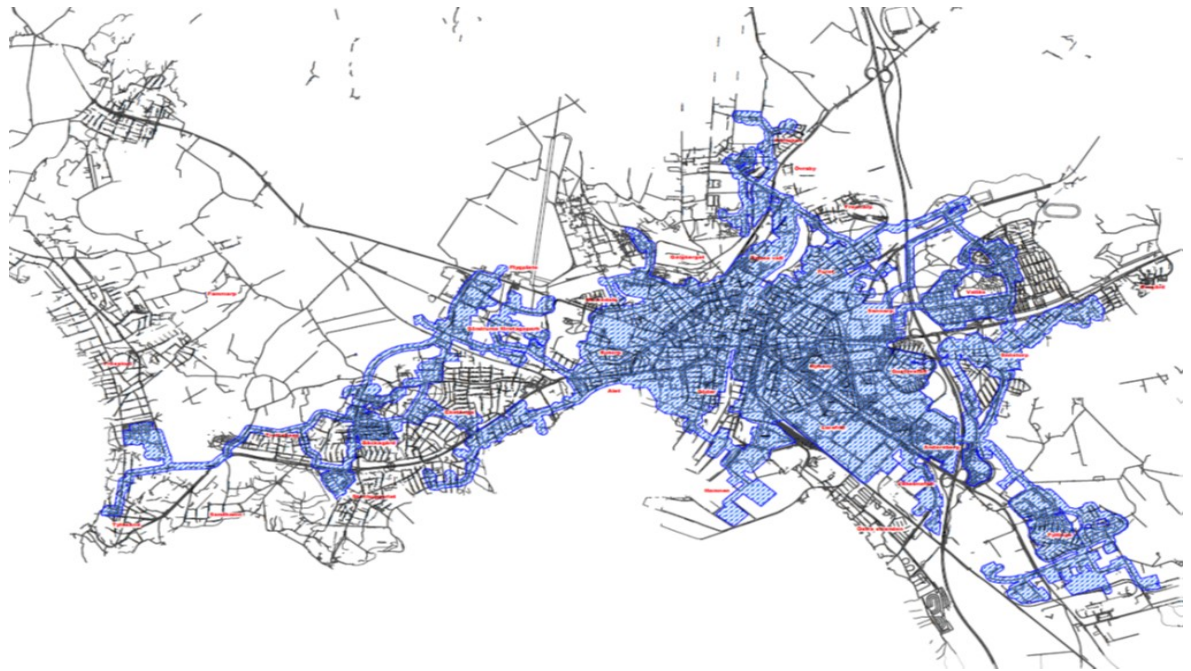


Examensarbete

Energiingenjör 180 hp



En effekt- och kostnadsanalys av bostäder i Halmstad med olika uppvärmningssystem

A power and cost analysis for residentials in Halmstad with different heating systems

Energiteknik 15 hp

Halmstad 2020-05-29

Viktor Palmgren och Ted Benjaminsson



HÖGSKOLAN
I HALMSTAD

Abstract

With an increasing share of green intermittent power and the upcoming discontinuance of nuclear reactors the electricity demand of today's Swedish society could become hard to purvey for net grid owners. When the risk for capacity and power shortages are growing and the proceedings of new powerlines are long, new strategies are needed to keep stability in the grids. According to the Swedish energy authority the residential sector plays a major part where both energy- and resource efficiency, together with increased knowledge of energy usage, is necessary to reach several societal goals. Therefore, this report aims to investigate the difference in power demand between residential buildings in Halmstad based on their heating systems and the economic effects of a power tariff implementation. The study is carried out together with Halmstad Energi och Miljö Nät, who operates the electricity grid in Halmstad's urban areas and provides information of their customers for the aim of this study. The results show a significant difference in power demand between residential buildings, where the method of heating could have a major effect on the power grids capacity and be used as means for power peak reductions. An implementation of power tariffs favors residential buildings with a low power demand, where high demands can lead to expensive bills and force owners to reallocate their demands.

Sammanfattning

I samband med en ökad tillväxt och elektrifiering av samhället där andelen grön intermitterent elkraft ökar och kärnkraften avvecklas kan efterfrågan på el vid topplasttimmar bli svårhanterliga för elnätsägare. Med en ökad risk för både effekt- och kapacitetsbrist i södra Sverige och långa handläggningstider vid utbyggnation av stam- och regionnät behöver nya åtgärder för att upprätthålla stabila elnät undersökas och analyseras. Energimyndigheten anser att bostadssektorn spelar en viktig roll där både energi- och resurseffektivisering samt en ökad kunskap kring elanvändning är nödvändigt för att uppnå flera samhällsmål.

Rapporten ämnar därmed att undersöka och belysa elbehovet för bostäder med olika uppvärmningssystem i Halmstad samt ta reda på hur en effekttariff kan påverka bostäders ekonomiska situation jämfört med dagens säkringstariff. Studien utförs tillsammans med Halmstad Energi och Miljö Nät som driver elnätet i Halmstads tätort med omnejd, varav rapportens undersökta bostäder ligger inom koncessionsområdet.

Resultatet påvisar en markant skillnad i elanvändning mellan bostäderna, speciellt under kalla årstider, där valet av uppvärmningssystem kan påverka effektbehovet inom koncessionsområdet avsevärt samt reducera effekttoppar. Resultatet belyser även effekttariffens inverkan på bostädernas månadskostnad där tariffen gynnar bostäder med ett lågt elbehov samt ger ekonomiska incitament för lastförflyttning under höglastperioder.

Förord

Examensarbetet representerar slutet på vår treåriga utbildning på Energiingenjörsprogrammet (180 HP) och kan ses som en möjlighet för oss att forska inom valfritt energiområde. Vi har därmed valt att utföra en fallstudie inom elkraft med inriktning på bostadssektorn då det är av stort intresse för oss samt representerar vårt program väl.

Examensarbetet har utförts i samarbete med Halmstad Energi och Miljö Nät som välkomnat oss och bidragit med en härlig arbetsmiljö under våren. Ett extra stort tack till Jon Karlsson som guidat oss genom hela arbetet, Alexander Örning som kvalitetsgranskat så studien ligger i HEM:s intresse, Mikael Olin för din expertis inom fjärrvärme, Jonas Stenberg för din expertis inom elkraft och Lars-Håkan Axelsson som bistått oss med validitetskontroller.

Vi vill även tacka vår handledare Helge Averfalk som bistått oss med både hjälp och stöd genom hela forskningsperioden vilket även kan ha lett till en del sena nätter, det ber vi om ursäkt för. Hans engagemang och nyfikenhet i vårt arbete har gett oss både ny energi och nya infallsvinklar vilket har varit viktiga faktorer för att slutföra studien.

Slutligen ett tack till Martin Storm på Boverket som var väldigt behjälplig och tillmötesgående samt bistod oss med vital information från Halmstads energideklarationer.

Innehållsförteckning

1	Inledning	1
1.1	Bakgrund.....	1
1.2	Syfte & Mål.....	1
1.3	Avgränsningar.....	2
2	Teori	3
2.1	Uppvärmningssystemens funktion.....	3
2.1.1	Fjärrvärmesystem.....	3
2.1.2	Markvärmepumpar.....	3
2.1.3	Luft-vattenvärmepump.....	3
2.1.4	Direktverkande el.....	3
2.2	Effekt- och kapacitetsbrist.....	3
2.3	Effekttariffer.....	6
2.3.1	Kundfaktorer vid val av uppvärmningssystem.....	7
3	Metod	8
3.1	Datainsamling.....	8
3.2	Effektberäkningar.....	11
3.3	Kostnadsberäkningar för säkringstariff.....	12
3.4	Kostnadsberäkningar för effekttariff.....	12
3.5	Kostnadsberäkningar för fjärrvärmens värmeeffekt.....	13
3.6	Beräkningar för investeringskostnader och anslutningsavgifter.....	14
4	Resultat	14
4.1	Jämförelse av elanvändning.....	14
4.2	Kostnadsjämförelser exklusive investeringskostnader.....	19
4.3	Kostnadsjämförelser inklusive investeringskostnader.....	23
5	Diskussion	27
5.1	Datainsamling.....	27
5.2	Effektbehov och kostnader.....	28
5.2.1	Fjärrvärme.....	29
5.2.2	Markvärmepumpar.....	29
5.2.3	Luft-vattenvärmepump.....	29
5.2.4	Direktverkande el.....	30
5.2.5	Flerbostadshus.....	31
5.3	Fortsatt forskning.....	31
6	Slutsats	31
7	Referenser	32
8	Bilaga 1 – Säkringstariffer och fjärrvärmepriser	34

Nomenklatur

A_{temp} – Den invändiga arean för våningsplan, vindsplan och källarplan som värms till mer än 10°C i byggnaden [m²]

DE – Direktverkande el

DUT – Dimensionerande utetemperatur

Ei – Energimarknadsinspektionen

ET – Effekttariff

FV – Fjärrvärme

HEM – Halmstads Energi och Miljö

HL – Höglast

I – Investeringskostnad [kr]

K_{ET} – Månadskostnad med effekttariff

$K_{\dot{Q}}$ – Månadskostnaden för fjärrvärmens värmeeffekt

K_{ST} – Månadskostnad med säkringstariff

LL – Låglast

LV – Luft-vattenvärmepump

M – Markvärmepump

n – Privatlånets återbetalningstid [år]

NCM – Nordic Council of Ministers

q – Inflation [%]

r_n – Nominell ränta [%]

r_r – Realränta [%]

ST – Säkringstariff

SVK – Svenska Kraftnät

1 Inledning

Kapitlet beskriver bakgrunden till rapporten tillsammans med syfte, mål och avgränsningar.

1.1 Bakgrund

Dagens samhällen utvecklas i en enorm takt, industrier etablerar sig och befolkningmängden ökar vilket leder till en förhöjd elanvändning. Det kan skapa svårigheter med balanshålningen på elnätet mellan produktion och förbrukning, framförallt med en nedläggning av kärnkraftverk samt ökad andel intermittent och väderberoende elkraft (Svenska Kraftnät, 2017). Då risken för effektbrist kan uppstå under riktigt kalla vinterdagar kan konsumenter komma att behöva vara mer flexibla i sin elanvändning och reagera efter de prissignaler som marknaden skapar. Högre elpriser i några timmar kan leda till att det blir ekonomiskt fördelaktigt att minska sin elanvändning för de som har möjlighet och därmed kan även effekttoppar reduceras (Energimarknadsinspektionen, 2018).

Varje kommun måste enligt lag ha en aktuell energiplan där Halmstads nya plan som börjar gälla 2021 kommer att ta upp och analysera risken för effektbrist, vilket är en ny aspekt som tas upp i energiplanen (Halmstad kommun, 2019b). Halmstad har även tagit fram en översiktsplan att till år 2050 ha beredskap för en befolkningmängd om 150 000 vilket är en ökning med strax över 47 000 invånare (Halmstad kommun, 2019a). Tillsammans med översiktsplanen lät kommunen ett konsult- och analysföretag, Kairos Future, skapa en omvärldsanalys som tar reda på vilka krafter som påverkar kommunen samt utmaningar de står inför. Enligt Kairos rapport presenteras medel för att motverka klimatförändringar och minska utsläppen då konsultföretaget anser att en utbyggnation av fjärrvärme är ett steg i rätt riktning. Genom att även attrahera kunskapsintensiva företag kan kommunen enligt Kairos avancera sin ekonomi, öka konkurrensen globalt och bidra till en hållbar tillväxt (Kairos Future, 2019).

För att kunna attrahera företag och industrier krävs ett stabilt elnät med tillräcklig kapacitet och en tillgång som kan motsvara en ökad efterfrågan. En etablering av industrier och företag är en möjlighet för samhällen att utöka sin ekonomiska tillväxt där framförallt serverhallar är en uppåtgående trend. Enligt Boston Consulting Group kan en etablering av serverhallar i Sverige innebära ett ekonomiskt tillskott på upp till 50 miljarder SEK och 27 000 jobb till år 2025 (Warrenstein et al., 2016). Men med en ökad risk för effekt- och kapacitetsbrist kan möjligheter som exempelvis en utbyggnad av bostadsområden och företagsetablering hämmas (Energimarknadsinspektionen, 2018).

Genom ett effektivt nyttjande av el, där bostäder spelar en stor roll, kan effektbehovet i elnätet minskas och därmed fler möjligheter tas till vara på. Enligt Energimyndigheten är en effektivare energi- och resursanvändning av bostäder en viktig faktor för att kunna nå flera samhällsmål och minskad klimatpåverkan. Både industrin och transportsektorn kommer att behöva elektrifieras i en större utsträckning för att kunna bemöta klimatmålen, vilket kan utgöra en belastning för elnätet om inte smarta lösningar och kunskap kring elanvändning tas fram. Energimyndigheten avser därmed att under de närmsta åren (2021 - 2024) prioritera forskning kring hur människors beteenden påverkar elanvändningen (Energimyndigheten, 2019).

1.2 Syfte & Mål

Ett stabilt elnät krävs för att kunna främja Halmstads tillväxt samt se till att Halmstad blir en attraktiv stad för företag och industrier att etablera sig inom. Det kan uppnås genom bland annat effektivare uppvärmningssystem och en reduktion av effekttoppar som kan bidra till en minskad merkostnad för Halmstad Energi och Miljö (HEM). Examensarbetet skall kunna upplysa allmänheten och politiker om

problematiken med effekttoppar och att det är ett problem som antas öka samt påvisa skillnaden i genomsnittligt effektbehov mellan bostäder med olika uppvärmningssystem. Det leder till den första frågeställningen som rapporten avser att besvara: (I) Till vilken grad skiljer sig eleffektsbehovet mellan bostäder med olika uppvärmningssystem så som fjärrvärme, markvärmepump, luft-vattenvärmepump och direktverkande el med avseende på effekttoppar och genomsnittligt årsbehov?

Rapporten vill även belysa den roll småhusens uppvärmningssystem spelar in för det totala behovet av el som krävs av den kundgruppen. Genom en uppskattning av HEM:s totala andel småhuskunder kan olika utfall av totalt effektbehov erhållas om ett uppvärmningssystem appliceras på alla kunderna. Därmed ämnar rapporten besvara följande frågeställning: (II) Hur hade effektbehovet sett ut för HEM:s småhuskunder om varje uppvärmningssystem utgjort en andel om 100% av det totala uppvärmningsbehovet inom HEM:s koncessionsområde?

Genom den insamlade empirin kan även ekonomiska kalkyler utföras baserat på den nuvarande säkringstariffen jämfört med ett exempel på hur en effekttariff kan se ut. Då kan kostnadsfördelar för HEM och deras kunder jämföras genom en tillämpning av de två tariffsystemen på de undersökta bostäderna. Analyserna avser därmed att informera HEM och allmänheten om hur bostäders kostnader kan påverkas av olika tariffer och uppvärmningssystem enligt den sista frågeställningen: (III) Hur stor är kostnadsskillnaden för en kund som använder fjärrvärme, markvärmepump, luft-vattenvärmepump eller direktverkande el med hänsyn till nutida säkringstariffer och framtida effekttariffer?

1.3 Avgränsningar

Huvudsyftet med studien är en jämförelse av elanvändning för bostäder med olika uppvärmningssystem, där fokus ligger på de uppvärmningssystem som representerar störst andel av marknaden. Därför jämförs bostäder med fjärrvärme, markvärmepumpar, luft-vattenvärmepumpar och direktverkande el i studien. I energideklarationerna specificeras det inte vad markvärmepumpar avser, vilket leder till ett antagande att markvärmepumpar i rapporten kan vara antingen jord- eller bergvärmepumpar. För att utföra en rättvis jämförelse av effekt och kostnadsnivå kommer bostäder med egen elproduktion eller bostäder avsedda för fritid- eller sommarbruk att exkluderas.

I studien undersöks ett fixt antal bostäder från slumpvist utvalda områden inom HEM:s koncessionsområde som endast har 100% användning av ett uppvärmningssystem. Den avgränsningen är nödvändig för att undvika att bostäderna använder flera uppvärmningssystem samtidigt vilket hade gett en lägre tillförlitlighet i denna studie. Ingen hänsyn kommer att tas till husens skick, byggnadsår eller antalet boende i husen då data för de parametrarna antingen saknas eller är svåransakfliga.

Den effektdata som extraheras från de undersökta bostäderna avgränsas till åren 2018 och 2019 eftersom HEM:s program (dpPower) inte lagrar effektdata i mer än 2 år. Data som hämtats från Boverket kommer från energideklarationer daterade från 2010 och framåt. Det finns därmed en möjlighet att medtagna hus har bytt uppvärmningssystem under den tiden trots en generellt trög utveckling av byggnader, då nyinvesteringar och renoveringar inte sker så ofta. Ett exempel på detta är den beräknade livslängden för ett uppvärmningssystem som oftast ligger mellan 15 och 20 år efter nyinstallation. I effektanalysen jämförs endast den eleffekt som levereras till bostaden och därmed exkluderas fjärrvärmens värmeeffekt.

På grund av en låg andel tillförlitlig data av elanvändning för flerbostadshus kommer jämförelsen att ske med endast tre exemplar av varje uppvärmningsmetod. När effektdata hämtas från en anslutningspunkt tillhörande ett flerbostadshus stämmer inte alltid adresserna inom anslutningspunkten överens med adressen för flerbostadshuset. Ett antagande görs då att detta sker för att det är en faktureringsadress som

är inskriven men att personen faktiskt bor på den undersökta anslutningen. Därav antas att effektdata som hämtats gäller alla boende i flerbostadshuset.

2 Teori

Kapitlet tar upp nödvändig bakgrundsinformation som underlättar förståelsen av studiens senare delar. Här presenteras främst teori kring effekttariffer och risken med effekt- och kapacitetsbrist i sambället.

2.1 Uppvärmningssystemens funktion

2.1.1 Fjärrvärmesystem

Fjärrvärme som uppvärmning kan ses som två skilda vattenbaserade system, ett för fjärrvärmenätet och ett för bostaden som skall värmas upp. Via fjärrvärmenätet kommer uppvärmt vatten in till bostadens fjärrvärmecentral där husets kallare vatten värms upp genom en värmeväxlare. Fjärrvärmens returvatten leds sedan vidare till exempelvis ett kraftvärmeverk och värms upp på nytt, det nu varma vattnet i husets cirkulerande system går till radiatorer och tappställen. Fjärrvärme kan anses vara resurseffektivt då det kan ta till vara på värmeresurser som annars kunnat gå förlorade samt ta till vara på spillvärme från industrier för uppvärmning av vatten. Bränslen som kan användas vid förbränning hos kraftvärmeverk kan exempelvis vara hushållsavfall, träavfall och rester från skogsavverkning (Werner & Frederiksen, 2014).

2.1.2 Markvärmepumpar

Jordvärmesystemet kräver el för att kunna fungera och tar tillvara på lagrad solvärme under marken. En normalstor villa kräver mellan 150 till 500 m slang som grävs ner horisontellt i marken där djupet och längden är beroende på uppvärmningsbehovet. I slangarna finns en frostskyddad vätska som värms upp av den lagrade solenergin som sedan transporteras till värmepumpen i huset, i värmepumpen förångas ett köldmedium av den varma vätskan från slangen. Ångan samlas sedan upp av en kompressor som skapar en kraftig temperaturökning, vid ca 50°C går värmen vidare in i husets element. Skillnaden på jord- och bergvärme är att det för bergvärme borrar ett djupt hål ned i berggrunden vilket är mindre platskrävande men kan resultera i en dyrare investeringskostnad (Energifakta, u,å-b).

2.1.3 Luft-vattenvärmepump

En luft-vattenvärmepump utvinnet lagrad solenergi i utomhusluften som kan utvinnas i temperaturer upp till minus 20°C (NIBE, u,å-b). Utomhusluften värmer sedan upp ett köldmedium i utedelen av värmepumpen som förångas vid låga temperaturer och med hjälp av en kompressor höjs vätskans temperatur. En kondensator används sedan för att sprida värmen vidare i husets vattenburna värmesystem (Vattenfall, u,å).

2.1.4 Direktverkande el

Elvärme använder el direkt från elnätet och värmer upp bostaden genom antingen elslingor, eller oljefyllda element. De oljefyllda elementen ger en jämnare temperatur för hushållet och är därför att föredra framför elslingor i elementen. Systemet är dock starkt beroende av elpriserna (Energifakta, u,å-a).

2.2 Effekt- och kapacitetsbrist

I Sverige finns sedan länge en beredskap ifall effektbrist skulle uppstå i elnätet. Det innebär att oprioriterade laster systematiskt kopplas bort från elnätet men det är inget som behövs göras ännu i Halmstads elnät. HEM anser dock att risken på senare år har ökat markant då det råder en tillväxt i sambället samt en elektrifiering av näringsliv och transportmedel vilket leder till en efterfrågan som är större än tillgång. En

utbyggnation av stam- och regionnät kan tänkas lösa problemet med kapacitetsbrist, det är dock processer som tar lång tid då ansökningar om tillstånd från markägare och myndigheter behöver hanteras. Att bygga en ny ledning i stam- och regionnätet kan ta mellan 10 till 12 år där tillståndsprocessen utgör mellan 8 och 10 år samt 2 års byggnationstid (Svenska Kraftnät, 2019a). Utöver det ställs krav på HEM som elleverantör att en tillgång på el alltid ska finnas för kunderna som med en nära nolltolerans för elavbrott leder till att nya lösningar måste tas fram. El är en handelsvara som måste användas på rätt sätt och därmed rätt ändamål som exempelvis att lysa och rotera, för uppvärmning finns många bättre alternativ så att elnätet används på ett optimalt sätt menar Alexander Örning, avd. Chef Nätinnehavaren på HEM (Personlig kommunikation, 15/4 - 2020).

I en artikel (Swing Gustafsson et al., 2018) som handlar om fjärrvärmens potential undersöks hur ett byte av en bostads uppvärmningsmetod från el-baserade system till fjärrvärme kan minska effekttopparna i elnätet inom Falun kommun.

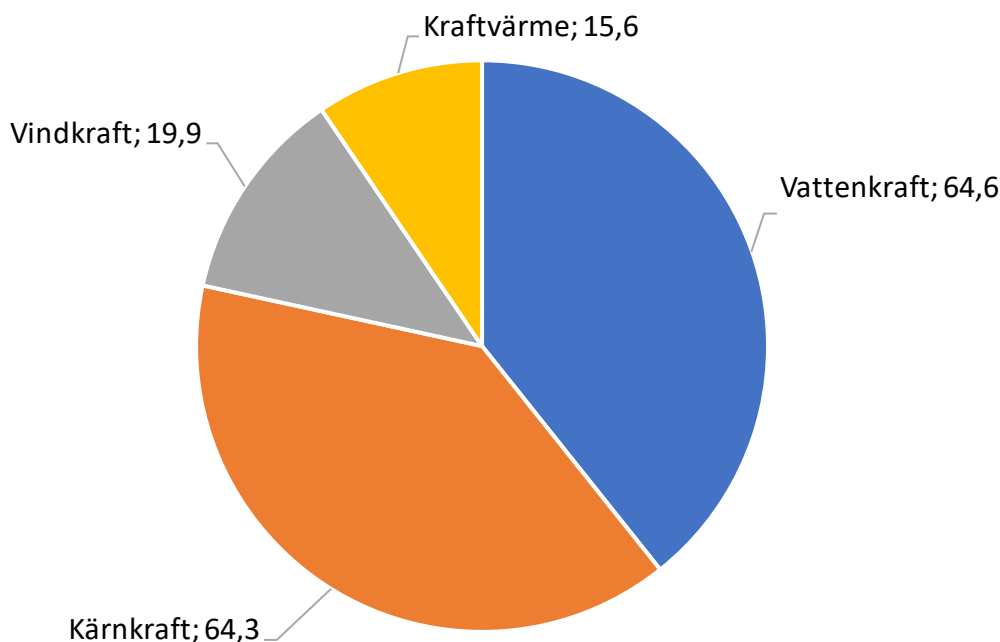
För att ta reda på nyttan i att byta uppvärmningsmetod så undersöktes två framtidsscenarioer för 2050, ett scenario med ett högt värmebehov och ett med ett lågt värmebehov. Inom de två scenarierna fanns ytterligare tre scenarion som rör marknadsandelen mellan el och fjärrvärme, vilket resulterade i totalt sex olika framtida scenarier. Genom att sedan analysera scenarierna och jämföra med referensåret februari 2015 till januari 2016 presenterades olika utfall av eleffektandelen för 2050.

Resultatet visade att om uppvärmningsbehovet är oförändrat år 2050 med en större marknadsandel till fjärrvärme som uppvärmning så kunde effekttopparna reduceras med upp till 67%. Det resulterade även i att valet av uppvärmningssystem är viktigare för att reducera effekttopparna än att försöka minska bostädernas egna uppvärmningsbehov. Kombinerat sedan en minskning av uppvärmningsbehov med fjärrvärme som uppvärmningsmetod erhöles den bästa lösningen till att reducera eleffekttopparna.

I artikeln undersöktes även möjligheterna för reduktion av Sveriges effekttoppar om det bästa framtidsscenarioet i artikeln går att applicera på hela landet. Effekttopparna kunde då kapas med 4 – 7 GW vilket är en minskning med ca 15 – 25% av totala Sveriges dåvarande (2015) effekttoppar.

En sådan lösgöring av effekt skulle ha stor positiv inverkan på Sveriges effektanvändning, speciellt då Svenska Kraftnät (SVK) bedömer att risken för effektbrist kommer öka som en följd av nedläggningen av kärnkraften. Eftersom det svenska elpriset är placerat på en fortsatt låg nivå bedöms heller inte lönsamheten vara tillräcklig för annan elproduktion att hinna ersätta kärnkraften. Ett ökat underskott av effekt innebär ett större behov av import vilket i sin tur kan leda till ett behov av en utökad handelskapacitet mellan länder. Att förlita sig till import för att förhindra effektbrist är endast möjligt så länge angränsande länder har överskottsel att exportera.

Kärnkraften i Sverige uppfyller en viktig roll då produktionen år 2019 utgjorde närmare 40% av all elproduktion vilket motsvarar 64,3 TWh, se Figur 1. Kärnkraft ger en stabil eltillförsel vilket är anledningen till dess funktion som baslast för den svenska elproduktionen. Enligt SVK:s balansrapport från 2019 antas elproduktion från förnyelsebara energikällor öka med 59 TWh mellan åren 2019 till 2040 varav 52 TWh från vindkraft och 7 TWh från solenergi. Det till följd av den planerade avvecklingen av kärnkraften år 2040 med mål om 100% förnyelsebar elproduktion samma år. Att ersätta en stabil baslast med intermittent kraft kan leda till en obalanserad elproduktion med ytterligare risk för effektbrist.



Figur 1. Sveriges totala elproduktion fördelat på energislag år 2019, totalt 164,4 TWh (Statistiska Centralbyrån, u.å).

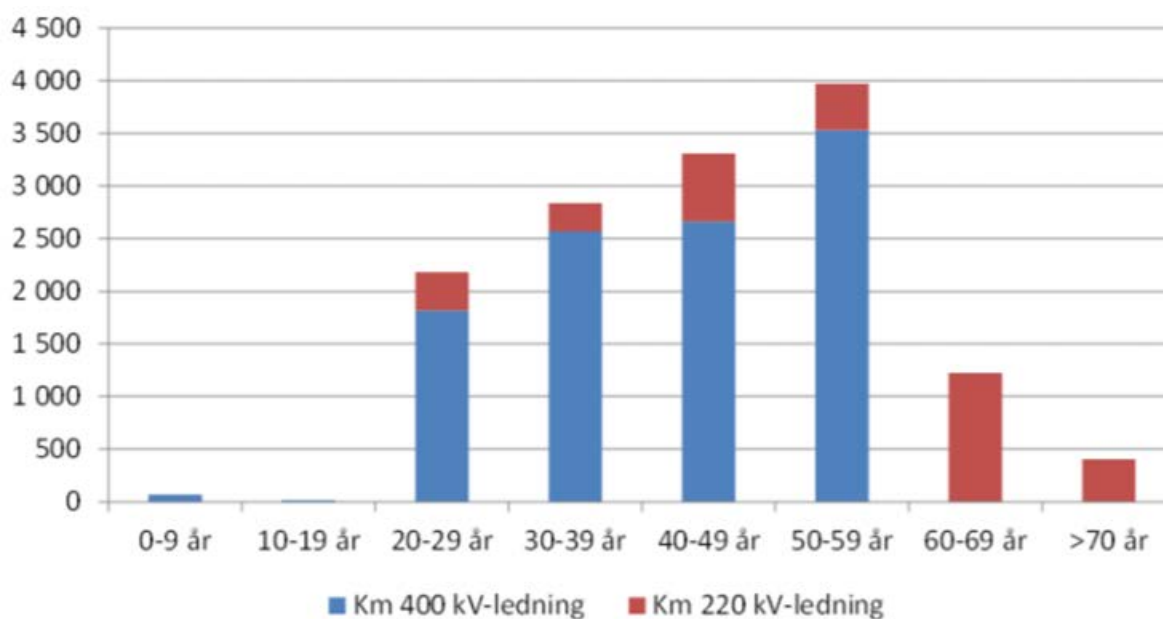
Enligt rapporten förväntas även en betydande andel kraftvärme, med en huvudsaklig placering i södra Sverige, ersättas med värmeverk på grund av rådande marknadsförutsättningar. I de södra regionerna (SE3 och SE4) finns redan ett effektunderskott under toppplasttimmen och ersättningen kan förvärra situationen samt sätta press på att vattenkraft ska bidra med effekt från norr (Svenska Kraftnät, 2019b). För att sammanfatta SVK:s syn på kommande effektsituation citeras följande stycke ur rapporten:

“Effektbalansen under toppplasttimmen kommer sannolikt att försämrats sett ur ett nationellt perspektiv, när stor volym planerbar produktion försvinner och i huvudsak ersätts av vindkraft.” (s. 35)

Kapacitetsbrist är en annan riskfaktor som kan uppstå i landet då överföringsledningarna mellan områden i landet är underdimensionerade för den överföring som sker idag. Med ett ökande elbehov till följd av bland annat urbanisering, industrietablering och befolkningstillväxt ställs högre krav på leveranssäkerhet och elkvalitet med få elavbrott. Kapacitetsbrist är ett ökande problem bland svenska städer då främst tillväxtregionerna: Stockholm, Uppsala, Västerås och Malmö är av ett akut behov av utökad kapacitet på grund av äldre infrastruktur. Därmed har regeringen beslutat om att tillhandahålla Ei ett uppdrag om undersökning av kapacitetsbrist i landet där sådant problem kan förekomma. Energimarknadsinspektionen (Ei) ska då med hjälp av underlag och analyser från SVK och Energimyndigheten hitta både kortsiktiga och långsiktiga lösningar på kapacitetsproblem i utsatta områden och redovisa det till Regeringskansliet den 1 oktober 2020 (Regeringen, 2019).

Orsaken till kapacitetsbrist kan vara många men oftast ligger orsaken i de föråldrade ledningar som finns. Många av stamledningarna i Sverige idag har en ålder på uppemot 40–60 år men det finns även 220kV ledningar som är äldre än 60 år, se Figur 2 (Nordling, 2016). På bland annat västkusten finns flertalet äldre ledningar runt 60 år som dessutom är rostangripna vilket är en påföljd av den salta luften i området som ökar slitaget på anläggningarna (Svenska Kraftnät, 2015). På 60-talet var en stor investeringsspike i ledningsnäten för hela Europa och sedan dess har inte investeringar skett löpande i jämn takt vilket lett fram till utvecklingen av en ny stor investeringstopp år 2020. Anskaffningsvärdet på de äldre näten skulle idag uppgå till uppemot 400 miljarder svenska kronor där 2,5% av det värdet måste investeras årligen för

att successivt kunna byta ut ledningarna. Livslängden på elledningarna är ca 40 år och måste även tillgodose framtidens behov så inte framtida kapacitetsbrister uppstår (Nordling, 2016).



Figur 2. Åldersfördelningen på 400 kV- och 220 kV-ledningarna i stamnätet (Svenska Kraftnät, 2013).

2.3 Effekttariffer

Ett kommande medel som kan tänkas reducera effekttoppar är att implementera effekttariffer istället för dagens säkringstariff vilket ger en mer rättvis bild för elnätsägare om effektintensiva kunder. Implementeringen av en sådan tariff kan premiera kunder att välja effektsnålare hushållsapparater, använda effektivare uppvärmningssystem och att flytta sin elanvändning från höglasstimmor till låglasstimmor. Tariffsystemet innebär även att priserna beror på kundens faktiska effektanvändning och kan, beroende på tariffens utformning, antingen baseras på dygnets eller månadens högsta effektvärde.

Ei har låtit THEMA Consulting Group undersöka nättariffer för ett effektivt användande av elnätet. Rapporten togs fram i november 2019 med syfte att ge Ei lärdomar om effektiva nättariffers utformning med sammanställning av svenska och internationella erfarenheter. En tariffs utformning skall enligt ellagen (Regeringskansliet, 2020) vara förenlig med ett effektivt utnyttjande av elnätet samt en effektiv elproduktion och elanvändning. Uppkomsten till ändringen av tariffer i ellagen kommer ursprungligen från energieffektiviseringsdirektivet för att stimulera effektiviseringar (Europeiska Unionen, 2012). Ei som är utsedd nätmyndighet får genom ändringar i elförordningen 2018 meddela föreskrifter om hur nättariffer ska utformas för främjande av effektivt utnyttjande av elnätet (Regeringskansliet, 2018). Genom en implementering av elnätstariffer som förväntas styra kundens elanvändning från höglasstider till låglasstider kan en ökad effektivitet i elnätet och jämnare elanvändning erhållas. Det kan i sin tur leda till lägre kostnader inom nätutbyggnad och gällande förluster på elnätet.

En implementation av en effekttariff kan ses som ett tecken på kapacitetsbrist i elnätet där utformningen huvudsakligen baseras på kundens effekttoppar under höglasstimmor, vilket även används som referensvärde vid prissättning. Det är även viktigt att kunder får möjligheten att anpassa sig till tariffens prissignal för att kunna ge ett effektivt utnyttjande av elnätet och att tariffen är förståelig. Att den är förståelig innebär inte att kunderna måste förstå tariffens utformning utan snarare att de behöver förstå hur de kan påverka sin egen elräkning. THEMA har även granskat en svensk fallstudie där de intervjuat svenska lokalnätsföretag varav 8 av de 10 intervjuade företagen har anpassat en effekttariff.

De flesta av lokalnätsföretagen har försökt förmedla information om den nya effekttariffen de anpassat till deras kunder med exempel på hur kunderna kan anpassa sitt beteende för att reducera sin elnätskostnad. Elnätsföretagen har dock inte gjort analyser efter implementering av effekttarifferna som undersöker om effekttariffen påverkat kundernas beteende och vilken påverkan det har haft på elnätet. De flesta elnätsföretagen anser att villaägare är de som kan påverka sin kostnad mest då de har en tillräckligt hög effektanvändning för att kunna anpassa sin förbrukning efter tariffernas utformning (THEMA Consulting Group, 2019).

I rapporten (Bartusch & Alvehag, 2014) studerades potentialen av effekttariffer för hushåll. Studien undersökte hur prissignaler påverkade olika typer av hushålls elanvändning under en period på sex år efter införandet av en effekttariff. Enligt rapportens slutsatser kunde en effekttariffs prissignaler på kort sikt flytta elanvändningen för enfamiljshus från högläst- till låglästtider med indikationer på att det även kan gälla på lång sikt. Det finns dock stor variation mellan alla de individuella hushållen där enfamiljshus är den kategori som anpassar sig mest efter effekttariffer.

Likaså i artikeln (Bartusch et al., 2011) undersöktes hur effekttopparna påverkades av en implementation av effekttariffer till skillnad från den dåvarande säkringstariffen. Vidare studerades även hur kunderna påverkades i form av kostnader för de olika tariffsystemen. I ett pilotprojekt introducerades effekttariffer till 500 kunder i Sala som då fått en smartmätare installerad, vilket möjliggör timvärdesregistrering. Enligt det nya tariffsystemet baseras kundens månadskostnad på en fast summa beroende på säkringsstorlek och en rörlig summa [kr/kWh], baserad på medelvärdet av de fem högsta effekttopparna under topplasttimmarna mellan 07:00 och 19:00 på vardagar. Resterande timmar räknades som avlastningstimmar vilket innebär att elen var gratis för kunderna att använda. Projektet pågick i två 12 månadsperioder mellan åren 2006 till 2007 och 2007 till 2008 där kostnader och effektanvändning jämfördes med referensåret 2005 till 2006 då kunderna fortfarande hade den äldre säkringstariffen.

Resultaten visade att elanvändningen minskade med 112 MWh (11,1%) för 2006 - 2007 och 142 MWh (14,2%) under perioden 2007 till 2008 med störst reduktion över vintermånaderna november till mars. Effekttariffsystemet skiftade även en liten andel effekt under topplasttimmar till avlastningstimmar med störst skillnad under sommarsäsongerna. Även de summerade effekttopparna minskade med över 20% under både sommar- och vinterperioden inom den andra 12 månadsperioden. Den största märkbara skillnaden mellan de två tariffsystemen var kostnaden som kunderna betalade för sin effektanvändning. I jämförelse med referensåret minskade kostnaderna i genomsnitt med 40% under sommaren och 17% under vintersäsongen.

Sammanfattningsvis verkade effekttariffsystemet ha en positiv inverkan på kundernas effektanvändning och årskostnad. Däremot kan även andra faktorer ha påverkat resultaten som exempelvis att referensåret var kallare än åren 2007 och 2008 som användes under pilotprojektet. Tre av hushållen bytte även uppvärmningssystem under pilotåren vilket kan ha påverkat resultatet men författarna av artikeln menar ändå att det bara kan ha påverkat en bråkdel av den totala effektreduceringen.

2.3.1 Kundfaktorer vid val av uppvärmningssystem

Att få insikt i hur husägare resonerar när de väljer uppvärmningssystem är viktigt för att kunna kombinera kundnöjdhet med samhällsnytta. I en artikel (Mahapatra & Gustavsson, 2008) undersöktes vilka faktorer som påverkar svenskarnas val av uppvärmningssystem i samarbete med Jämtkraft som ville expandera sin fjärrvärme i Östersund.

Enligt artikelns resultat var husägare med direktverkande el överrepresenterade gällande missnöjdhet med sitt system. Trots det var de mindre benägna att byta till ett nytt innovativt system vilket kunde grunda sig

i en ”teknisk lösning”. För att byta till ett innovativt system, fjärrvärme eller värmepumpar, måste ett vattenbaserat system vara installerat.

De tre faktorer som enligt respondenterna hade störst inverkan vid val av ett nytt system var i fallande ordning; årlig uppvärmningskostnad, investeringskostnad och funktionspålitlighet. De faktorer som spelade minst roll vid val av nytt system var miljöpåverkan och bekvämlighet. Det uppvärmningssystem som respondenterna rangordnade högst på nationell nivå var värmepumpar men fjärrvärme var nästan rangordnad lika i den lokala undersökningen. Variationen av val på nationell och lokal nivå kunde dock bero på områdesspecifika förhållanden. Respondenter i den lokala undersökningen bodde nära ett fjärrvärmesystem medan några av de nationella husägarna bodde i lantliga områden som saknade det alternativet.

Respondenterna i artikeln ansåg även att markvärmepumpar var bäst i förhållande till årlig uppvärmningskostnad, leveranssäkerhet, miljövänlighet, ökat fastighetsvärde och låga utsläpp av växthusgaser. Fjärrvärme blev högst rangordnad av respondenterna gällande funktionspålitlighet, systemautomation och god kvalitet på inomhusluften. Dock så svarade 30% till 40% av respondenterna att de saknade kunskap om en specifik aspekt för ett uppvärmningssystem.

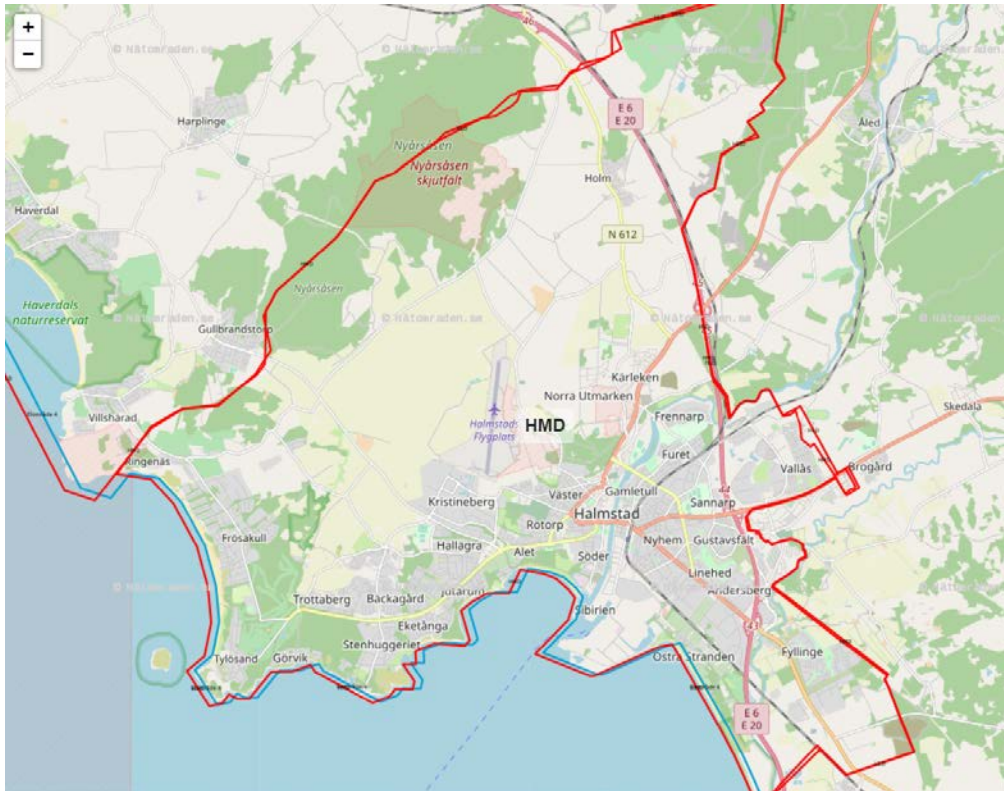
3 Metod

I den här delen av studien presenteras de tillvägagångsätt som vidtagits för informationsanskaffning samt hur effekt- och kostnadsberäkningar utförts.

3.1 Datainsamling

Genom ett samarbete med HEM och användning av deras arbetsprogram (dpPower) kan data om timmedelvärden av effekt, byggnaders energibehov och aktuell säkringsstorlek insamlas. För att kunna ta reda på vilka uppvärmningssystem som finns i Halmstads hushåll skickades en förfrågan till Boverket som då beviljades vilket gav tillträde till alla utförda energideklarationer i Halmstad kommun. Energideklarationerna tillhandahåller vital information som exempelvis typ av uppvärmningssystem, energianvändning och A_{temp} vilket kan kombineras med småhusens och flerbostadshusens effektdata. På så vis kan nyckelfaktorer räknas fram som exempelvis det specifika effektbehovet [W/m^2] för olika uppvärmningsmetoder.

För att effektdata från småhus och flerbostadshus i Halmstad ska vara av studiens intresse måste det finnas en energideklaration upprättad och bostaden måste vara ansluten till HEM:s elnät. Det innebär en begränsning inom urvalet då HEM:s koncessionsområde inte täcker hela Halmstads kommun, se Figur 3. I studien undersöktes fyra uppvärmningsalternativ för bostäderna, inom varje uppvärmningsmetod valdes slumpvist 40 småhus ut som befinner sig inom HEM:s koncessionsområde, vilket bildade ett totalt urval på 160 småhus för studien. Sedan hämtades timmedelvärden för effekt under åren 2018 och 2019 för varje småhus, undantaget januari 2018 som saknar effektdata. Flerbostadshusens urvalsprocess utfördes på samma sätt med undantag för antalet undersökta fastigheter som uppgick till totalt nio, tre med fjärrvärme, tre med markvärme och tre med direktverkande el. Luft-vattenvärmepumpsuppvärmning exkluderas i undersökningen om flerbostadshusens effektbehov då uppvärmningsmetoden ej påträffades inom den bostadstypen.



Figur 3. HEM:s koncessionsområde inom rött område (Svenska kraftnät & Internaut AB).

Genom timdata för utetemperatur kan ett brett perspektiv på effektskillnaden mellan de olika uppvärmningssystemen som undersöks i Halmstads kommun utvinnas. Timdata kommer från HEM som i sin tur köpt tjänsten från Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI) (Personlig kommunikation, 15/2 - 2020). Effektdata tillhörande de olika uppvärmningssystemen kan därmed jämföras med avseende på temperaturdifferensen utomhus över ett års tid.

För att ur ett kundperspektiv ta reda på ekonomiska fördelar med uppvärmningssystemen behöver även en ekonomisk kalkyl utföras. Det är ingen hemlighet att den faktor som påverkar en kunds val av uppvärmningssystem mest är den årliga uppvärmningskostnaden vilket även bekräftas i artikeln (Mahapatra & Gustavsson, 2008). Information om nät- och säkringsavgifter för det nuvarande tariffsystemet i Halmstad kommun är hämtade från HEM:s egen hemsida som riktar sig mot privatpersoner, se Bilaga 1 (Halmstads Energi och Miljö, 2020).

Då kunderna inte bara betalar en elnätsavgift utan även en elhandelsavgift undersöktes marknadens rörliga elhandelspriser för år 2018 samt januari 2019 som även kom att användas i kostnadsjämförelsen. De rörliga elhandelspriserna inkluderar alla tänkbara kostnader som rör elhandelsavtalet, exempelvis spotpris på börsen, fasta avgifter, moms, energiskatt och påslag. Elhandelspriset baseras på ett genomsnitt av alla inrapporterade konsumentpriser till ”Elpriskollen”, vilket sker den 15:e varje månad (Energimarknadsinspektionen, 2020). De parametrar som valdes för kundernas elhandelsavtal i kostnadsjämförelsen var ett rörligt avtal som gäller småhus med en årlig energianvändning på 20 000 kWh. Andelen av HEM:s kunder som hade rörligt avtal år 2018 var 45% vilket kan anses representativt då fasta avtal finns med olika bindningstider (Halmstads Energi och Miljö, u,å-c). Ett fast avtal baseras oftast på ett, tre eller fem år och kan ha olika priser beroende på när avtalet tecknades. Det rörliga elhandelsavtalet samt dess parametrar står för elhandelsdelen och gäller både säkringstariffen och effekttariffen.

Information om det nya effekttariffsystemet kommer från interna källor på HEM som i sin tur köpt tjänsten av en extern konsultfirma. Tariffsystemet är i ett väldigt tidigt stadium med mycket preliminära siffror och ska mer ses som en riktlinje för hur det slutgiltiga tariffsystemet kan se ut. Tariffsystemets preliminära implementationsdatum är hösten 2020 då tid att ändra och justera prisbilden återstår även efter denna rapportens slutversion (Personlig kommunikation, 11/3 - 2020).

Genom HEM:s funktion "Fjärrkontrollen" kan en uppskattning av uppvärmningssystemens investeringskostnad erhållas utifrån HEM:s egna beräkningar (Halmstads Energi och Miljö, u,å-b). Där uppskattas fjärrvärmens, bergvärmepumpens och luft-vattenvärmepumpens investeringskostnad men exkluderar kostnaden för direktverkande el som uppskattas utifrån marknadens utbud. Efter att ha undersökt olika alternativ av elpannor uppskattas därmed investeringskostnaden till 37 775 kr exklusive installationstillägg på ca 10 000 kr. En installationskostnad på 10 000 kr läggs även till på fjärrvärmens investeringskalkyler då installationskostnad saknas i Fjärrkontrollens beräkningar. Då bostäder, som klassificeras med markvärme i energideklarationerna, kan äga antingen en jord- eller bergvärmepump kommer investeringskostnaden i den här rapporten att gälla bergvärmepumpar. Material- och installationskostnader för luft-vattenvärmepumpar gick ej att separera och anges därför endast som materialkostnad, se Tabell 1.

Tabell 1. Uppskattad investeringskostnad för uppvärmningssystemen i SEK.

Uppvärmningssystem	Material	Installation	Anslutning	Totalt
Fjärrvärme	24 000	10 000	41 600	75 600
Bergvärmepump	91 400	64 700	0	156 100
Luft-vattenvärmepump	118 200	0	0	118 200
Direktverkande el	37 775	10 000	0	47 775

Alla uppvärmningssystemens tekniska livslängd kommer att sättas till 20 år i studien vilket medför enklare beräkningar, det bör dock noteras att både fjärrvärmecentralers och elpannors livslängd oftast är längre än så. Då värmepumpar innehåller fler rörliga delar än vad övriga uppvärmningssystem har sker ett slitage på bland annat pumpens kompressor. Det medför att för en rättvis kostnadsjämförelse så kommer en reinvestering av en kompressor att medräknas i kalkylerna för både markvärmepumpen och luft-vattenvärmepumpen. Ett byte av kompressor kan kosta mellan 25 000 – 50 000 inklusive arbetskostnad, varav ett medelvärde används på 37 500 i den här studien (Byta kompressor, u,å). Ett kompressorbyte bör ske ungefär efter 10 till 15 år vilket innebär att under livslängden på 20 år behöver värmepumparnas kompressor bytas en gång (VPkollen, u,å).

Fjärrvärmekunder har separata avtal för både den värme och el som används i fastigheten. Det betyder att en rättvis kostnadsbedömning med de andra uppvärmningssystemen kan erhållas om kostnadsanalysen baseras på den effekt som går till både värme och hushållsel. Eleffekten som används av de andra uppvärmningssystemen förutom fjärrvärme går inte heller att separera till hushållsel och el till uppvärmning vilket är ytterligare argument för tillvägagångssättet. Enligt Energimyndighetens samlade rapport om energistatistik gällande småhus som avser året 2016 täcker hushållselen ca 26% av energimängden till huset (Energimyndigheten, 2017).

För att ta reda på värmeeffekten som används till uppvärmning av fjärrvärmebostäder extraheras effektdata ur ett program kallat MFU (Measurement for Utilities) där effektdata lagras i upp till fem år. Där erhålls även en status på effektvärdena enligt bedömningen nedan:

- Normalt - Normala timvärden utan avbrott eller annat.
- Uppskattat - Timvärden som är uppskattade utan känd orsak.
- Saknas - Timvärden som saknas på grund av avbrott i mätning eller liknande.

- Ogiltigt - Timvärden som inte existerar på grund av exempelvis byte av uppvärmningssystem.

Efter att ha erhållit en klassificering på samtliga hus och månader kunde konstateras att fem hus saknade värden för hela året med en klassificering av Ogiltigt. Det medförde att de fem husen var tvungna att bytas ut för att undvika felaktigt kostnadsresultat i de ekonomiska analyserna. Efter att husen byts ut mot fem nya fanns inga värden kvar med en Ogiltigt-klassificering. En sammanställning kunde då upprättas för att se hur många hus som har normala/saknade/uppskattade/ogiltiga värden under respektive månad enligt Tabell 2.

Tabell 2. Statusklassificering för varje månad 2018 samt januari 2019 för samtliga fjärrvärmehus.

Månad	Normalt	Saknas	Uppskattat	Ogiltigt	Summa
Februari	40	0	0	0	40
Mars	40	0	0	0	40
April	37	2	1	0	40
Maj	28	12	0	0	40
Juni	27	13	0	0	40
Juli	31	9	0	0	40
Augusti	37	2	1	0	40
September	30	8	2	0	40
Oktober	40	0	0	0	40
November	19	21	0	0	40
December	39	0	1	0	40
Januari	39	1	0	0	40

Eftersom många hus har klassificeringar med "Saknas" genomfördes en undersökning för att ta reda på hur många timvärden som saknades under respektive månad. Efter undersökningen kunde konstateras att varje månad med klassificering "Saknas" innehåller ca en dag med saknade timvärden. Bedömningen är därmed att de saknade timvärdena är få till antalet vilket inte kommer att ha en allvarlig inverkan på kostnadsresultaten och kan därmed förbises. De få dagar som saknar effektdata kommer ha minimalt positiva inslag på kostnadsresultaten för fjärrvärmekunder i senare analyser. De avgifter som gäller fjärrvärmekundernas värmeeffekt är hämtade från HEM:s egen hemsida som är avsedd för privatpersoner, se Bilaga 1 (Halmstads Energi och Miljö, u,å-a).

3.2 Effektberäkningar

De effektberäkningar som utförts under studiens gång har skett med beräkningsprogrammet Excel eftersom data som extraherats från HEM:s system automatiskt kom i Excelformat. Effektdata som hämtats från småhusen består av en mätpunkt av eleffekt för varje timme för samtliga undersökta bostäder från åren 2018 och 2019 undantaget januari 2018. Ett samlat timmedelvärde av eleffekten tas ut från alla bostäder med samma uppvärmningsmetod, vilket kommer representera den uppvärmningsmetodens effektdata. Processen upprepas för de olika uppvärmningsmetoderna.

För att sedan få ett representativt värde som går att jämföra mellan uppvärmningssystemen måste den redan beräknade medeleffekten tillhörande uppvärmningssystemet divideras med medelvärdet för bostädernas A_{temp} . Den åtgärden utförs på grund av att bostäderna är av olika storlek med en väldigt varierande A_{temp} och därmed kan risken för en orättvis jämförelse elimineras. Nyckeltalet som beräknats fram ser nu ut enligt Ekvation (1).

$$\text{Specifikt effektbehov} = \frac{P_{medel}}{A_{temp_{medel}}} \quad \left[\frac{W}{m^2} \right] \quad (1)$$

För att sedan jämföra fjärrvärmens elanvändning gentemot de övriga uppvärmningssystemen kan en kvot tas ut genom att använda nyckeltalet som beräknats fram enligt Ekvation (1). Då divideras de övriga

uppvärmningssystemens nyckeltal med den för fjärrvärmens och på så sätt kan multiplar av elanvändningen upptäckas enligt Ekvation (2).

$$Kvot = \frac{\left(\frac{P_{medel}}{A_{temp_{medel}}}\right)_{M,LV,DE}}{\left(\frac{P_{medel}}{A_{temp_{medel}}}\right)_{FV}} \quad (2)$$

För att kunna uppskatta effektbehovet ur ett elkraftsperspektiv kan den redan beräknade medeleffekten per A_{temp} även multipliceras med antalet småhus inom HEM:s koncessionsområde samt en genomsnittlig A_{temp} för småhusen i Halmstad. Genom att upprepa beräkningen för samtliga uppvärmningssystem fås olika utfall av den effektåtgång som krävs för alla hushåll i centrala Halmstad beroende på uppvärmningssystem, se Ekvation (3).

$$Totalt\ effektbehov = \left(\frac{P_{medel}}{A_{temp_{medel}}}\right) \times A_{temp_{Halmstad}} \times N_{hus\ HEM} \quad [MW] \quad (3)$$

3.3 Kostnadsberäkningar för säkringstariff

De ekonomiska beräkningarna utförs i programmet Excel liksom de tidigare effektberäkningarna. Till skillnad från effektberäkningarna som endast består av värden från februari till december 2018 kommer de ekonomiska kalkylerna att inkludera januari 2019 för att täcka ett helt år. Kostnadsjämförelser kommer att ske mellan nuvarande tariffsystem och ett exempel av hur en effekttariff kan komma att se ut för HEM:s kunder. Vid jämförelsen av månadskostnader måste energin för varje månad under 2018 beräknas fram och multipliceras med respektive priser. Alla priser är inklusive moms.

Den totala kostnaden för kunder med säkringstariffer består av säkringsavgifter och elhandelsavgifter vilket resulterar i två rörliga avgifter och två fasta avgifter. De fasta avgifterna allokteras till kundens säkringsstorlek och årsavgiften för elhandel, medan de rörliga priserna är elhandelspriset och elnätsavgiften som beror på energianvändningen i kWh. Den fasta avgiften som kunden betalar för sin säkring varierar beroende på säkringens storlek i fastigheten. Då bostäderna har olika säkringsstorlekar togs en medelkostnad ut för varje uppvärmningsmetod som baseras på en genomsnittlig säkringsstorlek för alla hus inom samma metod. På så sätt får alla med samma uppvärmningssystem samma fasta säkringsavgift.

Småhusens elenergi summeras för alla timmar under respektive månad som undersöks och divideras med antalet hus samt respektive medelvärde på A_{temp} . Då erhålls energi per A_{temp} och månad för ett hus som kan multipliceras med de rörliga energiprisernas medelvärde, sedan adderas även de fasta månadskostnaderna. Nu finns ett nyckeltal som baseras på hur månadskostnaden varierar beroende på A_{temp} , se Ekvation (4).

$$K_{ST} = A_{temp} \left(\left(\frac{E_{\text{månad,hus}}}{A_{temp_{medel}}} \right) \times \left(\frac{kr}{kWh_{elhandel}} + \frac{kr}{kWh_{elnät}} \right) \right) + \left(\frac{kr_{elhandel,fast} + kr_{säkring,fast}}{12} \right) \quad \left[\frac{kr}{\text{månad}} \right] \quad (4)$$

3.4 Kostnadsberäkningar för effekttariff

Kostnaderna för de nya effekttarifferna baseras på överföringstid och delas in i timvärden, dygnsvärden och månadsvärden. Tider för höglast (HL) är mellan oktober till mars och endast under måndagar till fredagar från kl. 07:00 till 21:59. Resterande timmar under året inklusive röda dagar markeras som låglast (LL) och erhåller då en annan lägre prisbild. Effekttariffen är förutom tidsbaserad även baserat på både

effekt och energi samt en fast avgift. Liksom säkringstariffernas beräkningar kommer även nedan beräkningar för effekttarifferna att baseras på värden från februari till december 2018 inklusive januari 2019. Alla priser är inklusive moms.

För att beräkna den rörliga kostnaden av energi och effekt både under låglast och höglast skapades en funktion som söker och summerar energin för ett hus under respektive höglast och låglastperiod för varje månad. Ett medelvärde av alla husens resultat tas sedan fram och multipliceras med elhandelsavgiften och respektive lastperiods rörliga elnätkostnad.

Då effekttariffens kostnad även baseras på den högsta effekttoppen under respektive låg- och höglastperiod användes samma funktion som ovan. Då erhålls den högsta toppen för varje månad och lastperiod som sedan kan multipliceras med den rörliga effektagiften. Nu kan effektens och energins rörliga kostnader summeras och divideras med A_{temp} vilket möjliggör skalbasering beroende på husstorlek. Då återstår endast att addera de fasta månadskostnaderna som består av den fasta elhandelsavgiften och en ny fast effekttariffavgift.

Nu har alla kostnader erhållits för att kunna beräkna fram nyckeltalet för alla uppvärmningsmetoder som skall jämföras med säkringstariffens nyckeltal, se Ekvation (5).

$$\begin{aligned}
 K_{ET} = A_{temp} & \left(\left(\frac{E_{månad,LL} + E_{månad,HL}}{A_{temp_{medel}}} \times \frac{kr}{kWh_{elhandel}} \right) \right. \\
 & + \left(\frac{E_{månad,LL}}{A_{temp_{medel}}} \times \frac{kr}{kWh_{LL}} \right) + \left(\frac{E_{månad,HL}}{A_{temp_{medel}}} \times \frac{kr}{kWh_{HL}} \right) \\
 & \left. + \left(\frac{\left(P_{topp,LL} \times \frac{kr}{kW_{LL}} \right) + \left(P_{topp,HL} \times \frac{kr}{kW_{HL}} \right)}{A_{temp_{medel}}} \right) \right) \quad \left[\frac{kr}{månad} \right] \quad (5) \\
 & + \left(\frac{kr_{elhandel,fast} + kr_{elnät,fast}}{12} \right)
 \end{aligned}$$

3.5 Kostnadsberäkningar för fjärrvärmens värmeeffekt

Då fjärrvärmeuppvärmda bostäder även betalar för värmeeffekten utförs en separat kostnadsberäkning baserat på gällande avgifter som sedan inkluderas i kostnadsanalyserna. Kostnaderna är säsongsbaserade då höglastperiod råder mellan november och april samt låglastperiod mellan maj och oktober. Först tas ett månatligt medelvärde av värmeenergin ut som sedan divideras med A_{temp} och antalet hus samt multipliceras med kostnaden för respektive lastperiod. Den fasta årsavgiften för fjärrvärme divideras med årets tolv månader vilket ger en månadskostnad som sedan kan adderas med de rörliga kostnaderna, då erhålls samma nyckeltal som tidigare. Se Ekvation (6).

$$\begin{aligned}
 K_{\dot{Q}} = A_{temp} & \left(\left(\frac{E_{medel,LL}}{A_{temp_{medel}}} \times \frac{kr}{kWh_{LL}} \right) + \left(\frac{E_{medel,HL}}{A_{temp_{medel}}} \times \frac{kr}{kWh_{HL}} \right) \right) \\
 & + \left(\frac{kr_{anslutn.avgift}}{12} \right) \quad \left[\frac{kr}{månad} \right] \quad (6)
 \end{aligned}$$

De fasta och rörliga avgifterna som avser värmeleverans för fjärrvärmekunder läggs till på alla kostnadsberäkningar för att få en rättvis jämförelse.

3.6 Beräkningar för investeringskostnader och anslutningsavgifter

För att kunna utföra en ekonomisk jämförelse som inkluderar investeringskostnader och anslutningsavgifter för samtliga system användes HEM:s funktion "Fjärrkontrollen" på deras hemsida. Vid inkludering av investeringskostnaden för direktverkande el används kostnaden för en värmepanna med uppvärmning av varmvatten via elpatron från NIBE (NIBE, u,å-a). Uppvärmningssystemens investeringskostnader som erhölls från hemsidan exkluderar eventuella kostnader som exempelvis ombyggnationer till ett vattenburet system.

Med investeringskostnaden beräknas en annuitet fram via annuitetsmetoden för att kunna uppskatta en periodiserad årskostnad som sedan divideras med årets tolv månader vilket ger en slutgiltig fast månadskostnad. Realräntan som används i kalkylerna har beräknats till 5,88%, enligt Ekvation (7), vilket kan anses vara rimligt då de räntor som erbjuds av låneförmedlare ligger på ca 8% och en inflation på ca 2% vilket är Sveriges inflationsmål (Sveriges Riksbank, 2020).

$$r_r = \left(\frac{1 + r_n}{1 + q} \right) - 1 \quad [-] \quad (7)$$

Vid investering av ett nytt uppvärmningssystem antas ett lån tecknas för grundinvesteringen med en återbetalningstid på 10 år, det innebär även ytterligare ett lån för byte av värmepumparnas kompressor med 5 års återbetalningstid. För att erhålla en genomsnittlig månadskostnad som inkluderar både annuiteten för grundinvesteringen och värmepumparnas kompressorbyten måste annuiteterna adderas. Då annuiteterna baseras på olika återbetalningstider delas kompressorbytet annuitet med hälften för att kunna sträckas ut till en 10 årig återbetalningstid som för grundinvesteringen, se Ekvation (8).

$$\text{Annuitet} = \frac{I \times \left(\frac{r_r}{1 - (1 + r_r)^{-n}} \right)}{12} \quad \left[\frac{kr}{\text{månad}} \right] \quad (8)$$

4 Resultat

Kapitlet presenterar de resultat som studien kommit fram till gällande bostädernas effektbehov samt kundernas månadskostnader beroende på flertalet parametrar.

4.1 Jämförelse av elanvändning

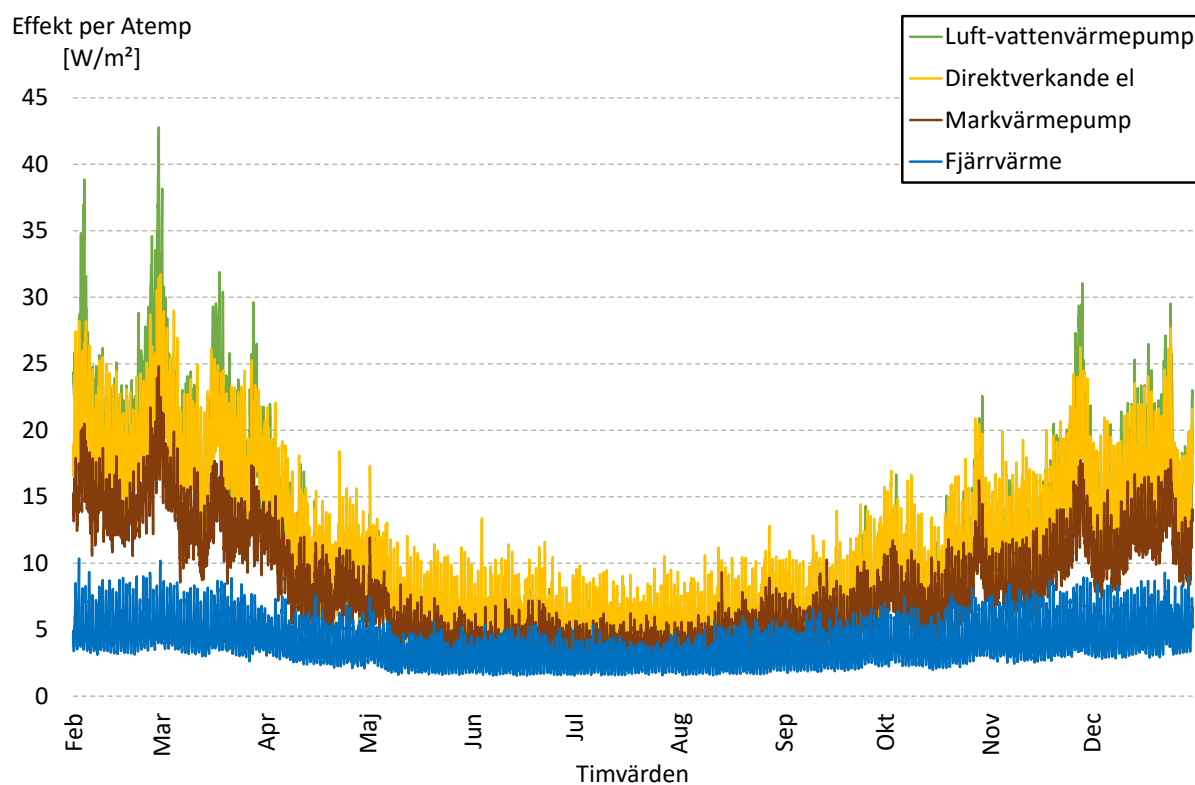
Genom en sammanställning av elanvändningen som erhållits från de 160 småhusen tas olika statistiska värden ut för bostäderna med respektive uppvärmningsmetod och jämförs, januari exkluderas då värden saknas. Genom en jämförelse kan tydliga skillnader i specifikt effektbehov upplysas, speciellt med avseende på medel- och maxvärden för elanvändningen, se Tabell 3.

Tabell 3. Jämförelse av olika statistiska värden för effekt mellan småbussen för 2018.

Uppvärmningstyp		Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
Fjärrvärme	Medel	5,2	5,0	4,0	3,0	2,8	2,8	3,0	3,4	3,9	4,5	5,0
	Sd'	1,5	1,4	1,1	1,0	0,9	0,8	1,0	1,2	1,3	1,5	1,5
	Max	10,3	8,9	7,5	7,4	5,4	5,3	6,0	7,0	8,1	8,9	9,3
	Min	3,1	2,6	2,1	1,6	1,5	1,6	1,6	1,7	2,0	2,4	2,8
Markvärmepump	Medel	15,0	13,3	8,5	5,2	4,3	3,9	4,6	5,8	7,5	9,8	11,8
	Sd'	2,5	2,3	2,1	1,5	0,9	0,8	1,2	1,5	2,1	2,6	2,1
	Max	24,8	21,3	15,1	11,9	7,3	6,2	9,3	10,7	16,2	17,7	17,8
	Min	10,5	8,5	4,6	2,6	2,4	2,4	2,5	2,9	3,7	5,6	7,4
Luft-vattenvärmepump	Medel	23,1	20,3	10,6	5,6	4,6	4,3	4,7	6,2	9,4	14,1	16,9
	Sd'	4,9	4,2	3,5	2,0	1,2	1,1	1,4	2,0	3,3	4,9	3,7
	Max	42,8	38,2	22,0	13,7	8,5	7,3	9,2	14,3	22,6	31,1	29,5
	Min	14,2	11,0	4,6	2,6	2,5	2,3	2,3	2,7	3,9	6,7	9,5
Direktverkande el	Medel	19,9	18,7	11,2	6,6	5,4	5,2	5,4	6,8	9,8	13,5	15,8
	Sd'	3,5	3,2	3,5	2,5	2,0	1,8	2,1	2,6	3,4	4,0	3,4
	Max	31,7	29,0	22,1	17,3	13,4	10,5	12,8	15,7	20,9	26,3	27,7
	Min	13,3	12,0	4,2	2,5	2,0	2,0	2,0	2,6	3,9	7,0	9,1

¹Standardavvikelse.

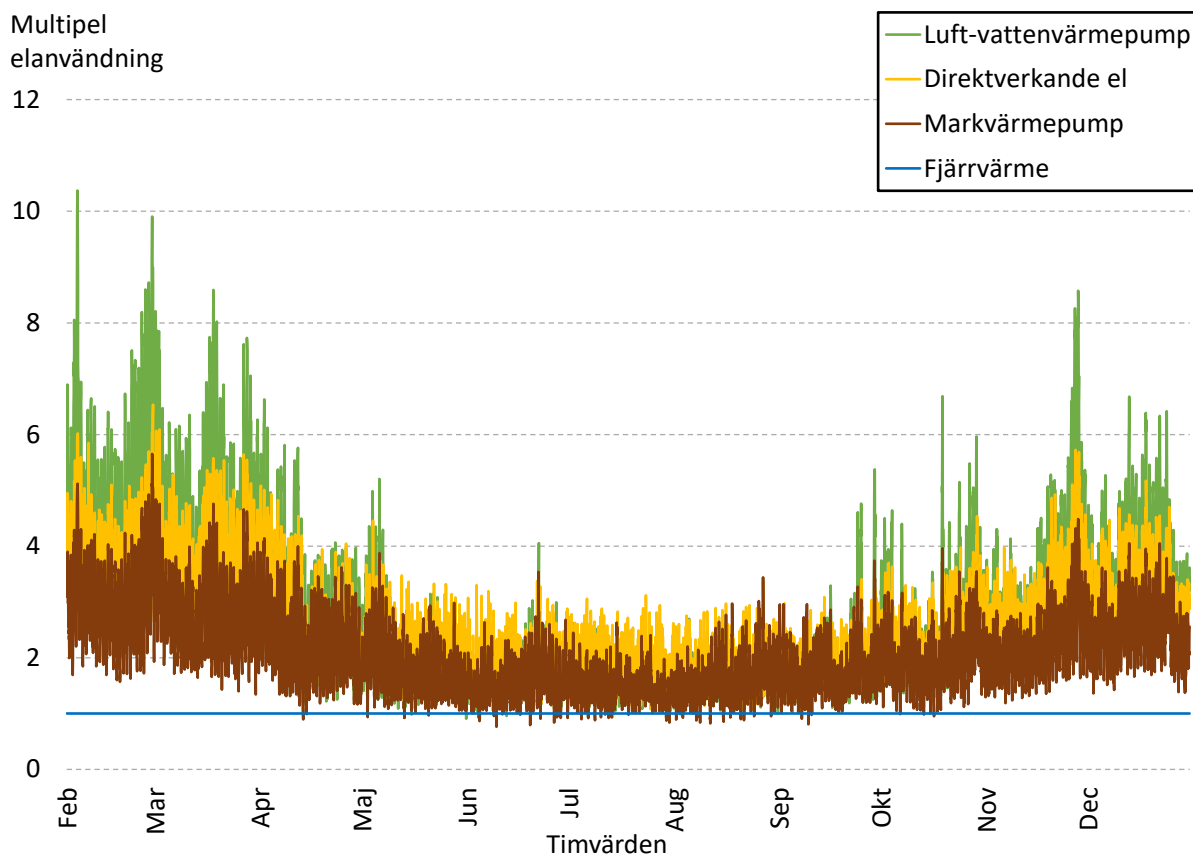
Resultatet visar en tydlig skillnad i elanvändning beroende på vilket uppvärmningssystem en bostad har, där hus med luft-vattenvärmepumpar genererar högst värden under kalla månader. Standardavvikelsen för bostäder med direktverkande el och luft-vattenvärmepumpar är relativt hög under kalla månader vilket är ett tecken på höga fluktuationer i elanvändningen mellan husen. Inom bostäder med markvärmepumpar och fjärrvärme är motsvarande siffra lägre vilket tyder på en generellt stabilare elanvändning. För att få en tydligare bild över skillnaderna i effektanvändning av de undersökta husen ritas elanvändningen per A_{temp} upp i Figur 4, som ämnar att besvara frågeställning (I).



Figur 4. Jämförelse av elanvändning per A_{temp} för småbus baserat på timvärden från 2018.

Utifrån diagrammet kan utläsas att fjärrvärmeuppvärmda bostäder använder betydligt mindre eleffekt än bostäder med andra uppvärmningssystem. Det är även viktigt att skildra effekttopparna som sker under den kallaste dagen 2018 som då var den 28:e Februari. Det är effekttopparna som HEM Nät måste ta hänsyn till vid dimensionering av elnätet för att se till så tillräckligt med kapacitet finns året runt.

För att ta reda på hur många gånger mer eleffekt som bostäder med andra uppvärmningssystem använder i förhållande till fjärrvärmeuppvärmda bostäder utfördes en beräkning baserat på fjärrvärmehusen som bas. Då divideras bostädernas elanvändning per A_{temp} med fjärrvärmehusens enligt Ekvation (2) för att få en genomsnittlig uppskattning av hur många gånger mer effekt de använder, vilket illustreras i Figur 5.



Figur 5. Jämförelse av elanvändning per A_{temp} mellan fjärrvärmeuppvärmda hus och bostäder med övrig uppvärmning baserat på kvotskillnad.

Resultatet visar att hus med övriga uppvärmningssystem använder flertalet gånger mer eleffekt än vad bostäder med fjärrvärmesystem gör. Bostäder med Luft-vattenvärmepumpar särskiljer sig extra mycket från de andra uppvärmningsmetoderna med höga värden under vinterhalvåret från oktober - mars. Under sommarhalvåret uppvisar även bostäder med de övriga uppvärmningssystemen tecken på lägre effektanvändning än för fjärrvärmesystem med kvotnivåer under referensvärdet. Ett medel-, max- och minvärde samt infallande datum och temperatur togs fram för kvotnivåerna, det ger en lättöverskådlig överblick när höga och låga multiplar av fjärrvärmens elanvändning infaller, se Tabell 4.

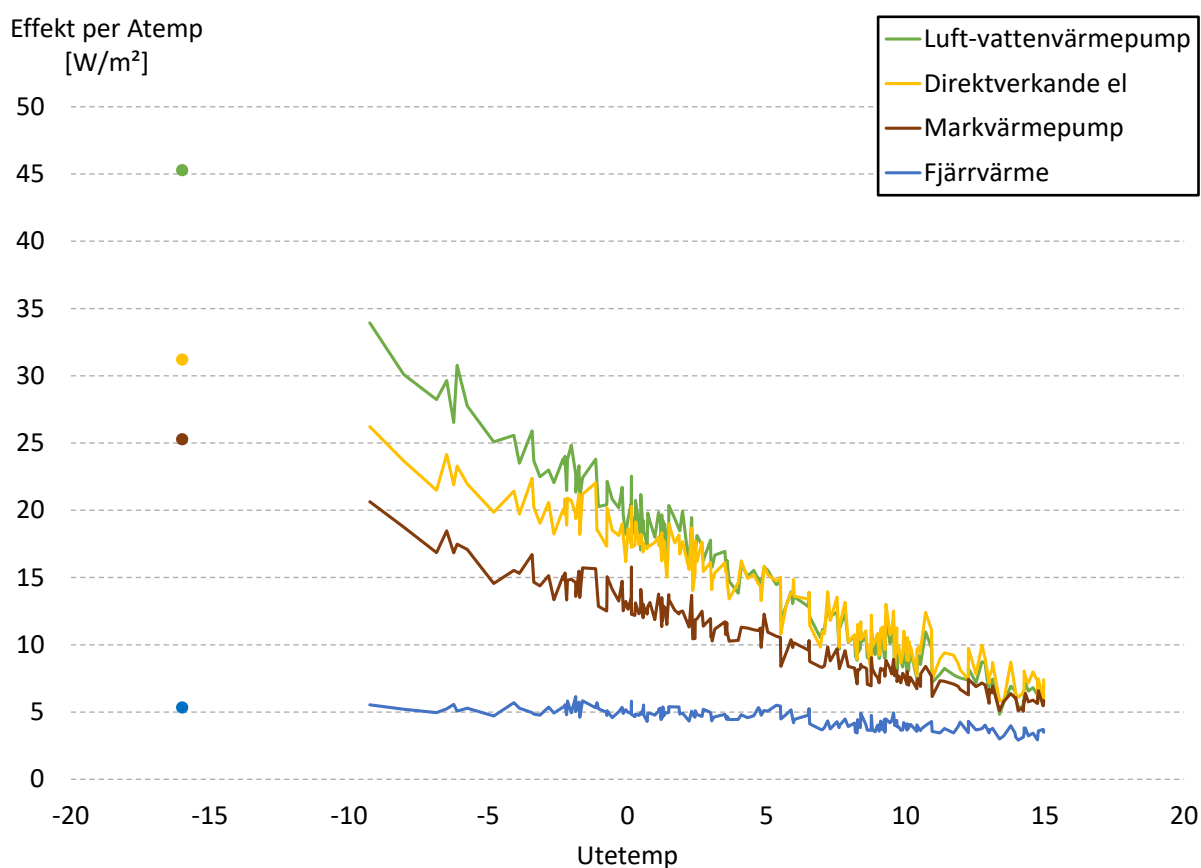
Tabell 4. Jämförelse av intressanta värden för kvotskillnaden mellan bostäder med fjärrvärme och övriga uppvärmningssystem.

	Fjärrvärme ¹	Markvärmepump	Luft-vattenvärmepump	Direktverkande el
Årsmedel	-	2,09	2,69	2,65
Max	-	5,65	10,37	6,54
Datum Max	-	Feb 28 kl. 05:00	Feb 6 kl. 03:00	Feb 28 kl. 10:00
Utetemp Max	-	-12,8°C	-11,2°C	-7,7°C
Min	-	0,76	0,90	0,94
Datum Min	-	Jun 19 kl. 16:00	Maj 31 kl. 19:00	Jul 14 kl. 01:00
Utetemp Min	-	17,7°C	22,5°C	16,4°C

¹Referensvärde.

Februari visar sig vara den månad då alla husens kvotmaximum infaller och under juni månad samt i slutet av Maj inträffar kvotminimum. Månaderna representerar de kallaste och varmaste under året 2018 vilket stämmer överens med värdena.

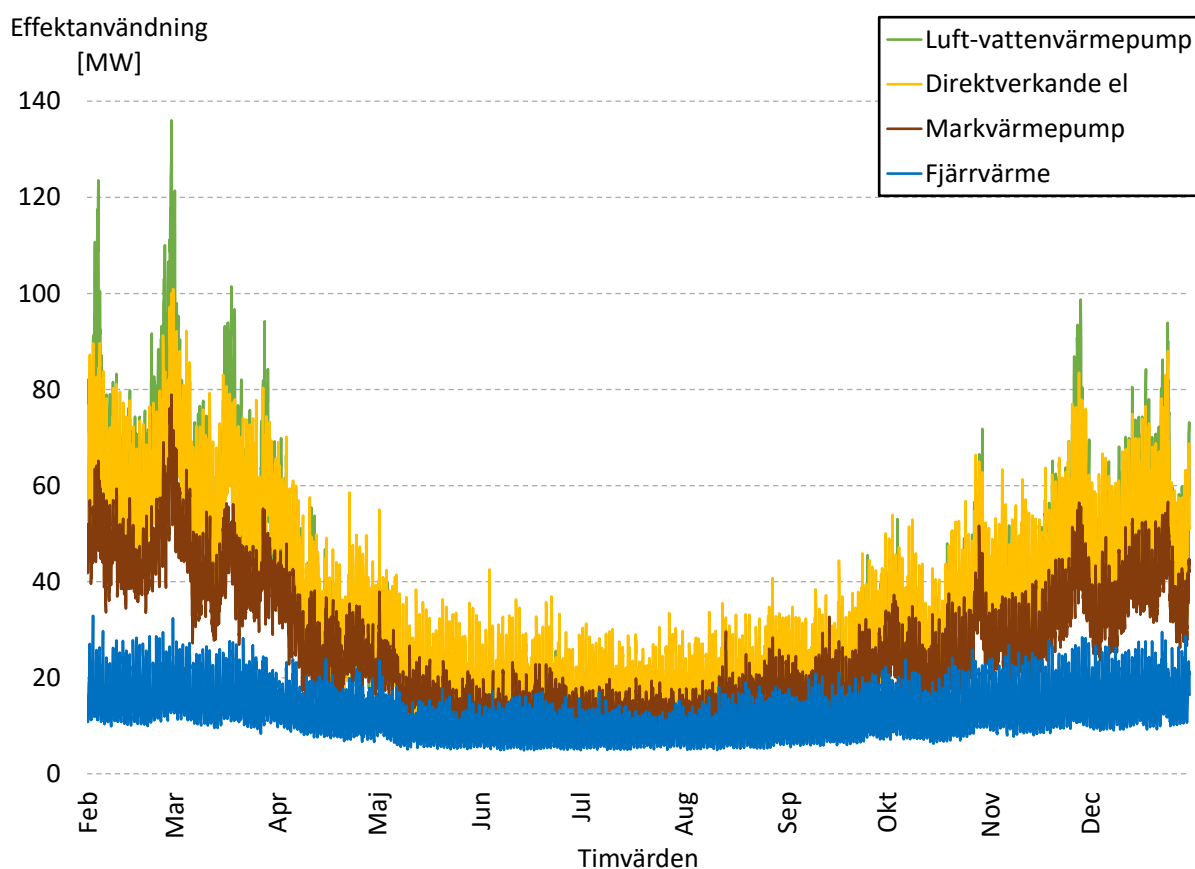
För att få en tydlig bild över bostädernas prestanda beroende på uppvärmningssystem kan ett dygnsmedelvärde för nyckeltalet som beräknades fram i Ekvation (1) ställas upp och jämföras med utomhustemperaturen. Eftersom bostädernas effektskillnad oavsett uppvärmningssystem inte är markant över 15°C presenteras effektvärden för temperaturer under 15°C. Då den dimensionerande utetemperatur (DUT) för Halmstad, som uppgår till -16°C, inte inträffade under 2018 har prognosvärden beräknats fram genom att extrapolera värden. Då erhålls en uppskattning av husens temperaturkänslighet vid kallare utetemperaturer enligt Figur 6.



Figur 6. Jämförelse av dygnsmedeleffekt (el) kontra utomhustemperatur för hus med olika uppvärmningssystem, 2018.

Bostäder med uppvärmningssystem annat än fjärrvärme visar markant ökning av elanvändningen vid kallare temperaturer. Bostäderna med luft-vattenvärmepumpar uppnår högst effektbehov utav alla husen med olika uppvärmningsmetoder vid låga temperaturvärden på vinterhalvåret medan fjärrvärmehusen i princip är oförändrade genom hela året. En intressant skiftning av prestanda sker vid ca 5°C mellan småhus med direktverkande el och luft-vattenvärmepumpar, där luft-vattenvärmepumpshusen presterar bättre under sommarhalvåret och hus med direktverkande el på vinterhalvåret. Efter extrapolation syns det tydligt till vilken grad dygnsmedeleffekten hade uppgått till om extrema utomhustemperaturer hade inträffat enligt Halmstads DUT.

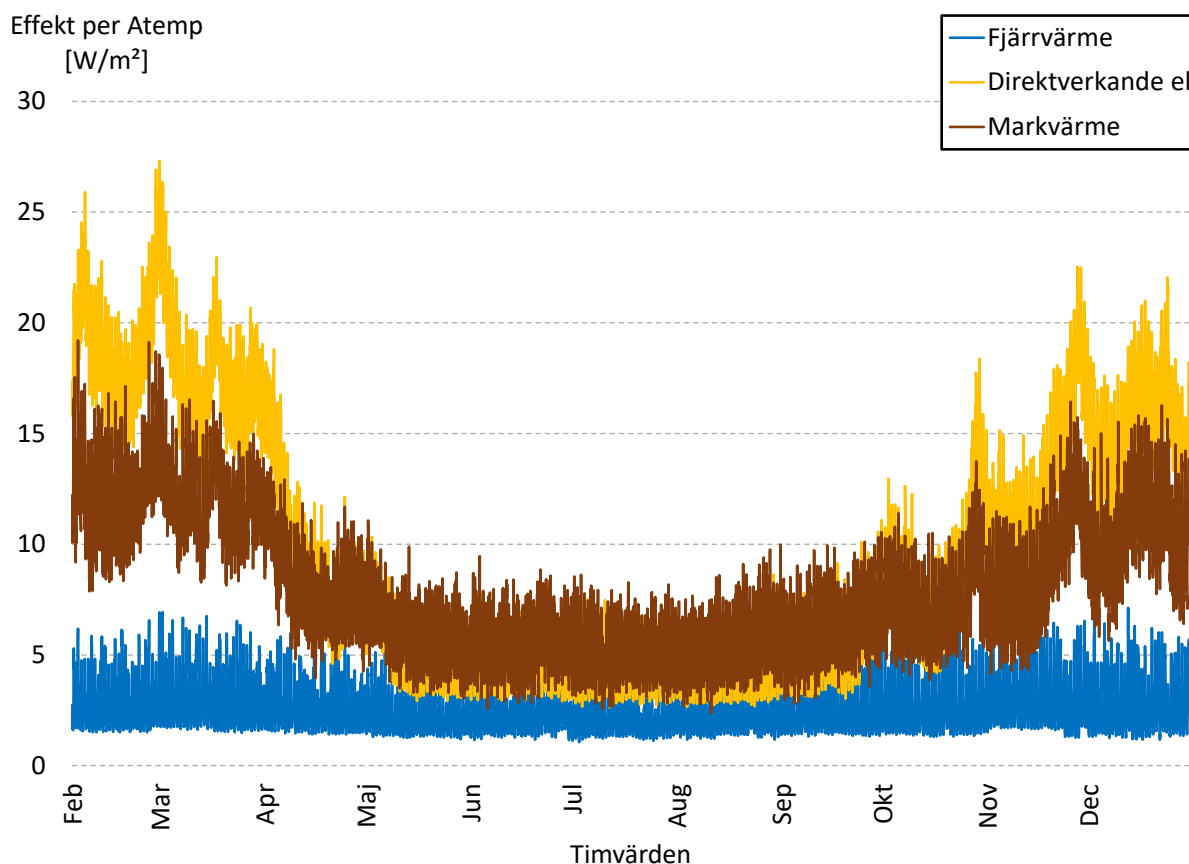
En jämförelse görs ur ett storskaligt elkraftsperspektiv för att kunna se effektbehovet på elnätet om alla småhus inom HEM:s område skulle använda samma uppvärmningssystem, detta görs för att kunna besvara arbetets andra frågeställning (II). Då multipliceras bostädernas effektanvändning per A_{temp} med antalet småhus inom HEM:s koncessionsområde samt ett medelvärde på A_{temp} . Medelvärdet på A_{temp} för småhusen i Halmstad, enligt energideklarationerna, beräknas i genomsnitt vara 183 m² och är därför den yta som används i uppskattningen. Antalet småhus inom koncessionsområdet är enligt HEM:s kundstatistik 17 377. En uppskattning för HEM kan nu presenteras i Figur 7.



Figur 7. Elanvändning beroende på applicerat uppvärmningssystem för alla småhus inom HEM:s koncessionsområde, [MW].

Enligt det resultat som presenteras erhålls tydliga utslag av grova effekttoppar om luft-vattenvärmepumpar men även till viss mån direktverkande el var det primära uppvärmningssystemet för samtliga småhuskunder. Då HEM abonnerar på 190 MW av E:on skulle allvarliga effektproblem uppstå om de uppvärmningssystemen applicerades på alla deras kunder då effekten även går till industrier och lokaler.

Då HEM:s kunder inte bara består av småhus utan även flerbostadshus upprättas en jämförelse av effektanvändning för olika uppvärmningssystem även här. Effektanalysen jämför tre flerbostadshus av varje uppvärmningssystem, undantaget luft-vattenvärmepumpar, då sådant system ej påträffats för flerbostadshus inom HEM:s koncessionsområde. Resultatet presenteras enligt Figur 8.



Figur 8. Jämförelse av elanvändning per A_{temp} för flerbostadshus baserat på timvärden från 2018.

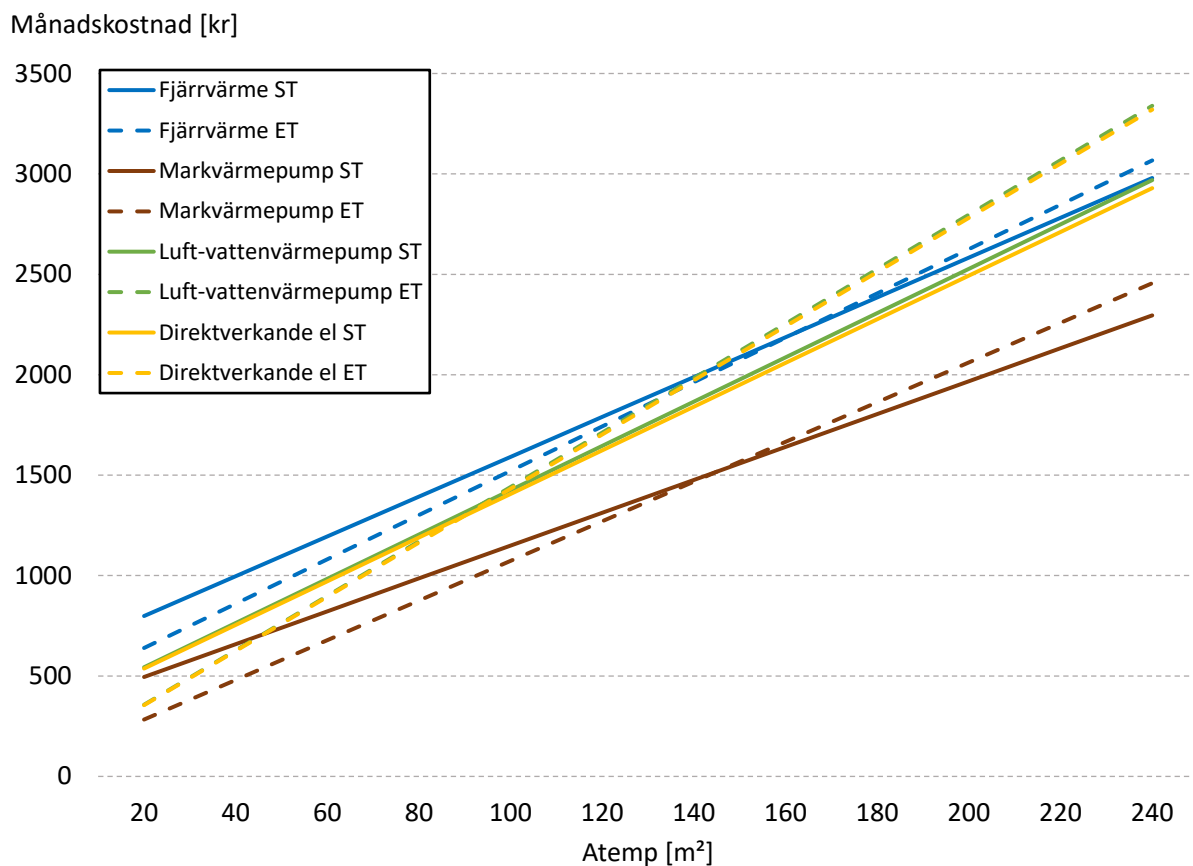
Flerbostadshus med direktverkande el använder betydligt mer el än de andra uppvärmningsmetoderna. Jämfört med flerbostadshus som använder fjärrvärme uppgår elanvändningen till nästan fem gånger mer under kalla vintermånader medan användningen under sommaren är någorlunda lika för alla uppvärmningsmetoderna. Viktigt att notera är att flerbostadshus med markvärmepumpar har en lägre elanvändning under kalla vintermånader än för de som värms upp med direktverkande el, detta skiftas dock under sommarhalvåret. Jämfört med småhusens elanvändning med samma uppvärmningssystem uppvisar flerbostadshusen en generellt lägre användning med ca 5 W/m^2 med undantag för fjärrvärme som tycks vara nästintill oförändrad.

4.2 Kostnadsjämförelser exklusive investeringskostnader

Efter jämförelsen av effektbehov baserat på bostädernas uppvärmningssystem syns tydliga skillnader av prestanda. En effektjämförelse är dock endast en sida av myntet och ger elnätsägare en överblick av bästa system för låg effektanvändning som gynnar både företaget och samhället i sig. Den andra sidan av myntet är en kostnadsjämförelse utifrån kundens perspektiv baserat på rörlig och fast kostnad per månad. Idag betalar HEM:s kunder enligt en säkringstariff som baseras på den månatliga elenergi som kunden använder samt en fast årskostnad som bestäms av säkringsstorleken i fastigheten. Säkringstariffen kommer att jämföras med en ny preliminär effekttariff som är tänkt att implementeras hos HEM i framtiden. Effekttariffen baseras på hög- och låglastperioder för både den effekt och energi som kunden använder.

Höglastperioden sträcker sig mellan 06:00 till och med 21:59 för vardagar under oktober till mars. Låglastperioden gäller de övriga timmarna på året där inte höglast råder. Jämförelsen inkluderar även handelspriserna för rörliga elhandelsavtal från 2018 för båda tariffsystemen. Investeringskostnader exkluderas ur alla analyser i det här kapitlet som endast jämför uppvärmningskostnader och fasta avgifter.

Efter att ha sammanställt alla fasta och rörliga kostnader för säkring- och effekttariffer kan en känslighetsanalys upprättas som skildrar total månadskostnad beroende på bostädernas A_{temp} enligt Figur 9. Handelspriset som används i figuren baseras på ett årsmedelvärde för 2018 (inklusive januari 2019) som uppgick till 0,77 kr/kWh för småhus.

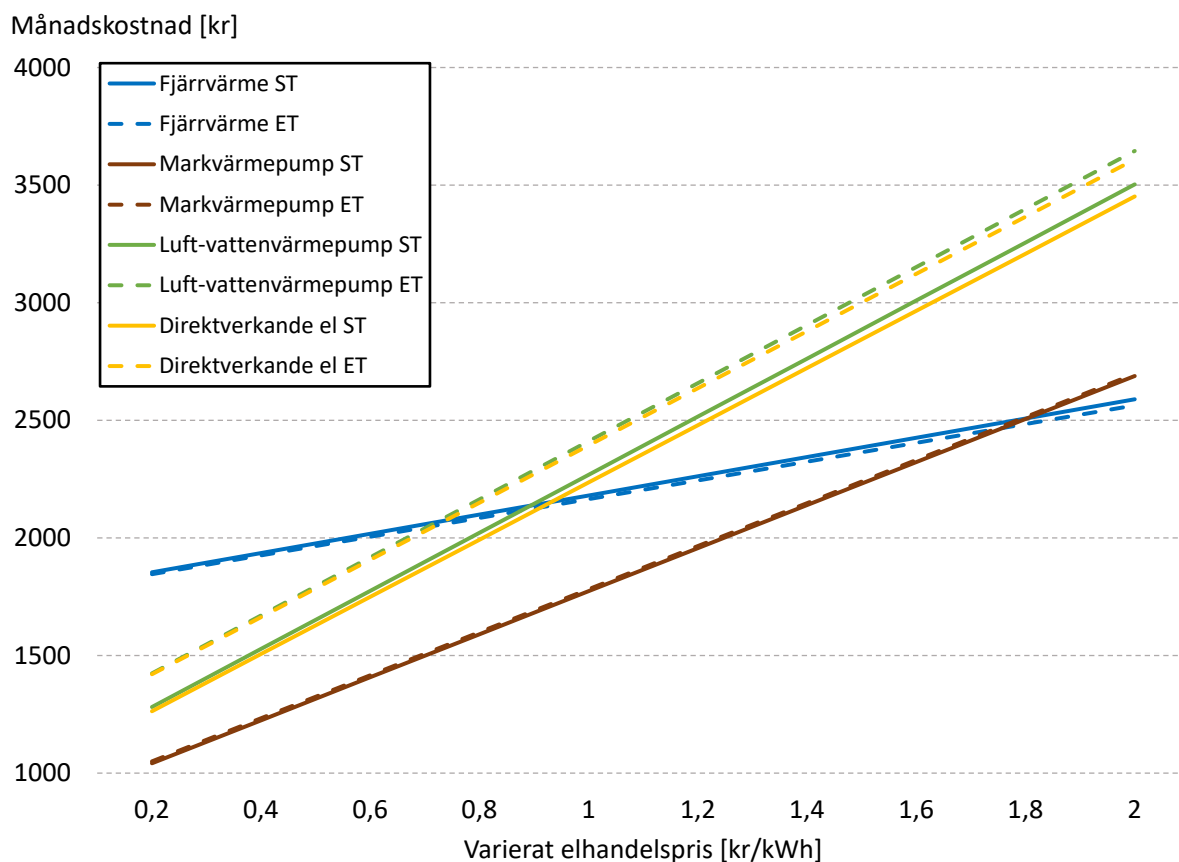


Figur 9. Jämförelse av månadskostnad per A_{temp} mellan säkringstariff (ST) och effekttariff (ET) för bostäder med olika uppvärmningssystem.

Utifrån jämförelsen i diagrammet kan konstateras att det nya effekttariffsystemet gynnar kostnadsmässigt hus med lägre A_{temp} än stora hus. Kostnadsövergången för bostäderna sker för respektive uppvärmningssystem vid en A_{temp} på 160 m^2 , 150 m^2 , 90 m^2 och 90 m^2 för fjärrvärme, markvärmepumpar, luft-vattenvärmepumpar och direktverkande el.

Den månatliga kostnaden för bostäder med direktverkande el och luft-vattenvärmepump är näst intill identiska oavsett vilket tariffsystem som gäller med minimal kostnadsfördel till direktverkande el. Utifrån diagrammets resultat syns även tydligt att bostäder med markvärmepumpar erhåller en väldigt låg månadskostnad i jämförelse med övriga uppvärmningsalternativ. Då resultatet speglar månadskostnaden utan hänsyn till vare sig investering- eller installationskostnad kan kostnadsbilden skiftas vid inkludering av sådana faktorer vilket presenteras i kapitel 4.3.

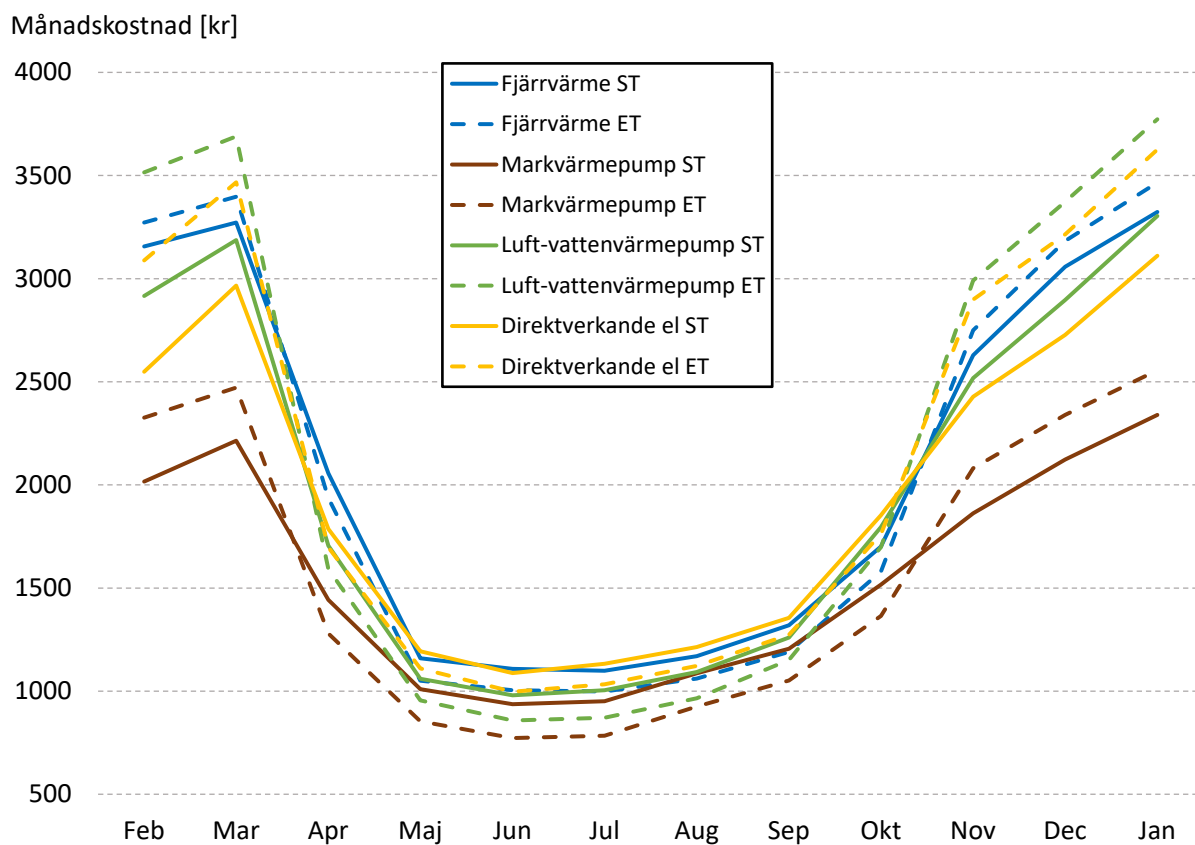
För att istället få ett perspektiv på hur månadskostnaden för en bostad på 150 m² A_{temp} kan variera beroende på elhandelspriset upprättas även en känslighetsanalys enligt Figur 10. Då elhandelspriset kan variera mellan månader och år kan utifrån figuren avläsas när det är ekonomiskt fördelaktigt att ha en uppvärmningsmetod över en annan beroende på marknadens priser. De varierade elhandelspriset på x-axeln inkluderar alla tänkbara kostnader som rör elhandelsavtalet, exempelvis spotpris på börsen, fasta avgifter, moms, energiskatt och påslag



Figur 10. Jämförelse av månadskostnad mellan säkringstariff (ST) och effekttariff (ET) för bostäder med olika uppvärmningssystem beroende på elhandelspriset. Y-axelns värden börjar på 1000 kr.

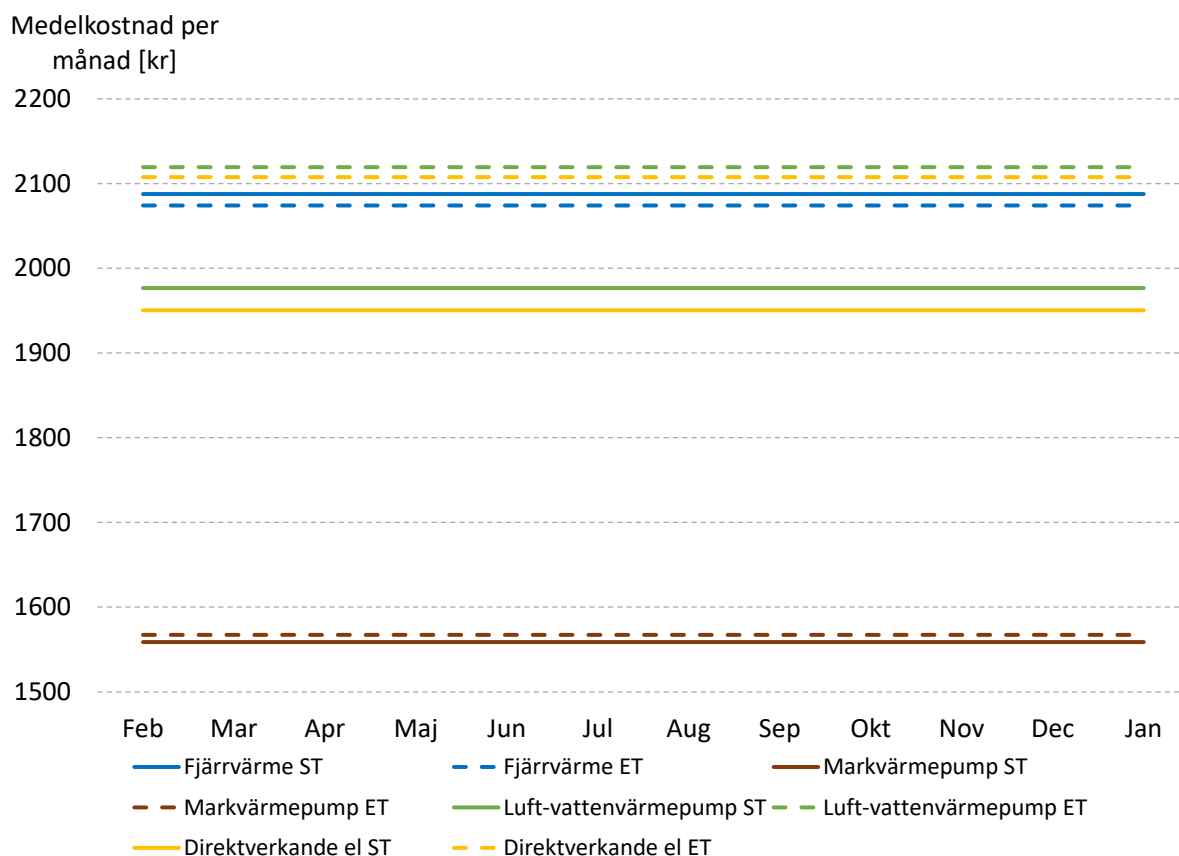
Utifrån resultatet ser vi att bostäder med markvärmepumpar är starkt ekonomiskt konkurrenskraftiga även om elhandelspriset skulle stiga till ca 1,8 kr/kWh. Då de fasta månadskostnaderna för fjärrvärme är höga kan månadskostnadens utveckling ändå anses vara trög på grund av att handelspriset endast påverkar elanvändningen och inte fjärrvärmens värmeeffekt. Månadskostnadens lutning i figuren kan hänföras till bostädernas elanvändning utifrån undersökt effektdata.

För att presentera ett exempel på en bostads månadskostnad baserat på de två olika tariffsystemen kan i Figur 11 utläsas en kostnadsjämförelse för en bostad på 150 m². På så vis kan skillnader i kostnad beroende på månad och respektive lastperiod urskiljas.



Figur 11. Jämförelse av månadskostnad mellan säkringstariff (ST) och effekttariff (ET) för en bostad på 150 m² beroende på uppvärmningsmetod. Y-axelns värden börjar på 500 kr.

Utifrån diagrammet syns tydligt hur det nya effekttariffsystemet ger lägre månadskostnader under sommarhalvårets låglastperiod medan under vintersäsongens höglastperiod kan en hög effekt- och energianvändning straffas rejält ekonomiskt. Bostäder med markvärmepumpar särskiljer sig från övriga uppvärmningsmetoder med en noterbart lägre månadskostnad oavsett lastperiod och tariffsystem. För att tydliggöra skillnaden mellan tariffsystemen kan ett medelvärde av månadskostnaderna utvinnas och jämföras, se Figur 12.



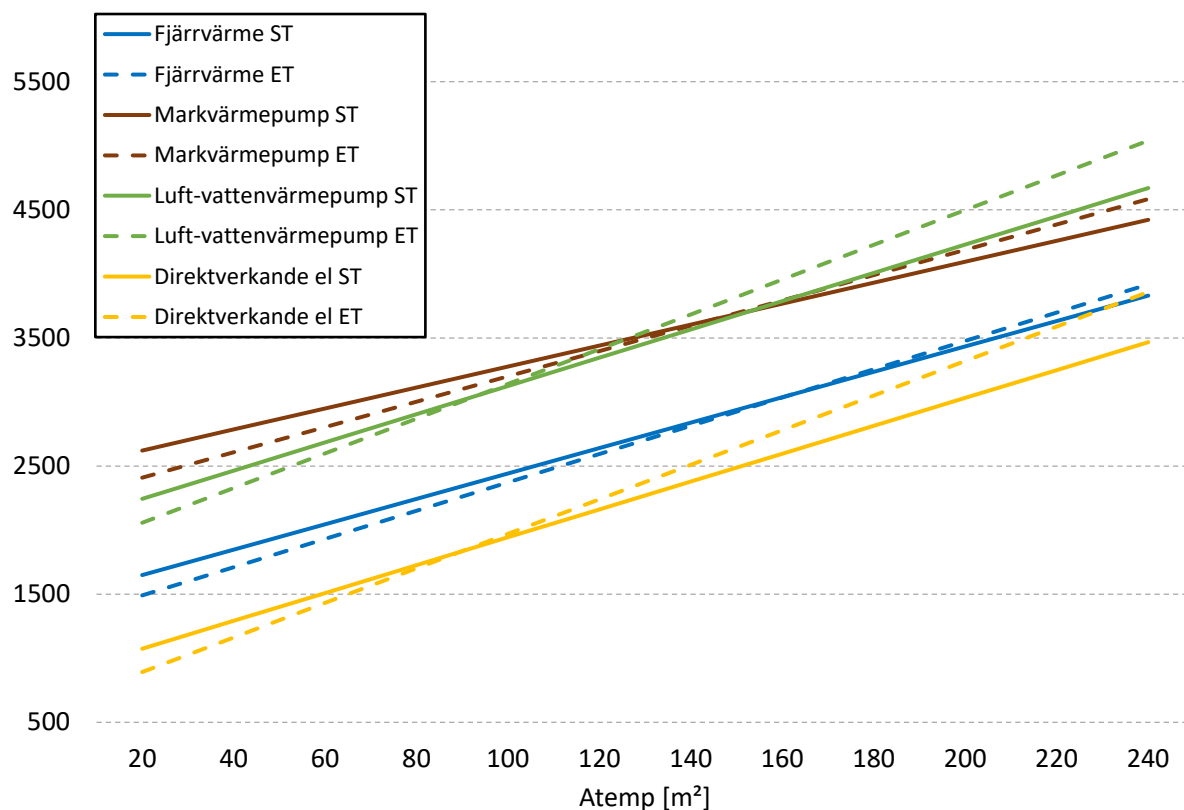
Figur 12. Medelvärdet av månadskostnad mellan säkringstariff (ST) och effektariff (ET) för en bostad på 150 m² beroende på uppvärmningsmetod. Y-axelns värden börjar på 1500 kr.

Effektariffen har störst inverkan på husen som använder direktverkande el eller luft-vattenvärmepumpar medan kostnaderna för markvärmepumpar och fjärrvärme är i princip oförändrade. Den nya månadskostnaden för fjärrvärme, markvärmepumpar, luft-vattenvärmepumpar och direktverkande el ändras med respektive -13,62 kr, 8,46 kr, 142,77 kr 157,21 kr. Bostäder med fjärrvärme är därmed de enda som får en lägre genomsnittlig månadskostnad med det nya tariffsystemet, om ändå marginellt.

4.3 Kostnadsjämförelser inklusive investeringskostnader

Via funktionen "Fjärrkontrollen" på HEM:s hemsida kan investeringskostnader för uppvärmningssystemen erhållas vilket då ger en uppskattning utifrån deras egna beräkningar. Däribland inkluderas ej en investeringskostnad för direktverkande el men som i rådande fall kommer uppskattas till totalt 47 775 kr. Genom att ta hänsyn till både investeringskostnader samt eventuella reinvesteringar kan en mer verklighetstrogen känslighetsanalys skapas och liksom Figur 9 baseras även den på en varierad A_{temp} , se Figur 13. Analyserna i detta samt föregående kapitel ämnar ge svar på frågeställning (III).

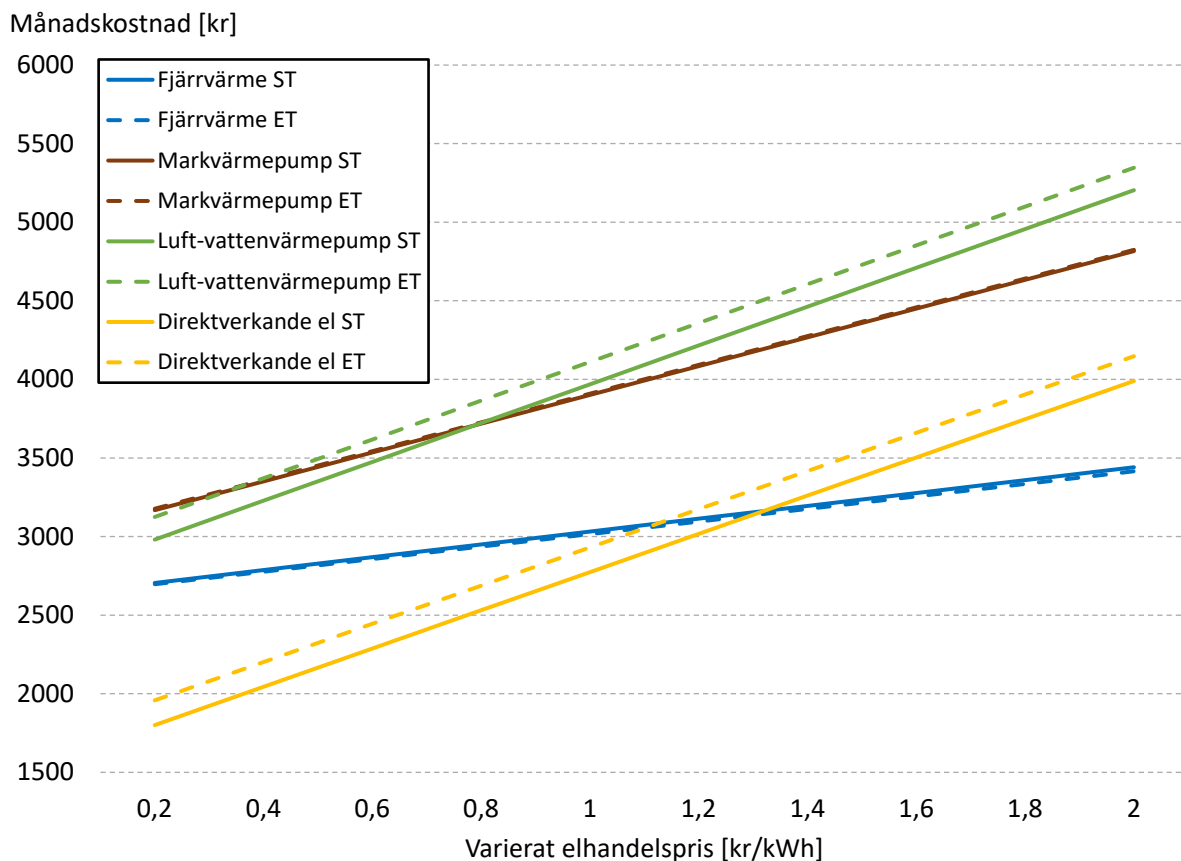
Månadskostnad [kr]



Figur 13. Jämförelse av månadskostnad mellan säkringstariff (ST) och effekttariff (ET) för bostäder med olika uppvärmningssystem beroende på varierad A_{temp} . Y-axelns värden börjar på 500 kr. Investeringskostnader inkluderas.

Investeringskostnaden har en tydlig inverkan på månadskostnaden där hus med direktverkande el får en klar fördel gentemot de andra uppvärmningssystemen vilket speglas i figuren. Värmepumparna har en betydligt högre månadskostnad än vad de övriga uppvärmningssystemen har, det beror på den höga investeringskostnaden och kostnaden för kompressorbytet. För att jämföra mellan värmepumparna kan konstateras att bostäder med markvärmepumpar har en ekonomisk fördel vid större bostadsytor jämfört med bostäder som har luft-vattenvärmepumpar.

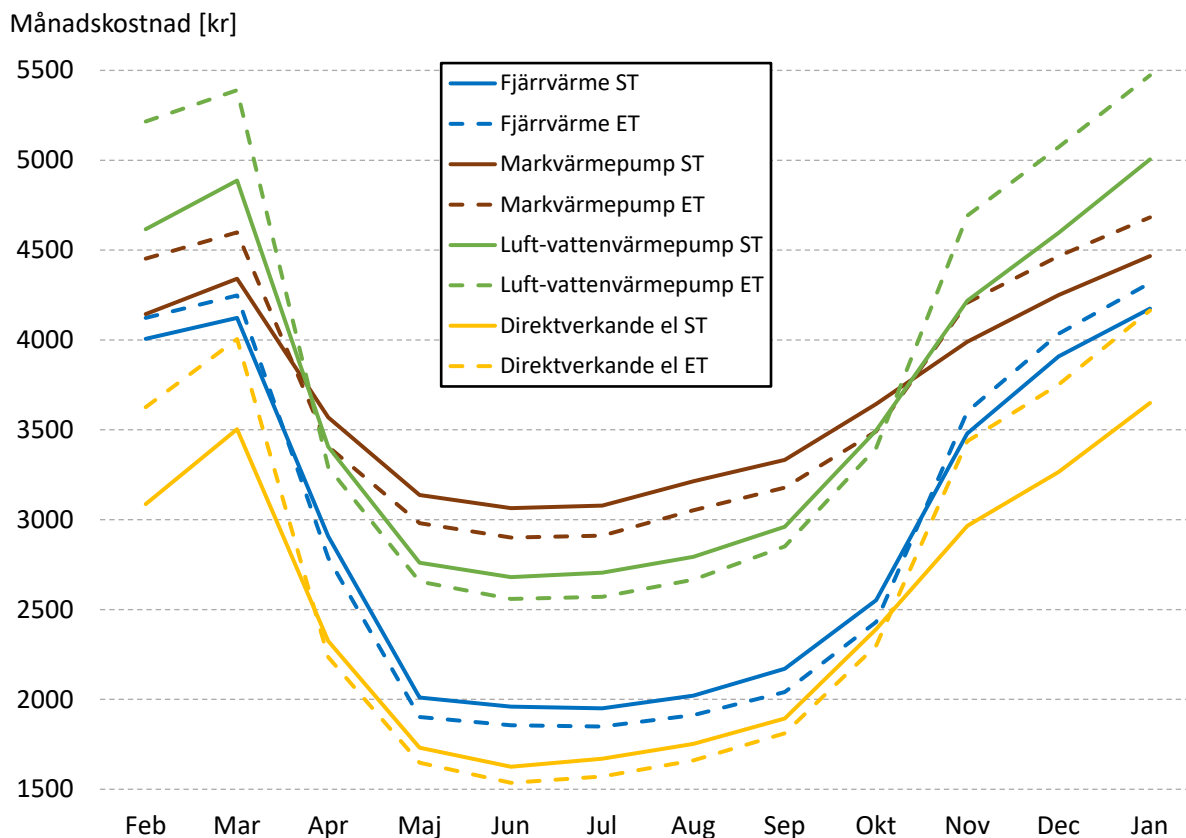
För att vidare utforska investeringskostnadernas inverkan på kundernas månadskostnad inkluderas den även i känslighetsanalysen som baseras på det varierande elhandelspriset. På så vis erhålls en ny prisbild där brytpunkter för billigast och dyrast uppvärmning för en bostad på 150 m² kan förändras. De varierade elhandelspriset på x-axeln inkluderar alla tänkbara kostnader som rör elhandelsavtalet, exempelvis spotpris på börsen, fasta avgifter, moms, energiskatt och påslag, se Figur 14.



Figur 14. Jämförelse av månadskostnad mellan säkringstariff (ST) och effektariff (ET) för bostäder med olika uppvärmningssystem beroende på elhandelspriset. Y-axelns värden börjar på 1500 kr.

Med ett stigande elhandelspris ökar skillnaden mellan eluppvärmda och fjärrvärmeuppvärmda bostäder. Noterbart är att markuppvärmning har en lägre lutning och blir mer konkurrenskraftigt med ett högre elhandelspris jämfört med luft-vattenuppvärmning. Vid ett elhandelspris på ca 1,2 kr/kWh, inkluderat alla avgifter, erhåller bostäder med fjärrvärme den lägsta månadskostnaden av alla uppvärmningsalternativ. Enligt Ei:s statistik över rörligt elhandelspris för 2008 till och med 2019 översteg dock elhandelspriset 1 kr/kWh senast i februari 2012 (Energimarknadsinspektionen, 2020).

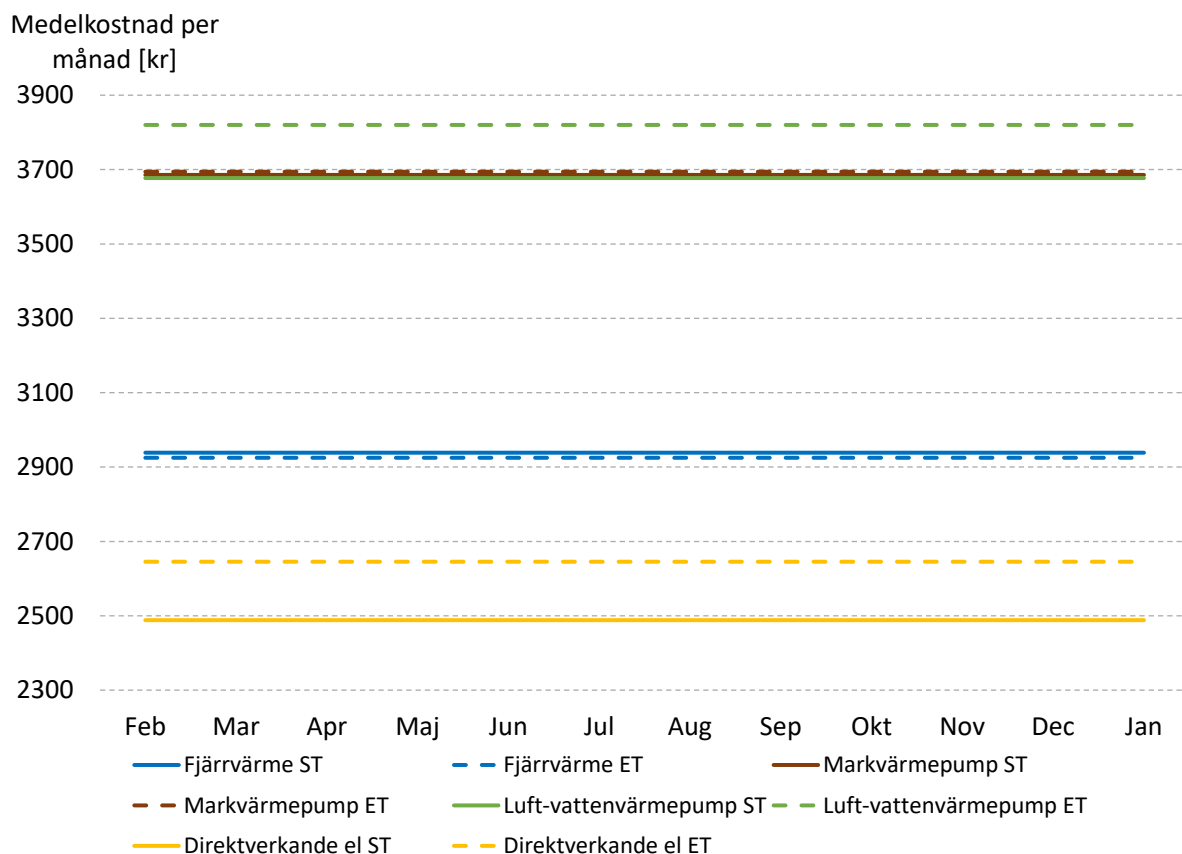
För att presentera ett exempel på en bostads uppvärmningskostnad under ett år erhålls en liknande uppskattning som för Figur 9 fast inkluderat uppvärmningssystemens investeringskostnader, se Figur 15.



Figur 15. Jämförelse av månadskostnad mellan säkringstarriff (ST) och effektstarriff (ET) för en bostad på 150 m² med olika uppvärmningssystem. Y-axelns värden börjar på 1500 kr. Investeringskostnader inkluderas.

Enligt figuren erhåller bostäder på 150 m² med direktverkande el eller fjärrvärme en betydligt lägre månadskostnad än vad en motsvarande bostad hade haft med en värmepump. Noterbart mellan värmepumparna är att bostäder med markvärme är ekonomiskt fördelaktigt på vintern, speciellt med rådande effektstarriff, medan luft-vattenuppvärmning är att föredra på sommaren. Månadskostnaden för bostäder med markvärmepumpar utmärker sig extra då den hålls relativt jämn under det undersökta året jämfört med andra uppvärmningsmetoder. Om resultatet i figuren jämförs med resultatet i Figur 11 kan tydligt uppmärksammas den inverkan som investeringskostnader har på bostädernas månadskostnader där framförallt värmepumparna fick en markant kostnadshöjning.

På samma vis som i Figur 12 utvinns nu ett medelvärde av månadskostnaderna fast inkluderande annuiteter för investeringskostnader. Medelkostnaden representerar en ungefärlig kostnad om effektbehovet för bostäderna var utjämnad exakt lika för alla månader utan fluktuationer, se Figur 16.



Figur 16. Medelvärde av månadskostnad mellan säkringstariff (ST) och effekttariff (ET) för en bostad på 150 m² med olika uppvärmningssystem. Y-axelns värden börjar på 2300 kr. Investeringskostnader inkluderas.

Medelvärdet för månadskostnaden skiljer sig markant mot den som presenterades i Figur 12 där skillnaden mellan figurerna är direkt hänförliga till investeringskostnaderna för uppvärmningssystemen. Bostäder med direktverkande el anses erhålla lägst genomsnittlig månadskostnad oavsett om effekttariffer implementeras. Månadskostnaden för värmepumparna med dagens säkringstariff är näst intill identiska vilket kan bero på att markvärmepumpar har en högre investeringskostnad medan bostäder med luftvattenuppvärmning möter upp det med en högre elanvändning, se Figur 4.

5 Diskussion

Tankar och idéer kring rapportens resultat och metod framförs samtidigt som dataunderlagets tillförlitlighet diskuteras och kritiserar.

5.1 Datainsamling

I rapporten baseras information om kundernas uppvärmningssystem och A_{temp} på data från energideklarationer som sträcker sig från 2010 och framåt. Rapportens resultat förlitar sig därmed på att informationen är korrekt och oförändrad fram tills effektdata från 2018 och 2019 extraherades. Det leder till en viss osäkerhet, framförallt för bostäder med direktverkande el där många husägare fick förbättringsåtgärder att exempelvis komplettera eller byta sitt uppvärmningssystem till en värmepump (33 av 40 hus). Bostäder med fjärrvärme är de som med all säkerhet faktiskt hade fjärrvärme som uppvärmningsmetod under 2018 till 2019, vilket undersöktes när data för värmeeffekten togs fram.

För att hitta potentiella byten av uppvärmningssystem så utfördes en jämförelse av husens totala elanvändning mellan data från Boverkets deklARATIONER och referensdata från HEM. Sedan togs en procentsats fram med avsikt att lättare lokalisera och belysa ett mönster av stora ökningar eller minskningar i elanvändning mellan åren. För samtliga uppvärmningssystem kunde identifieras skillnader enligt Tabell 5.

Tabell 5. Skillnad i total energi användning för de undersökta småhusen

Uppvärmningssystem	Deklarationsår ¹	Referensår	<35% ²	>35% ³	Förändring ⁴
Fjärrvärme	2010	2018	5	13	146%
Markvärmepump	2012	2018	4	7	107%
Luft-vattenvärmepump	2011	2018	2	8	109%
Direktverkande el	2010	2018	7	2	86%

¹Årtalen baseras på bostädernas typvärde.

²Antalet hus som minskat sin elanvändning med minst 35% jämfört med deklARATIONENSÅRET.

³Antalet hus som ökat sin elanvändning med minst 35% jämfört med deklARATIONENSÅRET.

⁴Förändringen i elanvändning baseras på ett medelvärde för alla bostäder med det uppvärmningssystemet.

Utifrån jämförelsen kan konstateras att misstankarna om direktverkande el bekräftas då flertalet bostäder har en sänkt energi användning 2018 i förhållande till deklARATIONENSÅRETS värden. Bostäder med andra uppvärmningssystem visar istället tecken på en negativ trend där energi användningen ökat, speciellt fjärrvärmebostäders användning av hushållsel.

5.2 Effektbehov och kostnader

Det finns flertalet faktorer som kan påverkat skillnaden i effektbehov mellan bostäderna, om än oftast i låg utsträckning, som inte tas hänsyn till i rapporten. Antalet boende i de undersökta husen samt deras ålder kan ha en inverkan på användningen av både hushållsel, värme och varmvattenanvändning. Även sociala förhållanden med olika fritidssysslor och beteendemönster kan vara mer eller mindre elintensiva och ge utslag i elanvändningen.

I rapporten har heller inte faktorer såsom husens skick, dess klimatskal eller ålder på husets uppvärmningssystem medräknats som kan ha betydelse för behovet av energi till uppvärmning. Det kan även finnas skillnader i den valda inomhustemperaturen för hushållen som påverkar energi behovet. Många av faktorerna som nämns gick dessvärre inte att tillhandahålla och kunde därmed inte inkluderas i beräkningarna eller analyserna. Vi anser ändå att rapporten ger en bra överblick av hushållens elanvändning beroende på uppvärmningsmetod trots avsaknaden av sådana faktorer.

Uppvärmningssystemens kostnad är en faktor som i högsta grad är relevant för både elnätsägare, beslutsfattare och allmänheten. Elnätsägare kan få nytta av en överblick och insyn i varför en kund väljer det uppvärmningssystem de väljer och enligt (Mahapatra & Gustavsson, 2008) visade sig den faktorn vara just driftkostnad. Kostnadsanalysen kan skapa incitament för beslutsfattare att införa samhällsnyttiga åtgärder som kan påverka uppvärmningssystemen i positiv eller negativ riktning. Rapportens resultat ger även allmänheten en möjlighet att se både fördelar och nackdelar med olika uppvärmningssystemalternativ.

När det kommer till effekttariffens inverkan på kundernas månadskostnader gavs utslag hos framför allt bostäder med luft-vattenvärmepumpar och direktverkande el. Kunder med sådana uppvärmningssystem kommer få en ökad kostnad vilket även är syftet med tariffens utformning då kunder med högt effektuttag kommer att drabbas hårdast. Med en implementering av effekttariffer ligger även ett ansvar hos HEM att informera sina kunder och ge råd för hur de kan påverka sin elfaktura. Kunden måste dock själv vara aktiv i sina val och skapa en förståelse för hur de kan reducera sin elanvändning under höglåstimmor.

5.2.1 Fjärrvärme

Efter att ha utfört en jämförelse av effekt mellan de olika uppvärmningssystemen kan konstateras en distinkt skillnad som kan bero på flertalet faktorer. Anledningen till fjärrvärmens låga elanvändning är ingen hemlighet då fjärrvärmeuppvärmda bostäder endast kräver el till hushållet (alt. fastigheten) och ej till uppvärmning. Hushållselen utgör generellt en faktor av ca en femtedel av den totala elanvändningen enligt Energimyndighetens statistik för småhus vilket stämmer väl överens med resultatet (Energimyndigheten, 2017). Den låga och konstanta elanvändningen leder till en klar fördel vid implementation av en effekttariff då månadskostnader inte får möjligheten att eskalera vid höglasttimmar under vintersäsongen.

Inför studien antogs även att bostäder med fjärrvärme, om kostnader för investeringar exkluderas, skulle ha en låg månadskostnad som konkurrerar med bostäder av annan uppvärmningsmetod då behovet av el är lågt. Resultatet visade sig snabbt säga motsatsen då vi inte reflekterat över fjärrvärmens höga årsavgift som bidrog till att månadskostnaden ökade markant. Eftersom fjärrvärmekunder både betalar den fasta årsavgiften för sin säkring och årsavgiften för fjärrvärme uppgår de fasta kostnaderna gemensamt till mer än det dubbla jämfört med bostäder som har andra uppvärmningssystem. En övervägning att reallokera en andel av de fasta avgifterna för värmen till de rörliga priserna kan tänkas ge kunderna en större valmöjlighet att påverka sin egen prisbild. Effekttariffen är även ett bra incitament till att stärka uppvärmningsmetodens ekonomiska ställning då den genomsnittliga månadskostnaden sänks medan för elintensivare metoder kommer kostnaden att höjas.

En av fjärrvärmens fördelar är bristen på rörliga delar i centralen vilket medför mindre slitage och kan därmed bidra till en längre livslängd, med det i åtanke exkluderas därför reinvesteringar av centralens komponenter. Fjärrvärme som uppvärmningssystem kan anses ekonomiskt attraktivt för husägare om kostnader för investeringar inkluderas. Resultatet visar en klar ekonomisk fördel med en lägre månadskostnad för bostäder med fjärrvärme under perioden som privatlånet återbetalas, när lånet betalats av återgår däremot prisbild till den i kapitel 4.2.

5.2.2 Markvärmepumpar

I energideklarationerna används benämningen markvärmepump som vi utgår ifrån i undersökningen. Det framgår inte vilka kategorier av värmepumpar som ingår under markvärmepump men vi förutsätter att det är en blandning av jordvärmepumpar och bergvärmepumpar. Resultatet visar en lägre elanvändning för småhus med markvärme än övriga system undantaget fjärrvärme. Orsaken kan grunda sig i att det är en större andel bergvärmepumpar än jordvärmepumpar där systemets värmekälla baseras på berggrundens temperatur som hålls relativt konstant året runt. Elanvändningen för bostäder med det här uppvärmningssystemet ligger i linje med de förväntningar som fanns innan undersökningen utfördes.

Bilden av markvärme som ett effektivt och ekonomiskt konkurrenskraftigt uppvärmningssystem har ej förändrats på grund av den låga kostnaden för bostadens elanvändning. Däremot medför systemets höga investeringskostnad, kostnad för kompressorbyte och deras återbetalningstider på 10 år en väldigt hög månadskostnad för att betala av systemet. Bostäder med markvärme erhåller den lägsta månadskostnaden oavsett tariffsystem om investeringskostnader exkluderas, inkluderas de däremot är inte markvärme det billigaste alternativet längre. Bergvärmepumpar har dock fördelen att uppvärmningssystemets borrhål och slang håller i ca 40 år (Vattenfall, u.å.) vilket medför att vid köp av ny värmepump behöver inte husägaren investera i ett nytt borrhål på ca 65 000 kr.

5.2.3 Luft-vattenvärmepump

Luft-vattenvärmepumpens system använder utomhustemperaturen som värmekälla vilket kan resultera i att vid låga utomhustemperaturer behöver systemet använda sin elpatron vilket skulle förklara den höga

elanvändningen. Efter att ha undersökt Energimyndighetens rapport för tester av luft-vattenvärmepumpar kan en energibesparing uppnås med ca 45 - 60% av det ursprungliga energibehovet (Energimyndigheten, 2014). Resultatet som erhålls i den här rapporten stämmer inte överens med det testresultatet då bostäder med luft-vattenvärmepumpar uppnår en betydligt högre elanvändning än vad bostäder med direktverkande el gör. Orsaken kring detta fenomen förblir okänd för oss men felet kan grunda sig i data från bostäder med direktverkande el istället för de med luft-vattenvärmepumpar.

En förutfattad mening som vi hade om hus med luft-vattenvärmepumpar var att det skulle vara ett konkurrenskraftigt uppvärmningsalternativ som har en lägre investeringskostnad jämfört med hus med markvärmepumpar. Vi förväntade oss även att de skulle ha en högre elanvändning än bostäder med andra uppvärmningssystem men inte mer än bostäder med direktverkande el. Bostäder med markvärme och luft-vattenvärme erhöll nästan samma genomsnittliga månadskostnad när investeringar räknades med i kalkylerna. Enligt resultaten bör de bero på att markvärmepumpar har en högre investeringskostnad medan bostäder med luft-vattenvärmepumpar har en högre elanvändning istället, vilket jämnar ut det hela. Efter återbetalningstiden på 10 år för systemen återgår prisbilden till den i Figur 12 vilket medför en betydligt högre månadskostnad för bostäder med luft-vattenvärme än markvärme. Månadskostnaden för husen visade sig även öka med en effekttariff vilket ligger i linje med hur vi anser att tariffen bör påverka bostäder med ett stort effektbehov.

5.2.4 Direktverkande el

Inför studien gick vi in med uppfattningen av att bostäder med direktverkande el är de som har högst effektbehov och därmed utgör störst belastning för HEM:s elnät. Utifrån de undersökta småhusen kan slutsatsen dras att så inte är fallet om siffrorna som presenteras i rapporten är baserade på korrekta beräkningar samt att data stämmer med verklig uppvärmningsmetod. Som tidigare nämnts bör en luft-vattenvärmepump sänka elanvändningen markant gentemot direktverkande el vilket strider mot de resultat som presenteras i rapporten. Det ger signaler om att data uppvisar tecken på delvis bristande tillförlitlighet.

För direktverkande el går elen direkt till radiatorer eller elslingor i exempelvis golv och använder därav inget "köldmedium" som värms upp av en extern värmekälla vilket hade höjt systemets prestanda. Det resulterar i att temperaturen inte lyfts som för värmepumparna och uppvärmningssystemet bör därmed ha flerfaldig elanvändning än övriga uppvärmningssystem. En anledning till resultatet kan bero på att bostäder med direktverkande el har bytt eller kompletterat sitt uppvärmningssystem utefter de rekommendationer som lämnats i deklARATIONERNA.

Enligt resultaten där investeringskostnader exkluderas är direktverkande el en väldigt kostsam lösning för husägare, dock inte den dyraste. Inkluderas däremot kostnader för investeringar så erhålls en totalt spegelvänd bild där direktverkande el är det billigaste alternativet. Då investeringskostnader för uppvärmningssystemet är låga i jämförelse med de andra uppvärmningssystemen är det till en stor fördel, men det är också en lösning som skapar en låsning då systemet inte är vattenbaserat.

Den prisbild som resultaten genererat känns dock inte rätt för uppvärmningsmetoden, möjliga anledningar till det har nämnts tidigare då effektbehovet konstigt nog är lägre än för bostäder som använder luft-vattenvärmepumpar. Den rörliga kostnaden bör vara väldigt mycket högre för att stämma överens med verkligheten, speciellt med en implementering av effekttariffer. Den snedvridna prisbilden har återigen troligen att göra med tillförlitligheten på den information som samlats in kring bostädernas uppvärmningssystem från energideklARATIONERNA.

5.2.5 Flerbostadshus

Efter att även ha undersökt flerbostadshus syns en tydlig skillnad i effektanvändning beroende på fastighetens uppvärmningssystem. Resultatet motsvarade våra förväntningar då flerbostadshus med direktverkande el har högst effektbehov av de undersökta alternativen och fjärrvärme lägst. I jämförelse med småhusen uppvisar även flerbostadshus en lägre elanvändning per A_{temp} jämfört med småhus. Då resultatet grundar sig i en låg frekvens av undersökta flerbostadshus, endast 3 av varje uppvärmningssystem, anses underlaget för litet för att slutsatser ska kunna dras. Resultatet ger däremot en generell uppskattning.

5.3 Fortsatt forskning

En vidare forskning skulle kunna vara en kvalitetsgranskning av uppvärmningssystemen för att säkerställa att inga ändringar av uppvärmningssystem utförts för bostäderna sedan deklarationen upprättades. Alternativt en ny studie som baseras på nya bostäder där effektdata enbart extraheras för samma år som deklarationen upprättats vilket kan eliminera risken av systembyte. I rapporten kan heller inte urskiljas hur stor del av elanvändningen som går till respektive hushållsel och värmebehov vilket hade krävt mätningar på varje undersökt hus. En sådan noggrann undersökning kräver mycket mer tid och resurser än det som erhålls på en vårtermin. För vidare forskning kan därför en noggrannare undersökning utföras som mäter och separerar elanvändning för respektive ändamål.

Även en studie kring efterfrågeflexibilitet hade varit ett intressant område för vidare forskning där småhus kan ha en stor potential för flexibel elanvändning. Åtgärder kan krävas vid en implementering av mer förnybar energi som är mer väderberoende. Genom implementering av digitala lösningar i uppvärmningssystem och hushållsapparater kan de stängas av sig en kortare stund efter behov på elnätet. Då uppvärmning av hus har en viss tröghet som gör att värmen på ett långsamt sätt lämnar byggnaden så påverkas komforten minimalt. Det kan även ge ekonomiska fördelar för kunder att reducera sin energianvändning vid högre elpriser som stärker kundens position på elmarknaden med aktivt deltagande (Energimarknadsinspektionen, 2017).

En intressant aspekt att undersöka är kundens prioriteringar vid val av uppvärmningssystem och deras generella nöjdhet med sitt system samt tankar på byte. En sådan studie skulle likna den som presenteras i kapitel 2.3.1 som utfördes i Östersund tillsammans med deras kommunala energibolag som ville expandera sin fjärrvärme.

Då rapporten speglar småhusens elanvändning och kostnader i större utsträckning än för flerbostadshus skulle en studie som enbart fokuserar på flerbostadshus kunna vara ett lämpligt alternativ för vidare forskning.

6 Slutsats

Här framförs de slutsatser som kan dras utifrån rapportens resultat avseende effekt- och kostnadsanalyser samt slutsatser baserat på författarnas diskussioner.

Utifrån det resultat som presenteras i Figur 4, Figur 5 och Figur 6 där tydliga skillnader i elanvändning beroende på uppvärmningsmetod illustreras, har frågeställning (I) besvarats. En slutsats kan fattas att fjärrvärme ur ett elkraftsperspektiv är ett uppvärmningssystem att föredra för att reducera effekttoppar i elnätet under kalla årstider. Enligt resultatet från Figur 5 framgår det även tydligt att bostäder med annat uppvärmningssystem än fjärrvärme kan nå flerfaldig effektanvändning under kalla månader. Om dessutom lägre utomhustemperaturer inträffar i framtiden kommer ännu högre effektnivåer uppnås.

Enligt frågeställning (II) undersöktes i Figur 7 hur belastningen i elnätet sett ut om alla HEM:s småhushåll haft samma uppvärmningsmetod. Utifrån figuren kan uppskattas att en reducering av effekttoppar genom fjärrvärme som uppvärmningsmetod kan ge HEM en större chans att förhindra effekt- och kapacitetsbrister. Fjärrvärme hade även gett upphov till en jämnare elanvändning med mindre fluktuationer i effektbehov vilket kan leda till möjligheter för fler kunder och företag att anslutas.

Efter att ha undersökt och diskuterat dataunderlaget för bostäderna i Tabell 5 kan konstateras att potentiella byten av uppvärmningssystem eller andra åtgärder kan ha påverkat vissa bostäders elanvändning. För bostäder med direktverkande el uppvisar sådana åtgärder tecken på markant minskad elanvändning vilket kan ha genererat en inkorrekt bild av kostnader och effektbehov.

Den slutsats som kan dras utifrån kostnadsanalyserna i kapitel 4.2 och 4.3, med tillhörande frågeställning (III), är att effekttariffen gynnar bostäder med uppvärmningssystem som resulterar i ett lågt och jämnt effektbehov. Det leder till att bostäder med fjärrvärmesystem sänker sin genomsnittliga månadskostnad och blir mer konkurrenskraftiga gentemot andra uppvärmningsmetoder. Kunder med ett högt effektbehov, speciellt under höglasttimmar, kan straffas ekonomiskt om inte åtgärder som exempelvis lastförflyttning av elanvändning sker från hög- till låglastperioder.

Genom känslighetsanalysen för varierat elhandelspris kan även konstateras att fjärrvärme är mer konkurrenskraftigt om elhandelspriset stiger och investeringskostnader inkluderas. Markvärmepumpen är dock generellt sett det mest kostnadseffektiva uppvärmningssystemet oavsett tariffsystem om investeringskostnader exkluderas ur beräkningarna. Under de 10 år som privatlånen betalas av är värmepumparnas månadskostnad väldigt mycket högre än för bostäder med fjärrvärme och direktverkande el. Efter återbetalningstiden återgår däremot prisbildningen till den som presenteras i kapitel 4.2.

7 Referenser

- Bartusch, C., & Alvehag, K. (2014). Further exploring the potential of residential demand response programs in electricity distribution. *Applied Energy*, 125, 39-59. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2014.03.054>
- Bartusch, C., Wallin, F., Odlare, M., Vassileva, I., & Wester, L. (2011). Introducing a demand-based electricity distribution tariff in the residential sector: Demand response and customer perception. *Energy Policy*, 39(9), 5008-5025. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.06.013>
- Byta kompressor. (u.å). Retrieved 13/5 from <http://www.bytavarmepump.nu/byta-kompressor>
- Energifakta. (u.å-a). *Elvärme*. Retrieved 5/4 from <https://energifakta.nu/elvarme/>
- Energifakta. (u.å-b). *Markvärme*. Retrieved 5/4 from <https://energifakta.nu/markvarme/>
- Energimarknadsinspektionen. (2017). *Efterfrågeflexibilitet - en outnyttjad resurs i kraftsystemet*. Retrieved 5/4 from <https://www.ei.se/sv/nyhetsrum/nyhetsbrev/Energimarknadsinspektionens-Ei-nyhetsbrev/Ei-nyhetsbrev-2017/energimarknadsinspektionen-ei-nyhetsbrev-nr-1-2017/efterfrageflexibilitet-en-outnyttjad-resurs-i-kraftsystemet/>
- Energimarknadsinspektionen. (2018). *Kapacitetsbrist och effektbrist - vad är vad?* Retrieved 21/3 from <https://www.ei.se/sv/nyhetsrum/nyheter/nyhetsarkiv/nyheter-2018/kapacitetsbrist-och-effektbrist-vad-ar-vad/>
- Energimyndigheten. (2014). *Luftvattenvärmepumpar*. Retrieved 24/3 from <http://www.energimyndigheten.se/tester/tester-a-o/luftvattenvarmepumpar/>
- Energimyndigheten. (2017). *Energistatistik för småhus*. <http://www.energimyndigheten.se/statistik/den-officiella-statistiken/statistikprodukter/energistatistik-for-smahus/?currentTab=1#mainheading>
- Energimyndigheten. (2019). *Accelerera energiomställningen för ett hållbart samhälle*. <https://energimyndigheten.a-w2m.se/Home.mvc?ResourceId=155254>
- Europeiska Unionen. (2012). *Direktivet om energieffektivitet (2012/27/EU)*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/sv/TXT/?uri=celex%3A32012L0027>

- Halmstad kommun. (2019a). *Framtidsbild 2050 Halmstads kommun*. H. kommun. <https://www.halmstad.se/download/18.790ae0e916e1888b5632a6d9/1574063444146/Framtidsbild%202050-beslutad%20av%20kommunfullmaktige%20191031.pdf>
- Halmstad kommun. (2019b). *Klimatfrågorna givna i ny energiplan*. Retrieved 1/4 from <https://www.halmstad.se/kommunpolitik/nyheterforkommunochpolitik/nyheterforkommunpolitik/klimatfragornagivnainyenergiplan.30559.html>
- Halmstads Energi och Miljö. (u,å-a). *Avtal och priser*. Retrieved 15/3 from <https://www.hem.se/privat/varme/avtal-och-priser/>
- Halmstads Energi och Miljö. (u,å-b). *Fjärrkontrollen*. Retrieved 7/4 from <http://www.fjarrkontrollen.se/halmstad/privat/Details>
- Halmstads Energi och Miljö. (u,å-c). *Årsredovisning HEM AB 2018*. <https://www.hem.se/om-oss/>
- Kairos Future. (2019). *Omvärldsanalys för Halmstads kommun*. <https://www.halmstad.se/download/18.51251fa716e189584163ea60/1574759145103/Omvärldsanalys%20för%20Halmstads%20kommun%20Kairos%20augusti%202019.pdf>
- Mahapatra, K., & Gustavsson, L. (2008). Innovative approaches to domestic heating: homeowners' perceptions and factors influencing their choice of heating system. *International Journal of Consumer Studies*, 32(1), 75-87. <https://doi.org/10.1111/j.1470-6431.2007.00638.x>
- NIBE. (u,å-a). *Elpannor - NIBE VVM 225*. Retrieved 3/4 from <https://www.nibe.eu/sv-se/produkter/pannor--pellets/elpannor/NIBE-VVM-225--236>
- NIBE. (u,å-b). *Luft/vattenvärmepump - Utvinn värme ur ingenting*. Retrieved 1/4 from <https://www.nibe.eu/sv-se/kunskapsbank/sa-fungerar-det/luft-vattenvarmepump---utvinn-varme-ur-ingenenting>
- Nordling, A. (2016). *Sveriges framtida elnät*. K. Ingenjörsvetenskapsakademien. <https://www.iva.se/publicerat/sveriges-framtida-elnat---en-delrapport/>
- Regeringskansliet. (2018). *Elförordningen*. <http://rkrattsbaser.gov.se/sfst?bet=2013:208>
- Regeringskansliet. (2020). *Ellagen*. <http://rkrattsbaser.gov.se/sfst?bet=1997:857>
- s. 35. *Kraftbalansrapport 2019*. S. Kraftnät. <https://www.svk.se/siteassets/om-oss/rapporter/2019/kraftbalansrapport2019.pdf>
- Svenska Kraftnät. (2015). *Nätutvecklingsplan 2016 - 2025*. https://www.svk.se/siteassets/om-oss/rapporter/natutvecklingsplan-2016---2025_remissutgava.pdf
- Svenska Kraftnät. (2017). *Så hanterar vi vinterns utmaningar*. Retrieved 3/3 from <https://www.svk.se/drift-av-transmissionsnätet/drift-och-elmarknad/vinterns-utmaningar/>
- Svenska Kraftnät. (2019a). *Debatt: Svenska kraftnät agerar utifrån elförsörjningens behov - men lösningarna kräver samverkan*. <https://www.svk.se/press-och-nyheter/nyheter/allman-nyheter/2019/debatt-svenska-kraftnat-agerar-utifran-elforsorjningens-behov--men-losningarna-kraver-samverkan/>
- Svenska Kraftnät. (2019b). *Kraftbalansrapport 2019*. <https://www.svk.se/siteassets/om-oss/rapporter/2019/kraftbalansrapport2019.pdf>
- Svenska kraftnät, & Internaut AB. *Nätområden*. Retrieved 7/5 from <https://www.natomraden.se/>
- Sveriges Riksbank. (2020). *Inflationen just nu*. Retrieved 14/5 from <https://www.riksbank.se/sv/penningpolitik/inflationsmalet/inflationen-just-nu/>
- Swing Gustafsson, M., Myhren Are, J., & Dotzauer, E. (2018). Potential for district heating to lower peak electricity demand in a medium-size municipality in Sweden. *Journal of Cleaner Production*, 186, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.038>
- THEMA Consulting Group. (2019). *Nättariffer för ett effektivt utnyttjande av elnätet* (2019-11). Energimarknadsinspektionen. <https://www.ei.se/Documents/Projekt/Nattariffer/THEMA%20Slutrapport.pdf>
- Vattenfall. (u,å). *Vad är en luft-vattenvärmepump?* Retrieved 1/4 from <https://www.vattenfall.se/varmepumpar/luftvattenvarmepump/hur-fungerar-en-luftvattenvarmepump/>
- Vattenfall. (u,å). *Byta bergvärmepump*. Retrieved 13/5 from <https://www.vattenfall.se/varmepumpar/bergvarme/byt-bergvarmepump/>
- VPkollen. (u,å). *Byta kompressor för miljöns skull*. Retrieved 13/5 from <https://vpkollen.se>
- Warrenstein, A., Lind, F., Sundström, O., & Deutscher, S. A. (2016). *Capturing the data center opportunity*. B. C. Group. https://image-src.bcg.com/Images/BCG-Capturing-the-Data-Center-Opportunity-June-2016_tcm22-37797.pdf
- Werner, S., & Frederiksen, S. (2014). In *Fjärrvärme och Fjärrkyla* (1:2 ed., pp. 573).

8 Bilaga 1 – Säkringstariffer och fjärrvärmepriser

Tabell 6. Säkringstariffer för mars 2020, alla priser är inklusive moms.

Säkringsstorlek	Fast avgift ¹ [kr/år]	Överföringsavgift ² [kr/kWh]
16 A	2625	0,576
20 A	3625	0,576
25 A	4825	0,576
35 A	7808	0,576

¹Inklusive statliga myndighetsavgifter: elberedningsavgift, elsäkerhetsavgift och övervakningsavgift.

²Inklusive energiskatt.

Tabell 7. Fjärrvärmepriser för mars 2020, alla priser är inklusive moms. Utöver avgifterna tillkommer även en fast årsavgift på 3 995 kr.

Månad	Överföringsavgift [kr/kWh]	Månad	Överföringsavgift [kr/kWh]
Januari	0,723	Juli	0,41
Februari	0,723	Augusti	0,41
Mars	0,723	September	0,41
April	0,723	Oktober	0,41
Maj	0,41	November	0,723
Juni	0,41	December	0,723

Ted Benjaminsson

Viktor Palmgren



Besöksadress: Kristian IV:s väg 3
Postadress: Box 823, 301 18 Halmstad
Telefon: 035-16 71 00
E-mail: registrator@hh.se
www.hh.se