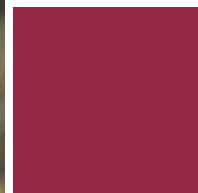




NEPP RESULTATBLAD 8/2025



FJÄRRVÄRMEN BIDRAR MED MÅNGA NYTTOR – SYNTES

INLEDNING

Den svenska uppvärmningsmarknaden omsätter totalt nästan 100 miljarder kronor årligen, med en årlig energianvändning på cirka 100 terawattimmar¹. De huvudsakliga bebyggelsestyperna på uppvärmningsmarknaden utgörs av småhus, flerbostadshus och lokaler (skolor, kontor, sjukhus, affärer med mera). Av dessa står småhus för drygt 40 procent av uppvärmningsbehovet, följt av flerbostadshus med 30 procent och lokaler med knappt 30 procent.

Fjärrvärmens har en marknadsandel på ca 50 procent av den totala uppvärmningsmarknaden. För flerbostadshus är fjärrvärme det klart dominerande alternativet med en marknadsandel på nästan 85 procent. Fjärrvärme dominerar även för lokaler, nästan 70 procent. För småhus är dock fjärrvärmens marknadsandel klart mindre, cirka 15 procent. Näst störst marknadsandel på uppvärmningsmarknaden har värmepumpar med ca 30 procent.

¹ En terawattimme (TWh) är en miljard kilowattimmar



Energiforsk



Profu

nepp

Förutom att erbjuda kostnadseffektiv och resurshushållande uppvärmning så bidrar fjärrvärmens med ett antal ytterligare samhällsvärden:

- Stöttning av elsystemet
- Nyttiggörande av energi från avfallsförbränning
- Tillvaratagande av restvärme från industriprocesser och andra verksamheter
- Nyttiggörande av restflöden från skogsbruk och skogsindustri
- Tillvaratagande av geotermisk energi
- Möjlighet att skapa negativa koldioxidutsläpp genom bio-CCS
- Tillvaratagande av värme från kylproduktion
- Möjlighet att erbjuda flexibilitet genom värmelagring
- Möjlighet att bidra till självförsörjning, resiliens och beredskap

I denna syntesrapport diskuterar vi dessa värden som fjärrvärmens erbjuder. Vi fokuserar här på hur fjärrvärmens kan bidra till ett leveranssäkert elsystem. Orsaken till denna prioritering är att NEPPs helhetsanalys under första halvåret 2025 har som mål att beskriva *omställningen av elförsörjningen – vägen mot 2035*. I omställningen av elsystemet har fjärrvärmens en tydlig roll. Med detta sagt så vill vi ändå poängtera att stöttnings av elsystemet långt ifrån är fjärrvärmens enda samhällsvärde – listan ovan visar på bredden. Av det skäl som nämndes ovan så inleder vi med en grundlig genomgång av hur fjärrvärmens kan stötta elsystemet. Därefter diskuterar vi översiktligt andra värden som fjärrvärmens bidrar med.

PÅ VILKA SÄTT KAN FJÄRRVÄRMESEKTORN BIDRA TILL ETT LEVERANSSÄKERT ELSYSTEM?

Det svenska elsystemet står inför stora utmaningar. Förväntad kraftig elanvändningsökning genom elektrifiering av industriprocesser och transportsektorn samtidigt som andelen variabel elproduktion, främst vindkraft och solceller, ökar är exempel på sådant som skapar dessa utmaningar. Utmaningarna är dock inte oöverstigliga. Ett flertal analyser, bland annat utförda inom NEPP-projektet, visar att det är möjligt att kraftigt öka eltillförseln med fossilfri produktion och att med hjälp av olika flexibilitetsåtgärder klara de utmaningar som den variabla elproduktionen skapar. Det är inte *en* teknik som kommer att ge lösningen utan en kombination av många alternativ. Ett av de områden som kan bidra, både direkt och indirekt, är den svenska fjärrvärmesektorn.

Fjärrvärmesektorn har ett antal olika möjligheter att bidra till ett leveranssäkert elsystem. I ett Futureheat-projekt, *Fjärrvärmesektorns bidrag till ett leveranssäkert elsystem*, har just denna fråga studerats². Analyserna bygger både på tillgänglig kunskap från redan publicerade arbeten och bedömningar samt modellberäkningar som utförts inom projektet. Här lyfter vi kortfattat fram resultat från detta arbete. Projektet har identifierat följande typer av bidrag till ett leveranssäkert elsystem som fjärrvärmesektorn kan erbjuda:

- Hushålla med el – fjärrvärme i stället för elbaserad uppvärmning
- Planerbar elproduktion från kraftvärme (energi, effekt, nätnytta)
- Lokal elproduktion vid lokal elnätscapacitetsbrist
- Flexibel elanvändning i fjärrvärmens elpannor och värmepumpar samt värmelagring
- Stödtjänster
- Ödrift och dödnätsstart
- Miljö- och klimatomått
- Ökad grad av självförsörjning för elproduktionen

Hushålla med el – fjärrvärme i stället för elbaserad uppvärmning

Som redan nämnts förutses en kraftig ökning av elanvändningen i Sverige. På 20 års sikt kan elanvändningen komma att fördubblas, vilket innebär en stor utmaning för elsystemet att hantera. För att minska dessa påfrestningar bör elen användas så effektivt som möjligt och där den gör störst nytta. Ett sätt att hushålla med elen är att ersätta direktverkande elvärme med värmepump. Genom att byta från direktverkande el eller värmepump till fjärrvärme så kan elanvändningen reduceras ännu mer. Förutom den elenergi som sparas in genom byte till fjärrvärme så minskar också det samlade eleffektbehovet eftersom elvärmens typiskt drar som mest el då elsystemet som helhet är som mest ansträngt.

För att ge en uppfattning om storleksordningar kan man betrakta följande räkneexempel:

I dagsläget levereras ca 49 TWh fjärrvärme per år. Om man gör antagandet att denna uppvärmning i stället skulle ha producerats med moderna värmepumpar skulle det svenska årliga elbehovet öka med drygt 14 TWh

² Unger T., et. al. *Fjärrvärmesektorns bidrag till ett leveranssäkert elsystem*, Energiforsk rapport 2023-977,

Sammanfattat i NEPP resultatblad 1/2023, *På vilka sätt kan fjärrvärmesektorn bidra till ett leveranssäkert elsystem?*

och eleffektbehovet med 7 000 MW, förutsatt att alla värmepumparna samtidigt går på full effekt. Samtidigt kan man konstatera att utan fjärrvärme så finns inte heller fjärrvärmesystemens kraftvärme kvar. Det bortfallet skulle minska den samlade elproduktionskapaciteten i Sverige med 3 000 MW (motsvarande dagens kraftvärmekapacitet). Utan fjärrvärme skulle alltså elbalansen kunna försämrast med så mycket som $7\,000 + 3\,000 = 10\,000$ MW. (Som jämförelse så uppgår det maximala eleffektbehovet i Sverige till ca 26 000 MW.)

Planerbar elproduktion från kraftvärme (energi, effekt, nätnytta)

I takt med den förväntade kraftiga ökningen av svensk elanvändning, tillsammans med allt större inslag av variabel elproduktion, i form av vindkraft och sol, blir planerbar elproduktion av stor betydelse. Kraftvärme erbjuder sådan. Värdet av kraftvärmens avser inte bara elproduktionen i form av energi utan också produktionskapaciteten i form av effekt och nätnytta genom den avlastning av överliggande elnät som kraftvärme bidrar med. Dessa värden kan analyseras på olika sätt.

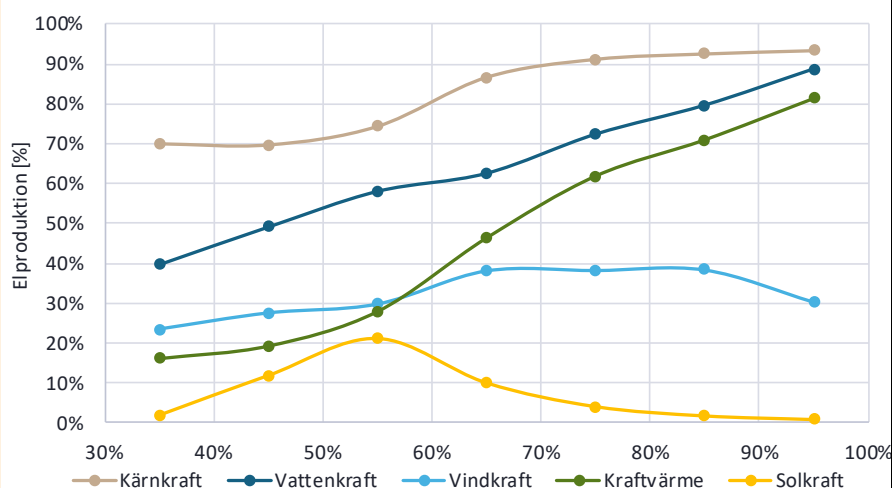
Att definiera *systemvärdet* av (svensk) kraftvärme är ingen enkel uppgift och beror bland annat på hur man väljer systemgränser, tidsperspektiv och värderingsprincip. Genom beräkningar med en energisystemmodell, TIMES-NORDIC, kan detta systemvärde identifieras genom att jämföra två beräkningar. I den första beräkningen tillåts modellen investera i ny svensk kraftvärme om det är lönsamt, givet de olika omvärldsförutsättningarna som ingår i modell- och scenariobeskrivningen. I den andra beräkningen tillåts inga sådana investeringar och kraftvärmens minskar då i takt med att anläggningarnas livslängd nås. Modellberäkningarna visar då att värdet av ny kraftvärme under perioden fram till 2050 uppgår till omkring 30 miljarder SEK som ett diskonterat nuvärde. Dessutom bidrar kraftvärmens till att *sänka elpriserna*, särskilt under perioder med ansträngd elbalans. Svensk kraftvärme *minskar* också *de europeiska koldioxidutsläppen*, genom att bidra med energi till hela det nordeuropeiska systemet

När man utvärderar nyttan av ett kraftvärmeverk är det självklart att räkna in intäkterna från den elenergiproduktion som anläggningen ger upphov till. Fjärrvärmens kraftvärmeverk bidrar dock inte bara med elenergi. Eftersom elproduktionen sker nära elanvändarna så avlastar elproduktionen samtidigt elnätet. Det elnät där kraftvärmens är lokaliserad får därmed ett minskat behov av att abonnera på eleffekt från överliggande nät. Denna *nätnytta* har uppskattats uppgå till 70 kr per MWh elproduktion från kraftvärmeverket.

Fördjupning: Referat av "Kraftvärmens bidrag till nationell effektbalans" (NEPP resultatblad 3/2024)

Sveriges ökande elanvändning och behov av försörjningstrygghet innebär stora utmaningar för elsystemet, särskilt gällande effektbalans och elnätskapacitet. Uppskattningsvis krävs investeringar på upp till 1 000 miljarder kronor i elnäten fram till 2045, förutsatt att fjärr- och kraftvärme fortsätter att bidra till energiförsörjningen. Om dessa energikällor skulle minska eller försvinna helt, skulle elnäten behöva förstärkas ytterligare, vilket skulle innebära ökade kostnader och tekniska utmaningar.

Olika kraftslag bidrar olika mycket till elförsörjningen vid olika nivåer på det totala elbehovet. Kraftvärmens har den starkaste korrelationen med elbehovet jämfört med andra kraftslag, se figur 1 nedan. Skälet är att dess produktion ökar vid kallt väder då både värme- och elbehovet är som störst, samtidigt som kraftvärmens producerar lite då uppvärmningsbehovet är lågt, vilket i hög grad sammanfaller med tider med lågt elbehov. Studien visar att vid höga elbehovsnivåer kan kraftvärmens bidra med upp till 81 % av sin maximala kapacitet, medan exempelvis vindkraften i stället minskar sin produktion vid extremt höga elbehov. Vattenkraften kan till viss del kompensera vid hög efterfrågan, men påverkas av tillgången på vatten. Kärnkraften är en stabil energikälla men har en lägre flexibilitet eftersom den fortsätter att producera med hög effekt även vid lägre elbehovsnivåer.



Figur 1: Medelproduktion per kraftslag vid olika nivåer på totalt elbehov i Sverige perioden 2021–2023. (Bearbetning av Svenska Kraftnätets data.)

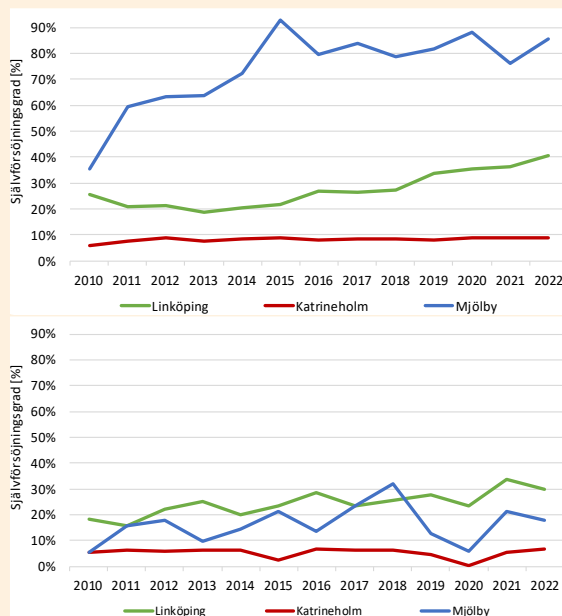
Eftersom kraftvärmens producerar el i direkt relation till fjärrvärmebehovet kan den spela en avgörande roll för att stabilisera elförsörjningen under kalla perioder. Utöver sin elproduktion bidrar den indirekt genom att minska behovet av eluppvärmning, vilket avlastar elsystemet. Dock kan ekonomiska och strukturella incitament behövas för att säkerställa att kraftvärmens används optimalt vid effektkrävande situationer. Genom att stärka incitamenten för kraftvärmeverk att producera el vid hög belastning kan dess roll i det svenska elsystemet ytterligare förstärkas och bidra till ökad försörjningstrygghet.

Fördjupning: Referat av "Fjärr- och kraftvärmens bidrag till elnätet" (NEPP resultatblad 4/2024)

Fjärr- och kraftvärmens bidrag till nationell eleffektbalans beskrivs i NEPP resultatblad 2/2024 som refereras ovan. Fjärr- och kraftvärme spelar också en viktig roll för att minska kapacitetsbehovet i lokalnäten och elöverföringen från större nät. En fallstudie av Linköping, Katrineholm och Mjölby visar hur dessa kommuners energisystem påverkar lokal energiförsörjning och självförsörjningsgrad.

Studien avslöjar att orternas energisystem skiljer sig åt beträffande uppvärmningsmetoder, elproduktion och kraftslag. Linköping har störst kraftvärmeproduktion per person, medan Mjölby har högst andel vindkraft och Katrineholm har låg lokal elproduktion. Resultaten visar, som förväntat, att elbehovet ökar vid lägre temperaturer, särskilt på platser där eluppvärmning är vanlig.

Utveckling av självförsörjning med avseende på elenergi (till vänster) och eleffekt (till höger) visas i figur 2 nedan. Självförsörjningsgraden är låg för Katrineholm, både med avseende på energi och effekt eftersom andelen lokal produktion är liten. Mjölby har en hög självförsörjningsgrad med avseende på energi främst till följd av den stora mängden vindkraft som tillkommit, medan självförsörjning med avseende på effekt är betydligt lägre och varierar mer mellan år. Variationen förklaras av att vindkraften bidrar en del till att sänka toppeffektbehovet vissa år och väldigt lite andra år. För Linköping har självförsörjningsgraden både med avseende på energi och effekt ökat över tid, där orsaken främst är tillkommande kraftvärme och i viss mån vattenkraft. Jämförelsen visar skillnaden i effektbidrag mellan variabel elproduktion, t.ex. vindkraft, och planerbar elproduktion, t.ex. kraftvärme. Kraftvärmens producerar dessutom främst vid låga temperaturer och bidrar därmed tydligare till en ökad självförsörjningsgrad med avseende på effekt. Det är därför Linköping, som har en stor andel kraftvärme, faller väl ut.



Figur 2: Självförsörjningsgraden av elenergi (till vänster) och eleffekt (till höger) för respektive ort.

Om fjärr- och kraftvärmens skulle avvecklas skulle behovet av elnätscapacitet öka avsevärt, särskilt i större städer som Linköping. Den totala toppeffektökningen för lokalnäten i de tre orterna skulle vara 141 MW, vilket motsvarar en betydande kostnad och kräver omfattande nätförstärkningar. Studien understryker vikten av

incitament för att behålla och utveckla lokal el- och värmeproduktion som en del av en hållbar energiförsörjning.

Fördjupning: Referat av "Samverkan för en långsiktigt uthållig kraftvärmeaffär" (NEPP resultatblad 5/2024)

Det osäkra säkerhetspolitiska läget och de höga och volatila elpriserna har lett till ett ökat intresse för kraftvärme i Sverige. Kraftvärme kan bidra till att stabilisera elmarknaden genom att kapa pristoppar och erbjuda reservkapacitet vid energikriser. Trots detta hotas dess långsiktiga lönsamhet av osäker framtida reglering, låga förväntade elpriser och brist på långsiktiga investeringsincitament.

För att säkerställa en långsiktigt hållbar kraftvärmeaffär krävs en tydligare strategisk inriktning, bättre samordning mellan intressenter och starkare ekonomiska incitament. Trots att kraftvärme kan bidra till att stabilisera elmarknaden och stärka energisystemets motståndskraft, saknas långsiktiga investeringsförutsättningar på grund av osäker politisk reglering, låga förväntade elpriser och höga driftskostnader.

Ett avgörande steg är att utveckla mer förutsägbara regelverk och ekonomiska styrmedel. Dagens kortsiktiga politiska beslut skapar osäkerhet och gör det svårt för aktörer att våga investera i ny teknik och modernisering av befintliga anläggningar. Ett stabilt regelverk, där kraftvärmens systemnyttor – som att avlasta elnätet och bidra till försörjningstrygghet – erkänns och värderas korrekt, är avgörande för att möjliggöra långsiktiga satsningar.

Utöver regelverken krävs också ökad samverkan mellan kraftvärmeproducenter, elmarknadsaktörer och politiska beslutsfattare. Kraftvärmens behöver integreras bättre i energisystemet genom att utveckla nya affärsmodeller som inte enbart baseras på fjärrvärmebehovet, utan även optimerar elproduktionen. Kommunala energiplaner kan spela en viktig roll genom att tydliggöra kraftvärmens betydelse och integrera den i lokala och regionala energistrategier.

Teknologisk utveckling och innovation är också centrala faktorer. Digitalisering och smart styrning av kraftvärmeverk kan förbättra driftsekonomi och flexibilitet och allt effektivare anläggningar kan minska miljöpåverkan och göra kraftvärme mer konkurrenskraftig.

Slutligen är det avgörande att kraftvärmens roll och värde kommuniceras tydligare. Bristande förståelse för dess ekonomiska och samhällsnyttan skapar hinder för investeringar och samverkan. Genom att synliggöra kraftvärmens bidrag till energisystemets stabilitet och försörjningstrygghet kan acceptansen och stödet för dess utveckling stärkas.

Sammanfattningsvis krävs långsiktiga politiska och ekonomiska incitament, förbättrad samverkan och tekniska innovationer för att säkerställa kraftvärmens framtida roll i ett hållbart och robust energisystem.

Lokal elproduktion vid lokal elnätscapacitetsbrist

På flera platser (exempelvis Stockholm, Malmö och Uppsala) har det uppstått lokala kapacitetsbegränsningar i elnäten. Situationen riskerar under de närmaste åren också att bli ansträngd på fler orter. Det finns ett

stort antal möjliga åtgärder för att minska problemen med dessa lokala nätkapacitetsbegränsningar. Bland dessa åtgärder återfinns lokal elproduktion inom de områden där inmatningen av el är begränsad. Kraftvärme är ett typiskt exempel på sådan produktion. Incitamenten för investeringar i kraftvärme är dock relativt dåliga för närvarande. Det finns i dagsläget inget generellt etablerat styrmedel som ger kraftvärme-elen dess lokala effektvärde. I Stockholm och i Malmö har dock specifika överenskommelser träffats för att tillförsäkra fortsatt tillgång till lokal elproduktionskapacitet. Det är alltså svårt att entydigt värdera den lokala nyttan av kraftvärme. Som så ofta blir svaret "det beror på".

Flexibel elanvändning i fjärrvärmens elpannor och värmepumpar samt värmelagring

Fjärrvärmesektorn, i form av kraftvärmeverk, bidrar med elproduktionseffekt till ett leveranssäkert elsystem. Den effekten är särskilt värdefull vid de höglastsituationer då elsystemet är särskilt ansträngt. Det är dock inte det enda stödet till balanseringen av elsystemet som fjärrvärmens bidrar med. Det framtida elsystemet förväntas få ett allt större inslag av variabel elproduktion (vind och sol). Vid tider då efterfrågan tvärt om är låg kan man förutse att det tidvis kommer att uppstå ett överskott på elproduktion om det samtidigt blåser och är soligt. Även vid sådana situationer förmår fjärrvärmens att bidra till elsystemets balansering genom att då öka användning av el i fjärrvärmeproduktionen i form av elpannor och värmepumpar.

Vid dessa elöverskottssituationer sker också en anpassning genom att elproduktionen dras ned, antingen genom att kraftvärmeverken helt stoppas eller att deras elproduktion dras ned under fortsatt drift (så kallad "backad" elproduktion).

Den flexibla produktionen och elanvändningen är också värdefull för den löpande balanseringen av elsystemet där den svenska fjärrvärmeproduktionen reagerar på elpriset och förmår att växla mellan en elförbrukning på 1 500 MW (maximal drift av elpannor och värmepumpar samt ingen elproduktion från kraftvärme) och en elproduktion på 2 900 MW (maximal kraftvärmedrift samt ingen drift av elpannor och värmepumpar). I verkligheten kan inte hela detta flexibilitetsutrymme utnyttjas vid varje tillfälle eftersom möjligheterna begränsas av exempelvis den rådande efterfrågan på fjärrvärme och tillgänglig kapacitet i fjärrvärmeproduktionssystemen.

Som nämnts kan möjligheterna till att utnyttja billig el i fjärrvärmeproduktionen begränsas av låg fjärrvärmeefterfrågan som inte ger utrymme för full drift av elpannor och värmepumpar. Genom lagring av

värme kan utnyttjandet av både elproduktions- och elanvändningskapacitet ökas genom att man minskar kopplingen mellan fjärrvärmeproduktion och -användning. Värmelager gör att produktionen kan sägas flyttas i tid. Vi återkommer nedan till värdet av värmelager.

Stödtjänster

Med stödtjänster, ibland benämnda systemtjänster, avses de tjänster och marknader som är absolut nödvändiga för att kontinuerligt upprätthålla balansen i elsystemet och att garantera stabilitet och leveranssäkerhet. Detta sker vid sidan om den "ordinarie" elmarknaden (spot- och intradagmarknaden). Kraftvärme är en av de tekniker som fjärrvärmeföretagen kan utnyttja för frekvensregleringsändamål. Elanvändningen i värmepumpar och elpannor samt batterier är andra tekniker som utnyttjas eller övervägs för detta ändamål.

Svenska Kraftnät (Svk) är den aktör som svarar för frekvensregleringen (och andra stödtjänster) i Sverige. Det finns ett antal olika frekvensregleringsmarknader inriktade på olika tidsperspektiv och ändamål. I huvudsak har vattenkraften utnyttjats för dessa marknader, men det förutses att fler resurser på sikt behöver tillvaratas för det ändamålet. Olika arbeten har visat att kraftvärmens och fjärrvärmens elanvändning har goda möjligheter att uppfylla de krav som ställs för deltagande på balansmarknaderna. I en enkät från det ovan nämnda Futureheatprojektet har fjärrvärmeföretagens deltagande på dessa marknader studerats. Enkätsvaren visar att det endast är några få fjärrvärmeföretag som idag är aktiva på balansmarknaderna. Det är dock flera som uttrycker intresse för att på sikt delta. Orsakerna till att man inte redan deltar är främst att det finns vissa tekniska begränsningar eller att man anser sig sakna tillräcklig kunskap om vad som krävs för deltagande.

Ödrift och dödnätsstart

I samband med stora elavbrott är det värdefullt att kunna försörja ett geografiskt område med el utan hjälp från det nationella elsystemet. Det benämns ofta ödrift. I en situation då man (delvis) vill kunna försörja en stad med el genom ödrift kan man utgå från att ett kraftvärmeverk kommer att vara en viktig delkomponent. Enligt Svenska kraftnät krävs följande för ödrift: *"En grundläggande förutsättning för ödrift inom ett geografiskt område är att det finns minst en lokal produktionsanläggning inom eller i anslutning till området. Den lokala produktionsanläggningen*

måste ha en god reglerprestanda för frekvens och spänning, samt ha en förmåga att dödnätsstarta och ha tillgång till bränsle”³.

Om ett kraftverk har förmåga till dödnätsstart så betyder det att kraftverket kan startas utan hjälp av det omkringliggande elnätet. Kraftverket måste alltså själv kunna tillhandahålla den el som krävs för start. Det kan exempelvis handla om el till reglerutrustning, pumpar, fläktar och magnetisering av generator. Den nödvändiga elen kan komma från egna produktionsanläggningar som otto-/dieselmotorer eller gasturbiner. Batterier kan vara en annan kraftkälla. Förmåga till dödnätsstart är alltså ett villkor för att ödrift ska kunna åstadkommas vid ett fullständigt strömavbrott.

Genom sitt årliga Elberedskapsanslag kan Svenska kraftnät ge ekonomiskt stöd till bland annat etablering av ödriftsförmåga (ca 400 MSEK år 2023). Svk kan också bistå med utbildning och övning.

EXEMPEL PÅ ANDRA SAMHÄLLSVÄRDEN SOM FJÄRRVÄRMEN BIDRAR MED

Efter denna genomgång av fjärrvärmens bidrag till ett leveranssäkert elsystem redovisar vi nedan ett antal andra samhällsvärden som fjärrvärmens och kraftvärmens bidrar med.

Nyttiggörande av energi från avfallsförbränning

Det avfall som återstår efter återanvändning av produkter och materialåtervinning kan sägas vara ett samhällsproblem som alla avfallslämnare på olika sätt bidrar till. Även om vi lyckas bli mer framgångsrika med återanvändning och återvinning av material kommer det att finnas avfall som inte kan eller bör återvinnas. Detta avfall måste tas omhand och får inte deponeras. I dagsläget, och inom överskådlig tid, är avfallsförbränning den enda metoden som kan utföra den uppgiften. Ur ett energiperspektiv blir frågan om energin ska nyttiggöras eller ej. Här erbjuder fjärrvärmens en unik möjlighet att utnyttja energin från avfallsförbränningen för produktion av fjärrvärme och el. Den energieffektivitet som avfallsförbränningen tillsammans med den svenska fjärrvärmens möjliggör har också medfört att avfall importeras till Sverige för förbränning, eftersom möjligheterna att effektivt nyttiggöra energin är sämre i de exporterande länderna. Om svensk avfallsförbränning skulle

³ <https://www.svk.se/sakerhet-och-hallbarhet/elberedskap/faq-elberedskap-och-odrift/faq-odrift/vad-kravs-for-odrift/>

upphöra skulle i dagsläget ca 8 miljoner ton restavfall behöva behandlas utomlands eller med andra metoder.

Tillvaratagande av restvärme från industriprocesser och andra verksamheter

Många industriella processer skapar restvärme (eller spillvärme som det ibland också benämns). Fjärrvärmens gör det möjligt att ta tillvara denna energi och fördela ut den till ett stort antal byggnader som har behov av uppvärmning. Fjärrvärmens hjälper också till med att komplettera leveransen av uppvärmningsenergi så att den förmår svara mot de samlade uppvärmningsbehoven. År 2023 utnyttjades drygt 4,5 TWh restvärme för fjärrvärmeproduktion. Genom restvärmeutnyttjandet slipper man använda andra värmekällor för att producera denna uppvärmningsenergi. Hur värmeenergin annars skulle producerats är långt ifrån självklart. Biobränslepanna eller värmepump är ett par av de alternativ som skulle kunna varit aktuella. I fallet biobränslepanna med rökgaskondensering motsvarar detta drygt 4 TWh/år biobränsle som därmed frigörs för annan användning, alternativt att biobränslet inte tillvaratas. I fallet värmepump med värmefaktorn 3 undviker man genom restvärmeutnyttjandet en elanvändning på ca 1,5 TWh/år.

Förutom att restvärmeutnyttjandet minskar behovet av annan energi för uppvärmningsändamål så sänker det typiskt uppvärmningskostnaderna då restvärmens ofta prissätts i förhållande till vilken energi som undviks. Den nytta som skapas genom restvärmeutnyttjandet delas mellan restvärmeleverantören och fjärrvärmeföretaget. Det betyder att restvärmens ger en intäkt till industrin – en intäkt man saknade om restvärmens förblev outnyttjad. En viss ytterligare nytta skapas av restvärmeutnyttjandet genom att industrin slipper en del av driftskostnaden för processkylningen. Utan värmeväxling mot fjärrvärmens skulle man behövt kyla processerna på annat sätt.

Fördjupning: Referat av "Förbränningsfri fjärrvärme - vad sägs i litteratur och media?" (NEPP resultatblad 1/2025)

Begreppet "förbränningsfri fjärrvärme" har fått ökad uppmärksamhet i debatten och avser en utveckling där fjärrvärmeproduktion inte baseras på förbränning av bränslen. I ett NEPP-projekt har en kartläggning genomförts av hur förbränningsfri fjärrvärme diskuteras i media och i vetenskaplig litteratur, fördelar och nackdelar med en sådan utveckling samt vilka andra värmeproduktionsalternativ som skulle kunna ersätta. En iakttagelse är att när begreppet diskuteras internationellt är det typiskt som en metod för att minska förbränningen av fossila bränslen, och därmed utsläppen av koldioxid med fossilt ursprung. I svensk fjärrvärmeproduktion återstår dock endast mycket små mängder fossila bränslen. Här är det främst biobränslen som i så fall skulle fasas ut.

Exempel på alternativa tekniker som skulle kunna ersätta förbränning är restvärme, värmepumpar, geotermi och solvärme. Dessa tekniker utnyttjas i olika hög grad redan idag för fjärrvärmeproduktion.

Förespråkare för förbränningsfri fjärrvärme menar att detta kan minska utsläpp, ge ökad diversifiering av energikällor, frigöra biomassa för andra ändamål, öka användningen av restvärme och tidvis stärka elsystemets flexibilitet genom ökad elbaserad värmeproduktion.

Samtidigt finns betydande utmaningar. En förbränningsfri omställning innebär ökad elförbrukning, vilket kan öka trycket på elsystemet. Dessutom skulle en utfasning av kraftvärme minska tillgången på planerbar elproduktion, vilket försvagar effektbalansen och skapar problem på orter med elnätsskapacitetsbrist. Övergången kan också göra fjärrvärmerna dyrare för konsumenterna och därigenom minska dess konkurrenskraft mot individuella uppvärmningsalternativ.

Nyttiggörande av restflöden från skogsbruk och skogsindustri

Skogsbruket i Sverige drivs i första hand av att ta ut sågtimmer som sedan används för att ta fram olika typer av sågade trävaror. I andra hand görs avverkningarna för att få fram massaved, som sedan utnyttjas för att ta fram pappersmassa som sedan säljs som slutprodukt eller vidareförädlas till exempelvis papper, kraftliner, kartong, mjukpapper eller textil. Först i tredje hand, och med avsevärt mindre ekonomiskt värde för skogsägarna, tas biobränslen ut. Skogsbränslena utgörs till största delen av grenar och toppar (grot) och skadad ved. Om det inte funnits en efterfrågan från energisektorn på dessa avverkningsrester hade de sannolikt lämnats kvar i skogen. Genom skogsbränsleutnyttjandet får fjärrvärmesektorn ett konkurrenskraftigt förnybart bränsle och skogsägarna erhåller en intäkt för sortiment som annars skulle förblivit outnyttjade.

En annan huvudgrupp av biobränslen är biprodukter från skogsindustrin, exempelvis bark och spån. Dessa biprodukter ger intäkter till skogsindustrin samtidigt som de utgör viktiga bränslen för fjärrvärmeproduktion. Biobränsle är den klart största energikällan för svensk fjärrvärmeproduktion. Under de senaste tre åren har skogsflispriset ökat dramatiskt, främst som en följd av Rysslands fullskaliga invasion av Ukraina, vilket minskat det europeiska utbudet av skogsråvara och samtidigt ökat den europeiska efterfrågan på biobränslen som ersättning för dyr naturgas.

På sikt förutses konkurrensen om skogsråvaran öka genom att nya sektorer efterfrågar de resurser som idag utnyttjas för energiproduktion, exempelvis produktion av biodrivmedel för transportsektorn och som förnybar råvara till industrin.

Tillvarata geotermisk energi

Geotermisk energi utgörs av värme producerad och transporterad till jordskorpan genom geologiska processer i jordens inre, framför allt radioaktivt sönderfall.

I jordklotets kärna är temperaturen flera tusen grader C. Temperaturen sjunker ju närmare ytan man kommer. Jordskorpan i Sverige är relativt tjock (30–50 kilometer) vilket gör att den termiska gradienten inom urbergsområdena endast är 15 - 20 grader per kilometer⁴. Något högre gradienter på 30 – 35 grader per kilometer finns i sydvästra Skåne och på Gotland där det förekommer tjocka lager med sedimentär berggrund på urberget. För att få fram geotermisk energi som genom direkt värmeväxling kan användas för fjärrvärme måste man alltså borra djupt. Det blir förhållandevis dyrt att borra riktigt djupt för att utvinna energi med tillräckligt hög temperatur. Det talar för att relativt storskaliga anläggningar behövs för att det ska bli konkurrenskraftigt. Därmed behövs fjärrvärme för att fördela ut den producerade värmeenergin. I Sverige har geotermi hittills utnyttjats i mycket begränsad omfattning.

Bergvärmepump är en annan metod för att utnyttja geotermisk energi. Då borrar man hål i berget som är avsevärt grundare, kanske 100 – 300 m. Då behövs alltså en värmepump för att lyfta temperaturen på den hämtade energin till en nivå som möjliggör utnyttjande för uppvärmningsändamål. Bergvärmepumpar är vanliga för uppvärmning av enskilda byggnader.

Miljö- och klimatomässiga värden

När man betraktar kraftvärmens nyttor så består de inte bara av ekonomiska värden utan det finns också miljö- och klimatomässiga värden. Detta är egenskaper som kommer att vara viktiga för ett leveranssäkert elsystem. Kraftvärme medför mycket hög energieffektivitet jämfört med separat el- och värmeproduktion, och är därmed en resurshushållande teknik. Vid miljövärdering av ett kraftvärmeverk bör man ta med de totala utsläppen, men samtidigt också beakta hur motsvarande värme annars skulle behövs producerats, och vilka utsläpp det skulle resultera i, samt konsekvenserna av att annan elproduktion, och dess utsläpp, i det nordeuropeiska elsystemet undviks. Om kraftvärmeverket bygger på energiåtervinning från avfall så bör man också ta hänsyn till att avfallsförbränningen möjliggör att deponering, med sammanhängande metanutsläpp och utan energiåtervinning, undviks i andra länder (marginalbränslet i svensk avfallsförbränning utgörs av import). Kraftvärme, särskilt sådan som baseras på förnybara bränslen, skapar

⁴ <https://www.sgu.se/samhallsplanering/energi/Geoenergi-geotermi-och-energilagring/geotermi/>

typiskt en stor miljö- och klimatmässig nytta genom att tränga undan sämre europeisk elproduktion. Avfallskraftvärmen bidrar också till värdefull avgiftning av samhället.

Skapa negativa koldioxidutsläpp genom bio-CCS

CCS i kombination med kraftvärme baserad på förnybara bränslen möjliggör dessutom minskning av koldioxidhalten i atmosfären – en kolsänka. Uppvärmningssektorn i Sverige har till och med en gemensam vision om att utgöra en kolsänka innan år 2045⁵. Där spelar bio-CCS en avgörande roll. Branschen har uppskattat att bio-CCS på svensk kraftvärme skulle kunna erbjuda storleksordningen 10 Mton negativa koldioxidutsläpp årligen.

För närvarande behövs stöd för att få ekonomi i bio-CCS-satsningar. I augusti 2024 öppnade Energimyndigheten sin första auktion för bio-CCS – att avskilja och lagra biogen koldioxid. Totalt ska myndigheten fördela 36 miljarder kronor under perioden 2026–2046 genom så kallad omvänd auktion, det vill säga den aktör som kan leverera bio-CCS-uppdraget (avskiljning, transport och lagring) till lägst kostnad vinner anbudet.

I den första omgången ansökte sex aktörer om stöd. Av dessa vann Stockholm Exergi första den första auktionsrundan. De har beviljats totalt drygt 20 miljarder kronor som ska betalas ut löpande under max 15 år, efter påbörjad lagring. Pengarna kan användas både till investering och drift. Stockholm Exergi ska börja lagra biogen koldioxid om senast tre år, enligt beslutet. Man ska lagra 800 000 ton CO₂ per år. Bio-CCS-anläggningen byggs vid kraftvärmeverket i Värtan. Efter denna auktionsrunda återstår drygt 15 miljarder kronor att fördela.

Det finns också kommersiellt intresse för att köpa negativa utsläpp av koldioxid. Microsoft har exempelvis tecknat ett avtal om att köpa 3,33 miljoner ton utsläppskrediter (Carbon Removal Certificates, CRC) från Stockholm Exergi under en tioårsperiod, med start 2028⁶. På sikt är det sannolikt att det införs någon form av styrmedel på EU-nivå för att ge incitament för negativa utsläpp genom bio-CCS.

Tillvarata värme från kylproduktion

Visa byggnader har inte endast ett uppvärmningsbehov utan tidvis också ett kylbehov. Det kan både handla om kyla för inomhusklimatet och kylbehov relaterade till byggnadens verksamheter, exempelvis

⁵ https://fossilfritt Sverige.se/wp-content/uploads/2020/09/ffs_frdplan-fossilfri-uppvarmnin_200908.pdf

⁶ <https://www.stockholmexergi.se/nyheter/stockholm-exergi-tecknar-varldens-hittills-storsta-avtal-med-microsoft-for-permanent-minusutslapp/>

dagligvaruhandelns kyldiskar. Kylan kan produceras lokalt i byggnaden eller centralt, i form av fjärrkyla. Fjärrkyla är ofta nära kopplat till fjärrvärme eftersom det är en ledningsbunden energivara och eftersom kunderna ofta både har uppvärmnings- och kylbehov.

Förutom samordningsfördelarna mellan fjärrvärme och fjärrkyla genom parallella distributionssystemen och samma kunder för båda nyttigheterna finns även samordningsvinster relaterade till energiproduktionen. Kylproduktionen sker typiskt med kylmaskiner, exempelvis kompressorkyla eller absorptionskyla. I kompressorkylmaskinen finns en kall sida som utnyttjas för kylproduktionen, men processen förutsätter också en varm sida där värme vid relativt hög temperatur lämnas. Denna energi kan utnyttjas för fjärrvärmeproduktion. I absorptionskylmaskinen är det tvärt om så att genom att tillföra energi vid hög temperatur kan man åstadkomma kyla. Här kan fjärrvärme utgöra den drivenergi som åstadkommer kylan.

Erbjuda flexibilitet genom värmelagring

Flexibilitet är ett begrepp som används allt oftare då energisystemets behov diskuteras. I energisammanhang avser man då typiskt olika sätt för att minska den tidsmässiga kopplingen mellan produktion och användning av energi. Eftersom användningen av energin varierar mycket, exempelvis över dygnet och över året, måste produktionen anpassas till dessa variationer vilket typiskt leder till att produktion med höga rörliga kostnader måste tas i anspråk vid användningstoppar. I elsystemet ser vi samtidigt också ökande produktionsvariationer i takt med att variabel elproduktion, exempelvis vindkraft och sol, växer snabbt. Flexibilitet blir därmed allt viktigare. Inom elsystemet utgör vattenkraftens vattenmagasin en stor lagrings- och flexibilitetsresurs. Under senare tid är också batterier en lagringsteknik som uppmärksammas allt mer.

En annan typ av energilagring som bidrar med flexibilitet är värmelager. Fjärrvärme möjliggör värmelagring på olika sätt och i olika tidsperspektiv. Fjärrvärmens distributionssystem är i sig ett rejält värmelager som kan jämna ut kortsiktiga variationer i värmeanvändningen. I många fjärrvärmesystem finns ackumulatorer, tankar ("termosar") för lagring av värme för lastutjämning inom dygnet och upp till några dagar. Det finns också i några fjärrvärmesystem större lager för långsiktigare värmelagring, typiskt i form av bergrumslager. Tidshorisonter på ända upp till säsongslagring kan övervägas. Om man vill lagra riktigt stora energimängder så blir det dock enorma vattenvolymer. Ett räkneexempel: Ett lager med fritt vatten, exempelvis ett bergrumslager, som ska lagra 50 GWh och med en temperaturskillnad mellan fram- och returledning på 40

grader kräver en volym på 1 000 000 m³. Det motsvarar en kub med sidorna 100 meter, eller 400 simbassänger av olympisk storlek (50 x 25 x 2 m).

Målet med att utnyttja värmelagring i fjärrvärmesystem är att minimera de rörliga värmeproduktionskostnaderna, helt enkelt genom att lagra in energi när produktionskostnaderna är låga och ladda ur när den produktion som ersätts är dyr. De låga produktionskostnaderna kan sammanhålla med att nyttiggöra restvärme och värme från avfallsförbränning under tider då det finns outnyttjad kapacitet eftersom den direkta efterfrågan inte möjliggör full produktion. Det kan också handla om att utnyttja billig el till elpannor och värmepumpar eller att öka driften för kraftvärmeverk då elpriset är högt och det direkta värmeunderlaget inte möjliggör full drift. Genom värmelager kan driften av topplastpannor med höga rörliga kostnader minimeras och ibland till och med undvika start av sådana pannor och därmed undvika engångskostnader i form av start- och stoppkostnader.

Erbjuder möjligheter kopplade till självförsörjning, resiliens och beredskap

Fjärrvärmesystemens kraftvärmeverk utnyttjar till övervägande del inhemska bränslen/energibärare. Att basera energiproduktionen på inhemska resurser ökar självförsörjningsgraden och är positivt ur beredskapssynpunkt. Biobränslen är det dominerande bränslet, medan avfall följer som näst störst. Mindre andelar av biobränslen och avfall kan vara importerade, och då i första hand från andra EU-länder. Viss kraftvärme kan under en övergångsperiod också vara baserad på naturgas och den kan delvis komma från länder utanför EU. Många av kraftvärmeverken kan också utnyttja torv som bränsle. Torv är dock problematiskt ur växthusgasperspektiv vilket har medfört att torv i mycket stor utsträckning fasats ut från bränslemixen. De inhemska torvtillgångarna är dock stora varför torv skulle kunna ses som ett "beredskapsbränsle".

Det svenska elsystemet är en del av det sammankopplade europeiska elsystemet. Sverige både importerar och exporterar el. Exporten dominerar, men tidvis importeras också el. Den el som importeras från våra grannländer kan komma från kraftverk som utnyttjar importerade bränslen. Som en följd av det ryska anfallskriget i Ukraina strävar EU efter att frigöra sig från beroendet av rysk naturgas. Denna strävan drivs delvis av säkerhetspolitiska motiv för att därmed minska risken att Ryssland tvingar EU till oönskade politiska vägval som en följd av energiberoendet, men också för att på sikt minska de ryska intäkterna från energiexport med målet att därmed minska Rysslands ekonomiska förmåga att uthålligt bedriva anfallskriget mot Ukraina.

Den svenska kraftvärmen och en möjlig ökning av denna bidrar därmed till självförsörjningsaspekten för ett leveranssäkert elsystem. Ju mer svensk kraftvärme vi kan bidra med desto mindre blir behovet av annan europeisk elproduktion och därmed minskad användning av import till EU av energi. På samma sätt som de naturgaseldade kraftverken i grannländerna utgör kraftvärmen planerbar elproduktion. Denna utgör ett viktigt komplement till utbyggnaden av variabel förnybar elproduktion från vind och sol. I jämförelse med naturgaskraftverken har den svenska kraftvärmen också fördelen att den till övervägande del produceras från förnybara energikällor och med mycket hög energieffektivitet.

KONTAKT:

Håkan Sköldberg, Jenny Westerberg, Profu

NORDEUROPEISKA ENERGIPERSPEKTIV, NEPP

Forskningsprogrammet Nordeuropeiska energiperspektiv, Nepp, spänner över flera forskningsdiscipliner. Syftet med Nepp är att visa hur balanserade och hållbara utvecklingsvägar för energisystemen i Sverige, Norden och Nordeuropa kan åstadkommas samt hur energisystemen kan bidra till samhällets omställning i stort. Programmet fungerar som ett sammanhållande forskningskluster, där forskare från olika forskningsföretag och lärosäten anlitas för att genomföra olika studier med utgångspunkt från identifierade samhällsutmaningar. Nepp är också en mötesplats för dialog, samskapande och systemsyn för energisektorn och energiforskningen.

FORSKNINGSFÖRETAGET ENERGIFORSK ÄR PROJEKTVÄRD FÖR NEPP OCH ANSVARAR FÖR PROGRAMMETS ÖVERGRIPANDE INRIKTNING. KONSULT- OCH FORSKNINGSFÖRETAGET PROFU ÄR PROJEKTLEDARE FÖR NEPP.



Energiforsk



Profu

nepp