

SLUTRAPPORT

Projektnamn: Design av digital teknik för att stötta energirelaterade beteendeförändringar i köket

Datum: 2026-10-01

Författare: Björn Hedin

Design för energieffektiv vardag
– ett program från Energimyndigheten med SVID som koordinator
c/o SVID, Stiftelsen Svensk Industridesign | Svensksundsvägen 13 | 111 49 Stockholm
08 – 406 84 40 | info@svid.se | www.designforenergi.se

Energimyndigheten

SVID

Datum
2026-10-01

Projektnr:
48099-1

Energimyndighetens titel på projektet – svenska
Design av digital teknik för att stötta energirelaterade beteendeförändringar i köket

Energimyndighetens titel på projektet – engelska
Designing digital technologies for supporting energy-related behavior change in the kitchen

Universitet/högskola/företag
Kungliga Tekniska Högskolan (KTH)

Avdelning/institution
Skolan för elektroteknik och datavetenskap (EECS), Medieteknik och interaktionsdesign (MID)

Adress
Lindstedtsvägen 5, 100 44 Stockholm

Namn på projektledare
Björn Hedin

Namn på ev. övriga projektdeltagare
Arjun Rajendran Menon, Miriam Rivera Börjesson, Cecilia Katzeff och Daniel Pargman (KTH), Jorge Luis Zapico (Linnéuniversitetet), samt projektparterna Consupedia AB och Swedish Development Group 12 AB (Deedster)

Nyckelord: 5–7 st
beteendeförändring, kök, matsvinn, energifeedback, elpriser, solel, design



Förord

Projektet har finansierats av Statens energimyndighet (Energimyndigheten) inom programmet Design för energieffektiv vardag (projektnummer 48099-1). Projektet har koordinerats av KTH och genomförts tillsammans med Linnéuniversitetet samt företagsparterna Consupedia AB och Swedish Development Group 12 AB (Deedster), som bidragit med medfinansiering, databaser, plattformar och stort engagemang.

Ett särskilt tack riktas till alla de studenter som genom examensarbeten och kursprojekt utforskat projektets frågeställningar, och till alla hushåll som släppt in våra prototyper i sina kök och generöst delat med sig av sina erfarenheter.

Innehållsförteckning

Sammanfattning 3
Summary 4
Inledning/bakgrund 5
Genomförande 5
Resultat 6
Diskussion 16
Publikationslista 17
Referenser, källor 19

Sammanfattning

Köket är hemmets energinav. Ungefär hälften av hushållselen används där, och ännu mer energi går åt, osynligt för hushållet, för att producera den mat vi lagrar, lagar och alltför ofta slänger. I det här projektet har KTH och Linnéuniversitetet, tillsammans med företagen Consupedia och Deedster, undersökt hur digital teknik grundad i beteendevetenskap kan hjälpa hushåll att använda både el och mat mer energieffektivt.

Projektet arbetade utforskande. Ett femtontal prototyper designades, byggdes och testades i verkliga hushåll: från enkla påminnelser på kylskåpsdörren, via system som räknar ut matinköpens klimatavtryck, till skärmar som visar elpris och egen solelsproduktion i realtid.

Tre övergripande lärdomar sticker ut:

- Enkelhet vinner. Väl synliga men icke-påträngande påminnelser i rätt ögonblick, gärna i kombination med helt analoga lösningar, påverkade vardagens rutiner mer än avancerade system.



- **Automatik är avgörande.** Digitala verktyg som kräver att användaren själv matar in uppgifter faller snabbt ur bruk. Den viktigaste förutsättningen för nästa generations tjänster är därför att konsumenter får tillgång till data om sin egen konsumtion i maskinläsbar form.
- **Rätt information vid rätt tidpunkt bygger energiförståelse.** Hushåll som fick ständigt synlig återkoppling om elpriser och egen elproduktion utvecklade en vardaglig känsla för energi, och började självmant flytta aktiviteter som disk och bak till timmar med god tillgång på el.

Projektet har resulterat i åtta vetenskapliga publikationer, en doktorsavhandling och ett stort antal studentarbeten, och pekar framåt både mot fortsatt forskning om hur energidata kan göras meningsfull i vardagen och mot policyfrågan om konsumenters rätt till sina egna data.

Summary

The kitchen is the energy hub of the home. About half of all household electricity is used there, and even more energy is consumed, invisibly to the household, in producing the food we store, cook and all too often throw away. In this project, KTH Royal Institute of Technology and Linnaeus University, together with the companies Consupedia and Deedster, investigated how digital technology grounded in behavioural science can help households use both electricity and food more efficiently.

The project worked exploratively. Some fifteen prototypes were designed, built and tested in real households: from simple reminders on the fridge door, via systems calculating the climate footprint of grocery purchases, to displays showing electricity prices and photovoltaic production in real time.

Three overarching lessons stand out:

- **Simplicity wins.** Clearly visible but non-intrusive reminders at the right moment, often combined with fully analogue solutions, influenced everyday routines more than advanced systems did.
- **Automation is crucial.** Digital tools that require users to enter data themselves quickly fall out of use. The most important enabler for the next generation of services is therefore that consumers get machine-readable access to data about their own consumption.
- **The right information at the right time builds energy literacy.** Households given always-visible feedback on electricity prices and their own solar production developed an everyday feel for energy, and began shifting activities such as dishwashing and baking to hours with good electricity supply.



The project resulted in eight scientific publications, a doctoral thesis and a large number of student projects, and points forward both to continued research on making energy data meaningful in everyday life, and to the policy question of consumers' right to their own data.

Inledning/bakgrund

Ur ett energiperspektiv är köket dubbelt intressant. Den direkta energianvändningen är stor: kylning av mat, matlagning och diskning står för ungefär hälften av hushållselen i Sverige, i storleksordningen 10 TWh per år. Den indirekta energianvändningen är ännu större. Att producera livsmedel kräver stora mängder energi i odling, förädling, transporter och kylning, och enligt FN:s livsmedels- och jordbruksorganisation FAO slängs omkring en tredjedel av all mat som produceras, till stor del i hushållen [1]. Bara en halvering av det svenska matsvinnet skulle minska energianvändningen med över 1 TWh per år. Den som vill stötta hushåll att spara energi har alltså två vägar in i köket: hur vi använder våra apparater, och hur vi hanterar vår mat.

Projektet tog sin utgångspunkt i två systematiska forskningsöversikter om digitala beteendeförändringsinterventioner för mat respektive energi som forskargruppen genomfört [2]. De visade att fältet var förvånansvärt omoget: få lösningar var grundade i beteendevetenskaplig teori, och utvärderingarna var ofta korta och små, utan mätningar av faktisk beteendeförändring. Projektets syfte blev därför att utveckla och utforska digitala hjälpmedel, och designprinciper för sådana, som på vetenskaplig grund kan stötta hushåll att utveckla energi- och resurseffektivare vanor i köket, med särskilt fokus på att bygga vanor och stötta planering.

Arbetet bedrevs brett och utforskande, med många prototyper som testades i verkliga hushåll. Projektet genomfördes 2019 till 2023 av KTH och Linnéuniversitetet tillsammans med Consupedia och Deedster, finansierat av Energimyndigheten inom programmet Design för energieffektiv vardag.

Genomförande

Projektet arbetade iterativt och designorienterat: designa en prototyp, testa den hos verkliga hushåll, dra lärdomar, förbättra eller byt spår. All beteendeförändringsdesign grundades i Behaviour Change Wheel, ett etablerat ramverk för att systematiskt analysera ett beteende och välja rätt sorts intervention, i stället för att som ofta sker bygga på lösa antaganden om hur människor fungerar [3]. Prototyperna utvärderades med intervjuer, fokusgrupper, enkäter och loggdata, och i ett fall genom ett storskaligt fältexperiment.

Bredden i utforskningen möjliggjordes av två saker. Dels genomfördes en stor del av delstudierna som examensarbeten och kursprojekt inom projektets ramar; samtliga listas i



publikationslistan. Dels bidrog parterna med infrastruktur som annars varit oåtkomlig: Deedster med en verklig användarbas för storskaliga experiment, Consupedia med produktdatabas och klimatdata, och Linnéuniversitetet med energispårets tekniska plattformar och fältstudier.

Pandemin påverkade genomförandet genom att hembesök och installationer under en period var omöjliga. Tyngdpunkten flyttades då mot helt digitala prototyper, och hushållsstudierna genomfördes senare än planerat. Energispåret växte samtidigt i betydelse i takt med elprisernas utveckling, och projektet avslutades med en längre fältstudie av energidisplayer hos hushåll med solceller.

Resultat

Tema: Matsvinn och den indirekta energin i maten

Matsvinn är i grunden ett energiproblem: all energi som investerats i odling, förädling, transporter, kylning och tillagning går till spillo när maten slängs, samtidigt som onödiga växthusgasutsläpp uppstår. En central utgångspunkt i projektet var att hushåll ofta saknar överblick över den mat de redan har hemma, vilket leder till dubbelinköp, överinköp och mat som hinner bli dålig. Delprojekten i temat handlade därför om två saker: att veta vad man har, och att bygga rutiner för att använda det i tid.

Enkla påminnelser i rätt ögonblick

Ett nyckelbeteende för att minska svinnet är att regelbundet gå igenom kyl och frys och planera utifrån vad som faktiskt finns där. Projektets kanske enklaste prototyp, ”Knappen”, byggdes för att stötta just den vanan: en liten trälåda på kylskåpsdörren vars lampa börjar lysa med några dagars mellanrum och fortsätter tills någon tryckt på knappen efter genomförd genomgång (se figur 1). Texten ”time to save the world” graverades in för att ge en blinkning om varför det är värt besväret.





Figur 1. Knappen, en liten trälåda på kylskåpsdörren. Med några dagars mellanrum tänds lampan som en påminnelse om att gå igenom kylen, och den släcks först när någon tryckt på knappen efter genomgången. Överst med tänd lampa, nederst släckt. Källa: Magnusson och Andersson (2019) [4].

I ett test där tio personer använde Knappen i tre veckor, med ytterligare 25 som jämförelsegrupp, rankades lampan som den klart mest verksamma komponenten, medan den graverade texten spelade minst roll [4]. Någon statistiskt säkerställd effekt på matsvinnet kunde den lilla studien inte visa. Påminnelsen är väl synlig, sitter exakt där beteendet ska utföras, och stör ändå ingen. Det står i tydlig kontrast till mobilnotiser, som ofta kommer vid fel tillfälle och lätt viftas bort.

Samma princip visade sig fungera även utan elektronik. Att organisera om kylen med en särskild ”ät snart”-hylla, genomskinliga staplingsbara lådor samt etiketter och penna fastsatta på kylskåpsdörren (se figur 2) gav i flera hushåll tydligare effekt på överblick och rutiner än de mer tekniktunga systemen, till en bråkdel av kostnaden.



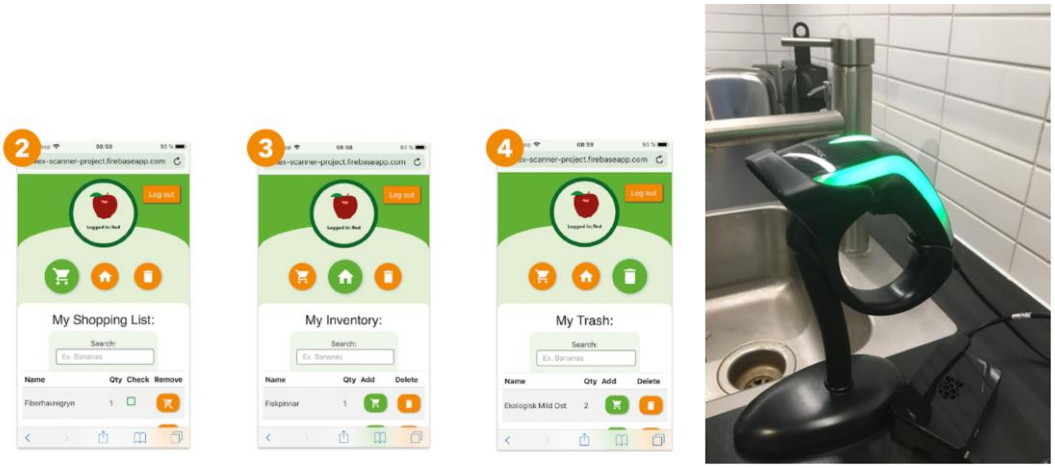
Figur 2. Samma kylskåp före (till vänster) och efter (till höger) en enkel omorganisation med märkta hyllor, bland annat en ”ät snart”-hylla. Den helt analoga lösningen gav i flera hushåll bättre överblick än de mer tekniktunga systemen. Foto: Björn Hedin.

Knappen fick också en digital förlängning: återbrukade mobiltelefoner monterades i köket och visade en knapp per hushåll, grön när veckans genomgång var gjord och röd när den inte var det, så att flera hushåll kunde se varandras status. Tävlingsmomentet visade sig starkt motiverande för vissa, och lösningen demonstrerade samtidigt att uttjänta mobiler är en närmast gratis plattform för den här typen av beteendestöd.

Inventariesystem: att veta vad man har hemma

Kan tekniken hjälpa oss att alltid veta vilken mat vi har hemma, och därmed slippa dubbelinköp och bortglömda varor? Projektet byggde och testade en familj av inventariesystem, med systemet Green Cobra som utgångspunkt: en streckkodsskanner i köket kopplad till en webbapp med inventarielista, inköpslista och ”papperskorg” för det som slängs [5] (se figur 3).





Figur 3. Inventariesystemet Green Cobra. Till vänster appens tre vyer: inköpslista, inventarium och en ”papperskorg” där det som slängs registreras. Till höger streckkodsskannern som hushållen använde för att registrera varor i köket. Källa: Möller och Bergqvist (2019) [5].

Hushållstester visade att systemet snabbt gav bättre koll på maten och att inskanning av nya varor blev en fungerande rutin. Men utskanningen, alltså att registrera det som ätits upp eller slängts, glömdes ofta bort, och då gled inventariet sakta ur synk med verkligheten. Deltagarna ville också kunna hantera frukt och grönt utan streckkod, se hållbarhetsdatum och använda mobilen i stället för en särskild skanner.

Systemet vidareutvecklades därför i flera riktningar. En version graderade varje inskannad vara med ett klimatbetyg och föreslog klimatsmartare alternativ; i tester uppskattades tydligheten, samtidigt som deltagarna ville förstå hur betygen räknats fram och bara accepterade alternativ som kändes relevanta för varans användning [6]. En annan version omdesignades för att tilltala bredare användargrupper genom att lyfta fram flera olika nyttor såsom ordning, ekonomi och hälsa snarare än enbart klimat, med gott resultat i användartester.

Vi prövade även andra vägar till samma mål: matlådor med RFID-taggar, små elektroniska märkningar som kan läsas av trådlöst, som skannades mot en läsare vid kylskåpet, med en display som visade hur länge varje låda stått inne [7], och en röststyrd etikettskrivare (”Ok Google, skriv ut en etikett med broccolisoppa som går ut om en vecka”) som samtidigt förde databas över kylens och frysens innehåll. Displayen kunde ge omedelbara insikter. ”Helt plötsligt stod det 58 timmar på displayen”, som en deltagare i matlådestudien uttryckte det. Men båda systemen bekräftade samma mönster: varje moment av manuell hantering är en punkt där systemet så småningom tappar kontakten med verkligheten.

Den samlade lärdomen från inventariespåret är därför tudelad. Digitala inventariesystem ger verklig nytta i form av överblick och bättre planering, men på produktnivå blir de med tiden opålitliga så länge någon del av registreringen är manuell. Vägen framåt är automatisk



datainsamling, vilket leder rakt in i nästa tema: data om våra matinköp finns redan, i form av digitala kvitton.

Tema: Matens klimatavtryck som energidata

Matens klimatavtryck är starkt kopplat till den energi som krävts för att producera den, och fungerar därför som en användbar mätare även på indirekt energianvändning, samtidigt som det är ett mått många konsumenter engagerar sig i. En genomgående designstrategi i temat var att kombinera klimatdata med sådant som ger omedelbar egennytta, till exempel näringsinnehåll, hälsa, pris och överblick, så att verktygen blir intressanta även för den som inte främst drivs av miljöskäl. Temat undersökte hela kedjan: från att samla in data om vad hushållet köper, via visualisering och feedback, till frågan om vad som vore möjligt med full tillgång till den egna konsumtionsdatan.

Från kvitto till klimatinsikt

Varje matinköp lämnar redan i dag ett digitalt spår: kvittot. En serie delprojekt undersökte hur det spåret kan omvandlas till användbar återkoppling. Först ut var en tjänst som efter varje inköp mejlade kunden en sammanställning av inköpets klimatpåverkan [8]. Deltagarna i fälttestet lärde sig snabbt var de stora utsläppen i deras egna inköp fanns, men efterfrågade också konkreta råd om vad de borde göra annorlunda. Information utan handlingsalternativ räcker inte.

Nästa steg blev rikare visualiseringar av kvittohistorik: diagram över utsläpp per varukategori, rekommendationer om alternativ och möjlighet att följa sin egen utveckling mot uppsatta mål [9]. Några egna kvitton lästes aldrig in i studien. I stället var appen förifylld med en fiktiv kvittodatabas, och deltagarna fick lösa tolv uppgifter i appen och därefter bedöma funktionerna. Kvittolistan och den personliga utvecklingsspårningen rankades högst, drygt åtta av tio uppgav att de skulle använda en sådan app varje vecka, och samtliga ville se tjänsten förverkligad. Det deltagarna framför allt efterfrågade var dock att få se sina egna verkliga inköp, vilket åter pekar mot samma flaskhals: tillgången till kvittodata.

I ett tredje steg, appen Foodprint, kombinerades klimatdata med näringskvalitet till ett gemensamt ”hållbarhetsbetyg” per vara, med Consupedias databas och Livsmedelsverkets näringsdata som grund. En tvåveckorsstudie med ett femtiotal deltagare visade både potentialen och fallgroparna: konceptet upplevdes som lovande och ökade reflektionen kring inköpen, men ett sammanvägt betyg dolde avvägningen mellan hälsa och klimat, deltagarna ville se dimensionerna var för sig, och luckor i databaserna skapade ibland ologiska resultat.

Kvittospåret gav tre bestående lärdomar. Klimatpåverkan per kilo är ett trubbigt mått: torr pasta väger till exempel bara en tredjedel av den kokta, och ost är i praktiken koncentrerad

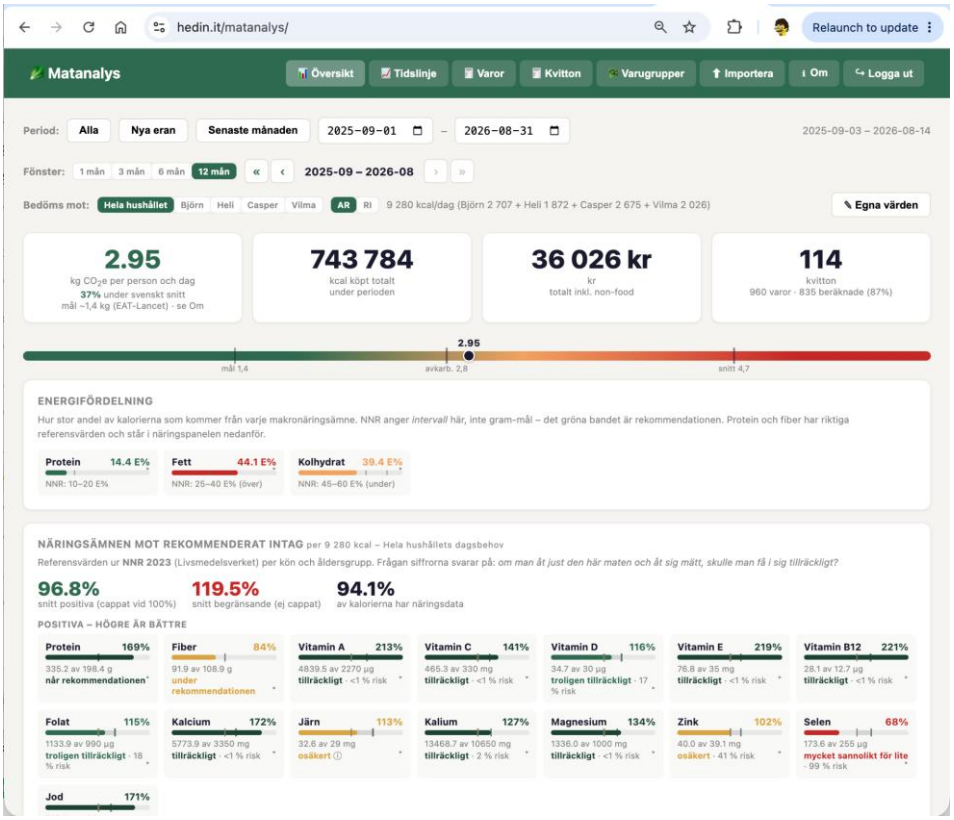


mjölk, så jämförelser per kilo kan vilseleda; klimatpåverkan per näringsinnehåll är mer rättvisande men svårare att kommunicera. Kombinationen av klimat med hälsa, pris och överblick breddar målgruppen avsevärt. Och viktigast: allt hänger på tillgången till kvittodata. Att tolka kvitton är dessutom svårare än det låter. Vissa kedjors digitala kvitton går att läsa hyggligt maskinellt, medan andra bara innehåller avhuggna textsträngar utan någon riktig produktidentifierare, och även i bästa fall krävs kategorisering med hjälp av AI och en rad antaganden. Som kund har man därtill i praktiken ingen möjlighet att ge en tjänst löpande tillgång till sina egna inköp, och därmed förblir manuell inmatning flaskhalsen som får systemen att självdö.

Omnifood och Matanalys: visionen prövad på riktigt

Erfarenheterna samlades i den vetenskapliga artikeln Omnifood, som systematiskt kartlade vilka data som går att få om den egna matkonsumtionen och vad ett system med full tillgång skulle kunna göra för energianvändning, matsvinn och hälsa [10]. Slutsatsen var att tekniken finns och databaserna finns; det som saknas är åtkomsten. Hindren är ofta prosaiska. På ett kassakvitto kan en vara heta ”OLIVOLJA SPAN.EKO”, utan märke eller mängd, och även när klimatdata finns i en kommersiell databas kan licensvillkor hindra att de exakta värdena visas för konsumenten. Inte ens dataskyddsförordningens rätt att få ut sina egna uppgifter har i praktiken visat sig fungera för konsumtionsdata. Hos enstaka kedjor går det i dag att nå sina kvitton via omvägar och odokumenterade metoder, men något öppet digitalt gränssnitt (API) som gör det möjligt för kunden att ge andra tjänster tillgång till sina inköpsdata finns inte. Utan ett sådant gränssnitt faller varje tjänst tillbaka på manuell inmatning. Det projektet efterlyser är därför öppna API:er, inte fler bakvägar.

Efter projektets slut har visionen prövats i praktiken i uppföljningsexperimentet Matanalys: ett system som automatiskt hämtar hushållets alla digitala ICA-kvitton, kopplar varje varurad till klimat- och näringsdatabaser, och löpande analyserar inköpen mot klimatavtryck, näringsrekommendationer och pris (se figur 4). Resultatet bekräftar projektets huvudtes: när registreringsbördan är noll uppstår komplett, flerårig inköpshistorik helt utan disciplin från användaren, och därmed helt nya möjligheter till meningsfull återkoppling.



Figur 4. Skärmbild från uppföljningsexperimentet Matanalys, som automatiskt hämtar hushållets digitala kvitton och sammanställer inköpen till klimatavtryck, kostnad och näringskvalitet jämfört med de nordiska näringsrekommendationerna. Eftersom inget behöver matas in för hand byggs en komplett inköpshistorik upp utan insats från användaren. Skärmbild: Björn Hedin.

Men experimentet visar också varför lösningen ännu inte skalar: den kräver inloggning med BankID vid varje hämtning, fungerar bara mot en kedja, bygger på odokumenterade metoder som kan sluta fungera så fort ett filformat ändras någonstans i kedjan, och förutsätter tekniskt kunnande. Erfarenheten stärker rapportens kanske viktigaste policyslutsats: konsumenters rätt till sina egna data i maskinläsbar form, via öppna och standardiserade gränssnitt, är den enskilda åtgärd som skulle göra flest av de tjänster projektet utforskat möjliga. En metodlärdom förtjänar också att nämnas: valet av jämförelsebas och databas kan vända en slutsats om en enskild vara helt, så verktyg av det här slaget bör öppet visa sina antaganden, inte bara sina resultat.

Fler resultat i temat

Tillsammans med Deedster genomfördes ett fältexperiment där hundratals användare av företagets klimatapp fick push-notiser med tävlings- respektive samarbetsinriktad inramning [11]. Notiserna ökade både engagemanget och antalet genomförda klimathandlingar, och



tävlingsinramningen fungerade särskilt väl för manliga användare, ett exempel på värdet av att kunna testa beteendeinterventioner i riktiga produkter med stora användarbaser. I två visualiseringsstudier, en riktad till hushåll och en till storskaliga inköpare som restauranger och skolkök, bekräftades att överblick över flera dimensioner samtidigt (pris, hälsa, klimat) är vad användarna faktiskt efterfrågar [12, 13]. En studie av en digital inköpslista med klimatinformation gav slutligen temats tydligaste läreffekt: efter två veckors användning hade deltagarnas typiska fel vid uppskattning av varors klimatavtryck minskat från en faktor 3,4 till en faktor 2,2, och kunskapen spillde över även på varor de aldrig sett i appen [14]. Samtidigt bytte bara var femte deltagare faktiskt ut någon vara, oftast med hänvisning till tid, pris eller svårigheten att hitta ersättare. Kunskap är med andra ord en förutsättning men ingen garanti för ändrat beteende. Studien visade också att klimatinformation gör störst nytta i planeringsögonblicket, innan man står i butiken, och ledde till att begreppet ”food carbon literacy” definierades vetenskapligt.

Tema: Direkt energianvändning och egen solel

Ungefär hälften av hushållselen används i köket, men få vet hur den fördelar sig eller vad som går att påverka. Med rörliga elpriser och allt fler solcellsanläggningar har det dessutom börjat spela roll inte bara hur mycket el man använder, utan när. Temat undersökte hur ständigt tillgänglig, lättbegriplig information om elpriser och egen elproduktion kan bygga upp den vardagsförståelsen, och om den i så fall leder till förändrat beteende.

Elpriset in i köket

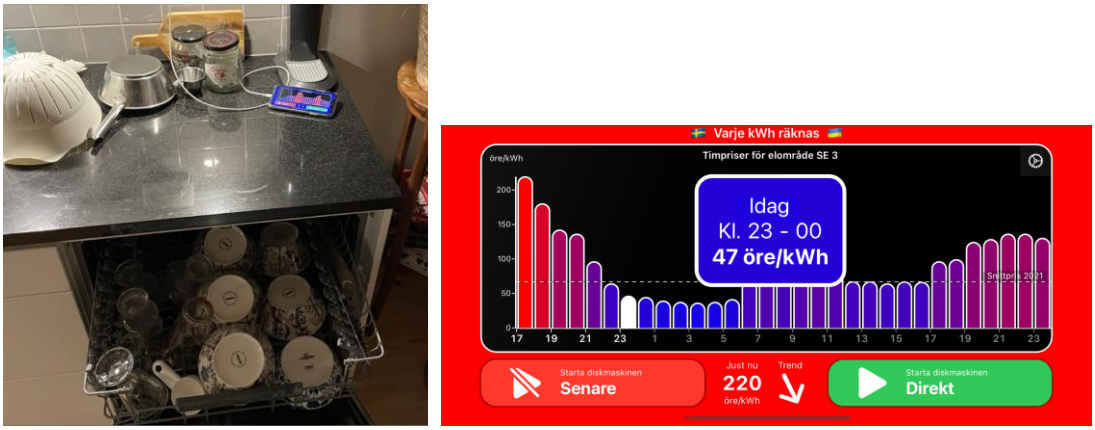
Den första generationens prototyper gjorde timpriserna synliga där besluten fattas: en enkel webbsida som visar dagens och morgondagens elpriser, uppdelade på spotpris, nätavgift och skatt, körd i helskärmsläge på återbrukade mobiltelefoner i köket (se figur 5).



Figur 5. En återbrukad mobiltelefon monterad i köket visar elpriset för de kommande timmarna, uppdelat på spotpris, skatt och nätavgift. Syftet var att göra elpriset synligt där besluten om att använda el faktiskt fattas. Foto: Björn Hedin.



Spåret fördjupades sedan vid den apparat som faktiskt går att tidsstyra: diskmaskinen. En display intill maskinen visade timpriserna och gav valet ”starta direkt” eller ”starta senare”, tillsammans med budskapet att flyttad förbrukning avlastar elsystemet [15] (se figur 6). I en fältstudie där sex hushåll använde displayen under tre veckor, med 168 loggade diskcykler, valde flera att flytta disken till billigare timmar. Men vardagen vann ofta: full maskin och bekvämlighet styrde mer än priset.



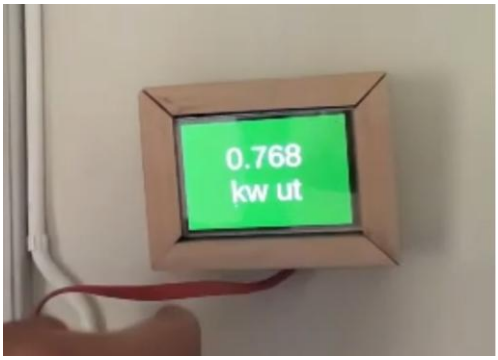
Figur 6. Elprisdisplayen vid diskmaskinen. Till vänster displayen placerad intill maskinen, till höger skärmen med dygnets timpriser och valet att starta disken direkt eller senare, när elen är billigare och elsystemet mindre belastat. Källa: Rosengård (2026) [15].

Lärdomarna är tydliga. Få aktiviteter i köket kan realistiskt flyttas i tid, och eftersom spotpriset bara är en del av det totala elpriset blir besparingen per disk ofta bara ören eller enstaka kronor. Flera deltagare överskattade den kraftigt, och att sätta kronor på valet riskerar därför att avskräcka snarare än motivera. För en del användare fungerade i stället inramningen att hjälpa elsystemet. Ska tidsstyrning få genomslag på allvar talar resultaten för att funktionen byggs in i vitvarorna själva, med inramning vald efter målgrupp.

Alltid-på-display hos hushåll med solceller

Temats, och kanske projektets, mest givande studie gällde hushåll med egna solceller. Linnéuniversitetet utvecklade en liten display i träram, avsedd att stå framme i hemmet, som med omedelbar färgkodning visar om hushållet just nu säljer el (grön bakgrund) eller köper el (röd), tillsammans med aktuell effekt (se figur 7). En av forskarna använde displayen i sitt eget hem under flera år. Därefter installerades den hos nio hushåll på den sydsvenska landsbygden, som intervjuades före installationen och på nytt efter fyra månaders användning [16, 17].





Figur 7. Alltid-på-displayen hos ett hushåll med solceller. Grön bakgrund betyder att hushållet just nu säljer el till elnätet, här 0,768 kW, och röd att det köper el. Den ständigt synliga informationen hjälpte hushållen att se när det var läge att använda el. Foto: Jorge Luis Zapico.

Hushållen byggde gradvis upp en närmast kroppslig känsla för sin energisituation över dygn och säsonger. Samma siffra betyder helt olika saker en solig julidag och en mulen novembereftermiddag, och displayen drog in hela familjen i elfrågorna, även barnen. Flera hushåll började på eget initiativ flytta aktiviteter till soliga timmar: diskmaskin, bakning, matlagning och elbilsladdning. Det är det här vi kan påverka, som en deltagare sammanfattade saken, en formulering som fick ge namn åt den vetenskapliga artikeln om studien [16]. Studien visade också gränserna: en ny elbil kunde dra mer effekt än panelerna någonsin levererar. Att studien genomfördes strax efter en period av rekordhöga elpriser gjorde samtidigt frågorna högst levande för hushållen.

Två designslutsatser står ut. Den första är en samlad projekterfarenhet: energifeedback tycks ha två faser, en lärandefas där detaljerad återkoppling snabbt bygger förståelse, och en vardagsfas där det som förblir relevant är ständigt synlig, icke-påträngande information om sådant som faktiskt går att påverka, som elpris och egen produktion. Den andra handlar om formatet: en dedikerad, alltid synlig skärm i hemmets gemensamma rum smälter in i vardagens rytmer på ett sätt som mobilappar inte gör, och gör informationen gemensam för hela hushållet. Eller som en deltagare uttryckte det: man kan inte sitta med telefonen hela tiden, men skärmen ser man i ögonvrån, och då är det tio gånger enklare. Studien har presenterats vid de internationella forskningskonferenserna ICT4S 2024, om informations- och kommunikationsteknik för hållbarhet, och DIS 2025, en av de ledande konferenserna om design av interaktiva system. Vid DIS 2025 belönades den dessutom med utmärkelsen Best Paper Honorable Mention, ett hedersomnämnande för särskilt framstående forskningsbidrag. Studien är också ett bärande bidrag i doktorsavhandlingen Data Anchorings [16, 17, 18].

Att mäta och bygga energiförståelse



Ett metodfynd på vägen: energiförståelse visade sig svår att mäta med kunskapstest. Deltagare blev nervösa och frågorna kändes som förhör. Spelbaserat lärande prövades som alternativ väg med lovande resultat, särskilt för yngre användare som ännu inte hunnit forma sina köksvanor [19]. Samma studie fångade också kunskapens gränser i miniatyr: en deltagare visste mycket väl vilket svarsalternativ i spelet som sparade energi, men valde medvetet det hon skulle ha gjort i verkligheten. Projektets samlade erfarenhet är därför att vardaglig exponering för begriplig energiinformation, som displayerna ovan, bygger förståelsen bäst.

Spekulativa sidospår

Projektet rymde också mer spekulativa designexperiment, främst genom projektets doktorand: ett rum som med sensorer, ljus och ljud betedde sig som om det vore levande, där deltagarna spontant började tillskriva rummet karaktär och behov och hållbarhet omramades från optimering till omsorg [20], samt arbeten med så kallad design fiction, där påhittade produkter och berättelser används för att gestalta och granska möjliga framtider, som ifrågasatte bilden av det alltid villiga, flexibla hushållet i det smarta elnätet [21]. Spåren ledde vidare till doktorsavhandlingens centrala idé: att abstrakta energi- och miljödata behöver förankras i vardagens rutiner, kroppsliga erfarenheter och sociala sammanhang för att bli meningsfulla på riktigt [18].

Diskussion

Projektet ställde frågan hur digital teknik, grundad i beteendevetenskap, kan hjälpa hushåll till energieffektivare vanor i köket. Svaret som växer fram ur prototyperna är mer nyanserat än ”mer teknik”: de mest verksamma lösningarna var ofta de enklaste, placerade i rätt kontext. Väl synliga men icke-påträngande påminnelser fungerade bättre än notiser som pockar på uppmärksamhet, digital och analog teknik kompletterar varandra, och återbrukade mobiltelefoner visade sig vara en nästan gratis plattform för beteendestödjande skärmar. Långt ifrån alla lockas av tekniska lösningar, men förvånansvärt många gör det, särskilt när verktygen ger omedelbar egennytta i form av överblick, ordning eller ekonomi, med energi- och klimatnyttan på köpet.

Tillgången till egna data är den viktigaste flaskhalsen. Projektets kanske tydligaste röda tråd är att digitala verktyg står och faller med automatisk datainsamling: system som kräver manuell inmatning faller ur bruk, oavsett hur väldesignade de är. Data om vår konsumtion finns redan, matinköpen i butikskedjornas kvittosystem och elanvändningen hos elbolag och nätägare, men konsumenten saknar i praktiken möjlighet att ge tjänster löpande, maskinläsbar tillgång till sina egna uppgifter. När den tillgången väl finns, som projektets uppföljande experiment visat, uppstår omedelbart nya möjligheter. Öppna, standardiserade gränssnitt till konsumentdata är



därför den enskilda åtgärd som skulle göra störst skillnad för innovation på området, en fråga där myndigheter och lagstiftare kan spela en avgörande roll.

Privatekonomi räcker inte som drivkraft i köket, men det finns alternativ. Kökets flyttbara elanvändning är liten, och besparingen av att tidsstyra disken räknas i ören. Att sätta kronor på sådana val riskerar att avskräcka. Projektets studier pekar på två mer bärkraftiga drivkrafter: upplevelsen av att använda sin egen el, som hos solcellshushållen skapade både engagemang och faktisk tidsförskjutning, och viljan att bidra till ett fungerande elsystem, som dock kräver att nyttan görs begriplig och trovärdig. Bilden är samtidigt inte enkelriktad: för matinköpen, där beloppen är stora, efterfrågade deltagarna tvärtom tydligare ekonomiska argument, och flera av matspårets studier pekade på besparingar som ett viktigt skäl att fortsätta använda verktygen. För energipolitiken antyder detta att hushållens flexibilitet bäst mobiliseras med andra medel än öresbesparingar: begriplig realtidsinformation, funktioner inbyggda i apparaterna och en tydlig berättelse om varför flyttad förbrukning spelar roll.

Energiförståelse byggs i vardagen, inte i informationskampanjer. Hushåll som levde med ständigt synlig information om elpris och egen produktion utvecklade en praktisk energiförståelse som inga broschyrer gett dem, och det utan att informationen upplevdes som påträngande. Feedback tycks fungera i två faser: först som lärverktyg, sedan som diskret vardagsstöd för det som går att påverka. Formatet är avgörande: dedikerade, alltid synliga displayer i hemmets gemensamma utrymmen involverar hela hushållet på ett sätt mobilappar inte gör. Samtidigt följer ett ansvar: under elpriskrisen kunde samma skärmar som byggde förståelse också bygga oro, och den känslomässiga sidan av energiinformation behöver vägas in i designen.

Nästa steg. Resultaten pekar i tre riktningar: fortsatt forskning om hur energi- och miljödata görs meningsfull i vardagen, ett spår som fördjupas i doktorsavhandlingen Data Anchorings och i efterföljande projekt om förkroppsligat lärande; utveckling och utvärdering av tjänster byggda på automatisk tillgång till konsumtionsdata, där uppföljningsexperimentet Matanalys förbereds för studier med fler hushåll; samt policyarbete för konsumenters rätt till sina egna data. Kombinationen av enkla medel i köket och strukturella grepp kring data är, tror vi, den snabbaste vägen till mätbar energinytta i vardagen.

Publikationslista

Vetenskapliga publikationer

- Menon, A. R., Hedin, B. & Eriksson, E. (2021). Expanding Affective Computing Paradigms Through Animistic Design Principles. INTERACT 2021, Springer LNCS. doi.org/10.1007/978-3-030-85623-6_9



- Menon, A. R. & Hedin, B. (2021). From Smart IoT Ecosystems to ”Living” IoT Ecosystems. EMPATHY-workshoppen vid INTERACT 2021, CEUR Workshop Proceedings, s. 6–10. DiVA: diva2:1687784
- Nyström, S., Rivera, M. B., Hedin, B., Katzeff, C. & Menon, A. R. (2021). Challenging the image of the altruistic and flexible household in the smart grid using design fiction. Computing within Limits 2021. DiVA: diva2:1689592
- Hedin, B. (2022). Omnifood: Exploring the Possibilities of a Consumer System With Ubiquitous Access to Data About the Food We Eat. Computing within Limits 2022. DiVA: diva2:1676388
- Hedin, B., Grönborg, L. & Johansson, G. (2022). Food Carbon Literacy: A Definition and Framework Exemplified by Designing and Evaluating a Digital Grocery List for Increasing Food Carbon Literacy and Changing Behavior. Sustainability, 14(19), 12442. doi.org/10.3390/su141912442
- Zapico, J. L., Menon, A. R. & Hedin, B. (2024). ”That is what we can influence”: Exploring energy practices negotiability in households with solar panels using an always-on display. ICT4S 2024, s. 324–334. DiVA: diva2:1935396
- Berns, K., Karlgren, K., Menon, A. R., Rossitto, C., Tholander, J. & McMillan, D. (2024). (Re)Framing the ”Smart” Fridge: Configurable Technology for Activist Food-Sharing Communities. NordiCHI 2024. doi.org/10.1145/3679318.3685344
- Menon, A. R. & Zapico, J. L. (2025). Ambient Awareness: Experiencing Always-On Displays in the Life of PV Households. DIS 2025. Best Paper Honorable Mention. doi.org/10.1145/3715336.3735692

Doktorsavhandling

- Menon, A. R. (2025). Data Anchorings: Reimagining engagements with environmental data in everyday life. Doktorsavhandling, KTH. DiVA: diva2:2015739

Examensarbeten inom projektet

- Magnusson, D. & Andersson, B. (2019). Low-tech för att minska matsvinn: Hur en low-tech knapp kan få dig att inventera ditt kylskåp. Kandidatexamensarbete, KTH. DiVA: diva2:1325594
- Möller, J. & Bergqvist, H. (2019). Inventariesystem för minskat matsvinn i hushåll. Kandidatexamensarbete, KTH. DiVA: diva2:1325207
- Mosesson, M. & Nilsson, H. (2019). Inläsningssystem för ett minskat matsvinn bland hushåll. Kandidatexamensarbete, KTH. DiVA: diva2:1328406
- Shin, O. & Clemedson, E. (2019). Direktfeedback för att uppmuntra till hållbar matkonsumtion. Kandidatexamensarbete, KTH. DiVA: diva2:1335257



- Eckernäs, A. & Westerlund, E. K. (2020). Presentation av mer klimatsmarta alternativ för livsmedelsprodukter. Kandidatexamensarbete, KTH. DiVA: diva2:1460864
- Blomkvist, S. (2020). Competition or Cooperation? Using push notifications to increase user engagement in a gamified smartphone application for reducing personal CO2-emissions. Masterexamensarbete, KTH. DiVA: diva2:1460022
- Ravichandran, T. (2020). Value-Centric Behaviour Change with Data Visualisation. Masterexamensarbete. aaltodoc.aalto.fi
- Lindström, J. (2020). Visualizing multidimensional data over time to affect behaviour change. Masterexamensarbete, KTH. DiVA: diva2:1466750
- Möller, J. (2021). Climate impact awareness through visualization of digital food receipts. Masterexamensarbete, KTH. DiVA: diva2:1595284
- Zhong, J. (2022). Designing a choice-based serious game to enhance energy literacy in the kitchen context of Chinese households. Masterexamensarbete, KTH. DiVA: diva2:1711515
- Rosengård, K. (2026). Examensarbete om elprisdisplay för tidsstyrning av diskmaskiner (ElApp), KTH. Under färdigställande, ännu ej framlagt.

Kursprojektrapporter (avancerade projektkursen i medieteknik, KTH)

Meat-O-Meter; WASTY, a tangible device aimed at changing behaviour that decreases food waste; Sharing preference-based adjustments of online recipes; Make HIPPO hipp again, redesigning a food inventory system to target a wider user group; Non-intrusive social reminders.

Referenser, källor

[1] FAO (2011). Global Food Losses and Food Waste: Extent, Causes and Prevention. Rom: FAO.

[2] Hedin, B., Katzeff, C., Eriksson, E. & Pargman, D. (2019). A Systematic Review of Digital Behaviour Change Interventions for More Sustainable Food Consumption. Sustainability, 11(9), 2638. https://doi.org/10.3390/su11092638

[3] Michie, S., van Stralen, M. M. & West, R. (2011). The behaviour change wheel: A new method for characterising and designing behaviour change interventions. Implementation Science, 6(42). https://doi.org/10.1186/1748-5908-6-42

[4] Magnusson, D. & Andersson, B. (2019). Low-tech för att minska matsvinn: Hur en low-tech knapp kan få dig att inventera ditt kylskåp. Kandidatexamensarbete, KTH. https://kth.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:1325594



[5] Möller, J. & Bergqvist, H. (2019). Inventariesystem för minskat matsvinn i hushåll. Kandidatexamensarbete, KTH. https://kth.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:1325207

[6] Eckernäs, A. & Westerlund, E. K. (2020). Presentation av mer klimatsmarta alternativ för livsmedelsprodukter. Kandidatexamensarbete, KTH. https://kth.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:1460864

[7] Mosesson, M. & Nilsson, H. (2019). Inläsningssystem för ett minskat matsvinn bland hushåll. Kandidatexamensarbete, KTH. https://kth.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:1328406

[8] Shin, O. & Clemedson, E. (2019). Direktfeedback för att uppmuntra till hållbar matkonsumtion. Kandidatexamensarbete, KTH. https://kth.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:1335257

[9] Möller, J. (2021). Climate impact awareness through visualization of digital food receipts. Masterexamensarbete, KTH. https://kth.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:1595284

[10] Hedin, B. (2022). Omnifood: Exploring the Possibilities of a Consumer System With Ubiquitous Access to Data About the Food We Eat. Computing within Limits 2022. https://kth.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:1676388

[11] Blomkvist, S. (2020). Competition or Cooperation? Using push notifications to increase user engagement in a gamified smartphone application for reducing personal CO2-emissions. Masterexamensarbete, KTH. https://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:1460022

[12] Ravichandran, T. (2020). Value-Centric Behaviour Change with Data Visualisation. Masterexamensarbete. https://aaltodoc.aalto.fi/items/b2ecc597-524d-447e-b1f0-622973da9f72

[13] Lindström, J. (2020). Visualizing multidimensional data over time to affect behaviour change. Masterexamensarbete, KTH. https://kth.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:1466750

[14] Hedin, B., Grönborg, L. & Johansson, G. (2022). Food Carbon Literacy: A Definition and Framework Exemplified by Designing and Evaluating a Digital Grocery List for Increasing Food Carbon Literacy and Changing Behavior. Sustainability, 14(19), 12442. https://doi.org/10.3390/su141912442

[15] Rosengård, K. (2026). Examensarbete om elprisdisplay för tidsstyrning av diskmaskiner (ElApp), KTH. Under färdigställande, ännu ej framlagt.



[16] Zapico, J. L., Menon, A. R. & Hedin, B. (2024). ”That is what we can influence”: Exploring energy practices negotiability in households with solar panels using an always-on display. ICT4S 2024, s. 324–334. https://kth.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:1935396

[17] Menon, A. R. & Zapico, J. L. (2025). Ambient Awareness: Experiencing Always-On Displays in the Life of PV Households. DIS 2025. https://doi.org/10.1145/3715336.3735692

[18] Menon, A. R. (2025). Data Anchorings: Reimagining engagements with environmental data in everyday life. Doktorsavhandling, KTH. https://kth.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:2015739

[19] Zhong, J. (2022). Designing a choice-based serious game to enhance energy literacy in the kitchen context of Chinese households. Masterexamensarbete, KTH. https://kth.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:1711515

[20] Menon, A. R., Hedin, B. & Eriksson, E. (2021). Expanding Affective Computing Paradigms Through Animistic Design Principles. INTERACT 2021. https://doi.org/10.1007/978-3-030-85623-6_9

[21] Nyström, S., Rivera, M. B., Hedin, B., Katzeff, C. & Menon, A. R. (2021). Challenging the image of the altruistic and flexible household in the smart grid using design fiction. Computing within Limits 2021. https://kth.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:1689592