter och beteende har inom samma projekt studerats närmare av



Kontrollrelä och extra mätare



beteendeforskare Kerstin Sernhed).

Utomhustemperaturen var runt plus två grader under den tre veckor långa försöksperioden.

Att stänga av varmvattenberedaren passerar i de flesta fall ännu mer obemärkt än att stänga av värmen.

– Hur länge strömmen kan vara avslagen beror förstås på varmvattenberedarens volym. Vanligtvis räcker en varmvattenberedare på 200-300 liter gott och väl i ett normalt hushåll för att klara några timmar utan strömförsörjning eftersom det redan uppvärmda vattnet i beredaren ändå kan användas.

Nackdelen med att styra varmvattenberedaren är att den inte drar ström hela tiden. För att det skall finnas någon effekt att kapa så måste ju beredaren vara igång. Det är den bara om hushållet gör ett uttag av varmvatten och nytt vatten måste värmas, eller om det uppvärmda vattnet i beredaren har svalnat och termostaten slår till. Styrning av varmvattenberedaren har därför störst effektbepa-

ringspotential vid tider då hushållen vanligtvis använder mycket varmvatten och några timmar framåt. För effektproblem på morgonkvisten utgör användningen av varmvatten till morgonhygien en god potential.

Nätbolagets kostnader för utrustning och installationsarbete för att genomföra laststyrningsförsöket var i detta fall ungefär tio tusen kronor per hushåll. Då fanns det redan ett befintligt fjärravläsningssystem med laststyrningsfunktion hos abonnenten. Ett styrkort behövdes och reläer till värmesystem och varmvattenberedare. I kostnaden låg också två extra elmätare som endast bidrog till att kunna mäta el till värme och varmvatten separat. Om nätbolaget skulle vilja utnyttja laststyrningsmöjligheterna i framtiden bedöms kostnaden ligga på ungefär tre tusen kronor per hushåll.

INTE SÄKERT ATT ALLA BEHÖVER LASTSTYRAS

Det är inte alls säkert att alla kunder behöver kunna laststyras för att nätbolaget ska uppnå tillräcklig kapacitet för att kapa effekttopparna.

Man bör kartlägga sina kunders elvanor och rikta in sig på kunder med störst potential att kapa sina effekttoppar. Direkt laststyrning är en ganska handfast metod, eftersom den innebär en inskränkning i elanvändningen i

hushållet. Tekniskt sett innebär värmeförlusten under avstängningen också att systemet försöker återställa temperaturen så snart som strömmen slås på igen. Detta ger upphov till en ny effekttopp – man får en så kallad återvändande last – och detta måste förebyggas om alla kunder styrs samtidigt. Att helt stänga av strömförsörjningen till värmesystem och varmvattenberedare är kanske inte heller nödvändigt.

ON/OFF FUNGERAR

– Det finns exempel på mer utvecklade laststyrningssystem där strömmen kopplas bort stegvis. Anledningen till att vi inte använde ett sådant system i vårt försök var att vi hade tillgång till ett redan befintligt system. Då kunde vi också se att den hårda on/off-regleringen faktiskt fungerar, även från kundens perspektiv, säger Juozas Abaravicius.

– Det finns förstås andra tekniska metoder att minska effekttuttaget i hushållen. Ett ex-

empel är individuella effektvakter, som en del hushåll införskaffar för att kunna sänka husets huvudsäkring; effektvakten kopplar ifrån värme, varmvatten eller större elapparater när effekttuttaget i huset närmar sig effektvaktens tak. Men effektvakten är ju inte kopplad till nätbolagets behov och ger inte alls samma riktade verkan vid de tidpunkter när laststyrningen behövs som bäst.

En annan teknik som kan sänka effektnivån i bostäder är att installera ”mjukelvärme”. Detta kan beskrivas som ett system med radiatorer som är påslagna i intervaller och där till exempel bara var tredje radiator i huset är på samtidigt. Man kan på detta sätt sänka effektnivån men bibehålla samma funktioner och komfort. Men inte heller mjukvärmen är direkt kopplad till de tidpunkter då nätbolaget har störst behov av att kapa effekttopparna. Då är direkt laststyrning den mest effektiva och tillförlitliga metoden.



VERKLIGA OCH SIMULERADE EFFEKTTARIFFER

Effektbaserad prissättning kräver kunskap och information

Indirekt laststyrning innebär bland annat att nätbolagen använder ekonomiska styrmedel för att jämna ut effektnivåer och kapa effekttoppar hos sina kunder.

– Vi har simulerat olika priskonstruktioner som syftar till att styra hushållens effektbeteende, säger do-

cent Jurek Pyrko. Men för att en prismodell ska fungera måste kunden lära sig tänka i effekttermer samt få tydliga signaler om effekttopparna – att kunna se när de inträffar och kunna avgöra när det lönar sig att minska effektuttaget.

EFFEKTTARIFFER

Sollentuna Energi var först i Sverige med att införa effektrelaterade nätavgifter. Möjligheten att använda effekttariffer öppnades tack vare att företaget var tidigt ute med att installera fjärravlästa elmätare hos sina kunder. Istället för den gamla överförings- och säkringsavgiften grundade man nätavgiften på ett medelvärde av kundens tre högsta effekttoppar varje månad. Grundidén var att få kunderna att sprida sina aktiviteter och jämna ut elförbrukningen över tiden.

Men det var svårt att se den önskade kopplingen mellan prissättningen och kundernas prestation i form av minskade effekttoppar. Lastfaktorn, som är kvoten mellan medelef-

fekt och maximalt effektuttag, kan användas som mått på hur jämn eller ojämn effektkurvan är.

– Vad vi egentligen ville mäta var hur vart och ett av hushållen förändrade sitt beteende när man införde effekttariff, säger Jurek Pyrko. Men det visade sig att förändringarna i lastfaktor var marginella och föreföll slumpmässiga. Vissa hushåll ”belönades” ekonomiskt trots att de till och med ökade variationerna i sin belastningskurva. Kopplingen mellan energibeteende och energikostnad är inte självklar.

– Den enda återkoppling på sitt energibeteende som kunden får är räkningen, och denna kommer oftast långt senare än själva

effektuttaget inträffar. Kunden vet därför säl-
lan själv, eller ens tänker på, när effektuttaget
är som störst; många kunder förstår över
huvud taget inte skillnaden mellan energian-
vändning och effektuttag. Det är inte heller
säkert att de enskilda kundernas förändrade
vanor kan påverkas så att de motsvarar nät-
bolagets behov; en kund som jämnar ut sina
egna effekttoppar kanske flyttar över en del
av sin elanvändning till just den tidpunkt då
nätbolaget har sin kritiska topp.

En annan erfarenhet av studierna över ef-
fekttariffer är att hushåll med 16 amperes
säkringsavgift i allmänhet får höjda avgifter
med den nya effekttariffen, medan de hushåll
som hade en högre huvudsäkring får sänkta
avgifter.

– En rimlig tolkning är att kunder med
säkringar på 20 ampere, eller högre, tidigare
har subventionerat kunder med 16 A-säkring.

PRISMODELLER OCH SIMULERINGAR

Jurek Pyrko har simulerat och analyserat
några olika effektbaserade priskonstruktio-
ner. Om man modifierar Sollentuna Energis
priskonstruktion till att istället baseras på ett
medelvärde av fler än tre effekttoppar under
en månad som underlag för avgiftsberäkning-
en (fem eller tio har simulerats i försöken),
kan detta upplevas som en något mer rättvis
tariff, men hushållen får fortfarande ingen bra
återkoppling på sitt energibeteende.

– Man kan också tänka sig att ta ut ett
betydligt högre elpris vid vissa tidpunkter då



de verkliga effekttopparna inträffar. I detta
fall bör kunderna få fortlöpande och tydliga
signaler om när en effekttopp är på väg att
inträffa för att kunna förbereda sig och fatta
beslut om att ändra sin elanvändning. På
detta sätt kan kunderna bli mer medvetna om
kostnaderna för effekt.

En annan möjlighet är att använda dif-
ferentierade tariffer med högre pris under
höglasttid, under vissa bestämda timmar på
dygnet. Sådana tariffer finns fortfarande på
vissa ställen idag och erfarenheten visar att
kunderna lär sig när elen är dyrare och anpas-

sar sin användning därefter, men modellen är inte särskilt flexibel. Vid stora prisskillnader mellan låg- och höglasttid kan kraftiga effekttoppar uppstå när mycket utrustning slås på samtidigt i brytningspunkten mellan höglasttid och låglasttid.

– Man kan också tänka sig att nätbolag tecknar avtal med sina kunder om abonnerad effekt (och eventuella straffavgifter vid överträdelse) för att nätbolagens kostnader för ökat effekttuttag skall återspeglas på kundnivå. Det skulle innebära att kunden fokuserar mer på effekttuttaget, men skulle dock kunna ge ganska slumpartade resultat beroende på hur kundernas effekttoppar sammanfaller med energibolagets, vilket är modellens påtagliga svaghet.

Ytterligare en prissättningsvariant är kontrakt om stegvis höjda effektprisnivåer utöver grundpriset. Nackdelen är dock även här att det kan vara svårt att få kundernas lastkurva att återspegla nätbolagets önskade lastkurva.

Oavsett vilken prismodell som används måste hushållen informeras om sin momentana effektnivå, kanske genom en display i köket, där aktuella värden visas.

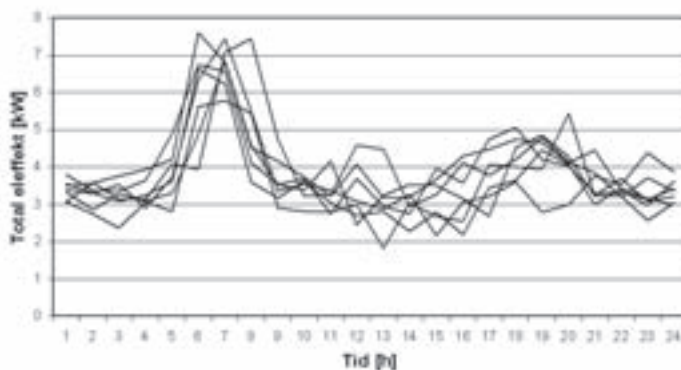
För nätbolagen är reglering av elanvändningen en viktig fråga. Om de överskrider sin

abonnerade maxlast väntar dryga straffavgifter. Kan företaget däremot få kunder att sprida elanvändningen med en prismodell som ger rätt signaler vinner man många fördelar.

– Information och utbildning är av stor vikt för nätbolag och elleverantörer vid effekttariffens införande. Användare måste bli upplysta om sambanden och förstå skillnaden mellan effekt och energi. Dessutom bör själva prissättningen tydligt premiera det kundbeteende som nätbolaget önskar sig.

Därför är det viktigt att fortsätta att utveckla modeller för "demand response", med frågor som hur en kund reagerar för en viss påverkan, vilka incitament som står till buds och hur effektiva de är, hur man kan fortsätta att utveckla prismodeller och på vilket sätt nätbolagen över huvud taget ska nå kunderna med de signaler man vill ha fram.

– Människors beteende och hushållens vanor måste komma ännu mer i fokus, säger Jurek Pyrko.



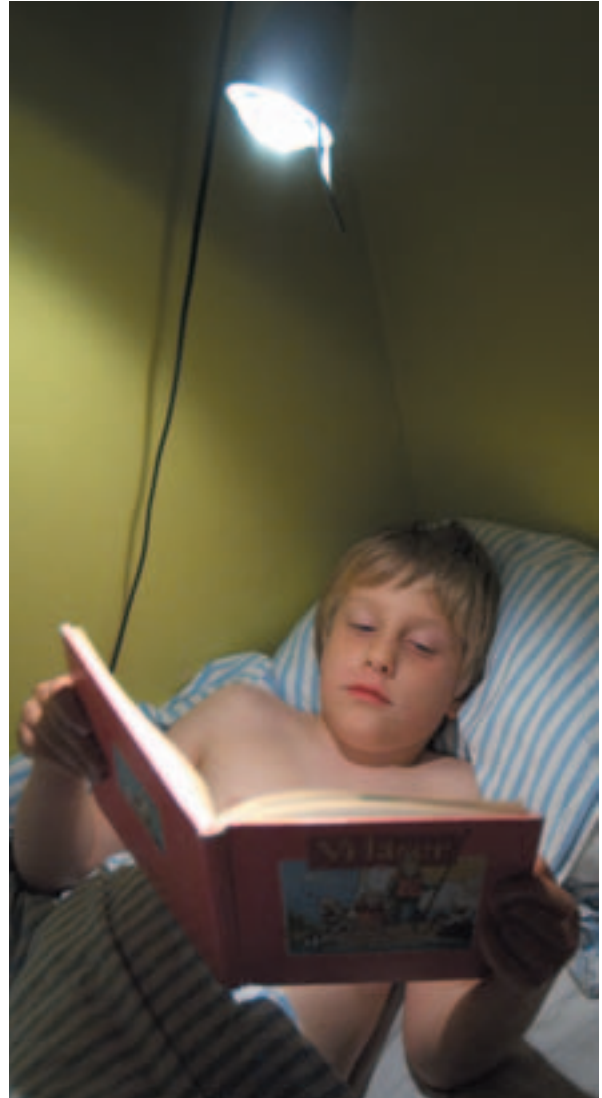
Belastningsmönster i ett småhus. Kurvorna visar olika veckodagar.

Att känna sina behov och ha teknik som uppfyller behoven

Patienterna behöver säkert högre rumstemperatur än den rörliga personalen på ett sjukhus. Att skapa ett inomhusklimat som tillgodoser båda gruppernas behov kan därför vara nog så svårt, men inte omöjligt. Man kan i vart fall försöka hitta den optimala kompromissen.

Behovsstyrt inomhusklimat är det övergripande temat för ELAN-forskningen vid Chalmers i Göteborg. Projekten är tvärvetenskapliga med inriktning både på tekniska lösningar och på människors upplevelser och definition av behov. För att kunna behovsstyra inomhusklimatet måste man först kunna definiera de högst skiftande behoven. Och när man sedan bestämt sig för vad behovet är, i mått av temperatur och andra faktorer, då gäller det att ha och kunna använda en teknik som verkligen uppfyller behoven så exakt som möjligt.

Ett av projekten går ut på att utveckla regelsystem som tar hänsyn till så många yttre förändringar och ”störningar” som möjligt, till exempel solinstrålning och värmetillskott från elektriska maskiner eller om det tillfälligt befinner sig många människor i ett rum.



En utmaning att definiera människors behov av energi

Allt färre människor släcker efter sig när de lämnar ett rum. På kontoren står datorerna på i timmar, inte bara under dagen utan även nätter och helger, utan att någon använder dem. Men detta är inte uttryck för några verkliga behov utan speglar ett förändrat beteende med stora krav på bekvämlighet och ögonblicklig tillgång.

– Därför är det viktigt att kunna definiera behov och att kunna styra och hushålla med el och energi efter de verkliga behoven, säger Bertil Strandh



Bertil Strandh är energikonsult vid Carl Bro Gruppen och han följer forskningen i ELAN-projekten om behovs- och beteendestyrd värme och ventilation vid Chalmers.

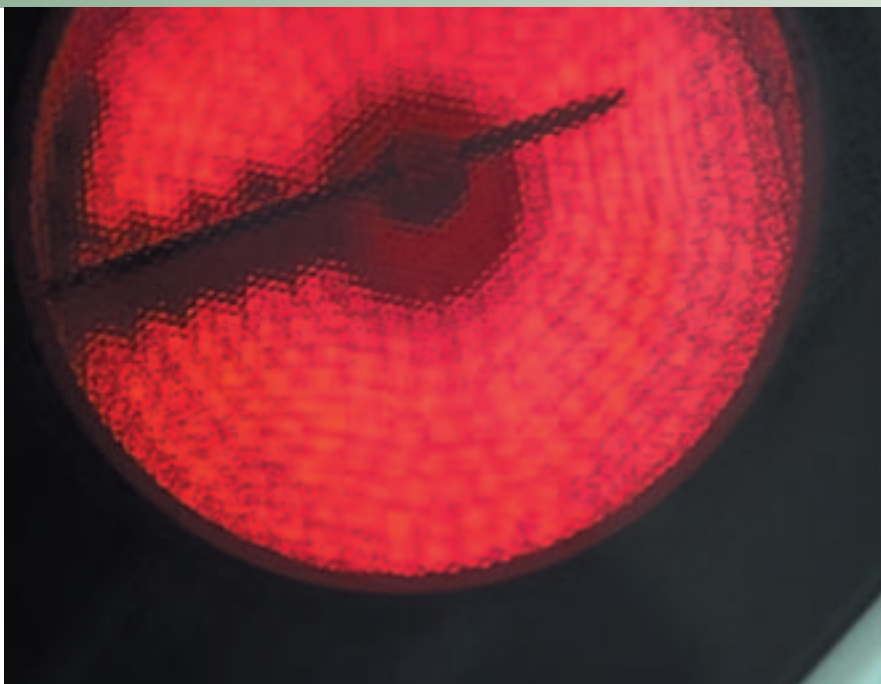
Att definiera en enskild individs behov av värme, ventilation, belysning och andra energirelaterade miljöfaktorer kan vara svårt nog. Att definiera behoven för grupper är ännu svårare.

– Forskningen vid Chalmers måste betraktas som pusselbitar i ett mycket stort och komplext system av behovsdefinitioner och

tekniska lösningar. Allt detta måste sedan integreras i byggregler med fokusering på energianvändningen i alla led under en fastighets uppkomst och förvaltning.

Projekten, som identifierar behoven, anpassar ventilationen och utvecklar intelligent styr- och reglerutrustning, behöver alltså integreras i en helhet för att komma till riktig nytta.

För energiföretagen är ökade kunskaper om behov och behovsstyrning värdefulla av flera skäl.



– Elleverantörer och andra energiföretag måste engagera sig i kundernas elanvändning för att bli trovärdiga och betraktas som seriösa. Förvaltarna av affärs- och kontorsfastigheter är viktiga grupper där man eftersträvar en god kundrelation.

– Ett annat skäl är att el som produkt i framtiden kan komma att utvecklas till att man säljer en färdig nytta för att tillgodose ett behov, säger Bertil Strandh. Visserligen har utvecklingen mot att sälja färdiga inomhusklimat stannat av under några år, men med ny och förbättrad teknik kan idéerna bli aktuella på nytt.

Genom engagemang i ELAN-projekten får energiföretagen insikt om energianvändningen inom fastighetssektorn och de behov och beteenden som styr utvecklingen. Kun-

skapen kan användas för att utveckla försäljningen kring nyttan av kilowattimmarna.

Det är enkelt att låta belysningen stå på dygnet runt, att låta ventilationen blåsa för fullt i tomma lokaler och att ha varma rum där den som tycker det är för varmt öppnar ett fönster, eller låter värme och ventilation kämpa mot varandra för att höja och sänka temperaturen samtidigt.

Det är betydligt svårare att använda just så mycket energi som man har behov av. Att lyckas med detta är en sammantagen uppgift för myndigheterna, byggherrarna, byggföretagen, ägarna, förvaltarna och slutanvändarna, och där energiföretagen kan medverka.

Inom området behovsstyrd elanvändning finns mycket kvar att göra.

FORSKARGRUPPEN VID CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Verksamheten inom ELAN-programmet bedrivs vid Chalmers inom ramen för projektområdet *Behov och behovsstyrning* vid avdelningen för Installationsteknik, institutionen för Energi och Miljö. Installationsteknik har arbetat sedan 1970-talet med frågeställningar om 1) krav på inomhusmiljö för olika typer av verksamheter, 2) tekniska installationer som behövs för att klara kraven samt 3) konsekvenserna för byggnaders behov av elektrisk energi/effekt och tillförsel/bortförsel av värme. I Sverige passerar mer än hälften av all el byggnadernas installationer och Chalmers examinerar ca. hälften av alla

civilingenjörer och forskare med installationsteknisk inriktning i Norden. Installationsteknik har knutet till sin verksamhet 4 professorer, 4 docenter, 3 tekn.dr., 2 fil.dr. samt 15 doktorander (av vilka 10 har tagit sin licentiatexamen). Vi samverkar aktivt, nationellt och internationellt, med andra högskolor och universitet, forskningsinstitut samt med ett 40-tal företag. Verksamheten är tvärvetenskaplig och forskargruppen har personal/doktorander från samtliga sektioner vid Chalmers samt psykologiinstitutionen vid Göteborgs Universitet.



Fr vänster: Lennart Jagemar, Andreas Karlsson, Jan Gustén, Bertil Thomas, Per Fahlén, Manne Stenberg, Mohsen Soleimani-Mohseni, ej med Niklas Fransson. Separat foto: Jennie Skoog.

GRUPPENS MEDLEMMAR

Per Fahlén: Professor i Installationsteknik, avdelningschef sedan 2001. Civilingenjör teknisk fysik, KTH 1972, tekn. dr. 1996 och docent 1998 i Installationsteknik vid Chalmers tekniska högskola. Konstruktor och utvecklingsingenjör på Cewe och ABB 1972–1976. SP Sveriges Provnings- och forskningsinstitut AB: Gruppchef primärmetrologi 1976–1981, Värme- och kylteknik 1981–1984, forsknings- och kvalitetschef Energiteknik 1984–2001.

Jan Gustén: Docent, ansvarig för grundutbildningen, biträdande professor i Installationsteknik sedan 2004. Civ. ing. Väg- och vatten 1976, tekn. lic. 1984 och tekn. dr. 1989 i Byggnadskonstruktion, docent 2001 i Installationsteknik CTH. Utvärdering av experimentbyggnation, konsult vid WSP.

Lennart Jagemar: Docent, huvudhandledare och handledare sedan 1999. Civ. ing. Väg- och Vatten 1981, tekn. dr. 1996 och docent 1999 i Installationsteknik vid CTH. Projektledare CIT Energy Management.

Manne Stenberg: Universitetslektor vid Data och Elektroteknik, Chalmers-Lindholmen. Civ.ing. Elektroteknik 1972, tekn. dr. 1978 i Elektronfysik och docent 1981 i fasta tillståndets elektronik vid CTH.

Bertil Thomas: Universitetslektor vid Elektroteknik, Chalmers-Lindholmen. Civ.ing. teknisk fysik 1983, tekn.lic. 1987 och tekn.dr. 1990 i reglerteknik vid CTH.

Niklas Fransson: Lärare och forskarhandledare vid Göteborgs Universitet och Chalmers tekniska högskola. Fil. kand. 1990 och fil. dr. 1997 i psykologi vid Göteborgs Universitet.

Mohsen Soleimani-Mohseni: Civ.ing. Maskinteknik 2000, tekn. lic. 2002 i Installationsteknik vid CTH.

Jennie Skoog: Civ.ing. Väg- och Vatten 2002, tekn. lic. 2004 i Installationsteknik vid CTH.

Andreas Karlsson: Civ.ing. Väg- och Vatten 2002, tekn. lic. 2005 i Installationsteknik vid CTH.

VERKSAMHETEN INOM ELANPROGRAMMET

Inom projektområdet ”Behov och behovsstyrning” arbetar vi med analys av människors upplevelse av inomhusmiljön i olika livssituationer och hur man på ett effektivt sätt kan tillfredsställa behoven av god luftkvalitet och termisk komfort. Genom att utnyttja resultat beträffande människors tolerans för variationer i exempelvis luftens temperatur och fuktighet kan man med lämpligt utformade styr- och reglersystem minska eller periodvis avstå från värmning, kylning, befuktning eller avfuktning. Detta ger möjligheter att direkt minska användningen av el för drift av pumpar, fläktar och kompressorer. Genom att även utnyttja information om pågående verksamhet och styra t.ex. ventilation efter faktiskt behov kan man nå en bättre inomhusmiljö med lägre användning av el och värme. Styrsystemen kan även utnyttja information om driften av olika apparater för att med hjälp av framkoppling undvika inkoppling av ventilation, värme och kyla samt maximera utnyttjandet av spillvärme och frikyla. Stora variationer

i behov medför krav på stora dynamikområden för de tekniska installationerna. Därför studerar vi även exempelvis de strömningstekniska konsekvenserna för kanalsystem och don. Arbetet har bedrivits i tre delprojekt:

- Brukarnas upplevelse och behov
- Integrerad, intelligent behovsstyrning
- Behovsstyrd ventilation – Strömningstekniska konsekvenser

I anslutning till dessa bedrivs även projekten *Behovsstyrd ventilation i flerbostadshus* och *Ombyggnad av CAV till VAV-system i befintliga kontorshus*. En långsiktig målsättning är att utveckla teknik som kan hantera inomhusklimat på individnivå. Därmed kan variationer i behov hanteras på rumsnivå och inte fortplantas till byggnadsnivå vilket kraftigt reducerar lastvariationerna ur elföretagens perspektiv. Intelligent styrteknik med framkoppling ger också goda möjligheter till laststyrning för ytterligare utjämning av elleverantörens belastning.

EXEMPEL PÅ PUBLIKATIONER

Bengtsson, Magnus, 2003. Brukarens uppfattning av inomhusmiljön – En fältundersökning i en modern kontorsbyggnad. (D2003:1, uppsats för teknisk licentiatexamen, Installationsteknik, Chalmers tekniska högskola.) Göteborg.

Skoog, Jennie, 2004. Indoor environment and user perception – A field study in a hospital ward. (D2004:03, uppsats för teknisk licentiatexamen, Installationsteknik, Chalmers tekniska högskola.) Göteborg.

Karlsson, A, 2005. Behovsstyrd ventilation i lokalt byggnader – Inneboende och strömningstekniska konsekvenser. (D2005:01, uppsats för teknisk licentiatexamen, Installationsteknik, Chalmers tekniska högskola.) Göteborg.

Soleimani-Mohseni, M, 2005. Modelling and intelligent climate control of buildings. (D2005:03, doktorsavhandling, Installationsteknik, Chalmers tekniska högskola.) Göteborg.

Soleimani-Mohseni, Mohsen, Thomas, Bertil, 2003. A Study of Static and Dynamic Feed Forward in Temperature Control of Buildings (Healthy Buildings Conference.) Singapore.

Skoog, Jennie, Fransson, Niklas, Jagemar, Lenart, Fahlén, Per, 2004. Indoor Environment in Hospital Wards: A Study in a Swedish Hospital (IAQ 2004 – Critical Operations: Supporting the Healing Environment through IAQ Performance Standards.) Tampa, Florida.

Skoog, Jennie, 2004. Indoor Environment, Human Perception and Energy Savings – A Comparison between Hospitals and Office Buildings (EBOB-rapport 1, EU projekt.)

Thomas, Bertil, Soleimani-Mohseni, Mohsen, 2004. Neural Network models for Predictive Climate Control in Intelligent Buildings, Intelligent Systems (Design and Applications (ISDA).) Budapest, Hungary.

Thomas, Bertil, Soleimani-Mohseni, Mohsen, Fahlén, Per, 2004. Feed-forward in Temperature Control of Buildings (Energy and Buildings, vol. 37, sid 755-761, Elsevier.)

Thomas, Bertil, Soleimani-Mohseni, Mohsen, Stenberg, Manne, 2004. Reglerteknikens möjligheter i framtidens intelligenta hus (rapport, Institutionen för Data- och Elektroteknik, Chalmers Lindholmen.) Göteborg.

Att räkna människor och glödlampor ger förutsägelser av husets värmebehov

20 grader ska vara 20 grader. Men om solen skiner in genom fönstret kan 20 grader bli både 22 och 23 grader innan återkopplingen från rummets temperatur hinner justera och minska uppvärmningen. Så fungerar ett regelsystem som mäter den temperatur eller den parameter som ska styras. Återkopplade system reagerar med viss tröghet och fördröjning på förändringar och störningar i omgivningen.

– Men om man däremot även mäter de störningar som påverkar uppvärmningsbehovet kan man kompensera temperaturstyrningen i ett tidigare skede och därmed undvika att temperaturen svänger upp och ner och avviker från önskad nivå, säger universitetslektor Bertil Thomas vid institutionen för Signaler och system och doktorand Mohsen Soleimani-Mohseni vid Installationsteknik på Chalmers.

Tekniken kallas för framkoppling och har stått i fokus i ett delprojekt där man studerar möjligheterna med modern reglerteknik i framtidens intelligenta hus.

– Inomhusklimatet blir behagligare och man sparar energi om man kan hålla konstant temperatur.

Med ”störningar” menas till exempel intensiv solinstrålning en varm vårdag, att många lampor och kontorsmaskiner eller hushållsapparater är igång samtidigt, att ovanligt många

människor har samlats i en lokal eller att vädret slår om på kort tid.

Återkopplingen från givare som mäter den verkliga temperaturen i rummet eller lokalen kan sålunda kompletteras med framkoppling från andra relevanta parametrar. Därmed får man signaler redan innan en förändring i omgivningen hunnit störa jämvikten.

– Forskningsprojektet inleddes med att vi gjorde en matematisk modell över den termiska dynamiken i en byggnad. I modellen



tog vi även med parametrar som utetemperatur, solinstrålning och total avgiven elektrisk effekt i byggnaden.

Modellen kunde sedan simuleras i datorn där man ser hur väl styrningen svarar på störningarna.

MÄTER OLIKA PARAMETRAR

Systemets mätinsamlade del består alltså av flera givare som mäter olika parametrar. Informationen från givarna samlas och bearbetas i regulatorn som skickar ut signaler till det styrdon som bestämmer tillförseln av

energi till kyl- och värmedon samt storleken på olika ventilationsflöden.

Härifrån är steget inte långt till det som brukar kallas ”intelligenta” system och neurala nätverksmodeller som, lite förenklat uttryckt, försöker efterlikna den mänskliga hjärnans sätt att samla in och bearbeta signaler och besluta om åtgärder.

– Det neurala nätverket kan ta in många signaler med data från omgivningsfaktorerna. Informationen bearbetas i ”hjärnan”, datorn-regulatorn, som drar slutsatser om förestående förändringar. Den ”verkställande” delen,

styrdonen, får signaler och reglerar värmeförsörelsen så att förändringen är genomförd redan i det ögonblick behovet uppstår.

Hur väl detta lyckas visar sig sedan som "facit" i återkopplingen från det verkliga utfallet för temperaturen i rummet. Om inte resultatet blev det önskade kan man använda avvikelserna för att lära upp det neurala nätverket och förbättra precisionen i systemet.

SOM MÄNSKLIG HJÄRNA

Systemet samlar på så sätt erfarenheter av sitt eget arbete och korregerar sig vartefter det arbetar, och det är det som påminner om den mänskliga hjärnan.

– Förutsägelsen, predikteringen, av systemets värme- eller kylbehov kan ofta göras med dubbelt så stor noggrannhet i neurala nätverk som i linjära modeller, säger Bertil Thomas och Mohsen Soleimani-Mohseni. Försök har gjorts med mätningar och modeller från två olika byggnader och resultaten är desamma i båda fallen.

Av alla tänkbara yttre variabler som kan påverka värmebehovet i ett rum, och som därför också bör påverka regleringen av uppvärmningen, har mellan fyra och sex olika variabler funnits med i det här forskningsprojektets modeller. Utomhustemperaturen är den "klassiska" variabel som redan idag används i många styr- och reglersystem för bostäder och lokaler.

– Därtill har vi mätt solinstrålning, tid på dygnet och sammanlagd elektrisk effekt i den

uppvärmda lokalen eller bostaden. Och femte variabeln är återkopplingen från den faktiska temperaturen. I den ena byggnaden har även storleken på ventilationsflöden och väggtemperaturer funnits med i modellen för att prediktera byggnadens energibehov och/eller den operativa temperaturen.

MÄNNISKOR BLIR GLÖDLAMPOR

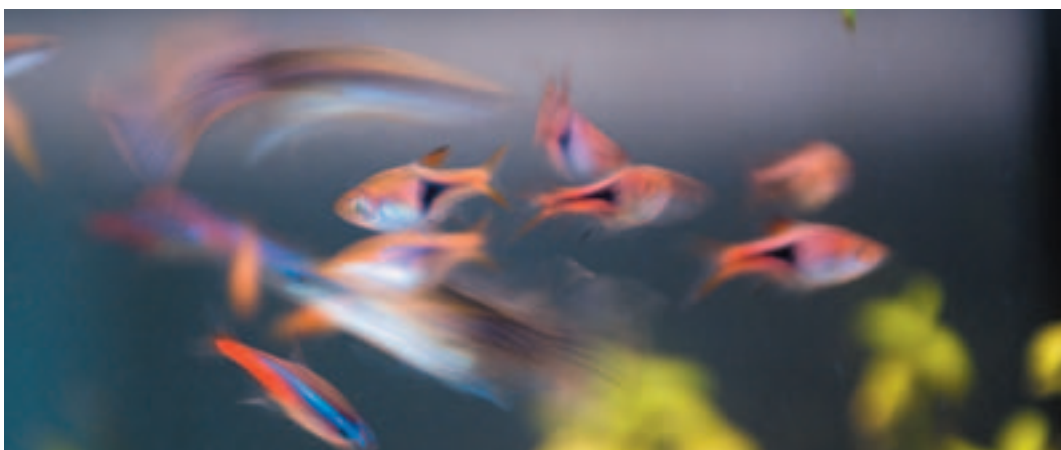
– Att det befinner sig ovanligt många människor samtidigt i lokalen är naturligtvis en variabel som också påverkar uppvärmningsbehovet. Men antalet personer kan faktiskt räknas om till en ekvivalent elektrisk effekt, till exempel antal glödlampor, och ingå i den sammanlagda elektriska effekten.

Samma principer gäller även för behovsstyrd ventilation,

– Och där har vi gjort simuleringar som kvantifierat behoven. Om det i en lokal som är avsedd för 100 personer samlas 20 personer under 45 minuter så är ventilationsbehovet bara 25 procent av lokalens maximala ventilationskapacitet. Om regulatören får rätt signaler om antalet personer kan den anpassa ventilationen, spara energi och sänka bullernivån.

Det långsiktiga målet med forskningen är att kunna installera ett system som arbetar enligt ovanstående principer i någon existerande byggnad och även jämföra hur det fungerar i praktiken jämfört med traditionella system. Alla resultat hittills visar att det finns stora potentialer till både energibesparingar och förbättrat inomhusklimat.

Utopi att uppfylla behoven hos varje människa i varje ögonblick



Behovsstyrning är att anpassa inomhusmiljön till människors behov. Behovsstyrningens fulländning vore att kunna anpassa miljön till varje enskild människa i varje ögonblick.

– Tekniskt vore det fullt möjligt att förse varje individ med ett litet mikrochip med inprogrammerade behov för den individuella inomhusmiljön, säger Per Fahlén Installationsteknik, Chalmers i Göteborg.

Men inte ens ett mikrochip skulle

räcka eftersom individens behov hela tiden förändras.

– Om man däremot kunde mäta stimuli direkt i hjärnan skulle upplevelser och behov i varje ögonblick kunna förmedlas till byggnadens styrsystem. Och då skulle inomhusmiljön kunna förändras och anpassas vartefter man rörde sig i byggnaden. Behoven av önskad temperatur, luft att andas, belysning och annat skulle anpassas till varje människa i varje stund.



Motsatsen till behovsstyrning är förutbestämda värden och statiska normer för ventilationsflöden och temperatur i byggnader. Och det är i den andan man börjar på den långa vägen mot behovsstyrning, för att bland annat uppnå en effektivare användning av energin.

– Visst, energin har kommit i fokus, men väldigt mycket i enkelspåriga termer om att sänka energianvändningen utan att diskutera hur eller varför. Men det primära målet med en byggnad är ju inte att den ska dra så lite energi som möjligt; målet är ju att energin ska fylla sin funktion och skapa en inomhusmiljö som är anpassad efter människornas och verksamhetens behov.

Behovsanpassningen sker i flera led. Först

definieras behoven i form av temperatur, fuktighet, luftkvalitet, ljusstyrka, ljudnivå och andra parametrar. Därefter förmedlas det aktuella behovet till ett intelligent styrsystem som reglerar inomhusmiljön.

JÄMFÖR VERKLIGHET MED ÖNSKEMÅL

Husets styrsystem jämför den faktiska verkligheten med de önskade och inprogrammerade behoven, och kan då även ta hänsyn till trender och ändringar hos de faktorer som indirekt påverkar inomhusmiljön. Det kan handla om att mäta solinstrålning eller att registrera antal personer eller apparater i drift i en lokal för att kunna förutse kommande kyl- eller värmebehov, eller att mäta inomhus- eller utomhusluftens kvalitet för att bestämma intaget av uteluft till byggnaden.

– Värme, kyla, ventilation, belysning och andra tekniska funktioner används för att skapa en önskad inomhusmiljö, och de kan samverka eller motverka varandra, säger Per Fahlén. Fortfarande är det alltför vanligt att olika system jobbar mot varandra och att man därför förlorar både energi och komfort i onödan.

Behovsstyrning innebär att man har en god kunskap om de faktiska behoven och att man bygger klimatsystem, ventilation och andra tekniska system där alla funktioner är integrerade och samverkar för att tillfredsställa behoven.

– Om allt detta handlar våra forskningsprojekt.

Patienter och personal kan enas om 22,5 grader

Patienten och sjuksköterskan borde ha olika önskemål om temperaturen på vårdavdelningen. Den ena ligger stilla och den andra småspringer mellan rummen.

– Ändå var båda grupperna förvånansvärt nöjda med den aktuella temperaturen på 22,5 grader, säger Jennie Skoog. Man skulle kunna säga att båda gruppernas behov i detta fall

kunde uppfyllas, även om temperaturen för patienterna låg i underkant och för personalen i överkant.

Jennie Skog är doktorand vid avdelningen för Installationsteknik, Institutionen för Energi och Miljö, vid Chalmers. Hennes licentiatavhandling tar upp brukarnas behov och upplevelser av inomhusklimatet med studier i sjukhusmiljö.

Alla människor har sitt optimala och individuella behov av temperatur, ljus, ljud och andra parametrar i inomhusmiljön. Alla kan därför heller inte tillfredsställas samtidigt.

Samma människas behov kan också variera beroende på sinnesstämning, arbetsbelastning och allmän kondition.

Därför kan det vara svårt att definiera själva behovet om man eftersträvar behovsstyrd ventilation och klimatkontroll, särskilt om det finns flera olika grupper i samma lokal.

I till exempel en butik kommer kunderna in med ytterkläderna. Mjölken och andra kylvaror har sina behov, medan personalen i kassan sitter stilla och inte vill ha för kallt.

Och i charkdisken säger livsmedelsbestämmelserna att det får vara högst 12 grader, medan arbetsmiljöbestämmelserna föreskriver minst 16 grader.

På ett sjukhus har patienter och personal uppenbart skilda behov. Ändå var båda grupperna förvånansvärt nöjda i Jennie Skoogs undersökning.

ENKÄT OCH MÄTNINGAR

– Båda grupperna fick fylla i en enkät om hur de upplevde olika faktorer i miljön, och enkäten kombinerades med faktiska mätningar av de fysikaliska parametrarna.

Temperaturen, som alltså var 22,5 grader,



upplevdes som acceptabel av båda grupperna. Temperaturen mättes som "operativ temperatur" vilket är en kombination av den aktuella lufttemperaturen och strålningen från omgivande ytor, alltså en slags arbetsmiljötemperatur (att beräkna den optimala operativa temperaturen är en vetenskap i sig).

STOR ÖVERENSSTÄMMELSE

Svaren från personal och patienter överensstämde förvånansvärt väl även för ljudnivå, ljus, luftfuktighet och partikelhalt.

– Största skillnaden i upplevelser fanns för belysningen och ljuset i lokalerna, och det beror till stor del på att patienterna ju befinner sig i rum med fönster nära byggnadens fasader, medan personalen ofta håller till i utrymmen utan dagsljus mitt i byggnaden.

Gemensamt för båda grupperna var att de upplevde luften som torr, de besvärades av

torr luft både på sommaren och på vintern (undersökningar gjordes vid båda årstiderna).

– Objektivt var luftfuktigheten inte särskilt låg, så jag har fortfarande ingen bra förklaring till deras upplevelse.

Det visade sig också att de faktorer som man trodde sig ha möjlighet att påverka var också det man hade mest synpunkter på. Personalen hade till exempel uppfattningen att det var lättare att påverka belysningen än temperaturen, och då hade man mer synpunkter på belysningen.

– När man ska definiera behoven för människor i en viss lokal eller byggnad måste man alltså söka sig fram till de optimala förhållandena, ibland via kompromisser. Det är först när man känner behoven, översatta till kvantifierbara fysikaliska storheter, som man kan behovsstyra ventilation och inomhusklimat.

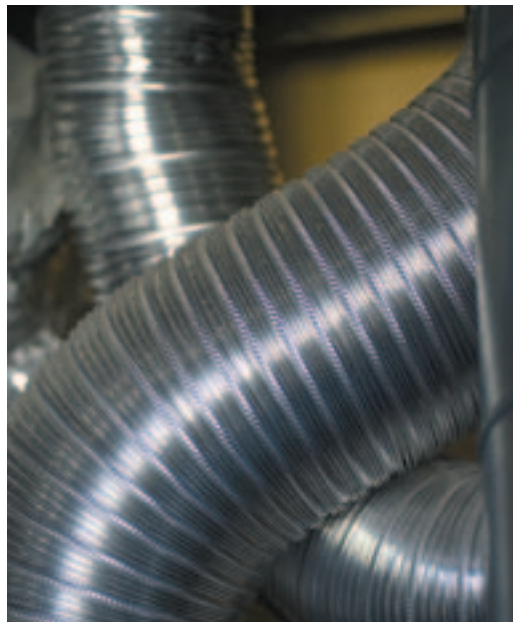
Ventilationssystemet kan anpassas till behovsstyrningen

Hela ventilationen får underkänt om systemet är otillräckligt den gången då det behöver nyttjas maximalt.

– Då får installatören skäll, säger Andreas Karlsson, avdelningen för Installationsteknik vid Chalmers.

Andreas Karlsson har skrivit sin licentiatavhandling om *Behovsstyrd ventilation – Strömningstekniska konsekvenser*.

– För att undvika kritik tar installatören därför till ordentligt i överkant. Däremot är det ingen som ger beröm, eller ens märker, om ventilationen i varje ögonblick är avpassad och dimensionerad till det aktuella behovet.



Att dimensionera efter olika behov och att kunna ventilerar just så mycket som behövs för ögonblicket är målet med behovsstyrd ventilation. Andreas Karlssons arbete går ut på att studera egenskaperna hos fläktar, kanaler och spjäll längs luftens väg till donen där den sprids ut i de ventilerade lokalerna.

– Mina studier visar att det krävs speciella överväganden när man bygger ventilations-

system som är anpassade för behovsstyrning. Man måste använda sig av mer noggranna beräkningsmodeller för tryckfall och vad som orsakar tryckfall i systemet och man måste räkna ut och veta att man kan hålla det nödvändiga minimitrycket framme vid donen, så att de alls fungerar även vid små behov.

Varje ventilationssystem är unikt vad gäller längden på kanaler, antalet don och venti-



lerade rum, med mera. När man bygger behovsstyrda system är det därför viktigt att ha en checklista för systemets viktiga funktions-egenskaper med minimivärden och arbetsområden inom vilka systemet kan fungera.

STYRA DIT BEHOVET ÄR STÖRST

– Ofta handlar det om att styra om flöden inom en byggnad till de lokaler som för tillfället har störst behov, och då måste man veta hur systemet reagerar som helhet.

Generellt är det så att tryckfallet i kanalerna är relativt litet jämfört med tryckfallet i de spjäll som justerar och styr luften till olika delar av systemet. I många fall skulle det därför kunna vara en fördel att använda flera små

fläktar som hämtar det som behövs lokalt, i stället för att använda en stor central fläkt. Då slipper man fördela centralfläktens stora flöde med en massa strypspjäll.

Andreas Karlssons studier utgår från förutbestämda och beskrivna behov för verksamheten. Vissa typer av lokaler, till exempel konferensrum och teatrar, har stora belastningsvariationer beroende på bland annat hur mycket folk som vistas i lokalen. Därmed behöver man kraftigt varierande ventilationsflöden.

KLARAR INTE STORA VARIATIONER

– Traditionellt konstruerade system klarar vanligtvis inte så stora variationer i flöden medan behovsanpassade system fungerar effektivt oavsett flöde. Man skapar flexibilitet utan att förlora i stabilitet.

Behovsanpassningen innebär förstås att man sparar mycket energi. I Sverige används mer fastighetsel till pumpar och fläktar än vad som totalt går åt till den betydligt mer uppmärksammade eluppvärmningen av bostäder och lokaler. Besparingspotentialen är mycket stor.

– En annan fördel är att bullernivån minskar. I en fullt ventilerad lokal kan ljudnivån vara ganska hög, men kan man minska ventilationsflödet minskar även bullret.

– En angelägen fortsättning på studierna är att analysera vidare hur tryckfallen skapas i systemen, för att ytterligare kunna anpassa systemen till att klara varierande behov.



Knepet som ger oförminskad arbetsförmåga trots att det blir varmt

I en skolsal eller en arbetsplats med mycket folk påverkas och förändras luftkvalitet och temperatur under arbetsdagens gång. För att kyla och bibehålla temperaturen i en fullsatt lokal krävs mycket energi och en kraftfull utrustning.

Om man istället kylar människorna direkt, genom riktade luftrörelser från enkla

fläktar, upplevs klimatet som behagligare trots att temperaturen kanske stiger under arbetspasset.

ELAN-projektet vid högskolan i Gävle går ut på att studera människors arbetsförmåga när man kylar människorna istället för hela lokalen. Och det visar sig att man upplever arbetsmiljön och arbetsförmågan som bättre, trots att temperaturen i själva verket ökar under arbetspasset.

Att skapa bästa tänkbara arbetsmiljö...

Varje liten ökning av människors arbetsförmåga innebär ofta en betydande vinst. Luften i arbetsmiljön är en viktig del.

– Att värdera människors upplevelser av metoder för temperaturstyrning och ventilation är därför angelägen forskning, säger Gunnar Bröms vid Vattenfall Utveckling. Forskningen om riktade luftflöden vid Högskolan i Gävle är därför intressant.

Gunnar Bröms har följt forskningsprojektet på nära håll inom ELAN-programmet.

Skolor, kontor och andra arbetsplatser behöver bra arbetsmiljö där temperatur och luftkvalitet är avgörande faktorer för prestation, välbefinnande, komfort och hälsa.

– Ugångspunkten måste vara att skapa den bästa tänkbara arbetsmiljön, inte att spara energi till varje pris om det sker på bekostnad av produktivitet och resultat, säger Gunnar Bröms. Kostnaderna för energin på en



arbetsplats är väldigt små jämfört med vad den arbetande människan kostar. Därför ska man i första hand se till värdet av en effektiv arbetsmiljö. Men om man kan uppnå samma resultat med en mindre åtgång av energi så är det förstås bra och eftersträvänt. Därför är det intressant att studera olika metoder och infallsvinklar på hur man skapar ett gott arbetsklimat.

ELAN-forskningen vid Högskolan i Gävle försöker värdera upplevelserna av ett relativt enkelt sätt att skapa en god arbetsmiljö, genom att kyla människorna, inte hela lokalen.

Att använda människor som ”mätsonder”, alltså att värdera deras välbefinnande, innebär en vetenskaplig utmaning i en bransch som är van att använda mer handfasta och fysikaliska mätmetoder och mätvärden.

JÄMFÖRA MED AVANCERAD KLIMATKONTROLL

– Därför kan det också vara svårt att jämföra med andra typer av klimatstyrning och att placera in effektiviteten hos den här metoden på en skala. Vad man nu behöver gå vidare med är att jämföra den undersökta metoden med mer avancerade metoder för klimatkontroll på arbetsplatser och försöka gradera välbefinnandet hos de människor som arbetar i kontoren eller klassrummet.

– För elbolagen kan det här vara värdefull kunskap i relationerna med deras kunder. En elleverantör som kan visa hur en kund effektivast skapar en god arbetsmiljö, och hur man samtidigt hushållar med den inköpta energin, skapar naturligtvis ett bra förhållande till kunden.

Då kanske metoden som nu studeras i Gävle kan presenteras som en relativt enkel metod som ger ganska god effekt på arbetsplatsen, men vill man ha något mer avancerat finns andra lösningar.

– Det här är ett exempel på sådan rådgivning som elleverantörerna sannolikt kommer att tillhandahålla i framtiden, säger Gunnar Bröms.



FORSKARGRUPPEN VID HÖGSKOLAN I GÄVLE

Forskargruppen som arbetar med ELAN-projektet tillhör avdelningen för Inomhusmiljö.

Inom avdelningen finns två enheter, Laboratoriet för Ventilation och Luftkvalitet och Laboratoriet för Tillämpad Psykologi. Inom varje enhet finns två professorer och forskningen inom avdelningen omfattar hela ledet Teknik – Människa. Den i samverkan mellan teknik och byggnad skapade fysiska och kemiska miljöns påverkan på människors upplevelse och prestation studeras.

ELAN-projektet har finansierat doktoranden Hans Wigö. Huvudhandledare har varit Prof. Mats Sandberg från Lab. för Ventilation och Luftkvalitet och biträdande handledare har varit Doc. Igor Knez vid Lab. för Tillämpad psykologi. Extra handledare har varit Tekn. Dr Håkan Nilsson.

Mats Sandberg är professor vid KTH och examinationen sker vid KTH.



Hans Wigö



Håkan Nilsson



Igor Knez



Mats Sandberg

GRUPPENS MEDLEMMAR

Mats Sandberg

Tekn. Dr 1984 KTH

Professor i Strömningsmekanik med inriktning på Installationsteknik 1990

John Rydberg Gold Medal for outstanding contributions to the advancement of ventilation and air distribution in rooms 2000.

Gästprofessor, Technical University of Denmark, International Centre for Indoor Environment and Energy 2001

Gästprofessor, University of Aalborg, Denmark 2004

Igor Knez

Fil Dr i psykologi vid Uppsala Universitet, 1992

Docent i psykologi vid Uppsala Universitet, 1998

Universitetslektor i psykologi vid Högskolan i Gävle, 2000

Hans Wigö

Civilingenjör Teknisk fysik LiTH, 1985

Doktorand KTH:s Forskarskola 2000

Håkan Nilsson

Civilingenjör KTH, 1987

Tekn Dr KTH, 2004

Forskarassistent vid Högskolan i Gävle, 2004

Hemsida: http://www.hig.se/tb/iv/forskn_lv/

REFERENSER

Knez, I., & Hygge, S. (2001). The circumplex structure of affect: A Swedish version. *Scandinavian Journal of Psychology*, 42, 389-398.

Nilsson HO (2004). Nilsson, Håkan O. "Evaluation and visualisation of perceived thermal conditions" *European Journal of Applied Physiology*. (2004) (Springer-Verlag, Germany) vol 92, pp 714–716

Nilsson HO, Holmér I. (2003) Comfort climate evaluation with thermal manikin methods and computer simulation models. *International journal of indoor air quality and climate* (Munksgaard, Denmark): vol 13, pp 28-37.

Nilsson HO, Holmér I. (2002). Definitions and Measurements of Equivalent temperature. EQUIV Report No 1, European Commission Cost contract No SMT4 CT95-2017 (registrator@arbetslivsinstitutet.se): Dnr 2002-0213 National Institute for Working Life.

Wigö, H. and Sandberg, M. (2001). Velocity variations in ventilated rooms as a method for creating comfort. *Proceedings of 22nd AIVC Conference 2001*, 27.1-27.12

Wigö, H., Knez, I. and Sandberg, M. (2002). Effects of velocity variations in ventilated room on comfort, affect and cognitive performance. *Proceedings of 9th International Conference on Indoor Air Quality and Climate 2002*, Vol 4, 635-640

Wigö, H. & Sandberg, M. (2002) Creating velocity variations in a whole room. *Proceedings of 8th Int. Conf. on Air Distribution in Rooms* 273-276.

Wigö, H. & Knez, I. (In press) Psychological Impact of Air Velocity Variations in Ventilated Room. *Ergonomics*.

Wigö, H & Nilsson, H. O. (2004) Evaluation of heat loss levels from subjects with a thermal manikin during air velocity and air temperature variations. *The International Journal of Ventilation*. Vol3 No3 p219-225.

Wigö, H. (2005) Effects of intermittent air velocity on thermal and draught perception during transient temperature conditions. Skickad till *The International Journal of Indoor Environment and Health*.

Wigö, H. and Sandberg, M. (2005). Draught free intermittent cooling at moderate over temperatures by generating pulses of high velocities. *International Conference on Indoor Air Quality and Climate*, China, 2005.

Vi kyler människorna – inte hela rummet



Korta luftstötår är effektivare än jämn ventilation. Människor i ett varmt rum tål högre temperaturer om värmeuppgiften runt kroppen då och då blåser bort. Och den stötvisa ventilationen drar bara en bråkdel så mycket energi som jämn ventilation för att uppnå samma komfortkänsla hos människor i rummet.

Professor Mats Sandberg och doktorand Hans Wigö vid Högskolan i Gävle har undersökt människors upplevelser av lufthastighetsvariationer. Skolornas klassrum är utgångspunkt för forskningen, men tekniken kan förstås användas på alla arbetsplatser där flera människor befinner sig i samma rum under en längre tid.

Fortfarande är det bara under en väldigt kort tid på året som värmen utgör ett verkligt problem i skolorna, säger Mats Sandberg. Men den totala energianvändningen i lokaler förskjuts från uppvärmning till nedkylning, och om klimatet blir varmare så ökar behovet av effektiv kyla.

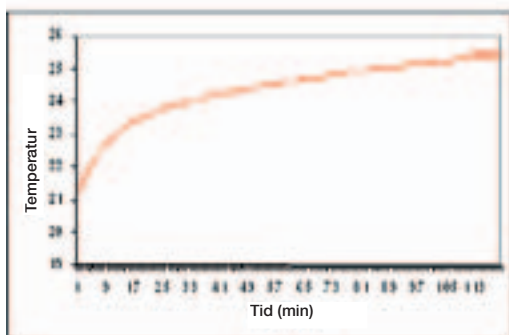
Sammantaget används idag 40 procent av Sveriges hela energianvändning för "klimatisering av lokaler".

Även om det bara rör sig om en kort årstid så måste skolor och andra lokaler också under den tiden ha dräglig arbetsmiljö.

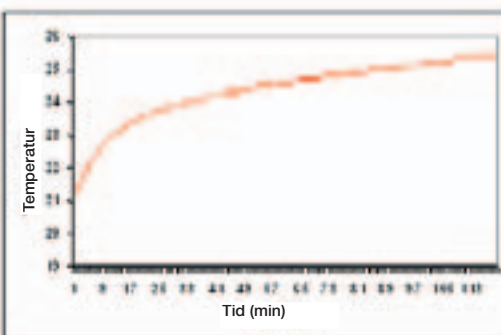
Då kan man göra på olika sätt. Närmast till hands är förstås att dimensionera det vanliga ventilationssystemet för att också klara topparna i maj, juni och augusti, före och efter sommarlovet.

– För att klara detta måste man kyla den inströmmande ventilationsluften med upp till 10–12 grader. Det kräver en avancerad ac-anläggning som drar mycket energi och är dyr att installera. Ett annat alternativ är att öka luftflödet, utöver de 8 liter per sekund och person som är norm för luftkvaliteten, men då har man snart problem med besvä-

Kontrollgrupp:
deplacerande ventilation
inga variationer



Exponeringsgrupp:
deplacerande ventilation
+ höghastighetspulser





Kroppsvärmen från en stillasittande människa skapar ett lager av varm luft som långsamt stiger uppåt.

rande drag i lokalerna. Det finns även andra tekniska lösningar med vattenkylda bafflar, mer eller mindre dyra att installera och driva.

HELT ANNAN METOD

Forskarna i Gävle provade en helt annan metod.

– Vi kylar ner människorna, inte hela lokalen.

Med fläktar i taket (egentligen skulle det säkert kunna fungera med vanliga propellerfläktar, sådana som finns i spanska hotellrum och turkiska restauranger) riktar man då och då en luftström rakt ner mot människorna i klassrummet eller där de sitter på sina arbetsplatser.

Teorin är enkel, förutom den direkt avkylande effekten från luftströmmen spelar man på människans upplevelse av förändringar. Människans jägarnatur har utvecklat sinnenas reaktion på förändringar. När något rör sig bland buskarna, ett plötsligt ljud eller en luftflödesförändring skärper vi våra sinnen, reagerar och upplever en förändring.

– Först skapade vi en fysisk miljö för våra försök, vi byggde upp ett klassrum här i vårt klimatlaboratorium, säger Hans Wigö. (Högskolan i Gävle har Sveriges främsta laboratorium för klimatforskning i inomhusmiljö). Sedan tog vi in gymnasieelever som



Korta luftstötar uppifrån och ner skingrar varmluftslagret runt kroppen och ger en svalkande känsla.

försökspersoner; de fick inte veta syftet med försöket, utan bara att det var en prestationsövning.

De variabler som måste provas var bland annat fläktstötarnas längd och intervallerna mellan varje puls och hur stark luftströmmen måste vara för att den ökning av temperaturen som ofta uppstår i en arbetslokal inte ska märkas.

OBSVÄRADE AV TEMPERATURHÖJNING

– Under de 80 minuter försöken pågick steg temperaturen i klassrummet från 21 till 24 grader, vilket är ett ganska vanligt förlopp när

värmeutbytet med omgivningen är begränsat. Kontrollgruppen, den halva av klassen som inte fick några fläktstötar, besvärades av värmen och sänkte sin arbetsförmåga, medan de elever som satt under fläktarna (ingen visste alltså i förväg vad det handlade om och fläktarna satt dolda) inte upplevde att det blev varmare eller sämre arbetsmiljö. Deras prestationsförmåga avtog heller inte i samma takt som kontrollgruppens. Luftstötarna gav alltså en högre tolerans som kompenserade för temperaturhöjningen.

Optimal luftström visade sig vara 0,4 m/s. Första luftstöten kom efter 30 minuter. Sedan

upprepades luftstötarna ungefär var 20:e minut och pågick under fem minuter.

– Med det mönstret fick vi tillräckligt signifikanta skillnader mellan försöksgruppen och kontrollgruppen.

Människan avger värme till omgivningen och när hon sitter stilla skapas ett lager av varm luft runt kroppen och en plym som sakta stiger uppåt. Luftstrålen uppifrån taket möter varmluften och skingrar plymen. Människans närmaste omgivning blir efter en kort stund ren på varm luft, och det är därför tiden fem minuter och lufthastigheten 0,4 m/s har betydelse.

KAN SPARA ENERGI

Detta, kan man säga, är essensen i forskningsresultatet: temperaturen i rummet kan tillåtas stiga utan att det påverkar människornas välbefinnande eller arbetsförmåga.

– Vi kan naturligtvis inte låta bli att spekulera vidare om hur mycket energi den här metoden kan spara. Om man vill behålla konstant temperatur i ett klassrum med 30 personer genom att kyla och ventilerar bort överskottet krävs ungefär 1,5 kW eleffekt. Ett klassrum som nyttjas åtta timmar använder då 12 kWh kylenergi per dag (dessutom med risk för drag och andra olägenheter).

– Med vår metod behövs bara fyra fläktar á 60 W som är igång 15 minuter i timmen, ungefär en halv kWh el per dag (varje fläkt kan försörja utblås över flera arbetsplatser). Energianvändningen blir alltså bara drygt

fyra procent så hög med fläktarna som med konventionell kylning.

– Men då ska man komma ihåg att det kan ackumuleras ett uppdämt kylbehov av själva lokalen. Vi har ju bara kylt människorna, inte lokalen. Problemet skulle kunna lösas med tidsstyrd ventilation genom fönster eller fönsterventiler under natten då det är svalare. Sådana system finns i Danmark och på kontinenten.

BARA EN BRÅKDEL

Förutom att man sparar energi så uppgår investeringen av fläktarna med trummor och utblås över arbetsplatserna till bara en bråkdel av vad en dimensionering av byggnadens ventilationssystem efter värmebölgjorna i maj och augusti kostar.

Nästa steg i forskningen blir att gå ut i verkligheten i några skolklasser i Stockholm för att, i långtidsförsök, mäta skillnader i prestationsförmåga mellan en försöksgrupp och en kontrollgrupp. Under försöken ska också olika tekniska detaljer lösas, kring bland annat utblåsens utformning, och att eleverna inte sitter stilla på en och samma plats i klassrummet under en hel lektion.



Internationell elanvändningsforskning

– ALLT MER OVANLIGT MED "FRI" OCH ÖPPEN FORSKNING

AV PROFESSOR LENNART THÖRNQVIST

Beteenderelaterad forskning kring människors elanvändning skall ge ökad kunskap om drivkrafterna bakom förändringar i elanvändningen och ökade insikter om vad som kan förklara eller medverka till en förändrad elanvändning.

Sådan forskning kan vara helt icke-teknisk och exempelvis ta sikte på att spegla samband mellan en övergripande livsstil och elanvändningen.

Forskningen kan också vara ganska teknisk till sin grundkaraktär och exempelvis handla om att ta fram nya och mycket mera eleffektiva hushållsapparater.

Försöker man visa inriktning och omfattning av den internationella elanvändningsforskningen måste man således vara inställd på att söka information i många forskningsdimensioner.

Att veta något om omständigheterna bakom ett visst mönster i elanvändningen och möjligheterna att förändra detta i något hänseende – det kan sägas alltid ha varit värdefullt i sig. Däremot är det kanske först med de senaste årtiondenas avreglering som det blivit uppenbart och påtagligt att sådan kunskap har ett ekonomiskt värde för aktörer på elmarknaden.

Letar man efter information om internationell forskning i öppna källor skall man därför inte bli förvånad över att det, trots tydliga satsningar på flera håll i världen, ändå är så relativt tunnsått med vetenskapligt säkerställda och öppet tillgängliga rön från forskning om elanvändning. Utan cynisk biavsikt kan man säkert anta att den öppna forskningsredovisningen inte rör sådan kunskap som representerar ett strategiskt eller ekonomiskt värde för sin ägare. Däremot kan observans på var i världen man ägnar sig åt forskning om elanvändning ge en indikation på var det pågår intressant kunskapsinhämtning och möjligen påvisa allmänna tendenser i kunskapsutvecklingen.

ELKRISEN I KALIFORNIEN STARTADE FORSKNING

Liksom numera även i Sverige är det nämligen internationellt sett mycket ovanligt med ”fri” (dvs forskarinitierad) forskning, utan huvuddelen av forskningen tillkommer för att någon har ett problem och är beredd att betala för att få det penetrerat genom en forskningsinsats.

Intresset för elanvändningsforskning ökar självfallet i situationer när elanvändningen utgör ett ”problem” – till mängd eller karaktär. Förändringarna i de internationella energimarknadernas funktionssätt ger andra incitament till forskning, såväl för marknadsaktörerna som för dem som har till uppgift att bestämma spelreglerna – nationellt eller internationellt. Det är därför inte förvånande att det som kallats ”elkrisen i Kalifornien” åren 2001–2002 gett upphov till mycket elanvändningsinriktad forskning, både i USA och i andra länder.

Vart i världen skall man då bege sig om man vill veta mer om elanvändningsforskning? Ja, svaret kan vara mycket beroende av vilken typ av forskning man är ute efter. Alla forskargrupper sysslar inte med allt.

Är man svensk och till exempel vill veta mer om vissa sociotekniska eller beteendelaterade aspekter på elanvändning är det kanske inte ens nödvändigt att lämna Sverige (eller åtminstone Norden) för att ha träffat de ledande forskarna.

På nära håll finns t ex i Norge *Margrethe Aune*, i Danmark *Kirsten Gram-Hansen* eller i Sverige *Anna-Lisa Lindén*.

DEMAND RESPONSE RESEARCH CENTER

Annars är det nog oftast en resa till Kalifornien som gäller, allrahelst till det **Demand Response Research Center** (DRRC) som California Energy Commission beslöt starta i juli 2004 och finansiera med åtta miljoner



dollar för en första treårsperiod. I huvudsak ligger DRRC vid Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL) i San Francisco, men forskargrupper kommer att finnas också vid andra enheter inom University of California.

Forskningsmässigt har man vid DRRC för närvarande inriktat sig på tre projektområden:

- Vilka möjligheter finns att med dagens regler- och kommunikationsutrustning automatiskt fjärrstyra elanvändningen i olika byggnadstyper? Vilka signaler och kommunikationsmetoder är lämpliga och vilka reglerstrategier ger bäst belastningsutjämning med minsta obehag för kunden?

- Studier av realtidsprissättning (RTP) för större elkunder i ett konkret elnät: hur

priskänsliga är kunderna och vilka strategier väljer de för att skydda sig för prisvariationer?

- Hur kan man minska eleffektuttaget i kommersiella byggnader genom "för-kylning" av byggnadsmassan under en del av dagen? Vilka reglerstrategier skall tillämpas för termostatventilerna och hur mycket "för-kylning" kan åstadkommas utan att inomhuskomforten blir oacceptabelt låg?

JUST STARTAT

Studierna har således just startat, men projektarbetet bedrivs i en miljö där det i decennier bedrivits elanvändningsstudier, låt vara inte med ett tydligt eleffekt-fokus som i det nystartade DRRC, och kanske inte med den forsk-

ningsmässiga bredd som ambitionen uttrycker.

I en översikt över den internationella elanvändningsforskningen kommer man svårigen att kunna gå förbi ett större antal rapporter genom åren från LBNL i San Francisco. Forskningen rör till exempel elanvändande apparaters prestanda och betydelse för den totala elanvändningen. I det sammanhanget har *Jonathan G. Koomey* varit en nyckelperson. Forskare från LBNL i Berkeley (t ex *Lee Shipper*) har också varit banbrytande när det gäller jämförande elanvändningsstudier mellan länder.

"ENERGY INSTITUTE"

DRRC är det senaste tillskottet av forskningsorganisation i Kalifornien av betydelse för elanvändningsforskningen, men redan 1980 beslöt man att samordna energiforskningen vid de nio universitet som bildar University of California till ett **Energy Institute** – också det fokuserat till Berkeley. Institutet leds nu av *Severin Borenstein*, professor i företagsekonomi vid ekonomihögskolan Haas i Berkeley och institutets inriktning på sin elanvändningsforskning är traditionellt ekonomisk.

INTERNATIONELL PROFIL

Vid Portland State University i nordvästra USA verkar en av de internationella profilerna inom forskning om elanvändning, sociologiprofessorn *Loren Lutzenhiser*. Han har sedan början på 90-talet varit flitigt verk-

sam med beteenderelaterad energiforskning och sökt utveckla ett teoretiskt perspektiv på forskningsområdet. Ensam eller tillsammans med andra ledande forskare i hela världen har Lutzenhiser publicerat sig brett i allt från vetenskapliga artiklar till konsultrapporter.

Han kom att engageras flitigt i analysarbetet kring elkrisen i Kalifornien och studerade då hushållens förändrade elanvändningsmönster när det uppstått "kris i paradiset". Han försökte bygga en kulturell modell av hushållens elanvändning och skaffa sig ett samlat grepp på frågan hur elanvändningen relaterar till livsstil och statusfrågor.

ANVÄNDA MASSMEDIA

Loren Lutzenhiser studerade också hur man kan utnyttja massmedia för att påverka elanvändningen i Kalifornien och hur man kan påverka elkunder att skaffa sig effektivare apparater.

Lutzenhiser är en av de vetenskapsmän inom studieområdet "elansvändning" som löpande publicerat sig i de årliga väldokumenterade konferenser som sedan några år anordnas av ACEEE (i Europa ECEEE). **ACEEE – American Council for an Energy-Efficient Economy** – är en "think tank" med bas i Berkeley och Princeton som kommit att bli inflytelserik inom kongressen och energidepartementet, bl. a. genom att utföra tekniska och politiska utvärderingar. ACEEE har en stor publiceringsverksamhet som bara den årligen omsätter 1,5 miljoner dollar.

645 VETENSKAPLIGA BIDRAG

En av de första översikterna man finner vid en sökning i den vetenskapliga litteraturen om elanvändningsbeteende är framtagen vid University of Waterloo i Canada av ekonomiprofessorn *Gordon McDougall*. Studien redovisar 645 vetenskapliga bidrag som publicerats under 1970-talet och är självfallet omistlig för den som vill få ett perspektiv på den konsumentinriktade energiforskningen. Däremot synes inte just detta energifokus ha bibehållits i Waterloo, även om universitetet flera år senare fick hedersomnämnan för sina insatser i ett "Residential Energy Efficiency"-projekt, där man sänkte elnotan med 18 procent för 4 000 hus i Waterloo-regionen.



Lennart Thörnqvist

KANADENSISK DATABAS

Ett försök att skapa en nationell kanadensisk databas över energianvändningen hos alla typer av slutanvändare låg bakom etableringen av the **Canadian Residential Energy End-use Data and Analysis Centre (CREEDAC)** vid Dalhousie University. Centret leds av

professorn i energiteknik *Ismet Ugursal*. Att döma av centrets publikationer förfogar man över ett stort landstäckande dataunderlag och man prövar nya analystekniker för dessa data (bl.a. tillämpning av neurala nätverkstekniker).

"EVOLUTIONÄRA DIMENSIONEN"

Bland europeiska forskare med uppmärksammad insatser på temat beteenderelaterade elanvändningsstudier måste nämnas *Elisabeth Shove*, sociolog från Lancaster University. Hon har noterat att mycket av konsumentforskningen nöjt sig med att studera kognitiva aspekter på konsumtion och beslutsfattande, medan de sociala och miljömässiga konsekvenserna av konsumentbeteendet förbigås.

Särskild uppmärksamhet, menar Elisabeth Shove, måste vi ägna den evolutionära dimensionen av våra konsumtionsmönster. Hur utvecklas t ex våra allmänna konventioner när det gäller komfort, renlighet och bekvämlighet? Elisabeth Shove har ensam eller i medförfattarskap med andra (t ex Loren Lutzenhiser) utvecklat kunskapen om individernas konsumtionsbeslut och konsumtionsprocessen som sådan.

ENGELSKT LÅGENERGIHUS

En annan, icke mindre uppmärksamrad europeisk forskare är *Brenda Boardman* från Oxford University. Hon är verksam vid Environmental Change Institute. Som namnet antyder är forskningen målstyrd – man vill inte bara studera hur människor använder energi utan hur man skall kunna påverka dem att använda mindre energi.

Ett typiskt projekt för enheten är att skapa ett engelskt hus som bara drar 60 procent av det normala husets energibehov. Enheten har

också varit brittisk deltagare i flera av EU:s SAVE-projekt. Ett stort projekt som startade för tio år sedan och gick under namnet DECADE (Domestic Equipment and CARbon Dioxide Emissions) visade att hushållsapparater måste bli mycket mer effektiva om inte det ökade antalet hushåll plus det ökande apparatinnehavet per hushåll skall leda till framtida stora öknings i elbehovet.

SAMLA BRITTISK FORSKNING

I början av år 2004 beslöt man att försöka samla Storbritanniens energiforskning i ett UK Energy Research Centre, med en budget på 28 miljoner pund för de första tre åren. Organisationen är ett försök att få de tre stora forskningsråden att samverka i stället för att köra parallella spår. Tre huvudteman för forskningen har utpekats: *Framtida energikällor*, *Energiförsörjning och infrastruktur* samt *Efterfrågereduktion*. Som direktör för det sista temat har utsetts just Brenda Boardman.

Individens vanor gör största skillnaden för elanvändningen



Kirsten Gram-Hanssen vid Statens Byggeforskningsinstitut i Danmark har analyserat livsstil och elanvändning i 50 000 hushåll i Århus, som ett av flera forskningsprojekt.

– Skillnaderna i elförbrukning är stora, säger hon, men bara ungefär en tredjedel av variationen kan förklaras

Forskningen i Danmark underlättas av att det är tillåtet att samköra register om inkomster, bostads- och familjestatistik och annat, på ett sätt som inte är möjligt i Sverige.

I flera stora undersökningar har Kirsten

med objektiva faktorer såsom antalet personer i hushållet, bostadens storlek, inkomster och annat.

De största skillnaderna förklaras med individuella vanor och beteenden och vilken inställning individen har till sin egen livsstil.

Gram-Hanssen kunnat jämföra människors levnadsförhållanden med hushållens elförbrukning.

– Den individuella inställningen och uppföstran har mycket stor betydelse, säger hon.

Människor som är ekonomiska och sparsamma till sin natur är också mer sparsamma med el, medan människor som konsumerar mycket även i andra sammanhang också konsumerar mycket el, oavsett inkomst och faktiskt även oavsett miljöengagemang.

Människor som säger sig vara engagerade i miljön, men är vana att konsumera mycket, gör ingen koppling mellan miljön och sin egen konsumtion, medan sparsamma miljöintresserade människor i högre grad kopplar ihop elförbrukning med miljö.

INDIVIDUELLT BETEENDE

Så stor del som mellan 60 och 70 procent av skillnaderna i familjers och hushålls elförbrukning har sin förklaring i individuellt beteende. En av undersökningarna visar att mellan objektivt identiska familjer, både i sammansättning, boendeförhållande och inkomster, kan elförbrukningen skilja med det dubbla.

Bara mellan 30 och 40 procent av skillnaderna kan förklaras med objektiva faktorer såsom inkomst, bostadsyta och antalet personer som ingår i hushållet, kön och ålder. Till exempel använder tonåringar 20 procent mer el än övriga familjemedlemmar (trots att dusch- och badvanor inte är medräknade därför att danska bostäder inte använder el för värme och varmvatten). Med tonåringar i familjen finns fler teve-apparater och fler datorer, och tvättmaskinerna går för högttryck.

– Tvättvanorna har ändrats generellt, säger

Kirsten Gram-Hanssen. Man bär sina kläder färre dagar och kortare tid mellan tvättarna. De ändrade vanorna motverkar en minskad förbrukning som kunde förväntas därför att tvättmaskinerna blivit tekniskt mer energisnåla.

Under de senaste 20 åren har den totala elanvändningen i Danmarks hushåll varken ökat eller minskat. Det betyder att hela den tekniska utvecklingen har ätits upp av de förändrade vanorna.

VAD DRIVER HUSHÅLLEN?

– Den intressanta sociologiska frågan blir därför vad det är som driver hushållen att skaffa så många nya elapparater till hemmet, är det individualiseringen, är det tidspressen i vardagen eller är det helt enkelt bara utbudet av nya prylar som gör att vi köper och konsumerar.

När det gäller den tekniska utvecklingen mot mer energisnåla apparater är de största tekniska landvinningarna och förbättringarna redan gjorda. Om förändringen av vanor fortsätter i samma takt som hittills kommer energianvändningen därför sannolikt snart att börja öka, istället för att minska som ju är den politiska målsättningen.

– Därför är problemet inte hur man ska få människor att ändra sina vanor för att elförbrukningen ska minska. Frågan är den motsatta; hur ska man kunna förhindra att livsstilen fortsätter att förändras i samma takt som den gjort under de senaste tio åren, säger Kirsten Gram-Hanssen.

Välfärdens barnbarn spränger vallarna



Det är bråttom att vända trenden med unga människors allt högre konsumtion av el. Välfärdens barnbarn hotar annars att spräcka alla mål och prognoser för hushållens elanvändning.

Professor Anna-Lisa Lindén i Lund beskriver 30-talisterna som den sista riktigt energisnåla generationen. Deras barn, 50-talisterna, var välfärdens barn som fick ett helt annat konsumtionsmönster. Och nu håller välfärdens

barnbarn på att spränga alla fördämningar.

– Det framgår tydligt av vår forskning om livsstil och elanvändning, säger Anna-Lisa Lindén.

Traditioner, kultur och etnisk bakgrund är några faktorer som påverkar elanvändningen. Ålder kön och inkomst är andra faktorer. Och ytterst handlar det om varje en-

skild människas beteende och medvetenhet.

– Därför duger det inte med den allmänna information och upplysning som energirådgivningen hittills ägnat sig åt, säger Anna-Lisa Lindén. Informationen måste vara riktad mot specifika grupper; mot unga, mot ensamhushåll, mot barnfamiljer, mot villaägare, mot lägenhetsinnehavare och så vidare. Och kampanjerna behöver kombineras med ekonomiska (gärna positiva ”morötter”) styrmedel.

Man kan nämligen särskilja olika egenskaper hos olika grupper.

– Villaägare är i allmänhet bättre på att hålla en lägre temperatur och på att spara varmvatten än vad lägenhetsinnehavare är. Men villaägare har å andra sidan äldre och sämre kylskåp och andra hushållsapparater, och även fler apparater per person.

SLÖSAKTIGT BETEENDE

– Yngre personer har fler apparater än vad äldre personer har, men å andra sidan är varje apparat i allmänhet modernare och mer energisnål. Samtidigt har man ett mer slösaktigt beteende för energianvändning.

Och ensamhushållen, som idag utgör hälften av alla svenska hushåll, använder mycket mer el per portion mat än vad flerfamiljshushållen gör, både för lagring i kyl och frys och för tillagning i spis och ugn.

En nyckelfråga för politiker och samhälls-

planerare är nu att hejda och vända den trend och de attitydförändringar som genomsyrar den uppväxande generationen. Annars kan utvecklingen ta en ände med förskräckelse. Om välfärdens barnbarn inte kan ta till sig lite av 30-talsgenerationens sparsamhet så kommer förbrukningskurvorna snart att stiga.

Samtidigt sitter politiker och samhällsplanerare och funderar på hur förbrukningskurvorna ska kunna minska.

BÄTTRE KONTROLL

Den första (eller sista) femtedelen av hushållens elförbrukning kan effektiviseras bort bara genom att folk får en bättre kontroll över sin vardag.

– Till exempel att installera användarvänlig reglerteknik för bostadens uppvärmning och att människor också lär sig att använda tekniken, eller att apparater inte drar ström när de inte används.

Därtill kommer alltså livsstilen, mängden av apparater och prylar som drar ström och vanor som kräver hög energianvändning.

Hur man än vrider och vänder så kommer man hela tiden tillbaka till individers och grupper attityder och beteende, och att rätt budskap måste riktas till rätt målgrupp om man har ambitionen att stoppa och vända trenderna i konsumtionsmönstret.

Rätt attityd räcker inte för att leva energisnålt!

Margrethe Aune har beskrivit några olika typfamiljer, där familjen *Spara* och familjen *Njuta* är ytterligheter.

– Även om familjen ”spara” har ambitioner att leva miljövänligt och energisnålt så klarar man inte alltid

det i dagens samhälle. Tekniken och samhällsstrukturen gör det svårt att leva som man lär.

Margrethe Aune är forskare vid Norges teknisk-naturvitenskaplige universitet i Trondheim.



Rätt attityd räcker inte för att leva energisnålt. Attityder och handlingar hänger inte alltid ihop.

– En medveten familj som säger sig vilja leva miljövänligt och energisnålt kan i vissa fall ha lika hög elförbrukning som en familj som sätter den egna njutningen och välbefinnande före miljön, säger Margrethe Aune.

Livsstil är därför inget bra ord för att karaktärisera vad som påverkar nivån på elförbrukning och energianvändning. De flesta människor blir ”fångar” i sina vardagslivsrutiner och livsfaser, och då spelar deras grundläggande attityder och livsstil egentligen mindre roll.

– Med livsstil menar jag om man tycker det är viktigt med en dyr och ny bil eller om man kör en gammal enklare bil och liknande yttre tecken på ett njutningsfullt liv.

FÖRENKLAT OCH FELAKTIGT

– Det är alltså ett förenklat och felaktigt synsätt att tro att man kan påverka hushållens elförbrukning bara man kommer åt attityderna och livsstilen. Även om familjen *Njuta* mot förmodan skulle ändra attityd och närma sig familjen *Spara*, så påverkas elförbrukningen bara marginellt. Man förblir en del

av ett högteknologiskt samhälle med andra prioriteringar än att spara energi.

– Framför allt befinner sig många människor i mellanläget mellan ytterligheterna *Spara* och *Njuta*, och man kan förändra sina attityder några grader åt ena eller andra hållet, men utan större inverkan på elförbrukningen i stort.

VERKLIGA MÖJLIGHETER

Istället, menar Margrethe Aune, så måste kampanjer för att ändra attityder kombineras med reella möjligheter att förändra vardagsmönster och rutiner. När det gäller till exempel uppvärmning av bostäder så måste reglertekniken vara användarvänlig och inbjuda till sparsamhet. Hushållens tekniska apparater och utrustning måste anpassas så att de verkligen inte förbrukar mer el än nödvändigt; måste till exempel stand-by-funktionerna se ut som de gör idag?

– Information och attitydpåverkan måste kopplas ihop med design och teknik som befrämjar ett energisnålt beteende. Och familjen *Njuta*, som vant sig vid det ljuva livet, kommer man förresten inte ens att nå med attitydkampanjer, säger Margrethe Aune.

Systemet tvingar oss till elslukande livsstil

Systemet blir tvingande! Vardagens livsstil vävs alltmer in i en infrastruktur som är svår att rubba.

Helena Shanahan, professor vid institutionen för hushållsvetenskap i Göteborg, ser valmöjligheterna i vardagen kring skurna av systemets ramar. Och med systemet menas allt från transportbehoven till hemmets maskinpark med allt fler elslukande apparater.



Att som enskild individ försöka bryta mönstret kräver en större uppoffring än vad de flesta människor och familjer orkar med.

– Alltså måste samhället skapa förutsättningar så att det blir lättare att förändra vardagens livsstil, säger Helena Shanahan.

Ett viktigt område är utformningen av tekniska hjälpmedel och apparater så att det blir lättare för användarna att minska energianvändningen och att undvika onödig elförbrukning.

– Styrsystem för uppvärmning är förstås ett område med stor potential. Bostadens temperatur innehåller en stor vardagspotential för att spara mycket energi, men tekniken är

fortfarande inte tillräckligt användarvänlig.

– Direkt feedback på elanvändningen är också viktigt för bättre kontroll över vardagsvanorna.

Helena Shanahan efterlyser bättre överblick och ökad dialog mellan individer och energisystemen. Det som idag är svårbegripligt måste bli lättillgängligt och möjligt att överblicka. Och man måste mötas på halva vägen. Det handlar både om utbildning och folkbildning för hushållen och om anpassning och bättre utformning av energisystemen. Människor måste lära sig och förstå vad som spelar roll i deras vardagsbeteende, och systemen måste göra det möjligt att påverka det egna beteendet. Dialogen måste ta fart!

Normen för renlighet ändrar energianvändningen

Vad är det som säger att vi ska duscha två gånger om dagen och inte en gång i veckan?

– Båda vanorna förekommer. Normen för renlighet är för närvarande att duscha ofta, men det är inte säkert att det alltid kommer att vara så.

Annika Carlsson-Kanyama är forskare vid FOI, energi och miljösäkerhet samt vid avdelningen för industriell ekologi vid KTH i Stockholm. Hon anser att vägen mot en bättre energihushållning bör starta med en diskussion om vardagsnormer, kombinerat med ett kunskapslyft om det egna hushållets elanvändning.

Att bejaka lukten av människa, istället för att försöka dölja den, är en sorts normbildning som har stor betydelse för energianvändningen. Om det blir normalt att duscha en eller två gånger i veckan, och att bära samma kläder i en vecka, ja det får stor effekt.

– I energi- och samhällsdebatten är det därför viktigt med både forskning och diskussioner kring normbildningar. Våra nu-

varande hygieniska vanor är ju en sentida konstruktion.

Annika Carlsson-Kanyama menar att diskussionen och analysen av vanor och normer måste komma igång både på samhällsnivå och på hushållsnivå.

– Få familjer vet vart deras elförbrukning går. Vad drar just den där datorn eller teven,





och vad får det för betydelse om den står påslagen två timmar längre varje dag?

Medvetenhet om energivanorna är alltså första steget. Därtill måste elanvändningen bli interaktiv; med lättillgänglig information om hushållets förbrukning just nu, utrustning som är designad för att påminna om elanvändningen och annat.

MÅSTE BLI PÅMIND

– Det räcker inte med att man blir informerad om möjligheten att själv leta på en hemsida om vad olika aktiviteter drar i energi. Man behöver bli mer påtagligt påmind, till exempel genom ett eluttag som skiftar färg efter hur mycket el som används eller en effektkontroll som piper i köket.

– I vår familj har vi individualiserat en del av energianvändningen, så att tonårsbarnen får betala en del av den elanvändning som vi tycker är överflödig. Var och en tvättar också sin egen tvätt, vilket tagit bort ovanan att slänga halvrena kläder i tvättkorgen.

Fler ekonomiska styrmedel behövs också om man vill förändra vanor och beteende, såsom pant på gamla frysboxar eller bonus på bra prylar.

– Det viktiga är att man får till en mångfald av åtgärder och styrmedel, därför att människor är olika och låter sig påverkas av olika saker. Huvudsaken är att alla på något sätt reflekterar över sina val och sitt beteende, säger Annika Carlsson-Kanyama.

GLOBALISERING OCH INDIVIDUALISERING FORTSÄTTER

Samhällets trender ökar energianvändningen



Få trender pekar neråt mot minskad energianvändning. De flesta trender i samhället, i människors beteende och värderingar och inom den tekniska utvecklingen pekar mot att det behövs mer och mer energi, mer och mer el.

Den enda effektiva bromsen är i så fall priset.

Det är slutsatser man kan dra av den omvärldsanalys och trendstudie som Kairos Future gjort för Elforsk inom ELAN-programmet.

Det svåraste att spå om är framtiden; den brasklappen lämnar också författarna till trendrapporten när de säger att alla framtidsstudier "utgår från nuet, vilket medför att mycket kan komma att förändras under de närmaste åren".

Rapporten belyser trender på tre plan: övergripande samhällstrender, trender på individnivå i beteenden och värderingar samt trender inom teknisk utveckling.

Bland övergripande samhällstrender framträder ökad globalisering, migration och mångfald i befolkningen, fortsatt urbanisering, allt fler äldre, ett mer jämställt och kvinnoorienterat samhälle och ökad efterfrågan på förtroendebaserat och etiskt beteende i näringsliv och förvaltning. Som en egen trend nämns också ökad råvaruefterfrågan i Asien.

De här trenderna betraktas som viktiga faktorer i kommande samhällsutveckling.

Knappast någon av trenderna leder till minskad efterfrågan på energi, i vart fall inte globalt. Lite mer i detalj kan man förutspå att utbudet av produkter blir alltmer globalt och att standardiserat användande löses med transformatorer och andra apparater som alltid står i standby-läge. Globaliseringen leder förstås också till ökade transporter, där hushållen har ett indirekt inflytande genom sitt konsumtionsmönster.

DIFFERENTIERADE MÖNSTER

Det mångkulturella samhället, liksom ökad jämställdhet mellan könen, innebär inte med



automatik att energianvändningen ökar eller minskar. Men energianvändning och förbrukningsmönster blir mer differentierade och variationen mellan hushållen ökar, liksom avvikelserna från genomsnittet.

Att IT-samhället skulle få människor att



kunna flytta tillbaka ut på landet, eller till mindre orter, är en trend vi inte sett skymten av än. Och flyttlassen går inte ens till nästa större ort, utan direkt till den internationella storstaden.

Energianvändningen blir därmed än mer koncentrerad till redan befolkningstäta områden, medan energiförbrukningen per capita blir högre på de mindre orterna eftersom basförbrukningen måste delas av allt färre personer.

Människors ökade krav på förtroende-baserat och etiskt beteende i näringsliv och förvaltning har direkt med förhållandet el-leverantör-kund att göra. Det är en allmän samhällstrend som i hög grad påverkar energimarknaden.

FOKUS PÅ EGEN VILJA

Även på individuell nivå finns tydliga trender. En förskjutning mot ökad individualisering och minskad lojalitet har pågått en längre tid, och har delvis sin orsak i att förr var livet mycket mer förutbestämt redan från födseln, medan valmöjligheterna numera riktar fokus på individens egen vilja.

När de grundläggande välfärdsbehoven är uppfyllda blir jakten på upplevelser, resor och

andra behov drivkrafter i tillvaron. Tempot och förändringarna gör att även kärnfamiljen håller på att försvinna. En tredjedel av Sveriges hushåll är singelhushåll

Samtidigt känns inte individen vid ansvaret för livsstilens ökade energianvändning. Energi för ökat resande är flygbolagens och rederiernas ansvar och skilt från individens påverkan.

DRAR ÅT TVÅ HÅLL

Den tekniska utvecklingen går snabbt och den drar energianvändningen åt två håll. Å ena sidan utvecklas energisnålare produkter, och energianvändningen per apparat eller produkt minskar, å andra sidan ökar antalet produkter och därmed ökar energianvändningen. Förbättrade kommunikationer innebär minskad energianvändning i den mån man använder IT istället för att resa, men ökad energianvändning i den mån man gör fler och längre resor.

Slutligt är det nog bara plånboken – ökade energipriser – som kan förhindra en fortsatt ökad energianvändning i samhället, och prisökningar är en trend att räkna med. Övriga trender pekar sammantaget åt motsatt håll.

OMVÄRLDSANALYS FÖR FRAMTIDA FORSKNING

Politik och marknad har stadigt grepp om konsumenterna

Omvärlden har tagit ett stadigt grepp om både energikonsumenter och producenter. Över hälften av ny svensk lagstiftning har sitt ursprung i EU och EG-direktiv.

Samtidigt pågår en oåterkallelig process från politiskt styrda energisystem mot en fri marknad. Och även

styrmedlen blir mer marknadsinriktade.

Kommande forskning bör inriktas på att förstå människors energibeteende som en del av samhällsutvecklingen, med fokus på gränssnittet mellan energisäljare och energikonsument.

Owe Andersson och Thomas Folkesson vid EKAN-Gruppen i Jönköping har sammanställt en omvärldsanalys och en beskrivning av energiföretagens förändrade roller, som underlag för en eventuell ny etapp av forskningsprogrammet ELAN.

Sverige har fyra mål eller plattformar för energipolitiken på väg mot "ett grönt folkhem":

- energieffektivisering och "energismart" byggande
- energitillförsel med förnybar energi

- utfasning av kärnkraften och effektivisering av vattenkraften
- vardagsnära energipolitik på konsumentens sida

Energipolitiken, om den genomförs, kommer förstås att ha stor inverkan på vardagsvanor och beteende och på relationen mellan energiföretagen och kunderna. Avsikten är att minska energianvändningen och att minska tillförseln av energi från ändliga resurser och att minska påverkan på klimat och miljö.

Sveriges framtida energipolitik blir också



i hög grad integrerad med resten av Europa. Under de senaste åren har EG utfärdat en rad direktiv, om handel med utsläppsrätter, om främjande av kraftvärme, om byggnaders energiprestanda (energideklaration av bostäder) med mera.

Allt detta går igen i svensk lagstiftning och svensk energipolitik.

STYRS AV AKTIV ENERGIPOLITIK

– En så pass aktiv energipolitik både på EU-nivå och på nationell nivå får förstås stor betydelse för både energiföretags och konsumenters agerande, säger Owe Andersson och Thomas Folkesson.

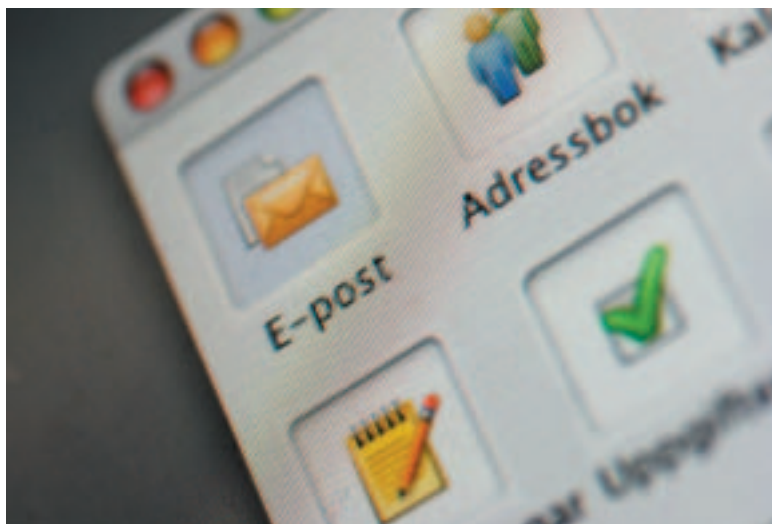
För att genomdriva energipolitiken används olika styrmedel, styrmedel som branschen

och marknaden måste lära sig att förstå och hantera och kanske också förutse.

Generellt ökar de ekonomiska styrmedlen i betydelse, och inom gruppen ekonomiska styrmedel går trenden från skatter och bidrag mot handel med utsläppsrätter och handel med certifikat, alltså mer och mer marknadsbaserade instrument.

– Trenden är irreversibel, säger Owe och Thomas.

Inget tyder på en återgång från marknadslösningar tillbaka till fiskala och mer planekonomiska styrmedel. Men det är förstås en sanning med modifikation. Utan skatter på energiområdet lär vi dock inte bli, inte minst därför att elskatten numera är en stor intäktskälla för statskassan. Och det kommer



även att dyka upp nya administrativa styrmedel, inte minst för att gynna målet om ”energismart” byggande.

KOPPLING MELLAN SYFTEN OCH RESULTAT

Prioriterade forskningsområden bör vara att undersöka samspelet mellan övergripande mål, styrmedel och resultat i beteendet. Varje marknadsaktör med självaktning bör också göra en riskanalys, och i en komplex och föränderlig värld kan det vara nog så svårt, i vart fall om man är ett medelstort eller litet energibolag. Här kan man tänka sig flera angelägna forskningsområden.

Exempelvis är ju elmarknadens avreglering en icke på något sätt avslutad process. Före 1996 existerade inga marknadsrisker. Nu är

prissättning av framtida elleveranser ett moment av osäkerhet där både kunder, leverantörer och producenter fortlöpande tar vissa risker. Dessa relationer och detta ”spel” ingår i en form av naturligt och normalt risktagande.

I kategorin hot-möjligheter ingår förstås internationaliseringen. Avregleringen av Europas

elmarknad är idag genomförd bara till ungefär en tredjedel om man väger samman olika faktorer som kännetecknar avreglering. Här återstår alltså stora förändringar, och vad betyder det?

MINDRE SOLIDARITET

– Ja, vi har till exempel tre dominerande svenska bolag, eller före detta svenska bolag, som i allt högre grad är internationellt verksamma och, i två fall, internationellt ägda, säger Owe Andersson och Thomas Folkesson. Den allt svagare kopplingen till den svenska marknaden kan betyda att företagen känner mindre solidaritet med de svenska kunderna, utifrån rent kommersiella grunder, även på icke konkurrensutsatta verksamheter som fjärrvärme och elnät.

Redan idag kan man se "prischocker" på fossila bränslen, av marknadsskäl, och dessutom stigande priser på utsläppsrätter, vilket på senare tid, i oförväntat hög grad, har ökat konsumentpriset på el.

I Sverige kommer försörjningssäkerheten att förbli i fokus; varken kunderna eller politikerna kommer att acceptera fler långa elavbrott såsom skedde efter orkanen i början av 2005.

– Och så kan vi förvänta oss ett bakslag för fjärrvärmen där kunderna inte kommer att nöja sig med fjärrvärmepriser i nivå med el- och oljepriserna, hur politiskt korrekt fjärrvärmen än är. Befintliga fjärrvärmekunder kommer att byta till värmepumpar eller annan uppvärmning, säger Owe och Thomas.

Elkundernas preferenser och valmöjligheter, både val av el och elbolag och vardagsval av hur energin används, påverkas av alla dessa omvärldsfaktorer i form av regler, styrmedel och även av individuella värderingar och riskbedömningar.

NYA BEGREPP

– Miljömedvetna konsumenter måste lära sig flera nya begrepp såsom "elcertifikat", "bra miljöval" och produktspecificerad el från utpekade förnybara energikällor. Begreppen är myntade och auktoriserade av olika organisationer och instanser och har olika slags påverkan som drivkrafter för att stimulera förnybar elproduktion.

Det finns alltså en ökande flora av om-



världsförändringar och av både obligatoriska och frivilliga styrmedel som kommer att ha stor inverkan på elpriset och på elanvändningen.

– Nya ekonomiska förutsättningar och nya samhällstrender förändrar elkundernas beteende och värderingar. Det är skäl nog för både energiföretag och samhälle att satsa resurser på forskning och utveckling för att förstå och (för samhällets del också) påverka elanvändningen.

– Energiföretagen behöver kunskap för att få nöjda kunder och för att kunna möta nya krav, inte minst från EU, på att vara aktiva för att uppnå effektivare energianvändning, säger Owe Andersson och Thomas Folkesson.

HUSHÅLLEN GÖR OLIKA VÄRDERINGAR

Val av värmesystem styrs av många faktorer

Hushållens agerande och beslut vid val och användning av uppvärmningssystem är grundade i olika typer av rationaliteter.

Förutom tekniska och ekonomiska utgångspunkter så spelar även personliga erfarenheter, engagemang, sociala sammanhang, kunskaper och värderingar stor roll för hushållens handlingar.

Charlotta Isaksson vid Tema Teknik och social förändring i Linköping har sammanställt en kunskapsöversikt över hushållens relation till energi med fokus på hushållens val och användning av uppvärmningssystem i småhus.



Att byta värmesystem i sitt hus är ett beslut som inte fattas över en natt, såvida inte det gamla systemet plötsligt går sönder. För det mesta innebär köpet en ganska lång process där hänsyn tas både till själva investeringen (köpet) och till hur man förväntar sig att den vardagliga användningen ska fungera.

De faktorer som är betydelsefulla i den process som kulminerar i byte av värmesystem, kan vara såväl fysiska, ekonomiska, geografiska som sociala och de samspelar med vardagslivets prioriteringar och de erfarenheter och kunskaper som det enskilda hushållet bär med sig.

SAMSPEL OCH PRIORITERINGAR

En fysisk faktor är förstås att det befintliga värmesystemet brakar samman eller börjar bli så gammalt att funktionen är hotad. Då tvingas man till byte.

Till de ekonomiska faktorerna hör exempelvis högt energipris (olja eller el), eller att den framtida marknaden uppfattas som osäker.

En geografisk faktor är när man byter bostad, och det finns studier som visar att just vid bostadsbyte är man mer benägen att också byta värmesystemet i det hus dit man flyttar.

En social faktor är exempelvis samtal med vänner och bekanta som redan har ett visst uppvärmningssystem och som är nöjda med det.

Dessa faktorer väger förstås olika tungt i olika hushåll som därför gör olika priorite-

ringar med avseende på:

- driftssäkerhet
- bekvämlighet och arbetsinsats
- flexibilitet och egenkontroll
- tidigare erfarenheter och kunskaper
- vänner och bekantas erfarenheter
- miljö
- investeringskostnader
- driftskostnader

I flera olika studier kan man läsa och reflektera över vad som påverkar hushållen, både i investeringsfasen och i den vardagliga användningen av energi. I kunskapsöversikten utgår Charlotta Isaksson från ett utvidgat konsumtionsbegrepp där såväl val som användning av framförallt uppvärmningssystem i småhus behandlas. Hon lyfter fram och reflekterar över resultat från tillgängliga studier och forskning som har behandlat olika delar av detta område. Bostaden betraktas som ett "sociotekniskt" system där människorna och tekniken befinner sig i ett dynamiskt samspel över tiden. Vardagslivets energirelaterade vanor är i mångt och mycket knutna till bostaden och olika funktionsområden i hemmet som kräver energi. Det belyses bland annat med resultat från studier som visar hushållens agerande för att få en lagom varm bostad.

PÅVERKAR I KÖPFASEN

Resultat från studier som berör olika sidor av drift och skötsel av uppvärmningssystemet visar att individers och hushålls olika erfarenheter från användning av uppvärmnings-

system tydligt påverkar dem i köpfasen inför valet av uppvärmningssystem. Det handlar om arbetsinsats och bekvämlighet, kontroll och flexibilitet och information och kunskap.

Det hushållen identifierar som nuvarande och framtida förväntade priser på olika energikällor samt investeringskostnaden och återbetalningstid för olika uppvärmningssystem är faktorer som påverkar deras val.

Miljöfrågorna är viktiga, men de är mer sällan av avgörande betydelse för hushållens val av uppvärmningssystem.

Sociala relationer och andras erfarenheter inverkar på hushållens överväganden inför sitt val av uppvärmningssystem. De har också betydelse för vilken föreställning hushållen får om hur det nya systemet är att använda i praktiken. Relationen till och förtroendet för den person eller organisation som förespråkar ett värmesystem är viktig.

FÅR FEL SVAR

Studier har också gjorts om hur företagens information påverkar hushållen. Det visar sig att hushållen ofta får svar på annat än vad de undrar om.

Att försöka styra och påverka hushåll i en viss riktning när de ska välja uppvärmningssystem är alltså en uppgift som har att hantera ett komplext samspel av många faktorer. Mycket kunskap, både känd och hittills okänd, krävs, liksom förmåga att relatera den kunskapen till hushållens situation.

Några viktiga frågor att besvara genom

fortsatt forskning är "hur kan man få kännedom om de boendes värderingar, förväntningar, behov och krav?" och "hur och varför ser användningen av energi i vardagen ut som den gör, och varför visar inte människor större intresse för energifrågorna?"



Fokus på samspelet mellan beteende och elanvändning

Under de senaste åren har den politiska uppmärksamheten kring frågor om effektiv energianvändning ökat både nationellt och internationellt. EU har satt upp mål för minskad energiförbrukning. Bakgrunden till det växande intresset är bland annat oro för klimatförändringar, ökad fokusering på hållbart samhälle, ett allt större beroende av importerade fossila bränslen till Europa (Security of supply) samt insikten om att energipriserna, inte minst oljepriset, kommer att stiga framöver.

EU har deklarerat att frågan om effektiv energianvändning kommer att vara ett huvudtema när kommissionen utformar riktlinjer för Europas framtida energipolitik. Sverige är pådrivande i flera av dessa frågor. Bebyggelsesektorn står därvid i fokus med insatser som energideklaration av byggnader, program för energieffektivisering med investeringsstöd och strängare energikrav vid om- och nybyggnation.

Majoriteten av dessa olika initiativ fokuserar på tekniska åtgärder. Tekniken är i sig



viktig, men även andra faktorer har stor betydelse för den totala energianvändningen.

INDIVIDERS BETEENDE

Ett flertal undersökningar har visat att identiska hus kan ha mycket varierande energiförbrukning beroende både på hushållens sammansättning och enskilda individers beteende och vanor. Frågor om människans inverkan på energianvändningen är av central

betydelse och det finns en lång rad specifika frågeställningar:

- Hur stor är effektiviseringspotentialen vid ett ändrat beteende?
- Hur kommer framtida värderingar och beteenden att påverka energianvändningen?
- Vad får konsumenterna att göra olika val på energimarknaden?

Människor i Sverige lever i en vardag där ekonomin i de flesta fall blir allt bättre, men där tiden istället börjar bli en alltmer knapp resurs. El är en fantastisk resurs som kan hjälpa oss att spara tid och effektivisera vardagslivet. El kan också bidra till att göra den totala energianvändningen mer effektiv. Tekniken styr delvis hur mycket energi vi konsumerar, men människans handlande har en minst lika stor inverkan.

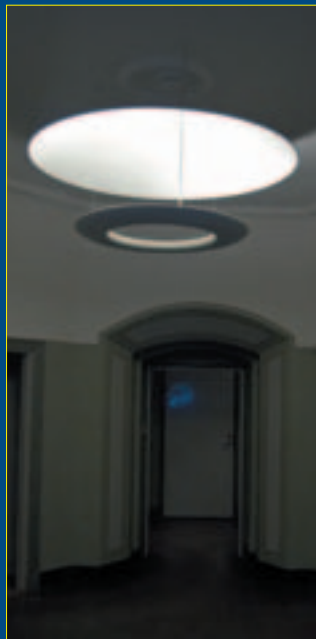
HUR KUNDERNA AGERAR

Ökad kunskap om den framtida energianvändningen är viktig både för energiföretag och myndigheter. För att kunna utveckla system för energiproduktion och elnät samt för att kunna arbeta med frågor om effektiv energianvändning behöver man information om hur kunderna i framtiden kommer att bruka olika energislag och hur kunder kommer att agera och reagera på olika former av styrmedel. De projekt som hittills bedrivits inom ELAN-programmet har både omfattat teknik och beteenderelaterade frågor om energianvändning. I planeringsarbetet inför en ny etapp av ELAN-programmet, avseende

perioden 2006–2008, riktas fokus i än högre utsträckning mot frågeställningar om samspillet mellan brukarbeteenden och framtida energianvändning. Avsikten är också att i större utsträckning driva kortare och mer resultatfokuserade projekt samt med ökade insatser för resultatspridning.

Monika Adsten
PROJEKTLEDARE





ELFORSK driver forskningsprogrammet ELAN i samverkan med ett flertal elföretag, Energimyndigheten och Formas. Programmet är inriktat mot energirelevanta problemställningar i gränslandet mellan teknik och människors teknikanvändning.

Den här skriften presenterar forskningsresultat från ELAN-programmet. Forskningsprojekten ger fördjupade kunskaper om människors vardagsvanor och hushållens förhållande till sin energianvändning, sin energileverantör och sitt eget "energirelevanta" beteende.

Mer information om ELAN-programmet finns på

www.elanprogram.nu

ELFORSK