

Hard facts. Clear stories.

Copenhagen
Economics

CE

Gevinster ved anvendelse af data og digitalisering til screening af bygninger for EE: Kortlægning af mekanismer

Energistyrelsen
4. maj 2018

Forfattere:

Helge Sigurd Næss-Schmidt, Partner
Martin Bo Westh Hansen, Managing Economist
Bjarke Modvig Lumby, Economist

Forord

Energistyrelsen har bedt Copenhagen Economics om at analysere gevinsterne ved anvendelse af data og digitalisering til at screene bygninger for energieffektiviseringer. Analysen er led i initiativet om ”Energieffektive og Intelligente Bygninger” igangsat af Regeringen.

Målet med studiet har været at kaste lys på, hvordan data af højere kvalitet samt bedre adgang til data kan give rum til nye anvendelser af data, der kan realisere flere energieffektiviseringer i bygninger.

Der er meget lidt empirisk grundlag for at vurdere gevinster kvantitativt, så studiet har fokuseret på, hvordan og gennem hvilke mekanismer digitalisering kan reducere omkostninger ved energieffektivisering for slutbrugere og herved også øget omfanget af effektivisering.

Indholdsfortegnelse

Forord	0
Sammenfatning	4
1 Digitalisering giver mulighed for mere præcise, detaljerede og tilgængelige data	7
1.1 Brug af data i forbindelse med energieffektiviseringer: fra identifikation til verifikation	7
1.2 Ny teknologi gør det muligt at indhente mere data og data af højere kvalitet	8
1.3 Nemmere adgang til data	10
2 Transaktionsomkostninger forbundet med energieffektiviseringer	11
2.1 Transaktionsomkostninger gør investeringer i energieffektiviseringer energi mindre rentabelt	11
2.2 Typer af transaktionsomkostninger gennem værdikæden	13
2.3 Størrelsen af transaktionsomkostninger igennem værdikæden	14
2.4 Digitaliseringens påvirkning på transaktionsomkostninger	17
3 Brug af data kan reducere transaktionsomkostninger og skabe nye anvendelser	19
3.1 Digitaliseringen kan skabe mere præcise og troværdige screeningsværktøjer	19
3.2 Nye anvendelser og deres påvirkning af forretningsmodeller	20
3.3 Barrierer for energieffektiviseringer og fleksibelt energi	27

3.4 Samlet potentiale ved bedre anvendelse af data	29
--	----

Litteraturliste	31
------------------------	-----------

Oversigt over tabeller

Tabel 1 Estimer for transaktionsomkostninger i litteraturen.....	16
---	----

Oversigt over figurer

Figur 1 Transaktionsomkostninger kan få omkostninger ved energieffektiviseringer til at overstige værdien	12
Figur 2 Lavere transaktionsomkostninger medfører både færre omkostninger og flere energieffektiviseringer	13
Figur 3 Transaktionsomkostninger forbundet med energieffektiviseringer	14
Figur 4 Effekt af data på transaktionsomkostninger	18

Sammenfatning

Der sker en hastig teknologisk udvikling disse år. Sensorer, målere og dataopsamling bliver hele tiden billigere, i højere opløsning og mere brugervenlige. Oveni er der en kraftig udvikling inden for kunstig intelligens i alle sektorer, der sænker omkostninger til databehandling og styring. Denne udvikling giver virksomhederne mulighed for at udvikle nye forretningsområder inden for teknik, rådgivning og kurser. Endvidere forventes de kommende gratis data fra DMI om vejr- og klimadata at blive anvendt af digitale iværksættere til at udvikle nye services og nye produkter med styringsfunktioner med anvendelse af vejrprognoser.

Denne øgede dataindsamling giver både nye muligheder for både effektiviseringer og styring, men åbner samtidig op for bedre identificering af bygninger med største potentiale for energibesparelse gennem bedre screeningsværktøjer.

Der kan peges på fem centrale drivere i denne udvikling:

I: Mere præcis og billigere *identifikation* af de bedste potentielle projekter

Der er omkostninger og usikkerhed forbundet med at identificere de mest lovende kandidater til energirenovering. En af grundene er, at kilder til at vurdere forskelle i den reelle energistand, som eksempelvis energimærkning, er usikre, dyre og ikke altid opdaterede. For gamle energimærker og eventuelle fejl i mærkningen gør det usikkert at foretage beslutninger om energirenoveringer på baggrund af mærket.

Bedre data vil kunne gøre det muligt både at få et langt bedre grundlag for at bedømme det faktiske, opdaterede energiforbrug samt energiregning i en ejendom og at kontrollere for objektive forskelle i rammebetingelser (erhverv, beboersammensætning, geografi, energiform mv.). Det forbedrer med andre ord muligheden for at lave nogle screeningsværktøjer, som kan levere to gevinster: 1) undgå at man spilder tid og ressourcer på at vurdere energiforbedringer, hvor der reelt kun er begrænsede muligheder 2) identifikation af muligheder, som overses, hvis man forlader sig alene på fx Energimærkninger.

II: Skarpere verifikation af værdien af forbedringer

Det er vigtigt for ejeren af en bygning, om en foreslået energirenovering rent faktisk leverer det lovede resultat. Digitalisering samt opsætning af langt billigere sensorer mv. til måling af energiforbrug også meget lokalt i en ejendom vil give bedre muligheder for at følge op på energiforbrug i forhold til det projekterede. Det vil fx blive nemmere at kunne følge op på om højere energiforbrug end projekteret skyldes dårlig implementering eller ændret adfærd hos bruger af bygning.

Den væsentligste barriere for udnyttelse af disse potentialer, synes at være, at adgang til data fra forbrugere fortsat kan være omstændelig.

III Styrket mulighed for brug af realkredit til finansiering af energirenoveringer

Der er god evidens for at bygninger med høj energieffektivitet også opnår relativt højere priser ved salg. Det gør i sig selv energirenovering mere attraktivt, men kan også være hjælpsomt i forhold til finansiering via realkredit baseret på den højere potentielle belåningsværdi. Det er vigtigt, fordi finansiering med basis i belåning af sikre aktiver er betydeligt billigere end generel finansiering til husholdninger og virksomheder. I den sammenhæng vil ikke mindst verifikationsdelen være vigtigt for den endelige værdiansættelse. For vurdering af værdien af en ejendom vil det være vigtigt at kende den faktiske energiregning og usikkerhed omkring denne. Her vil opdaterede verificerede data samt udvikling af garantimodeller, som sikrer at leverandører leverer den lovede forbedring være afgørende i den samlede fase for långivning før, under og efter renoveringen.

En række europæiske aktører arbejder på at udnytte digitaliseringen til at skabe en bedre og skarpere værdiansættelse for energieffektive bygninger med det sigte at forbedre muligheder for investeringer i energieffektive porteføljer af ejendomme. Aktørerne er ikke mindst at finde blandt de store europæiske energiselskaber og banker.

Barrierer på europæisk plan knytter sig primært til hvordan den nye regulering af realkredit vil håndtere værdiskabelsen fra energirenovering i forhold til kapitalkrav til de finansielle investorer.

IV: Øget fokus fra investorer og virksomheder til bredt at kunne fremstå med grøn profil

Investorer ligger i stigende grad vægt på at virksomhederne har en klar politik for hvordan de fremmer miljømæssige mål, herunder klimamål. Forbedrede og løbende opdaterede vurderinger af energistandarder mv. vil kunne styrke investorerens muligheder for at følge op på erklærede målsætninger og virksomheder vil mere troværdigt kunne markedsføre resultater.

V: Udvikling af nye forretningsmodeller

Effekten af digitalisering i forhold til skabelse af nye forretningsmodeller er fortsat i sin vorden.

Vores samtale med en række aktører peger imidlertid ret entydigt på, at udvikling i forhold til energy management som det potentielt mest lovende tema. Det vil sige modeller, hvor man direkte måler og styrer energiforbrug hos kunden og optimerer kundens samlede energiforbrug både over tid men potentielt set også mellem forskellige energikilder. Det vil ofte kræve et dybt samarbejde med kunden herunder indhentning af data i høj tidsopløsning. Indhentning af data kan eksempelvis ske gennem opstilling af sensorer, som ligger langt fra de data der findes i eksempelvis Datahub.

Det er tilsvarende også vores vurdering, at energieffektivisering fremadrettet i stigende grad bliver en integreret del af et større fokus på energistyring i virksomheder og husholdning ikke mindst som led i den stadig stigende elektrificering af opvarmning og transportsektor.

Samfundsmæssige gevinster

Digitaliseringen af data i energisektoren i bredere forstand har nogle betydelige samfundsmæssige gevinster. Der vil være store gevinster herved, som alene kan realiseres i sammenhæng med bedre data og udvikling af nye forretningsmodeller ikke mindst for bedre styring af installationer og bygningsdrift.

Internationale studier viser at digitalisering af energiforbrug i bygninger kan give betydelige energibesparelser i fremtiden.¹

Der findes imidlertid ingen studier på den isolerede effekt af bedre screeningsværktøjer til at fremme energieffektiviseringer og fleksibelt energi. Baseret på studier om transaktionsomkostninger og vores interviews af markedsaktører, vurderer vi at der vil være store gevinster ved lavere omkostninger for at gennemføre energieffektiviseringer. Udover dette vurderer vi, at bedre screeningsværktøjer vil kunne erstatte eller forbedre den nuværende energimærkningsordning, der i dag koster 300 mio. kr. årligt. Oven i omkostningsbesparelserne, vil der også være samfundsøkonomisk værdi af de bredere gevinster som eksempelvis bedre energirådgivning eller mere fair offentlig ejendomsvurdering.

¹ IEA (2017), Digitalization & Energy

Kapitel 1

Digitalisering giver mulighed for mere præcise, detaljerede og tilgængelige data

I dette afsnit vil vi kort beskrive, hvordan en forretningsmodel for energieffektiviseringer ser ud, og hvordan data spiller ind i dag (1.1). Herefter vil vi gennemgå, hvordan data for energiforbrug får en højere detaljegråd inden for både tid, type af anvendelse og konkret fysisk sted (1.2), samt hvordan det bliver nemmere at få adgang til data fremover (1.3).

1.1 Brug af data i forbindelse med energieffektiviseringer: fra identifikation til verifikation

En forretningsmodel for energieffektiviseringer (EE) har tre overordnede faser: identificering, konkretisering og verifikation, se Figur 1.

Figur 1 Anvendelse af data i en forretningsmodel for EE



Kilde: Copenhagen Economics baseret på Hein og Blok (1995) og Fama og Jensen (1983).

Identificering handler om at matche en bygning med potentiale for EE og en leverandør af EE-ydelser. I identificeringsfasen handler det for bygningsejeren om at kende sin egen bygningens EE-potentiale bedre. For en leverandør af EE-ydelser handler det om at udvælge bygninger med størst potentiale for at målrette sin salgsindsats. Initiativtager til et EE-projekt varierer fra specifikke forretningsmodeller for mindre boliger, hvor initiativet typisk ligger hos bygningsejeren, til større offentlige og private projekter, hvor initiativet typisk ligger hos leverandøren af EE-ydelser.

I dag anvendes data i identificeringsfasen typisk ved meget overordnede nøgletal. Dette kunne eksempelvis være energiforbrug per kvadratmeter eller energimærkningsdata.

Bedre og mere præcise nøgletal vil gøre det mindre omkostningsfuldt for leverandører af EE at tage initiativ til kontakt til erhverv samt offentlige bygningsejere. Samtidig vil adgang til data både gøre det nemmere for bygningsejere at kende deres eget potentiale, men også styrke deres mulighed for at tage en kvalificeret beslutning, hvilket kan forbedre konkurrencen på markedet. Bedre data giver herudover mulighed for potentialevurderinger, der

er billigere at foretage og mere præcise som følge af højere kvalitet af inputdata, mere opdaterede data og bedre sammenligningsgrundlag af bygningen mod lignende bygninger.

Konkretisering omhandler at tage en beslutning for hvilke elementer i bygningen, der eksempelvis skal udskiftes eller forbedres i bygningen. Bygningsejer skal dermed foretage en beslutning om, hvad der skal foretages. Dette vil typisk blive baseret på konkrete forslag fra leverandørernes teknikerbesøg i bygningen.

Data anvendes i dag i konkretiseringsfasen i begrænset omfang grundet manglende tilgængelighed. I større bygninger med højfrekvente energimålere vil en leverandør kunne lave analyse af forbrugsmønstre for at forbedre estimatet for potentialet for fleksibelt energi i bygningen, men i dag kan det være omkostningsfyldt og besværligt at få adgang til data.

Bedre screeningsværktøjer og adgang til data vil kunne skabe værdi i konkretiseringsfasen ved både at understøtte de fysiske besøg af teknikere, men også sænke omkostninger forbundet med analyse af højfrekvent data gennem mere standardisering og nemmere adgang.

Verificering omhandler dokumentation for en besparelse. I projekter med besparelsesgaranti (ofte større ESCO-projekter) vil verificeringsfasen indebære at leverandøren af EE dokumenterer, at projektet har medført en energibesparelse.

I dag anvendes data i høj grad i verificeringsfasen for projekter med energibesparelsesgaranti. Garantien kræver ofte opsætning af yderligere måleudstyr parallelt med det eksisterende måleudstyr, da det er omkostningsfyldt og besværligt at få adgang til data.

Bedre adgang til primært højfrekvent data kan reducere omkostninger forbundet med verificering af energibesparelser. Dette gør det både mindre omkostningsfyldt at gennemføre projekter, men sænker også projekternes risiko gennem mere præcise estimater for verificering.

1.2 Ny teknologi gør det muligt at indhente mere data og data af højere kvalitet

Nye og bedre data

Der bliver i dag indsamlet store mængder data omkring energiforbrug, bygninger, vejr mv. Indsamlingen bliver foretaget af både offentlige og private aktører. Indsamlingen af data har forskellige formål, men meget data bliver indsamlet til operationelle formål som eksempelvis afregning for energiforbrug.

Der er en række kilder, der er relevante i forbindelse med screening for EE. De forskellige datakilder varierer inden for både kvalitet, dækningsgrad, tilgængelighed og standardisering. Eksempelvis er datakvaliteten for BBR mindre god, men den har en høj tilgængelighed og er let tilgængelig. Omvendt er både kvalitet og dækningsgrad for eldata høj, mens tilgængeligheden er begrænset, se Tabel 1.

Tabel 1 Oversigt over egenskaber for primære datakilder

	Datakvalitet	Dækningsgrad	Tilgængelighed	Standardisering
BBR	Mindre god	God	God	God
EMO	God	Lav	Mellem	God
Eldata	God	God	Lav	God
Varmedata	God	God	Lav	Lav
CTS	God	Mellem	Lav	Lav
DMI	God	God	God	God
Nøgletal	Lav	Mellem	God	Mellem

Kilde: Copenhagen Economics baseret på Rambøll (2017)

Mere præcis og højere tidsopløsning

Der vil fremover være en udvikling mod en højere frekvens på data. Dette er i høj grad tilfældet for el- og varmedata, hvor udrulning af fjernaflæste målere vil gøre det muligt at afmåle forbrug med høj opløsning.

Med manuelt aflæste målere påkræves det at enten bygningsejer eller forsyningsselskab skal aflæse målere i faste intervaller, eksempelvis årlig aflæsning. Den manuelle aflæsning skaber risiko for fejlaflæsninger, og medfører samtidig, at der er stort tidsrum mellem hvornår forbruget sker, og hvornår forbruget bliver aflæst, hvilket begrænser anvendelsen af data.

I dag bliver flere og flere elmålere fjernaflæst, og inden 2020 vil alle elmålere i Danmark være fjernaflæst. Det giver mulighed for at aflæse elforbruget oftere og tættere på det faktiske forbrug. Dette giver en højere opløsning af data, som kan anvendes til både screening og drift.

Forbrug af varme bliver fortsat mange steder aflæst manuelt i faste intervaller. Der er dog en større udrulning af fjernaflæste og højfrekvente målere i gang i eksempelvis Aarhus og København.

Højere detaljeringsgrad over sted

Udover den kortere tid imellem aflæsningen, vil der også ske en udvikling mod højere geografisk detaljeringsgrad og flere målepunkter inden for den enkelte bygning. En højere detaljeringsgrad over sted i data vil gøre det muligt at lave meget konkrete og skræddersyede nøgletal, som tager højde for en stor mængde meget specifikke forhold i hver bygning.

I dag bliver energiforbrug ofte indsamlet for hele bygningen eller enheder i bygningen ved fx lejligheder. Fremover vil sensorer i bygninger kunne indsamle data for specifikke rum og installationer i bygninger. Billigere og mere funktionsdygtige sensorer vil gøre det mere attraktivt at installere sensorer på sigt.

Nye metoder som geokodning og registrering af bygninger via luftfotos kan også give en højere geografisk detaljeringsgrad af BBR. Eksempelvis er det planlagt at fordele erhvervsarealer i bygninger ind i enheder samt registrere tekniske anlæg på anvendelser.²

1.3 Nemmere adgang til data

Selvom der er få konkrete elementer planlagt for at øge tilgængeligheden til energidata, vil teknologiske fremskridt gøre det nemmere at tilgå data. Dette er eksempelvis bedre måder til at kryptere data og verificere adgangen til data. Ligeledes er der en udvikling mod en højere grad af standardisering, hvilket tillader datasæt at blive samlet på tværs af datakilder.

Energinet arbejder eksempelvis konkret med at strømline processen med at give fuldmagt til at tilgå eldata i Datahub. I dag skal man bruge NemID til at give adgang til tredjeparter. Dette kan dog være en barriere for virksomheder, hvor ansvarlig for energiforbrug og bygninger ikke nødvendigvis har adgang til virksomhedens NemID. Derfor arbejder Energinet på nye metoder til at verificere afgiver af fuldmagt.

Et eksempel på hvordan adgangen til data kan gøres nemmere er Grunddata.dk. Grunddata.dk er et samarbejde mellem flere offentlige institutioner om at lave en samlet portal til distribution af offentlige grunddata med det formål at ensarte de tekniske løsninger og adgang. Grunddata.dk samler data som geodata, CPR, CVR, Danmarks Adresseregister mv. BBR-data bliver tilgængelig heri fra 2019. Der er ikke offentliggjorte planer om at inkludere energidata på Grunddata.dk, men anvendelsen skaber vej for en lignende samling for energidata.

² Oplæg i Energistyrelsen 8. februar 2017 ved Lars Misser, SKAT.

Kapitel 2

Transaktionsomkostninger forbundet med energieffektiviseringer

Vi beskriver i dette kapitel først, hvad transaktionsomkostninger betyder for energieffektiviseringer (2.1). Herefter vil vi beskrive de forskellige transaktionsomkostninger igennem værdikæden for begge aktiviteter (2.2). Der er en meget betydelig mængde studier om størrelses og karakteren af de forskellige typer af transaktionsomkostninger (2.3). Der er også en betydelig a priori belæg for at digitalisering kan nedbringe transaktionsomkostninger, men kun en meget begrænset litteratur om bidraget herfra (2.4).³

2.1 Transaktionsomkostninger gør investeringer i energieffektiviseringer energi mindre rentabelt

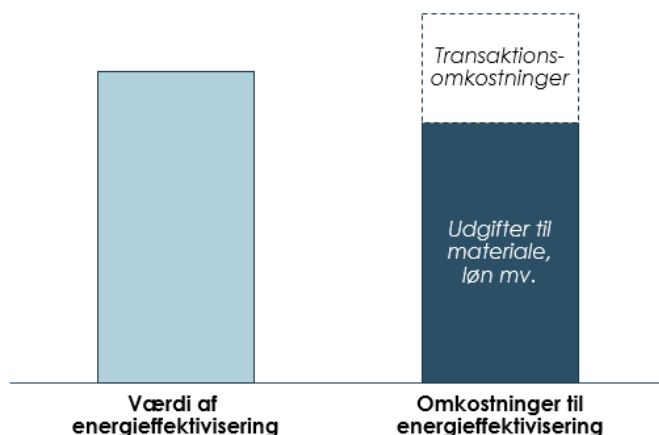
Mange energieffektiviseringsprojekter, der på papiret er rentable, bliver i virkeligheden ikke realiseret. Dette skyldes at der er omkostninger i forbindelse med projektet som ikke er blevet regnet med, såkaldte skjulte omkostninger.⁴ En del af de skjulte omkostninger er transaktionsomkostninger.⁵ Transaktionsomkostninger er omkostninger til eksempelvis administration, koordinering, informationssøgning mv i forbindelse med projektet og inkluderer ikke direkte omkostninger som materialer, løn mv. Ved at inkludere transaktionsomkostninger, vil nogle energieffektiviseringer ikke længere være rentable, se Figur 1.

³ Ostertag, K. (1999), Transaction Costs of Raising Energy Efficiency

⁴ Der kan også være andre årsager til at energieffektiviseringer ikke bliver gennemført, eksempelvis irrationelle forbrugere.

⁵ Matschoss, K. et al. (2013), Energy renovations of EU multifamily buildings: do current policies target the real problems?

Figur 1 Transaktionsomkostninger kan få omkostninger ved energieffektiviseringer til at overstige værdien



Note: Illustrativ figur.

Kilde: Copenhagen Economics.

Ved at sænke transaktionsomkostningerne, kan man realisere flere energieffektiviseringer. En reduktion i transaktionsomkostninger skaber samfundsøkonomisk gevinst gennem to kanaler illustreret i Figur 2:

1. Færre omkostninger ved eksisterende energieffektiviseringer
2. Flere energirenoveringer

Færre omkostninger

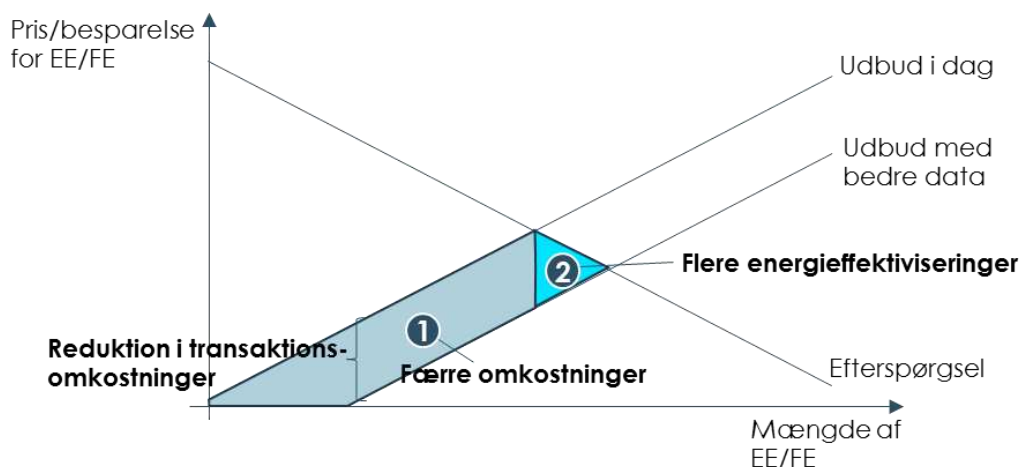
En reduktion i omkostninger er en direkte samfundsøkonomisk gevinst. Hvis man kan lave det samme for færre penge, kan man bruge sine besparelser på at købe andre goder, og samfundet er samlet set blevet rigere. For de eksisterende energirenoveringer er der dermed en en-til-en sammenhæng mellem omkostningsreduktionen og den samfundsøkonomiske gevinst. Areal (1) i Figur 2 illustrerer den samfundsøkonomiske gevinst ved færre omkostninger som følge af færre transaktionsomkostninger.

Flere energirenoveringer

Udover den direkte omkostningsreduktion, vil en sænkning af omkostninger ved energieffektiviseringer, gøre flere energieffektiviseringer rentable. Dette vil betyde at flere rentable energieffektiviseringer bliver foretaget. For de nye energieffektiviseringer er den samfundsøkonomiske gevinst også den privatøkonomiske gevinst ved energieffektiviseringer.⁶ Areal (2) i Figur 2 illustrerer den samfundsøkonomiske gevinst ved flere energirenoveringer.

⁶ Udover de direkte gevinster, er der også multiple gevinster ved energirenoveringer som eksempelvis forbedret sundhed.

Figur 2 Lavere transaktionsomkostninger medfører både færre omkostninger og flere energieffektiviseringer



Note: Illustrativ figur.

Kilde: Copenhagen Economics.

I det følgende beskrives hvilke typer transaktionsomkostninger der forekommer og størrelsen for de samlede transaktionsomkostninger.

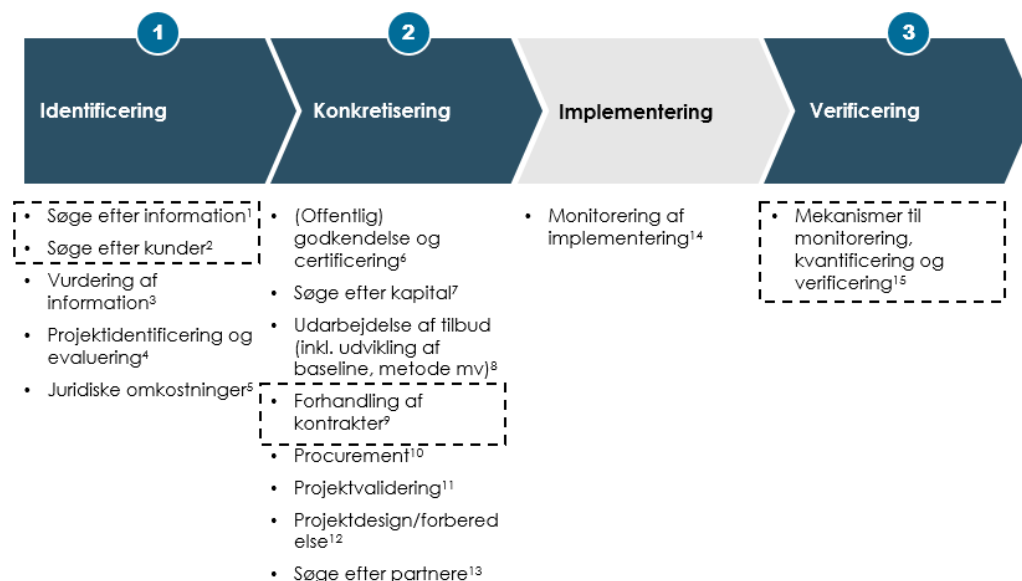
2.2 Typer af transaktionsomkostninger gennem værdikæden

Transaktionsomkostninger kan forekomme igennem hele processen for energirenovering og fleksibelt energi og dækker over konkrete omkostninger som forhandling og mindre konkrete omkostninger som vurdering af information.⁷ Der findes en lang række transaktionsomkostninger forbundet med at gennemføre projekter med EE og FE.

Vi har fundet 15 transaktionsomkostninger, som bliver nævnt i litteraturen. Af disse bliver især fire transaktionsomkostninger beskrevet oftere end andre: søge efter information, vurdere information, forhandling af kontrakter og verificering af efterfølgende besparelse, se Figur 3. Søgning efter og vurderinger af information samt verificering er ligeså noget som flere aktører nævner som betydningsfulde transaktionsomkostninger.

⁷ Hein and Blok (1995), Transaction costs of energy efficiency improvement

Figur 3 Transaktionsomkostninger forbundet med energieffektiviseringer



Note: Søge efter information, søge efter kunder, forhandling af kontrakter og mekanismer til monitorering, kvantificering og verificering er de fire transaktionsomkostninger der oftest nævnes i litteraturen.

Kilde: Copenhagen Economics baseret på **1**) Mundaca and Neij (2006), Sanstad and Howarth (1994), Mundaca et al (2013), MRC (2004), Mundaca (2007b), Mundaca (2007a), Michaelowa and Jotzo (2005), Matschoss et al (2013), Sathaye and Murtishaw. (2004), Coleman (1998), Hein and Blok (1995), Kiss (2016), Valentová (2010), Björkqvist and Wene (1993), Sioshansi (1991) **2**) Mundaca and Neij (2006), Mundaca (2007b), Mundaca (2007a), Valentová (2010) **3**) Mundaca and Neij (2006), Sanstad and Howarth (1994), Mundaca et al (2013), Mundaca (2007b), Mundaca (2007a), Matschoss et al (2013), Sathaye and Murtishaw. (2004), Coleman (1998), Hein and Blok (1995), Kiss (2016), Valentová (2010), Björkqvist and Wene (1993), Sioshansi (1991) **4**) Mundaca and Neij (2006), Sanstad and Howarth (1994), Kiss (2016), Valentová (2010) **5**) Mundaca and Neij (2006), Mundaca (2007a), Valentová (2010) **6**) Mundaca et al (2013), Mundaca (2007b), Michaelowa and Jotzo (2005) **7**) Matschoss et al (2013), Sathaye and Murtishaw. (2004) **8**) Mundaca and Neij (2006), Michaelowa and Jotzo (2005), Valentová (2010) **9**) Mundaca and Neij (2006), Sanstad and Howarth (1994), Mundaca et al (2013), Walalch et al (2008), Mundaca (2007b), Mundaca (2007a), Michaelowa and Jotzo (2005), Valentová (2010), Bleyl-Androschin et al (2009) **10**) Mundaca and Neij (2006), Kiss (2016), Valentová (2010) **11**) Mundaca and Neij (2006), Michaelowa and Jotzo (2005), Valentová (2010) **12**) MRC (2004), Kiss (2016), Bleyl-Androschin et al (2009) **13**) Mundaca (2007a), Kiss (2016), Bleyl-Androschin et al (2009) **14**) Matschoss et al (2013) **15**) Mundaca and Neij (2006), Mundaca et al (2013), Mundaca (2007b), Mundaca (2007a), Michaelowa and Jotzo (2005), Hein and Blok (1995), Kiss (2016), Valentová (2010).

2.3 Størrelsen af transaktionsomkostninger igennem værdikæden

Der findes en meget begrænset litteratur om størrelsesordenen på transaktionsomkostninger på projekter for energireoveringer og fleksibelt energi i bygninger. Grundet den begrænsede litteratur, har vi medtaget estimater for transaktionsomkostninger, som ikke direkte omhandler vores afgrænsning (fx ældre studier, estimater for industrien, ikke-danske

studier, estimer for andre teknologier end vi ser på). Ud fra estimerne vil vi forsøge at give indikationer for størrelsesordenen på transaktionsomkostningerne.⁸

Vi finder at transaktionsomkostninger spænder fra 1-60% af den samlede projektstørrelse. Det store spænd skyldes blandt andet, at der ses på vidt forskellige projekter i forhold til størrelse, aktører, geografi mv. Ligeså varierer det, hvad de forskellige studier inkluderer af transaktionsomkostninger i deres estimer, se Tabel 1.

⁸ Selvom eksempelvis Björkqvist and Wene (1993) specifikt nævner, at man ikke kan generalisere resultaterne.

Tabel 1 Estimer for transaktionsomkostninger i litteraturen

Studie	Område dækket	Type af projekter	Kilde til estimat	Estimat	Inkluderede transaktionsomkostninger
Kiss (2016)	Sverige	Totalrenoveringer af boligblokke	1 projekt (300 lejligheder)	1%	17 elementer (fx søge efter partnere, vurdering af information, monitorering etc).
Hein and Blok (1995)	Holland	EE i industrien	12 større energiintensive virksomheder	3-8% heraf: 2-6% information 1-2% beslutning <1% monitorering	Indsamling og vurdering af information, monitoring af resultater
Wallach et al (2008)	USA (Maryland)	Procurement for forsyningselskaber	-	5-10%	Budforberedelse, kreditgarantier, administration og juridiske omkostninger
Mundaca and Neij (2006)	Danmark	Energimærkning	5 netelskaber	5-20%	Søge efter information, forhandling, søge efter partner, follow-up
Bleyl-Androschin et al (2009)	Tyskland	Bygningsejers investering i kedel	300 bygningsejere	7-60%	Bygningsejers projekt- og dataforberedelse, skrive servicespecifikationer, forhandling af kontrakter
Mundaca (2007b)	GB	EE i boliger	2 leverandører af energi	8-11% lys 24-36% isolering	Tiltrække kunder, forhandling, kvalitetstjek, risiko
Sathaye (2005)	Nord/Sydamerika, Asien	EE og andre GHG-reducerende projekter	-	9-19%	Søge efter information, forhandling, udvikling af baseline, verificering
Fichtner et al (2003)	-	EE	64 projekter	13% for EE 20% for VE	Teknisk assistance, follow-up, administration, rapportering
Björkqvist and Wene (1993)	Sverige	Husholdningers energiinvesteringer i varmesystemer	30 husholdninger	28% baseret på bruttoløn 13% baseret på nettoløn	Indsamling og vurdering af information
Michaelowa et al (2003)	Baltikum	Investeringer i EE og VE	20 EE-projekter 25 VE-projekter	20.5% for EE 14.4% for VE	Teknisk assistance og administrative omkostninger
Joskow and Marron (1992)	USA	Erhverv og husholdningers investeringer i køling, varme, ventilation, og husholdningsapparater	-	20-30%	Implementering, monitorering, afmålinger, administrative omkostninger
Vermande (1994)	Holland	EE i industrien	-	21%	Projektspecificering, projektledelse, organisering af byggeaktiviteter, monitorering
Easton Consultants (1999)	USA	EE i boliger	39 ESCO'er	20-40%	Lave tilbud (prospecting), projektidentificering, verificering, juridiske omkostninger

Note: For Kiss (2016) har vi sammenlagt alle transaktionsomkostninger rapporteret i studiet (3,8-4,3 mio. SEK) og divideret med den samlede projektstørrelse (380 mio. SEK). Michaelowa et al (2003) inkluderer flere estimater, men vi har kun medtaget estimater, der er sat i forhold til den samlede investering.

Kilde: Copenhagen Economics baseret på kilder i studier. Information om Easton Consultants (1999), er taget fra Mundaca og Neij (2006). Information om Sathaye (2005), er taget fra Mundaca, L. (2007a). Information om Vermande (1994), er taget fra Hein and Blok (1995). Information om Fichtner et al (2003), er taget fra Sathaye and Murtishaw (2004).

En generel ting er dog at de fleste studier kigger på større projekter. Dette kan gøre at estimaterne for transaktionsomkostningerne er underestimeret set i forhold til renoveringer af privat beboelse. Flere studier nævner eksempelvis at transaktionsomkostningerne for mindre projekter eller projekter for mindre aktører (fx SME'er og husholdninger) højere.⁹ Mundaca (2007b) og Easton Consultants (1999) finder estimater for leverandører af energieffektiviserings transaktionsomkostninger i boliger i omegnen af 10-40%. Björkqvist and Wene (1993) finder samtidig at boligejernes transaktionsomkostninger er 13%. Samlet givet dette transaktionsomkostninger på mellem 20-50%.

Mens studierne medregner nogle transaktionsomkostninger, er der stadig en del omkostninger, som ikke er eller kan medregnes. Dette er eksempelvis information om potentialer for konkrete boliger eller besvær (udover timeforbrug) involveret med at foretage en energirenovering.

2.4 Digitaliseringens påvirkning på transaktionsomkostninger

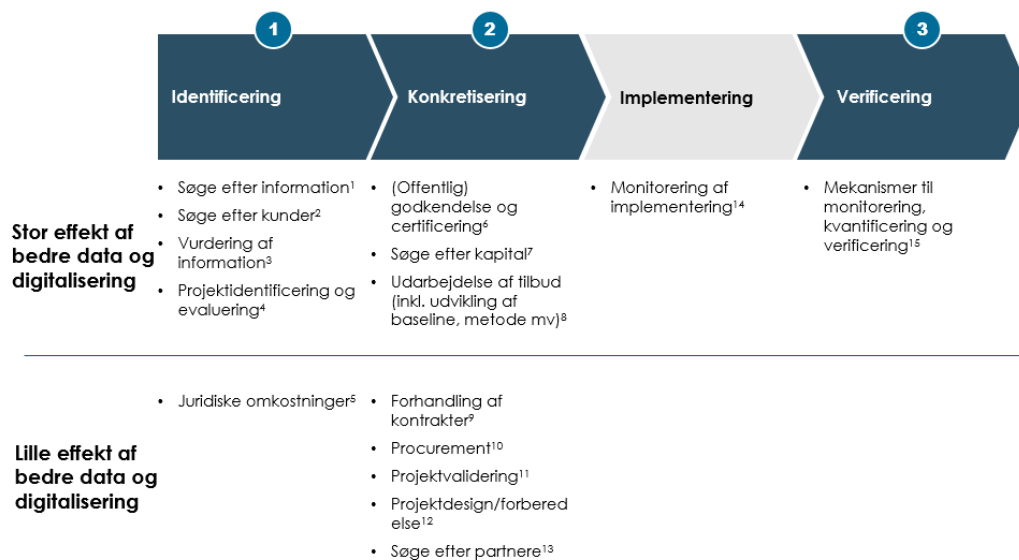
Effekten af digitalisering og mere data på transaktionsomkostninger bliver ikke nærmere beskrevet i litteraturen. Det er derfor meget usikkert, hvor stor en påvirkning digitalisering vil have på transaktionsomkostningerne. Usikkerheden stammer først og fremmest fra at størrelsen af transaktionsomkostningerne i dag er usikkert som tidligere beskrevet, sekundært fordi effekten af data på transaktionsomkostningerne er usikkert.¹⁰

Vi har opdelt transaktionsomkostningerne i hvor høj grad de sandsynligvis vil kunne reduceres som følge af digitalisering og mere data. Af de fire mest flittigst nævnte transaktionsomkostninger, vurderer vi at søgning efter og vurdering af information samt efterfølgende verificering i høje grad vil blive påvirket af digitalisering og mere data, se Figur 4.

⁹ Hein and Blok (1995), Fichtner et al (2003), Mundaca and Neij (2006) og Bleyl-Androschin et al (2009)

¹⁰ Valentová (2010), Barriers to Energy Efficiency - Focus on Transaction Costs
Mundaca et al (2013), Transaction costs analysis of low-carbon technologies

Figur 4 Effekt af data på transaktionsomkostninger



Note: Opdeling af lille og stor effekt er baseret på en vurdering ud fra interviews med aktører og studierne nævnt nedenfor.

Kilde: Copenhagen Economics baseret på **1**) Mundaca and Neij (2006), Sanstad and Howarth (1994), Mundaca et al (2013), MRC (2004), Mundaca (2007b), Mundaca (2007a), Michaelowa and Jotzo (2005), Matschoss et al (2013), Sathaye and Murtishaw. (2004), Coleman (1998), Hein and Blok (1995), Kiss (2016), Valentová (2010), Björkqvist and Wene (1993), Sioshansi (1991) **2**) Mundaca and Neij (2006), Mundaca (2007b), Mundaca (2007a), Valentová (2010) **3**) Mundaca and Neij (2006), Sanstad and Howarth (1994), Mundaca et al (2013), Mundaca (2007b), Mundaca (2007a), Matschoss et al (2013), Sathaye and Murtishaw. (2004), Coleman (1998), Hein and Blok (1995), Kiss (2016), Valentová (2010), Björkqvist and Wene (1993), Sioshansi (1991) **4**) Mundaca and Neij (2006), Sanstad and Howarth (1994), Kiss (2016), Valentová (2010) **5**) Mundaca and Neij (2006), Mundaca (2007a), Valentová (2010) **6**) Mundaca et al (2013), Mundaca (2007b), Michaelowa and Jotzo (2005) **7**) Matschoss et al (2013), Sathaye and Murtishaw. (2004) **8**) Mundaca and Neij (2006), Michaelowa and Jotzo (2005), Valentová (2010) **9**) Mundaca and Neij (2006), Sanstad and Howarth (1994), Mundaca et al (2013), Walalch et al (2008), Mundaca (2007b), Mundaca (2007a), Michaelowa and Jotzo (2005), Valentová (2010), Bleyl-Androschin et al (2009) **10**) Mundaca and Neij (2006), Kiss (2016), Valentová (2010) **11**) Mundaca and Neij (2006), Michaelowa and Jotzo (2005), Valentová (2010) **12**) MRC (2004), Kiss (2016), Bleyl-Androschin et al (2009) **13**) Mundaca (2007a), Kiss (2016), Bleyl-Androschin et al (2009) **14**) Matschoss et al (2013) **15**) Mundaca and Neij (2006), Mundaca et al (2013), Mundaca (2007b), Mundaca (2007a), Michaelowa and Jotzo (2005), Hein and Blok (1995), Kiss (2016), Valentová (2010).

Kapitel 3

Brug af data kan reducere transaktionsomkostninger og skabe nye anvendelser

I dette afsnit gennemgår vi en række mulige anvendelser og forretningsmodeller, som data af højere kvalitet eller bedre adgang til data kan enten forbedre eller muliggøre. Først gennemgår vi anvendelser, og hvordan anvendelserne påvirker forretningsmodeller (3.1). Herefter beskriver vi hver anvendelse nærmere inklusiv hver anvendelse potentielle værdiskabelse og barrierer, der begrænser anvendelserne (3.2). Efterfølgende samler vi op på barriererne og giver en beskrivelse af hver barrieres begrænsende faktor på værdiskabelsen og om barrieren vil blive løst af sig selv over tid (3.3). Til sidst giver vi en kvalitativ vurdering af det samlede potentiale for screeningsværktøjer (3.4)

3.1 Digitaliseringen kan skabe mere præcise og troværdige screeningsværktøjer

Nye screeningsværktøjer for energibesparelser kan påvirke eksisterende forretningsmodeller og skabe nye forretningsmodeller gennem nye måder at anvende data på.

Selvom man i dag allerede kan lave screeningsværktøjer til at finde potentialer for energibesparelser, vil man i fremtiden kunne lave mere avancerede og mere nøjagtige værktøjer.

Kernen i et at skabe et godt og troværdigt screeningsværktøj er at tage højde for så meget information om bygningen som mulig. Eksempelvis kan man korrigere for hvor mange personer, der bor i boligen, størrelsen på boligen eller hvilken forsyningsart der bliver anvendt til opvarmning. Det kan man eksempelvis gøre ved at sammenkøre forskellige datakilder som CPR-registret med data for energiforbrug og bygningsinformation i BBR.

En udrulning af højfrekvente og fjernaflæst afmålinger af varme og flere sensorer, vil i imidlertid kunne lave meget bedre screeningsværktøjer end hvad der er muligt med data i dag.

Ved at kombinere eksempelvis højfrekvent målerdata, vejrdato og inde/ude temperatur, er det muligt at vurdere energitilstanden af en bygning baseret på bygningens faktiske energiforbrug og performance. Dette kan lade sig gøre uden behov for en masse information om eksempelvis, hvor mange personer der bor eller opholder sig i bygningen. Dette kan isoleres i data.

Ved denne metode kan man få meget præcise resultater om mulige forbedringer for bygningen, eksempelvis om der er behov for eksempelvis isolering i taget.¹¹ Ved at bruge højfrekvent målerdata, vil man også kunne screene for potentiale for fleksibelt energi. Ligeledes er det muligt at identificere fejlbelagte installationer af eksempelvis isolering.

For at sikre en bred udnyttelse af screeningsværktøjer baseret på højfrekvent data, vil det teknisk kræve både en generel udrulning af højfrekvente varme- og elmålere, detaljeret lokalt vejrdata og opsætning af sensorer i visse bygning.

Anvendelserne beskrevet i det efterfølgende afsnit er beskrevet med en antagelse om, at der findes præcise og troværdige data og screeningsværktøjer. Screeningsværktøjer baseret på højfrekvent data er ikke en forudsætning for nye anvendelser, men vil øge værdien af anvendelserne markant.

3.2 Nye anvendelser og deres påvirkning af forretningsmodeller

Gode screeningsværktøjer og bedre data kan åbne op for en række nye anvendelser. Vi har identificeret 9 anvendelser, hvor digitalisering og mere data vil kunne spille en betydelig rolle i muliggørelsen af anvendelsen:

- 1) Databaseret vurdering af bygningers energitilstand
- 2) Kontrol af reoverings- og byggeprocesser
- 3) Skarpere kommunikation om potentialer for energibesparelse til ejere af mindre bygninger
- 4) Bedre offentlige ejendomsvurderinger af bygninger
- 5) Synlighed af offentlige bygningers energibesparelspotentiale
- 6) Samlet dataportal til standardiseret energidata
- 7) Bedre prisdannelse på ejendomsmarkedet
- 8) Bedre og billigere lånemuligheder
- 9) Styrkelse af bygningsejeres og långiveres grønne profil

Anvendelserne vil både kunne ændre på eksisterende forretningsmodeller, men anvendelserne kan også medføre helt nye forretningsmodeller.

For energirenoveringer er det vores vurdering, at det primært er forbedringer eller modificeringer af allerede eksisterende forretningsmodeller. Dette kan eksempelvis være ESCO-modellen, hvor offentliggørelse af offentlige bygningers energiforbrug vil reducere søgeomkostninger, og højfrekvente data vil reducere omkostningerne til fastlæggelse af baseline, ydelse af garanti og verificering. Dette betyder ikke, at der ikke kan være nyskabelse inden for forretningsmodeller for energirenoveringer, men at markedet i dag allerede er rimelig veludviklet og at nyskabelserne vil være inden for rammerne af de eksisterende forretningsmodeller.

¹¹ Madsen (2018), Evidence-based Energy Performance and Flexibility, Præsentation i Energistyrelsen februar 2018

Markedet for fleksibelt energi eller energy management er mindre veludviklet. Derfor vurderer vi på baggrund af vores interviews at mere data og digitaliseringer i langt højere grad vil åbne op for en udvikling af nye forretningsmodeller. Nye forretningsmodeller kunne eksempelvis være virksomheder, der leverer avancerede screenings- og styringsværktøjer og kan garantere på flere parametre end blot energiomkostninger, eksempelvis et bestemt komfort- eller sundhedsniveau.¹²

1) Databaseret vurdering af bygningers energitilstand

Nye og bedre screeningsværktøjer vil kunne bruges aktivt til at vurdere bygningers energitilstand ud fra bygningens performance. Værktøjet vil eksempelvis kunne beregne konkrete potentialer for fleksibelt energi eller lave et dynamisk, performancebaseret energimærke.

I dag bliver energimærkningen foretaget ved fysisk besøg af en tekniker i bygningen. Teknikeren gennemgår forskellige elementer af bygningen og finder konkrete tiltag til at forbedre boligens energiforbrug.

En databaseret energimærkning er en potentiel omkostningseffektiv metode til at vurdere bygningers energitilstand på. Metoden vil ikke kunne vise hvilke installationer, der allerede er i bygningen, men vil derimod hvilke elementer af bygningen, der kan forbedres. Energimærkningen kan enten stå alene, men kan også bruges som et værktøj til at hjælpe tekniker til at give bedre rådgivning og lave mere præcise energimærkninger.

Databaseret energimærkning er en omkostningseffektiv måde at vurdere energitilstanden af boliger på. Dermed kan de ca. 5.000 kr. det i dag koster at lave energimærkning enten spares væk eller blive brugt til at skabe merværdi ved besøg af en tekniker.¹³ Årligt bliver der brugt ca. 300 mio. kr. på energimærkning.¹⁴

En databaseret energimærkning vil nødvendigvis kræve at lovkravene til energimærkningen ændres. Derudover skal forholdet til EU's Bygningsdirektiv, der fastlægger krav til energimærkningen, vurderes.

Værdiskabelse

- Potentiel besparelse af omkostninger til energimærkning (300 mio. kr. i dag)
- Forbedret energirådgivning

Barrierer

- Ingen større barrierer

¹² MOEBBIUS (2016), New Business Models and Associated Energy Management Strategies

¹³ Der findes et lovmæssigt prisloft for energimærkninger: Bekendtgørelse om gebyrer og honorarer for ydelser efter lov om fremme af energibesparelser i bygninger, BEK nr 60 af 27/01/2011, Kap. 6, §13

¹⁴ Tallet er oplyst af Energistyrelsen.

2) Kontrol af renoverings- og byggeprocesser

I forbindelse med udførelsen af renoverings- og byggeprocesser, kan der være store forskelle i kvaliteten af udførelsen. Selvom to huse er ens på tegningerne, kan der være op til 4-5 gange så stort varmetab i huse, hvis der eksempelvis er fejlbelagte installationer.¹⁵

Ved at bruge databaserede værktøjer, kan man både undervejs i projektet og efterfølgende analysere om eksempelvis isolation og installationer er installeret forkert ud fra mønstret i bygningens energiforbrug.

Dette kan både sikre, at man høster en større værdi af energibesparelserne ved energirenoveringer, men det kan også spare omkostninger, der ellers bliver brugt til fysisk kontrol.

For at kunne lave præcis målinger, kræver det værktøjer baseret på højfrekvent varme- og sensordata.

Værdiskabelse

- Mulighed for at høste en større andel af energibesparelspotentiale ved energirenoveringer
- Besparelse i omkostninger til kontrol

Barrierer

- Ingen større barrierer

3) Skarpere kommunikation om potentialer for energibesparelse til bygningsejere

En bedre og mere direkte kommunikation til bygningsejere, vil gøre bygningsejere opmærksomme på deres energibesparelspotentiale og gøre det nemmere at gennemføre energieffektiviseringer i bygninger. Data kan gøre kommunikation og rådgivningen mere præcis og skræddersyet til den konkrete bygning.

En stor del af boligejere er eksempelvis ikke bekendt med potentialet for energibesparelser i deres bolig.¹⁶ Det betyder, at en potentiel stor del af rentable energieffektiviseringer ikke bliver foretaget. At sende eksempelvis potentialer for energibesparelser årligt til boligejere vil øge informationsgrundlaget og kan føre til mere informerede beslutninger omkring energieffektiviseringer.

Beregningerne for energibesparelspotentialer vil kunne blive baseret på troværdige screeningsværktøjer.

Der kan potentielt være problematik med at bruge personfølsomme oplysninger i bygninger med lejere, hvor bygningens energibesparelspotentiale skal beregnes på baggrund af lejers energidata.

¹⁵ Baseret på interview med aktører.

¹⁶ Bjørneboe et al (2018), Initiatives for the energy renovation of single-family houses in Denmark evaluated on the basis of barriers and motivators

Værdiskabelse

- Flere energieffektiviseringer gennem bedre informationsgrundlag for bygnings-ejere

Barrierer

- Muligvis problematik med personfølsomme oplysninger

4) Bedre offentlige ejendomsvurderinger af bygninger

Mere præcise og troværdige screeningsværktøjer til vurdering af bygningers energimæssige tilstand kan forbedre den offentlige ejendomsvurdering.

Frem til suspenderingen af den offentlige ejendomsvurdering i 2013 blev den offentlige ejendomsvurdering foretaget årligt for alle ejendomme i Danmark baseret på en lang række parametre, som har betydning for ejendommens værdi – eksempelvis størrelse, alder, stand og beliggenhed.¹⁷

I den fremtidige ejendomsvurdering er det blevet foreslået at bruge mere og bedre data i ejendomsvurderingen, men energiforbrug indgår ikke i den nye vurderingsmodel.¹⁸ Dette er på trods af at tidligere studier har vist at energimærkning har betydning for husprisen.¹⁹

Inkludering af nye screeningsværktøjer vil kunne give et mere retvisende billede af bygningens energimæssige tilstand og dermed også bygningens værdi.

Mens man allerede i dag vil kunne inkludere eksempelvis energimærkningen og simple nøgletal i ejendomsvurderingen, er dækningen og kvaliteten begrænset. For at udvikle troværdige screeningsværktøjer til vurdering af energitilstanden i bygninger er det nødvendigt at basere det på højfrekvent el og varmedata.

Det skal naturligvis undersøges, hvordan inkluderingen af boligers energitilstand påvirker energieffektiviseringer i bygninger. Der kan være incitamentsproblemer for bygningsejere, hvis boligejere skal betale højere ejendomsværdiskat som følge af energirenoveringer.

Værdiskabelse

- Mere præcise/fair og opdaterede offentlige ejendomsvurderinger

Barrierer

- Ingen større barrierer

5) Synlighed af offentlige bygningers energibesparelspotentiale

Bedre synlighed og transparens for offentlige bygningers energibesparelspotentiale kan skabe bedre informationsgrundlag og incitament for offentlige beslutningstagere til at foretage energieffektiviseringer i offentlige bygninger. At supplere en sådan database med energibesparelspotentialet vil øge værdien og brugbarheden af databasen.

¹⁷ Skat (2011), Vejledning: Ejendomsvurdering af erhvervsjendomme

¹⁸ Implementeringscenter for Ejendomsvurderinger (2016), Nye og mere retvisende ejendomsvurderinger

¹⁹ Copenhagen Economics (2015), Giver en god energistandard en højere boligpris?

En synliggørelse af energibesparelspotentialet for eksempelvis kommunale bygninger vil først og fremmest skabe et bedre informationsgrundlag for beslutningstagere. I dag er der begrænset viden omkring energibesparelspotentialet. Flere aktører nævner eksempelvis at nogle kommuner ikke har et samlet overblik over, hvilke bygninger de ejer.

Samtidig vil en synliggørelse gøre det muligt for leverandører af energieffektiviseringsydelser at se, hvilke kommuner og bygninger som har potentiale. Dette vil fjerne nærmest alle barrierer i identificeringsfasen og gøre konkretiseringsfasen nemmere. Dette vil reducere omkostningerne forbundet med at lave energieffektiviseringer blandt offentlige bygninger.

Synliggørelse af energiforbrug for offentlige bygninger kan lade sig gøre allerede i dag. En vurdering af offentlige bygningers energibesparelspotentiale baseret på et troværdigt screeningsværktøj vil dog øge værdien og brugbarheden af sådan en database markant. Et godt og troværdigt værktøj for offentlige bygninger kræver højfrekvent data for el og varme.

Værdiskabelse

- Bedre beslutningsgrundlag for energieffektivisering af offentlige bygninger
- Lavere omkostninger ved at levere energieffektiviseringer til offentlige bygninger

Barrierer

- Barrierer kan knytte sig til at højere udgifter konverteres til lavere omkostninger over en lang periode. Udbudsforhold og begrænsninger fra anlægslofter mv. kan svække interessen for modeller med de laveste langsigtede omkostninger.

6) Samlet dataportal til standardiseret energidata

Selvom det i dag er teknisk og juridisk muligt for leverandører af EE og FE at få adgang til energidata for bygninger, siger flere aktører, at det ikke altid bliver anvendt i praksis. Dette sker blandt andet fordi at leverandøren skal kontakte mange forskellige kilder for at hente data fra projekt til projekt (fx på grund af forskellige forsyningsselskaber). Dermed skal leverandøren bruge tid på at sætte et system op til at hente og behandle data fra hver kilde. Herudover kræver visse kilder som eksempelvis DMI betaling for adgang til data.²⁰

Det store antal kilder, det er nødvendigt at hente data fra, begrænser brugen af data til energieffektiviseringer. Efterfølgende skal der opsættes dataforbindelser til alle institutioner, som kan hente data ned, samle og standardisere data.

Begrænsningen på adgang til data betyder at leverandører af EE og FE ofte selv indsamler det samme data, som allerede bliver indsamlet. Dette er eksempelvis gennem opsætning af parallelt måleudstyr.

Flere aktører efterspørger en samlet dataportal, hvor der er adgang til standardiseret energi, bygnings- og vejrdata. Det vil spare aktører for tid og besvær med opsætning af da-

²⁰ DMI er frikøbt og vil begynde at gøre data frit tilgængeligt fra 2019.

taforbindelser og standardisering af data. Portalen kunne være offentlig finansieret og administreret. Alternativ kunne det offentlige give adgang til godkendte datadistributører, som kunne tilbyde data som pakker. Datadistributører vil have incitament til at forbedre og standardisere data for at give deres kunder et bedre produkt.

Kombinering af de forskellige datakilder besværliggøres af forskelle i eksempelvis standarder eller frekvens i opdateringen.

Værdiskabelse

- Omkostningsbesparelse for leverandører af energieffektiviseringer (både i tidsforbrug og risikominimering fra opsætning af eget måleudstyr)
- Mindre besvær for bygningsejere til at give fuldmagt

Barrierer

- Personfølsomme oplysninger
- Mangel på standardiserede data

7) Bedre prisdannelse på ejendomsmarkedet

Den tilgængelige viden for køber og sælgere af ejendomme om bygningernes energitilstand er i betydeligt omfang knyttet til Energimærkningen. Hertil kommer potentielt oplysninger om det faktiske energiforbrug i de sidste par år. Screeningsværktøjer kan muliggøre bedre prisdannelse for bygninger.

Den klare sammenhæng der er mellem boligens energitilstand og ejendomsprisen kan gøres endnu skarpere ved bedre screeningsværktøjer. Dette vil give både sælger og køber af ejendommen bedre information omkring bygningens reelle værdi.

Dette vil give bygningsejere større incitament til at investere i energieffektiviseringer i bygninger, da der udover selve energibesparelsen også vil være en klar og kontant gevinst ved et eventuelt salg af boligen.

Værdiskabelse

- Bedre prisfastsættelse af bygninger og afregning for investeringer i energieffektiviseringer
- Større økonomisk incitament for at lave energieffektiviseringer

Barrierer

- Ingen større barrierer

8) Bedre og billigere lånemuligheder

Nye screeningsværktøjer kan give en aktørerne, herunder leverandør af EE, bygningsejer og leverandører af finansielle ydelser skarpere og mere opdaterede oplysninger om den faktiske energiregning og forbrug efter gennemførelse af investeringen.

Det er sig selv vigtigt i forhold til succesen af en ombygning: operatør på ombygning kan blive omfattet af en pligt til at påtage sig denne risiko fx i ESCO ordninger med energibesparelsesgaranti.

Nok så afgørende vil være at långiver på forhånd kan få en større sikkerhed for at energirenovring vil føre til en højere værdi af ejendommen og dermed reducere deres risiko og kapitalkrav fordi:

- Det øger friværdi (långiver er omfattet af regler om begrænsninger for loan-to-value ratioer)
- Lemper brugerens økonomi (långiver er omfattet af regler om income-to-value ratio)

Det vil give långiver en tilskyndelse til at:

- Øge andelen af bygninger med god energiøkonomi
- Øge villigheden til at finansiere energirenovring og dermed acceptere at (en del) af forøgelsen af friværdien belånes

De nye foreslåede regler fra Bank of International Settlement (populært kaldet "BASEL IV") har specifikt foreslået, at långivere får lov til at hæve værdien af et givet aktiv i forhold til sikkerhedskrav, hvis der foreligger en god dokumentation for, at der er gennemført aktiviteter, som øger dets varige værdi.

Dette er allerede muligt i Danmark i dag, men en udvikling af det europæiske marked vil både betyde noget for danske teknologileverandører, men et mere modent europæisk marked for energieffektiviseringer vil også have spillover-effekter for det danske marked eksempelvis gennem øget konkurrence.

Udover at der skal udvikles screeningsværktøj, er der ingen forhindringer for at finansielle leverandører kan tage lån i den øgede friværdi, der nødvendigvis vil følge en energieffektivisering af en bygning.

Værdiskabelse

- Bedre mulighed for låntagning ifm. energieffektiviseringer
- Lavere rente for lån ifm. energieffektiviseringer (gennem lavere risiko for lånudbydere)

Barrierer

- Ingen større barrierer

9) Styrkelse af bygningsejeres og långiveres grønne profil

En række store finansielle og industrielle aktører har som led i deres styrkede fokus på Environmental, Social and Governance (ESG) dagsorden klargjort at investeringer i energirenovring vil blive styrket fremad. ESG er en dagsorden, hvor selskaber forpligtiger sig til at lægge mere vægt på disse forhold fremadrettet i deres investeringspolitik.

Bedre screeningsværktøjer vil kunne gøre det mere troværdigt for aktører at dokumentere deres indsats for energibesparelser gennem energieffektiviseringer. Da virksomhederne kan dokumentere deres indsats bedre, vil det også give incitament til at lave flere energieffektiviseringer.

Værdiskabelse

- Merværdi ved virksomheders investeringer i energieffektiviseringer

Barrierer

- Ingen større barrierer

3.3 Barrierer for energieffektiviseringer og fleksibelt energi

Vi vil i det følgende beskrive for de ovenfor nævnte barrierer, hvad udsigterne til at barriererne sænkes er samt hvor stor en hindring barriererne er for at høste gevinsterne.

Tre primære barrierer

De primære barrierer er, at der i dag ikke er en generel udbredelse af højfrekvente og fjern-aflæste varmemålere og sensorer. Baseret på de præsenterede anvendelser, er der tre primære barrierer. Barriererne er teknisk adgang til data, højfrekvent og fjernaflæst varme-data samt personfølsomme oplysninger.

Teknisk adgang til data

En stor barriere for effektiv brug af data er mangel på nem adgang til data. Selvom det i dag er juridisk lovligt at hente data med en fuldmagt, er processen ofte omkostningsfuld og besværlig grundet eksempelvis forskellige i datasetup mellem forsyningsselskaber.

Der er ikke planlagt nogle generelle forbedringer eller standardiseringer til den tekniske adgang til data på landsplan.

Barrieren kan have en stor betydning for især små og mellemstore projekter, hvor dataadgang kan være en prohibitiv hindring. For større projekter vil nemmere teknisk adgang også være en mulig kilde til besparelser, der i dag kan spare omkostninger til parallelt måleudstyr.

Højfrekvent og fjernaflæst varme- og sensordata

Der er udrulninger af højfrekvente varmemålere i gang flere steder i landet.²¹ Sensorer gennemgår ikke samme systematiske udrulning, men da sensorer bliver billigere og kan have flere formål, vil sensorer blive mere udbredt i fremtiden. Krav om udrulning af højfrekvente målere og sensorer vil være omkostningsfuldt i både opsætning og indsamling af data.²² Behandlingen af data kan potentielt være en udfordring for mindre forsyningsselskaber.

²¹ Eksempelvis i København og Aarhus bliver der udrullet højfrekvente varmemålere.

²² Indsamling af data er omkostningsfuld, men kan reduceres ved at samle data fra flere målere via eksempelvis radiosignaler.

Vi vurderer at højfrekvent og fjernaflæst varmedata vil være en af hoveddriverne bag gevinsterne fremover. Højfrekvent data vil tillade meget mere præcise og troværdige screeningsværktøjer, som åbner op for helt nye anvendelser. Udover gevinsterne ved bedre screeningsværktøjer, vil forsyningsselskaberne få en sidegevinst fra bedre systemoptimering af fjernvarmenettet.

Udviklingen i sensorteknologien vil gøre det muligt for forbrugere at installere målere og sensorer, der indsamler og videregiver data på en omkostningseffektiv måde. Eksempelvis findes der såkaldte ”data-sniffere”, der består i udstyr, som kan opsættes parallelt til eksisterende el-, varme-, vand- og gasmålere. Data-sniffere kan aflæse målerne med korte intervaller og gives videre direkte til forbrugeren udenom forsyningsselskaberne.

Personfølsomme data

Persondataforordningen²³ kan have store konsekvenser for hvordan energidata skal behandles. Der er endnu ikke taget stilling til, hvilke konsekvenser Persondataforordningen vil have på området.

I forhold til sænke den administrative byrde ved validering af identitet, tester Energinet eksempelvis nye muligheder for at afgive fuldmagter på en nemmere og gnidningsfri måde. Lignende tiltag er ikke gjort offentligt for andre datakilder.

Barrieren kan have betydning for små og mellemstore projekter, hvor dataadgang kan være en prohibitiv omkostning. For større projekter vil nemmere adgang være en mindre besparelse.

Sekundære barrierer

Udover de tre primære barrierer, er der tre andre vigtige barrierer: ejerskab af energidata, standardisering af data og dyrt vejrdata med lille opløsning.

Ejerskab af energidata

Der er ikke offentliggjort planer for ændring af ejerskab af energidata. Dog vil introduktionen af flere sensorer og datasniffere give forbrugerne en måde at få lettere og billigere ejerskab til sine egne data.

På samme måde som beskrevet ovenfor, gør manglende ejerskab over energidata det problematisk at gennemføre energy management projekter, hvor energidata indgår i systemet. Dette bringer dog ikke hindringer for at lave energirenoveringer.

Standardisering af data

Der er ikke offentliggjort planer for en generel standardisering af data. Dette gælder både offentlige data og data fra forskellige sensorer mv. Selvom der findes internationale standarder for sensordata, er det ikke alle producenter, der følger dem.

²³ Databeskyttelsesforordningen (EU) 2016/679 af 27. april 2016.

Vi vurderer, at manglende standardisering af data kan blive en begrænsende faktor på at hente gevinster i fremtiden. Det er både omkostningsfuldt at behandle ikke-standardiserede data, men det kan også være en begrænsende faktor på konkurrencen på markedet, hvis forskellige leverandører af teknologi bruger forskellige datastandarder.

Dyrt vejrdata med lav opløsning

Vejrdata fra DMI er i dag ikke gratis og har begrænset opløsning. Begge barrierer for vejrdata forventes at blive løst i den nærmeste fremtid. En højere opløsning er allerede under udvikling og vil blive lanceret sommeren 2018.²⁴ Herudover vil DMI give sine data frit tilgængelig mellem 2019 og 2023.²⁵

Adgang til vejrdata af høj opløsning kan have stor betydning for udbredelse af mere fleksibel energi og energi styring generelt.

3.4 Samlet potentiale ved bedre anvendelse af data

Grænsen mellem energieffektiviseringer og energistyring vil fremadrettet blive mindre synlig, ikke mindst i lyset af en større elektrificering af opvarmning og transport. Der viser sig også en tendens mod mere samlede ydelsespakker af både energieffektiviseringer og energistyring. Samtidig vil mere energistyring give rum for større værdiskabelse end blot energibesparelser, da man kan styre efter eksempelvis komfort eller sundhed. Dette betyder ikke, at klassiske energireoveringer ikke bliver foretaget, men at de i højere grad vil blive implementeret sammen med mere styring.

Vi vurderer, at der er betydelige gevinster af bedre data og mere digitalisering som følge af flere og billigere energieffektiviseringer og projekter med fleksibelt energi. Gevinsterne stammer fra direkte omkostningsbesparelser, flere rentable energieffektiviseringer og merværdi fra eksempelvis bedre rådgivning, mere fair ejendomsbeskatning, lavere risiko ved lån til energieffektiviseringer mv. Der er dog stor usikkerhed forbundet med en egentlig estimering af størrelsen af de samfundsøkonomiske gevinster.

Der findes intet empirisk belæg for at lave et troværdigt kvantitativt estimat af de samfundsøkonomiske konsekvenser af bedre data og screeningsværktøjer. Vi har præsenteret studier, der viser, at transaktionsomkostninger for projekter med energieffektiviseringer ligger i omegnen af 20-50% af de samlede energiinvesteringer. Da der årligt bliver foretaget energibesparende reoveringer for omkring 36 mia. kr.,²⁶ vil en reduktion på blot en fraktion af de samlede transaktionsomkostninger til energieffektiviseringer, medføre en betydelig årlig gevinst.

Udover gevinsterne forbundet med energieffektiviseringsprojekter er der også potentielt direkte besparelser fra energimærkningsordningen. Hvis databaseret energimærkning kan

²⁴ <https://www.dmi.dk/nyheder/arkiv/nyheder-2018/februar/nu-faar-du-vejret-10000-steder-i-danmark-paa-mobilten/>

²⁵ <https://www.dmi.dk/nyheder/arkiv/nyheder-2018/februar/ny-aftale-goer-dmis-vejr-og-klimadata-gratis/>

²⁶ Hoved- og bygningsreparation estimeret til 84,5 mia. kr. i 2018 (løbende priser) Dansk Byggeri (2018), Konjunkturanalyse marts 2018. Heraf antages at 43% er energibesparende baseret på Teknologisk Institut (2014), Hvilke reoveringsaktiviteter foretager byggevirksomheder?. Klimaskærm, energieffektiviseringer, reparation af fyringsteknik, reparation af varmeledning, konvertering af varmeanlæg er medregnet. Metode fra Dansk Byggeri (2017), Byggeriets Energianalyse 2017

erstatte eller supplere den eksisterende energimærkningsordning, vil den samfundsøkonomiske gevinst være op mod 300 mio. kr. årligt.

Oven i omkostningsbesparelserne, vil der også være samfundsøkonomisk værdi af de bredere gevinster som eksempelvis bedre energirådgivning eller mere fair offentlig ejendoms-vurdering.

Litteraturliste

- Björkqvist, O., Wene, C., (1993). A study of transaction costs for energy investments in the residential sector. In: Presented at the 1993 Summer Study, the European Council for an Energy Efficient Economy.
- Matilde Grøn Bjørneboe, Svend Svendsen, Alfred Heller, (2018), Initiatives for the energy renovation of single-family houses in Denmark evaluated on the basis of barriers and motivators, Energy and Buildings, Volume 167, Pages 347-358
- Bleyl-Androschin, J.W., Seefeldt, F., Eikmeier, B., (2009). Energy contracting: how much can it contribute to energy efficiency in the residential sector?. In: Presented at the ECEEE 2009 Summer Study: Act! Innovate! Deliver! Reducing Energy Demand Sustainably.
- Coleman, Philip. (1998). "Reducing 'Search Cost' and Risk in Energy-efficiency Investments: Two Success Stories." 1998 ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings 1998: 91-98.
- Copenhagen Economics (2012), Multiple benefits of investing in energy efficient renovations in buildings, rapport for Renovate Europe
- Copenhagen Economics (2015), Giver en god energistandard en højere boligpris?, rapport for Energi styrelsen
- Copenhagen Economics (2016), Multiple benefits of energy renovations of the Swedish building stock, rapport for Energimyndigheten
- Copenhagen Economics (2018), Estimating macroeconomic effects of multiple impacts of energy efficiency measures, rapport for DG Energy, Horizon 2020
- Dansk Byggeri (2017), Byggeriets Energianalyse 2017

- Dansk Byggeri (2018), Konjunkturanalyse marts 2018
- Dansk Energi og Energinet (2015), Smart Energy – hovedrapport
- DG ECFIN (2014), Adjusting the budget balance for the business cycle: the EU methodology. Brussels: European Commission
- Energistyrelsen (2017), Basisfremskrivningen 2017
- Fama, Eugene F., and Michael C. Jensen. (1983). “Separation of Ownership and Control.” *The Journal of Law & Economics*, vol. 26, no. 2, pp. 301–325.
- Hein, L., & Blok, K. (1995). Transaction costs of energy efficiency improvement. Proceedings of the eceee 1995 Summer Study conference. Stockholm: The European Council for an Energy Efficient Economy.
- Kiss, Bernadett. (2016). Exploring transaction costs in passive house-oriented retrofitting. *Journal of Cleaner Production*. 123. 65-76.
- Klimarådet (2017), Omstilling frem mod 2030
- Madsen, H. (2018), Evidence-based Energy Performance and Flexibility, Præsentation i Energistyrelsen februar 2018
- Matschoss, Kaisa & Heiskanen, Eva & Kranzl, Lukas & Atanasiu, Bogdan. (2013). Energy renovations of EU multifamily buildings: do current policies target the real problems?. Rethink, Renew, Restart. ECEEE 2013 Summer Study.
- Michaelowa, Axel and Jotzo, Frank, (2005), Transaction costs, institutional rigidities and the size of the clean development mechanism, *Energy Policy*, 33, issue 4, p. 511-523.
- MOEEBIUS (2016), New Business Models and Associated Energy Management Strategies
- Mundaca, Luis & Neij, Lena. (2006). Transaction costs of energy efficiency projects: a review of quantitative estimations.
- Mundaca, L. (2007a). Transaction costs of energy efficiency policy instruments. In ECEEE Summer

- Study (Vol. 1, pp. 281-291). European Council for an Energy Efficient Economy (ECEEE).
- Mundaca, Luis, (2007b). "Transaction costs of Tradable White Certificate schemes: The Energy Efficiency Commitment as case study," *Energy Policy*, Elsevier, vol. 35(8), pages 4340-4354, August.
- Mundaca, L. T., Mathilde Mansoz, Lena Neij & Govinda R. Timilsina. (2013). Transaction costs analysis of low-carbon technologies, *Climate Policy*, 13:4, 490-513, DOI: 10.1080/14693062.2013.781452
- MRC. (2004). Administration and transaction cost estimates for greenhouse gas offset system. Ottawa: Marbek Resource Consultants.
- OECD (2010), The OECD's new global model. Paris: OECD Economics Department
- Ostertag, K. (1999). Transaction costs of raising energy efficiency. International workshop on technologies to reduce greenhouse gas emissions: Engineering-economic analyses of conserved energy carbon. Washington D.C., USA.
- Rambøll (2017), Data til fremme af energieffektiviseringer og fleksibelt energiforbrug i bygninger
- Regeringen (2014), Strategi for energirenovering af bygninger
- Sanstad, Alan H. and Howarth, Richard, (1994), 'Normal' markets, market imperfections and energy efficiency, *Energy Policy*, 22, issue 10, p. 811-818.
- Sathaye, Jayant, and Scott Murtishaw. (2004). Market Failures, Consumer Preferences, and Transaction Costs in Energy Efficiency Purchase Decisions. Lawrence Berkeley National Laboratory for the California Energy Commission, PIER Energy-Related Environmental Research. CEC-500-2005-020.
- SBi (2013), Incitament og barrierer blandt husejere i Furesø kommune
- SBi (2017), Varmebesparelser i eksisterende bygninger

- Sioshansi, F.P., (1991). The myths and facts of energy efficiency: survey of implementation issues. *Energy Policy* 19 (3), 231e244.
- Teknologisk Institut (2014), Hvilke renoveringsaktiviteter foretager byggevirksomheder?
- Timmer, M. P., Dietzenbacher, E., Los, B., Stehrer, R., & de Vries, G. J. (2015), An Illustrated User Guide to the World Input-Output Database: the Case of Global Automotive Production. *Review of International Economics*, 575–605
- Valentová, M. (2010). Barriers to Energy Efficiency - Focus on Transaction Costs. *Acta Polytechnica*. Vol 50. No. 4. 87-93.
- Wallach, J., Chernick, P., White, D., & Hornby, R. (2008). Risk analysis of procurement strategies for residential standard offer service (Report to Maryland Office of People's Counsel). Arlington, VA: Resource Insight/Synapse Energy Economics