

Hvem eier varmepumpe og hva gjør det med strømforbruket?

Bente Halvorsen og Bodil M. Larsen

De siste ti årene har vi sett en stor økning i antall husholdninger som har varmepumpe. Dette innebærer en energieffektivisering, noe som har vært politisk ønskelig. Økt bruk av varmepumper vil føre til redusert strømforbruk dersom husholdningene ikke endrer måten de bruker energi på. I denne artikkelen analyseres hva som karakteriserer husholdninger som har gått til anskaffelse av varmepumpe og hvordan de bruker energi i forhold til husholdninger uten varmepumpe. Resultatene indikerer at husholdninger med varmepumpe har om lag det samme strømforbruket som andre husholdninger. Dette skyldes at husholdninger med varmepumpe holder en høyere innetemperatur, bruker mindre ved og olje og gjennomfører færre energisparetiltak. Husholdningene tar dermed ut tilnærmet hele energieffektiviseringspotensialet i økt komfort.

1. Innledning¹

Siden år 2000 har det vært en betydelig vekst i antall husholdninger som har skaffet seg varmepumpe. Mens det for 10 år siden var svært uvanlig for norske husholdninger å ha varmepumpe, har nå ca en fjerdedel av husholdningene varmepumpe. I denne artikkelen studerer vi hvilke faktorer som karakteriserer husholdninger som har gått til anskaffelse av varmepumpe, og hva varmepumpeeierskap gjør med strømforbruket.

I beskrivelsen av hvem som har anskaffet varmepumpe, er vi spesielt opptatt av i hvilken grad økonomiske faktorer har påvirket denne utviklingen, og om den økte utbredelsen av varmepumper har forekommet i alle inntektsgrupper eller hovedsakelig i mer velstående familier. Siden effektiviteten i en luft-til-luft varmepumpe (som er den mest vanlig typen i norske hjem) reduseres kraftig med utetemperaturen, ønsker vi også å studere om husholdningene tar hensyn til dette når de velger å skaffe en varmepumpe.

Økt bruk av varmepumper er sett på som et viktig energieffektiviseringstiltak for å redusere forbruket av strøm. Varmepumper drives med strøm, men benytter i tillegg omgivelsesvarme (ofte fra uteluften) til å danne varme. Den energien man får igjen som varme er dermed større enn den energien varmepumpa bruker av

strøm. Det medfører at forbruket av strøm for å varme opp det samme arealet til en gitt temperatur reduseres ved bruk av varmepumpe i forhold til panelovner (heretter omtalt som energisparepotensialet). Vi vil dermed forvente at denne kraftige økningen i andelen husholdninger med varmepumpe vil føre til en betydelig reduksjon i husholdningenes strømforbruk alt annet likt.

Energisparepotensialet vil imidlertid føre til en reduksjon i fyringskostnadene etter at varmepumpen er anskaffet dersom husholdningene ikke endrer måten de varmer opp boligen på. Det blir billigere å bruke strøm relativt til andre energikilder når man har varmepumpe. Det trekkes i retning av at man ønsker å bruke mer strøm og mindre ved og olje i oppvarmingen. Dette omtales i økonomien som priseffekter. Kostnadsreduksjonen gjør også at husholdningene får mer penger igjen til andre formål etter at energiregningen er betalt, heretter omtalt som inntektseffekter. Denne inntektseffekten kan for eksempel gjøre at man ønsker å øke komforten ved å øke innetemperaturen eller bruke mindre tid og krefter på energisparetiltak. Alle disse adferdsendringene trekker strømforbruket opp, og vil gjøre at den faktiske energisparingen vil bli svakere enn energisparepotensialet i varmepumpa tilsier.

Adferdseffektene av energieffektiviseringstiltak kalles tilbakevirknings- eller rebound-effekter i den økonomiske faglitteraturen (se Bøeng mfl. 2012 og 2013 for en diskusjon av tilbakevirkningseffekter). For å vite hvor stor den faktiske energisparingen av et effektiviseringstiltak er, er det viktig å få anslag på hvor store disse adferdsendringene blir i ulike tilfeller, siden det er totaleffekten av tiltaket som er viktig for om man når målsetningen om redusert forbruk. I denne artikkelen vil vi bruke data på husholdningsnivå for å analysere hvilke effekter eierskap av varmepumpe har på husholdningenes energiforbruk. Vi vil bruke et økonomisk analyseverktøy for å kunne dekomponere effekten

Bente Halvorsen er forsker i Gruppe for miljøøkonomi (bente.halvorsen@ssb.no).

Bodil M. Larsen er forsker i Gruppe for miljøøkonomi (bodil.merethe.larsen@ssb.no).

¹ Arbeidet med denne artikkelen er finansiert innenfor Norges forskningsråds Renergi-program (prosjektet "Household response to multiple environmental policy instruments"). Under arbeidet har forfatterne også vært assosiert med forskningssenteret CREE - Oslo Center for Research on Environmentally friendly Energy. CREE er finansiert av Norges forskningsråd.

på strømforbruket av varmepumpeeierskap på ulike adferdskomponenter; som endring i innetemperatur og forbruk av alternativer til elektrisitet i oppvarmingen. Denne analysen hjelper oss dermed å forstå hvilke endringer husholdningene gjør i hverdagen sin etter å ha investert i varmepumpe og hvilke konsekvenser dette får for strømforbruket.

2. Data

Til denne analysen benytter vi data for 1111 husholdninger fra Forbruksundersøkelsen 2009. Forbruksundersøkelsen er en utvalgsundersøkelse som gjennomføres av Statistisk sentralbyrå, og i 2009 ble forbruksundersøkelsen utvidet med en tilleggsdel med spørsmål om energibruk. Fra hovedundersøkelsen har vi informasjon om utgifter til alle varer og tjenester, husholdnings- og boligkarakteristika som boligtype, antall husholdningsmedlemmer og boligareal. Fra energitillegget har vi informasjon om strømforbruk, oppvarmingsutstyr og andre forhold som påvirker energiforbruket i husholdningen, for eksempel hvor godt boligen er isolert, elektriske apparater, energispareadferd og innetemperatur. Informasjon om elektrisitetsforbruk er hentet fra elektrisitetsverkene. Informasjon om utetemperatur er hentet fra Meteorologisk institutt, og koblet til den enkelte husholdning etter bostedskommune. Energipriser er beregnet for den enkelte husholdning ved å benytte informasjon om utgift og kvantum fra Forbruksundersøkelsen. For husholdninger hvor denne informasjonen ikke er tilgjengelig, blir det tilordnet energipriser lik gjennomsnittet for husholdningene i kommunen. Tabell 1 viser gjennomsnitt, minimums- og maksimumsverdier i utvalget på 1111 husholdninger for de mest sentrale variable vi benytter i analysen.

Tabellen viser at elektrisitet er hovedenergitypen i norske husholdninger, og at variasjonen i elektrisitetsforbruket er svært stort. Forbruket av ved er også relativt stort, mens forbruket av fyringsoljer er langt mindre. Sammen med panelovner, elektriske varmekabler og vedovner, er varmepumper det mest vanlige oppvarmingsutstyret. Om lag 40 prosent av husholdningene har elektrisitet som hovedoppvarmingskilde og 20 prosent benytter ved som hovedoppvarming. Svært få husholdninger benytter olje til hovedoppvarming (4 prosent). Andelen av husholdningene som eier parafinovner er noe høyere (7 prosent). Dette betyr at andelen som eier oljebasert oppvarmingsutstyr nå er svært lav, og at en stor del av disse kun bruker dette utstyret som tilleggsoppvarming. Ved er fremdeles populært, og brukes i utstrakt grad til å varme opp norske hjem.

Vi ser at i dette utvalget eier 25 prosent av husholdningene en varmepumpe. Den mest vanlige typen er luft-luft varmepumpe (22 prosent), mens 3 prosent av husholdningene har en varmepumpe basert på vannbårene systemer (luft-, berg-, jord- eller sjøvarmepumpe). Over 75 prosent har installert elektrisk gulvvarme i minst ett rom. Nesten 82 prosent har mulighet for å fyre med ved, mens kun 5 promille har investert i pelletska-min. 5,5 prosent har eget sentralvarmeanlegg (enten

Tabell 1. Deskriptiv statistikk, 1111 husholdninger, 2009

	Gjennomsnitt	Min	Maks
Elektrisitetsforbruk (kWh)	19 044	1 272	56 221
Kjøp av ved (kWh)	4 186	0	42 000
Kjøp av fyringsolje (kWh)	733	0	58 480
Har varmepumpe (andel)	0,25	0	1
Eier luft-luft VP (andel)	0,22	0	1
Eier annen type VP (andel)	0,03	0	1
Har elektrisk gulvvarme (andel)	0,75	0	1
Har vedovn (andel)	0,82	0	1
Har pelletsovn (andel)	0,01	0	1
Har eget sentralvarmesystem (andel)	0,06	0	1
Har felles sentralvarmesystem (andel)	0,03	0	1
Antall elektriske ovner	3,39	0	16
Areal med elektrisk gulvvarme (m ²)	0,79	0	18
Antall vedovner	0,99	0	7
Antall oljeovner	0,07	0	10
Antall oppvarmingsalternativer	2,28	1	5
Elektrisitet er hovedoppvarming (andel)	0,41	0	1
Olje er hovedoppvarming (andel)	0,04	0	1
Ved er hovedoppvarming (andel)	0,20	0	1
Innetemperatur i stue en kald vinterdag (°C)	21,3	15,0	26,0
Utetemperatur februar (graddager) ¹	584,3	426	991
Boligareal (m ²)	141	8	480
Bor i enebolig	0,58	0	1
Bor i rekkehus eller flermannsbolig (andel)	0,09	0	1
Bor i blokkleilighet (andel)	0,13	0	1
Bor i våningshus (andel)	0,08	0	1
Antall år siden innflytting	13	0	76
Antall husholdningsmedlemmer	2,96	1	8
Antall inntektstakere	1,48	0	4
Bruker varmepumpe til kjøling om sommeren (andel)	0,062	0	1
Bruker mindre olje etter kjøp av varmepumpe (andel)	0,017	0	1
Varmepumpe kan varme opp hele boligen (andel)	0,16	0	1
Boligen er dårlig isolert (andel)	0,07	0	1
Boligen er godt isolert (andel)	0,66	0	1
Antall lag i vinduer	2,20	1	9
Bruker nattsenkning (andel)	0,48	0	1
Har sparedusj (andel)	0,66	0	1
Energirutgifter inkludert i husleie (andel)	0,29	0	1
Elektrisitetsutgifter betales av arbeidsgiver (andel)	0,01	0	1
Alder hovedinntektstaker	47,74	19	87
Elektrisitetspris (kr/kWh)	0,83	0,002	5,16
Vedpris (kr/sekk)	67,18	8,33	312,50
Fyringsoljepris (kr/liter)	10,30	4,67	60,00
Total forbruksutgift (kr)	482 934	68 108	2 876 670

¹ Utetemperaturen er her målt som summen av antall graddager i februar. En graddag er en måleenhet som tilsvarer forskjellen mellom et døgnns gjennomsnittlig utetemperatur og en referansetemperatur (her 17°C). Det vil si at hvis middeltemperaturen er -1°C så gir dette 18 graddager, altså jo kaldere jo høyere graddager. Middeltemperaturer som overstiger referansetemperaturen bidrar ikke.

Kilde: Forbruksundersøkelsen 2009, Statistisk sentralbyrå.

fyrt med elektrisitet, fyringsoljer og/eller biobrensel), mens 3,4 prosent har felles sentralvarmeanlegg med andre husholdninger. Vi har også telt opp hvor mange

typer oppvarmingsutstyr en husholdning har, og i gjennomsnitt har de noe over to ulike alternativer i oppvarmingen. Noen husholdninger kan kun bruke elektriske ovner, mens husholdningene med flest alternativer kan bruke 5 ulike typer oppvarmingsutstyr til å varme opp boligen sin.

Gjennomsnittlig temperatur i stua om morgenen på en kald vintermorgen er om lag 21,3 °C. Når det gjelder utetemperaturer ser vi at gjennomsnittet er nærmere minimums- enn maksimumstemperaturen. Det betyr at det er flere husholdninger som bor i områder med betydelig større oppvarmingsbehov enn andre, og dette kan få betydning for kjøp av varmepumpe.

Gjennomsnittlig boligareal er litt over 140 m²; den minste boenheten er på 8 m² mens den største er på 480 m². De fleste husholdningene i dette utvalget bor i eneboliger og har i gjennomsnitt bodd i den nåværende boligen i 13 år. Gjennomsnittlig husholdningsstørrelse er nesten 3 i dette utvalget, mens gjennomsnittlig antall inntektstager er nesten 1,5.

Det er også en del variasjon mellom husholdningene når det gjelder hvordan de bruker en eventuell varmepumpe og ulike former for energisparetiltak. Drøyt 6 prosent av husholdningene benytter varmepumpe til kjøling om sommeren, og 1,7 prosent av husholdningene sier at de bruker mindre fyringsolje etter at de har skaffet varmepumpe.² Når det gjelder energispareadferd er det mest vanlig med nattsenkning og bruk av sparedusj.

Tabell 1 viser at gjennomsnittlig strømpris er 83 øre per kWh, og at strømprisen varierer betydelig. Det skyldes at vi beregner strømprisen som strømutgifter dividert på strømforbruk. Husholdninger som ikke betaler for strømmen selv (betales av arbeidsgiver eller av det offentlige) får da en strømpris lik 0 og husholdninger som har et veldig lavt forbruk relativt til størrelsen på fastleddet i nett- og kraftprisen får en høy strømpris. Gjennomsnittlig vedpris er litt over 67 kroner per sekk (70 liter) og gjennomsnittlig pris per liter parafin/fyringsolje er litt over 10 kroner. I dette datamaterialet har vi ikke informasjon om husholdningenes samlede inntekter, men siden det vil være stor grad av samsvariasjon mellom husholdningenes samlede utgifter i løpet av et år og hva de har av inntekt (differansen er sparing/lån) bruker vi husholdningens samlede utgifter som indikator på inntekten i denne studien. Gjennomsnittet av de samlede utgiftene i løpet av et år for husholdningene i dette utvalget er 483 000 kroner, og varierer fra hundre tusen til nesten tre millioner. Til slutt ser vi at gjennomsnittsalderen til hovedinntektstageren i dette utvalget er nesten 48 år, og at alderen varierer fra 19 til 87 år.

3. Hvem eier varmepumpe?

I denne analysen ønsker vi bl.a. å finne hvilke faktorer som øker sannsynligheten for at en husholdning skal eie varmepumpe. Vi benytter en Probit regresjonsanalyse (Greene, 1993) for å beregne hvordan en faktor påvirker denne sannsynligheten når man også tar hensyn til at det er mange andre faktorer som er viktige. Dataene beskrevet ovenfor er benyttet for å estimere sannsynligheten for å eie varmepumpe for husholdningene i utvalget. Vi benytter data for alle typer varmepumper, men siden hovedtyngden av disse er luft-til-luft-varmepumper (se tabell 1) vil resultatene i hovedsak reflektere hvordan ulike faktorer påvirker forekomsten av disse i den norske befolkningen.

I estimeringen legger vi vekt på tre ulike typer faktorer. For det første er vi opptatt av om sannsynligheten for å eie varmepumpe avhenger av priser og inntekt. Dette er viktig informasjon for å vite om det er økonomiske forhold som har drevet utviklingen i andelen husholdninger som har investert i varmepumpe. Vi er også opptatt av om sannsynligheten for å eie varmepumpe er lavere i områder av landet hvor det er kaldt, og hvor energieffektiviteten til varmepumpen er dårligere. Til slutt ønsker vi å vite hvordan sammensetningen av oppvarmingsutstyr påvirker beslutningen. Spesielt er vi opptatt av hvordan ulikt oppvarmingsutstyr og ulik bolig påvirker effekten av endringer i priser og inntekt. Resultatene fra denne estimeringen er vist i tabell 2.

Det er en rekke karakteristika ved husholdningen og boligen som påvirker sannsynligheten for å eie varmepumpe, både direkte og via energiprisene. Stort oppvarmingsbehov øker sannsynligheten for å eie varmepumpe. Spesielt ser vi av tabell 2 at husholdninger i store eneboliger har høyere sannsynlighet enn andre husholdninger for å eie varmepumpe, mens det er motsatt for husholdninger i blokkleilighet. Vi ser også at dersom boligen er godt isolert reduserer dette sannsynligheten for å eie en varmepumpe og at jo mer husholdningen baserer seg på alternativer til elektrisitet i oppvarmingen, jo lavere er sannsynligheten for å eie varmepumpe. Dette kan indikere at mange husholdninger som bruker mye strøm til å varme opp boligen kjøper varmepumpe for å redusere strømutgiftene. Sannsynligheten for å eie varmepumpe er høyere jo eldre personen i husholdningen er. Det er også en relativt liten, men signifikant, koeffisient for antall elektriske varmeovner på sannsynligheten for å eie varmepumpe. Det indikerer at husholdningene reduserer antall panelovner og andre elektriske varmeovner i boligen noe når de skaffer seg en varmepumpe.

Med hensyn til temperatureffekten, ser vi at vi ikke finner noen signifikante effekter av utetemperatur i februar (som var den gjennomsnittlig kaldeste måneden i dette datamaterialet) på sannsynligheten for å eie en varmepumpe.³ Det kan være to årsaker til dette. For det

² Blant husholdningene med varmepumpe benytter 25 prosent varmepumpa til kjøling om sommeren.

³ Vi forsøkte mange ulike kombinasjoner av utetemperatur pr måned, men dette var den som ble mest signifikant.

Tabell 2. Sannsynligheten for å eie varmepumpe

	Koeffisient	p-verdi
Konstant	-1,218	0,030
Karakteristika:		
Boligareal (m ²)	0,004	0,000
Boligen har god isolering (0, 1)	-0,398	0,001
Enebolig (0, 1)	0,878	0,000
Blokkleilighet (0, 1)	-0,810	0,034
Egen sentralfyr (0, 1)	-0,893	0,000
Antall ovner basert på parafin	-0,623	0,011
Antall elektriske ovner	-0,091	0,000
Utetemperatur i februar (graddager i 1000)	-0,444	0,521
Alder på hovedinntektstaker i husholdningen (år)	0,008	0,062
Elektrisitetspris:		
Direkte priseffekt	0,333	0,076
Elektrisitet er hovedoppvarming (0, 1)	-2,243	0,000
Våningshus (0, 1)	0,705	0,014
Pris på fyringsoljer:		
Direkte priseffekt	0,005	0,644
Olje er hovedoppvarming (0, 1)	-0,145	0,003
Pris på ved:		
Direkte priseffekt	0,004	0,088
Ved er hovedoppvarming (0, 1)	-0,026	0,000
Total forbruksutgift	-0,008	0,698

Kilde: Statistisk sentralbyrå.

første kan det skyldes at man ikke tar hensyn til at varmepumpen er mindre effektiv i de kaldeste vintermånedene når man investerer i en varmepumpe. Bor man i kalde områder er imidlertid fyringssesongen lengre og varmepumpen kan brukes i de mindre kalde periodene. Det kan også tenkes at dette resultatet skyldes tilfeldigheter, som for eksempel at det var spesielt kaldt i deler av landet hvor det normalt ikke er så kaldt akkurat dette året. Uavhengig av hva som er årsaken, kan vi ikke fra denne studien slutte at husholdningene har tatt inn over seg at varmepumpene blir mindre effektive når det er kaldt i sin beslutning om de skal investere i en varmepumpe. Det kan også være noe av forklaringen på at koeffisienten for antall elektriske varmeovner er såpass liten, fordi de fleste husholdningene velger å beholde de elektriske varmeovnene som forsikring i de kaldeste periodene av vinteren.

Vi finner ingen signifikant inntektseffekt på sannsynligheten for å eie varmepumpe. Dette kan skyldes at inntektsnivået har flere effekter på beslutningen om å investere i varmepumpe som trekker i hver sin retning; det koster penger å kjøpe varmepumpe, men samtidig kan husholdningen ha en forventning om å spare inn denne utgiften i fremtiden. Vi kan uansett slutte at varmepumper brukes i alle lag av befolkningen ved at husholdninger i alle inntektsgrupper har tilnærmet den samme sannsynligheten for å eie en varmepumpe.

Resultatene over indikerer at mange har investert i en varmepumpe for å redusere fyringsgiftene. Dette bekreftes av estimatene av priseffektene. Den direkte effekten av energipriser, både på elektrisitet, ved og fyringsoljer, skjer ved at høye priser øker sannsynligheten

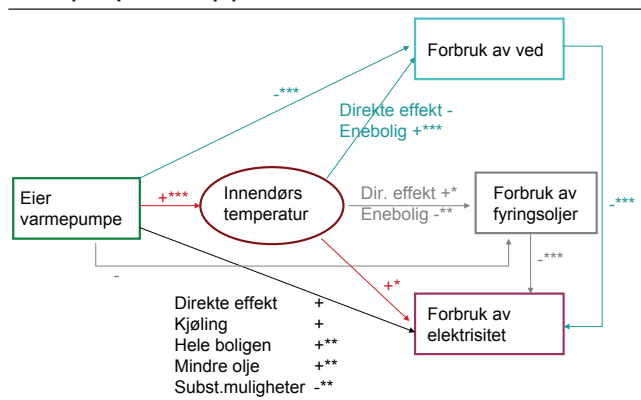
for å investere i varmepumpe. Dette skyldes at høye energipriser innebærer høye oppvarmingskostnader og dermed økt potensial for sparing ved energieffektivisering. Vi ser også en del heterogenitet i hvordan energiprisene påvirker sannsynligheten for å eie varmepumpe. Dersom husholdningen bruker olje eller ved som hovedoppvarming, reduseres denne prisleiligheten. Dette betyr at dersom husholdningen benytter ved som hovedoppvarming er sannsynligheten for å eie varmepumpe ikke så følsom for endringer i vedprisen som dersom husholdningen ikke hadde hatt ved som hovedkilde. Vi ser også at jo høyere elektrisitetspris, jo høyere er sannsynligheten for å eie varmepumpe. Dersom elektrisitet er hovedoppvarmingskilde reduseres imidlertid denne følsomheten kraftig. Det betyr at dersom man bruker mye strøm i oppvarmingen, vil strømutgiftene utgjøre en større andel av totalutgiftene alt annet likt, og man vil ha et større sparepotensial uavhengig av strømprisen.

4. Hvordan påvirker varmepumpeeierskap strømforbruket?

Det neste spørsmålet er hvordan varmepumpeeierskap påvirker husholdningenes energiforbruk, og hvor mye av energisparepotensialet i pumpa som blir spist opp av atferdsendringer. For å kvantifisere hvordan varmepumpeeierskap påvirker strømforbruket utvikler vi en adferdsmodell som gjør det mulig å få et anslag på de ulike adferdseffektene. Halvorsen og Larsen (2013) gir en nærmere beskrivelse av modellen. Denne modellen brukes for å dekomponere effektene på elektrisitetsforbruket av å eie varmepumpe i ulike adferdskomponenter: Har husholdninger med varmepumpe forskjellig innetemperatur sammenlignet med andre husholdninger, har de en annen energispareadferd, og bruker de mindre ved og fyringsoljer?

Den empiriske analysen er foretatt i tre trinn. Først estimeres hvordan innetemperaturen varierer mellom husholdninger med ulikt utstyr (inkludert varmepumper), boligtyper og behov. Denne delen av analysen gir svar på hvordan varmepumpeeierskap påvirker valg av innetemperatur i boligene. Deretter estimeres hvordan varmepumpeeierskap og innetemperatur påvirker husholdningenes forbruk av ved og fyringsoljer (som er de to største alternativene til elektrisitet i oppvarmingen i norske hjem), korrigert for forskjeller i behov og muligheter. Denne delen av analysen gir svar på hvordan varmepumpeeierskap påvirker forbruket av alternativer til elektrisitet i oppvarmingen, inkludert adferdsendringer som stammer fra endringer i innetemperaturen. I det siste trinnet av analysen ser vi på hvordan varmepumpeeierskap påvirker strømforbruket, når vi tar hensyn til at husholdningene har ulike behov for strøm til oppvarming (areal, boligtype) og til andre formål som elektriske husholdningsapparater og varmtvann (i tillegg til de endringene varmepumpeeierskap medfører på innetemperatur og forbruk av alternativer til

Figur 1. Skisse av estimeringsresultatene for hvordan varmepumpeeierskap påvirker strømforbruk



* indikerer at koeffisienten er signifikant på 10 prosents nivå,
 ** signifikans på 5 prosents nivå og *** signifikans på 1 prosents nivå.

Kilde: Halvorsen og Larsen (2013), Statistisk sentralbyrå

strøm i oppvarmingen).⁴ Alle estimeringene og beregningene er dokumentert i Halvorsen og Larsen (2013). I denne artikkelen vil vi først og fremst fokusere på hvordan varmepumpeeierskap påvirker energiforbruket gjennom disse mekanismene. Vi vil derfor konsentrere beskrivelsen av resultatene rundt disse sammenhengene. For en mer detaljert beskrivelse av de resterende estimeringsresultatene, se Halvorsen og Larsen (2013).

Hovedtrekkene i hvordan varmepumpeeierskap påvirker husholdningenes strømforbruk er skissert i figur 1. Figuren viser hvilke påvirkningsmekanismer vi har modellert i denne analysen, samt fortegnen og signifikansen til den estimerte sammenheng. Fra første trinn finner vi en positiv og svært signifikant sammenheng mellom innetemperatur og varmepumpeeierskap. I våre estimeringer fant vi at husholdninger med varmepumpe i gjennomsnitt holder en innetemperatur som er 0,4°C høyere enn husholdninger som ikke har varmepumpe. Dette resultatet finner vi igjen også i andre datasett, hvor husholdninger med varmepumper holder en klart høyere innetemperatur enn husholdninger som ikke har varmepumpe (se for eksempel Dalen og Halvorsen, 2013a og b). Det betyr at husholdninger med varmepumper tar ut en del av pengene de sparer på energieffektiviseringen i høyere komfort via mindre strømsparing og høyere innetemperatur.

I trinn to finner vi at varmepumpeeierskap har en negativ effekt både på bruken av ved og fyringsolje, men kun effekten på vedforbruket er statistisk signifikant. Det betyr at de som eier en varmepumpe bruker signifikant mindre ved enn andre husholdninger. Når det gjelder hvordan innetemperaturen påvirker ved- og oljeforbruket, måtte vi dele opp effekten etter om husholdningen bor i en enebolig eller ikke. Den totale effekten av økt innetemperatur er negativ for både ved- og fyringsoljeforbruket. Det betyr at husholdninger som fyrer mye med ved og fyringsolje i gjennomsnitt holder

⁴ Se Halvorsen og Larsen (2013) for en beskrivelse av hvordan selvseleksjon som følger av at sannsynligheten for varmepumpeeierskap avhenger av oppvarmingsbehov vil påvirke estimeringen, og hvordan det er korrigert for i analysen.

Tabell 3. Dekomponering av predikert effekt på elektrisitetsforbruket av å eie varmepumpe, kWh, 2009

	Effekt på elektrisitetsforbruket (kWh)
A. Direkte effekter av å eie varmepumpe	
Konstant	2 546
Bruker varmepumpa til kjøling om sommeren (0, 1)	72
Kan bruke varmepumpa til å varme hele boligen (0, 1)	274
Bruker mindre olje etter kjøp av varmepumpe (0, 1)	59
Antall substitusjonsmuligheter	-3 714
B. Indirekte effekter av å eie varmepumpe	
Innetemperatur	484
Fyringsoljeforbruk	204
Vedforbruk	370
C. Total effekt av å eie varmepumpe	
	295

Kilde: Halvorsen og Larsen (2013), Statistisk sentralbyrå.

en lavere innetemperatur enn andre husholdninger. Dette kan skyldes at de som bruker mye ved ofte bruker elektrisitet til å varme boligen til en temperatur som er litt lavere enn det som er komfortabelt, for så å fyre med ved til en behagelig temperatur når de er hjemme. Dette er trolig også et fyringsmønster som er relativt vanlig blant husholdninger som fremdeles bruker parafinovner, slik at vi finner det samme resultatet for oljeforbruket.

Til slutt, i det siste trinnet, ser vi hvordan alle disse effektene påvirker strømforbruket, i tillegg til de direkte effektene av varmepumpeeierskap på strømforbruket. Først ser vi av figur 1 at økt innetemperatur øker strømforbruket signifikant. Det betyr at en del av energisparepotensialet i å investere i en varmepumpe vil forsvinne i at husholdninger med varmepumpe velger å holde en høyere innetemperatur, noe som gir økt strømforbruket alt annet likt. Vi ser også at økt ved- og oljeforbruk begge har en negativ og klart signifikant effekt på strømforbruket. Det innebærer at den reduksjonen i ved og oljeforbruket vi ser skjer hos husholdninger med varmepumper også øker strømforbruket partielt, og dermed spiser opp en del av energisparepotensialet. Til slutt ser vi på de direkte effektene vi finner av varmepumpeeierskap på strømforbruket. Vi har delt den direkte effekten av varmepumpeeierskap på strømforbruket i flere effekter, etter hva vi har mulighet til å identifisere i dette datamaterialet. Vi finner bl.a. at husholdninger som bruker varmepumpen til kjøling om sommeren bruker mer strøm enn andre husholdninger med varmepumpe, selv om denne effekten er liten og ikke statistisk signifikant.⁵ Vi finner også at de som varmer hele boligen med varmepumpen bruker mer strøm enn andre husholdninger med varmepumpe. Vi har dessverre ikke nok informasjon i datamaterialet til å finne årsaken til dette, men det kan skyldes at disse husholdningene velger å ta ut

⁵ Det er relativt få husholdninger som bruker varmepumpen til kjøling. I tillegg er norske somre sjelden så varme at strømforbruket til kjøling vil bli veldig stort.

en større del av energisparepotensialet i økt komfort og redusert spareadferd utover det vi fanger opp via endringer i innnetemperaturen. Vi hadde også et spørsmål til husholdninger med varmepumpe om de brukte mindre olje etter at de kjøpte varmepumpen. Vi finner at de husholdningene som svarte ja på dette spørsmålet bruker signifikant mer strøm enn andre husholdninger med varmepumpe. Dette er en tilleggseffekt på strømforbruket som kommer utover den indirekte effekten av redusert ved og oljeforbruk (estimert på trinn 2). Alle disse effektene trekker i retning av økt strømforbruk, og bidrar til å redusere hvor stor del av energisparepotensialet som faktisk realiseres i gjennomsnitt. Vi har bare klart å identifisere en effekt av varmepumpeeierskap som trekker i retning av redusert strømforbruk, og det er effekten av å ha mange substitusjonsmuligheter i oppvarmingen, målt ved hvor mange typer oppvarmingsutstyr husholdningen har installert. Vi finner en klar og negativ effekt på strømforbruket av denne variabelen, noe som impliserer at husholdninger som har mange alternativer til varmepumpen i oppvarmingen klarer å spare mer strøm sammenlignet med andre husholdninger med varmepumpe.

Ved hjelp av disse resultatene og gjennomsnittsverdier for variablene, kan vi beregne effekten på elektrisitetsforbruket av de ulike komponentene og den totale effekten av varmepumpeeierskap på strømforbruket. Disse beregningene er gjengitt i tabell 3. Tabellen viser flere sterke adferdseffekter hos husholdninger som har anskaffet varmepumpe, både direkte og indirekte. De indirekte effektene på strømforbruket gjennom økt innnetemperatur og redusert forbruk av ved og fyringsoljer, er relativt store. Den sterkeste av disse effektene er den direkte effekten av økt innnetemperatur på strømforbruket.⁶ Til sammen gjør disse adferdsendringene via endringer i innnetemperaturen og forbruket av alternativer til strøm i oppvarmingen at strømforbruket er litt over tusen kWh høyere i året i gjennomsnitt for husholdninger som eier en varmepumpe sammenlignet med husholdninger som ikke har varmepumpe.

Når det gjelder de direkte effektene, har vi to effekter som skiller seg ut: Effekten via konstantleddet, som fanger opp alle effekter av adferdsendringer som ikke er spesifisert med egne variable, og effekten av å ha mange substitusjonsmuligheter i oppvarmingen. Vi ser at vi har mange uforklarte adferdsendringer som fører til en økning i strømforbruket. Dette kan for eksempel være at en del husholdninger ikke blir like opptatt av å bruke nattsenkning, slukke lys, lukke dører og/eller spare dusjvann etter at man har skaffet seg varmepumpe. Dessverre har vi ikke nok informasjon i data-materialet til identifisere disse effektene hver for seg. Den andre store direkte effekten, er effekten av å ha mange substitusjonsmuligheter i oppvarmingen. Denne effekten er så stor at summen av de direkte effektene av

varmepumpeeierskap på strømforbruket i gjennomsnitt bidrar til redusert strømforbruk.

Den negative direkte effekten av varmepumpeeierskap på strømforbruket er imidlertid ikke stor nok til å oppveie de store positive indirekte effektene via økt innnetemperatur og redusert forbruk av ved og fyringsoljer. I sum finner vi derfor en liten økning i elektrisitetsforbruket for husholdninger som eier varmepumpe. Effekten er imidlertid liten i forhold til usikkerheten i de estimerte koeffisientene, og vi konkluderer derfor at husholdninger med varmepumpe har tilnærmet det samme nivået på elektrisitetsforbruket som andre husholdninger.

5. Konklusjon

De siste ti årene har vi sett en kraftig vekst i andelen husholdninger som har skaffet seg varmepumpe, og denne utviklingen har skjedd svært raskt og tilnærmet uten offentlige virkemidler. Vi har ikke sett tilsvarende strukturell endring i oppvarmingsteknologien i norske hjem siden overgangen fra ved og olje til elektrisitet på 1970- og 80-tallet. I denne analysen har vi sett på hva som karakteriserer husholdninger som har anskaffet seg en varmepumpe og hvilke effekter varmepumpeeierskap har på husholdningenes energiforbruk.

Resultatene indikerer at utviklingen i stor grad har vært drevet av kostnadshensyn. Husholdningene har investert i varmepumper av økonomiske hensyn for å spare fyringsutgifter og/eller øke komforten uten å øke kostnadene. Resultatene indikerer at det i hovedsak er husholdninger med stort behov for oppvarming, og dermed større potensial for å spare ved en investering i en varmepumpe, som har drevet den kraftige veksten vi har sett i andelen husholdninger med varmepumpe. Vi finner heller ingen støtte for at det i hovedsak er de som har høy inntekt som har investert i varmepumper. Det virker som varmepumper har slått an i alle samfunnslag.

Resultatene fra denne analysen indikerer også at husholdninger som eier varmepumper i gjennomsnitt bruker tilnærmet like mye strøm som andre husholdninger. Dette impliserer at hele energisparepotensialet av varmepumpe motsvares av økt strømforbruk på grunn av adferdsendringer, noe som impliserer at vi har betydelige rebound-effekter.⁷ Vi finner tilsvarende indikasjoner i andre data, ved at husholdninger med varmepumper holder høyere innnetemperatur enn spesielt husholdninger som bruker mye ved (se Dalen og Halvorsen, 2013a og b). Analysene i Dalen og Halvorsen (2013a og b) indikerer også at årsaken til disse store adferdsendringene er at en stor andel av norske husholdninger holder en lavere innnetemperatur enn det de synes er behagelig for å spare energi, penger, miljø og/eller ressurser. Det

⁶ Effekten av økt innnetemperatur via endringer i ved- og oljeforbruket er inkludert i tallet for effekten via reduksjoner i ved- og oljeforbruket.

⁷ Dette er et relativt robust resultat med hensyn til metode, og er det samme som vi finner dersom vi sammenligner gjennomsnittsforkbruket i husholdninger med og uten varmepumper (Bøeng mfl. 2011, Bøeng mfl. 2013) og dersom vi kjører en regresjon (uten den store adferdsmodellen) av varmepumpeeierskap på strømforbruket.

gjør at når man får dekket disse motivene ved å investere i en varmepumpe, velger en stor andel av disse husholdningene å ta dette ut i økt komfort.

Vi vil generelt forvente at rebound-effektene er størst i situasjoner hvor man får en stor nytteøkning av en gitt økning i forbruket. Derfor blir rebound-effektene av at en stor andel av husholdningene fryser litt på kalde vintermorgener så store. Man finner det samme resultatet i andre studier; for eksempel i en studie av økt bruk av varmepumper i danske sommerhus (Gram-Hanssen mfl. 2012) og for nye og mer energieffektive air-condition anlegg i Mexico (Davis mfl. 2012).

Et annet viktig funn i denne studien er at det kun er de husholdningene som har mange ulike alternative oppvarmingskilder som i gjennomsnitt bruker mindre strøm enn husholdninger som ikke har varmepumpe. Dette indikerer at det er viktig å ha alternativer til strøm i oppvarmingen gjennom en kald norsk vinter for å fullt ut kunne dra nytte av energisparepotensialet som eksisterer i varmepumpa.

Det er viktig å påpeke at selv om mye av energisparepotensialet spises opp av adferdsendringer, betyr ikke dette at den økte bruken av varmepumper ikke er et gode for det norske folk. Energieffektiviteten har gått opp, ved at man bruker mindre energi for å varme opp det samme rommet til en gitt temperatur (selv om denne har økt); både fordi varmepumpa er mer energieffektiv enn panelovner og fordi man bruker mindre ved og fyringsoljer (som har en lavere energieffektivitet enn både panelovner og varmepumper). Norske husholdninger ønsker varmepumper nettopp fordi de ser på den som et gode, og det er hovedgrunnen til at så mange har gått til anskaffelse av dem i løpet av svært få år. Men analysen viser også at det ikke er opplagt at dette har ført til en reduksjon i strømforbruket.

Referanser

Bøeng, A.C., B. Halvorsen og B.M. Larsen (2011): Vil subsidiering av energieffektivt utstyr løse miljøproblemene?. *Økonomiske analyser* 2011/5, Statistisk sentralbyrå.

Bøeng, A.C., B. Halvorsen og B.M. Larsen (2013): Fører energieffektivisering til uønskede adferdsendringer?. *RØST*, skriftserie fra Radikalt økonominettverk, nr. 1 2013.

Dalen, H.M. og B.M. Larsen (2013): Residential end-use electricity demand: Development over time. Discussion papers 737, Statistisk sentralbyrå.

Dalen H.M. og B. Halvorsen (2013a): *Ta hjemmetempen: Rapport fra Forskningskampanjen 2012*, Rapporter 19/2013, Statistisk sentralbyrå.

Dalen og Halvorsen (2013b):, Vi fryser for å spare energi, *Økonomiske analyser* 2013/2, Statistisk sentralbyrå.

Davis, L., A. Fuchs og P. Gertler (2012): Cash for Coolers, NBER Working Paper NO. 18044, May 2012.

Gram-Hanssen, K., T.H. Christensen, P.E. Petersen (2012): Air-to-air heat pumps in real-life use: Are potential savings achieved or are they transformed into increased comfort?, *Energy and Buildings* 53, 64-73.

Greene, W. (1993): *Econometric analysis*. Second addition, MacMillian Publishing company, New York.

Halvorsen, B. og B.M. Larsen (2013): How do investments in heat pumps affect household energy consumption? Discussion papers, Statistisk sentralbyrå.