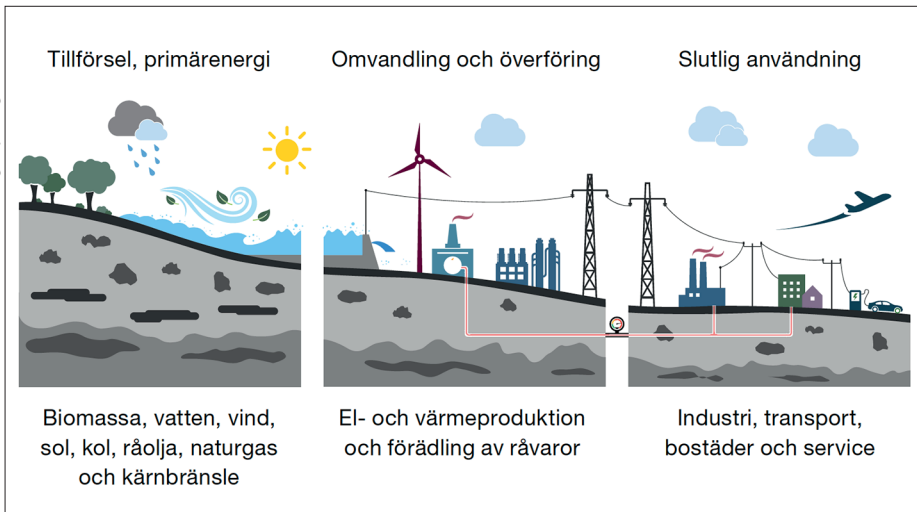


Minska behovet av importerad el med effekt- och energireducerande åtgärder i småhus

Illustration: Energimyndigheten [2]



Elbehovet ökar ständigt på grund av allmän "elektrifiering" av samhället. Hög andel elvärme, särskilt i småhus, för liten överföringskapacitet mellan norra och södra Sverige och stängning av kärnkraftsreaktorer är bland orsakerna till effektbrist under kalla perioder den senaste vintern. Komplettering har därför måst ske genom import av "smutsig el" från våra grannländer, i regel baserad på brunkol och kärnkraft. En miljömässigt föga lämplig lösning. Behovet av effekt- och energibesparingar jämte utveckling av reglersystem har därför accentuerats. Därtill ska läggas ändrade el- och fjärrvärmesystem, fler elvärmda småhus samt ökad användning av luft- och golvvärmesystem.

Fördubblat elbehov om 20 år?

Totalt sett över året har Sverige ett elöverskott men elbrist under kallare perioder. Det senare beror delvis på att 80 procent eller drygt 1½ miljon småhus är elvärmda. Under köldperioder är landets produktionskapacitet på cirka 27 000 MW otillräcklig särskilt efter stängningen av de två senaste kärnkraftsreaktorerna, som uppskattas ha lett till ett underskott på mellan 1 700 och 2 900 MW. Branschorganisationen Energiföretagen med

flera bedömer att dagens elproduktion på 148 TWh/år kommer att fördubblas till 2045 och då uppgå till 310 TWh/år. Ökningen beror på fler elbilar, tillverkning av fossilfritt stål och start av batterifabriker med mera.

Elnäten måste därför byggas ut och överföringskapaciteten från norr till söder kraftigt höjas. Elproduktionssystemets utbyggnad bestäms av olika energislags lönsamhet på systemnivå och klimatbelastning men kan även påverkas av politiska beslut. Hur stor planerbar elproduktion ska få ersättas med oplanerbar? För kärnkraften kan det bli aktuellt att förlänga livslängden på befintliga reaktorer, återstarta stängda reaktorer, utveckla och använda nya reaktorer. Vindkraftens andel av elproduktionen beror inte bara

på lönsamheten utan också på möjligheterna att "balansera" denna med till exempel vattenkraft. Därtill ska läggas "lokalbefolkningens" allt fler protester mot vindkraft. Åtgärder måste vidtas som ger snabbare tillståndprocesser samt slopa hinder och regler som sätter käppar i hjulen för ny elproduktion, problem som är aktuella både för kärnkraft och vindkraft.

Stor andel elvärmda bostäder, särskilt i småhus

Elvärme i någon form (inklusive värmepumpar) är det vanligaste uppvärmningssättet med cirka 80 procent eller drygt 1½ miljon småhus. 1,2 miljoner småhus motsvarande 60 procent av småhusen använde en värmepump 2019 medan fjärrvärme finns i cirka 15 procent. Resterande hus har fastbränsleeldning och någon procent oljeeldning [1] [2].

Äldre hus har vanligen direktverkande elvärme eller vattenburen. Elvärmda hus har ofta kompletterats med någon typ av värmepump med energikällor som bergvärme, yttjordvärme, frånluft eller uteluft. I nyare hus är frånluftsventilation, vattenvärmesystem och frånluftsvärmepump vanligt. En annan vanlig lösning är frånlufts-/tillluftsventilation och ventilationsvärmexlare med elbatteri som eftervärmer tilluften, vattenvärmesystem samt elpanna eller fjärrvärme. Eller som i passivhus, extremt tjock isolering, stora glasytor samt luftvärme och ventilationsvärmexlare även här ofta med elbatteri som eftervärmer tilluften.

I flerbostadshus utgör fjärrvärme 2019 90 procent av energianvändningen i flerbostadshus och i lokaler 78 procent [3].

Variationer i energianvändning

Stora variationer i energianvändning förekommer mellan såväl olika som nominellt lika hus [4]. Variationerna orsakas främst av skillnader i boendervanor och arbetsutförande för isolering, tätningar samt injustering av värme- och ventilationsystem. Därtill ska läggas valet av teknisk



Christer Harrysson
Professor i byggt teknik Örebro universitet

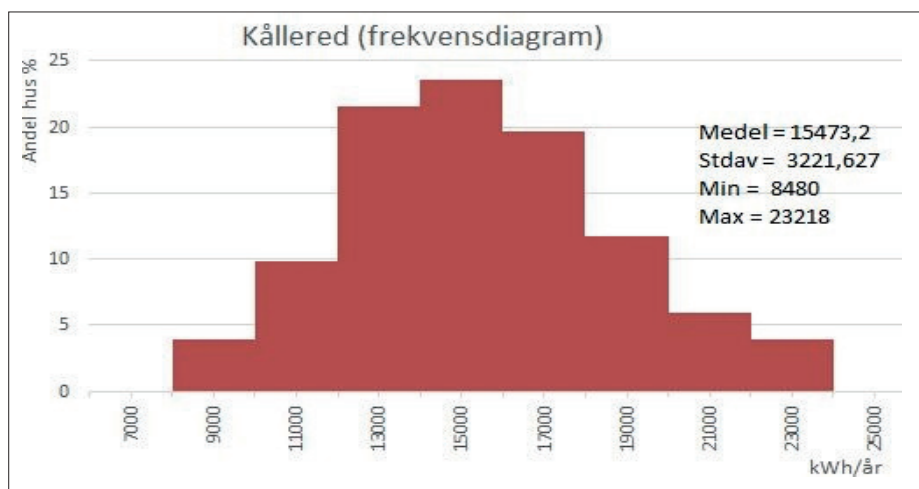
lösning (byggteknik och installationer). Inom grupper med lika hus kan den totala energianvändningen, summan av värme, varmvatten och hushållsel, variera med 1:3 mellan låg- och högförbrukare, *figur 1*. De stora variationerna i energianvändning medför att uttalanden baserade på energiuppgifter för enstaka hus därför är mycket osäkra. Mer tillförlitligt är därför att utgå från medelvärdet av energiuppgifter för några tiotal hus och deras medelvärde.

Välbyggda hus kan ha 30 procent lägre energianvändning än slarvigt byggda

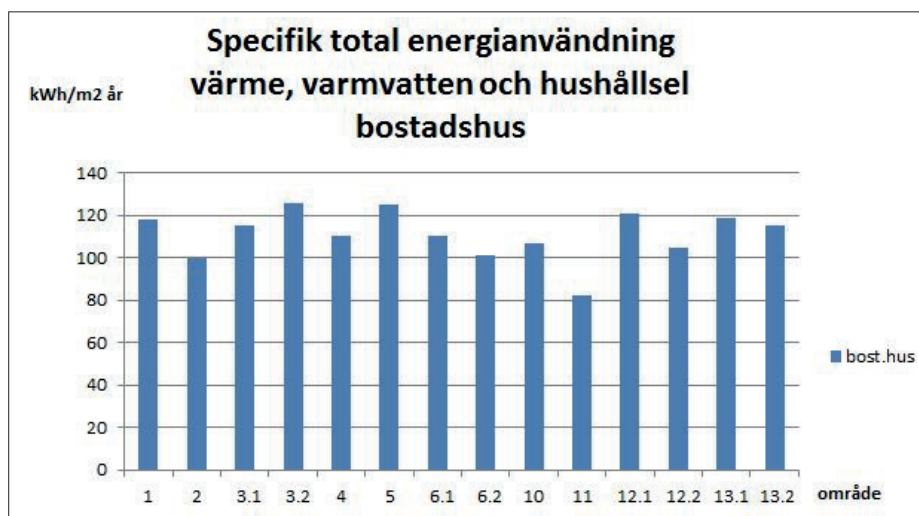
Av *figur 2* framgår bland annat att slarvigt byggande inte kan kompenseras med tjockare isolering. *Figur 2* visar resultaten från en av Harrysson [7] genomförd undersökning i 10 småhusområden byggda på 2000-talet eller tidigare. Område 12 med 51 nominellt lika hus är byggt 1973 och område 13 med 22 nominellt lika hus 1980. Husgrupperna 12 och 13 består av 1½-planshus med 148 respektive 136 m² bostadsyta och har bland annat ytterväggar med 120 respektive 340 mm mineralullsisolering. Trots tre gånger så tjock isolering i område 13 är den specifika totala energianvändningen i stort sett densamma! I stället är det noggrant arbetsutförande för isolering, tätningar, injustering av värme och ventilation som kan ge så mycket som 30 procent lägre total energianvändning för småhus.

Energibalansens förlust- och tillskottsposter

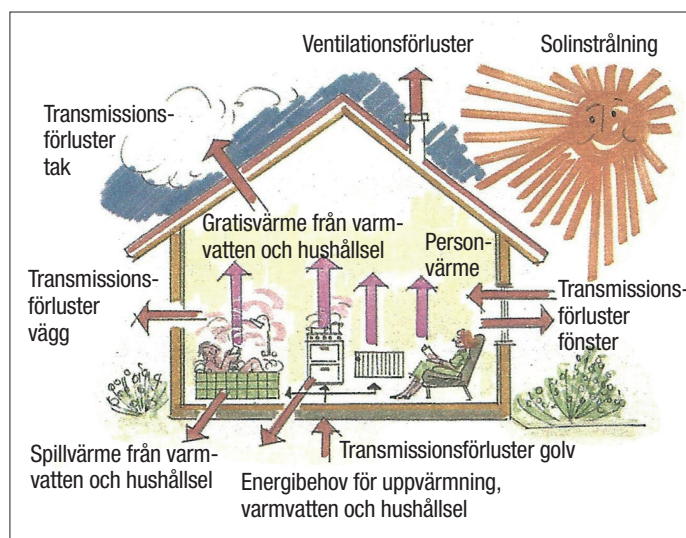
Successivt skärpta värmehushållningskrav sedan oljekrisen 1973 har medfört nya hus med helt andra värmetekniska egenskaper än äldre. Relationerna mellan olika förlust- och tillskottsposter i energibalansen är jämfört med tidigare kraftigt förändrade, *figur 3*. Värmeförlusterna genom olika byggnadsdelar har blivit allt mindre. Exempelvis täcks relativt sett större andel av uppvärmningsbehovet med gratisvärme i nya småhus. I nya hus är momentana värmeförlusterna genom glasytor och ventilation relativt sett större än de tidsförskjutna genom opaka (ogenomsynliga) byggnadsdelar. Andelen momentant verkande värmebelastningar har ökat relativt sett med ökade risker för inomhusmiljöproblem och större variationer i inomtemperatur som följd. Energieffektiva småhus med lågt energibehov behöver därför ha snabb reglering av luft- och värmetillförsel för att minska risken för övertemperaturer och dra maximal nytta av gratisvärme från solstrålning, hushållsapparater och de boende.



Figur 1: Uppmått total energianvändning, summan för byggnadsuppvärmning, varmvatten och hushållsel för 51 direktvärmade friliggande 1½-planshus byggda 1973, område 12. Sedan 1992/1993 har ett okänt antal energisparåtgärder utförts. Mätvärdena avser 2012. 1992/1993 uppgick medelvärdet till 18 900 kWh/år. Källa: Harrysson (2015a och 2019).



Figur 2: Uppmått specifik total energianvändning för bostadshus, summan för byggnadsuppvärmning, varmvatten och hushållsel. Medelvärdet för respektive område anges och gäller 2012. Källa: Harrysson (2015a, 2019).



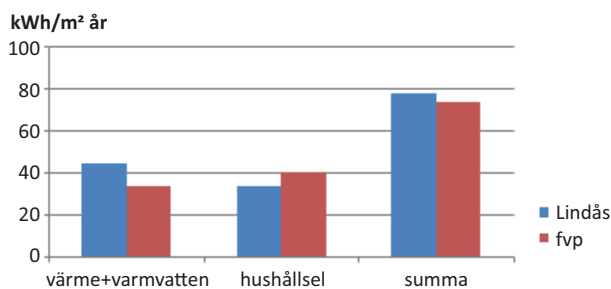
Figur 3: Schematisk beskrivning av småhusets energibalans med förlust- och tillskottsposter. Källa: Christer Harrysson.

Serieproducerade nya småhus kontra passivhus

Undersökningar visar att välbyggda, serieproducerade småhus med måttlig isolering och täthet, frånluftsventilation, vattenradiatorer samt frånluftsvärmepump för värme och varmvatten kan ha lika

låg total energianvändning, 80 kWh/m² år, som medelvärdet för de 20 husen i passivhusområdet, Lindås Park, *figur 4*, som är det hittills bästa och väldokumenterade passivhusområdet. En realistisk nivå för nyproduktionen bedöms därför vara 80 kWh/m² år.

Specifik total energianvändning och delposter; Lindås (passivhus) resp hus med fvp



Figur 4: Välbyggda serieproducerade småhus med frånluftsvärmepump är bättre än passivhusområdet Lindås Park. Källa: Harrysson (2015a,b, 2019).

På senare år har solceller blivit en allt lönsammare energisparåtgärd för småhus. Exempelvis kan 35 m² solcellsyta till en investeringskostnad av cirka 100 000 kr minska effektuttaget med 6 kW och energianvändningen med 6 000 kWh/år.

Energianvändning i småhus för olika byggår

Elvärmda

Offentlig statistik från Energimyndigheten [1] baserat på 7 000 småhus för 2016 visar att elvärmda småhus byggda efter början på 1970-talet till millennieskiftet genomsnittligen har en total energianvändning, summan av hushållsel, värme och varmvatten kring 115 kWh/m² år, *tabell 1*. Först hus byggda efter 2010 har total energianvändning under 100 kWh/m² år. Detta är häpnadsväckande dåligt trots skärpta byggregler sedan 1975 och årliga mångmiljardsatsningar på energibesparande åtgärder. Samtliga undersökta elvärmda småhus har genomsnittligen den totala energianvändningen 16 300 kWh/år eller 119 kWh/m² år.

Fjärrvärmda

Nämnda offentliga statistik, Energi-myndigheten 2017 [1], visar att verkliga energibesparingar även i fjärrvärmda hus från olika epoker liksom i elvärmda är avsevärt mindre än förväntade. *Tabell 2* visar genomsnittlig fjärrvärmeanvändning per kvadratmeter uppvärmd area (inklusive biarea) summa energianvändning för värme och varmvatten. Jämförs *tabell 1* och *tabell 2* framgår dessutom att summa energianvändning för värme och varmvatten i fjärrvärmda hus i stort sett är lika hög som den totala energianvändningen, summan för värme, varmvatten och hushållsel, i elvärmda. Det är mycket anmärkningsvärt att fjärrvärmda hus har avsevärt högre energianvändning än elvärmda räknat i kilowattimmar!

Adderas hushållselanvändningen med 5 800 kWh/år blir för de fjärrvärmda husen den totala energianvändningen, summan för byggnadsuppvärmning, varmvatten och hushållsel cirka 25 till 35 procent högre än i de elvärmda. Detta kan bland annat bero på att de fjärrvärmda

husen är mindre från 1981 och framåt, genomsnittligen cirka 106 till 141m² jämfört med de elvärmda 128 till 154m². Skillnaden kan även bero på olika husformer samt att de fjärrvärmda husen många gånger är sämre isolerade och även saknar värmeåtervinning både i form av ventilationsvärmeväxlare och värmepump. Samtliga undersökta fjärrvärmda småhus från olika epoker har genomsnittligen summa energianvändning för värme och varmvatten (exklusive hushållsel) 19 700 kWh/år eller 138,2 kWh/m² år. Detta är klart högre än för de elvärmda, som dessutom inkluderar hushållsel.

Fjärrvärme – höga kostnader – stora kulvertförluster

Fjärrvärme produceras antingen i värmeverk, som endast ger värme. Eller i kraftvärmeverk som ger både värme och el. Spillvärme till fjärrvärmesystem är på flera orter en av flera energikällor. Spillvärme är naturligtvis ekonomiskt intressant, men problematisk om denna upphör, som i Halmstad när Pilkington flyttade till Litauen.

Undersökningar av bland annat [10] visar att småhus byggda på 1980- och 1990-talen har kulvertförluster på 25 – 40 procent. Ju energisnålare huset i sig är desto större blir kulvertförlusterna relativt sett. Slutsatsen är därför att fjärrvärme är olämplig i villaområden i synnerhet med nya småhus. Fjärrvärme i småhus förefaller ge husägarna högre totala energikostnader, fasta och rörliga, än elvärmda. Och då har sannolikt inte kulvertförlusterna tillräckligt beaktats i jämförelserna.

	MWh/hus	kWh/m ²
SAMTLIGA	16,3 ± 0,5	119,4 ± 3,2
Byggår - 1940 ¹	16,7 ± 1,3	138 ± 10
1941-1960	17,1 ± 1,9	143 ± 14
1961-1970	17,5 ± 1,2	118 ± 9
1971-1980	16,1 ± 0,7	112 ± 5
1981-1990	15,0 ± 1,1	117 ± 7
1991-2000	16,1 ± 1,6	113 ± 9
2001-2010	16,3 ± 1,1	108 ± 8
2011-2015	15,3 ± 3,2	99 ± 10
Uppgift saknas	9,9 ± 3,2	135 ± 51

Anm. Den redovisade skattningen ± tillhörande felmarginal utgör ett 95% konfidensintervall under antagandet att undersökningsvariabeln är normalfördelad.

¹ Värdet i den första kolumnen på denna rad, 16,7±1,3, skall tolkas som att med 95 procents sannolikhet så användes år 2016 i genomsnitt mellan 15,4 och 18,0 MWh el (inklusive hushållsel) per småhus, byggt år 1940 eller tidigare, som endast kan värmas med elvärme (direktverkande eller vattenburen)

Tabell 1: Elanvändning (inkl hushållsel) per hus och per kvadratmeter uppvärmd area (inkl biarea) för småhus uppvärmda med enbart el år 2016, fördelad efter byggår, MWh/hus och kWh/m². Källa: Energimyndigheten (2017).

	MWh/hus	kWh/m ²
SAMTLIGA	19,7 ± 1,0	138,2 ± 9,0
Byggår - 1940 ¹	28,8 ± 3,7	163 ± 28
1941-1960	21,7 ± 3,3	155 ± 23
1961-1970	21,8 ± 2,3	153 ± 14
1971-1980	19,4 ± 1,8	120 ± 19
1981-1990	14,1 ± 1,2	123 ± 8
1991-2000	15,7 ± 5,1	148 ± 47
2001-2010	17,2 ± 3,4	122 ± 17
2011-2015	13,5 ± 2,6	105 ± 18
Uppgift saknas	–	–

Anm. Den redovisade skattningen ± tillhörande felmarginal utgör ett 95% konfidensintervall under antagandet att undersökningsvariabeln är normalfördelad.

¹ Värdet i den första kolumnen på denna rad, 28,8±3,7, skall tolkas som att med 95 procents sannolikhet så användes år 2016 i genomsnitt mellan 25,1 och 32,5 MWh fjärrvärme per småhus, byggt år 1940 eller tidigare, som endast värmdes med fjärrvärme.

Tabell 2: Fjärrvärmeanvändning, summa energi för värme och varmvatten, per småhus och per kvadratmeter uppvärmd area (inkl biarea) för småhus uppvärmda med enbart fjärrvärme år 2016, fördelad efter byggår, MWh/hus och kWh/m². Källa: Energimyndigheten (2017).

Stora möjligheter att minska och förflytta effektbehov genom laststyrning

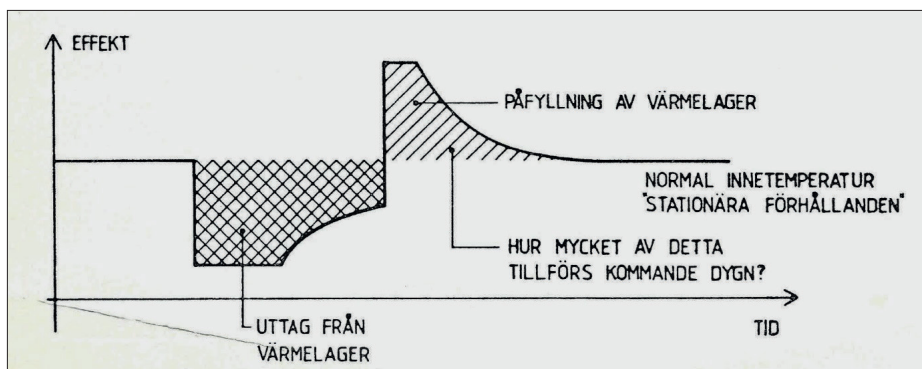
Genom ändrade boendevanor och tekniska åtgärder kan effektuttaget minskas respektive förflyttas från höglast- till låglasttid. Under 1980- och 1990-talen genomfördes många projekt för att undersöka möjligheterna att flytta effekter från höglasttid till låglasttid. På elproduktionssidan diskuterades pumpkraftverk och för bostadssektorn periodvisa temperatursänkningar genom att utnyttja byggnadens värmekapacitet för att reducera effektuttaget samt att i ökad utsträckning använda hushållsapparater under låglasttid och värma varmvatten nattetid. Ackumulatortankar diskuterades för dygnslagring av värme- och varmvattenbehov. Särskilda eltaxor infördes för att gynna eluttag under låglasttid.

Effektregulatorer marknadsfördes för att maximalt utnyttja eltariffernas fördelar och bekvämt med automatik reducera den erforderliga effekten till huset under höglasttid. Med effektregulator kan man begränsa och prioritera effektuttaget efter behov mellan olika belastningar för värmesystem, varmvatten och hushållsel under olika delar av dygnet. Under senare delen av 1990-talet minskade intresset för effektförflyttning och tidstariffer.

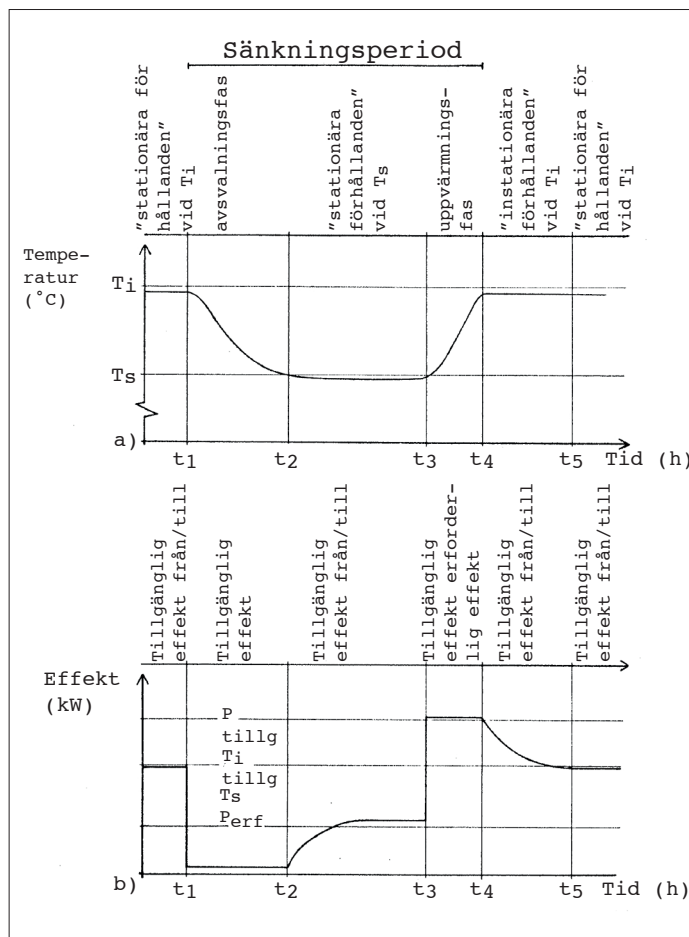
Tekniken finns för "smart styrning" av olika energidelar för värme, varmvatten och hushållsel med förbättrad datakommunikation, bättre givare och kraftfullare datorer. Därmed blir det enklare att bygga "intelligenta" byggnader med system som anpassar sig efter omständigheterna. Laststyrning är en viktig möjlighet för att jämna ut energianvändningen så att toppar med höga effektbehov kan undvikas eller minskas. Olika elbaserade produkter, som laddning av batterier till elbilar, värmepumpar och elpatroner för uppvärmning körs så att behovet av maximal effekt minskas. Det spar pengar för husägarna och samhället samtidigt som det ökar elsystemets flexibilitet.

Inom byggområdet är reglerteknik ett eftersatt område. Många förvaltare och boende är dåligt insatta i hur reglersystemen i byggnader fungerar och har bristfälliga kunskaper om tekniken. Reglersystemen är ofta dåligt inställda och trimmade vilket ökar energiförlusterna. Behovet är stort av bättre hjälpmedel för driftspersonal som kan underlätta vid felsökning, underhåll, inställning och trimmning.

Stora möjligheter finns för att minska byggnaders effektbehov samt förflytta delar av detta från höglast- till låglasttid som framgår nedan. Exempel på åtgärder



Figur 5: Periodvisa temperatursänkningar medför uttag och påfyllning av värmelagret och ger alltid energibesparingar. Källa: Harrysson (2019).



Figur 6: Värmekapacitetens inverkan. Principiella samband mellan temperatur, effekt och tid vid periodvisa temperatursänkningar. Utanför sänkingsperioden har konstant utetemperatur förutsatts. Byggnaden antas ha direktverkande termostaterade elradiatorer. Sänkningen är tänkt vara reglerad med ett tidur och kontaktorstyrd rumstermostat. a. Temperatur - tid b. Effekt - tid Källa: Harrysson (2004a, 2019).

för att minska effektbehovet är:

- Värmepumpar
Bergvärme eller ytjordvärme
Frånluftsvärme
- Ventilationsvärmeväxlare exklusive distributionsförluster
- Variera innetemperaturen (under dygnet)
- Ersätt fönsteryta med väggyta
- Mindre ventilation (vid obeott hus) från 0,35 l/s m² till 0,10 l/s m²
- Lägre innetemperatur
- Välbyggt hus i stället för slarvigt

Exempel på åtgärder för att förflytta effektuttag från höglast- till låglasttid är:

- Värmning av varmvatten
- Periodvisa temperatursänkningar

- Tvättmaskin
- Diskmaskin
- Andra hushållsapparater
- Laddning av batterier till elbil och motorvärmare

De olika effektoppgifterna kan inte okritiskt adderas. Möjligheterna att flytta eleffektuttag begränsas av installerad effekt. Småhus har oftast 16 eller 20A huvudsäkring, vilket motsvarar 10,5 respektive 13,2 kW.

Ett av exemplen på åtgärder: en bergvärme- eller ytjordvärmepump beräknas ge en effektbesparing inom intervallet 3 – 6 kW. Om dylika värmepumpar installeras i 10 procent av Sveriges cirka 2 miljoner småhus motsvarar det en

effektbesparing på 600 – 1 200 MW dvs av samma storleksordning som en av de båda senast avstängda kärnkraftsreaktorerna producerade. Som tidigare nämnts använder redan idag 1,2 miljoner småhus en värmepump.

Frågor om byggnaders värmekapacitet är komplexa

Byggnaders förmåga att lagra värme, så kallad värmekapacitet, är av stor betydelse för effekt- och energibehovet. Värmebehovet och den totala energianvändningen för en byggnad varierar kraftigt i tiden och mellan olika byggnader. Värme lagras i byggnadsstommen, värmesystemet och inredningen. Dessa värmemängder kan ha stor betydelse för effektuttaget under kalla perioder och för möjligheten att spara energi vid periodvisa temperatursänkningar.

Energibesparing genom periodvisa temperatursänkningar är relativt liten, figur 5. En reglerutrustning som möjliggör detta har dock en viktig psykologisk inverkan som sannolikt bidrar till ökad energimedvetenhet. Även ”dagsänkning” är ett intressant komplement till ”nattsänkning” eftersom en del hus står obebodda dagtid, då elnätet är som mest belastat.

Inverkan av varierande innetemperatur är en av de minst studerade energisparåtgärderna. Kanske beroende på åtgärdens komplexitet och teoretiska svårighetsgrad. Husets stomkonstruktion, inredning, värme- och ventilationssystem samt boendevanor är faktorer av stor betydelse för hur mycket energi som kan sparas respektive hur effektuttaget varierar under tiden. Reglersystem speciellt för vattenvärme behöver modifieras så det är möjligt att kraftigt reducera tillgänglig effekt under avvalningsfasen, figur 6, och kraftigt öka tillgänglig effekt för den del av uppvärmningsfasen som har lägre rumstemperatur än den önskade.

Många undersökningar har genomförts under åren för att närmare undersöka värmekapacitetens inverkan på effekt- och energiuttaget bland andra av [4] [5] [6] [9], Exempel på aktuella frågeställningar är:

- När är lätt eller tungt byggeri att föredra med hänsyn till effekt, energi och termisk komfort?
- Samband innetemperaturvariation – effekttillförsel eller omvänt. Inverkan på energibesparing och termisk komfort inne.
- Energianvändning och termisk komfort hos olika värmesystem och reglersystem: radiatorer, golvärme och luftvärme.

Här finns bara utrymme att kortfattat ta upp några myter i form av generella påståenden eller felaktig behandling av värmekapacitetens betydelse:

- ”Det lönar sig inte att sänka innetemperaturen. Den energi som sparas vid sänkningen exempelvis nattsänkning går förlorad när man höjer temperaturen och skall återgå till ursprunglig nivå”. Detta påstående som yttras av en del ”energiexperter” är inte korrekt. Faktum är att man alltid spar energi genom att sänka innetemperaturen.
- Stommens totala värmekapacitet har använts för beräkning av energibesparing till exempel vid nattsänkning. Endast delar av den totala värmekapaciteten medverkar vid periodvisa sänkningar av innetemperaturen.
- Besparingsuppgifter vid temperatursänkningar anges utan hänsyn till värmekapacitetens inverkan.
- Man sparar inte energi genom att sänka innetemperaturen under vissa perioder till exempel nattetid. Har huset frånluftsvärmepump och tillsatsel med elpatron? Är värmebehovet så stort att tillsatsel behöver tillföras via elpatron? Även om man alltid ”spar energi” med periodvisa temperatursänkningar kan ändå kostnaden och energianvändningen bli högre eftersom tillsatselen är cirka 3 gånger större och dyrare än värmepumpselen (vid antagen värmefaktor 3).
- Årsenergibehovet är likvärdigt för lätt eller tung stomme och skiljer endast några kilowattimmar. Påståendet gäller endast förhållandena i bostäder och vid konstant innetemperatur. För andra typer av byggnader och verksamheter måste förutsättningarna närmare specificeras för byggnadens ändamål och verksamhet till exempel beträffande temperaturkrav och variationer, ventilation, gratisvärme och byggnadens värmetekniska prestanda. Förhållanden som närmare måste specificeras.

Slutord

Stora möjligheter finns att minska det maximala effektbehovet och energianvändningen med tekniska åtgärder och ändrade boendevanor. Välbyggda hus med rätt teknisk lösning kan ha 30 procent lägre energianvändning. Med exempelvis bergvärmepump beräknas det maximala effektuttaget kunna minskas med 3 - 6 kW per småhus eller 600 – 1 200 MW om denna åtgärd genomförs i 200 000 av landets cirka 2 miljoner småhus. Detta är av samma

storleksordning som vad en av de båda senast avstängda kärnkraftsreaktorerna producerade. Offentlig energistatistik visar även att fjärrvärmda småhus, jämfört med elvärmda, genomsnittligen har cirka 30 procent högre total energianvändning, summan för värme, varmvatten och hushållsel, räknat i kilowattimmar (kWh)! ■

Referenser

- [1] Energimyndigheten (2017). *Energistatistik för småhus 2016*. ES 2017:03. Eskilstuna.
- [2] Energimyndigheten (2020). *Energiläget 2020 – en översikt*. ET 2020:8, Eskilstuna.
- [3] Energimyndigheten (2020). *Ny statistik över Energianvändningen i småhus, flerbostadshus och lokaler*. Senast ändrad: 2020-10-16 09:30 Nyhet. www.energimyndigheten.se
- [4] Harrysson, C (1988). *Småhusets energiomsättning. Analys med särskild hänsyn till inverkande delposters variationer*. CTH, Avd för byggnadskonstruktion, Publ 88:2, Doktorsavhandling, Göteborg.
- [5] Harrysson, C (2004a). *Byggnadsutformning och värmekapacitet. Förstudie och litteraturinventering*. SBUF och Örebro universitet.
- [6] Harrysson, C (2004b). *Byggnadsutformning och värmekapacitet*. Bygg & teknik 5/04, Stockholm.
- [7] Harrysson, C (2015a). *Energianvändning och innemiljö i småhus byggda på 2000-talet eller tidigare*. Bygg & teknik 5/15, Stockholm.
- [8] Harrysson, C (2015b). *Passivhusen fungerar bara i teorin och fantasin – men inte i verkligheten*. Bygg & teknik 8/15, Stockholm.
- [9] Harrysson, C (2019). *Bygg Bättre Billigare. Fakta, erfarenheter och goda råd*. Bygg- och Energiteknik, Falkenberg. ISBN 978-91-519-1457-2.
- [10] Persson, T (2005). *District Heating for Residential Areas with Single Family Housing – with Special Emphasis on Domestic Hot Water Comfort*. Lund Institute of Technology. Division of Energy Economics and Planning. Department of Heat and Power Engineering. Doctoral Thesis, Lund. ISBN 91-628-6504-8.