

Så kan effektiva installationer av kyla och värme bidra till framtidens energisystem

Gröna Städer och Nordic Climate Group



Inledning

Gröna Städer har av Nordic Climate Group, fått i uppdrag att i rapportform beskriva hur effektiva kyl- och värmesinstallationer kan bidra i övergången till att nå nettonollutsläpp från fastighetssektorn till 2050 i syfte att nå uppsatta globala klimatmål. I rapporten beskrivs, utifrån kylinstallationer som gjorts av bolag i Nordic Climate Group och en genomgång av tidigare rapporter och projekt, nyttor kopplade till byte från syntetiska till naturliga köldmedier, återvinning av värme till fjärrvärme, funktionen i el- och värmesystemet som helhet och mer varierande priser på energi.

Arbetet med rapporten har letts av en styrgrupp bestående av:

Alf Karlsson, ordförande Gröna Städer

Mattias Andreassen, Affärsområdeschef Buildings, Afry

Anders Ekdahl, Head of Sales and Strategy, Nordic Climate Group

Projektledare och rapportförfattare har varit **Staffan Kuylenstierna**, seniorkonsult på The Labyrinth Public Affairs.

Till projektet har knutits två referensgrupper. En politisk referensgrupp med deltagare från de partier som ingick energiöverenskommelsen nämligen **Monica Haider** (S), **Johan Hultberg** (M), **Muharrem Demirok** (C), **Camilla Brodin** (KD) och **Tom Andersson** (MP) och en referensgrupp bestående deltagare från företag och organisationer kopplade till energisystem och fastigheter, nämligen: **Erik Dotzauer** Stockholm Exergi, **Oskar Häger** Vasakronan, **Kent Wiklund** ICA Fastigheter, **Joakim Byström** Absolicon Solar Collector, **Johan Almesjö** HBV, **Björn Berg** Ngenic, **Patrik Larsson** Labkyl, **Erik Pihl** Naturskyddsföreningen och **Fredrik Wallin**, Mälardalens universitet.

Under tiden rapporten tagits fram har stora förändringar skett i energisektorn i EU. Påverkan från kontinenten på svenska elpriser som visade sig under hösten 2021 har dröjt sig kvar. Till följd av Rysslands invasion av Ukraina har priserna på gas, olja och bioråvara stigit avsevärt. Gasen som importeras kan inte längre fylla den funktion som övergångslösning under klimatomställningen som det var tänkt, varför EU kommissionen i maj 2022 presenterat ett stort paket för utfasning av beroendet av rysk energi. Paketet innebär både ett högre tempo vad gäller utfasningen av fossil råvara inom ramen för liggande klimatpolitik och tillfälliga lösningar som ska möjliggöra större leveranser av fossil energi från andra länder. En annan effekt av kriget är att behovet av att utforma robusta energisystem har blivit större. Detta är viktiga omvärldsfaktorer som bara i begränsad omfattning kunnat beröras i rapporten.

Stockholm juni 2022

Alf Karlsson

Staffan Kuylenstierna

Innehåll

1. Sammanfattning.....	5
2. Dagens energisystem- Ett system i förändring	7
2.1 Energitillförsel i Sverige och EU.....	7
2.2 El, lagrad energi, rörelse och värme - Nyttan av att använda energi till rätt sak	10
2.3 Fjärrvärmenät och lokala värmenät	10
2.4 Utvecklingen av energisystemet i framtidens samhälle med negativa utsläpp.....	15
2.5 Värmepumpar kan stå för en större del av värmebehovet tack vare nya köldmedier	16
2.6 Digital styrning av uppvärmning kan hjälpa elsystemet och fjärrvärmesystemet.....	18
3. Några faktorer som påverkar framtidens värmemarknad	19
3.1 Stor ökning av elproduktion från vindkraft ställer krav på resten av energisystemet	19
3.2 Behov av ökad förmåga att möta efterfrågan på el	19
3.3 Ökad konkurrens om bränslen och bioråvara.....	20
3.4 Behovet av kyla ökar	20
3.5 De kalla perioderna blir färre.....	21
3.6 Energieffektivisering av befintlig bebyggelse	21
4. Vägar framåt för kyla och värme i städer och samhällen.....	24
4.1 Minska belastningen på elnätet och gör plats för en större elanvändning	24
4.2 Minska behovet av spetsvärme	25
4.3 Förbättra möjligheterna att ta hand om spillvärme.....	25
4.4 Anpassa och energirenovera hela bostadsområden.....	27
4.5 Exempel på installationer med senaste teknik för produktion av kyla som tar vara på spillvärmerna	31
4.6 Ny affärsmodell för värme och upphandlingar anpassade till förändring	34
5. Diskussion och resultat.....	36
5.1 Effektivare produktion av kyla och värme begränsar effektbehovet	36
5.2 Kraftvärmerna kan utnyttjas effektivare	36
5.3 Förväntade krav på energieffektivisering av fastigheter minskar behovet av höga temperaturer i fjärrvärmenätet	37
5.4 Förbättrad värmeållningsförmåga och värmetröghet i fastigheterna ger minskad sårbarhet.....	37
6. Förslag på åtgärder.....	38
7. Konsekvenser	42
7.1 Kostnader för energieffektivisering	42
7.2 Kostnader för ombyggnad av värmenät och värmeproduktion	44

8. Litteraturförteckning.....	45
9. Appendix	49
9.1 Exemplet Öppen fjärrvärme – Möjlighet att sälja överskottsvärme till fjärrvärmenätet	49

1. Sammanfattning

Energisystemet är i snabb förändring. Elproduktionen förväntas byggas ut kraftigt i Sverige och EU och en stor del av utbyggnaden kommer att vara väderberoende energiproduktion. Det ökar behovet av flexibilitet i resten av energisystemet. Utbyggnaden av elproduktionen tillsammans med ökad efterfrågan på bioråvara påverkar priset på tillförd energi och därmed användningen av olika system i värmesektorn.

Värmesektorn har möjligheten att möta variationerna i elproduktion och bränslepriser genom att växelvis använda bränsle eller el för uppvärmning, styra användningen över dygnet, lagra värme, och genom att höja effektiviteten och sänka förbrukningen. Dessutom kan energieffektivisering minska behovet av spetsvärme, uppvärmning kan styras till tider med låg belastning och spillvärme kan ersätta förbränning av bränslen.

Som led i att klara omställningen av energisystemet har EU lagt fram förslag om en omfattande energirenovering av fastigheter. I Sverige finns potential att sänka energiförbrukningen från fastigheter med drygt 40 Twh/år genom åtgärder som är lönsamma för fastighetsägaren. En stor del av detta är värme. Eftersom en stor andel av bebyggelsen i Sverige är ansluten till fjärrvärme, påverkar minskad energianvändning fjärrvärmenätet. En omfattande energieffektivisering skulle sänka behovet av höga temperaturer i fjärrvärmenäten. Det möjliggör en ökad andel spillvärme i fjärrvärmenäten och minskar behovet av värmeproduktion som bara används när det är som kallast.

Värmeåtervinning från produktion av kyla är en underutnyttjad resurs i tätbebyggda områden. Behovet av kyla ökar och nya verksamheter, som serverhallar, tillkommer i bebyggelsen. En av rapportens slutsatser är att potentialen för återvinning av värme från produktion av kyla är åtminstone i storleksordningen 3,6-4,7 Twh för livsmedelsbutiker, serverhallar, simhallar och ishallar om bebyggelsen planeras så att verksamheter kan dela med sig av sitt värmeöverskott till grannfastigheter eller leverera till fjärrvärmenätet. Det motsvarar mellan en tredjedel och hälften av värmeproduktionen i dagens värmenät som inte är kombinerad med elproduktion.

Genom användning av kylanläggningar och värmepumpar med naturliga köldmedium, som koldioxid, produceras värme med högre temperatur som kan svara mot behoven i en fastighet under de flesta dagar ett normalt år även vid lägre utomhustemperaturer. Genom ombyggnation av befintliga anläggningar för produktion av kyla och värme kan stora mängder energi sparas. I ICA Maxis butik i Växjö, uppgår energibesparingen till 600 MWh per år, samtidigt som kyleffekten ökat med 20 procent. 200 MWh fjärrvärme har också kunnat ersättas med spillvärme i samband med bytet av kylteknik. Med en ny, modern anläggning för kyla och värme har Yasuragi Hasseludden helt kunnat avveckla användningen av olja för spetsvärme. Det har minskat klimatutsläppen med 800 ton CO₂E per år och sänkt energikostnaden med mer än 3 miljoner kronor per år, innan de stigande oljepriserna. Med nuvarande oljepriser är den sänkta kostnaden 5 miljoner kronor per år.

I och med utfasningen av fossil råvara i energisektorn, och som råmaterial, kommer efterfrågan på bioråvara att öka, som, tillsammans med avfall, är det viktigaste bränslet för fjärrvärmeproduktion. Det finns därför anledning att så långt som möjligt tillvarata

spillvärme i fjärrvärmenätet och minska behovet av den dyrare och mindre effektiva spetsvärmeproduktionen. När underhåll och nyinvesteringar görs i fjärrvärmenäten bör fastighetsbeståndet energieffektiviseras parallellt, samtidigt som styrningen av uppvärmning i fastigheter och förmågan att lagra värme i fastigheter och fjärrvärmenätet bör förbättras. För att det ska vara möjligt krävs bättre övergripande planering och nya affärsmodeller som fokuserar på helhetsansvar och värmekomfort snarare än mängden såld värme.

I rapporten föreslås följande politiska åtgärder:

Statlig nivå

- Inför en möjlighet för kommunerna att i plan- och bygglagen ställa krav på sammanhållen planering för värme- och kyldistribution i detaljplaner och bygglov.
- Inför en möjlighet att i hyressättningssystemet värdesätta energieffektivisering.
- Uppdra åt Energimyndigheten att driva pilotprojekt tillsammans med kommuner för att återvinna värme från kylning av verksamheter som industrier, matvarubutiker och serverhallar genom lokala värmenät med eller utan koppling till fjärrvärmenätet.
- Staten bör överväga tydliga incitament för att vid renovering förbättra uppvärmning, klimatskal och ventilation på ett sätt som både möjliggör effektiv kylning och uppvärmning av fastigheter i framtiden.
- Driv på genomförandet av EU-kommissionens förslag till ny F-gasförordning som den ligger under Sveriges ordförandeskap i EU.

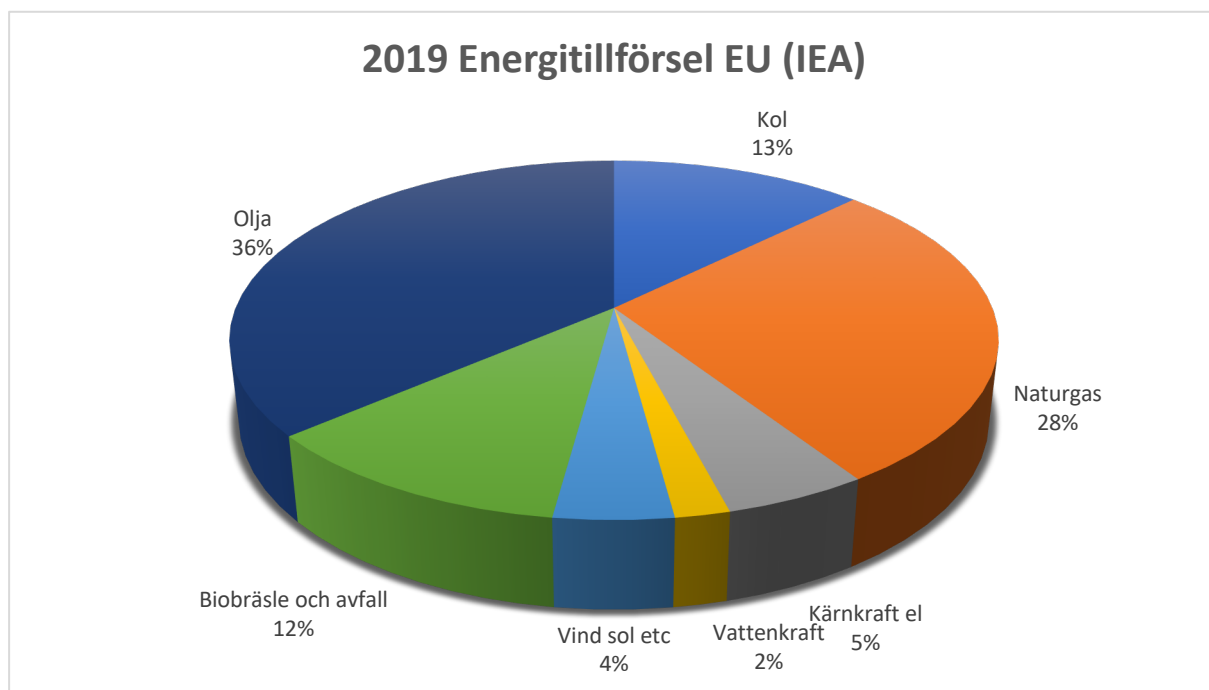
Kommunnivå

- Använd dynamiska modeller för offentlig upphandling istället för att ställa krav utifrån specifikationer hämtade från äldre lösningar. Modellerna bör utgå från krav på kapacitet, funktion och på naturliga köldmedier med klimatpåverkan nära noll.
- Planera för lokala kyla- och värmenät i nya verksamhetsområden och inled ett arbete med att uppdatera befintliga detaljplaner så att det blir möjligt även i äldre områden.
- Samplanera lokala värmenät i bostadsområden och större bostadshus, med verksamheter med värmeöverskott i närheten så att överskottsvärme kan täcka uppvärmningsbehovet.
- Uppdra åt det kommunala energibolaget att:
 - Upplåta fjärrvärmenätet för leverans av fjärrvärme på ett liknande sätt som Stockholm Exergis öppen fjärrvärme.
 - Ta fram en affärsmodell som utnyttjar möjligheten att variera mellan användning av värmepump och fjärrvärme på ett sätt som gynnar alla parter
 - Genomför en inventering av vilka fastigheter som har störst potential för energieffektivisering och för att leverera spillvärme från kyla och hur det kan gynna både fastighetsägaren och det kommunala energibolaget genom investeringar på rätt plats

2. Dagens energisystem- Ett system i förändring

2.1 Energitillförsel i Sverige och EU

Energitillförseln i Sverige och EU skiljer sig åt så till vida att Sverige har en betydligt lägre andel energi från fossila bränslen i energimixen. Vad gäller el beror det främst på en större produktion från kärnkraft, vattenkraft och vindkraft. I övrigt är det främst en stor andel biobränsle och avfall som används för värmeproduktion, som gör skillnaden. I stort sett är det geografiska skillnader i form av tillgång på lättillgängliga energikällor som avspeglar sig i energitillförseln.



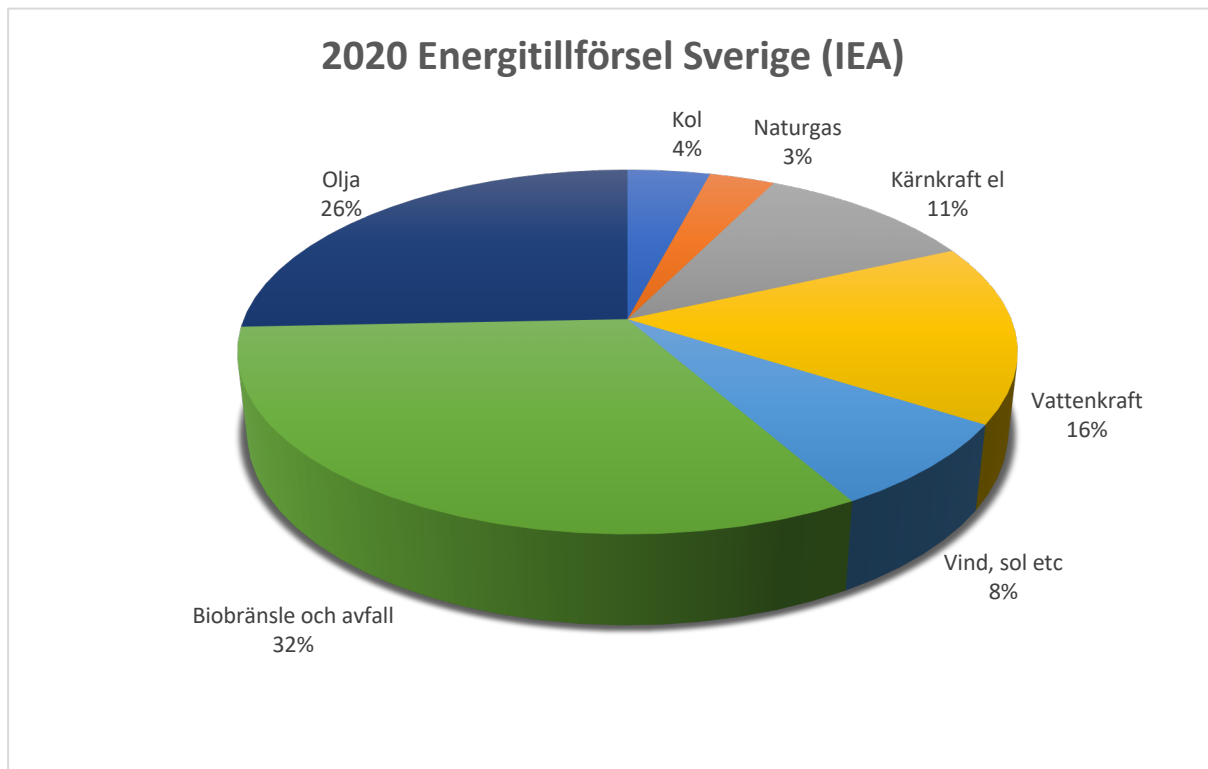
När nu produktion av vindel och solet blivit enklare och billigare och fordonssektorn elektrifieras ändras sammansättningen av energitillförseln fundamentalt, både i EU och i världen i stort. Såväl EU som International Energy Agency (IEA) räknar med en kraftigt ökad andel produktion från sol och vind i framtidens energimix.

När fordonssektorn går över till eldrift sker en stor energieffektivisering eftersom verkningsgraden blir så mycket högre men efterfrågan på el beräknas ändå öka ändå avsevärt. Det beror bland annat på att fossila bränslen ska ersättas med el i industrin. För Sveriges del innebär detta enligt energiföretagen en möjlig fördubbling av elbehovet till följd av utfasningen av fossila råvaror under tiden fram till 2045.¹

Globalt sett kommer utbygganden av vindkraft och solet i kombination med energieffektivisering, vätgas, energilager och styrning av efterfrågan så att den motsvarar

¹ Efterfrågan på fossilfri el- Analys av högnivåscenario, (Energiföretagen, 2021)

produktionen, vara den huvudsakliga lösningen på det ökade elbehovet enligt IEA. För EU:s del ser det ungefär likadant ut. Om kärnkraften förnyas och byggs ut kraftigt, är det ett viktigt bidrag men främst i andra halvan av perioden eller senare. Användning av metangas har setts som en viktig övergångslösning för att balansera produktionen från vindel men i och med strypta gasleveranser från Ryssland får biogas och vätgas en ännu viktigare roll för detta.



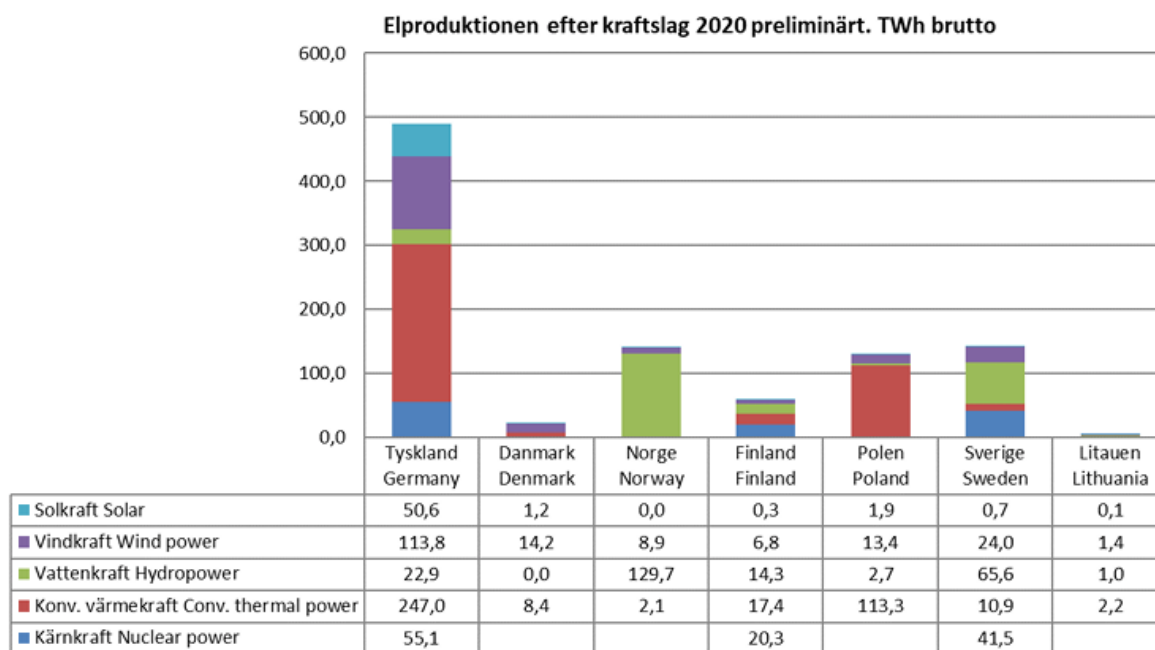
Sverige och Norge har ett mer gynnsamt läge i och med kombinationen god tillgång till vattenkraft och stor potential för vindkraft. Sverige har också en mycket lägre andel fossila bränslen att ersätta tack vare användning av avfall och biobränsle, men delar av avfallet, till exempel plast, kommer i och med utfasningen av fossil råvara att användas till annat.² och bioråvara är en alltmer eftertraktad råvara för industrin.³

Minskad tillgång på gas, har lett till dyrare elproduktion på kontinenten och högre elpriser i Sverige. Delar av Finlands kärnkraftsprogram har avbrutits till följd av kriget i Ukraina och elimporten från Ryssland till Finland har strypts. Samtidigt har överföringskapaciteten för el mellan Sydnorge och Storbritannien förstärkts vilket har lett till högre elpriser i Norden. Detta gäller i synnerhet när vindelsproduktionen är låg. I nuläget går det därför inte längre att analysera den nordiska elmarknaden isolerat från den europeiska.

Flexibel planerbar elproduktion och elförbrukning kommer därför att vara en stor fördel för den som kan erbjuda det de närmaste åren.

² I Färdplan för fossilfri konkurrenskraft, (Uppvärmningsbranschen, 2018) som tagits fram inom ramen för Fossilfritt Sverige, lyfts utsortering av plast fram som ett sätt att minska klimatpåverkan.

³ Se till exempel Fossilfritt Sveriges biostrategi (Fossilfritt Sverige, 2022)



Källa: IEA <https://www.iea.org/reports/monthly-electricity-statistics>
 Avrundningar kan medföra att summeringar i tabellen inte stämmer exakt

SCB årlig energistatistik⁴

Givet storleken på elproduktionen i Tyskland jämfört med produktionen i Sverige och Norge och storleken på produktionen i Finland kommer överföringskapaciteten i elnätet mellan elområdena inom länderna och mellan länderna, vara fortsatt viktig för priserna i de olika områdena. Förbättrad överföringskapacitet inom Sverige och Norge kommer att jämna ut priserna inom dessa länder. Överföringskapaciteten till kontinenten begränsar prispåverkan från Tyskland. I ett läge med kraftigt utbyggd elproduktion i Södra Sverige kan priserna pressas neråt.⁵ Om produktionen sker med vindel uppstår då också perioder med mycket låga elpriser. För att möta det ökade elbehovet som ska ersätta fossila bränslen, tillräckligt snabbt och billigt, är en snabb utbyggnad av vindkraftsproduktion under de närmaste decennierna nödvändig i Sverige och EU.⁶

Användning av el och värme

I Sverige används 80 TWh värme till bostäder och lokaler per år.⁷ Utöver det används stora mängder värme i industrin. Totalt sett förbrukas 136 TWh el i Sverige per år⁸

Sänkta utsläpp genom fjärrvärme och värmepumpar

Sedan 1990 talet har Sveriges koldioxidutsläpp minskats avsevärt genom att fossila bränslen fasats ut som värmekälla i industrin och för uppvärmning. Detta har skett genom en övergång till förbränning av biobränslen och avfall och kraftigt ökad användning av

⁴ Årlig energistatistik (SCB, 2020)

⁵ Se till exempel Större elproduktion hade kunnat ge lägre elpriser, (Energiforsk, 2021)

⁶ Se till exempel World Energy Outlook 2021, (International Energy Agency (IEA), 2021)

⁷ Energistatistik för småhus, flerbostadshus och lokaler 2021, (Energimyndigheten, 2022)

⁸ Elproduktion och förbrukning i Sverige 2020, (SCB, 2020)

värmepumpar. Avfallet består både av produkter baserade på bioråvara och fossil råvara. Elen till värmepumparna har kommit från i huvudsak fossilfri produktion. För att nå negativa utsläpp planeras nu den sista användningen av fossila bränslen i fjärrvärmenätet fasas ut och koldioxid från förbränning av biobränsle avskiljas och lagras.⁹ Ett alternativ till lagring är användning av koldioxiden som råvara. Koldioxid från biogasproduktion används som köldmedium i de anläggningar för kyla och värme som den här rapporten handlar om och det finns fler cirkulära användningsområden för infångad koldioxid från biobränslen eftersom kol är en viktig beståndsdel i många av industrins insatsvaror.

2.2 El, lagrad energi, rörelse och värme - Nyttan av att använda energi till rätt sak

Energibehoven i samhället kan grovt sett delas upp i behov av rörelse, drift av elektronik och andra processer som till exempel kemisk bearbetning av material, bortförande av värme och uppvärmning. Dessa processer kräver ofta energi i annan form än värme. Det finns även ett stort behov av värme men eftersom värme bildas vid all annan energianvändning finns stora möjligheter att ta vara på överskottsvärme.

El kan på olika sätt användas för att tillgodose de flesta av energibehov men behöver lagras, antingen i batterier, i form av bränslen eller som värme för att kunna användas vid något annat tillfälle än vid produktion. Det viktigaste sättet att lagra energi som kan bli el i Sverige är vattenmagasin. Generellt sett leder varje omvandling av energi till förluster i form av värme och värme kan bara i begränsad omfattning omvandlas till el eller bränsle. Det är därför en bra princip att använda el, värme och bränsle till de ändamål och i de situationer där de gör störst nytta och samtidigt ta till vara överskottsvärmen och använda den till uppvärmning.

I princip bör el i första hand användas till de ändamål där annan energi inte kan användas eller där användningen av el ger stora energibesparingar totalt sett. Tre exempel på sådan användning är framdrift av fordon där användning av el innebär en stor energieffektivisering, drift av elektronik, i processer i tillverkningsindustrin och till effektiva och välplanerade anläggningar för kyla och värme.

2.3 Fjärrvärmenät och lokala värmenät

Fjärrvärme är enkelt uttryckt nät av rör och pumpar som pumpar runt värme i tätbebyggda områden som städer. Värmen kommer från stora anläggningar som antingen eldas med någon form av bränsle eller tar vara på spillvärme från industrier och andra verksamheter i närheten. Olika delar av fjärrvärmenäten kan hålla olika temperatur på det vatten som levereras till fastigheterna i nätet, detta kallas framledningstemperatur. Fjärrvärmenäten värms delvis av värmepumpar som ofta är kopplade till spillvärme till exempel från avloppsvatten eller till värmebrunnar eller sjöar som håller en jämnare temperatur över året jämfört med luft. Kärnkraftverk och industrier långt från bebyggelsen är i allmänhet inte kopplade till fjärrvärmenäten trots den stora tillgången till spillvärme.

⁹Färdplan uppvärmning - nyckeln till klimatmålen, (Energiföretagen, 2022)

Idag finns många verksamheter som skulle kunna leverera spillvärme till fjärrvärmenäten men inte gör det. Exempel på sådana verksamheter är bland annat livsmedelsbutiker, mindre industrier och serverhallar. Spillvärme skulle också kunna utnyttjas bättre genom att bygga nya lokala värmenät mellan verksamheter som ger spillvärme och näraliggande verksamheter som är i behov av värme.

Energimixen i fjärrvärmenäten

Energimixen i fjärrvärmenäten varierar även om förnybart bränsle från skog och avfall utgör en stor del på de flesta orter i Sverige. De största kommunerna har ofta egna anläggningar för avfallsförbränning. På mindre orter finns i allmänhet inte avfallsförbränningsanläggningar eller elproduktion från fjärrvärmen då detta är anläggningar som är kapitalintensiva. Detta illustreras väl av fördelningen av insatta bränslen till kraftvärmeverk, jämfört med anläggningar som bara producerar värme. Medan avfall står för nästan hälften av kraftvärmens, utgör trädbränslen nästan tre fjärdedelar av bränslet i värmeverken. Kraftvärme och avfallsförbränning följs ofta åt.

9. Bränsleförbrukning vid fjärrvärmeproduktion 2020

9. Input of fuels by district heat production 2020

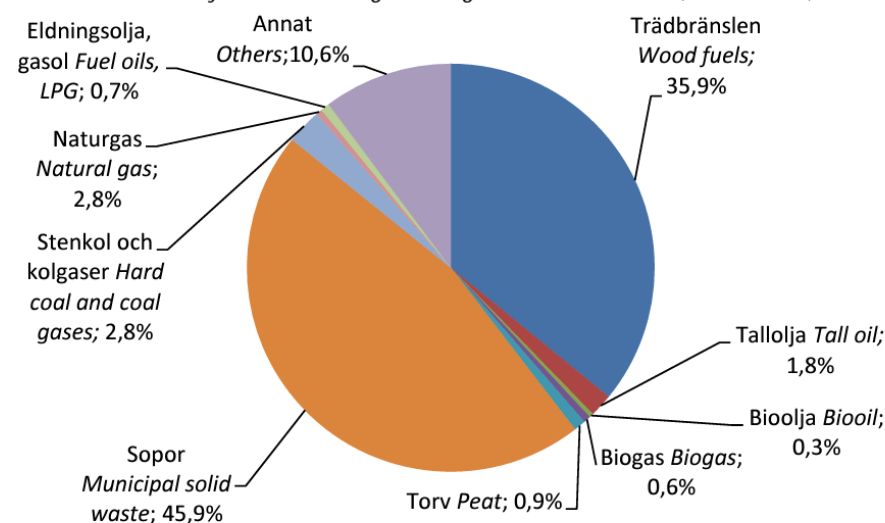
Kraftvärmeverk, Main activity CHP plants

Insatt bränsle totalt (för värmeproduktion) i kraftvärmeverk (kraftvärmeproduktion + produktion av enbart värme).

Fuel input total (for heat), CHP-plants

Energimetoden By the energy method 124 077 TJ (34 469 GWh)

Alternativmetoden By the alternative generating method 106 855 TJ (29 682 GWh)

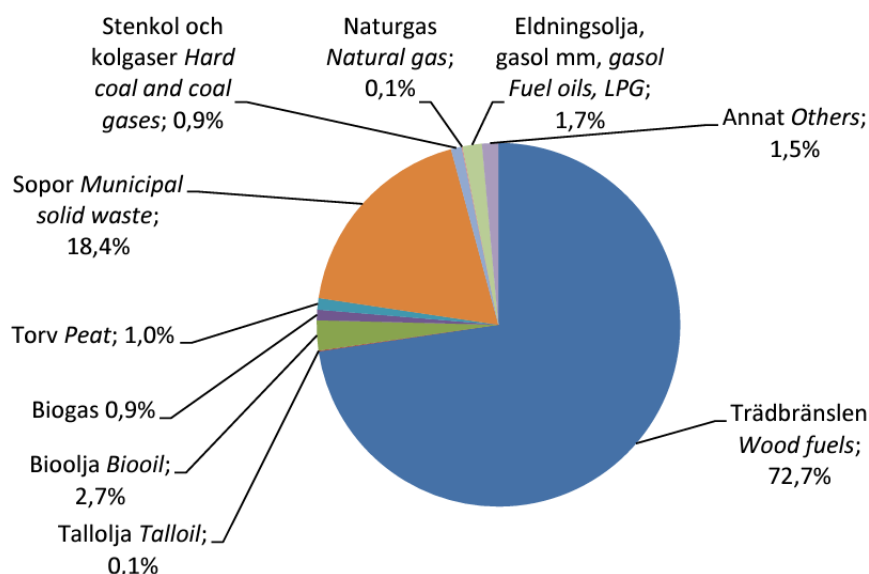


SCB Energistatistik¹⁰

¹⁰ El-, gas- och fjärrvärmeförsörjningen 2020 (Energimyndigheten och SCB, 2021)

Fristående värmeverk *Heat only plants*

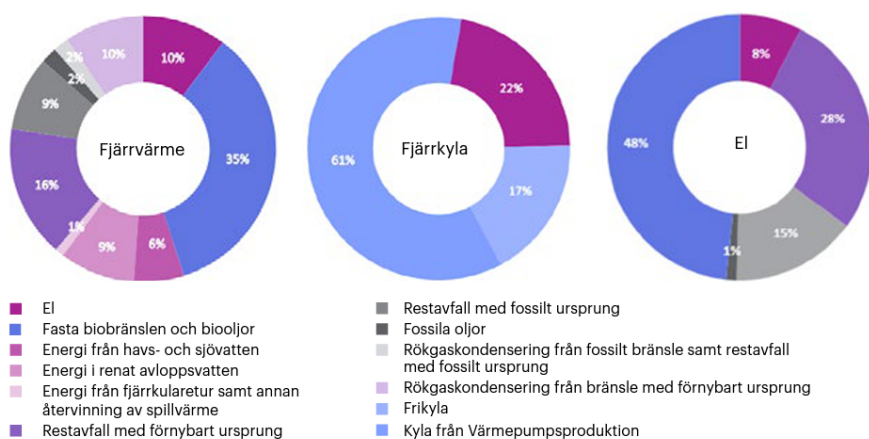
Insatt bränsle totalt *Fuel input total*: 39 850 TJ (11 070 GWh)



SCB Energistatistik¹¹

Som exempel på hur energimixen kan se ut mer i detalj, använder vi data från Stockholm Exergi. Stockholm Exergis nät är typiskt för hur energiförsörjningen kan se ut i de större fjärrvärmenäten, men energimixen i städer med större industrier kopplade till nätet skiljer sig från Stockholm Exergis nät. Det gäller även mindre nät utan kraftvärmeproduktion. Stockholm Exergi är en av de stora producenterna och distributörerna av fjärrvärme i Stockholmsområdet med en bred palett av produktion och kunder.

Produkternas energimix



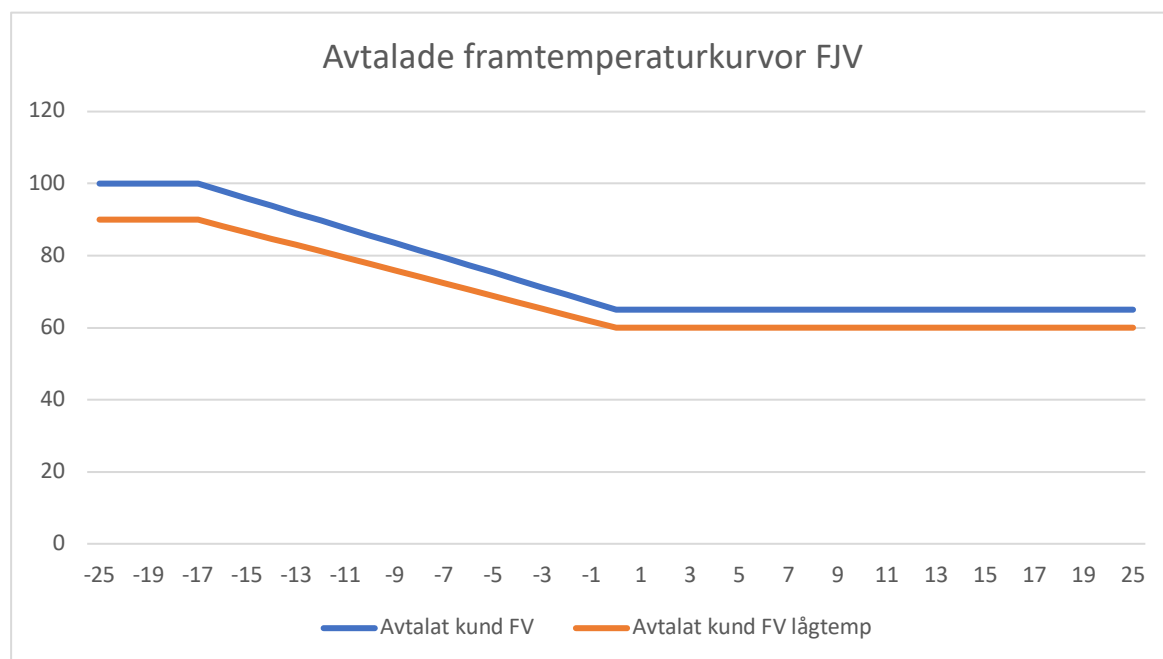
Diagrammet är hämtat från Stockholm Exergis års- och hållbarhetsredovisning 2021.

¹¹ El-, gas- och fjärrvärmeförsörjningen 2020. (Energimyndigheten och SCB, 2021)

Stockholm Exergi levererar fjärrvärme, fjärrkyla och el. Energimixen ser olika ut för de olika produkterna och produktionen är på flera sätt integrerad. El produceras i samma kraftvärmeverk som används för produktion av värme, 61 procent av Fjärrkylan 170 GWh kommer från värmepumpsproduktion av värme och 95 GWh fjärrvärme kommer från produktionen av fjärrkyla. Öppen fjärrvärme från till exempel datahallar bidrar med 87 GWh. Totalt sett produceras 8500 GWh fjärrvärme i Stockholm Exergis system. Knappt 60 procent kommer från kraftvärme 23 procent från spillvärme och 9 procent, eller 727 GWh, från värmeverk som bara producerar värme och då främst vid riktigt kalla perioder för produktion av så kallad spetsvärme. 9 procent eller 787 GWh av värmen köps från andra fjärrvärmebolag.

Temperaturer i fjärrvärmenäten

Framledningstemperaturen i fjärrvärmenäten varierar med utomhustemperatur och del av nätet. I vissa områden kan man hålla en lägre temperatur då bebyggelsen är energieffektivare och det inte finns verksamheter i området med särskilt höga krav på hög temperatur. Om energiförbrukningen och effekttopparna kan sänkas i fastighetsbeståndet kan också temperaturen sänkas i fjärrvärmenäten. Det minskar behovet av dyr spetsvärme. Kraftvärmeverken kan då också producera en större andel el i stället för värme för att möta effekttoppar i elnätet.¹²



Grafen visar avtalade temperaturer till kunder med hög och låg temperatur på fjärrvärmen i Stockholm Exergis nät. Framledningstemperatur på y-axeln och utomhustemperatur på x-axeln.¹³

¹² Samtal med Erik Dotzauer, Stockholm Exergi (Dotzauer, 2022) mfl.

¹³ Framtemperaturkurvor Stockholm, mejlat på förfrågan (Stockholm Exergi, 2022).

Kraftvärme ger planerbar basproduktion av el och värme

Utbyggnaden av kraftvärmeverk kopplade till fjärrvärmenätet har gjort att man kan använda den mesta energin från förbränningen antingen till el eller värme. Det är totalt sett en mycket effektiv användning av bränsle då den el som produceras av kraftvärme gör stor nytta i elnätet eftersom den produceras i städerna och eftersom värmen kan användas i fjärrvärmenäten. Detta innebär att de delar av elnäten som har kapacitetsproblem belastas mindre. Kraftvärmen är också viktig för funktionen i näten vid störningar i vardag och kris. Kraftvärmeverk kräver stora investeringar och behöver därför vara i kontinuerlig drift för att kunna bära sina kostnader.

Kraftvärmen står för 9 procent av den svenska elproduktionen¹⁴ och för cirka 40 procent av fjärrvärmen.¹⁵

Med nuvarande konstruktion av elmarknaden, där priset är lika inom elmarknadsområdena oavsett om elen produceras nära förbrukaren eller långt ifrån, uppstår perioder med låga elpriser som sänker lönsamheten för kraftvärmen. Detta är en situation som kommer att bli vanligare när en stor andel havsvind tillkommer de närmaste decennierna i synnerhet om inte kapaciteten höjs i elnätsförbindelserna mellan olika elområden i EU i tillräcklig takt.

En av åtgärderna i regeringens elektrifieringsstrategi handlar om att ta fram en fjärr och kraftvärmestrategi.

”Strategin bör analysera förutsättningar för olika hållbara bränslealternativ och andra energikällor samt se över regelverk och styrmedel som påverkar fjärr- och kraftvärmens konkurrenskraft. Som del i arbetet kvantifieras kraftvärmens lokala och regionala systemnyttor och förslag tas fram för hur dessa kan ges en mer korrekt värdering på elmarknaden genom exempelvis betalningar för stödtjänster, nätnytta eller lokala kapacitetsmarknader”¹⁶

Om kraftvärmen får ersättning för systemnytta som föreslås, får den bättre ekonomiska förutsättningar. Inom ramen för arbetet med att ta fram en fjärr och kraftvärmestrategi behöver också effekter av förväntad energieffektivisering av fastigheter och återvinning av värme vägas in. I nuvarande säkerhetspolitiska läge är det också önskvärt att väga in förmågan till el och värmeförsörjning i kris och krig.

Värme från kraftvärme håller hög temperatur jämfört med den lägsta temperatur som behövs i fjärrvärmenätet och kan därför användas till de flesta ändamål däribland fjärrvärmens primärsystem som kan ha temperaturer upp till 115 grader. Kraftvärmeverken eldas i huvudsak med avfall och biobränsle även om stora gasturbiner förekommer. Fjärrvärmebranschen har som mål att till 2045 lagra mer koldioxid än den släpper ut.¹⁷ Det ska ske både genom att minska förbränningen av fossilt avfall och genom att avskilja och binda koldioxid från kraftvärmeverken. Det kräver stora investeringar

¹⁴ Kraftvärme, (Energoföretagen, 2017)

¹⁵ Fjärrvärmen och miljön, (Svensk Fjärrvärme)

¹⁶ Nationell strategi för elektrifiering. Åtgärder, (Regeringskansliet, 2022)

¹⁷ Färdplan värme, (Färdplan Värme, 2022)

samtidigt som priset på bioråvara kan förväntas stiga i takt med att fossila bränslen fasas ut.

2.4 Utvecklingen av energisystemet i framtidens samhälle med negativa utsläpp

Användningen av fossila bränslen behöver i stort sett upphöra inom 25 år för att klara FN: och EU:s klimatmål. Därefter behövs negativa utsläpp för att ta bort koldioxid ur atmosfären. Fossila bränslen utgjorde 2019 drygt 80 procent av energitillförseln i världen, men utbyggnaden av elproduktion från vind och sol går nu mycket fort. Tillsammans med utvecklad teknik för batterier och vätgas, ger det möjlighet till elektrifiering av industri och transportsystemet. Mindre tillgång till metangas kastar om förutsättningarna för hur utfasningen av fossila bränslen kan genomföras i EU. Något som också påverkar energipriserna i Sverige trots liten användning av gas.

Spillvärme och solvärme kan bli viktigare för fjärrvärmeproduktionen

Det finns en stor nytta i att utnyttja spillvärme för uppvärmning av fastigheter inte minst på grund av att värmebehovet utgör en så stor del av energibehovet. Dessutom uppkommer spillvärme i alla sammanhang där en större mängd energi används och värmen måste på något sätt föras bort. Det kan handla om tillverkning, kyla till serverar eller kyla till livsmedel. Samtidigt kan värme med betydligt högre temperatur levereras både från solvärme och kraftvärme. Flera olika temperaturer kan nyttiggöras i samma fjärrvärmenät, till exempel genom att använda lokala nät med lägre temperatur, så kallade sekundära nät, eller genom att mata in värme i fjärrvärmens returledning som håller en lägre temperatur.

Om värmelager byggs ut, priserna på biobränsle ökar och kalkylräntan blir låg, beräknas 11TWh biobränsle kunna ersättas av spillvärme, solvärme och avfallseldning genom att befintliga anläggningar kan användas i större utsträckning. Utbyggnaden av säsongslager är en förutsättning för förskjutningen oavsett varifrån den tillkommande värmen kommer. Om tillverkningen av system för solvärme skalas upp så att produktionskostnaden sänks, kan solvärme bidra med 6TWh och avfall och spillvärme med 5,5TWh.¹⁸

För närvarande är priset på biobränslen högt på grund av kriget i Ukraina. Dagens pris på 36 Euro per MWh närmar sig nivån på 40 Euro per MWh som anses som gynnsamt för utbyggnad av solvärme i studien.¹⁹ Om den situationen fortsätter under en längre tid eller om priserna stiger ytterligare förändras förutsättningarna för produktion av fjärrvärme avsevärt. Redan med lägre priser är säsongslager för värme och utbyggd solvärme ekonomiskt intressanta alternativ i nät där det finns produktionsanläggningar för biovärme som behöver fasas ut.²⁰

¹⁸ Solvärme i Sverige, (Energimyndigheten, 2021)

¹⁹ Marknaderna för biodrivmedel och fasta bränslen, (Energimyndigheten, 2022)

²⁰ Solvärme i Sverige, (Energimyndigheten, 2021)

Solvärmeproduktion kräver yta och kommer därför ha störst potential i anslutning till mindre städer, men med högre priser för bränsle ökar solvärmens konkurrenskraft.

2.5 Värmepumpar kan stå för en större del av värmebehovet tack vare nya köldmedier

Utvecklingen av värmepumpar har gjort att man under stora delar av året kan omvandla el till 3–4 gånger så mycket värmeenergi. De kallaste dagarna på året minskar dock effektiviteten avsevärt, i synnerhet, från de anläggningar som bara hämtar sin energi från utomhusluft. Därför hämtas ofta energin från brunnar i berget, mark eller vattendrag.²¹

Med befintlig bebyggelse krävs varmare vatten i fastigheternas uppvärmningssystem när det är som kallast. Det gör att extra tillskott av el eller fjärrvärme behövs som komplement i fastigheter med värmepumpar, när det är som kallast och dyrast. Med energieffektivare fastigheter minskar detta behov. Val av värmepumpar med naturliga köldmedier kan också komma att ändra på detta då spetsvärme sällan eller aldrig behövs i fastigheter som värms med värmepumpar med denna teknik. Värmepumpar med naturliga köldmedier kan därför också göra större nytta i fjärrvärmenätet än befintliga anläggningar.

Kylanläggningar och värmepumpar med koldioxid som köldmedium når temperaturer runt 70 grader en stor del av året och matchar därför temperaturen i fjärrvärmens sekundärsystem med egen fjärrvärmecentral.²² Om bebyggelsen renoveras för att nå de mål EU-kommissionen anser är nödvändigt för energiomställningen i EU, så kan sådana temperaturer räcka i de flesta fall även i stora delar av de primära fjärrvärmenäten. Redan idag är temperaturen i fjärrvärmenäten sådan under de varmare delarna av året²³ och det finns möjlighet att sänka temperaturerna ned mot 70 grader med befintlig utrustning i fjärrvärmecentralerna.²⁴ Tappvarmvatten måste hålla en temperatur mellan 50 och 60 grader i kranen, enligt Boverkets byggregler.²⁵

Potential för återvinning av värme från kyla

Även om det finns stora effektivitetsvinster med att planera kyla och värme i fastigheter som en helhet görs detta sällan. I stället släpps överskottsvärme från kylaggregaten ut i luften och bidrar till att höja temperaturen i gatumiljön där värmen dröjer sig kvar i bebyggelsen och bildar så kallade värmeöar.²⁶ Med anpassning av kylanläggningar så att de kan leverera överskottsvärme till värmelager, eller till fjärrvärmenätet, kan den värmen i stället användas till uppvärmning av fastigheter. I denna rapport vill vi skapa en bild av

²¹ Nordic Climate Group

²² Primär och sekundärsystem, (Tekniska verken, 2022)

²³ Se till exempel resonemang om sänkta framledningstemperaturer i projektet Tjärna Ängar och graf över framledningstemperatur i Stockholm exergis nät.

²⁴ Sänkt framledningstemperatur i fjärrvärmenätet, ([Värmemarknad Sverige, 2021](#))

²⁵ Boverket installationer för tappvatten, (Boverket, 2021)

²⁶ Vidare resonemang om värme i tätorter finns i bland annat rapporten Värmestress i urbana utomhusmiljöer, (Folkhälsomyndigheten, 2018)

potentialen för att producera värme från kyla- För att göra detta utgår vi både från rapporter och från exempel på installationer som gjorts av bolagen i Nordic Climate Group.

Sammanställning av potential för återvunnen värme	
Verksamhet	Mängd värme
Livsmedelsbutiker	1,3 TWh
Serverhallar	2–3 TWh
Simhallar	0,25 TWh
Ishallar	0,12 TWh
Summa:	3,67–4,67 TWh

Ökat behov av kyla till datacenter ger stora mängder restvärme

Sverige har relativt goda förutsättningar för att driva datacenter med låg klimatpåverkan. Det beror dels på ett svalare klimat än andra länder, dels på god tillgång till el med låga klimatutsläpp. Det gör att elförbrukningen ökar men också att annan energi som användas för uppvärmning kan ersättas om överskottsvärmen tas tillvara.

Enligt beräkningar från Energiföretagen kan datacenter ge 2–3 TWh restvärme och förbruka 7–11 TWh el 2045.²⁷ Vad gäller lokaliseringen av datacenter i Sverige finns olika behov. Dels finns behov av de stora datacenter som redan börjat byggas ut utanför städerna och som också serverar kunder utanför Sverige, dels finns behov av mindre datacenter nära hushåll och arbetsplatser. En robust IT-infrastruktur med en stor mängd anslutna sensorer och enheter utan egen beräkningskapacitet kommer antagligen kräva fler datacenter i bebyggelsen.

Sammantaget finns stor tillgång till restvärme från IT-infrastruktur som i första hand behöver användas på ett så bra sätt som möjligt eller i andra hand kylas bort så effektivt som möjligt.

Övergången till nya köldmedium ger nya möjligheter i övergången från fossil energi

Enligt IPCC:s senaste rapport har utsläppen av F-gaser som används som köldmedium i omoderna kylanläggningar ökat snabbast av alla utsläpp sedan 1990. Genom att sluta använda F-gaser i kylanläggningar minskar Sveriges territoriella utsläpp av växthusgaser med 683 500 ton CO₂-ekvivalenter, vilket är mer än utsläppen från inrikesflyget före Covid 19.²⁸

Även om avvecklingen av F-gaser är en viktig fråga är Energiomställningen från fossila bränslen avgörande för klimatomställningen. El kommer att behöva ersätta fossila bränslen för uppvärmning och i många industriprocesser vilket gör att behovet mesta möjliga nytta av elanvändningen också kommer att öka kraftigt. Tillsammans med högre globala

²⁷ Se bland annat: Kartläggning av kylamarknaden, (Värmemarknad Sverige, 2021)

²⁸ Lösningssmedel och övrig produktanvändning, utsläpp av växthusgaser, (Naturvårdsverket, 2022)

temperaturer är ett snabbt ökande behov av kyla och värmepumpar, globalt, att vänta. Detta gör att snabb tillämpning av ny teknik kan få stor betydelse för samhällets förmåga att nå låga utsläpp av växthusgaser i tid och i en takt som elsystemen klarar av. Åtgärder för att dämpa belastningen på elsystemen är centralt för utfasningen av fossila bränslen. Där spelar energieffektivisering, efterfrågefleksibilitet och värmepumpar en nyckelroll.²⁹

2.6 Digital styrning av uppvärmning kan hjälpa elsystemet och fjärrvärmesystemet

Styrning av värmesystemet är det viktigaste sättet att variera effektuttaget i elnätet. Skälet till det är att effektuttaget från elvärme är som störst när det är som kallast i Södra Sverige, vilket gör att belastningen på elnätet är som störst vid dessa tidpunkter. Genom att förskjuta uppvärmning av fastigheter kan belastningen minska avsevärt. I en studie gjord av Energimarknadsinspektionen³⁰ där kapaciteten till en timmes flexibilitet studeras beräknas hushållen ha en flexibilitetspotential för el på 6–7 GW vintertid och 2–5 GW sommartid, främst relaterad till uppvärmning men också kylning av matvaror, tvätt och disk. Servicesektorn har en potential på 1,7 GW såväl vinter som sommar på dagtid men betydligt mindre nattetid.

2045 beräknas flexibilitetspotentialen för hushållen ha ökat med 2–3 GW till följd av elektrifieringen av fordonssektorn medan man inte räknar med några större förändringar vad gäller servicesektorn.

2045 räknar man också med ytterligare 1 GW i form av batterilager.

Flexibilitetspotentialen för industrin är för närvarande 1,3 GW. Den förväntas stiga till 2,7 GW 2045 bland annat genom utbyggnaden av fossilfri ståltillverkning.

Samtliga siffror bygger på ett scenario där energiomställningen går i en snabbare takt utifrån behoven till följd av klimatomställningen.

Hushållens användning av värme är den sektor som snabbast kan bidra med stor nytta för elnätet genom att rätt val görs vid renovering och val av värmesystem. Det går också att minska behovet av spetsvärmeproduktion i fjärrvärmenätet genom att med digital teknik, styra uppvärmningen i anslutna bostäder samtidigt som värmekomforten blir bättre eller i alla fall inte sämre. Med samma tillvägagångssätt kan även returtemperaturerna minskas så att värme med lägre temperatur från till exempel rökgaskondensering eller spillvärme kan utnyttjas bättre.³¹

²⁹ World Energy Outlook 2021, (International Energy Agency (IEA), 2021)

³⁰ Samhällsekonomiska kostnader och nyttor av Smarta elnät, (Energimarknadsinspektionen, 2021)

³¹ THERMO-S ARE, världens första digitala fjärrvärmenät - fossilfritt alpint VM 2019, Energimyndigheten 2021 (Energimyndigheten, 2021)

3. Några faktorer som påverkar framtidens värmemarknad

Framtidens värmemarknad i Sverige påverkas på flera sätt av utfasningen av fossila bränslen i EU även om andelen fossila bränslen som används för uppvärmning har minskat avsevärt i Sverige de senaste decennierna: En fördubbling av elproduktionen med en större andel vindkraft ökar behovet av flexibilitet även i värmesystemet, den ökade efterfrågan på bioråvara för att ersätta fossil råvara, påverkar priset på bränsle, skärpta krav på energieffektivisering minskar behovet av värme i fastigheter och det förändrade klimatet minskar behovet av värme på vintern samtidigt som behovet av kyla ökar.

3.1 Stor ökning av elproduktion från vindkraft ställer krav på resten av energisystemet

Elproduktionen i Sverige bedöms behöva fördubblas till 2050.³² Orsaken till detta är den nödvändiga utfasningen av fossila bränslen till följd av klimatomställningen. Givet att omställningen behöver ske i hög takt och till låg kostnad kommer utbyggnaden av vindkraften att spela störst roll i utbyggnaden såväl i Sverige som globalt. Ny kärnkraft kan spela en viktig roll, men troligen inte förrän senare i processen vilket i praktiken innebär att vindkraften kommer att styra behoven i energisystemet mer än i dag. Den ökande produktionen från vindkraft kommer att kräva att elproduktion och efterfrågan på el anpassas till varandra. Det kan ske på olika sätt till exempel genom att kraftverken inte tillåts producera för fullt vid elöverskott, men för att utnyttja potentialen i energisystemet så långt som möjligt är det bättre att utnyttja lagring av energi i någon form. Detta skulle kunna ske genom att vätgas produceras och lagras för att användas till industriändamål men också genom att värme produceras när det är gott om el och lagras antingen i fastigheter eller i fjärrvärmenäten genom flexibilitet.

Beroende på val av metod och fastigheternas utformning finns teknisk möjlighet att lagra värme från över något dygn i fastigheterna till säsongsvis i stora värmelager. Säsongslager kan både öka kapaciteten att ta vara på överskottsvärme och möjliggöra storskalig utbyggnad av solvärme.

3.2 Behov av ökad förmåga att möta efterfrågan på el

Elsystemet har behov av lokal kraftproduktion både för balansering i normal drift och för minskad sårbarhet i kris och krig, därför kommer det finnas en betydande produktion av värme med höga temperaturer från kraftvärmeverk i de större fjärrvärmenäten. Om produktionen av el ska kunna varieras för att balansera elnäten i städerna, samtidigt som värmen tas tillvara är det en fördel att övrig värmeproduktion eller värmelager kan komplettera produktionen kraftvärme med flexibilitet. En lösning med värmelager skulle

³² Bland annat enligt Energiföretagen. (Energiföretagen, 2021) Det stämmer väl med de bedömningar som görs av den generella utvecklingen bland annat av IEA.

också ge möjlighet att lagra överproduktion av värme från kraftvärmeverken när behovet av el är stort i de lokala näten men inte behovet av värme.

3.3 Ökad konkurrens om bränslen och bioråvara

I takt med att kraven skärps på resten av industrin att avveckla beroende av fossil råvara för att nå klimatmålen till 2030 och 2050 kommer konkurrensen om dessa råvaror antagligen skärpas. Att bioråvara är en attraktiv resurs framgår också av Fossilfritt Sveriges färdplaner. Man konstaterar:

”Den ökade efterfrågan på bioråvara kommer tillsammans med politiska styrmedel på både nationell och europeisk nivå med stor sannolikhet att resultera i ökade priser. Detta leder till att bioråvaran styrs till de sektorer som har störst betalningsvilja, vilket förmodligen kommer vara de sektorer där det inte finns några relativt billiga fossilfria alternativ.”³³

I färdplanen uppmanas också regeringen att ge Energimyndigheten i uppdrag att utreda möjligheter att tillvarata spillvärme i högre utsträckning.

I och med det prekära säkerhetspolitiska läget med krig i Europa ökar trycket nu snabbt på att fasa ut fossilgas som en övergångslösning i energiomställningen. När tillgången på fossilgas nu snabbt begränsas kan viljan att investera i nya kraftvärmeanläggningar öka även på kontinenten. Detta kan i sin tur öka efterfrågan på återvunnen råvara och bioråvara i EU.

3.4 Behovet av kyla ökar

I en kartläggning som tagits fram åt *Värmemarknad Sverige* skriver energikonsulten Profu att behovet av kyla beräknas öka under de kommande decennierna. Årsbehovet av komfortkyla beräknas öka med mellan 0,6–1,3 TWh till 2050 från dagens behov. När datacenter räknas in kan ökningen bli 3 TWh.³⁴

Behovet av att komplettera frikyla från sjöar och luft, med till exempel kompressorkyla bedöms öka i takt med den globala uppvärmningen även i produktionen av fjärrkyla. I rapporten *Heltäckande bedömning av potentialen för uppvärmning och kylning* från Energimyndigheten, pekas värmepumpar kopplade till fjärrvärmenäten ut som viktiga för produktion av fjärrkyla, även om anläggningar specifikt avsedda för produktion av kyla också kan behövas.

Stora delar av bebyggelsen saknar tillgång till fjärrkyla. Därför räknar man med att tre fjärdedelar av det tillkommande behovet av kyla behöver tillgodoses genom lokal produktion av kyla.³⁵ Kyla kan delas av fler fastigheter i ett mindre lokalt nät som då kan

³³ [Fossilfritt Sveriges biostrategi](#) 2022

³⁴ Kartläggning av kylamarknaden, (Värmemarknad Sverige, 2021), s 27. Det är enligt rapporten svårt att exakta data på hur stort kylbehovet egentligen är och därför svårt också att uppskatta ökningen.

³⁵ På grund av värmepumparnas tekniska begränsningar för produktion av kyla. Kartläggning av kylamarknaden, (Värmemarknad Sverige, 2021) s.49

kylas med ett större aggregat, något som även ger goda möjligheter till återvinning av värme.

3.5 De kalla perioderna blir färre

I det pågående EU-finansierade projektet Flexi-Sync ingår att ta fram lokala prognoser för extremtemperaturer i de städer som ingår i projektet. I Sverige är det Eskilstuna, Borås och Mölndal. Resultatet visar att det framför allt är de riktigt låga temperaturerna som kommer att försvinna eller bli ovanliga i Sverige.³⁶ Under 2022 ska påverkan på behoven i värmesystemen i de aktuella orterna undersökas inom ramen för projektet, men färre tillfällen med extremt låga temperaturer bör minska behovet av spetsvärme.

3.6 Energieffektivisering av befintlig bebyggelse

Både International Energy Agency (IEA) och EU-kommissionen pekar på att en omfattande renovering av befintligt fastighetsbestånd i EU är nödvändig för att klara av att minska utsläppen av växthusgaser i tillräcklig omfattning för att nå FN:s klimatmål. Energirenovering minskar i sig klimatpåverkan genom att mindre energi används till uppvärmning. En annan viktig poäng enligt IEA är att minska risken för hushåll och företag till följd av att flaskhalsar i omställningen till ett fossilfritt energisystem uppstår. Energieffektivare fastigheter minskar pressen på energipriserna i kalla och varma perioder och ökar möjligheterna till flexibilitet i elsystemet.³⁷ För den enskilde fastighetsägaren innebär det ökad möjlighet till kontroll av kostnaden för energi och genom det minskad sårbarhet.

Effektiva system för kyla och värme är en viktig både för energieffektivisering av elanvändningen och värmeanvändningen. Med energieffektivare fastigheter kan återvinning av värme stå för en större andel värmebehovet. I studien *Grön Logik* undersöks den samhällsekonomiska potentialen i energieffektivisering i byggnader. Den samhällsekonomiska potentialen uppgår enligt studien till 53 TWh per år i Sverige till 2045. Av det är 40 TWh per år värmeeffektivisering. Redan inom 10 år är den totala potentialen 24 TWh per år. Av det är 15,4 TWh värmeeffektivisering.³⁸ Om den potentialen realiseras kommer det att få effekt även för möjligheten att täcka fjärrvärmens behov med återvunnen värme.

³⁶ Report on representative future weather datasets for selected demo sites areas (2021) (IVL, 2021)

³⁷ European Green Deal: Commission proposes to boost renovation and decarbonisation of buildings (EU Kommissionen, 2021), World Energy Outlook 2021, (International Energy Agency (IEA), 2021)

³⁸ GRÖN LOGIK Den samhällsekonomiska potentialen från energieffektivisering i byggnader 2021, Anthesis mfl. (Anthesis, 2022)

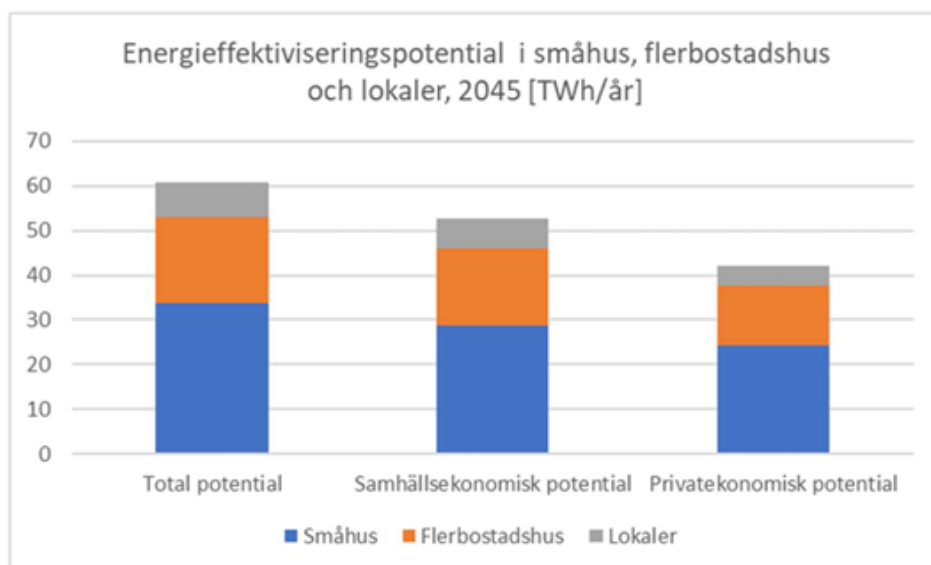


Diagram 1: Energieffektiviseringspotential (TWh/år) för småhus, flerbostadshus och lokaler, scenario 1 (2045).

Diagram från rapporten Grön Logik.

Behov av kyla och värme i en bebyggelse som lever upp till EU kommissionens Energiprestandadirektiv

I förslaget till nytt energiprestandadirektiv slås det fast att Europa ska ha ett byggnadsbestånd med nollutsläpp av koldioxid till 2050. Syftet med direktivet är att öka renoveringstakten eftersom kraftigt minskade utsläpp från byggnader är nödvändigt för att nå EU:s utsläppsmål. Det innebär hårda krav på nya byggnader men också att befintlig bebyggelse renoveras i hög takt. Takten är olika för lokaler och bostäder. Men de sämsta lokalerna och bostäderna ska vara åtgärdade till 2033. Enligt Boverket innebär det antagligen att:

”flerbostadshus i nuvarande klass G och F skulle omfattas av kraven om energieffektivisering. En större andel av flerbostadshusen i mindre tätorter och landsbygdskommuner kommer att omfattas av kraven.”³⁹

Vad gäller lokaler konstaterar Boverket följande:

”Flest lokalbyggnader med energiklass F och G enligt gällande klassning finns i storstadsområdena. För att energieffektivisera dessa byggnader till nuvarande energiklass E uppskattas att det krävs att energianvändningen i skolor minskas motsvarande mellan 19 och 31 procent. För kontor uppskattas att det krävs mellan 17 och 32 procent sänkt energianvändning för att nå energiklass E. För övriga lokaler krävs mellan 20 och 38 procent sänkt energianvändning.”⁴⁰

³⁹ Yttrande över ”Remiss av förslag till revidering av EU- direktivet om byggnaders energiprestanda”, (Boverket, 2022)

⁴⁰ Yttrande över ”Remiss av förslag till revidering av EU- direktivet om byggnaders energiprestanda”, (Boverket, 2022)

Ungefär 2 miljoner lägenheter i Sverige är byggda mellan 1940 och år 2000.⁴¹ Denna period kännetecknas av byggnation av större områden med liknande teknik och utformning av fastigheterna. Många av dessa lägenheter ligger i hus med potential för energieffektivisering, antingen genom förstärkt klimatskal, byte av ventilation och uppvärmning, eller underhåll och intrimning.

⁴¹ Energistatistik för flerbostadshus, (Energimyndigheten, 2022)

4. Vägar framåt för kyla och värme i städer och samhällen

Behovet av värme och kyla i städerna påverkas av ett antal faktorer:

- Stigande bränslepriser.
- Mer varierande men generellt sett högre elpriser.
- Större tillgång till spillvärme på grund av ökat behov av kyla.
- Omfattande krav på energirenovering av äldre bebyggelse.
- Omfattande utbyggnad av produktionen av vindel och vätgas

De bakomliggande orsakerna är EU:s politik, inom ramen för den europeiska gröna given,⁴² för att tygla klimatförändringen och hantera miljöpåverkan även inom andra områden, mer behov av kyla till följd av bland annat digitalisering och högre temperaturer men också den akuta situationen vad gäller försörjning av råvaror och energi som uppstått i och med invasionen av Ukraina.

Värmesektorn i Sverige påverkas bland annat av förslagen i EU:s politikområde Ren energi, Handlingsplanen för cirkulär ekonomi, Strategin för biologisk mångfald, Skogsstrategin, Energiprestandadirektivet, målen i En renoveringsvåg för Europa och målet om klimatneutralitet för hela EU senast till år 2050. Arbetet på flera av dessa områden snabbas nu upp i och med EU:s ambition att snabbt bli av med beroendet av rysk energi även om den ambitionen också innefattar åtgärder för att få tillgång till fossil energi från andra stater. Det gör att förutsättningarna för produktion och användning av värme är i snabb förändring inte bara genom de krav på omställning som berör Sverige direkt utan också genom de konsekvenser som omställningen i EU får genom att marknaden förändras.

I det här avsnittet lyfts ett antal åtgärder som samspelar med EU:s ambitioner och som skulle kunna bli möjliga vägar framåt. Flera av åtgärderna kräver samverkan mellan olika parter och de är också delvis beroende av varandra. Flera av åtgärderna behöver av olika skäl genomföras de närmaste decennierna. Genom att genomföra dem på ett samlat sätt kan nyttorna realiseras tidigare än vid ett oordnat genomförande där systemen inte kan anpassas till varandra.

4.1 Minska belastningen på elnätet och gör plats för en större elanvändning

I och med elektrifieringen, nya industrier som batterifabriker och serverhallar, utbyggnad av städerna och nya mönster för elanvändningen, har belastningen på elnäten i städerna ökat. I många fall behöver elnäten byggas ut men det är ett omfattande arbete som både tar lång tid och är kostsamt.

⁴² Om den europeiska gröna given på Europeiska rådets hemsida. (Europeiska Rådet, 2019)

Minskad belastning på elnätet kan åstadkommas genom förbättrade klimatskal, värmekontroll och värmeåtervinning, genom installation eller smartare användning av befintliga tilluftssystem både för uppvärmning och komfortkyla, men också buffringskapacitet för värme eller kyla i fastigheter, bergvärmeinstallationer och fjärrvärmenätet.⁴³

4.2 Minska behovet av spetsvärme

Det finns god tillgång till spillvärme som inte återvinns. Återvinning av värme från avlopp, ventilation och produktion av kyla ger tillgång till stora mängder värme i anslutning till bebyggelsen eller fjärrvärmenätet. Denna värme kan liksom kraftvärmeproduktionen klara uppvärmningsbehoven vid de flesta tillfällen men i kalla perioder krävs högre temperatur i fjärrvärmenätet för att kunna förse fastigheterna med tillräcklig effekt, eller tillskott av el eller kompletteringseldning i den enskilda fastigheten. Spetsvärmeproduktionen i fjärrvärmenätet är dyr. Ökad elförbrukning vid kalla perioder kräver förstärkta elnät och större produktion av el. Egen eldning i stadsmiljö är dåligt för hälsan hos befolkningen och ur ett övergripande resursperspektiv eftersom verkningsgraden är sämre än i mer storskalig produktion i fjärrvärmenäten. Spetsvärmeproduktionen i fjärrvärmenäten är dyrare och ineffektivare än basproduktionen. Genom att minska behovet av spetsvärme minskar kostnaderna för uppvärmning totalt sett för samhället och investeringar i nya värme pannor kan undvikas.

Energieffektivisering, styrning av fastigheter, nya effektivare anläggningar för produktion av kyla och värme och förbättrad förmåga att lagra värme är alla viktiga sätt att minska behovet av spetsvärme men för att dessa åtgärder ska kunna genomföras fullt ut behövs tydliga signaler om riktningen och affärsmodeller och avtal som fördelar ansvar, investeringskostnader och intäkter på ett sätt som gör att det blir rationellt för inblandade parter att göra sin del av förändringen.

4.3 Förbättra möjligheterna att ta hand om spillvärme

För att spillvärme ska kunna tas om hand i större utsträckning behövs åtgärder för att underlätta användning i angränsande fastigheter eller i fjärrvärmenätet. Enligt kartläggningen *Restvärmesamarbetens nyckelfaktorer* är uppdelning av investeringskostnad och prissättning för levererad värme den viktigaste faktorn för att ett restvärmesamarbete ska lyckas, liksom samsyn på avtalsfrågor och leveranskrav.⁴⁴ Båda dessa faktorer handlar om transparens som gör det möjligt att se till att ett samarbete är lönsamt för båda parter. Ägarna av fjärrvärmenäten är en viktig part i detta genom att erbjuda transparenta lösningar för att leverera spillvärme till fjärrvärmenäten. Aktörer som äger stora kylanläggningar som livsmedelsbutiker, ägare av stora fastigheter, serverhallar och ishallar kan bidra genom samarbete och genom att synliggöra hur mycket värme som kan levereras. Kommunerna har en nyckelroll som ägare av energibolag och fastigheter och genom stadsplanering som underlättar att återvinna värme.

⁴³Se bland annat. Kartläggning av kylamarknaden, (Värmemarknad Sverige, 2021)

⁴⁴ Restvärmesamarbetens nyckelfaktorer, (Ivan Adasevic mfl, 2015)

Gör det möjligt att sälja spillvärme till fjärrvärmenätet

Det finns stor potential i att ta tillvara spillvärme i fjärrvärmenätet. Stockholm Exergi har öppnat upp sitt fjärrvärmenät för datahallar och livsmedelsbutiker, flerbostadshus, isbanor och andra verksamheter som vill leverera spillvärme till fjärrvärmenätet. Enligt Stockholm Exergi kan den spillvärme som tas om hand inom ramen för projektet *Öppen fjärrvärme*, värma 31 000 lägenheter. Priset för levererad värme ska motsvara det pris som det skulle kostat Stockholm Exergi att själva producera värmen.⁴⁵ Det finns verksamheter med ett överskott av värme i de flesta samhällen men möjligheten att leverera till fjärrvärmenäten finns bara på vissa ställen. Den möjligheten bör snarast införas på bred front i fjärrvärmenäten.

Planera för lokala nät för utbyte och lagring av kyla och värme

I de flesta fall där en verksamhet som har en överproduktion av värme är i närheten av andra fastigheter finns sannolikt goda möjligheter att distribuera värme till andra verksamheter i lokala nät. Den typen av distribution skulle minska samhällets behov av bränslen för uppvärmning. Omställningen till energieffektiva fastigheter med förstärkt klimatskal och ventilation med värmeåtervinning sänker, som tidigare konstaterats, kraven på hög temperatur i sekundära fjärrvärmenät avsevärt. Tillsammans med flexibel styrning av uppvärmning bör det kunna göra behovet av spetsvärme mycket litet i bostadsbeståndet särskilt om ökad värmetröghet byggs in i fastigheter som saknar det. Värmelager i varje fastighet eller i de sekundära näten är ett sätt att åstadkomma det. Sådana skulle dessutom kunna minska sårbarheten i värmeförsörjningen vid störningar givet att reservkraft finns för distribution av varmvattnet. Genom att ta ett samlat grepp, område för område, kan värmesystemet och bebyggelsen anpassas till en större andel spillvärme samtidigt som sårbarheten kan minskas. Kommunerna bör inom ramen för arbetet med stadsplanering driva på en sådan utveckling särskilt i nya områden för bostäder kommersiella lokaler och industrier eller områden under omvandling.

Lager för värme

Lager för värme och kyla kommer att bli viktiga i framtidens energisystem med stor andel variabel produktion av el och flera sektorer som kommer kräva tillgång till stor effekt och större andel el i energitillförseln till följd av elektrifieringen. Att kunna lagra värme från tidpunkter med överskott till tidpunkter med större åtgång är ett effektivt sätt att hantera elöverskott så att el inte används för uppvärmning när tillgången på el är sämre.

Värmelagring värmesystem och fastigheter kan spela en viktig roll i detta sammanhang. Enligt Heat Roadmap Europe 4 kommer energilagring på mellan 2–8 timmar bli viktigast i större städer och 6–48 timmar i mindre städer.⁴⁶ Energi som lagras som värme kan antingen lagras i fjärrvärmenäten, i säsongslager, i fastigheter med en stomme som lagrar värme och jämnar ut behovet genom så kallad värmetröghet, eller i värmeackumulatorer i fastigheten.

För att kunna dra maximal nytta av solvärme behöver säsongslager för värme byggas i fjärrvärmesystemet. Det kan vara grophålslager, berggrum eller borrhålslager. Denna typ av

⁴⁵ En närmare beskrivning av modellen öppen fjärrvärme finns i rapportens Appendix

⁴⁶ Kartläggning av kylamarknaden, (Värmemarknad Sverige, 2021) s. 53

lager gynnar alla typer av värmeproduktion där bränslet är relativt sett billigare och tekniken dyrare. Produktion under en större del av året blir möjlig genom att värme kan lagras för att användas senare. Det passar förbränning av avfall men också för tillvaratagande av överskottsvärme från kyla där värme kan sparas från sommarhalvåret till perioder med stor förbrukning under vinterhalvåret.

Av rapporten *Solvärme i Sverige* framgår att:

”För nät med en stor del kraftvärme och värmepumpar kan det vara ytterst intressant att nyttja variationer i elpris till att köra sitt säsongslager än mer kostnadseffektivt med något aggressivare strategier under höst och vår.”

Enligt rapporten är säsongslager en nyckelteknik för att öka flexibiliteten i fjärrvärmesystemet som helhet, men tekniken för att implementera lagren i fjärrvärmenätet behöver utvecklas. Säsongslager är betydligt billigare än dygnslager. Faktorn är 2:15 sett till investeringskostnader om säsongslagret är av typen groplager. Det vill säga lager som kan grävas i mark och förses med ett isolerande lock.⁴⁷

4.4 Anpassa och energirenovera hela bostadsområden

En höjning av energiprestanda område för område minskar behovet av nyinvesteringar i uppvärmningssystemen till exempel i form av anläggningar för spetsvärmeproduktion.

Vid renovering av fastigheter finns det vissa egenskaper som fastigheten bör ha för att fungera så bra som möjligt i ett helt fossilfritt energisystem utan risk för periodvis höga kostnader:

- God värmehållning och värmetröghet,
- möjlighet att förskjuta effekttoppar i elförbrukningen,
- gott underhåll av uppvärmningssystemen,
- uppföljning av energiförbrukning och
- smart styrning av energisystemen i fastigheten i samverkan med de boende.

Hur påverkas det totala värmebehovet och behovet av spetsvärme i energirenoverade fastigheter?

Resultaten från projektet *Tjärna ängar*, där tre identiska hus från miljonprogrammet renoverades i olika utsträckning och jämfördes, visar att energiförbrukningen i en befintlig miljonprogramsfastighet kan mer än halveras om både klimatskal, uppvärmningssystem och tilluftssystem energieffektiviseras. Den mest ambitiöst renoverade fastigheten gick från ett energiprestandatal på 148 kWh/m² till 66 kWh/m². I ett annat hus förstärktes bara klimatskalet vilket ledde till att huset nådde 101 kWh/m². Det visar att även i befintliga hus med förstärkt klimatskal kan ytterligare effekt uppnås genom energieffektivisering av ventilation och uppvärmningssystem. Något som är relevant för de hus som är byggda

⁴⁷ Solvärme i Sverige, (Energimyndigheten, 2021)

1980- 2000 och därmed har bättre klimatskal. Snittet för befintliga flerbostadshus vad gäller energiprestandatal är 119 kWh/m².⁴⁸

Bättre isolerade fastigheter i kombination med effektivare uppvärmning gör det möjligt att sänka framledningstemperaturen avsevärt. I projektet *Tjärna ängar* kunde man sänka framledningstemperaturen med 10–15 grader i radiatorerna i den mest ambitiöst renoverade fastigheten. Den kunde då begränsas till en temperatur mellan 35 och 40 grader⁴⁹ Även om tappvarmvattnet kräver högre temperaturer av smittskyddsskäl ger det stora möjligheter att sänka temperaturen i värmenäten för att kunna använda en större andel spillvärme. En anpassning av bostadsbeståndet gör också att behoven framledningstemperatur i fastigheten blir mer lika på sommaren och vintern, vilket minskar behovet av spetsvärmeproduktion.

I områden som energieffektiviseras i sådan omfattning som Tjärna ängar kan system med värmepumpar för kyla och värme stå för all värmeproduktion. Lokala värmenät eller koppling till fjärrvärmenätet kan ändå spela en viktig roll genom att binda samman en större mängd fastigheter och olika typer av fastigheter med olika värmetröghet och uppvärmningsprofil. På så sätt minskar behovet spetsvärme även vid mer extrema utomhustemperaturer.

Åtgärder i olika fastigheter utifrån lokalisering och systemnytta

Det finns alltså outnyttjade möjligheter vad gäller energieffektivisering av fastigheter genom förbättrade klimatskal och styrning av uppvärmning och ventilation. Men olika fastigheter har olika förutsättningar. I en del fastigheter kan energiförbrukningen vara hög eftersom verksamheten i fastigheten kräver mycket energi. I dessa fall alstras också ofta större mängder värme än fastigheten kan ta hand om. För att nå riktigt hög energieffektivitet behöver den värmen antingen lagras eller distribueras till en annan fastighet. Det går idag att göra detaljerade analyser, baserade på stora mängder data, av hela fastighetsbestånd. Dessa analyser gör att man kan identifiera områden där användning av spillvärme, energieffektivisering och effektivare uppvärmningssystem skulle vara till särskilt stor nytta⁵⁰. Här följer ett principiellt resonemang utifrån de exempelinstallationer som är med i den här rapporten.

De fastigheter som diskuteras i den här rapporten, kan delas in i fyra kategorier:⁵¹

I gles bebyggelse. Kategorin i matrisen nedan kan vara SPA- och konferensanläggningar eller nybyggnation av bostadsområden som inte tjänar på att anslutas till fjärrvärmenätet

⁴⁸ Energistatistik för flerbostadshus, (Energimyndigheten, 2022)

⁴⁹ Slutrapport Varsam energieffektiv renovering – Tjärna Ängar. (Borglund, 2018) Den aktuella fastighetens EP tal var efter renoveringen 66 kWh/m² Fastigheten har varit i drift sedan 2019.

⁵⁰ Till exempel görs detta av [företaget Envista](#)

⁵¹ En stor mängd egna hem ligger så till att anslutning till fjärrvärmenätet eller lokala värmenät inte är aktuellt. Dessa fastigheter är viktiga för belastningen på elnäten men de beaktas inte i den här rapporten där fokus ligger på större fastigheter och bostadsområden där värmeförsörjningen kan samplaneras eller där tillgången på spillvärme är stor. Rapporten fokuserar inte heller på enstaka industriverksamheter utanför verksamhetsområden.

men som kan tjäna på att dela resurser sinsemellan. Dessa fastigheter är ofta privatägda eller ägda av en bostadsrättsförening.

I fastighet med fjärrvärme och egen värme. I stadsbebyggelse finns allt fler fastigheter som både har tillgång till egen värmeproduktion och anslutning till fjärrvärmenätet.

Bakgrunden kan vara att man velat få kontroll över sina uppvärmningskostnader och bli mindre beroende av fjärrvärme eller att man har byggt energieffektiviseringslösningar med värmeåtervinning från ventilation eller avlopp. Fjärrvärmeanslutningen finns ändå kvar och används kanske delar av året till exempel till spetsvärme. Till den här kategorin hör även de kontorsfastigheter som lyfts fram i rapporten och som ofta är privatägda, ägda av ett statligt eller kommunalt bolag, ägda av den kommunala allmännyttan eller en kommunal förvaltning.

I fastighet med mycket egen spillvärme och fjärrvärme. Fastigheter som har stor tillgång till egen spillvärme. Ett typexempel på detta är bostadshus med verksamheter i samma lokaler som producerar spillvärme. Det kan till exempel vara en matvarubutik, en mindre serverhall eller en kontorsfastighet. Fastigheten kan klara sitt eget värmebehov genom spillvärme men kan också utbyta värme med fjärrvärmenätet. Dessa fastigheter kan vara privatägda, ägda av en bostadsrättsförening eller av den kommunala allmännyttan.

I fastighet med stort överskott av värme men mindre egna behov. Typexemplet är en industrifastighet eller en större serverhall som har kylbehov som inte kan tillgodoses med fjärrkyla men som antingen skulle kunna anslutas till fjärrvärmenätet eller till ett lokalt nät tillsammans med andra fastigheter. I den här kategorin finns glassfabriken, serverhallen men också den friliggande större matbutiken. Dessa fastigheter är oftast privatägda men kan ligga i kommunalt planerade verksamhetsområden.

Åtgärder i några typer av fastigheter utifrån lokalisering och systemnytta					
Egenskap/Fastighet styp	I gles bebyggelse	I fastighet med fjärrvärme och egen värme	I fastighet med fjärrvärme och mycket egen spillvärme.	I fastighet med stort överskott av värme men mindre egna behov	Systemnytta
Förstärkt klimatskal	Ja	Ja	Ja	Beroende på om det kan minska energiåtgången	Ej spetsvärme, minskad förbrukning, uthållighet.
Värmelager i fastighet	Ja	?	?	?	Flex, ej spetsvärme, uthållighet.
Värmelager i grannskap till exempel i sekundära nät	Ja/Nej	Ja	Ja	Ja	Flex, ej spetsvärme, uthållighet.
Smart styrning av ventilation	Ja	Ja	Ja	?	Flex, ej spetsvärme, uthållighet.
Smart styrning av uppvärmning	Ja	Ja	Ja	?	Flex, ej spetsvärme, uthållighet.
Smart växling mellan fjärrvärme och egen värme	Nej	Ja	Ja	Ja eller med grannfastighet	Flex, Värmeåtervinning i fastighet, Minskat behov av bränslen
Värmeåtervinning från kylanläggning	Beroende på behov av kyla	Ja	Ja	Ja	Värmeåtervinning i fastighet, Minskat behov av bränslen, bidrag till lokal energiförsörjning.
Möjlighet att leverera överskott till fjärrvärme	Nej	Ja	Ja	Ja	Minskat behov av bränsle, bidrag till lokal energiförsörjning, uthållighet.
Eget säsongslager	Ja	Nej	Nej	Ja om kylbehovet varierar över årstiden och andra möjligheter saknas	Ej spetsvärme, ökad värmeåtervinning, Minskat behov av bränsle, uthållighet.

4.5 Exempel på installationer med senaste teknik för produktion av kyla som tar vara på spillvärmén

Tillgång till ny och bättre teknik för värmepumpar och kylanläggningar gör det möjligt att ersätta F-gaserna med naturliga köldmedier. I större anläggningar där koldioxid kan användas gör övergången till nya köldmedier att temperaturen på värmen som alstras blir så hög att den kan tillgodose behovet av varmvatten och uppvärmning även vid låga utomhustemperaturer. Det är kapaciteten hos några sådana installationer som redovisas närmare nedan.

Undersökning bland bolagen i Nordic Climate Group

För att få en bild av potentialen i nya effektivare kylinstallationer baserade på naturliga köldmedier har en enkät gått ut till bolagen i Nordic Climate Group. Medlemmarna ombeds att beskriva ett till tre exempel på nya effektiva kylinstallationer. Installationerna beskrivs utifrån faktorerna:

Sänkt kostnad, sänkt energiförbrukning, sänkt belastning på elnätet, sänkt påverkan av köldmedium och återvunnen värme samt beräknade minskade klimatutsläpp.

Enkäten har skickats ut och samlats in av Nordic Climate Group och sammanställts och analyserats av Gröna Städer. Här följer ett urval av exempel från enkäten.

I några fall har tydliga minskade klimatutsläpp kunnat beräknas, vid samtliga installationer har energiförbrukningen för kyla och värme kunnat sänkas liksom effektbehovet per producerad mängd värme och kyla. Exempelen nedan har valts ut för att illustrera möjliga nyttor utifrån verksamhet och lokalisering samt de sektorer där god potential till värmeåtervinning pekats ut i tidigare studier.

Glassfrys - LOHILO Foods

När en 1200 kvm glassfrys installerades på LOHILO Foods i Växjö kunde värmen från kylanläggningen användas till värme i glassfabriken och till 4000 kvm padelarena i en angränsande industrilokal. Mängden tillskottsvärme som krävs per kvm i padelhallen ligger mitt emellan snittet för befintliga bostäder i flerbostadshus och huset med bäst prestanda av de renoverade miljonprogramshusen i Tjärna ängar. Värmebehovet till padelhallen jämförs med behovet i lägenheter i flerbostadshus som energirenoverats och snittet för flerbostadshus i Sverige.

Användning av återvunnen värme	Per år
Avfrostning frysförångare	40 000 KWh
Värme under golv	130 000 KWh
Uppvärmning Padelhall	400 000 KWh 100 KWh per kvm och år.
Motsvarande antal bostäder a 80 kvm i energirenoverat flerbostadshus i Tjärna Ängar.	75 st.
Antal genomsnittliga bostäder i flerbostadshus a 80 kvm	42 st.

Livsmedelsbutiker

I underlaget från Nordic Climate Groups bolag ingår installationer från ett antal större livsmedelsbutiker, ICA Kvantum, ICA Maxi och Coop Xtra där befintliga kylaggregat bytts ut och värmen återvunnits för uppvärmning och tappvarmvatten. Energibesparingarna från dessa ligger på mellan 500 MWh och 700 MWh per butik. I ICA Maxis butik i Växjö, uppgår energibesparingen till 600 MWh per år i el samtidigt som kyleffekten ökat med 20 procent. 200 MWh fjärrvärme har också kunnat ersättas med spillvärme i samband med bytet av kylteknik.⁵² I en Coop Xtra butik i Värmland har kylaggregatens maxeffekt nästan kunnat halveras från ca 160 kW till 83 kW. Det motsvarar 1–2 snabbladdare för elfordon eller 16 villor med elvärme.⁵³ Skillnaden är dock att kylaggregaten används kontinuerligt dygnet runt om än inte på full effekt hela tiden, medan en snabbladdare bara används under delar av dygnet och villor mycket sällan använder maxeffekt.

Butik	Energibesparing el	Energibesparing fjärrvärme
ICA Maxi Växjö	600 MWh/år	200 MWh/år

Förutom stora livsmedelsbutiker finns även en stor mängd mindre livsmedelsbutiker som ligger i kvarter där det också finns stora ytor bostäder och kontor. De flesta livsmedelsbutiker saknar idag värmeåtervinning från kyla. Genom värmeåtervinning i dessa fastigheter skulle behovet av annan uppvärmning kunna minska avsevärt och energi användas till annat. Enligt studien *Energi från hyresgästens kylsystem används i fastighetsägarens värmesystem* är det inte tekniska hinder som gör att återvinning av värme från livsmedelsbutiker är ovanligt, utan hindren är kopplade till administration och avtal, till exempel mellan fastighetsägare och hyresgäster. Ökad energisamordning mellan fastighetsägare och hyresgäster efterfrågas. Mängden värme som kan återvinnas från livsmedelskyla beräknas till 1,3 TWh eller 294kWh per kvadratmeter och år. Ytan med livsmedelshandel uppskattas till 4,3 miljoner kvadratmeter.⁵⁴

Badhus och ishallar

Badhus är den byggnad som förbrukar mest energi per kvadratmeter yta, mellan 365 och 800 kWh/m² och år, vilket ger en årlig förbrukning på 800 GWh energi per år i Sverige som helhet. Badhus har hårda krav på särskilda temperaturer och rätt luftfuktighet för att minska avdunstning och vädra bort fukt och gaser från bassängvatten.

De flesta badhus är byggda under 60- och 70-talet och står inför renovering. Vid renovering eller nybyggnad finns stora möjligheter till energieffektivisering bland annat genom värmeåtervinning. Potentialen för energibesparing beräknas till 30 procent eller 250 GWh för samtliga offentliga badanläggningar. Till det kommer alla privata anläggningar men

⁵² Enkät och mejlkonversation med Mats Lundgren, Kronobergs kylteknik (Mats Lundgren, 2022)

⁵³ Elbilen.se Antalet villor är beräknat på maxeffekt för 20 A huvudsäkring och 230 volt.

(Snabbladdning mer än en kw siffra, 2022)

⁵⁴ Energi från hyresgästens kylsystem används i fastighetsägarens värmesystem – ett bidrag till ökad energieffektivisering (Belivs, 2018)

⁵⁴ Se bland annat: Energieffektivisering av badhus förstudie (BELOK, 2016)

även SPA-anläggningar. Effektiv avfuktning, återvinning av värme från frånluft, processvatten och gråvatten och en bättre överblick över systemet som helhet lyfts fram som några av de viktigaste åtgärderna för att spara energi.⁵⁵

Sveriges ishallar använder tillsammans mer än 350 GWh energi per år. I snitt förbrukar en ishall 1 GWh per år. Potentialen för energibesparing i ishallar kan vara upp till en tredjedel av den totala förbrukningen per år. Mest energi, 43 procent, går åt till att producera is. Uppvärmning står för 26 procent av energiförbrukningen. En väl fungerande avfuktning av luften i ishallen, rätt sammansättning av köldmedierna och rening av dem är viktigt för hallarnas energiförbrukning.⁵⁶

Även en effektiv ishall producerar mer värme än vad som behövs för driften av hallen. Det är därför att föredra att bygga ishallar i anslutning till badanläggningar med ett stort värmebehov, eller att leverera överskottsvärme till fjärrvärmenätet.

Pepparrotsbadet i Enköping får värme från Sandbrohallen

I ett projekt i Enköping byggdes befintlig ishall om och kompletterades med en ny ishall. Tillsammans drar de båda ishallarna 27 procent mer el än en ishall gjorde tidigare men i det inkluderas större delen av det egna värmebehovet och leverans av 700 MWh värme till simhallen intill. Det motsvarar ungefär 40 procent av badets värmebehov. Andelen förväntas dessutom bli högre efter inkörning.⁵⁷

Sandbrohallen / Pepparrotshallen	Utfall
Överskottsvärme till bad	0,7 GWh värme 40 procent av badets värmebehov. Kan uppgå till 80 procent efter injustering.
Ökad kapacitet	1 extra ishall, äventyrsbad
Energitillskott för drift av ishall och simhall jämfört med drift av bara ishall.	10 %
Eltillskott för drift av ishall och simhall jämfört med drift av bara ishall..	27 %

Yasuragi Hasseludden

I och med förmågan att producera värme med hög temperatur, minskar behovet av spetsvärme avsevärt när koldioxid används i stället för F-gaser. I en installation av en värmepump gjord vid SPA-anläggningen Yasuragi Hasseludden innebär det att spetsvärme behövs först när temperaturen är lägre än -25 grader. Vid -35 krävs 1/3 el i reserv. Eftersom Hasseludden ligger utanför fjärrvärmenätet har olja använts som

⁵⁵ Se bland annat: Energieffektivisering av badhus förstudie (BELOK, 2016)

⁵⁶ Projektet Stoppsladd Slutrapport 23 december 2014 (Stoppsladd, 2014) Projektet har genomförts av Energi & kylanalys AB tillsammans med Svenska Ishockeyförbundet med stöd av Energimyndigheten.

⁵⁷ Intervju med Patrik Larson (Labkyl, 2022)

spetsvärme. Efter renoveringen av anläggningen har behovet av olja försvunnit utan att elförbrukningen ökat och utsläppen minskat med 800 ton CO₂Eq per år, eller motsvarande de totala utsläppen från 88 svenskar.⁵⁸ Energikostnaden har minskat med mer än 3 miljoner kronor per år. Med nuvarande oljepriser är den sänkta kostnaden 5 miljoner kronor per år.

4.6 Ny affärsmodell för värme och upphandlingar anpassade till förändring

Att växla mellan värmepumpar och fjärrvärme skulle ge möjligheter att anpassa uppvärmningen till såväl produktion som tillgång på el liksom brist på kapacitet i elnätet. Den övergripande nyttan för energisystemet av att växla mellan värmepumpar och fjärrvärme där båda systemen finns, är stor men delas mellan konsumenter, fjärrvärmeleverantörer och elnätsföretag.⁵⁹ Det kan därför behövas nya affärsmodeller som ger den part som genomför optimeringen av uppvärmningen i en fastighet möjlighet att få betalt för hela nyttan.

Komfortavtal för värme

I Studien *Affärsmodeller för fjärrvärme och värmepumpar i fastigheter* undersöktes hur värmepumpar och fjärrvärme skulle kunna användas mest lönsamt i fastigheter som har tillgång till båda systemen. I studien lyfts också möjligheten för fjärrvärmebolagen att erbjuda sina kunder en lösning med båda typerna av uppvärmning i kombination. En sådan lösning kan vara att sälja och ansvara för driften av en produkt eller att ett avtal tecknas om att fastighetens värmekomfort garanteras genom att energiföretaget styr befintlig utrustning hos kunden. I studien jämfördes marginalkostnader för produktion av fjärrvärme och spotpris på Nord Pool. Uppvärmningskostnaderna visade sig kunna minska med mellan 2 och 33 procent. Kostnadsminskningen blir störst i fjärrvärmenät med tillgång till spillvärme och minst med centrala värmepumpar i fjärrvärmenätet.⁶⁰ En liknande modell testas nu i befintliga fastigheter i Borås inom ramen projektet Flexi Sync.

Modeller för upphandling som lämpar sig för energieffektivisering med ny teknik

Allmännyttans inköpscentral (HBV) har utvecklat två olika dynamiska inköpsmodeller som passar områden som kännetecknas av snabb teknisk utveckling, förändring och mer komplicerad kravställning som energieffektivisering:

- Dynamisk rangordning där man väljer vilka prestanda man vill ha, utifrån kapacitet och funktion. Anbuden rangordnas först utifrån hur väl de passar behoven och därefter utifrån pris. Detta används till exempel för inköp av produkter som [elfordon](#) där egenskaper behöver vägas mot varandra men där det finns ett begränsat antal produkter att välja på.

⁵⁸ Konsumtionsbaserade växthusgasutsläpp per person och år, (Naturvårdsverket, 2022) Siffrorna avser konsumtionsbaserade utsläpp 2019

⁵⁹ Affärsmodeller för fjärrvärme och värmepumpar i fastigheter. (Energiforsk, 2020)

⁶⁰ Affärsmodeller för fjärrvärme och värmepumpar i fastigheter. (Energiforsk, 2020)

- **Projektavtal.** I detta avtal som till exempel används för solelsentreprenader anges ett antal parametrar som till exempel lutning på tak, ofta med hjälp av en konsult. Avtalet resulterar i en färdig bygghandling och ger en tydlig specifikation som tillsammans med låga instegskrav kan möjliggöra avrop från många olika leverantörer under 10 års tid. Detta avtal medger snabb teknikutveckling genom att inte specificera exakta tekniker som snabbt blir omoderna.

En Off modellen för upphandling av energieffektivisering av fastigheter.

Eftersom upphandlingar av energieffektivisering i offentliga fastigheter ofta blir komplexa krävs en helhetssyn. För att förenkla upphandlingen har Energieffektiviseringsföretagen, i samarbete med bland annat Upphandlingsmyndigheten, tagit fram en upphandlingsmodell. Upphandlingsmodellen medger att olika delar av en energieffektivisering kan genomföras steg för steg utifrån den ursprungliga upphandlingen.

Upphandlingen inleds med en energikartläggning och tecknande av ett samverkansavtal. Efter varje åtgärd görs en utvärdering. Genom att utvärdering sker efter hand kan varje åtgärd anpassas till resultatet av den föregående åtgärden och det som behöver göras för att nå målen i energikartläggningen.

5. Diskussion och resultat

Det finns stora möjligheter att använda fjärrvärmenätet på ett sätt som bättre tar till vara en bredd av lösningar för att använda värme där den gör bäst nytta under de kommande decenniernas omställning av energisystemet. Systemets kapacitet för värmelagring kan användas på ett strategiskt sätt och förbättras för att bättre kunna ta tillvara överskottsvärme från kylanläggningar, medge ökad flexibilitet i relation till elsystemet, ge möjlighet att använda kraftvärmen effektivare och även möjliggöra en större andel solvärme. Dessa åtgärder blir lönsamma i och med de högre bränslepriser vi nu ser till följd av att kriget i Ukraina tvingar EU till utfasning av fossil råvara tidigare än beräknat.

En omfattande energieffektivisering av bebyggelsen utifrån ambitiöst satta mål sänker behovet av höga framledningstemperaturer när det är kallt. Behovet av spetsvärme från anläggningar som används sällan minskar och då minskar också behovet av dyrare bränslen med högre klimatpåverkan. Lägre temperaturer och energiförbrukning i fjärrvärmenätet gör det möjligt att täcka en större del av uppvärmningsbehovet med spillvärme från kyla.

För att ta tillvara dessa möjligheter fullt ut behöver en omfattande strategisk energirenovering genomföras samtidigt som värmesystemen anpassas. För det krävs samverkan mellan fastighetsägare, energikonsultföretag, installatörer och fjärrvärmebolagen. Åtgärder kan i viss mån göras i olika ordning men för att hålla riktningen i en sådan samverkan krävs tydliga politiska mål, tydliga signaler och styrmedel till fastighetsägare och marknader kopplade till energiförsörjning.

5.1 Effektivare produktion av kyla och värme begränsar effektbehovet

En övergång till kylanläggningar baserad på naturliga köldmedier som koldioxid ger temperaturer på den bortledda värmen på minst 70 grader under stora delar av året, vilket gott och väl räcker för varmvattenproduktion och blir ett bra bidrag till fjärrvärmenätet. Genom att ta till vara överskottsvärme från butiker, ishallar och serverhallar och genom effektivare uppvärmning i fastigheter kan mer värme användas i fjärrvärmenätet eller angränsande fastigheter. Större yta kan värmas med samma mängd insatt energi. När värmesystemen i fastigheter optimeras med hjälp av denna teknik minskar också effektbehovet. Lägre elförbrukning ger samma erhållna nytta i form av värme eller kyla jämfört med befintlig teknik och belastningen på elnätet kan minska. Med säsongslager för värme kan överskottsvärme från sommaren användas under resten av året.

5.2 Kraftvärmen kan utnyttjas effektivare

Kraftvärme står för en stor del av fjärrvärmeproduktionen i Sverige och är en effektiv men storskalig teknik som kräver stora investeringar och som därför gynnas av långa driftstider. I huvudsak baseras kraftvärmen på biobränsle och avfall som det kan bli ökad konkurrens om i EU. Ökad konkurrens skulle också innebära högre priser. Kraftvärmen kan utnyttjas mer effektivt och producera mer el när det är kallt om värmelagringsförmågan i fjärrvärmenäten ökar. Det skulle minska sårbarheten för högre bränslepriser genom ökad

förmåga att välja mellan produktion av el och värme utifrån priset för leverans av el och värme.

5.3 Förväntade krav på energieffektivisering av fastigheter minskar behovet av höga temperaturer i fjärrvärmenätet

Ett alternativ till att använda höga temperaturer i stora delar av fjärrvärmenäten i framtiden är att använda relativt jämna temperaturer i stora delar av näten under hela året. Det blir möjligt genom att en omfattande energieffektivisering av fastigheter sker i snabbt tempo. Det optimala är att börja med de fastigheter där det största behovet identifierats samtidigt som effektiviseringen görs område för område. Som en del av detta kan även tillgång till spillvärme från kyla i området identifieras och matas in i värmesystemet. De krav som EU vill ställa på energieffektivisering av fastigheter skulle leda till en omfattande energieffektivisering av fastighetsbeståndet fram till 2050. En noggrannare kartläggning av fastigheters verkliga energiförbrukning skulle kunna möjliggöra träffsäkrare åtgärder för energieffektivisering.

5.4 Förbättrad värmehållningsförmåga och värmetröghet i fastigheterna ger minskad sårbarhet

Energieffektivisering av fastigheter gör att effekterna av bortfall av uppvärmning kan hanteras under längre tid och att kallare utomhustemperaturer påverkar energibrukningen mindre. Utöver det är möjligheten att lagra värme i fastigheten viktig både för att minska behovet av spetsvärme och för att klara en längre tid med värmebortfall. I fastigheter med tung stomme fyller stommen delvis detta ändamål. I fastigheter som byggs med lätt stomme, till exempel för att minska resursförbrukningen i byggskedet, behöver värme kunna lagras på annat sätt, i eller nära fastigheten, för att jämna ut behovet av tillförd värme och minska sårbarheten för störningar. Med rätt utförda åtgärder bör uppvärmningssektorn kunna bidra till ett starkt totalförsvaret samtidigt som den anpassas till ett energisystem med en hög andel väderberoende energiproduktion.

Säsongslager i fjärrvärmenäten

Säsongslager för värme kopplade till fjärrvärmenätet kan spela en viktig roll för att parera skillnader i förbrukningen i fjärrvärmenätet vintertid. Sådana lager möjliggör också att koppla in en betydligt större produktion i form av solvärme på fjärrvärmenätet, liksom att kunna leda bort värme från städerna till fjärrvärmenätet på sommaren även under riktigt varma dagar. I kombination med värmepumpar kan sådana lager även användas för att öka möjligheterna att lagra värme i fjärrvärmenäten under blåsiga dagar med överskott på el till låga priser. Denna situation kommer att bli allt vanligare i och med att vindkraftsproduktionen och elnätet byggs ut för att klara varierande elproduktion som troligtvis följer av nödvändigheten att ersätta användning av fossila bränslen i industrin och transportsektorn.

6. Förslag på åtgärder

För att ta ett helhetsgrepp kring energiomställningen i värmesektorn, förbättra resursutnyttjandet, minska den ekonomiska sårbarheten i värmesystemet och dra nytta av ny teknik föreslås följande politiska åtgärder:

Statlig nivå

- Inför en möjlighet för kommunerna att i plan- och bygglagen ställa krav på sammanhållen planering för värme- och kyldistribution i detaljplaner och bygglov. Planeringen kan då ta hänsyn till:
- Robust försörjning av värme och kyla i hela bebyggelsen utifrån behov och bidra till stabiliteten i elsystemet.
- Behovet av värme och kyla till samhällskritiska funktioner som matdistribution. Boende för värmekänsliga personer och kylning av serverhallar kan också beaktas.

I 4 kap. plan- och bygglagen regleras de krav en kommun får ställa vid upprättandet av en detaljplan och även när det måste upprättas detaljplan. Om kommunen ställer andra krav än vad som framgår av 4 kap. 12 och 16 §§ PBL är dessa utan verkan. Detta gäller dock inte om kommunen är byggherre och fastighetsägare. Syftet med detta så kallade särkravförbud har ansetts vara att tekniska egenskapskrav ska vara förutsägbara och enhetliga över hela landet och på så vis hindra merkostnader vid byggande.

Någon möjlighet för kommuner att i detaljplan (eller för den delen bygglov) ställa krav på sammanhållen planering för värme och kyldistribution finns inte i dag. Detta gör att värme eller kyla kan genereras i en fastighets byggnad, som skulle kunna användas i en intilliggande byggnad redan från start, i många fall inte tas tillvara. Således kan ett sjukhus ligga bredvid en nybyggd idrottsanläggning, utan att värmen från den ena anläggningen planerats in för att tillvaratas i den andra. Såsom beskrivets i denna rapport är de nyttor som inte tillvaratas potentiellt sett väldigt stora. Vår bedömning är att de kommuner som så önskar, borde kunna få kravställa på en sammanhållen planering för värme- och kyldistribution och att detta inte riskerar minska förutsebarheten när det gäller de tekniska egenskapskraven.

- Inför en möjlighet att i hyressättningssystemet värdesätta energieffektivisering.

Hyror bestäms idag med utgångspunkt från bestämmelser i 12 kap. jordabalken. Vid bestämmandet av hyra anses såväl renoverings- som energieffektiviseringsåtgärder vara underhållsåtgärder och inte värdehöjande åtgärder, vilket därmed inte i sig berättigar till ändrad hyra (varken uppåt eller nedåt). Detta gör att en fastighetsägare för att få täckning för eventuella merkostnader för nya installationer, även samtidigt måste göra andra åtgärder med byggnaden, såsom upprustning av lägenheter eller dylikt. Incitamenten för en fastighetsägare att tillvarata de positiva bieffekter vi redogjort för i rapporten, blir därför av mindre vikt än annars, rent ekonomiskt. Det kan i värsta fall bli negativt för fastighetsägaren. Vi anser därför att det borde finnas möjligheter att inom ramen för dagens hyressättningssystem värdesätta energieffektiviseringsåtgärder och andra åtgärder som beskrivits i rapporten. Även det sätt hyresförhandlingsystemet är upplagt på, kan i sig

innebära incitament för att minska investeringar som på kort sikt leder till höjda kostnader men på längre sikt kan leda till minskade kostnader. Även detta bör beaktas i det fortsatta arbetet.

- Uppdra åt Energimyndigheten att driva pilotprojekt tillsammans med kommuner för att återvinna värme från kylning av verksamheter som industrier, matvarubutiker och serverhallar genom lokala värmenät med eller utan koppling till fjärrvärmenätet.

I flera av de studier som redogörs för i denna rapport pekas det på att nyttor och investeringar ofta hamnar på olika parter, vilket försvårar åtgärder som är lönsamma ur ett helhetsperspektiv. I samband med andra energirelaterade åtgärder, som till exempel flexibilitetsmarknader, har pilotprojekt kunnat bana vägen för samarbeten mellan verksamheter som annars inte skulle ha blivit av. Det skulle därför vara bra att lokalt bedriva projekt där flera olika aktörer kan samlas, kompetens byggas och strukturer formas, som kan spridas vidare i Sverige.

Angelägna utgångspunkter för projekten kan vara bättre förmåga att möta klimatomställningen, minskad och jämnare energiförbrukning och ökad förmåga att upprätthålla tillförseln av värme vid störningar i de stora energisystemen i kris, krig och situationen däremellan.

En lämplig aktör för att finansiera och driva på utveckling inom energisystemet är ansvarig myndighet Energimyndigheten. De har en omfattande erfarenhet av att arbeta med lokala och regionala projekt för att utveckla best-practice. Av särskilt stort värde är att få olika offentliga aktörer att driva på utvecklingen genom sitt arbete som förebilder.

- Staten bör överväga tydliga incitament för att vid renovering förbättra uppvärmning, klimatskal och ventilation på ett sätt som både möjliggör effektiv kylning och uppvärmning av fastigheter i framtiden. Incitament för värmelager bör också ingå.

De åtgärder som beskrivits i förslaget förbättrar potentialen till efterfrågefleksibilitet och ger bättre värmehållning i fastigheter vid bortfall av uppvärmning. De är relevanta för att kunna utnyttja spillvärme bättre, minska energiförbrukningen och minska sårbarheten i energisystemet. För att kunna bedöma behovet av nyinvesteringar i värmeproduktion i framtiden behöver hänsyn tas till behoven i en effektivare bebyggelse. Incitament är viktiga för att visa intention och riktning i energipolitiken vilket ger trygghet för investeringar.

Incitamensstyrning kan ske genom stöd, reglering eller andra främjandeåtgärder. Tidigare har staten haft tillfälliga renoveringsstöd som av olika skäl saknat stöd av en majoritet i riksdagen. Någon form av ekonomiskt stöd skulle kunna införas men det kräver en fördjupad politisk analys om exakt hur stödet kan utformas för att få politisk acceptans. Man skulle kunna överväga stöd för testbäddar, politiker eller motsvarande verksamhet. En annan möjlighet är att via regelstyrning se över hur potentialen till efterfrågefleksibilitet kan påverkas.

- Driv på genomförandet av EU-kommissionens förslag till ny F-gasförordning som den ligger under Sveriges ordförandeskap i EU. Förordningen skyndar på övergången till naturliga köldmedier som minskar klimatpåverkan och driver fram effektivare anläggningar för kyla och värme.

EU -kommissionen har lagt fram ett förslag till ny F-gasförordning som föreslår en minskning av HFC i bulk med 95 % till 2030-2032. Förslaget ska fasa ut gaserna i EU i enlighet med unionens åtaganden i Kigalitillägget till Montrealprotokollet. Om tillägget genomförs beräknas det kunna minska den globala uppvärmningen med 0,4 grader. En sådan skillnad är av mycket stor vikt för effekterna av den globala uppvärmningen på samhället. Genom förslaget till F-gasförordningen skyndas renovering av kylanläggningar på och ger möjligheter att leverera spillvärme med hög temperatur till fjärrvärmenätet.

Kommunnivå

- Använd dynamiska modeller för offentlig upphandling istället för att ställa krav utifrån specifikationer hämtade från äldre lösningar. Modellerna bör utgå från krav på kapacitet, funktion och på naturliga köldmedier med klimatpåverkan nära noll.

Produktion av energi, användning av energi, styrning av energianvändning och energieffektivisering i fastigheter är områden som genomgår stora förändringar och snabb teknikutveckling. Kriterierna som sätts upp i upphandlingsunderlag blir därför snabbt inaktuella och bromsar övergången till ett energisystem med låga utsläpp till förmån för äldre ineffektiva lösningar. De flesta kommuner har begränsade möjligheter att hålla upphandlingsunderlagen aktuella.

- Planera för lokala kyla- och värmenät i nya verksamhetsområden och inled ett arbete med att uppdatera befintliga detaljplaner så att det blir möjligt även i äldre områden.
- Samplanera lokala värmenät i bostadsområden med verksamheter med värmeöverskott i närheten så att överskottsvärme kan täcka uppvärmningsbehovet.

I enskilda fastigheter med verksamheter som butiker, tillverkningsindustri, serverhallar eller ishallar uppstår värmeöverskott som är större än behoven i den verksamheten. I de fall fjärrvärmenät saknas skulle värmen kunna tas till vara i angränsande fastigheter om de delar värmenät. Genom att detaljplanera för lokala värmenät underlättas detta.

Uppdra åt det kommunala energibolaget att:

- Upplåta fjärrvärmenätet för leverans av fjärrvärme på ett liknande sätt som Stockholm Exergis öppna fjärrvärme.
- Ta fram en affärsmodell som utnyttjar möjligheten att variera mellan användning av värmepump och fjärrvärme på ett sätt som gynnar alla parter
- Genomför en inventering av vilka fastigheter som har störst potential för energieffektivisering och för att leverera spillvärme från kyla och hur det kan gynna både fastighetsägaren och det kommunala energibolaget genom investeringar på rätt plats

Området värmeförsörjning i tätbebyggda områden kännetecknas av att det finns stora gemensamma nyttor av att samordna och samplanera system från fastighet till värmeverk, att det finns en stor outnyttjad potential vad gäller spillvärme från kyla både inom fastigheter och mellan fastigheter men också att det är svårt för varje enskild part att ta hänsyn till helheten och att få ekonomi i åtgärder som är lönsamma i bebyggelsen som helhet. Genom inventering av potentialen för energieffektivisering och spillvärmeleverans i olika delar av bebyggelsen kan det kommunala energibolaget få överblick över hur åtgärder av olika aktörer kan sänka miljöpåverkan och kostnader totalt sett och utifrån det inleda samarbeten som gynnar de som är anslutna till elnät och fjärrvärmenät

En kommun kan som ägare av kommunala bolag genom kommunfullmäktige ge direktiv om viss verksamhet eller vissa åtgärder ägaren önskar att bolaget genomför. De åtgärder vi pekat på ovan är exempel på sådana som lämpar sig väl att driva lokalt eller i samarbete med andra energibolag.

7. Konsekvenser

De politiska åtgärderna som föreslås går ut på att dra nytta av flera parallella trender som troligen kommer att påverka värmesystemet så att sårbarheten för höjda energipriser minskar. Digitaliseringen är, även om den inte berörs direkt i rapporten, en förutsättning för att kunna analysera, planera och styra integrationen av el och värmesystemen. En väl genomförd digitalisering möjliggör också effektivare underhåll, optimering och bättre energiprestanda över tid för fastigheter.

Såväl energieffektivisering som anpassning av systemen så att de blir robustare och effektivare kräver stora kapitalinvesteringar, men det gör underhåll och ersättning av befintliga anläggningar i fjärrvärmenätet också. Gemensamt för energieffektivisering, utbyte av anläggningar för kyla och värme och smartare styrning av värmeproduktion är att det totalt sett är samhällsekonomiskt lönsamt men att det inte alltid är den som gör investeringen som kan få del av den ekonomiska vinsten. Därför behövs ofta modeller för att dela på investeringen och den ekonomiska vinsten av åtgärderna för att de ska bli av. Det finns också många lönsamma åtgärder som inte görs. Rådgivning, samordning och pilotprojekt viktiga för att få fart på utvecklingen.

Riktade subventioner kan spela en viktig roll för att minska den ekonomiska risken för den som gör investeringar som totalt sett är lönsamma för samhället eller som är nödvändiga för att minska den framtida sårbarheten.

7.1 Kostnader för energieffektivisering

I Studien *Grön Logik* som gjorts av Anthesis på uppdrag av Energieffektiviseringsföretagen och Fastighetsägarna med flera visar man på god lönsamhet för energieffektivisering med en samhällsekonomisk vinst på 866 miljarder kronor fram till 2045 av detta är 356 miljarder kronor en besparing för fastighetsägarna. På tio års sikt är en samhällsekonomisk besparing på 188 miljarder kronor möjlig, medan vinsten för fastighetsägarna beräknas kunna bli 80 miljarder kronor. Enligt en bedömning av SKR genomfördes bara 30 procent av de lönsamma åtgärderna för energieffektivisering. De samhällsekonomiska nyttor som ingår studien är utöver minskade kostnader för el och värme: minskade utsläpp av koldioxid, minskade hälsorelaterade kostnader kopplade till dålig inomhusluft och minskat behov av utbyggnad av ny elproduktion.⁶¹

I sitt remissvar på förslaget av revidering av EU:s Energiprestandadirektiv gör Boverket en annan bedömning av kostnaden för att genomföra den energieffektivisering som föreslås och vilken påverkan det skulle kunna få på hyran. För att göra detta tar de utgångspunkt i en analys som gjorts av RISE. Studien tar fasta på att behovet av energieffektivisering är som störst i bostadsfastigheter där de boende har sämst ekonomi. Till exempel i flerbostadshus i mindre tätorter och landsbygdskommuner. Det innebär potentiellt sett socioekonomiska problem med att genomföra energieffektivisering.

⁶¹ Grön Logik Den samhällsekonomiska potentialen från energieffektivisering i byggnader 2021, Anthesis mfl. (Anthesis, 2022)

”RISE har analyserat Sveriges flerbostadshusbestånd. Kostnaden för att energieffektivisera 30 procent uppskattas till 1500 kronor per kvadratmeter, eller ungefär 54 kronor per kilowattimme per kvadratmeter och år. Hyreshöjningar i flerbostadshus som genomgått större renovering i denna omfattning mellan år 2014–2020 tillskrivs hyreshöjningar mellan 6 och 9 procent. En slutsats RISE dragit är att låginkomsttagare och barn är överrepresenterade i de byggnader som har sämst energiklass.”⁶²

Vad gäller lokaler ser det annorlunda ut där är behoven störst i storstadsområdena. Områden där tillgången till kapital och skatteunderlaget är bättre även om behovet av energieffektivisering av dåliga lokaler är stort.

”Flest lokalbyggnader med energiklass F och G enligt gällande klassning finns i storstadsområdena. För att energieffektivisera dessa byggnader till nuvarande energiklass E uppskattas att det krävs att energianvändningen i skolor minskas motsvarande mellan 19 och 31 procent. För kontor uppskattas att det krävs mellan 17 och 32 procent sänkt energianvändning för att nå energiklass E. För övriga lokaler krävs mellan 20 och 38 procent sänkt energianvändning.”⁶³

Bilden att ökade energieffektiviseringsåtgärder i större utsträckning berör hus där socioekonomiskt utsatta grupper bor delas av författarna till studien *Grön Logik* men där lyfts de hälsomässiga aspekterna av standardhöjningen i form av bättre inomhusluft fram i stället. För att minska belastningen på svaga hushåll behövs lösningar som möjliggör för fastighetsägarna att genomföra långsiktigt lönsamma energirenoveringar samtidigt som påverkan på de boendes privatekonomi begränsas.

Utebliven energieffektivisering leder till att el och värmesystemen riskerar att feldimensioneras i en tid när omställningen till noll koldioxidutsläpp från energisektorn kräver rätt insats på rätt plats för att den ska bli så smidig som möjligt. Vad gäller kostnaden för en omfattande utökning av svensk elproduktion som är med i kalkylen i rapporten *Grön Logik* är det rimligt att inte bara se den som en kostnad som ska täckas av Sverige. Den behöver också sättas i relation till energisituationen i EU i stort och till den nytta den kan göra för fossilfri förädling av svenska råvaror inom basindustrin och tillverkningsindustrin. Kostnaden för utbyggnad av elnätet i Sverige kommer dock i hög utsträckning att belasta elkonsumenterna och denna kostnad ingår inte i studien *Grön Logik*. Det gör inte heller de ökade energipriserna under hösten 2021 och våren 2022. Såväl priset för bioråvara som priset för el är nu betydligt högre än de priser som används i rapporten. I rådande läge är det tydligt att minskad onödig energianvändning, till exempel genom att ta tillvara spillvärme, direkt kan bidra till energiförsörjningen i framför allt Finland, Baltikum, Polen men också Tyskland, genom stabil elexport. Detta i ett akut kritiskt läge för Europas energiförsörjning. Energieffektivisering bör också kunna sänka elpriserna i Sverige, snabbare än andra åtgärder.

⁶² Yttrande över ”Remiss av förslag till revidering av EU- direktivet om byggnaders energiprestanda”, (Boverket, 2022)

⁶³ Yttrande över ”Remiss av förslag till revidering av EU- direktivet om byggnaders energiprestanda”, (Boverket, 2022)

7.2 Kostnader för ombyggnad av värmenät och värmeproduktion

Sammantaget finns goda möjligheter att styra nödvändiga investeringar i systemen för el och värmeförsörjning på ett sätt som gör att behovet av bränslen minskar och behovet av el för uppvärmning begränsas och styrs till tidpunkter med god tillgång till el. En sådan förändring innebär också möjligheter att samtidigt bygga en energiförsörjning som är mindre beroende av omvärlden och stabilare i kris och krig. För att detta ska kunna genomföras på ett kostnadseffektivt sätt, krävs dock övergripande planering, samverkan och nya organisatoriska lösningar. Erfarenheterna från projekt som Hybrit, elcertifikatsystemet, CoordiNet och samarbeten för flexibilitetsmarknader som Sthlmflex, visar att stöd till introduktion av ny teknik och pilotprojekt kan öppna upp helt nya möjligheter genom att uppmuntra samarbete, och skynda på utvecklingen av olika sektorer på energiområdet. Genom pilotprojekt kan ny teknik provas och utvecklas men också ny infrastruktur och nya organisationsformer som sedan kan användas i stor skala. Genom att genomföra pilotprojekt där energieffektivisering av fastigheter, anpassning av energisystemen och återvinning av spillvärme genomförs som en helhet skulle liknande strukturer och arbetssätt kunna komma till nytta även vid omställningen av värmeförsörjningen.

8. Litteraturförteckning

- Anthesis. (2022). *Grön Logik*. Hämtat från Anthesis:
<https://www.anthesisgroup.com/se/gron-logik/>
- Belivs. (2018). *Energi från hyresgästens kylsystem används i fastighetsägarens värmesystem – ett bidrag till ökad energieffektivisering*. Hämtat från RISE:
<https://www.ri.se/sites/default/files/2021-01/Energi%20från%20hyresgästens%20kylsystem%20används%20i%20fastighetsägarens%20värmesystem%20-%20ett%20bidrag%20till%20ökad%20energieffektivisering.pdf>
- BELOK. (2016). *Energieffektivisering av Badhus*. Hämtat från BELOK:
<https://belok.se/energieffektivisering-av-badhus/>
- Borglund, A.-S. (2018). *Varsam energieffektiv renovering Tjärna Ängar*. Hämtat från E2b2:
<https://www.e2b2.se/forskningsprojekt-i-e2b2/renovering/varsam-energieffektiv-renovering-tjarna-angar/intervju/>
- Boverket. (2021). *Installationer för tappvatten*. Hämtat från Boverket:
<https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/regler-om-byggnad/boverkets-byggregler/vatten-och-avlopp/tappvatten/>
- Boverket. (2022). *Boverkets yttranden över remisser 2022*. Hämtat från Boverket:
<https://www.boverket.se/sv/om-boverket/publicerat-av-boverket/yttranden/>
- Dotzauer, E. (2022). Samtal. (S. Kuylenstierna, Intervjuare)
- Energiföretagen. (2021). *Efterfrågan på fossilfri el Analys av högnivåscenario*. Hämtat från
<https://www.energiforetagen.se/globalassets/dokument/fardplaner/scenario-2045-april-2021/scenarioanalys-efterfragan-fossilfri-el-2045-slutrapport.pdf>
- Energiföretagen. (2021). *Ny analys: Sveriges elanvändning kan landa på 310 TWh*. Hämtat från Energiföretagen:
<https://www.energiforetagen.se/pressrum/pressmeddelanden/2021/ny-analys-sveriges-elanvandning-kan-landa-pa-310-twh/>
- Energiföretagen. (2022). *Färdplan uppvärmning - nyckeln till klimatmålen*. Hämtat från
<https://www.energiforetagen.se/fardplan-energi/fossilfri-uppvarmning--nyckeln-till-klimatmalen/>
- Energiforsk. (2020). *Affärsmodeller för fjärrvärme och värmepumpar*. Hämtat från Energiforsk:
<https://energiforsk.se/program/futureheat/rapporter/affarsmodeller-for-fjarrvarme-och-varmepumpar-2020-678/>
- Energiforsk. (2021). *Större elproduktion hade kunnat ge lägre elpriser*. Hämtat från
<https://energiforsk.se/nyhetsarkiv/storre-elproduktion-hade-kunnat-ge-lagre-elpriser/>
- Energimarknadsinspektionen. (2021). *Samhällsekonomiska kostnader och nyttor av smarta elnät*. Hämtat från Energimarknadsinspektionen:

- <https://www.ei.se/download/18.1a478d39178a69490b746/1617712863057/DNV%20GL-Samhällsekonomska-kostnader-och-nyttor-av-smarta-elnet.pdf>
- Energimyndigheten. (2021). *Solvärme i Sverige*. Hämtat från Energimyndighetens webbutik: <https://energimyndigheten.a-w2m.se/Home.mvc?ResourceId=203602>
- Energimyndigheten. (2021). *THERMO-S ARE, världens första digitala fjärrvärmenät - fossilfritt alpint VM 2019*.
- Energimyndigheten. (2022). *Energistatistik för flerbostadshus*. Hämtat från Energimyndigheten: <http://www.energimyndigheten.se/statistik/den-officiella-statistiken/statistikprodukter/energistatistik-for-flerbostadshus/>
- Energimyndigheten. (2022). *Energistatistik för småhus flerbostadshus och lokaler 2021*. Hämtat från <https://www.energimyndigheten.se/statistik/den-officiella-statistiken/statistikprodukter/energistatistik-for-smahus-flerbostadshus-och-lokaler/>
- Energimyndigheten. (2022). *Marknaderna för biodrivmedel och fasta bränslen*. Hämtat från Energimyndigheten: <http://www.energimyndigheten.se/om-oss/press/prenumerera/laget-pa-energimarknaderna/biobranslemarknaderna/>
- Energimyndigheten och SCB. (2021). *El-, gas-, och fjärrvärmeförsörjningen 2020*. Hämtat från https://www.scb.se/contentassets/6f9dcff961bf4b2981ea8b4058ad711f/en0105_2020a01_sm_en11sm2101.pdf
- Energiföretagen. (2017). *Kraftvärme*. Hämtat från Energiföretagen: <https://www.energiforetagen.se/energifakta/kraftvarme/>
- EU Kommissionen. (2021). *European Green Deal: Commission proposes to boost renovation and decarbonisation of buildings*. Hämtat från European Commission: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_21_6683
- Europeiska Rådet. (2019). *Den Europeiska gröna given*. Hämtat från Europeiska rådet Europeiska unionens råd: <https://www.consilium.europa.eu/sv/policies/green-deal/>
- Färdplan Värme. (2022). *Utvecklingsplattform uppvärmning*. Hämtat från Färdplan Värme: <https://www.fardplanvarme.se>
- Folkhälsomyndigheten. (2018). *Värmestress i urbana utomhusmiljöer*. Hämtat från Folkhälsomyndigheten: <https://www.folkhalsomyndigheten.se/publicerat-material/publikationsarkiv/v/varmestress-i-urbana-utomhusmiljoer--forekomst-och-mojliga-atgarder-i-befintlig-bebyggelse/>
- Fossilfritt Sverige. (2022). *Biostrategi*. Hämtat från Fossilfritt Sverige: <https://fossilfritt Sverige.se/strategier/biostrategi/>
- International Energy Agency (IEA). (2021). *World Energy Outlook*. Hämtat från IEA: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2021>
- Ivan Adasevic mfl, M. H. (2015). *Restvärmesamarbetets nyckelfaktorer*. Sverige.

- IVL. (2021). *Flexi Sync Publications*. Hämtat från IVL:
<https://www.ivl.se/projektwebbar/flexi-sync/publications.html>
- Labkyl, P. L. (2022). (S. Kuylenstierna, Intervjuare)
- Mats Lundgren, K. k. (2022). (S. Kuylenstierna, Intervjuare)
- Naturvårdsverket. (2022). *Konsumtionsbaserade växthusgasutsläpp per person och år*. Hämtat från Naturvårdsverket: <https://www.naturvardsverket.se/data-och-statistik/konsumtion/vaxthusgaser-konsumtionsbaserade-utslapp-per-person>
- Naturvårdsverket. (2022). *Lösningsmedel och övrig produktanvändning, utsläpp av växthusgaser*. Hämtat från Naturvårdsverket: <https://www.naturvardsverket.se/data-och-statistik/klimat/vaxthusgaser-utslapp-fran-losningsmedel-och-ovrig-produktanvandning/>
- Regeringskansliet. (2022). *Nationell strategi för elektrifiering Åtgärder*. Hämtat från <https://www.regeringen.se/490fda/contentassets/d6a6d34c455c4f13be990fb835895718/atgarder-i-en-nationell-strategi-for-elektrifiering.pdf>
- SCB. (2020). *Elproduktion och förbrukning i Sverige 2020*. Hämtat från <https://www.scb.se/hitta-statistik/sverige-i-siffror/miljo/elektricitet-i-sverige/>
- SCB. (2020). SCB. Hämtat från Årlig energistatistik el gas och fjärrvärme: <https://www.scb.se/publikation/43313>
- Snabbladdning mer än en kw siffra. (2022). Hämtat från Elbilen.se: <https://elbilen.se/artiklar/snabbladdning-mer-an-en-kw-siffra/>
- Stockholm Exergi. (2022). *Öppen fjärrvärme dagens priser*. Hämtat från Öppen Fjärrvärme: <https://www.oppenfjarrvarme.se/dagens-priser/>
- Stockholm Exergi. (2022). *Framtemperaturkurvor Stockholm*. Stockholm, Sverige.
- Stoppsladd. (2014). *Teknik och energianvändning i svenska ishallar*. Hämtat från <http://www.stoppsladd.se/dokument.php>
- Svensk Fjärrvärme. (u.d.). *Fjärrvärmen och miljön*. Hämtat från <https://varmevarden.se/assets/Fjarrvarme-och-miljon.pdf>
- Svenska Kraftnät. (2022). *Kontrollrummet*. Hämtat från Svenska Kraftnät: <https://www.svk.se/om-kraftsystemet/kontrollrummet/>
- Tekniska verken. (2022). *Primär och sekundärsystem*. Hämtat från Tekniska verken: <https://www.tekniskaverken.se/privat/fjarrvarme/din-fjarrvarmecentral/primar-och-sekundarsystem/>
- Uppvärmningsbranschen. (2018). *Färdplan för fossilfri konkurrenskraft*. Hämtat från https://www.energiforetagen.se/globalassets/energiforetagen/sa-tycker-vi/fardplaner-fossilfritt-sverige/ffs_fardplan-fossilfri-uppvarmning_med-undertecknare201007.pdf

Värmemarknad Sverige. (2021). *Kartläggning av kylamarknaden*. Hämtat från Värmemarknad Sverige: <https://www.varmemarknad.se/hem/blog-post-four-9j7tl-cnrlt-j4ffe-nknxw-w39s2-k3nmp-c3ery-fwhgh-f42yp-zgtwy-3f2fx-tcp2y-w5p35-hwj2b>

Värmemarknad Sverige. (2021). *Sänkt framledningstemperatur i fjärrvärmenätet*. Hämtat från Värmemarknad Sverige: <https://www.varmemarknad.se/hem/blog-post-four-9j7tl-cnrlt-j4ffe-nknxw-w39s2-k3nmp-c3ery-fwhgh-f42yp-zgtwy-3f2fx-tcp2y>

9. Appendix

9.1 Exemplet Öppen fjärrvärme – Möjlighet att sälja överskottsvärme till fjärrvärmenätet

Det finns stor potential i att ta tillvara överskottsvärme i fjärrvärmenätet. Stockholm Exergi har öppnat upp sitt fjärrvärmenät för datahallar och livsmedelsbutiker, flerbostadshus, isbanor och andra verksamheter som vill leverera överskottsvärme till fjärrvärmenätet. Enligt Stockholm Exergi kan den överskottsvärme som tas om hand inom ramen för projektet *Öppen fjärrvärme*, värma 31 000 lägenheter. Priset för levererad värme ska motsvara det pris som det skulle kostat Stockholm Exergi att själva producera värmen.

9.2 Ersättningsmodeller

Priset på levererad värme bestäms av temperatur på levererad värme, tid på året och utomhustemperatur. Två olika modeller används för leveranser:

- Öppen avropsvärme som riktar sig till kunder som kan leverera värme jämnt fördelat över dygnet och året och
- Öppen spotvärme som riktar sig till kunder som har en varierande mängd värme att leverera.

Används öppen avropsvärme avropas alltid värme om utomhustemperaturen är under 12 grader. Leverantören får dels betalt för den effekt som kan garanteras och för den värme som verkligen avropas.

Används öppen spotvärme väljer kunden om den vill leverera till de anbudspriser som råder vid tillfället då leverans kan ske. Kunden behöver då inte garantera leverans utan får betalt för den värme som de facto levereras.

Om kunden kan leverera värme med samma temperatur som finns i fjärrvärmenätet gäller ett högre pris för prima värme. Det gör att temperaturer på upp till 103 grader kan behövas vintertid. Kan man inte nå dessa temperaturer kan 68 graders värme levereras för inblandning men då till lägre pris. Det går också att leverera spillvärme med en temperatur lägre än 68 grader till fjärrvärmens returledning om temperaturen är 3 grader högre än returvärmen.

Priset på 68 gradig värme vid en temperatur runt noll grader, kan exempelvis ligga på 150 kr/MWh för värme med en temperatur på 68 grader respektive 227 kr/MWh spotpris för prima värme. Som jämförelse låg priset för el vid samma tillfälle på 31,16 Euro/MWh i SE1 och 203 Euro i elprisområdet SE 3 där Stockholm Exergis nät ligger.⁶⁴ Det är dock priset för värmeproduktion med biobränslen och från avfall som är viktigast för fjärrvärmenätet.

⁶⁴ [Öppen fjärrvärme](#) (Stockholm Exergi, 2022) och Kontrollrummet Svenska Kraftnät (Svenska Kraftnät, 2022) Priserna avser 20220330 15:00. Priset för flis var i mars 2022 på ungefär 360kr / MWh till följd av minskat utbud från Ryssland och Ukraina.

För att få leverera måste kunden betala en leveransavgift baserad på längden på de ledningar som behövt byggas för att kunden ska kunna anslutas som leverantör.