



Visualisering av elanvändningen med syfte att minska elförbrukningen

Jacqueline Håkansson

Examensarbete på Civ.ingenjörsnivå
Avdelningen för Energihushållning
Institutionen för Energivetenskaper
Lunds Tekniska Högskola | Lunds Universitet



Visualisering av elanvändningen i syfte att minska elförbrukningen

Jacqueline Håkansson

december 2014, Lund

Föreliggande examensarbete på civilingenjörsnivå har genomförts vid Avd. för Energihushållning, Inst för Energivetenskaper, Lunds Universitet - LTH samt vid Krafteringen i Lund.Handledare på Krafteringen: Liisa Fransson; handledare på LU-LTH: prof. Jurek Pyrko; examinator på LU-LTH: bitr. universitetslektor Kerstin Sernhed.

Examensarbete på Civilingenjörsnivå

ISRN LUTMDN/TMHP-14/5323-SE

ISSN 0282-1990

© 2014 Jacqueline Håkansson samt Energivetenskaper

Energihushållning

Institutionen för Energivetenskaper

Lunds Universitet - Lunds Tekniska Högskola

Box 118, 221 00 Lund

www.energy.lth.se

Sammanfattning

Detta examensarbete är ett samarbete mellan Krafringen och Avd. för Energihushållning, Inst. för Energivetenskaper, Lunds Universitet - LTH. Examensarbetets mål är att ta fram en visualiseringslösning för Krafringen, som de kan implementera hos de boende i stadsdelen Linero i Lund, och i förlängningen kunna erbjuda till alla sina kunder. Visualiseringslösningen ska visa elanvändningen och, om visualiseringslösningen består av mer än en del, ska någon del visa elanvändningen i realtid. Bakgrunden till detta examensarbete är Cityfied, ett EU-projekt som Krafringen deltar i, tillsammans med bland annat Lunds Kommuns Fastighets AB (LKF) och IVL Svenska miljöinstitutet. Inom projektet ska det renoveras bostäder i icke-energieffektiva bostadsområden i tre städer runt om i Europa.

Examensarbetet består till största del av två litteraturstudier. Den första litteraturstudien består av att sammanfatta rapporter från studier som gjorts på ämnet visualisering, för att identifiera de verktyg som har använts, vilka resultat studierna haft, och de slutsatser som dras av studierna. Detta för att få ordentlig bakgrundsinformation och tillräcklig grund att stå på innan en visualiseringslösning kan presenteras för Krafringen. Den andra litteraturstudien identifierar de gränssnitt som finns mellan användaren och själva visualiseringslösningen samt det optimala sättet att få mätdatan sänt från mätpunkt till användare.

Följande visualiseringslösning rekommenderas Krafringen att installera: En hemsida, både anpassad till mobil och dator, och en In Home Display (IHD) som installeras hos de boende. Dessutom bör hushållen sätta upp personliga besparingsmål. Både IHD och hemsidan visar följande visualiseringar: Historisk (el användningen jämfört med hushållet självt), abstrakt (så att även de som inte kan läsa av siffror kan förstå), momentan (så att snabba förändringar kan ses), samt om användaren kommer nå sitt uppsatta besparingsmål. Mätning av el användningen sker via en diod på elmätarna i källarna, och mätdatan skickas sedan till en router, också den placerad i källaren. Mätdatan skickas således ut på internet. Hemsidan och displayen kan då hämta hem informationen i realtid.

I examensarbetet har det även lagts vikt vid att ta fram rekommendationer till framtida utvärderingar: undersök de incitament som de boende på Linero har. Undersök dessutom, efter en första provperiod, hur utvecklingsmöjligheterna för lösningen är. Då kan det vara aktuellt att lägga till fler funktioner och visualiseringar i lösningen. En möjlig visualisering skulle kunna vara fjärrvärmeanvändningen, och extra funktioner så som bokning av tvättstugan.

Slutsatser som kan dras efter detta arbete är att det finns väldigt många visualiseringslösningar på marknaden. De visualiseringslösningar som testats i olika studier skiljer sig väldigt mycket, därför skiljer sig även resultaten väldigt mycket. Det är därför svårt att föreslå en visualiseringslösning som kommer att ge en viss procent minskning i el användningen. Den visualiseringslösning som föreslagits är därför snarare ett förslag som efter en tid måste utvärderas för att sedan kunna optimeras för de boende på Linero och i slutändan alla Krafringens kunder.

Abstract

This master's thesis is a part of the EU project Cityfied, in which Krafringen participates along with the municipality of Lund, IVL Swedish Environmental Institute, and LKF. The goal is to present a solution for Krafringen to visualize electricity consumption for the customers in order to make them save energy. This solution is to be introduced in the district of Linero where the energy consumption, and in particular the electricity consumption, is relatively high. The master's thesis consists of two literature studies, one to determine what kind of tools for visualization is available on the market, and a second one to determine who to get the data from the measuring point to the visualization tool.

The results are the following: An In Home Display (IHD) should be implemented, along with a website. The customer should also set up an individual goal for their electricity consumption. The display and website should show the following: abstract visualization (without any numbers or letters) of the electricity consumption, along with historic and momentary consumption. The IHD and webpage should also show if the customer is on the way of reaching their goal. It is suggested that further investigations should be made, particularly to understand the incentives that the residents at Linero have, and in a future perspective investigate the possibilities for implementing visualization of the district heating consumption for the customers as well. Another function that could be implemented is laundry room booking.

Förord

Denna rapport är slutprodukten av det examensarbete som har genomförts på Krafteringen i Lund, med koppling till Institutionen för Energivetenskaper och Avdelningen för Energihushållning på Lunds Universitet-LTH. Krafteringen Energi AB är ett energibolag i Lund som ägs av kommunerna Lund, Lomma, Eslöv och Hörby. Fjärrvärme och -kyla, el, gas- och fibernät är några av de verksamheter som pågår på Krafteringen. Företaget är med och jobbar med flera stora projekt, bland annat stadsdelen Brunshög i Lund som ska utvecklas till en hållbar stadsdel med låg elförbrukning och ökat kretsloppstänkande.

Tack till mina handledare, Liisa Fransson, Håkan Skarrie och Fredrik Luthman på Krafteringen, samt prof. Jurek Pyrko från Institutionen för Energivetenskaper.

Jacqueline Håkansson, Lund oktober 2014

Ordlista

BAU Business as usual - Vid införande av visualiseringslösning: användaren behöver inte göra något speciellt för att gå med i projektet

Gamification Använder spelmekanik i sådant som inte är spel i traditionell mening

IHD In Home Display - en extern display för visualisering som användaren har i hemmet

Jämförelseåterkoppling Visar kundens förbrukning jämfört med t.ex. ett genomsnitt eller jämfört med kunden själv för en månad sen

Molntjänst Sparar data genom en icke-privat extern server

Opt-in vid införande av visualiseringslösning: deltagarna måste aktivt gå med i projektet för att kunna delta

Opt-out vid införande av visualiseringslösning: deltagarna måste aktivt gå ut ur projektet för att inte delta

Smart-plugs Uttag mellan eluttaget och apparater. Kan i applikation styra och se förbrukningen på alla inkopplade apparater

Tariff Prislista för, i det här fallet, avgifter för elanvändningen

ToU-tariff Time of Use-tariff - Priset är förutbestämt och ändrar sig under dygnets timmar. T.ex. ett pris mellan kl 8 och kl 17, ett annat pris övriga tider

Uppdelningsåterkoppling Visar kundens förbrukning uppdelat på apparater

Visualisering Visa ett mer komplext system genom ett lättförståeligt uttryckssätt som är anpassat till människans synsinne

Innehåll

Sammanfattning	i
Abstract	i
Förord	iii
Ordlista	iv
1 Inledning	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Målsättning	1
1.3 Syfte och avgränsningar	2
1.4 Disposition	2
2 Metod	2
3 Litteraturstudie	3
3.1 Marknadsinventering	4
3.1.1 In Home Display	4
3.1.2 Applikation/hemsida	7
3.1.3 Information tillsammans med elräkningen	9
3.2 Sammanfattning av minskning i elanvändning	9
3.3 Den optimala visualiseringen	11
3.3.1 Beteendeförändring och elanvändning	11
3.3.2 Medvetenhet om energianvändning och begrepp som är kopplade till energianvändning	12
3.3.3 Vilka incitament har användarna?	13
3.3.4 Vem ska informationen komma ifrån?	14
3.3.5 Hur ska en display vara utformad?	14
3.3.6 Kan gamification användas för att optimera feedbacken?	15
3.3.7 Vilken information ska visas?	15
4 Tekniska lösningar	18
4.1 Beskrivning av olika typlösningar	18
4.1.1 100koll/E.ON	18
4.1.2 Eliq/Exibea	19
4.1.3 Solo/Fortum	19
4.1.4 Energywatch/Vattenfall	20
4.1.5 Engage/Efergy	20
4.2 Olika sätt att få signalen från mätpunkt till display - förutsättningar på Linero	20
4.2.1 Trådlös kommunikation	21
4.2.2 Trådbunden kommunikation	23
4.3 Sammanfattning av visualiseringslösningar	23

5	Resultat och analys	25
5.1	Enkel display med historisk visning av elanvändandet	25
5.2	Displayen ska visa förväntad förbrukning denna månad	26
5.3	Displayen ska visa uppdelningsåterkoppling	26
5.4	Jämförelseåterkoppling, elspartips och abstrakt visualisering	27
5.5	Anpassa lösningen för alla	28
5.6	Utförlig information och installation	28
5.7	Kombinera visualisering av elanvändningen med andra visualiseringar och funktioner	28
5.8	Mät punkt i källaren, direkt ut i molnet	29
6	Diskussion	29
7	Sammanfattande slutsatser	30
	Referenser	32

1 Inledning

Elanvändningen är i många fall osynlig för användaren - elkunderna betalar inte för att få elen utan för funktioner: att laga mat, dammsuga, eller ha hemmet upplyst. Kraftringen har uppmärksammat detta problem, och vill genom en visualiseringslösning göra sina kunder mer uppmärksamma och intresserade av el och elanvändning. Detta examensarbete är en första studie där ett antal utvärderingar av visualiseringslösningar analyseras, för att få en bra överblick av de resultat som kan förväntas med de olika lösningarna.

1.1 Bakgrund

I april 2014 påbörjades ett EU-projekt vid namn Cityfied. Detta projekt går ut på att renovera bostäder i europeiska stadsdelar som idag har ett högt energibehov, så att de i framtiden kan bli en del av smarta städer. Smarta städer innebär att inte bara människor kommunicerar, det finns även tillgång till hur energianvändningen ser ut, när belysningen användas och hur transporterna fungerar, för att kunna effektivisera alla dessa delar av samhället. Till att börja med är det tre städer där ombyggnaderna kommer att ske: Lund i Sverige, Valladolid i Spanien och Soma i Turkiet. Till detta tillkommer ett 15-tal klusterstäder runt om i Europa, där de renoveringar som har genomförts i de första tre städerna kan replikeras. Cityfied kommer att hålla på i fem år och totalt är det 18 olika partners från fem olika länder som samarbetar med projektet (Fransson, 2013).

I Lund utförs projektet som ett samarbete mellan Lunds kommun, Kraftringen, Lunds kommunala fastighetsbolag (LKF) samt IVL Svenska Miljöinstitutet. Lägenheterna som ska renoveras ligger på Vikingavägen, områdena Eddan och Havamal på Linero. Husen är byggda i början av 1970-talet och de 28 huskropparna är två eller tre våningar höga med förråd, tvättstuga och elcentral i källaren i varje hus.

I Lundaområdena är det flera olika projekt som ska genomföras, bland annat energibesparande renovering och upprustning av lägenheterna och huskropparna samt förändring av fjärrvärmenätet. Utöver detta kommer det att genomföras projekt som har inriktning på smarta elnät. Ett smart elnät är ett sådant som integrerar beteende hos användaren och ser till att det tillhandahålls en hållbar elförsörjning (Electropedia, 2014).

Ett av de övergripande målen med Cityfiedprojektet i Lund är att minska elanvändningen med 10%. Dessa 10% kan komma från att sätta in fjärrvärmedrivna vitvaror, genom att bättre reglera belysningen i de offentliga miljöerna eller genom att motivera de boende att spara på sin elanvändning med hjälp av en visualiseringslösning som ska sättas in i varje lägenhet. Kraftringen har som teori att en visualiseringslösning i realtid är en viktig komponent för att minska elanvändningen. Även litteraturen tyder på att realtidsvisualisering är det mest effektiva; enligt Sarah Darby (2006) minskar elanvändningen med i genomsnitt 5-15% för direkt feedback (då återkopplingen sker i realtid, direkt till användaren), medan minskningen för indirekt feedback (som är bearbetad återkoppling som användaren får tillgång till i efterhand) ligger på 0-10%. Om den visualiseringslösning som rekommenderas i denna rapport består av flera komponenter, ska minst en del visa feedback i realtid.

1.2 Målsättning

Målsättningen är att Kraftringen i mars 2015 ska kunna lägga fram ett förslag på vilken lösning som ska användas på bostadsområdet Linero. Dessutom ska denna visualiseringslösning bidra till

att minska elanvändningen på Linero.

1.3 Syfte och avgränsningar

Syftet med detta examensarbete är att ta fram ett förslag till Krafringen, som kan fungera som underlag till framtida studier om vilken visualiseringslösning som är lämplig att installera på Linero. Denna visualiseringslösning kan i förlängningen också bli ett alternativ för alla Krafringens kunder, därför krävs en grundlig utvärdering av de visualiseringslösningar som kan vara aktuella. Att identifiera de framgångsfaktorer som krävs för att få elförbrukningen att minska är en stor del av arbetet.

Eftersom denna rapport utgår från vad Krafringen har för visioner med sitt framtida arbete har avgränsningarna utgått från Krafringens perspektiv. Visualiseringslösningen ska i någon mån visa feedback i realtid, eftersom det finns stöd i litteraturen att realtidsvisualisering är den bästa visualiseringen för att få en så stor minskning av elanvändningen som möjligt. Minskningen ska endast observeras på hushållselen, vilket innebär förbrukningen inne i varje lägenhet. Belysning i trappor, ventilation och så vidare räknas inte in i hushållsel.

1.4 Disposition

Rapporten inleds med en introduktion till ämnet, genom en genomgång av bakgrunden och målsättningen som användes i detta examensarbete. Därefter kommer en utförlig genomgång av informationen från litteraturstudien - de gränssnitt som finns på marknaden idag, samt de problem som finns och de förutsättningar som måste finnas för att en visualiseringslösning ska bli så framgångsrik som möjligt. Efter detta avsnitt följer ett kapitel där ett antal tekniska typ-lösningar presenteras samt en beskrivning om hur informationen om elanvändningen kommer från elmätaren (eller den punkt där mätningen sker) till den produkt som är visualiseringsverktyget. Efter detta avsnitt följer resultatet. Här ges det förslag på vilken visualiseringslösning som skulle vara mest lämpad på Linero, både vad gäller mätning av elanvändningen samt hur den visualiseras för hushållen. Sist i rapporten finns ett kapitel som diskuterar resultaten och vilka slutsatser som kan dras efter detta arbete.

2 Metod

Eftersom detta är första gången som Krafringen ska sätta in någon typ av realtidsvisualisering hos sina privatkunder är det viktigt att undersöka de tidigare visualiseringslösningar som använts på andra företag, vilka visualiseringslösningar som finns på marknaden idag, samt om det finns någon utvärdering av dessa visualiseringslösningar. För att få en så objektiv bild som möjligt är en litteraturstudie att föredra. I en litteraturstudie kan det finnas rapporter från både elhandelsbolag, tillverkarna, samt utomstående universitet och organisationer. Detta gör att informationen kommer från många olika intressenter, och den har så många infallsvinklar som möjligt.

Ett alternativ till litteraturstudie hade kunnat vara att genomföra intervjuer med kunder som redan har en visualiseringslösning i sitt hem. Detta hade dock blivit alltför uttömmande och tidskrävande. Dessutom hade det varit näst intill omöjligt att få reda på vilka hushåll som har en visualiseringslösning, då det inte finns något register över sådana hushåll.

Eftersom det var flera olika aspekter som behövde undersökas genomfördes det två litteraturstudier. Första litteraturstudien hade som mål att överblicka de olika visualiseringslösningar som finns på marknaden idag. Detta kunde vara lösningar både från elhandelsbolag samt från fristående tredjepartsförsäljare. En del i denna litteraturstudie var också att undersöka de åsikter som användarna haft om visualiseringslösningen; vad som var bra, vad som hade kunnat göras bättre, om det var någon del av lösningen som var onödig eller som saknades, samt informationen runt omkring lösningen (vem ska informera användarna, hur blir användares intresserade av att vilja ha visualiseringslösningen från början, och så vidare). I samband med denna litteraturstudie undersöktes också hur feedback påverkar energianvändningen; Vad är det som får hushållen att använda visualiseringslösningen, hur ska visualiseringen utformas för att hushållen ska spara så mycket el som möjligt, och vem informationen om visualiseringslösningen ska komma ifrån.

För att få en första överblick över de företag som erbjuder någon sorts visualiseringslösning undersöktes företagens hemsidor. Vattenfall, E.ON och Fortum var de stora företagens hemsidor som besöktes. För att undersöka de tredjepartsföretag som erbjuder en visualiseringslösning användes en vanlig sökning på sökmotorn Google. Några av de sökord och -fraser som användes var: koll på elen, el, visualisering, elanvändning, elförbrukning. Till en början undersöktes framför allt de visualiseringslösningar som finns på marknaden i Sverige och de som en svensk konsument kan att köpa.

Efter att ha kategoriserat de energibolag i Sverige som erbjuder någon form av visualiseringsverktyg till sina kunder gjordes det nya sökningar. Den här gången via Google Scholar, som fungerar som en sökmotor för akademiska texter. Här undersöktes om det fanns några utvärderingar av energibolagens visualiseringslösningar. För att få en mer gedigen grund av rapporter och utvärderingar av olika visualiseringslösningar utökades sökningen till att omfatta även studier gjorda utanför Sverige. Det fokuserades sedan på att hitta rapporter som fokuserade på hur användaren ställde sig till visualiseringslösningen.

En stor del av arbetet bestod efter insamlingen av rapporter att hitta de rapporter med relevans för detta examensarbete. En rapport som beskriver en studie gjord på mindre än 20 personer ansågs irrelevant. Samma sak gällde rapporter med helt skilda förutsättningar än de som gäller i detta examensarbete; t.ex. en studie där deltagarna har avgifterna för elektriciteten inbakade i hyran.

En andra litteraturstudie genomfördes för att kunna överblicka de olika gränssnitt som finns mellan elanvändningen och själva visualiseringslösningen. Denna litteraturstudie får anses vara mer teknisk då det gäller att i slutändan hitta den bästa lösningen för att få mätdatan från elmätaren (eller den plats som valts som mätpunkt) till visualiseringslösningen. För att undersöka de olika möjliga kommunikationsmöjligheterna som fanns fokuserades det på vilken kommunikation som användes av de visualiseringslösningar som finns på marknaden idag. Därefter gjordes åter igen sökningar på Google, nu med sökord som: wifi, antenn, förlängning wifi.

3 Litteraturstudie

Som nämndes i avsnittet Metod genomfördes två litteraturstudier. Resultaten av dessa studier kan ses under rubrikerna nedan.

3.1 Marknadsinventering

Eftersom Krafteringen i någon mån vill ha en visualiseringslösning i realtid är det ganska naturligt att först ta reda på vad som finns på marknaden inom denna kategori. Det visar sig att det finns en uppsjö av olika alternativ för att visa elanvändningen i realtid, vilket innebär att de exempel som tas upp här bara är en liten del av de som finns ute på marknaden. De gränssnitt som tas upp i denna rapport är framför allt från studier med god dokumentation. Rapporterna är i största möjliga mån från Sverige, eftersom detta ger ett så lättöversättligt resultat som möjligt, då lösningen för Linero ska presenteras. Det kan dock tilläggas att många av de skärmar, applikationer och andra verktyg som finns kan vara mycket lika både till utseende och användning.

3.1.1 In Home Display

Den kanske mest klassiska skärmen i hemmet när det gäller energivisualisering är en extern display, eller In Home Display (IHD). Det finns flera sorters displayer på marknaden, mer eller mindre detaljerade, vissa kopplade till internet, andra helt självständande.

En av de mest dokumenterade studierna från Sverige är det så kallade "Experimentet" som E.ON genomförde. Det pågick från februari 2012 till januari 2013 och gick ut på att E.ON utrustade 10 000 av sina kunder med visualiseringslösningen "100koll", som bland annat bestod av en IHD. Sett över samtliga deltagare sparade de som deltog i 100koll 0,74 % av sin elanvändning jämfört med året innan, samtidigt som kontrollgruppen ökade sin elanvändning med 1,50 %. En bild på displayen kan ses i Figur 1. Displayen visar bland annat förbrukningen i watt, kostnad per timme samt hur stor förbrukningen var under gårdagen (visat i stapeldiagram).



Figur 1: Bild på displayen som användes under E.ONs 100koll. (EKOSvensson.se, 2011)

Det finns ett examensarbete bland annat designerat till att ta reda på vad deltagarna tyckte

om displayen från E.ONs 100koll och hur den skulle kunna förbättras (Hols och Taimor, 2013). Detta gjordes med hjälp av enkäter som deltagarna fick fylla i. Det visade sig att nästan 90 % av deltagarna skulle ha förändrat sitt beteende angående sin elanvändning om displayen hade visat timpriset, och att de flesta använder displayen dagligen eller i alla fall någon gång i veckan, men att användandet under experimentets gång har minskat generellt sett. Över alla deltagarna var det många som haft problem med uppkopplingen mellan display och elskåp, där mätutrustningen sitter. Trots detta vill många ha kvar tjänsten, eller i alla fall en liknande tjänst, efter experimentets slut, men få är villiga att betala för den (Uggmark, 2013). Om hushållets förbrukning jämförs med ett normalvärde, t.ex. hushållets egen förbrukning eller ett genomsnittligt hushåll i samma klass som ens eget, hade fler deltagare tyckt bättre om displayen.

American Council for an Energy-Efficient Economy (ACEEE) står bakom en stor rapport som går igenom många andra projekt som har genomförts på området visualisering (Foster och Mazur-Stommen, 2012). Projektet genomfördes i USA, Storbritannien och på Irland, och de flesta erbjöd någon slags IHD till sina deltagare. Minskningen i elanvändning var 0-19,5 % i de projekt som rapporten tar upp. Den genomsnittliga besparingen i elanvändning var 3,8 %, men då räknades inte ett projekt från Nordirland som hade besparing på 19,5 %, eftersom de tillämpade ett så kallat pre-payment-system, där elkunderna betalar elräkningen i förväg och på så sätt har en pott av elektricitet att använda varje månad. En av de studier som inte sparade något i elanvändningen var den från Scottish Power som tas upp i rapporten från ACEEE. Elanvändningen mättes i tre olika faser: deltagarna fick en clip-on display som visade elanvändningen samt kostnader och utsläpp (fas 1), avancerade IHD tillsammans med historisk förbrukning och elspartips (fas 2) och den sista fasen, där det fanns ekonomiska incitament för deltagaren. En av anledningarna till att det inte gjordes några besparingar kan enligt författarna vara problem med utrustningen, att displayer slutade fungera t.ex. Dessutom pågick fas 2 endast tre månader, vilket även det kan bidra till brist på besparingar, enligt författarna. Detta för att deltagarna inte hade tid att vänja sig vid visualiseringslösningen, då mycket av tiden gick åt för att få displayerna att fungera. En annan studie där det inte gjordes några besparingar i elanvändningen var den som kallas Com Ed i rapporten från ACEEE. Studien använde olika prislistor (tariffer) för att få deltagarna att minska elanvändningen, och om de ville kunde deltagarna själva beställa information om deras elräkningar och elanvändning via en hemsida. Författarna tror att anledningen till den uteblivna minskningen i elanvändningen berodde på att vissa deltagare var väldigt intresserade av sin elanvändning, och sänkte den, men att den datan drunknade eftersom det var fler som inte sparade något alls.

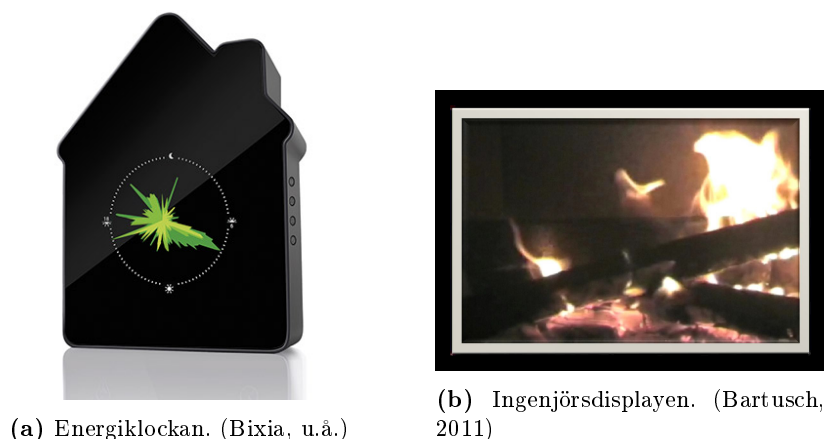
En studie som däremot hade bättre resultat var en från Cape Light Compact, som hade 100 deltagare från USA (Foster och Mazur-Stommen, 2012). Deltagarna fick själva anmäla sig till studien. De fick installerat en clip-on display på elmätaren samt tillgång till en hemsida som visade elanvändningen ner till varje minut. Hemsidan visade förbrukningen i kWh, dollar, och utsläpp av koldioxid, jämförelser och elspartips - bland annat. En anledning till den höga minskningen i elanvändning kan bero på att det var en relativt liten grupp deltagare. Detta kan i sin tur bero på att opt-in-systemet användes, där deltagarna själva anmäler sitt intresse. Då är sannolikheten stor att de med stort intresse för sin elanvändning anmäler sig, och så blir också minskningen i elanvändningen större.

I vissa fall har studien tagit deltagarna själva till hjälp när det gäller att utforma en display. Detta gäller för en studie gjord av Anderson och White (2009). Ungefär 40 personer deltog i studien. Först delades deltagarna upp i olika fokusgrupper beroende på ålder och socio-ekonomisk klass. Varje grupp fick var för sig ge förslag på hur deras ultimata IHD skulle se ut. Därefter

fick de testa olika displayer i en vecka, komma tillbaka, utvärdera skärmarna och göra eventuella ändringar på sitt förslag på display. Det visade sig att många oavsett klass och ålder ville ha någon form av "hastighetsmätare" samt att elförbrukningen skulle visas i både watt och kostnad (i det här fallet pund). Om deltagarna själva fick välja på en "kostnad per tidsenhet" att visa på displayen så var pund per dag den enhet de föredrog bäst. Anledningen till detta var för att det var en enhet de enkelt kunde relatera till. Ett alternativ de kunde välja var pund per år, men det var ingen i testpanelen som tyckte att detta sätt att visa förbrukning på var bra. Vad som också framkom var att ju enklare design, desto bättre. Detta gällde framför allt i den äldre åldersgruppen (60-69 år) men i alla åldrar uttrycktes detta i någon utsträckning.

Cajsa Bartusch skrev 2011 en rapport om visualisering av elanvändningen i flerbostadshus. Syftet med studien som genomfördes var att få boende i flerbostadshus att bli mer medvetna om sin elanvändning, och därigenom effektivisera den. Det utvecklades bland annat en portabel display för att visa elanvändningen, och till en början var det inte bestämt vad displayen skulle visa - stapeldiagram eller mer abstrakt framställning? För att deltagarna skulle kunna bestämma sig för vilken version de tyckte bäst om fick de testa två olika displayer som utvecklades enbart till denna studie. Koncepten kallades Energiklockan och Ingenjördisplayen. Energiklockan finns fortfarande kvar, och kan numera köpas under namnet Aware Clock (Bixia, u.å.). Energiklockan är en display som liknar en klocka, där urverket visar med hjälp av staplar hur stor förbrukningen har varit det senaste dygnet, timmen eller året. Planen med Energiklockan är att den ska vara så attraktiv rent fysiskt att användaren ska vilja ha den på en plats i hemmet där de ser den ofta, och att det då leder till att deltagarna oftare blir påmind om sin elanvändning. Förutom att se sin historiska förbrukning kan deltagarna också se den momentana förbrukningen uttryckt i watt. Ingenjördisplayen har en standardskärm med en eldstad som ändras beroende på hur stor förbrukningen är (glöd vid låg förbrukning, flammor vid hög förbrukning), och användaren kan, när de interagerar med den, visa den momentana förbrukningen i kW, samt förbrukningen det senaste dygnet. Förbrukningen visas i stapeldiagram. Staplarna är gröna, gula och röda beroende på hur hög förbrukningen är. När det kom till att utvärdera displayerna upptäckte författaren att det är svårt att jämföra de två direkt, eftersom de skiljer sig så mycket åt på många punkter. Till exempel återgår alltid Ingenjördisplayen till sin standardskärm om användaren inte har interagerat med skärmen på ett tag, medan Energiklockan alltid visar det tidsintervall som användaren ställt in den på. Till det yttre skiljer sig displayerna också stort; Ingenjördisplayen är helt enkelt en 15 tum bildskärm, medan Energiklockan ser ut som en "vanlig" klocka i den bemärkelsen att den har ett urverk. Bilder på de två visualiseringslösningarna kan ses i Figur 2a och 2b.

Deltagarna tillfrågades om vilken display de hade valt, med kravet att displayen skulle användas ofta och skulle sättas upp där deltagarna såg den ofta. Utifrån de kraven skulle alla välja Energiklockan. Dessutom är Energiklockan relativt lätt, vilket gör att den är lättare att sätta upp på väggen. Detta är något som många deltagare också uppskattar. Förutom detta avger Ingenjördisplayen mer ljus än klockan, vilket gjorde att vissa deltagare inte vill placera den i sovrummet. Vissa deltagare uppskattade dock att Ingenjördisplayen avger så mycket ljus, eftersom den kan användas som nattlampa. Vad gäller användarvänlighet är det ingen större skillnad på de två visualiseringslösningarna; klockan har en knapp som användaren byter tidsupplösning med, medan användaren använder ett finger på Ingenjördisplayen för att byta mellan olika vyer. Att visa den momentana elanvändningen genom en eldstad med olika intensitet tycker många är bra, men de hade uppskattat om de kunde byta ut standardskärmen till andra abstrakta visualiseringar. Många deltagare ansåg att det ibland kunde vara lite förvirrande och kräva lite mer tanke innan de förstod var Energiklockans display visar, eftersom de flesta är vana vid att se 12 timmar på en urtavla, och inte 24.



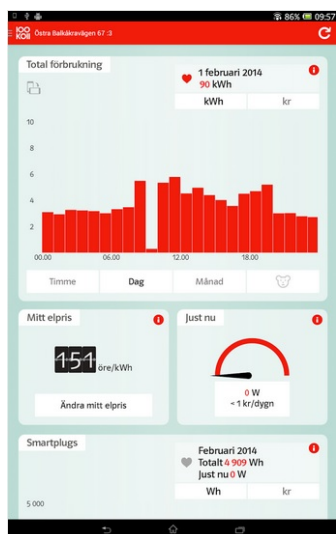
Figur 2: De två displayer som användes i Bartusch (2011) rapport

3.1.2 Applikation/hemsida

Till skillnad från en IHD, som måste befinna sig i hemmet hela tiden, kan en applikation och en hemsida vara mer tillgänglig, framför allt om hemsidan är väl anpassad för mobiltelefoner. Denna typ av visualisering ger också möjlighet till att styra hemmet, t.ex. via smart-plugs. Användaren kan då se hur elanvändningen är i varje ögonblick utan att vara hemma, vilket kan ge en extra säkerhet i många fall - de kan se om strykjärnet är på, eftersom användningen är högre än en eventuell lägsta nivå. Om en applikation eller en hemsida väljs som visualiseringsverktyg måste hushållet ha tillgång till internet. Mätdata måste alltså efter att den samlats in, skickas ut på molnet för att applikationen eller hemsidan ska kunna hämta hem den. En IHD måste däremot inte ha tillgång till internet. Självklart kan en IHD kompletteras med en applikation och/eller hemsida, vilket i många fall också görs av många produkter på marknaden idag.

I E.ON:s energisparexperiment, som nämdes tidigare, användes förutom en display också applikationer (appar). I den första appen kunde deltagaren se sitt totala effektbehov momentant, samt hur stor effekt som olika eluttag krävde. Ett exempel på hur applikationen kunde se ut kan ses i Figur 3a. Under det år som experimentet var igång användes olika appar som utformats i syfte att höja motivationen hos deltagarna, och efteråt utvärderades både hur mycket deltagarna minskat sin elanvändning samt vad de tyckte om de olika motivationshöjarna. De olika motivationshöjarna fokuserade på olika saker: Ekonomin genom appen Saldot, Utmaningar genom appen Grannfejden, Belöning (appen Moroten), Påminnelse (appen Generalen) samt Empati, genom en app kallad Bongo. Det visade sig att deltagarna i 100koll egentligen inte tyckte om någon av motivationshöjarna speciellt mycket (Uggmark, 2013). Det var få som trodde att de olika applikationerna har hjälpt dem att spara el, men den motiveringshöjande åtgärd som deltagarna tyckt mest om var den första - Saldot. Där fick deltagarna veta sin elanvändning i kronor, och de fick reda på hur mycket de spenderat på el sedan de loggat in sist, varje gång deltagarna öppnade appen.

Det har även framkommit viss förvirring vad gäller den motiverande appen Grannfejden. I denna app visas deltagarens eget hus i en fiktiv stad, där husen blir finare och bättre ju mer el det husets



(a) E.ONs 100koll som applikation i mobiltelefonen. (Play, 2014)



(b) 100kolls Grannfejden. (Sanne skriver, 2012)

Figur 3: Två av de applikationer som användes under E.ONs 100koll.

ägare sparar. Problemet var dels att deltagarna uppfattade det som att grannarna i applikationen var grannar i verkligheten. I applikationen kunde husen runt omkring ens eget ligga i andra städer runt om i Sverige, eftersom grannarna skulle ha ungefär samma förutsättningar (t.ex. lika stort hus, eller samma förbrukning per kvadratmeter). En annan sak som ledde till förvirring var det faktum att huset blev större och lyxigare ju mer deltagarna sparade. Till slut hade den som sparat extremt mycket en helikopterplatta på taket, och många andra utsmyckningar som i sin tur skulle generera en större elanvändning.

I Bartuschs studie (2011) som tidigare nämnts kompletterades displayerna som användes med att deltagarna kunde se sin elanvändning via internet med en tjänst som kallades Energiinfo. På Energiinfo kunde deltagarna se sin förbrukning, per år, månad, dag eller timme med hjälp av stapeldiagram där staplarna var olika färger beroende på hur stor förbrukningen har varit. Rött var hög förbrukning och grön var låg. Om deltagarna skrev in uppgifter om det egna hushållet kunde de dessutom få information om hur elanvändningen jämförde sig med liknande hushåll. Energiinfo testades på både villa- och lägenhetskunder, och efter ett års testande stod det klart att det fanns stora skillnader mellan de två grupperna. De som bodde i villa hade överlag ett större intresse för både sin elanvändning och energitjänsten, medan de som bodde i lägenhet både hade lägre intresse och mindre kunskaper om sin användning. Författaren kopplar ihop dessa två upptäckter; om användarna kan mer om sin elanvändning blir de också mer intresserade av en energitjänst som visar elanvändningen.

Det är oftare så att villakunder förbrukar mer el än lägenhetskunderna, vilket leder till att kostnaden för elen generellt sett är en större del av den månatliga budgeten, och då blir det en högre prioritet att ta tag i och få information om elanvändningen. Att staplarna hade olika färg uppskattades mycket, och dessutom tyckte många att just "trafikljus"-analogin (röda, gula och gröna staplar) som användes var väldigt intuitiv. Användningen visades framför allt i kilowattimmar, men många (framför allt kvinnor) uttryckte att de gärna hade sett förbrukningen i kronor också.

När det gäller kategorin extraordinärt intresserade elkunder är intresset också högt för att se förbrukningen omräknat till kilogram koldioxidutsläpp, men detta intresse fanns alltså inte hos den genomsnittliga användaren. En fördel från deltagarnas sida var att med denna webbaserade tjänst kan de själva bestämma om och när de vill fördjupa sig i elförbrukningen, och om de bara vill ha översiktlig information om förbrukningen finns det tillgång till det också.

3.1.3 Information tillsammans med elräkningen

Förutom applikation, hemsida och IHD kan kunderna få utökad information om sin elanvändning via extra statistik tillsammans med sin elräkning. Det vanligaste är att kunderna får elräkningen (och då också feedback på hur mycket de använder) en gång i månaden eller en gång i kvartalet. Den ökade användningen av e-fakturor kan dessutom göra att kunderna inte reflekterar över sin elförbrukning ens när de får elräkningen, eftersom de bara signerar utan att riktigt öppna fakturan. Flera studier har gjorts där det tillsammans med elräkningen skickades ut diagram över den historiska elanvändningen.

I USA gjordes en mycket stor studie med 75 000 hushåll (Ayres m.fl., 2009), där deltagarna fick se sin elanvändning jämfört med liknande hushåll. Syftet var att visa att denna jämförelse bidrog till en minskad elanvändning hos deltagarna i studien. Hushållen delades upp i storkonsumenter och icke-storkonsumenter. Storkonsumenterna fick sin elräkning varannan månad, medan de med lägre elanvändning fick elräkningen en gång i kvartalet. Ett resultat som blev påtagligt var att de som fick sin räkning med återkoppling varannan månad sänkte sin elförbrukning med mer än de som fick återkoppling var tredje månad. En trolig anledning till detta kan vara att storförbrukarna har fler lätta sätt att minska sitt elberoende, t.ex. att släcka i rum de inte befinner sig i, medan lågförbrukarna kanske redan gör detta. Det finns också en demotiverande risk med att visualisera hushållens elförbrukning jämfört med varandra, eftersom de som ligger under genomsnittet inte ser lika stora incitament att minska sin elförbrukning, utan kan snarare öka den. Författarna gav förslag på hur detta problem skulle kunna undvikas, t.ex. genom att olika feedback ges beroende på om kundens elanvändning ligger under eller över genomsnittet. Försöket gjordes i två olika kommuner och resultatet blev en minskning i elanvändningen på 1,2 % respektive 2,1 %. Det visade sig också att efter studiernas slut (6 månader respektive ett år) så höll sig elanvändningen på denna nya, lägre nivå.

I Bartuschs studie (2011) fick deltagarna förutom tillgång till en display och hemsida också information om sin förbrukning tillsammans med elfakturan. Deltagarna uppskattade att förbrukningen redovisades i kronor. Detta för att kronor var lättare att relatera till än t.ex. kWh. När det gäller jämförelser mellan olika tidsperioder tyckte de flesta att den egna förbrukningen vid samma tidpunkt förra året var det bästa sättet att få en överblick över sin elanvändning. I princip tyckte alla deltagare om den grafiska framställningen, och menade att den fungerar som väckarklocka. Det var också den typ av återkoppling (jämfört med IHD och webbaserad tjänst) som flest deltagare använde sig av och kom i kontakt med mest eftersom de i någon gång måste öppna fakturan när den kommer hem i brevlådan. Det mest effektiva sättet att visa förbrukningen var månadsvis, eftersom det är samma uppdelning som själva faktureringen och människor i allmänhet har bra uppfattning av hur stor förbrukningen är i kronor varje månad.

3.2 Sammanfattning av minskning i elanvändning

Nedan följer en sammanfattning av de studier som nämnt i föregående kapitel, med fokus på hur stor minskning i elanvändningen det blivit i de olika fallen.

Namn	Minskning %	Verktyg	Design	Antal deltagare	Kommentar
Com Ed CAP	0	Enkel och avancerad IHD, programmerbar termostat, ToU-tariffer	opt-out	5 500	(1)
Cape Light Compact	9,3	Clip-on display, hemsida	opt-in	100	(1)
Scottish Power	0	avancerad IHD, clip-on realtidsdisplay	BAU/out-in	1 120	(1)
Northern Ireland Experiment	19,5	pre-payment mätare med realtidsdisplay	BAU	45 149	pre-payment (1)
E.ON Sverige/100koll	0,74	IHD, Smart-plugs, hemsida	opt-in	10 000	(2)
Ueno et al.	9	Interaktivt verktyg, daglig feedback, övervakning apparater	-	9 hushåll	(3)
Mosler och Gutscher	10,2-10,9	Råd och sparmål, självavläsning mätare	-	48	(3)
Dünnhoff och Duscha	5	Jämförelser och råd med elräkningen	-	4 500	(3)
Mansouri och Newborough	10	Display med info om förbruk. och kostn.	-	31 hushåll	Endast 14 av 31 hushåll minskade 10 % (3)

Tabell 1: Sammanfattning av de studier som nämnt i tidigare kapitel. Källor: (1): Foster och Mazur-Stommen, 2012. (2): Uggmark, 2013. (3): Fischer, 2008

3.3 Den optimala visualiseringen

Förutom att undersöka de olika sorters visualisering som finns på marknaden är det viktigt att identifiera de faktorer som gör att hushållen använder visualiseringslösningen. Det handlar bland annat om hur ett beteende ändras, vad som ska visas på en eventuell display för att så många som möjligt ska se och förstå det, och för att få en så stor minskning i elanvändningen som möjligt. Under följande rubriker finns fördjupande information om hur visualiseringen optimeras.

3.3.1 Beteendeförändring och elanvändning

För att kunna initiera en minskning av elanvändningen i hushållet krävs i de flesta fall en beteendeförändring hos användaren. Därför är det viktigt att undersöka hur en beteendeförändring går till, vilka teorier som finns om detta ämne, samt hur en minskning av elanvändningen på Linero kan gå till. Först gäller det att uppmärksamma de normer och förväntningar vi har på oss, både från samhället i stort men också de så kallade interna faktorerna, så som värderingar, rutiner och attitydrelaterade normer. Just de inbyggda rutinerna vi människor har kan vara svåra att ändra, men förändringar kan ske medvetet eller omedvetet då livet i stort förändras, t.ex. vid flytt eller då man skaffar barn (Gust, 2004). Det är i sammanhanget också viktigt att veta att det svårt, men inte omöjligt, att förändra människors beteende - det krävs bara rätt utformning av feedback och belöningar.

Fischer (2008) tar i sin rapport upp hur en beteendeförändring inom elanvändningen kan gå till. Författaren tar också upp de rutiner och medvetna beslut som finns hos oss människor - där rutinerna sker utan att vi egentligen tänker på det, medan besluten fattas aktivt av oss människor hela tiden. Just det att rutinerna sker omedvetet kan vara ett problem då vi människor lärt oss en rutin, men förutsättningarna har ändrats. Ta exempelvis det sätt vi använder råolja idag. När oljan upptäcktes fanns det "oändliga" mängder, och klimatet hade inte förändrats på väldigt längre. Man förutsåg då inte konsekvenserna av att använda olja, och idag försöker vi minska så mycket som möjligt på användandet just för att miljön och klimatet inte klarar av en hög användning. Samma sak gäller hur vi använder elektricitet i hemmen. Att sätta på lampor, ugnen eller ett element går på rutin - vi tänker inte på vad det har för konsekvenser (Fischer, 2008). Rutinerna är något som besparar människan energi, eftersom det sker automatiskt och inget beslut behöver aktivt fattas för att rutinerna ska genomföras. Att rutiner sker omedvetet behöver dock inte betyda att de genomförs på ett optimalt sätt.

För att ändra på en rutin behöver tre steg genomföras. Först och främst måste det uppdagas att det finns ett problem. Ett exempel på detta kan vara att elräkningen är väldigt hög, och hushållet ser ett problem med detta. Hushållet måste sedan inse att dess beteende är relevant för den höga elräkningen, detta är steg två. Det sista steget är sedan för hushållet att förstå att de kan påverka elräkningen. Endast när hushållet har gått igenom alla stegen kan de inse att genom att ändra hur de använder el i hemmet kan de minska sin elräkning. Ett alternativ till dessa tre steg hade kunnat vara att hushållet inte inser att beteendet är relevant för elräkningen, utan endast drar slutsatsen att det måste vara de höga elpriserna som får elräkningen att bli hög (Fischer, 2008).

När dessa tre steg är genomförda kommer hushållet evaluera hur normerna ser ut för elanvändning. Det finns två typer av normer - de personliga normerna, som säger hur en person tycker att man ska agera samt de sociala normerna, som säger hur samhället vill att personer ska agera (Fischer, 2008). Förutom normerna finns en del andra motiv att ta hänsyn till innan beteendet för elanvändning ändras. Dessa motiv kan vara hur gärna ett hushåll vill ha det ljus överallt,

eller hur stor inverkan komforten har på elanvändningen. Det finns också mer generella motiv, som att hushållet vill att elanvändningen ska vara billig eller enkel. Det är ofta som dessa normer eller motiv kommer i konflikt med varandra. Då måste hushållet genomgå ännu en process - där det tänker över vilken norm eller vilket motiv som för hushållet har störst betydelse.

Förutom att evaluera normerna och motiven måste hushållet ha tillgång till information för att kunna ändra sitt beteende. I fallet med Linero kan därför informationen komma ifrån visualiseringslösningen, vilken som nu än väljs för installation. Hushållet får se sin elanvändning, får information om det, och kan sedan själv gå igenom de tre stegen för att ändra sitt beteende. Visualiseringslösningen kan dessutom, när informationen har kommit fram, hjälpa hushållet att gå igenom de tre stegen (Fischer, 2008). Om en uppdelningsåterkoppling används, kan hushållet direkt se vilka apparater som använder mest el, och på så sätt ändra beteendet. Förutom detta kan hushållet, när beteendet är ändrat, se hur elanvändningen förändras, och inse hur beteendet påverkar elanvändningen, och i slutändan också elräkningen.

3.3.2 Medvetenhet om energianvändning och begrepp som är kopplade till energianvändning

Företaget Accenture gjorde 2010 en marknadsundersökning (Guthridge, 2010) där ca 9000 personer från 17 länder deltog, däribland ca 500 från Sverige. Kunderna tillfrågades om de hade förståelse för hur deras elkonsumtion påverkar miljön, hur de kunde optimera sin elförbrukning, och om det fanns sociala strukturer som bidrar till att elförbrukningen faktiskt optimeras. Resultatet av studien var bland annat att kunder var dåligt informerade om att elförbrukningen har en negativ effekt på miljön. Trots detta visste många att miljön påverkas negativt av konsumtion av olja, men att se kopplingen mellan olja och elektricitet är alltså svårt. Endast 57% av svenskarna hade, enligt dem själva, tillräckliga kunskaper för att ändra sitt beteende för att optimera sin elförbrukning.

I en studie gjord av Anderson och White (2009) intervjuades deltagarna om elanvändning, t.ex. om de visste vad watt och kWh är, och hur stor effekt en vattenkokare har. Generellt sett är watt och kilowattimmar väldigt svårt att förstå, och det visade sig att många av deltagarna hade dålig uppfattning om hur stor effekt vattenkokaren har. Bartusch (2011) menar att det kan bli problem, eller i alla fall misstolkning av resultatet, om förbrukningen endast visas i watt. Hushållet kan då tro att t.ex. en dammsugare (som har hög effekt) kostar mycket att driva, men om den endast används under kortare tider så bidrar den inte med så mycket till elräkningen. Bartusch tar i sin rapport också upp problemet med prefix, att elanvändaren i allmänhet har svårt att förstå hur en watt förhåller sig till kilowatt.

Boende i flerbostadshus har mindre att påverka vad gäller sin boendesituation, t.ex. hur varmt det ska vara i lägenheten. Detta leder till att många hyresgäster har öppet ett fönster på glänt en längre tid när det är för varmt, istället för att skapa tvärdrag och vädra ut allt på en och samma gång (Lindén m.fl., 2009). Även sådana saker som vilken typ av disk- och tvättmaskiner det finns tillgång till har boende i lägenhet svårare att bestämma över. Att hushållet bor i en hyresrätt kan också göra att de blir mindre medvetna om vilka energieffektiviseringar som har gjorts i huset - enligt författarna var det många boende som inte visste att det satts in treglasfönster eller snålspolande kranar. Just boende i hyresrätter har dessutom sämre uppfattning om sin energianvändning i allmänhet, eftersom värme- och varmvattenavgifter ofta är inbakade i hyran, och på så sätt får kunden sällan eller aldrig feedback om sin användning. Ibland är även

elförbrukningen en del av hyran, och dessa kunder kan förbruka i princip hur mycket de vill utan att tänka på kostnader eller konsekvenser. Just detta tar Bartusch (2011) fasta på i sin rapport om visualisering av elanvändning i flerbostadshus.

3.3.3 Vilka incitament har användarna?

Oavsett vilken feedbackmetod som används är det viktigt att få deltagarna att hitta incitament att fortsätta minska sin elanvändning även efter den inledande fasen, då det vanligtvis går väldigt lätt att minska sin elanvändning. Det finns flera rapporter som undersöker vilka incitament som finns, och hur deltagarna kan motiveras att fortsätta att vara intresserade av den feedback de får.

Bartusch (2011) skriver i sin rapport att oavsett display som används finns ett "nyhetens behag", där deltagarens intresse har varit stort i början men med tiden avtagit. Deltagarna har också efter en tid kommit fram till hur långt de själva, av bekvämlighetsskäl, vill gå för att minska sin elanvändning. Trots detta anser många av användarna att denna första tid inte var bortkastad, då de ofta experimenterade mer med sin elanvändning genom att t.ex. gå runt med visualiseringslösningen, sätta på en lampa och stänga av den igen för att se hur elanvändningen ändrades. Samma sak gjordes med lite större apparater som spis och tv-apparater. På så sätt fick användarna en lite bättre uppfattning om vilka apparater som drog mest, vilka som stod på i onödan och så vidare.

Rapporten från Lindén m.fl. (2009), om konsumenters beslut och agerande, kommer fram till att ekonomiska incitament skulle kunna hjälpa till att få människor att minska sin elförbrukning. Detta tar även Andersson och Larsson (2012) upp i sin rapport efter experimentet från E.ON. Rapporten fokuserar mycket på vilka incitament deltagarna själva hade för att delta i experimentet. Där framkom att incitamenten skiljer sig, framför allt mellan kvinnor och män. Män har i första hand ett teknikintresse, medan kvinnor däremot sätter ekonomin som främsta anledning. Att män i större utsträckning är intresserade av teknik nämns också i rapporten från Bartusch (2011), där Energiklockan som användes i studien upplevdes som mer "hightech" och därför är mer intressant för de manliga deltagarna. Lindén m.fl. (2009) tar också upp människans inbyggda tävlingsinstinkt som ett incitament, där de menar att elanvändningen minskar om deltagarna t.ex. tävlar mot sina grannar. Lindén m.fl. (2009) tittade bland annat på incitament för deltagarna för att gå med i ett elsparprogram, och den övervägande anledningen var att de betalade mindre för sin el varje månad. Miljön kan enligt denna rapport inte överlag ses som ett incitament för att använda visualiseringslösningen oftare, eller att från början gå med i ett elsparprogram.

I en rapport skriven av Thuvander m.fl. (2012) utvärderades visualiseringslösningen Eliq. Eliq finns att köpa för alla hushåll som har tillgång till sin egen elmätare, och består av en läsare till den blinkande diod som finns på elmätaren (se avsnitt 4.1.2 för mer information) samt antingen en display, en applikation/hemsida, eller båda delar, beroende på vad kunden vill ha (Exibea, 2014b). Författarna har ställt frågor till boende i hyresrätter om vad som får dem motiverade inför att ändra sitt beteende när de hade en IHD. De tre stora motivationshöjarna som nämndes var: nyfikenhet och intresse, kostnader, samt miljö och hållbarhet. När det gällde nyfikenheten svarade några att just det att de fick en IHD ökade ens nyfikenhet vad gäller elanvändningen, och att de gärna laddade hem grafer för att se hur elanvändningen hade förändrats. Enligt denna rapport är dock ekonomin den största drivkraften. Genom att få in en display i hemmet kan användaren få en bättre uppfattning om sin ekonomi och hur mycket elen kostar varje månad,

och det är många som uppskattar det.

3.3.4 Vem ska informationen komma ifrån?

Det har gjorts studier på vem som ska komma med informationen gällande energieffektiviseringar och elsparprogram, oavsett vilken feedbackmetod som väljs. I rapporten av Lindén m.fl. (2009) kommer författarna fram till att det är extremt stor skillnad i t.ex. hur många som anmäler sig till ett eleffektiviseringsprogram om informationen kommer från elbolaget än om det kommer från kommunen. Endast 6 % av de tillfrågade hushållen valde att få rådgivning om energieffektiviseringar om informationen kom från ett energibolag. Detta kan jämföras med siffran för om informationen kom från kommunen med referens till elbolaget, som var drygt 31 %. Enligt en rapport från Accenture (Guthridge, 2010) finns det lite av ett "moment 22" när det gäller vem som ska tilldela information om t.ex. elsparsprogram, visualiseringslösningar eller elspartips. Å ena sidan vill kunderna generellt sett få informationen om optimeringar i elförbrukningen från elbolagen, å andra sidan så är det bara 29 % av alla de tillfrågade hushållen som lutar på informationen de får av just dessa bolag. I Sverige är den siffran ännu lägre, endast 18 %. McLeod och Reilly (2011) tar i sin rapport upp vikten av att den som installerar t.ex. en display i hemmet ska ha tillräckliga kunskaper. Om installatören kommer från ett tredjepartsföretag (t.ex. de som tillverkar displayen) så ska denne dels vara tillräckligt tekniskt utbildad för att svara på alla frågor och funderingar som kunden har, men ska även kunna lägga informationnivån så att även kunder utan teknisk bakgrund kan förstå.

3.3.5 Hur ska en display vara utformad?

Om elanvändningen visas via någon form av skärm - oavsett om det är en display, en interaktiv tavla eller en applikation - gäller det att så många som möjligt kan ha nytta av den. McLeod och Reilly (2011) fokuserar på hur en display ska utformas för att så många som möjligt ska kunna använda den. Det gäller bland annat blinda eller synskadade, rörelsehindrade, men även de som inte har någon funktionsnedsättning. Alla människor är olika både vad gäller hur de uppfattar saker och hur de använder saker, vilket innebär att genom att anpassa produkten till så många som möjligt kan fler använda den. Genom att redan från början designa en lösning som möter behoven hos många människor kan det sparas både pengar och tid genom att slippa specialbeställningar. Dessa specialbeställningar är ofta designade för att hjälpa en speciell funktionsnedsättning, och kan kanske inte vara till hjälp för personer med flera nedsättningar (t.ex. blinda med rörelsehinder). En av de saker som tas upp i rapporten är hur viktigt det är med enkelhet. Forskning inom andra ämnen, t.ex. mobiltelefoner visar att menyer generellt är svårt att förstå för människor, speciellt gäller detta äldre människor och människor med inlärnings-svårigheter. Det visar sig också att det är mest uppskattat att de funktioner som används mest finns på startskärmen. Ska det finnas extra funktioner visas dessa genom knapptryckningar (en eller två knappar), där en funktion helst endast behöver en knapp för att visas. En annan lösning är att genom att trycka på samma knapp upprepade gånger få fram ytterligare information, t.ex. förbrukning i dag, denna månad, eller detta år. Skärmen ska enligt författarna minst visa den nuvarande förbrukningen. En hastighetsmätare, liknande den som finns i bilar, var enligt de utfrågade deltagarna den mest intuitiva lösningen. Deltagarna kände att de, endast genom en snabb blick på sin hastighetsmätare, kunde avgöra hur stor förbrukningen var just nu.

3.3.6 Kan gamification användas för att optimera feedbacken?

Gamification betyder att spelmekanik och spelteknik används i en produkt, utan att produkten är ett renodlat spel. Ett exempel är applikationen *Zombies, run!* där användaren försöker göra sin vanliga joggingtur mer intressant genom att låtsas att denne flyr från zombies (Zombies, u.å.). Användaren springer, och får därigenom sin träning genomförd, men genom att spela Zombie-relaterade ljud kommer användaren tänka på annat än träning. En rapport skriven av (Lack, 2012) behandlar just gamification, och hur gamification kan implementeras när det gäller elanvändningen. Författaren anser att gamification inte behöver vara speciellt avancerat eller svårt, och att användaren själv vet vad som krävs av applikationen för att den ska vara intressant.

Lack har i denna rapport själv kommit fram till en visualiseringslösning med gamification-egenskaper, som han kallar Eken. Eken beskrivs som ett litet "Tamagotchi"-liknande träd som användaren ska få att må så bra som möjligt. Ju bättre användaren är på att minska sin elanvändning desto bättre kommer trädet att se ut - större, grönare blad och andra egenskaper som i allmänhet associeras med en välmående växt. Om användaren missköter sig kommer eken till slut att dö, och omgivningen runt eken blir mindre frodig. Förutom bilden på eken finns en förloppsindikator med information om hur ens elanvändning ser ut denna veckan, och hur den förhåller sig till förra veckans användning. Detta är ett attribut som är vanligt i spel, en indikator som t.ex. kan visa en karaktärs hälsa, hur långt av spelet som är kvar och så vidare. En bild på hur Eken kan se ut syns i Figur 4.

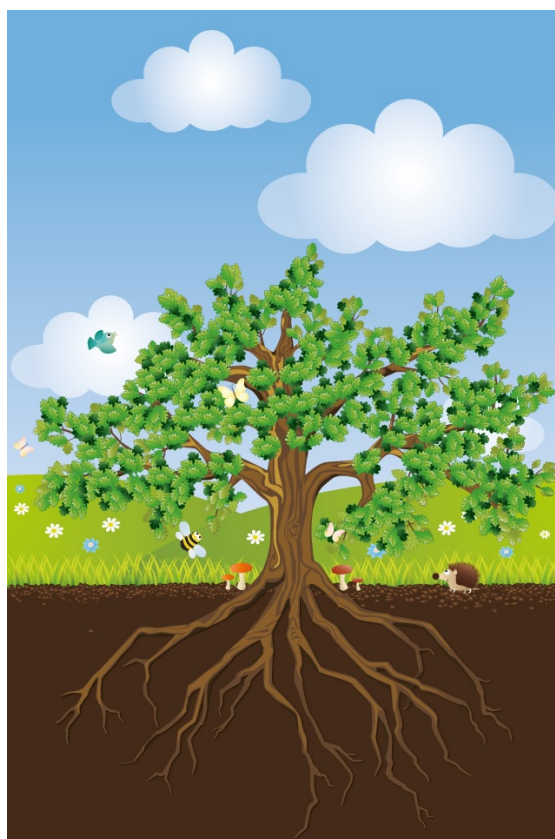
Enligt en publikation av Media Evolution (Media Evolution, 2011) bidrar gamification, eller spelifiering som det ibland kallas på svenska, inte bara till ett ökat användande av produkten utan också en ökad lojalitet och spridning av produkten till andra kunder. Det senare gäller framför allt då de delar av spelifiering som handlar om att tävla mot varandra används - användarna vill gärna ha någon att tävla mot och då sprider de information om produkten till sina vänner. Publikationen trycker också på hur produkten ska utformas - att bara göra ett simpelt spel ger i längden ingen större effekt. Om det istället implementeras spelmekanik i en produkt som i sig inte är ett spel, t.ex. en applikation för att sänka sin elanvändning, fås bättre resultat. Det är ofta de mer oväntade belöningarna som är mest attraktiva och positiva för användarens intresse - genom att lägga in en för användarna okänd bonus, kan de alltså bli mer motiverade att nå nästa kända mål (t.ex. ett besparingsmål).

Angående besparingsmål så skriver Andersson och Larsson (2012) i sin utvärdering av 100koll att många av de deltagare som satte upp besparingsmål tror att det blivit lättare att nå målet om displayen hela tiden visat hur de låg till. Målet, som deltagarna själva bestämde, var i genomsnitt 8%. Detta ansågs av deltagarna själva vara ett lagom svårt mål, och i den efterföljande enkäten som skickades ut till deltagarna så fanns det en korrelation mellan att använda (titta på) displayen ofta och att användaren anser sig kunna nå sitt uppsatta besparingsmål.

3.3.7 Vilken information ska visas?

Vad är det som får deltagarna att använda de visualiseringsverktyg som de får presenterade för sig? Det finns flera studier som visar att målen för energibesparingar nås lättare om användarna oftare uppmärksammar displayen eller informationen de har.

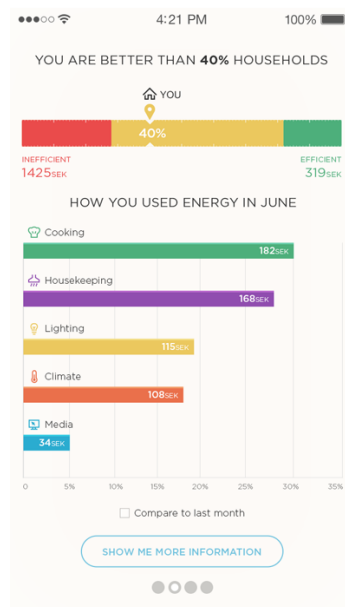
I E.ONs första utvärdering av 100koll (Andersson och Larsson, 2012) lades mycket tid på att intervjua deltagarna, för att ta reda på vad som motiverade dem att använda applikationerna och displayen oftare. Deltagarna ville helst se sin förbrukning i historisk kontext, jämfört med t.ex.



Figur 4: Ekens utseende om användaren är bra på att spara el. (Lack, 2012)

förra dagen. Detta visar att de är intresserade av förändringen, och att det inte ger så mycket för förståelsen om användaren endast får en siffra presenterad för sig, som visar förbrukningen just nu. Alla studier pekar dock inte åt samma håll. Enligt en undersökning gjord på Chalmers kopplad till displayen Eliq (Thuvander m.fl., 2012) visade det sig att användarna själva (i det här fallet boende i hyresrätter) värdesätter information om löpande förbrukning högst, vilket ju talar emot det tidigare påståendet från Andersson och Larsson. Bartusch (2011) menar i sin rapport att det egentligen kvittar om visualiseringslösningen visar förbrukningen i watt eller kilowatt, det är siffrorna som användarna mest använder för att se om elanvändningen är hög eller låg, och efter ett tag börjar de veta vad den normala elanvändningen ligger på. Att visa förbrukningen omräknat till koldioxidutsläpp ska endast ses som ett alternativ för den specialintresserade, och kanske inte visas på startskärmen utan i en annan del av visualiseringsverktyget (exempelvis en annan vy som användaren behöver klicka sig fram till). Detta eftersom väldigt få är intresserade av denna enhet, och genom att lägga den på en vy som syns direkt kan det skapa mer förvirring än förståelse.

En mer uttömmande rapport på ämnet gjordes av Hallin m.fl. (2007), där författarna gick igenom 20 olika rapporter på temat visualisering. Deras slutsatser är att det bästa sättet att visualisera elanvändningen var genom historisk återkoppling, i kombination med jämförelse- och uppdelningsåterkoppling. Den senare handlar om att dela upp elanvändningen på de olika hushållsma-



Figur 5: Wattys visualiseringslösning. (Watty, 2014)

skinerna, och på så sätt visualisera för kunden vilka apparater som förbrukar mest elektricitet. Att visa den historiska förbrukningen uppdelat på månader, visar studien är bra, om informationen presenteras på ett lättöverskådligt sätt. Om visualiseringslösningen visar en jämförande feedback ska denna visa elförbrukningen jämfört med kunden själv, detta gör att det inte uppkommer någon förvirring från kundens sida vad gäller dennes tankar om en “genomsnittlig” användare, och gör att inte bara storkonsumenterna börjar tänka lite extra på sin elanvändning, enligt författarna. Uppdelningsåterkopplingen, om den fungerat smärtfritt (utan komplicerad installation och problem för kunden), är enligt denna rapport kanske den feedback som hade fungerat bäst, eftersom användaren då lätt ser “energibovarna” i hushållet. Råd och tips om hur användaren sparar på elen borde absolut vara med, men borde göras personligare, och relateras till den övriga återkopplingen som kunden får.

Angående uppdelningsåterkoppling så finns det ett svenskt företag, Watty (2014), som utvecklar en ny sorts sätt att visa elanvändningen. Enligt deras hemsida kan de, endast genom en mätpunkt, göra en uppdelningsåterkoppling som baseras på verklig användning. Genom “Machine Learning”-algoritmer kan de veta hur olika maskiner i hemmet beter sig och kan då visa hur hushållet jämför sig med andra hushåll, visa vilka apparater som använder mest elektricitet, och så vidare. Ett förslag på hur Wattys applikation skulle kunna se ut kan ses i Figur 5. Även Vattenfall använder en typ av Machine Learning i sin visualiseringslösning.

Bartusch (2011) har i sin rapport tagit upp många saker som borde vara med när det gäller informationen som visas på skärm/informationsblad eller liknande. Författaren tar upp skillnaden mellan kvinnor och män: kvinnor i synnerhet tycker att kronor är ett bra sätt att visa elanvändningen, och om visualiseringslösningen visar den beräknade månadskostnaden oavsett övrig tidsupplösning är det ännu bättre. Elkunderna vet vanligtvis hur mycket de betalar varje månad men inte hur mycket de förbrukar. Dessutom har hon sett vad som händer när användaren fått tillgång till både en abstrakt visning av elanvändningen och användningen i faktiska siffror. Det

visar sig att efter hand fokuserar användarna mer på de faktiska siffrorna, vilket får antas gälla både för display och hemsida/applikation. Även Bartusch tar upp uppdelningsåterkoppling i sin rapport. I denna studerades de två displayerna ingenjördisplayen och Energiklockan, där uppdelningsåterkoppling inte fanns på någon av dem. Trots det var det vissa deltagare som själva listade ut hur mycket olika apparater förbrukade, genom att kolla på momentanvärdet och sedan stänga av/sätta på någon apparat.

I vanliga fall (förutom om Wattys eller Vattenfalls lösning används) skulle en uppdelningsåterkoppling behöva ett antal smart-plugs eller liknande apparater, som mäter elanvändningen i varje eluttag och på varje fast apparat (som diskmaskin eller kylskåp). Ett sätt att komma ifrån denna installation av extra elektronik är att presentera användarna med statistik som visar hur fördelningen av elen ser ut generellt sett. Det finns dock ett problem med detta, som Bartusch (2011) uppmärksammar i sin rapport. Genom att visa genomsnittliga siffror kan det ges en felaktig bild av hur elen i de enskilda husen fördelas. Det kan visas att belysningen använder en stor del av all elektricitet, vilket leder till att hushållet byter ut alla lampor, och släcker i rum de inte befinner sig i. Samtidigt tänker kanske inte hushållet på att de har långt fler datorer och tv-apparater än det genomsnittliga hushållet - och eftersom just dessa apparater generellt sett har väldigt liten del av den totala elanvändningen låter hushållet dessa stå på stand-by alltid, och slukar el utan att hushållet märker det.

Det finns flera rapporter vars främsta slutsats är att oavsett vad som visas på en eventuell visualiseringslösning så ska informationen vara enkel. Däremot är det svårt att veta hur en display ska utformas för att den ska anses enkel. En rapport skriven av McLeod och Reilly (2011) visar att genom att låta användare testa en display med många funktioner upptäckte de efter en tid att de endast använder en liten del av funktionerna. Men när Bartusch (2011) frågade deltagarna i sin studie vad de ville ha i en display så kom de på många funktioner som de skulle vilja ha inbakade, tillsammans med elanvändningen. Några av förslagen var följande: babyvakt, hemma- och bortaläge, där användaren direkt blir påmind genom sms om något är på i lägenheten utan att någon när hemma, kunna ta emot information om strömavbrott, osv. Observera att deltagarna som kom med förslag på extra funktioner inte har testat displayen med dessa funktioner.

4 Tekniska lösningar

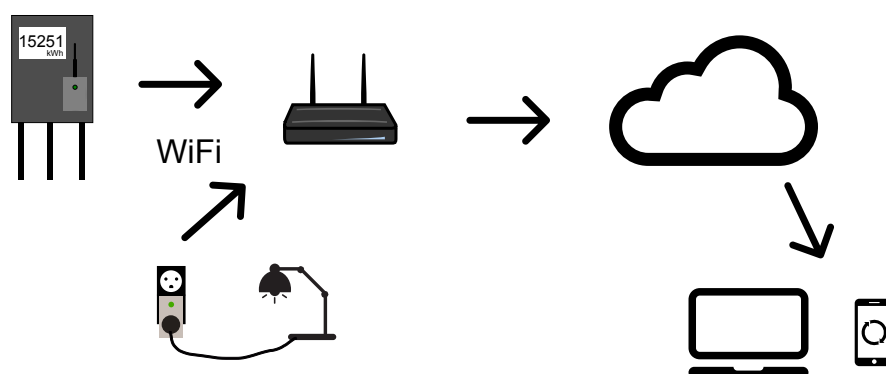
4.1 Beskrivning av olika typlösningar

I detta avsnitt fokuseras det på hur olika typlösningar för en IHD eller applikation skulle se ut. Det läggs inte så stor vikt kring vad som visas på skärmen för användaren utan snarare på hur information om elanvändaren kommer till displayen. Typlösningarna är olika produkter som finns på marknaden idag, och kan köpas via sin elnätsägare, elhandlare eller av tredje part. I några av lösningarna går mätdatan genom det så kallade "molnet", vilket innebär att informationen skickas ut på internet till en server, där användaren kan hämta informationen om sin elanvändning. Alla de lösningar som finns uppräknade nedan är realtidslösningar, och i dessa fall uppdateras skärmen var 5:e sekund till var 5:e minut.

4.1.1 100koll/E.ON

E.ON installerade denna visualiseringslösning hos nästan 10 000 av deras kunder under ett år. Den har därefter blivit grundligt utvärderad i flera examensarbeten (Andersson och Larsson, 2012;

Hols och Taimor, 2013; Uggmark, 2013). Systemet består av tre större delar: Läsaren, smart-plugs och applikationen. Läsaren sätts på den blinkande dioden som finns på i princip alla svenska elmätare. Dioden blinkar olika ofta beroende på elanvändningen i hushållet - en vanlig frekvens är 1000 impulser/kWh. Läsaren mäter alltså hur ofta dioden blinkar, och får då också reda på hur hög elanvändningen är. Smart-plugsen kan sättas i ett valfritt eluttag i sin lägenhet. Allt som kopplas till denna smart-plug kan förbrukningen avläsas på och apparaterna kan dessutom styras (de kan stängas av och sättas på fjärrstyrt). Både styrningen och visualiseringen av elanvändningen sker genom en applikation i telefonen. De tre enheterna kommunicerar med varandra genom wifi-signaler. Signalerna skickas via "molnet", vilket innebär att systemet måste ha tillgång till internet för att uppdatera elanvändningen. I Figur 6 visas schematiskt hur denna typlösning fungerar.



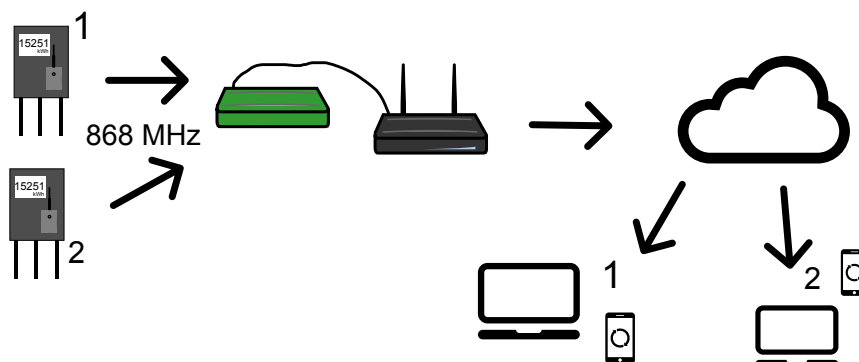
Figur 6: Schematisk bild över hur typlösningen från E.ON fungerar, med kommunikation mellan sändare, smart-plug och displayer.

4.1.2 Eliq/Exibea

Den andra typlösningen är en tredjepartslösning som vilken elkund som helst kan köpa och installera (Exibea, 2014a). Enda förutsättningen är att den som installerar lösningen har tillgång till elmätaren och att internet kan kopplas till systemet. Även denna lösning (precis som E.ONs lösning i stycket ovan) skickar mätdatan via "molnet", men använder frekvensen 868 MHz istället för wifi (som ligger på 2,4 eller 5 GHz). En skillnad är att läsaren på dioden skickar informationen till en Eliq-hub, som sedan är inkopplad till hushållets router. Upp till tio Eliq-sändare kan kopplas till samma hub, och enligt mailkorresponden med Eliqs support kan varje användare sen logga in på Eliqs hemsida för att se sin egen elförbrukning. Enligt samma mailkorrespondens är räckvidden ca 25 m, men om det finns betongväggar och -golv förkortas den rejält. I Figur 7 visas schematiskt hur denna typlösning fungerar.

4.1.3 Solo/Fortum

Solo från Fortum har ungefär samma uppställning som 100koll; en läsare på den blinkande dioden på elmätaren är kopplad till en MeterBug (förstärkare) men signalerna går inte till molnet utan till själva energidisplayen. Ingen uppkoppling till Internet behövs, eftersom mätdatan sparas på displayen. Det framgår ingenstans vilken frekvens display och sändare använder, men enligt Fortums hemsida (Fortum, u.å.) ska det fungera ca 10 meter inomhus genom en yttervägg. Enligt



Figur 7: Schematisk bild över hur typlösningen Eliq fungerar, med olika sändare och mottagare.

Green Energi Options (GEO, som också säljer Solo) så sänder en av deras displayer (Ensemble) på frekvensen 868 MHz (Green Energy Options, u.å.).

4.1.4 Energywatch/Vattenfall

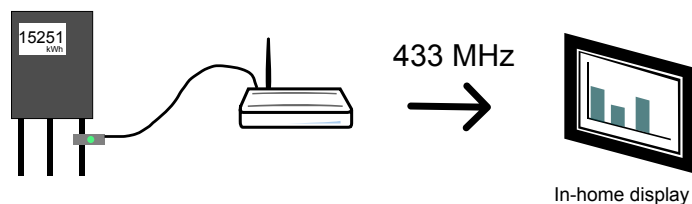
Även Vattenfalls lösning har en mätare på den blinkande dioden, en förstärkare och kunden får sedan tillgång till mätdata via mobil eller dator (Vattenfall, u.å.). Sändaren skickar signalerna via ett trådlöst nätverk (wifi), vilket innebär att kunden måste ha ett sådant. Även här finns smart-plugs som kan sättas i eluttagen, för att styra dem eller se hur mycket elektricitet de förbrukar (Vattenfall, 2013).

4.1.5 Engage/Efergy

Denna lösning kommer också utrustad med en läsare till dioden på elmätaren, men det finns också ett clip som kan användas för att mäta elanvändningen. Detta clip sätts runt t.ex. en av de kablar som går ut ur elmätaren, eller runt en kabel från proppskåpet i kundens lägenhet. Clipet/läsaren är kopplad till Efergys egen hub, som sedan sänder direkt till den display som kunden har i lägenheten. Denna lösning använder alltså inte internet, men mät punkt och display behöver å andra sidan vara relativt nära varandra. Enligt Efergys hemsida (Efergy, 2014) sker kommunikationen på frekvensen 433 MHz, och räckvidden är 40-70 m. Om utrustningen skulle behöva mäta trefasström kan detta ordnas genom att koppla in fler clip. I Figur 8 visas schematiskt hur denna typlösning fungerar.

4.2 Olika sätt att få signalen från mät punkt till display - förutsättningar på Linero

Eftersom det finns så många sätt att få mätdata från mät punkt till display/hemsida/applikation följer här några förslag på hur detta kan gå till. I några av fallen innebär det inverkan på byggnaden eller installation i lägenheten, medan det i andra fall innebär inköp av extra elektronik. Inga av de följande förslagen har testats i husen på Linero, och de flesta fallen är bara tankar och ideer på hur lösningen kan installeras. Detta för att de flesta installationsmanualer som finns till de på marknaden tillgängliga visualiseringslösningarna endast förklarar installationen för kunder boende i villa, med tillgång till sin egen elmätare. I varje hus i områdena Havamal



Figur 8: Schematisk bild över typlösningen från Efergy fungerar, med sändare (i det här fallet clip) och display.

och Eddan sitter det en elcentral i källaren. I anslutning till denna finns en router, där alla lägenheter har vars ett uttag, för att kunna koppla in ett internetabonnemang. I denna router finns det tomma uttag, där hub/router från visualiseringslösningen kan koppla in , om det visar sig att den skulle behöva internetuppkoppling.

4.2.1 Trådlös kommunikation

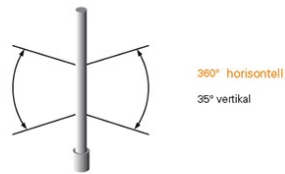
Mätningar i källaren - mottagare i lägenheterna

Detta är en lösning då elmätare inte behöver flyttas, och inga nya internetabonnemang behöver skaffas, då kunden använder sitt befintliga abonnemang för att sända mätdata ut på internet. Eftersom elmätarna sitter i källaren behöver signalen från clip eller läsare på dioden på elmätaren komma ända upp till lägenheterna. Detta kan ske på olika sätt beroende på vilken frekvens visualiseringslösningen arbetar på.

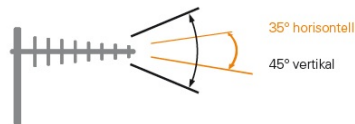
De lösningar som använder wifi som kommunikationsfrekvens (100koll och Energywatch i typlösningarna ovan) kan ha svårt att gå igenom väggar. Därför behövs förstärkare då signalen ska skickas från källaren till lägenheterna. Antenner som skickar vidare signalerna går att köpa i en vanlig elektronikaffär. Det finns både rundstrålande och riktade antenner (Kjell och company, 2014a). Den största skillnaden mellan de två typerna är hur stor spridningsvinkel de har. Rundstrålande antenner sänder 360° horisontellt, men har olika vinklar i vertikalled. Se Figur 9a.

Riktade antenner har å andra sidan en mindre vinkel i horisontalled, men är bättre på att förstärka signalen, om den ska skickas till en specifik punkt, se Figur 9b. Mottagningen kan då bli bättre och störningarna mindre. En nackdel med riktade antenner är att den endast kan ta emot och skicka information i den riktning den är "öppen", vilket innebär att det kan behövas flera antenner, riktade mot varandra, för att skicka signaler åt båda hållen.

Elmätaren Eliq använder en radiofrekvens på 868 MHz istället för wifi, vilket innebär att den kan färdas längre, men det räcker fortfarande inte för att nå upp till de översta våningarna i bostadshuset. Lösningen på detta kan vara repeaters som går att köpa till Eliq, som sätts någonstans mellan källaren och lägenheten som signalen ska till.



(a) Rundstrålande antenn till wifi. (Kjell och company, 2014a)



(b) Riktad antenn till wifi. (Kjell och company, 2014a)

Figur 9: Två typer av antenner som kan användas för att förstärka wifi-signal

Repeaters upprepar signalen från läsare till hub, och är mindre känsliga för felriktning än antenner till wifi. Eftersom varje Eliq-hub kan ta emot och bearbeta informationen från upp till 10 läsare behöver inte varje lägenhet ha en egen uppsättning av repeaters och hubar. Detta leder dock till att en lägenhet kan vara ansvarig för 10 läsare och mätdata, men enligt Eliqs support är datamängden inte speciellt stor, och kunden behöver inte ha en speciellt snabb internetuppkoppling för att hantera de 10 läsarna.

Allt finns i källaren

Eftersom källaren även inhyser huben för internetportar för hela huset, finns det en möjlighet att koppla upp en Eliq-hub eller en router (till 100koll eller annan visualiseringslösning) till ett uttag, och få signalerna direkt från elmätarens läsare och ut på internet. Denna lösning skulle i så fall fungera endast med de typer av visualisering som sparar mätdata på internet, för åtkomst från dator eller smart telefon. Förutsättningen här är dock att det införskaffas ett abonnemang till hubarna eller routerna, redan nere i källaren.

Mäta i lägenheten

Det skulle kunna vara möjligt att mäta elförbrukningen direkt i lägenheten, kanske genom clipet som Efergy har i sin lösning. Enligt deras hemsida (Efergy, 2014) går det att använda i proppskåpet. Signalen skickas sedan som vanligt till displayen via 443 MHz.

Flytta elmätarna

Ett alternativ kan vara att flytta elmätarna till trapphuset. På varje våningsplan sitter mätarna för den våningen, och då räcker wifi gott och väl att nå från mätaren till displayen i lägenheten. Även andra lösningar, som inte använder wifi, går att använda. Detta kräver dock att varje lägenhet har ett trådlöst internet. Dessutom måste elmätarna var skyddade, och om de sätts i ett metallskåp kan det skärma av signalerna mellan sändare och mottagare.

4.2.2 Trådbunden kommunikation

Det finns ett fåtal helt trådbundna lösningar, några av dem redovisas i listan nedan. Ännu en gång är detta endast idéer, tankar och spekulationer - vissa av dem kanske inte är realistiskt möjliga att genomföra.

- Dra en ny tråd hela vägen från källaren till lägenheterna
- Mäta i lägenheten och hitta en lösning där signalerna skickas till display eller router via tråd.
- Lägga en tråd i källaren, från elmätarna till internethuben, och där koppla in sig på liknande sätt som förklarats tidigare.

4.3 Sammanfattning av visualiseringslösningar

Nedan följer en sammanfattning av de visualiseringslösningar som tagits upp i föregående kapitel.

Namn	Applikation	Styrning	IHD	Hemsida	Vad visar skärmen	Hur sker mätning	Kommentar
100koll - E.ON	Ja	Ja	Ja	Ja	Momentan förbr. i kWh o W + smart-plugs	Dioden på elmätaren	Ej möjligt att få display längre (1)
Energywatch - Vattenfall	Ja	Ja	Nej	Ja	Momentan förbr. i kWh o W + smart-plugs	Dioden på elmätaren	Analyserar och gör en lätt uppdelningsåterk. (2)
Ingenjördisplayen*	Nej	Nej	Ja	Nej	Momentan abstrakt förbr. och förbr. senaste dygnet	Ingen info	(3)
Energiklockan	Ja	Nej	Ja	Nej	Historisk förbr. över dygn, timme, minut	Dioden på elmätaren	(3)
Watty*	Ja	Nej	Nej	Nej	Uppdelningsåterk. i SEK	Dioden på elmätaren	Gör en uppdelningsåterk. en mätpunkt. (4)
Eliq	Ja	Nej	Ja	Ja	Momentan förbr. historisk förbr.	Dioden på elmätaren	(5)
Energiinfo	Nej	Nej	Nej	Ja	Förbr. per år, mån, dygn i färgade staplar (kWh)	Ingen info	(3), (6)
Eken*	Ja	Nej	Nej	Nej	Ett träd med omgivning jämf. med förra veckan	Ingen info	(7)
Solo - Fortum	Nej	Nej	Ja	Nej	Momentan förbr. (W) samt historisk (kWh)	Dioden på elmätaren	(8)
Engage - Efergy *	Ja	Nej	Ja	Ja	Momentan förbr. beräk. kostn. historisk förbr.	Clip på elledning	(9)

Tabell 2: De visualiseringslösningar som finns nämnda i denna rapport och deras egenskaper. Källor: (1): Uggmark, 2013, (2): Vattenfall, u.å.; Vattenfall Försäljning, 2014 (3): Bartusch, 2011 (4): Watty, 2014 (5): Exibea, 2014a (6): Svenska Energigruppen, 2013 (7): Lack, 2012 (8): Fortum, u.å. (9): Efergy, 2014

*: går i dagsläget inte att köpa som privatperson i Sverige.

5 Resultat och analys

Nedan finns i korta drag de attribut som visualiseringslösningen som ska installeras på Linero bör ha, baserat på den litteraturstudie som genomförts, och de förutsättningar som finns på Linero.

Följande verktyg föreslås användas:

- Hemsida
- IHD
- Besparingsmål som användaren själv sätter upp.

Displayen och hemsidan bör visa:

- Abstrakt visualisering
- Momentan förbrukning
- Historisk förbrukning
- Uppdelningsåterkoppling, om det kan ske på ett optimalt sätt
- Om användaren kommer att nå sitt uppsatta besparingsmål

Andra viktiga saker att ta i beaktande:

- Möjlighet för användarna själva att ändra vad som ska visas på displayen
- Möjlighet för användarna att styra apparater, om det kan ske på ett optimalt sätt
- Mätning sker i källaren med mätöga eller clip på elledningen, och ska sedan skickas ut i molnet via internetuppkoppling i källaren

Frågor som kräver svar:

- Vad finns det för incitament för de boende på Linero i synnerhet?
- Kan visualiseringen i framtiden kompletteras med visualisering av fjärrvärme eller varmvatten?

I följande avsnitt finns en längre argumentation för dessa resultat.

5.1 Enkel display med historisk visning av elanvändandet

I princip alla rapporter som handlar om hur displayen ska se ut (Bartusch, 2011; Anderson och White, 2009) kommer fram till ungefär samma sak: Displayen ska vara enkel. Problemet är sedan att definiera vad som räknas som enkel. En första tanke är att det inte ska visas alltför mycket på samma gång på skärmen. Endast det mest relevanta ska visas på en huvudskärm, och vill hushållet ha mer information kan de via menyer, knapptryck eller svepande gester på skärmen komma vidare. Detta tar också McLeod och Reilly (2011) upp i sin rapport.

Anderson och White (2009) undersökte huruvida socio-ekonomisk klass och/eller ålder ändrade uppfattningen om vad de deltagande tyckte skulle visas på en display. Resultatet där blev att alla tyckte att en hastighetsmätare var ett bra sätt att visa elanvändningen just nu, oavsett ålder och klass. När ett liknande experiment gjordes i Sverige av Bartusch (2011) var deltagarna lite klivna angående vad som skulle visas. Detta tyder egentligen på att ingen riktigt vet vad som ska visas på skärmen för att få den mest optimala visualiseringslösningen (optimala lösningen hade i detta fall varit en visualiseringslösning som användarna är intresserade av under en längre tid, och som hjälper dem att spara elektricitet). Om användarna först får testa en väldigt avancerad display med många funktioner använder de efter ett tag endast en bråkdel av funktionerna, vilket är något att ha i åtanke när en display designas.

Det verkar som att den genomsnittliga användaren mest är intresserad av att se att användningen stämmer och är den förväntade, så att det inte bli någon chock när elräkningen kommer. Detta i alla fall enligt Bartuschs studie. Detta gör att förbrukningen ska visas i längre intervall, t.ex. per månad om användaren vanligtvis får sin elräkning en gång i månaden. Visualiseringslösningen som är tänkt att användas i Havamal och Eddan ska ju snarare göra lägenhetskunderna medvetna om sin elanvändning för att kunna minska den, vilket innebär att det behöver vara en högre tidsupplösning, exempelvis att skärmen uppdateras varannan sekund, men också att användaren kan se historiken timme för timme, för att se när de använde som mest el under dagen.

5.2 Displayen ska visa förväntad förbrukning denna månad

Eftersom så många användare inte är speciellt intresserade av sin elanvändning, är det heller inte rätt att tvinga på dem information om denna. Då blir användarna ännu mindre intresserad och kommer således inte att använda visualiseringslösningen. Enligt många rapporter använder användarna som är lite mindre intresserade visualiseringslösningen snarare som en indikator på hur de ligger till i elanvändningen den här månaden. Därför skulle det vara lämpligt att visa den förväntade förbrukningen den här månaden. Detta gäller oavsett om visualiseringslösningen visar kWh eller kr som främsta enhet, då användaren direkt får en känsla för hur stor elräkningen kommer att bli.

5.3 Displayen ska visa uppdelningsåterkoppling

I avsnitt 3.3.7 diskuteras det om en uppdelningsåterkoppling är bra att visa på skärm och/eller informationsblad eller liknande. Statistisk uppdelningsåterkoppling är en form som tas upp, där elanvändningen visas uppdelat i olika kategorier för ett generellt hushåll. En uppdelningsåterkoppling uppbyggd på detta sätt lämpar sig alltså speciellt bra om hushållet i fråga är likt genomsnittet, men om det t.ex. är ett väldigt datorintresserat hushåll ger det en felaktig bild av var hushållet kan minska sin elanvändning mest. En lösning på detta problem skulle kanske vara, ännu en gång att ge olika information till olika hushåll, eller att med information om genomsnittlig elanvändning också skriva ut hur många lampor, tv-apparater och datorer som det genomsnittliga hushållet har. Detta gör att de hushåll som skiljer sig från genomsnittet inte litar blint på statistiken och får dem istället att tänka till lite extra.

En uppmätt uppdelningsåterkoppling är i sin princip bra, eftersom användarna ser varje apparats elanvändning och kan lokalisera eventuella elslukare. Å andra sidan kan det skapa problem om en sådan återkoppling skulle implementeras i visualiseringslösningen. Problemen uppkommer fram-

för allt om feedbacken visas i watt, eftersom många är förvirrade vad gäller just energienheter. Om en uppdelning på detta sätt ska finnas med ska en enhet som många förstår användas, t.ex. kostnad i kronor. Genom att visa ett pajdiagram över procentenheter och kostnad per kategori uppnås mycket.

Ett argument mot en uppdelningsåterkoppling är (i det fall då den faktiska fördelningen av hushållselen ska visas och inte endast statistik för hur det ser ut generellt sett) att det kommer att krävas många mätpunkter om alla kategorier av apparater ska vara med - belysning i de olika rummen, spis, tv och datorer. Om smart-plugs ska användas måste dessa sättas i varje uttag där mätning ska ske - det kan bli jobbigt för en kund som inte är speciellt intresserad. Ett alternativ är att det är en utomstående människa som sätter in smart-plugsen, men det kan bli problem med integriteten, och dessutom onödigt med tanke på att det faktiskt inte är något svårt arbete - bara tidskrävande. Komplicerade installationer kan alltså förenklas genom att bara ha en liten del av hushållselen visualiserad i en uppdelningsåterkoppling - genom att bara sätta in smart-plugs i de uttag där de stora hushållsmaskinerna sitter, t.ex. kyl, spis, datorer eller tv-apparater.

5.4 Jämförelseåterkoppling, elspartips och abstrakt visualisering

Det finns olika argument för och emot olika jämförelseåterkopplingar. Å ena sidan säger sig många användare vilja ha jämförelser (Andersson och Larsson, 2012; Hols och Taimor, 2013; Uggmark, 2013) men å andra sidan finns det en viss skepticism vad gäller vem användaren ska jämföra sin elanvändning med. Om användningen visas jämfört med genomsnittet finns det en risk att endast de som ligger över genomsnittet sänker sig (Ayres m.fl., 2009), vilket pekar på att det inte borde ges samma feedback till de som ligger över resp. de som ligger under genomsnittet. Det kan dock finnas ett problem med detta: När ett hushåll har sänkt sin elanvändning så att den ligger under genomsnittet ändras ju feedbacken och det kan skapa både förvirring och misstro i visualiseringslösningen, eftersom hushållet är van vid vad displayen brukar visa och helt plötsligt så ändras det. Det finns egentligen ingen idé med att visa förbrukningen jämfört med medelförbrukningen i hela landet, eftersom det då räknar in användningen i villor också, vilken brukar vara mycket högre än den i lägenheter. Eftersom att husen på Linero är relativt lika, är det istället en idé med att jämföra varje lägenhetstyp för sig. Är hushållet en trea jämfört det med treor i Havamal och Eddan, eller kanske till och med i de enskilda husen.

Då det visade sig att svenskar överlag var dåliga på att veta vad de kan göra för att minska sin elanvändning, är det naturligt att sätta in elspartips någonstans i visualiseringslösningen. Om dessa tips ska vara inbakade i en display, eller om de ska finnas tillsammans med elräkningen är något som kan diskuteras.

Enligt Fyrvald och Roth (2012) är en abstrakt visualisering ett bra komplement till en mer informativ och sifferorienterad visualisering. Det finns helt klart fördelar med att användaren själv väljer hur de vill ha sin feedback, och genom att använda den abstrakta visualiseringen kanske också barnen i hushållet kan bli intresserade av elanvändningen. Det finns flera olika sätt att få in en abstrakt visualisering - antingen sker det med hjälp av en extra display eller genom att sätta in en kombinerad display, t.ex. den så kallade ingenjördisplayen (se avsnitt 3.1.1). Skulle den ordinarie visualiseringslösningen vara en IHD är rekommendationen därför att se till att denna display har någon form av abstrakt visualisering. Det kan vara att den efter ett tag av inaktivitet från användarens sida återgår till en skärmläckare som visar elanvändningen abstrakt (jämför med ingenjördisplayen), eller att det någonstans går att klicka sig vidare till en sådan

visualisering via menyer. Om det inte används en IHD utan istället hemsida, applikation eller information tillsammans med elräkningen är en extern abstrakt visualisering bra att ha med. Då kan det till exempel röra sig om en tavla (liknande Ingenjörssdisplayens standardskärm) som ändrar sig beroende på den momentana elanvändningen.

5.5 Anpassa lösningen för alla

Oavsett vilken sorts visualiseringslösning som väljs är det viktigt att så många som möjligt kan använda den. Att färger och mönster är anpassade så att färgblinda kan urskilja dem är i princip en förutsättning för en stor användning från deltagarnas sida, och detta attribut är dessutom inte så svårt att genomföra. Om visualiseringslösningen består av en IHD är det viktigt att välja en som både kan hängas på väggen och stå för sig själv. Att displayen har en fast laddstation och ett batteri är bra, framför allt eftersom två av rapporterna (Silverberg, 2010; Andersson och Larsson, 2012) i det här examensarbetet pekar på att det är just detta - möjligheten att flytta runt displayen - som gör att många användare tycker om den i början, då de ofta experimenterar med elanvändningen. Om det finns en meny, vilket är relativt troligt när det gäller en IHD, är det viktigt att alla länkar ser likadana ut hela tiden, och att när användaren interagerar med displayen så ger den direkt en indikation på att den arbetar, så att användarna inte blir irriterade på att displayen inte reagerar när de tryckt på någonting.

5.6 Utförlig information och installation

Eftersom Kraftringen har bestämt att en lösning ska installeras på Linero och de vill att så många som möjligt ska använda produkten är det viktigt att användarna direkt känner att visualiseringslösningen är attraktiv. Detta gör bland annat att installation och informationsspridning måste ske så lätt som möjligt för användarna. Om något ska installeras i lägenheten ska det vara någon med teknisk kunsknad som ska utföra installationen, och denna person ska också kunna svara på frågor som användaren kan ha. Om installationen är väldigt enkel kan användaren själv utföra den, då med hjälp av utförliga instruktioner med hur alla delar monteras. Det är då viktigt att det framgår var användaren kan höra av sig om problem skulle uppstå (både mail/forum på nätet samt telefon för akut hjälp). På ett av E.ONs forum där kunder kan ställa frågor och få hjälp med problem framkom det att genom att byta till wifi från tidigare använda radiosignaler försämrades anslutningen mellan sändare och mottagare. Detta har frambringat mycket irritation hos kunder, vilket pekar på att just användandet ska gå så smärtfritt som möjligt för att få så nöjda kunder som möjligt - nöjda kunder som dessutom använder visualiseringslösningen så mycket som möjligt.

5.7 Kombinera visualisering av elanvändningen med andra visualiseringar och funktioner

En sak som är bra att tänka på är om en eventuell IHD ska ha andra egenskaper än att bara visa elanvändningsrelaterade detaljer. Kan denna kombineras med andra, för användaren energibesparande och förenklade aktiviteter som att boka tvättstugan? Genom att ha båda dessa informationer på samma ställe får användaren en påminnelse om elanvändningen varje gång denne bokar tvättstugan, och allt som ökar användningen av IHD får ses som en framgång. Att lägga in fler attribut, som till exempel att koppla displayen till hushållets larm (om ett sådant

finns) kan också vara en idé på hur användaren oftare kan använda sin IHD. En koppling till larmet skulle i sådana fall kanske också kunna innebära att det automatiskt sätts på någon sorts "hemma-borta"-funktion, som stänger av alla lampor och liknande när ingen är hemma, för att spara så mycket elektricitet som möjligt. För att få tillgång till en sådan lösning behövs dock styrbara smart-plugs i de uttag användaren vill stänga av. I ett senare skede av visualiseringen skulle Krafttringen kunna undersöka de möjligheter som finns att även ta med användningen av fjärrvärme i visualiseringslösningen. Detta eftersom väldigt få lägenheter värms upp med elektricitet, och eftersom värme många gånger ingår i hyran får hushållet ingen indikation på hur hög användningen är.

5.8 Mät punkt i källaren, direkt ut i molnet

När det gäller hur mätdata ska skickas från mätpunkten i källaren till display/skärm/ut på internet (vilken lösning som nu väljs) finns det ingen större anledning att behöva dra en tråd genom hela huset. Detta framför allt för att de visualiseringslösningar som finns idag bygger på trådlös kommunikation. Enda gången det kan ses som en fördel med trådbunden lösning är om all mätutrustning finns i källaren, men att avståndet från elmätare till internetuttag är för långt eller skärmas av t.ex. metall eller betong. Dessutom innebär en trådbunden lösning större operationer på huset, och därmed kanske också mer oväsen och bekymmer för de boende. En backup-plan om internetuppkopplingen i källaren inte skulle fungera korrekt är att installera antenner. De riktade antennerna är helt klart bättre - de har bättre räckvidd och deras mindre horisontella vinkel är endast en fördel i detta fall, då det kan förutbestämmas var i huset antennmottagarna ska sitta.

6 Diskussion

Det är relevant att föra en diskussion om huruvida litteraturstudie är den mest optimala metoden för att genomföra detta examensarbete. Litteraturstudien kan i detta fall ha påverkat resultatet och den föreslagna visualiseringslösningen eftersom många av de mindre studierna i ett tidigt stadie bortsorterades för att ge plats åt större studier. Som nämntes i Metod-avsnittet hade alternativet varit att göra en egen undersökning av de hushåll som har någon form av visualiseringslösning för att ta reda på hur de skulle vilja optimera visualiseringen, men detta är inte realistiskt genomförbart. Angående val av metodik finns det i detta examensarbete därför inget bättre alternativ än en litteraturstudie.

Det finns i dagsläget tyvärr inga indikationer på vilka incitament som finns för de framtida deltagarna på Linero. För att ta reda på vad som motiverar deltagarna måste en undersökning göras, där det ställs frågor till de boende, antingen via en enkät eller kanske via intervjuer. Att genomföra denna enkät kan vara en viktig pusselbit för att ta reda på de boendes incitament. Därför bör en sådan genomföras innan ett slutgiltigt beslut om visualiseringslösning tas.

Angående att visa den förväntade förbrukningen för hushållet i visualiseringslösningen: Detta kommer först bli problem under de första veckorna/första månaden, då datainsamlingen precis kommit igång och den förväntade förbrukningen inte direkt kan beräknas. De felaktiga beräkningarna kan undvikas genom att göra mätningar någon vecka innan deltagarna får visualiseringslösningarna, eller genom att använda ett mer sofistikerat datainsamlingsprogram. De felaktiga prognoserna kommer antagligen inte att bli ett så stort problem ändå, men förvirring och irritation hos användarna kan undvikas genom att gå ut med information om detta: att inte

lita fullt ut på de beräknade elräkningarna den första månaden, för att få en bra kalibrering.

När det gäller elspartips i visualiseringslösningen kan det diskuteras om dessa ska finnas inbakade i displayen eller skickas med tillsammans med elräkningen. Det finns en fördel med att lägga elspartipsen tillsammans med elräkningen. Alla kunder måste öppna sin elräkning och därmed se tipsen. En av de största nackdelarna med elräkningen är dock att kunderna kan välja att få räkningen som e-faktura. Då är risken stor att många kunder missar eller struntar i att kolla på elspartipsen. Fördelarna med att implementera elspartipsen i displayen är många. För det första är displayen synlig hela tiden, och elspartipsen försvinner inte från en display på ett lika enkelt sätt som ett papper kan försvinna. Dessutom är det lättare att uppdatera elspartipsen då de finns i displayen - och hushållet kan dessutom ta bort de elspartips som redan är genomförda. Om tipsen implementeras i en eventuell display eller applikation kan det dessutom kanske få deltagarna att använda lösningen oftare, men om en person inte är så tekniskt lagd, eller inte speciellt intresserad kan denna egenskap hos displayen skrämja bort användare. Det är en fin balansgång när det gäller en eventuell display mellan att den ska vara så informativ som möjligt men samtidigt tillräckligt simpel för att inte skrämja bort de inte så intresserade deltagarna.

Det är viktigt att så många som möjligt väljer att installera visualiseringslösningen för att den ska få så stor genomslagskraft som möjligt. Ett alternativ kan då vara att installera lösningen gratis, eller att låta kunderna själva betala för installationen. En fördel med att låta kunderna betala kan vara att endast de med specialintresse för elanvändning installerar lösningen. Detta kan i slutändan kan göra att elanvändningen minskar bland de på Havamal och Eddan som har lösningen installerad. Detta kan dock göra att resultatet blir missvisande. Genom att istället installera visualiseringslösningen gratis för alla som vill på Havamal och Eddan är möjligheten större att deltagarna blir en mer heterogen grupp, vilket skulle vara positivt. Efter att visualiseringslösningen varit installerad en längre tid (mer än ett år) borde en utvärdering genomföras. I denna utvärdering bör de boende intervjuas eller få svara på frågor genom en enkät om vad de tycker om visualiseringslösningen samt hela processen från att de fick den första informationen till dess att de blivit intervjuade. Detta bör göras innan en liknande visualiseringslösning erbjuds till alla Krafringens kunder. Genom att genomföra utvärderingen undviker Krafringen att samma misstag görs igen, och visualiseringslösningen kan dessutom optimeras ytterligare.

7 Sammanfattande slutsatser

Det finns en uppsjö av visualiseringslösningar på marknaden. Detta gör att det är svårt att definiera den visualiseringslösning som får de boende på Linero att minska sin elanvändning så mycket som möjligt. Eftersom detta examensarbete är den första utvärderingen av visualiseringslösningar som är lämpliga för Linero krävs det att ytterligare utvärderingar görs.

För att hitta den optimala visualiseringslösningen för Linero krävs det, förutom ytterligare undersökningar av utbudet av visualiseringslösningar, även en utvärdering från de boende på Linero efter att en visualiseringslösning installerats där. När de boende på Linero intervjuats om deras synpunkter på visualiseringslösningen kan lösningen optimeras innan den sedan erbjuds till resterande av Krafringens kunder.

För att få ett så lyckat resultat som möjligt, med så stor minskning i elanvändningen som möjligt, krävs det att visualiseringslösningen är installerad en längre tid. Minst 3 månader rekommenderas

för att kunderna ska kunna anpassa sig till lösningen och få nya rutiner i vardagen.

Referenser

- Anderson, W. och White, V. 2009
Exploring consumer preferences for home energy display functionality.
Centre for sustainable Energy, 2009.
- Andersson, J. och Larsson, P. 2012
Energianvändning och energifeedback - Utvärdering av Sveriges största energisparexperiment på E.On etapp 1.
Lunds Tekniska Högskola, Institutionen för Energivetenskaper, 2012.
- Ayres, I., Raseman, S., och Shih, A. 2009
Evidence from Two Large Field Experiments that Peer Comparison Feedback Can Reduce Residential Energy Usage.
National bureau of economic research, 2009.
- Bartusch, C. 2011
Visualisering av elanvändning i flerbostadshus - Slutrapport inom ELAN etapp III.
Mälardalens högskola, Akademin för hållbar samhälls- och teknikutveckling., 2011.
- Bixia. u.å.
Aware Clock.
<http://www.bixia.se/awareclock/> Hämtad 2014-10-18, u.å.
- Darby, S. 2006
The effectiveness of feedback on energy consumption.
Environmental Change Institute, University of Oxford, 2006.
- Efergy. 2014
Efergy Hub Solo.
http://efergy.com/media/download/manuals/engage_uk_qsg_web2012.pdf Hämtad 2014-07-02, 2014.
- EKOSvensson.se. 2011
En bra energimätare är ett måste.
<http://www.ekosvensson.se/en-energimatare-ar-ett-maste/> Hämtad 2014-10-11, 2011.
- Electropedia. 2014
What is the Smart Grid?
https://www.smartgrid.gov/the_smart_grid Hämtad 2014-10-14, 2014.
- Exibea. 2014a
Eliq Användarmanual V 2014.
Exibea AB, 2014a.
- Exibea. 2014b
ELIQ webbutik.
<http://eliq.se/butik/> Hämtad 2014-10-14, 2014b.
- Fischer, C. 2008
Feedback on household electricity consumption: a tool for saving energy?
Energy Efficiency, 2008.

- Fortum. u.å.
Frågor och svar.
<http://www.fortum.com/countries/se/privat/kundservice/fragor-och-svar/pages/default.aspx?q=149> Hämtad 2014-07-07, u.å.
- Foster, B. och Mazur-Stommen, S. 2012
Results from recent real-time feedback studies.
American Council for an Energy-Efficient Economy, 2012.
- Fransson, L. 2013
Innovativ energieffektivisering av befintliga bostäder i Lund.
<http://blogg.ideon.se/wp-content/uploads/2013/11/10-REnovera-Liisa-Fransson.pdf> Hämtad 2014-05-08, 2013.
- Fyrvald, N. och Roth, S. 2012
El i hemmet - Hur kan man visualisera den?
Kungliga Tekniska Högskolan, 2012.
- Green Energy Options. u.å
How far does the device transmit?
<http://www.greenenergyoptions.co.uk/support/ensemble-support/ensemble-colour/>
Hämtad 2014-07-08, u.å.
- Gust, I. 2004
Strategies to promote sustainable consumer behaviour – The use of the lifestyle approach.
Sociologiska institutionen, Lunds Universitet, 2004.
- Guthridge, G. 2010
Understanding Consumer Preferences in Energy Efficiency Accenture end-consumer observatory on electricity management 2010.
Accenture, 2010.
- Hallin, T., Lindstedt, I., och Svensson, T. 2007
Att presentera förbrukning grafiskt – den samlade kunskapen.
Elforsk rapport 07:44, 2007.
- Hols, D. och Taimor, A. 2013
Energianvändning och energifeedback - Utvärdering av Sveriges största energisparexperiment på E.On, etapp 2.
Institutionen för Energivetenskaper, Lunds Tekniska Högskola, 2013.
- Kjell och company. 2014a
Rundstrålande och riktade antenner.
<http://www.kjell.com/fraga-kjell/hur-funkar-det/natverk/hemnatverk/tradlost-natverk#rundstralande-och-riktade-antenn> Hämtad 2014-09-16, 2014a.
- Lack, F. 2012
Visualisera elförbrukning med gamification.
Institutionen för datavetenskap, fysik och matematik, 2012.
- Lindén, A., Jörgensen, E., och Thelander, A. 2009
Energianvändning - Konsumenternas beslut och agerande.
Department of sociology, Lund University, 2009.

- McLeod, Z. och Reilly, H. 2011
Getting to grips with smart displays.
Consumer focus, 2011.
- Media Evolution. 2011
Spelifiering - om hur vi kan använda spelmekanik i saker som inte är ett spel.
http://mediaevolution.se/sites/default/files/spelifiering_sv.pdf Hämtad 2014-10-11, 2011.
- Play, Google. 2014
E.ON 100koll.
<https://play.google.com/store/apps/details?id=se.eon.mobile.android.koll> Hämtad 2014-10-11, 2014.
- Sanne skriver. 2012
Dubbelgarage men snart ingen gräsmatta.
<http://sanne.wblogg.se/tag/100koll/page/2/> Hämtad 2014-10-29, 2012.
- Silfverberg, L. 2010
Upplevelse under den initiala användningsfasen.
Kungliga tekniska högskolan, Skolan för datavetenskap och kommunikation, 2010.
- Svenska Energigruppen. 2013
Energiinfo.
<http://www2.svenskaenergigruppen.se/produkter/energiinfo/?lang=en> Hämtad 2014-10-19, 2013.
- Thuvander, L., Meiling, P., Andersson, K., och Nilsson, A. 2012
Energivisualisering via display - Förändras beteendet när hyresgästerna har möjlighet att följa sin elförbrukning?
Institutionen för arkitektur, Chalmers tekniska högskola, 2012.
- Uggmark, M. 2013
Vetenskaplig utvärdering av Sveriges största energisparexperiment på E.On.
Institutionen för Energivetenskaper, Lunds Tekniska Högskola, 2013.
- Vattenfall. 2013
Smart Plug - fjärrströmbrytaren från Vattenfall.
<https://www.youtube.com/watch?v=1J0mXnXeEsg> Visad 2014-07-11, 2013.
- Vattenfall. u.å.
Frågor och svar om energywatch.
<http://www.vattenfall.se/sv/fragor-och-svar-om-energywatch.htm> Hämtad 2014-07-11, u.å.
- Vattenfall Försäljning. 2014
EnergyWatch Installationsmanual.
http://www.vattenfall.se/sv/file/Installationsmanual-EnergyWatch_30593622.pdf
Hämtad 2014-10-19, 2014.
- Watty. 2014
The next generation energy management product.
<http://watty.se/> Hämtad 2014-10-11, 2014.

Zombies, run! u.å.

Zombies, Run! 3.

<https://www.zombiesrungame.com/> Hämtad 2014-09-25, u.å.