



Kartläggning av restvärmeflöden i Sverige idag och i framtiden

– teoretisk potential och möjligheter att ta vara på denna i befintliga fjärrvärmesystem

Julia Renström och Kjerstin Ludvig, Profu



Förord

UNDERLAGET TILL DENNA RAPPORT har tagits fram av Profu på uppdrag av Fossilfritt Sverige och därefter vidareutvecklats inom forskningsprojektet Värmemarknad Sveriges delprojekt "Minskad förbränning för uppvärmning – vad innebär det? Förutsättningar och konsekvenser lokalt och nationellt".

Fossilfritt Sverige är ett initiativ för industrins klimatomställning som startades av regeringen 2015 med målet att göra Sverige till ett av världens första fossilfria välfärdsländer. Värmemarknad Sverige är ett kunskapssamarbete som samlar energibolag, teknikleverantörer, forskare, myndigheter och branschorganisationer för att analysera, förstå och forma framtidens värme- och kylamarknad.

Profu är ett forsknings- och kunskapsföretag med inriktning på energi, avfall, transport och klimat.

I en tid där konkurrensen om förnybara och återvunna kolatomer ökar, blir det allt viktigare att

identifiera kompletterande sätt till förbränning att försörja Sveriges värmebehov.

Samtidigt förväntas energisystemet genomgå en omfattande elektrifiering, vilket kan leda till ökad konkurrens om el och eleffekt både lokalt och nationellt. Elektrifiering och andra industri-satsningar kan också komma att generera stora mängder restvärme framöver. Att möjliggöra tillvaratagande av den ökande restvärmepotentialen kan vara en viktig pusselbit för att lösa värmeförsörjningen framöver.

Denna rapport utgör en inledande kartläggning av den teoretiska potentialen för restvärme i Sverige idag och i framtiden, samt undersöker möjligheterna att integrera denna värme i befintliga fjärrvärmesystem på ett sätt som främjar en hållbar och resurseffektiv utveckling av hela energisystemet.

Julia Renström och Kjerstin Ludvig, Profu

Sammanfattning

Restvärme från industri, serviceverksamheter och datacenter kan spela en viktig roll i Sveriges framtida värmeförsörjning, i takt med ökad elektrifiering och ökad konkurrens om bioråvaror.

Denna rapport kartlägger tillgången på restvärme idag och år 2035, samt analyserar möjligheterna att integrera dessa flöden i befintliga fjärrvärmesystem. Kartläggningen visar att Sverige redan idag nyttjar cirka 6,5 TWh framförallt högtempererad restvärme i fjärrvärmenäten, medan den teoretiska tillgången inom samtliga temperaturspann uppskattas till cirka 22 TWh. Till år 2035 väntas den samlade potentialen öka kraftigt till cirka 50 TWh, särskilt inom medeltemperaturområdet till följd av satsningar på vätgasproduktion, datacenter och biodrivmedelsanläggningar.

Samtidigt identifieras flera hinder som begränsar nyttjandet. Dessa inkluderar geografiska avstånd mellan restvärmekällor och värmebehov, temperaturskillnader mellan restvärmeströmmar och befintliga system, kapacitetsbegränsningar i elnätet samt höga investeringskostnader. Framgångsrika samarbeten förutsätter långsiktiga och flexibla affärsmodeller, ökad transparens och tillit mellan industriparter och energibolag, samt styrmedel som aktivt stödjer investeringar i restvärmeåtervinning.

Förväntade nyttor av ökat restvärmeutnyttjande:

- Ökad energi- och resurseffektivitet genom att tillvarata energi som annars skulle gå förlorad
- Minskad användning av biobränslen i fjärrvärmesektorn, vilket frigör bioråvara för att ersätta fossila bränslen i andra sektorer
- Kostnadsbesparingar för både leverantör och användare av värmen
- Innovationsdrivande samverkan och lokal ekonomisk tillväxt
- Gemensam riskdelning och robustare energiförsörjning

Sammanfattningsvis visar rapporten att tekniska lösningar för ökat restvärmeutnyttjande redan finns tillgängliga. Den avgörande utmaningen ligger i att få lönsamhet och samordna investeringar, affärsmodeller och styrmedel. Genom strategisk planering och stärkt samverkan kan restvärme bli en central komponent i ett hållbart och resurseffektivt svenskt energisystem.

Sammanfattningsvis visar rapporten att tekniska lösningar för ökat restvärmeutnyttjande redan finns tillgängliga. Den avgörande utmaningen ligger i att få lönsamhet och samordna investeringar, affärsmodeller och styrmedel. Genom strategisk planering och stärkt samverkan kan restvärme bli en central komponent i ett hållbart och resurseffektivt svenskt energisystem.

Innehåll

Förord	2
Sammanfattning	3
Innehåll.....	4
Inledning	5
Syfte	5
Definition av restvärme och andra avgränsningar	5
Bakgrund	7
Svensk uppvärmningssektor idag och i framtiden	7
Svensk fjärrvärmesektor idag och i framtiden	7
Ökad andel restvärme för uppvärmning	10
Genomförande	11
Resultat	12
Vad menar vi med restvärme?	12
Restvärme idag	14
Restvärme i framtiden	24
Resultatsammanställning av enkät	33
Restvärmesamarbeten – förutsättningar och nyttor	36
Hinder och möjliggörare för att tillvarata restvärmepotentialen	37
Summering och slutsatser	40
Förslag till vidare forskning och frågeställningar	42
Slutsatser	43
Referenser	44
Bilaga 1	46

Inledning

Omställning och utveckling av svensk industri och transportsektor för minskad klimatpåverkan och framtida konkurrenskraft kommer att leda till ökad efterfrågan på biogena och återvunna kولاتomer i sektorn. De 23 färdplanerna för fossilfri konkurrenskraft (se Fossilfritt Sveriges hemsida), vilka pekar ut olika sektorer ambitioner, visar detta mycket tydligt. Den ökade efterfrågan på icke-jungfruliga fossila kولاتomer kommer att innebära en ökad konkurrens om annat kol, något som i högsta grad väntas påverka fjärrvärmesektorn som idag nyttjar stora mängder bio- och avfallsbränslen. Samtidigt bedöms även mängden restvärme i landet kunna öka, mycket på grund av elektrifiering, nya och vidareutvecklade industrier, fler datacenter med mera.

Historiskt har svenska fjärrvärmeföretag kontinuerligt anpassat sig till nya förutsättningar. Sektorn har exempelvis gått från en starkt fossilbaserad produktion till att i princip bara nyttja biogena och återvunna resurser idag. Dagens förändrade förutsättningar, så som den ökade konkurrensen om biomassa och avfall samt ifrågasättandet av hur hållbart det är att nyttja biomassa för förbränning som finns i delar av EU, kan komma att utgöra anledningen till nästa stora omställningsvåg i fjärrvärmebranschen.

En möjlighet för att minska mängden förbränning i fjärrvärmeproduktion som ofta lyfts är potentialen för ökat restvärmeutnyttjande. Redan idag nyttjas restvärme från bland annat industrier och avloppsrening i många fjärrvärmenät runt om i landet. Huruvida det är tekniskt och eller ekonomiskt möjligt att genom ytterligare restvärme-samarbeten helt eller delvis ersätta förbränning av bioråvara och avfall för uppvärmningssyften framöver råder det delade meningar om. Denna kartläggning avser därför undersöka hinder och möjligheter för ökat nyttjande av restvärme i Sverige idag och i framtiden.



Syfte

Projektets syfte är att kartlägga restvärmeflöden av olika kvalitet i Sverige idag och i framtiden, samt att jämföra resultatet med förutsättningar för att nyttja restvärmen i fram för allt befintliga fjärrvärmesystem. Resultaten ska bland annat utgöra underlag för diskussion om värmemarknadens framtida utvecklingsmöjligheter med avseende på restvärme, i en kontext av ökad elektrifiering och konkurrens om bioråvara.

Frågeställningar som hanteras i rapporten:

- Vad menar vi med restvärme?
- Hur ser den teoretiska tillgången på restvärme i Sverige ut idag och hur kan detta komma att förändras i framtiden?
- Hur mycket restvärme kan omhändertas i befintliga fjärrvärmenät?
- Vilka hinder och möjliggörare finns för att öka nyttjande av restvärme för uppvärmningssyften?

Definition av restvärme och andra avgränsningar

I detta arbete definieras begreppet restvärme som värmeenergi som inte nyttjas inom den process där den uppstår.

Restvärme kan uppstå vid olika industriella processer, till exempel från kemi-, pappers- eller stålindustrin, liksom i matbutiker, servicebyggnader och liknande. Internt nyttjad restvärme ingår ej i kartläggningen. Begreppet spillvärme nyttjas ofta synonymt, men i rapporten har vi valt att endast benämna flödet restvärme.

De allra flesta industrier strävar efter att optimera sina processer och nyttja resurser effektivt. Det innebär till exempel att industrierna i första hand nyttjar restvärme för att öka energieffektiviteten i interna processer eller för uppvärmning av egna lokaler. I andra hand prioriteras att leverera restvärme till närliggande intressenter eller fjärrvärmenät.

Kartläggningen har inte inkluderat de många restvärme­flödena nyttjas idag inom fastigheten (byggnad, industri, etc) för uppvärmning eller torkning, eller i ett kluster av verksamheter genom så kallat närvärmenät. I denna kartläggning ligger fokus på restvärme­flöden som kan nyttjas för till exempel uppvärmning i värmenät utanför industriverksamheten, antingen kopplade till traditionell fjärrvärme eller för andra typer av externa uppvärmningsbehov. Vidare har rapporten haft fokus på Sverige och svenska förutsättningar.

Då högt tempererad restvärme generellt är enklare att ta tillvara av externa intressenter så har fokus i denna kartläggning varit på att fånga de flödena. Ytterligare potential att ta vara på restvärme vid lägre temperaturer från industrier med högt tempererade restvärme­strömmar, se faktaruta nedan, har inte kvantifierats. Anledningen till att dessa lågt tempererade strömmar inte har kartlagts är att de bedöms mindre intressanta för restvärmeutnyttjande jämfört med de högt tempererade restvärme­strömmarna på samma ort.

Det finns olika perspektiv på avfallsförbränning i Sverige och huruvida värmen som kommer från förbränningen bör räknas som en restström. Många lyfter fram att avfallsförbränningen främst är en avfallshanteringsmetod med restvärme som konsekvens, medan andra ser avfall som ett bränsle för fjärrvärme­produktion. Inom energieffektiviseringsdirektivet (EED) klassificeras

avfallsförbränning exempelvis som spillvärme (begreppet "spillvärme" nyttjas ofta i dokumentation för att beskriva värme som genereras som biprodukt i industriella processer och som annars skulle gå förlorad). I denna kartläggning har värme från avfallsförbränning och kraftvärme exkluderats eftersom fokus har varit på att identifiera befintliga och nya restvärme­strömmar från andra sektorer än energiproduktion.

Även värme och restvärme från kärnkraft har exkluderats ur kartläggningen. Denna värme har historiskt varit svår att använda i Sverige för externa aktörer på grund av faktorer såsom lokalisering, tidigare energipolitik och vissa specifika förbud. Med nuvarande kostnadsutveckling för biobränslen samt ökat intresse för kärnkraft, inklusive små modulära reaktorer (SMR) som skulle kunna spridas ut mer över landet, kan det bli aktuellt att utreda möjlighet att nyttja mer kärnvärme och restvärme från kärnkraft framöver. Tillgänglig restvärme från kärnkraft idag och i framtiden har emellertid inte kvantifierats i denna rapport.

Kartläggningen gör inte anspråk på att kartlägga och analysera konsekvenserna av ökat restvärmeutnyttjande för uppvärmning. Exempel på faktorer som kan behöva studeras är konsekvenser för energiförsörjningens robusthet och leveranssäkerhet, i såväl fredstid, kris och krig, samt sektorkopplingar mellan fjärrvärmesystem och andra samhällsnyttor.

Ytterligare potential hos industrier med högt tempererad restvärme

I Energimyndighetens rapport Heltäckande bedömning av potentialen för uppvärmning och kylning från år 2020 lyfts underlag från det s.k. Seenergies-projektet där man har tittat på energieffektivisering och potential för ökad intern restvärmeanvändning inom industrin. Projektet pekar på att de flesta industrier med tillgänglig restvärme vid höga temperaturer även stora restvärme­flöden i de lägre temperatursegmenten, samt att det finns god potential hos flera industrisektorer att öka den interna restvärmeanvändningen ytterligare. (Energimyndigheten, 2020).

[Läs mer om Seenergies-projektet här: EE Roadmap | sEnergies](#)

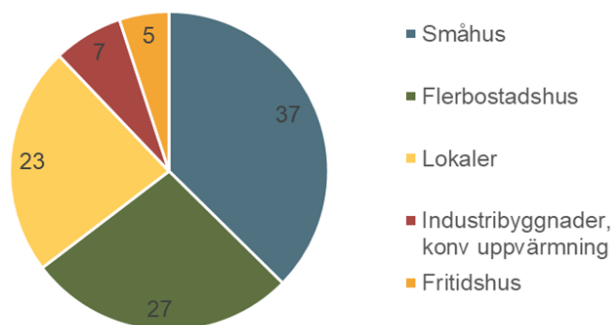
Bakgrund

Intresset för restvärme har ökat markant de senaste åren. Anledningarna är flera. I följande avsnitt beskrivs den svenska uppvärmningssektorn idag och i framtiden respektive en fördjupning om fjärrvärmesektorn, inklusive konkurrensen om bioråvara och förändrad tillgång på avfallsbränslen. Därefter görs en kort inflygning till den väntat kommande ökningen av tillgängliga restvärmeflöden.

Svensk uppvärmningssektor idag och i framtiden

Den svenska värmesektorn uppgår idag till drygt 100 TWh använd nettovärme för uppvärmning av bostäder, lokaler och industrier (processvärme ej inkluderad), varav ca 50% tillgodoses av fjärrvärme. Övriga 50% av nettovärmen tillgodoses av elbaserad uppvärmning (värmepumpar, elpannor och direktverkande el) samt i mindre utsträckning pellets- och oljepannor.

Hur energianvändningen fördelas mellan de olika användargrupperna visas i Figur 1. Flerbostadshus och lokaler nyttjar i stor utsträckning (ca 80 – 90% av energitillförseln) fjärrvärme för att möta sina uppvärmningsbehov, medan mindre än 20% av småhusen värms med fjärrvärme idag. Fritidshusen nyttjar främst el men även biobränslen.



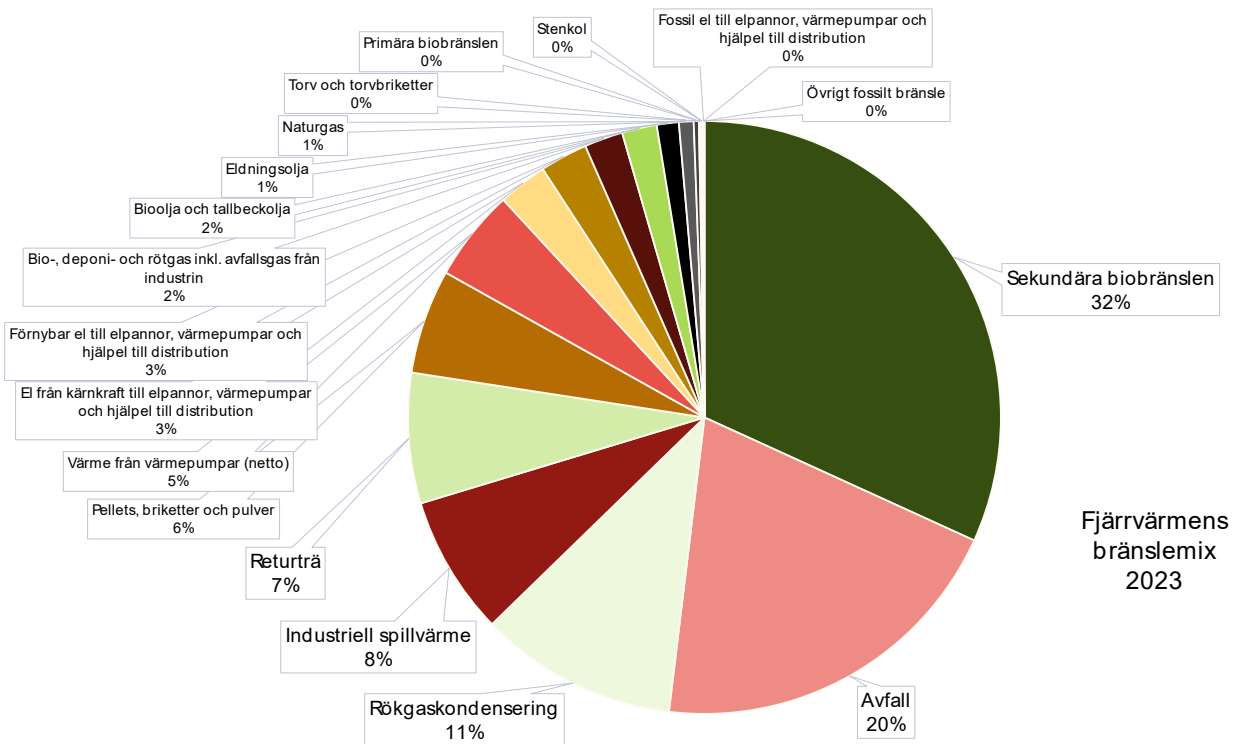
Figur 1. Fördelning mellan energianvändning för uppvärmning och varmvatten i småhus, flerbostadshus och lokaler. Källa: data framtaget inom Värmemarknad Sverige

Energimyndighetens senaste långsiktiga scenarier för utvecklingen av Sveriges energisystem visar att energianvändningen för uppvärmning och varmvatten kommer att minska framöver. Minskningen pågår efter 2025 för att senare stabiliseras mot år 2050 i samtliga scenarier. Den minskade energianvändningen beror till stor del på energieffektiviseringsåtgärder som vidtas i lokaler och bostäder, men även på ett varmare klimat. Minskningens storlek varierar mellan scenarierna, men omfattar ca 8 – 12 TWh nyttig nettovärme till 2050 från dagens ca 90 TWh. (Energimyndigheten, 2025)

Svensk fjärrvärmesektor idag och i framtiden

Fjärrvärmen motsvarar ungefär hälften av all uppvärmning i Sveriges samtliga byggnader. Utbyggnaden av fjärrvärmeinfrastrukturen har under åren bidragit till att uppvärmningssektorn kan nyttiggöra restprodukter från samhället, som annars skulle ha gått förlorade.

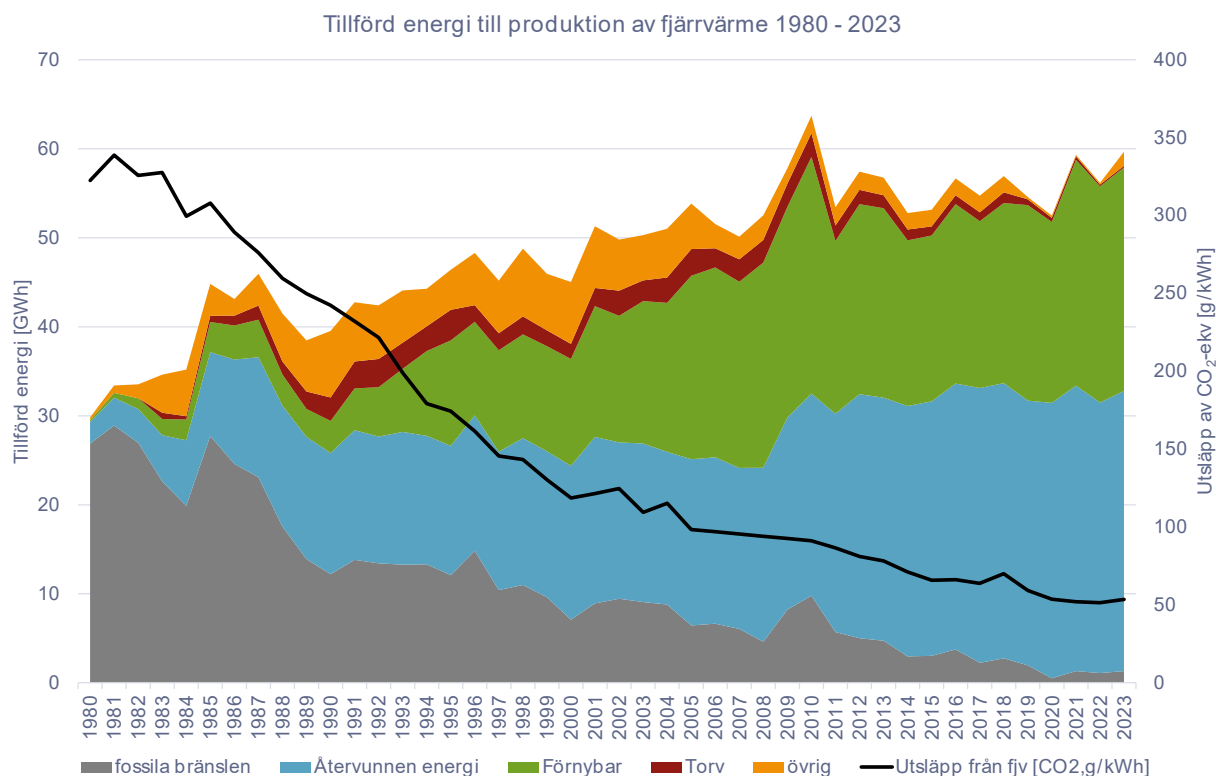
Fjärrvärmens bränslemix år 2023 visas i Figur 2. (Energiföretagen Sverige, 2024)



Figur 2. Fjärrvärmens bränslemix 2023. Källa: Energiföretagen Sverige 2024.

Som kan ses i Figur 2 utgörs nästan 50% av bränslemixen idag av olika biobränslen, t.ex. GROT (grenar och toppar), flis, bark och pellets. Energiåtervinning av restavfall – som kvarstår efter insamling, sortering och materialåtervinning – utgör ca 20% av fjärrvärmens bränslemix. Avfallet bestod år 2023 till ca 72–82 % av biogent material, och resterande av fossilt ursprung. Avfallsförbränning står för drygt 2/3 av de direkta klimatgasutsläppen som kopplas till fjärrvärmeproduktionen i Sverige. Noterbart är att den fossila andelen som går till energiåtervinning kan komma att öka, i takt med att utsorteringen av sådant (till exempel matavfall, textil och förpackningar) som inte får eller bör förbrännas förbättras.

Historiskt har svensk fjärrvärme utvecklats från förbränning av i princip enkom fossil olja till att idag i princip endast nyttja biogena och återvunna resurser, till exempel industriell restvärme, energiåtervinning från avfallsförbränning och rökgaskondensering, se Figur 3. Kvarvarande utsläpp inom sektorn kommer främst från den fossila delen i det hushålls- och verksamhetsavfall vilket hanteras vid ett 30-tal anläggningar runt om i landet (Naturvårdsverket, 2023).



Figur 3. Tillförd energi till fjärrvärmeproduktion respektive utsläpp från fjärrvärmeproduktion i Sverige, 1980 – 2023. Källa: Energiföretagen Sverige, 2024.

Fjärrvärmesektorn arbetar för att minska de kvarvarande fossila utsläppen, och har som en del av den svenska uppvärmningssektorn satt som mål att år 2030 bli fossilbränslefri för att senare kunna bli en kolsänka (Fossilfritt Sverige, 2020). Samtidigt saknar fjärrvärmesektorn rådighet i stora delar av värdekedjan för plast, från produktion till användningsfas. I en ambition att samverka kring frågan längs hela värdekedjan har en rad aktörer i olika branscher nyligen tagit fram en handlingsplan för att få plast att stanna längre i ett kretslopp: "Handlingsplan för att minska plast till avfallsförbränning" (Profu, 2025). I framtiden väntas konkurrensen om bio- och avfallsbränslen öka, samtidigt som mängden tillgänglig restvärme från industri och datahallar kan öka.

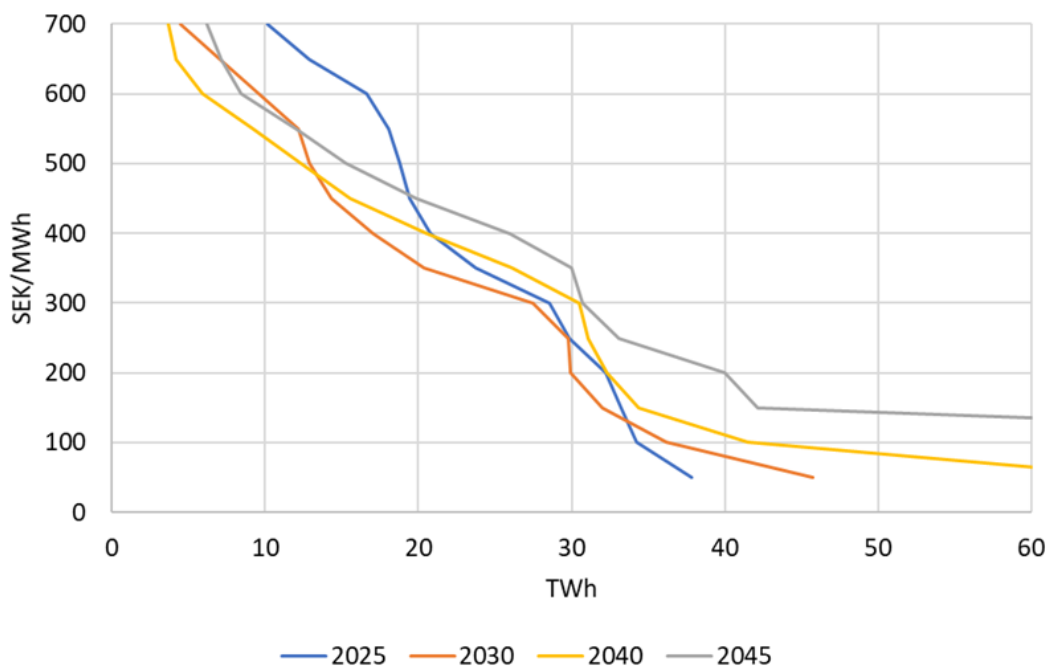
Ökad konkurrens om bioråvara

Konkurrensen om bioråvara, och därmed priset på denna resurs, förväntas öka kraftigt i takt med att många industrier och sektorer ställer om från användning av fossila råvaror och bränslen. Samtidigt kan utbudsbegränsningar komma, som följd av en åtstramning av EU:s syn på hållbart skogsbruk. En kvantitativ modellanalys som genomfördes under 2021 inom forskningsprojektet Konkurrensen om den svenska

skogsråvaran visar att efterfrågan på oförädlad biobränsle inom uppvärmningssektorn troligen minskar vid högre bränslepris.

Ett resultat från analysen kan ses i Figur 4. Sannolikt överskattas hastigheten i förändringen i analysen, men den långsiktiga trenden bör kvarstå. Minskad förbränning i uppvärmningssektorn kan därmed bli en konsekvens av högre biobränslepriser, drivet av anpassning till förändrade marknadsförutsättningar. (Energiforsk, 2021)

Energimyndighetens senaste långsiktiga scenarier för utvecklingen av Sveriges energisystem visar också att biobaserad fjärr- respektive kraftvärme minskar kraftigt i samtliga scenarier. Den kraftiga minskningen beror till stor del på den antaget ökande konkurrensen om biobränslen, där bland annat produktionen av förnybara transportbränslen antas efterfråga stora volymer. I samtliga scenarier tappar kraftvärmen därigenom konkurrenskraft, och den installerade effekten för elproduktion från kraftslaget minskar. För fjärrvärmen innebär ökade biobränslepriser att biobaserad produktion ersätts med värmepumpar och ökad användning av restvärme. Även en hel del energieffektivisering kommer in i scenarierna och bidrar till ett generellt minskat uppvärmningsbehov. (Energimyndigheten, 2025)



Figur 4. Efterfrågan på oförädlad biobränsle i uppvärmningssektorn beroende av biobränslepris för ett antal modellerade scenarier och år. Källa: Energiforsk 2021:820.

Förändrad tillgång på avfallsbränslen

Tillgången på avfall för avfallsförbränning är relativt god idag eftersom behoven av avfallshantering är stor i Sverige och Europa. På sikt kan behoven minska när samhället ställer om till ökad cirkularitet och resurseffektivitet.

Idag uppstår det stora mängder avfall, inklusive olika former av plastavfall. År 2015 sattes ca 49 miljoner ton plast på den europeiska marknaden. I Sverige tillkommer ca 900 000 ton plast varje år, varav ca 500 000 ton går till förbränning. Endast ca 100 000 ton återvinns till ny plast idag, medan resterande mängder byggs in i samhället på olika sätt. (Stenmark, 2018)

Det finns höga ambitioner om mer cirkularitet och minskade avfallsmängder i EU. EU:s policy ämnar främja en mer cirkulär ekonomi, lägre avfallsnivåer och bättre avfallsbehandling. Olika framtids-scenarier pekar på att avfallsmängder i Europa i framtiden både kan komma att öka och minska. På längre sikt väntas samtidigt de tekniska och ekonomiska möjligheterna till mekanisk och kemisk materialåtervinning av plast öka, vilket kan skapa förutsättningar för till exempel kemiindustrin att nyttja de återvunna kolatomerna som råvara.

Ökad andel restvärme för uppvärmning

Samtidigt som konkurrensen om kolatomer hårdnar framöver väntas mängden tillgänglig restvärme från industriomställning öka kraftigt under kommande år. En uppskattning från Chalmers Tekniska Högskola visar att den teoretiska potentialen att tillvarata restvärme från omställda industrier motsvarar ca 110–160 TWh. Detta kan jämföras med det förväntade framtida fjärrvärmebehovet på ca 30–50 TWh vid samma tid. (Thunman, 2023)

Det så kallade ReUseHeat-projektet¹ har i sin tur nyligen kartlagt Europeiska unionens urbana restvärmepotential (Lygnerud, o.a., 2022). Där konstateras att potentialen för urban spillvärme i Europa är stor. Bedömningen görs att ca 10% av värmebehovet i byggnader kan tillgodoses med restvärme.² Resultaten av kartläggningen finns i en databas med tillhörande kartfunktion. De energiflöden som finns representerade är bland annat matbutiker, avloppsreningsverk, matindustri, tunnelbanor men även industrier och kraftvärmeverk. (Moreno, Nielsen, & Persson, 2022)

¹ Projektet pågick 2017–2022 och bland resultaten finns en handbok, en databas och utbildningsmaterial. (ReUseHeat project, European Commission, 2022)

² Notera att uppvärmningssektorns förutsättningar och därmed förutsättningar för att nyttja restvärme för uppvärmning skiljer sig åt mellan olika länder. Det europeiska perspektivet hanteras ej inom detta arbete.

Genomförande

En inledande kartläggning av restvärmeflöden idag och i framtiden har gjorts. Kartläggningen bygger till stor del på en sammanställning av tidigare analyser och kartläggningar av restvärmeflöden idag och i framtiden. Dessa har sedan kompletterats med intervjuer, enkäter och internetsökningar.

Aktiviteter

- Enkät utskickad till ett 30-tal industriföretag med befintlig eller potentiella restvärmeströmmar
- Analys av flöden och visualisering på kommunnivå
- Intervjuer med främst industriparter om befintliga och potentiella restvärmesamarbeten
- Informationssökning via hemsidor, nyhetsartiklar med mera

Dataunderlag

Huvudsakliga källor som nyttjats för datainsamling i kartläggningen:

Enkät svar

- Intervjuer med utvalda aktörer som på olika sätt arbetar med restvärme: restvärmeproducenter, energibolag och andra restvärmeanvändare samt forskare
- The European Waste Heat Map: Karta över europeiska restvärmeflöden som togs fram av forskare på bland annat Halmstad Universitet inom projektet ReUseHeat (Moreno, Nielsen, & Persson, 2022)
- Fjärrvärmestatistik från Energiföretagen Sverige (Energiföretagen Sverige, 2024)
- Nordic Hydrogen Valleys: underlag kring befintliga och planerade vätgassatsningar (Nordic Energy Research, 2025)

Övriga dataunderlag

- Olika fjärrvärmeföretag och industriers hemsidor
- Litteratur kring restvärme, fjärrvärme, samarbete m.m.
- Statistik från SCB och Energimyndigheten kring befolkning, energianvändning- och produktion m.m.

En fullständig referenslista finns i slutet av rapporten.

Resultat

Resultaten i rapporten visar att Sverige redan idag nyttjar mycket restvärme i fjärrvärmeproduktionen. Restvärmesamarbeten är ofta välutvecklade där det historiskt har bedömts praktiskt och ekonomiskt möjligt. Emellertid finns också stora mängder restvärme som inte nyttjas idag runt om i landet, såväl i hög- som lågtemperatursegmentet. Att dessa restströmmar inte nyttjas utan istället kyls bort beror bland annat på aspekter såsom lokalisering, kvalitet på flödet (temperatur och/eller tidsmässig variation), svårigheter kring samverkan och riskdelning samt vissa policyhinder.

I takt med att konkurrensen om biogent och återvunnet kol ökar kan gränsen för när ett restvärmesamarbete blir ekonomiskt lönsamt komma att förflyttas. Vissa projekt som tidigare inte kunde motiveras skulle därmed kunna bli aktuella framöver.

I framtiden väntas också mängden restvärme i Sverige öka markant, särskilt medeltemperaturrestvärme, på grund av främst industriomställning- och utveckling. Samtidigt kan vissa befintliga restvärmeflöden komma att minska och/eller ändra temperatur som en följd av elektrifieringen. Hindren från ökat nyttjande som gäller för dagens situation riskerar att kvarstå även för framtida

flöden om dessa inte hanteras, särskilt vad gäller lokalisering, styrmedel och samarbetsförmåga bland berörda parter.

Vad menar vi med restvärme?

I följande avsnitt beskrivs olika temperaturnivåer och källor till restvärmeflöden, temperaturnivåer och förutsättningar för tillvaratagande av restvärme i fjärrvärmesystem samt förväntade nyttor och viktiga förutsättningar för lyckade restvärmesamarbeten.

Temperaturnivåer på restvärme respektive fjärrvärme

Temperaturen på industriell restvärme kan variera beroende på industriprocessen och källan till värmen. Exempel på källor till restvärme inkluderar kylvatten från industriella processer, avgaser från förbränningsprocesser, och värme från kompressorer och andra maskiner. Likaså varierar temperaturer mycket mellan andra typer av restvärmekällor. I denna rapport delas restvärme in i tre kategorier baserat på temperatur (se Tabell 1). För respektive kategori ges exempel på sektorer som kan generera restvärme inom kategorin.

Tabell 1. Definition av olika temperaturnivåer för restvärmeflöden i denna rapport.

Nivå	Temperatur [°C]	Beskrivning	Upphov
Lågtemperatur	Vanligtvis mellan 20°C och 50°C.	Denna typ av restvärme är inte tillräckligt hög för att användas direkt i fjärrvärmesystem utan behöver höjas med hjälp av värmepump. Under specifika förutsättningar kan den nyttjas direkt för att värma fastigheter förberedda för lågtempererad uppvärmning.	Livsmedelsindustrin (kylning, fermentering), bryggerier (kylning av öl), mejerier, datahallar.
Medeltemperatur	Mellan 50°C och 90°C.	Denna restvärme kan ibland användas direkt, men ofta krävs fortfarande en viss temperaturhöjning för att vara effektiv i fjärrvärmesystem.	Livsmedelsindustrin (pastörisering, torkning och kokning), bryggerier (koka och jäsa öl), textilindustrin.
Högtemperatur	Över 90°C	Denna typ av restvärme kan ofta användas direkt i fjärrvärmesystem utan ytterligare temperaturhöjning.	Stål- och järnverk, petrokemisk industri, pappers- och massabruk, kemisk industri.

Temperaturnivåer i fjärrvärmenät

Förutsättningar för att ta emot restvärme i fjärrvärmenät är bland annat avhängigt av temperaturnivåer i fjärrvärmenätet. Fjärrvärmedistributionsnät i Sverige håller vanligtvis följande temperaturnivåer:

- Framledningstemperatur: Vattnet som skickas ut från värmeverket till kunderna har en temperatur mellan 70°C och 120°C, beroende på säsong och efterfrågan.
- Returtemperatur: När vattnet har cirkulerat genom byggnaderna och värmt upp dem, återvänder det till värmeverket med en lägre temperatur, vanligtvis mellan 40°C och 60°C.

Dessa temperaturnivåer säkerställer att fjärrvärmesystemet kan leverera tillräcklig värme till byggnaderna samtidigt som värmeförlusterna minimeras under transporten. Historiskt ligger den årliga genomsnittliga framledningstemperaturen i svenska fjärrvärmesystem på omkring 87°C medan motsvarande värde för returtemperaturen är cirka 47°C. Statistiska undersökningar av temperaturnivåer i svenska fjärrvärmesystem visar på att genomsnittlig framledningstemperatur ökat något under de senaste 10 åren medan det omvända gäller för returtemperaturen. (Rensfeldt, Månborg, & Haraldsson, 2022)

Lågtempererad fjärrvärme

Lågtempererad fjärrvärme har definierats som användande av bästa tillgängliga teknik som använts efter 2020 och som har ett årligt medelvärde om 70°C eller lägre i tillförseltemperaturen. (IEA-DHC, 2021) Det finns flera nyttor med lågtempererade system, till exempel:

- Minskade värmeförluster: Lägre temperaturer minskar värmeförlusterna under transporten, vilket ökar systemets effektivitet.
- Användning av olika värmekällor: Lågtemperaturnät kan utnyttja överskottsvärme från industrier, köpcentrum och andra källor som annars skulle gå förlorade.
- Kostnadseffektivitet: Användning av plaströr istället för stål eller koppar kan minska installationskostnaderna.

Exempel på hinder för nyttjande av lågtempererad fjärrvärme i Sverige:

- Tekniska utmaningar: Det kan krävas avancerad teknik för att säkerställa att lågtemperaturnät fungerar effektivt, inklusive värme-

pumpar för att höja temperaturen vid behov.

- Ekonomiska utmaningar: Det kan krävas nya affärsmodeller för fjärrvärme, eftersom dagens affärsmodeller generellt inte är anpassade för lågtempererade system. Dessutom kan det krävas höga initiala investeringskostnader för att bygga ut lågtempererade distributionsnät och annan teknisk utrustning.
- Samarbete och samordning. Effektiva restvärmesamarbeten kräver god samverkan mellan olika aktörer, inklusive industrier, energibolag, kommuner och fastighetsägare. Brist på samordning kan försvåra implementeringen. Att förhandla fram och upprätthålla avtal mellan flera parter kan vara tidskrävande och komplicerat.

Temperaturhöjning av restvärme

En förutsättning för att integrera lågtempererad restvärme i befintliga fjärrvärmesystem och för uppvärmning av befintliga byggnader är temperaturhöjning av restvärme, vilket kräver eleffekt. El behövs framför allt för att driva värmepumpar men även för att driva pumpar och styrsystem som reglerar värmedistributionen. Begränsningar i eleffektillgången kan uppstå på grund av kapacitetsbrist i elnätet och konkurrens om elförbrukning från andra sektorer, särskilt vid hög belastning i elnätet. Dessutom kan höga elpriser leda till begränsad lönsamhet. Tillgången till eleffekt är på vissa håll i landet redan idag begränsad och situationen kan accentueras i takt med att till exempel industri och transportsektor elektrifieras. Arbete pågår samtidigt med att förstärka elnätet i många delar av landet.

Exempel på frågor att hantera lokalt:

- Hur stor är den tillgängliga eleffekten i området under olika delar av året, och kan den användas utan att skapa kapacitetsproblem för övriga sektorer? Hur kan detta komma att förändras framöver?
- Vilken temperatur har restvärmen respektive fjärrvärmenät, och hur mycket el krävs för att anpassa temperaturnivån?
- Hur påverkas den ekonomiska lönsamheten av elpriser och eventuell elskatt?
- Finns det alternativa tekniska lösningar, såsom termisk lagring eller hybridlösningar, som kan minska behovet av eleffekt?

En enkel tumregel som kan nyttjas för grova överslag av vilken värmefaktor som kan ansättas för uppskattning av hur mycket el som krävs

för en viss temperaturhöjning visas i textrutan nedan.

Tumregel värmefaktor

För att beräkna mängden elenergi eller eleffekt som skulle behövas för att höja temperaturen på restvärme till 90 °C kan energimängden eller tillgänglig restvärmeeffekt divideras med:

- 3 (vid 30°C restvärme)
- 6 (vid 60°C restvärme)

Restvärmesamarbeten

Att nyttja restvärme från en källa, tex en industri eller en matbutik, för externa uppvärmningssyften, exempelvis i det lokala fjärrvärmenätet eller i ett växthus, kräver samverkan. Aktören som producerar restvärmen och aktören som ska ta emot den behöver jobba ihop för att sluta avtal och sedan leva upp till sina respektive åtaganden inom avtalet. Ytterligare aktörer och intressenter kan också behöva ingå i samarbetet under en viss period eller hela avtalstiden beroende på restvärmesamarbetets natur. Denna typ av samarbeten erbjuder många förväntade nyttor, men kräver också en hel del för att vara lyckosamma.

Nedan listas några exempel på nyttor som kan förväntas vid energisamarbeten:

- Ökad energi- och resurseffektivitet samt potentiellt minskat beroende av fossila bränslen.
- Miljöfördelar: Minskade koldioxidutsläpp, till exempel när restvärmen ersätter fossila bränslen eller när biobränsleresurser nyttjas för att ersätta fossila drivmedel i transportsektorn istället för inom uppvärmningssektorn.
- Kostnadsbesparingar: Lägre energikostnader för både restvärmeleverantör, fjärrvärmeproducent och värmekund.
- Ökad tillit och förtroende mellan parterna: samarbete och transparens kan leda till fördjupade relationer och förtroende.
- Innovation: Drivkraft för teknisk utveckling.
- Lokala fördelar: Skapande av arbetstillfällen och ekonomisk tillväxt av nya eller utvecklade industriella symbioser.

- Dela risker och investering. Gemensamt hantera framtida utveckling och utvecklingsbehov hos parterna.

Restvärme idag

I detta avsnitt beskrivs restvärmeflöden i Sverige idag, med fokus på volymer, temperaturnivåer och lokalisering. Även tidsmässig variation i befintliga restvärmeflöden beskrivs översiktligt. Inledningsvis beskrivs den teoretiska potentialen för olika typer av restvärmeflöden som har kunnat identifieras i denna kartläggning. Det innebär alltså restvärme som bedöms finnas tillgängligt och som därmed skulle kunna nyttjas för uppvärmningssyften, åtminstone i teorin.

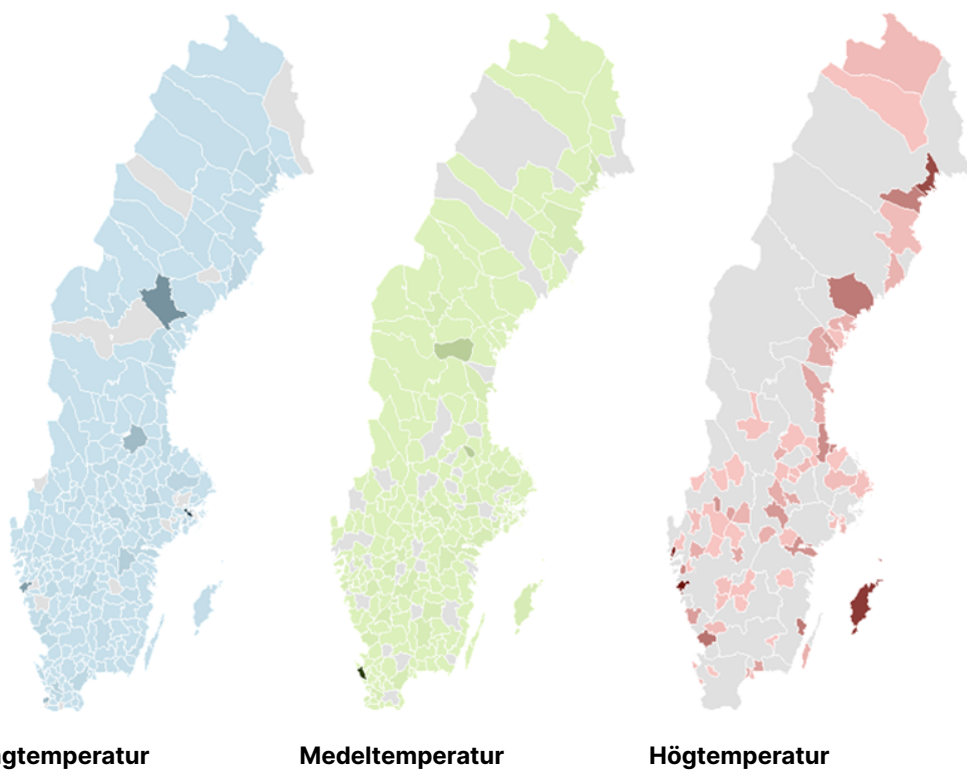
Därefter beskrivs det faktiska restvärmeutnyttjandet i svenska fjärrvärmenät idag. Slutligen jämförs den teoretiska potentialen som har kunnat identifieras med den faktiska användningen av restvärme i dagens fjärrvärmenät.

Tillgänglig restvärme i Sverige idag

Det finns relativt stora mängder restvärme av olika kvalitet teoretiskt tillgängligt i Sverige idag. Sammanställt visar denna kartläggning på ca 22 TWh tillgänglig restvärme fördelat mellan olika temperaturnivåer enligt följande:

- Lågtemperatur: 8 600 GWh
- Medeltemperatur: 1 200 GWh
- Högtemperatur: 12 700 GWh

Se lokalisering av de olika restvärmemängderna fördelat på de tre temperaturnivåerna i Figur 5. Upplösningen är gjord på kommunnivå. Osäkerheterna är stora, särskilt inom låg- och medeltemperaturspannet, och kartläggningen ska inte antas vara uttömmande.



Figur 5. Kartbilder som visar tillgänglig restvärme. Dataunderlag restvärme: Moreno D., Nielsen S. & Persson U. (2022), Energiföretagen Sverige (2023) m.fl, sammanställt och omarbetad av Profu 2025.

Lågtemperaturrestvärme

I denna kartläggning uppskattas mängden tillgänglig **lågtemperaturrestvärme till ca 9 TWh/år** och den finns fördelad över i princip hela landet. Avloppsreningsverk och kylmaskiner i byggnader inom servicesektorn, vilka finns i princip i samtliga svenska städer och tätorter, genererar mindre mängder restvärme, se Figur 6. Även matindustrin och tunnelbanestationer kan tillhandahålla lågtemperaturrestvärme på flera håll i landet. Restvärme från datacenter klassas idag också oftast som lågtemperaturrestvärme.

Notera att uppskattning på ca 9 TWh kan vara i underkant då många servicebyggnader och mindre datahallar saknas i sammanställningen. Många industrier som levererar högtempererad restvärme idag har också andra restströmmar vid lägre temperaturer, men dessa har exkluderats i kartläggningen. Uppskattningsvis skulle det kunna handla om ytterligare ca 40 TWh restvärme vid låg temperatur och kanske ytterligare 10 – 20 TWh medeltempererad industriell restvärme.

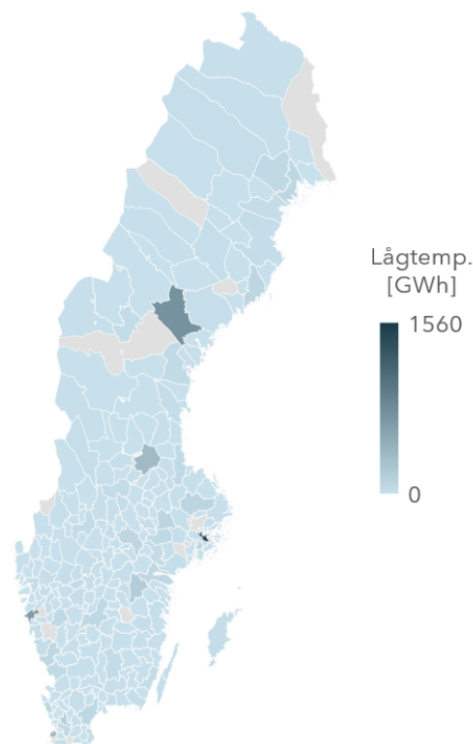
Mängden lågtempererad restvärme korrelerar relativt väl med storleken på städer/tätorter. Generellt innebär det att mer lågtempererad restvärme teoretiskt finns att tillgå där värmebehoven är som högst (under förutsättning att industriell lågtemperaturvärme ej räknas). Svårigheten ligger i att tillvarata denna restvärme för uppvärmningssyften, särskilt i befintliga fjärrvärmenät där framledningstemperaturen ofta är mellan 80–110°C. För att möjliggöra tillvaratagande av de flöden som finns behövs värmepumpar.

Medeltemperaturrestvärme

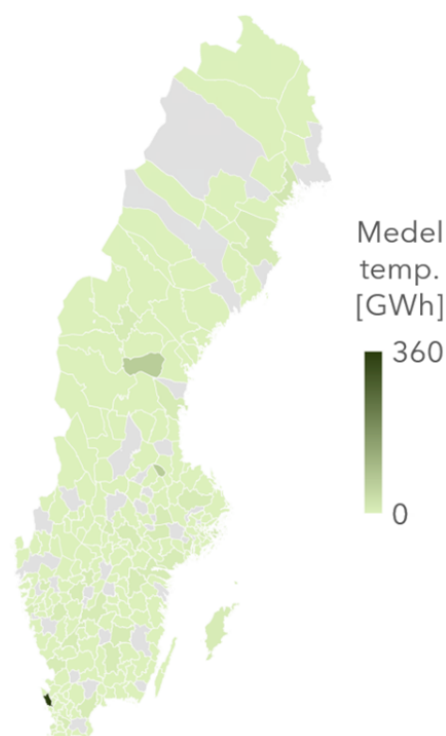
I kartläggningen har ca **1,2 TWh/år restvärme i medeltemperatursegmentet** identifierats, se Figur 7.

Medeltemperaturrestvärme från till exempel matvarubutiker, om än i mindre mängder, finns i många svenska städer och tätorter. Totalt omfattar The European Waste Heat Map ca 600 GWh restvärme från matvarubutiker i Sverige (Moreno, Nielsen, & Persson, 2022), men det finns sannolikt betydligt mer.

Även flertalet större industrier genererar restvärme i medeltemperaturspannet. Restvärme från datacenter kan också klassas som medeltemperatur ifall vätskekyllning nyttjas så att restvärmen kan tillvaratas vid 50°C eller högre.



Figur 6. Kartbild som visar tillgänglig lågtempererad restvärme. Ca 9 TWh lågtemperaturrestvärme har identifierats i kartläggningen



Figur 7. Kartbild som visar tillgänglig medeltempererad restvärme. Ca 1 TWh medeltemperaturrestvärme har identifierats i kartläggningen.

Vätskekylda datacenter är mindre vanligt än luftkylda i Sverige idag, men väntas bli vanligare framöver.

Framöver väntas mängden restvärme i medeltemperaturspannet öka signifikant pga. elektrifiering i flera sektorer, särskilt gällande vätgasproduktion via elektrolys.

Högtemperaturrestvärme

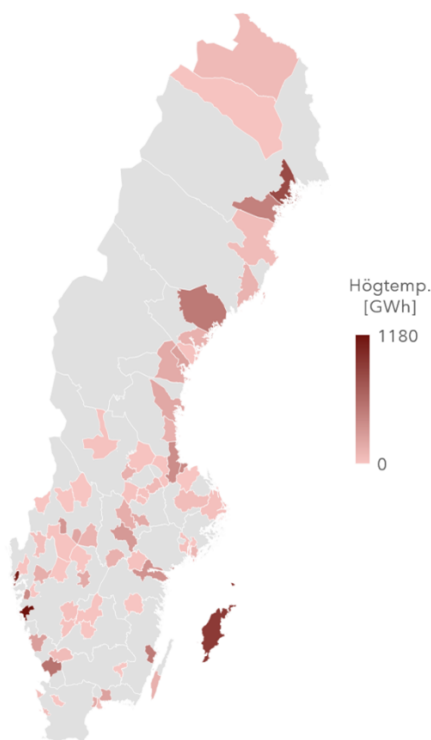
Totalt har ca **12 TWh högtemperaturrestvärme** kartlagts. Verklig mängd tillgänglig högtemperaturrestvärme från industrisektorn är sannolikt något högre då viss statistik har behövt inhämtas från fjärrvärmestatistiken. Det innebär att endast den mängd restvärme som levereras ut till ett fjärrvärmenät har kartlagts för dessa specifika industrier, inte den faktiska restvärmemängden. Sannolikt saknas även flera mindre industrianläggningar.

Högtempererad restvärme finns på flera platser i Sverige, i allt från storstäder till mindre städer och tätorter. Stora restvärmeproducenter är järn- och stålindustri, skogsindustri samt kemiindustri, se Figur 8.

På de platser där högtemperaturrestvärme finns att tillgå handlar det ofta om stora energimängder koncentrerade på en specifik plats. I större städer där värmebehovet är stort, så som i Göteborg och Helsingborg, kan mycket restvärme nyttjas i lokala fjärrvärmenät. På platser där tillgången är stor men värmeefterfråga liten, till exempel Lysekil, behöver istället stora mängder restvärme kylas bort.

Värt att notera är att många industrier har möjlighet att i viss mån justera temperaturnivå och flöde på tillgänglig restvärme utifrån behov hos exempelvis det lokala energibolaget. Intern värmeåtervinning och/eller elproduktion kan då behöva reduceras till förmån för leveranser av restvärme till en yttre part. Denna möjlighet behöver regleras i avtal.

I framtiden väntas mängden högtemperaturrestvärme minska något från flertalet befintliga industrier på grund av energieffektivisering, elektrifiering av till exempel masugnar samt förändrad drivmedelsproduktion.



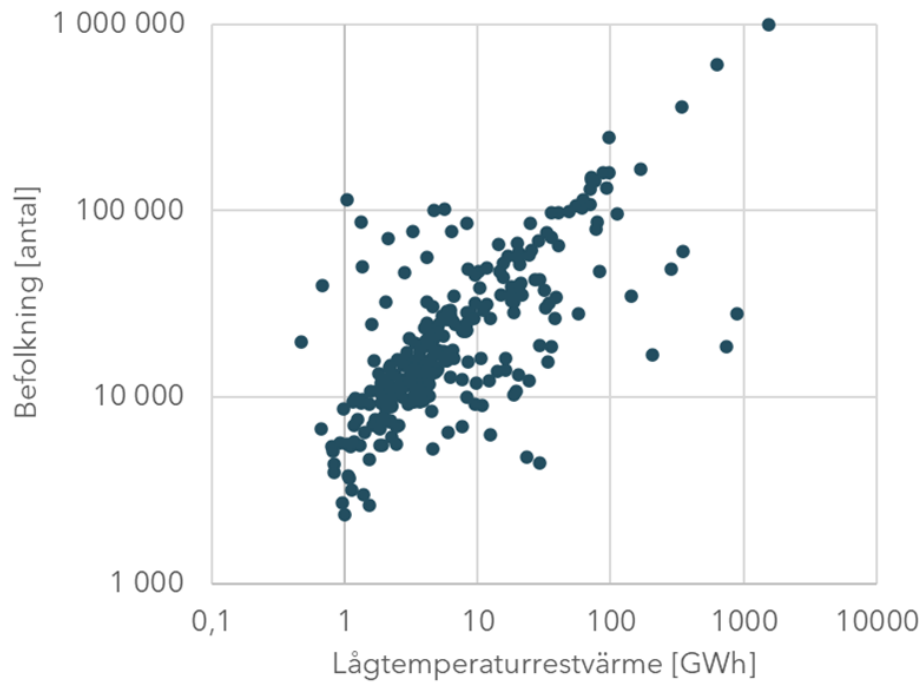
Figur 8. Kartbild som visar tillgänglig högtempererad restvärme. Ca 13 TWh högtemperaturrestvärme har identifierats i kartläggningen.

Lokalisering av restvärme jämfört med värmebehov

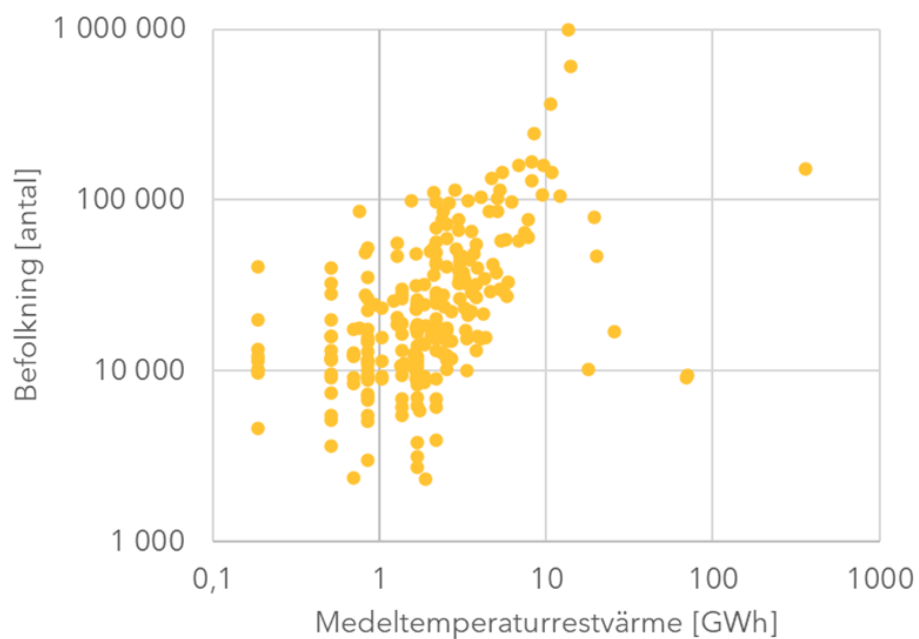
För att öka förståelsen runt potentiellt nyttjade av restvärme har teoretiskt tillgänglig restvärme inom olika temperaturnivåer jämförts med befolkningens mängden i motsvarande kommuner. Befolkningens mängden kan ge en indikation om det lokala värmeunderlaget. Det är emellertid viktigt att notera att värmeunderlaget beror på lokala faktorer, såsom:

- den lokala utomhustemperaturen
- byggnadsbeståndet, till exempel fördelning mellan lokaler, flerbostadshus och småhus och byggnadsstockens ålder
- om det finns andra stora värmeanvändare så som industrier på orten.

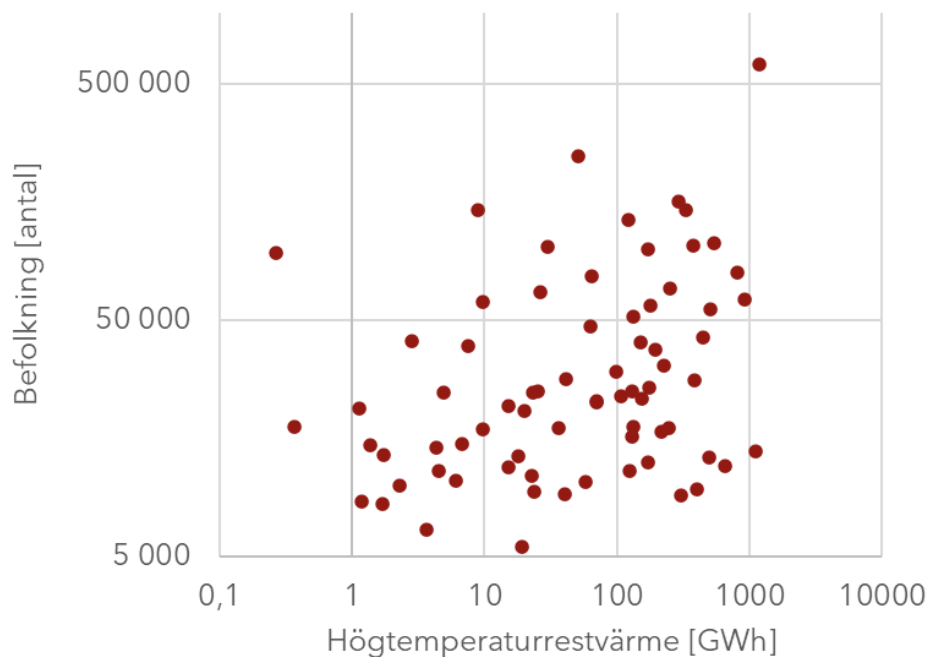
En jämförelse mellan befolkningens mängd och kartlagda restvärmemängder av olika temperaturkvalité visas i Figur 9- Figur 11.



Figur 9. Relation mellan befolkningsmängd och kartlagd potentiellt tillgänglig restvärme vid låg temperatur i svenska kommuner. Observera logaritmiska skalor på y- och x-axlarna.



Figur 10. Relation mellan befolkningsmängd och kartlagd potentiellt tillgänglig restvärme vid medeltemperatur i svenska kommuner. Observera logaritmiska skalor på y- och x-axlarna



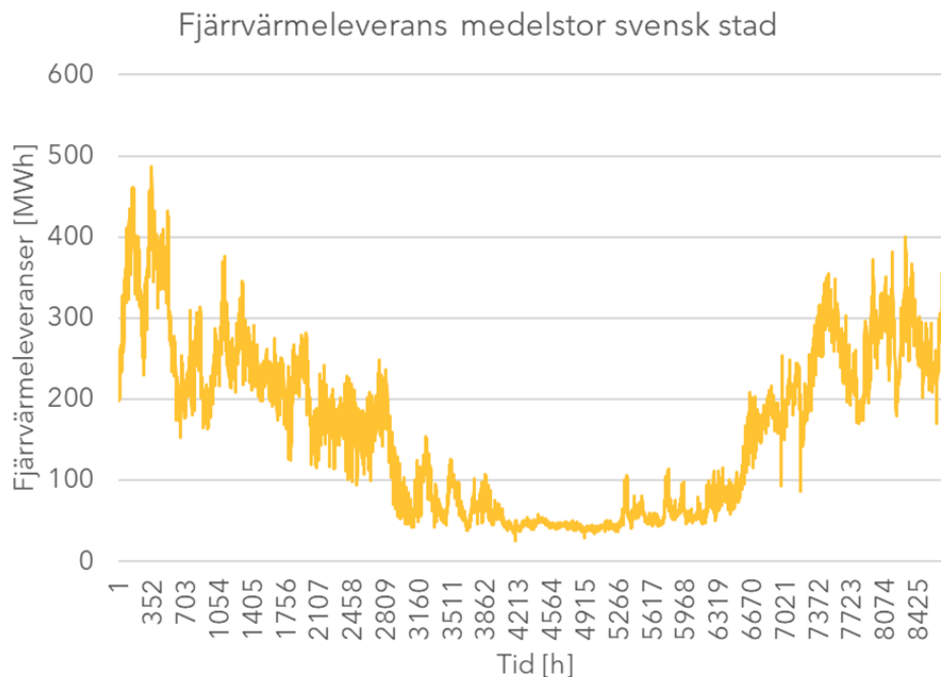
Figur 11. Relation mellan befolkningsmängd och kartlagd potentiellt tillgänglig restvärme vid hög temperatur i svenska kommuner. Observera logaritmiska skalor på y- och x-axlarna.

Som indikeras i kartbilderna i Figur 6 - Figur 8 samt i diagrammen i Figur 9- Figur 11 korrelerar mängden tillgänglig restvärme med låga temperaturer nästan linjärt³ med folkmängden på orten. Med andra ord finns alltså ofta större mängder lågtempererad restvärme på platser där många bor och där värmebehovet därmed bör vara stort. Den tydliga relationen saknas för restvärme vid högre temperaturer, där stora mängder restvärme finns på mindre orter med begränsat uppvärmningsbehov. Ett undantag är Göteborg, där det finns stora mängder högtemperaturrestvärme och ett omfattande värmebehov.

Tidsmässig variation för befintlig restvärme

Restvärmens tillgänglighet varierar både mellan verksamhetstyper och över tid. Vissa industrier levererar värme med relativt jämn temperatur och flöde året runt, medan andra har tydliga variationer över dygn, vecka och säsong. För uppvärmningssyften är det en fördel om leveranserna är jämna eller korrelerar med värmebehovet vilket oftast är störst på vintern (se exempel i Figur 12). Viktigast är att flödena är förutsägbara i både omfattning och tid.

³ Som nämnt har industriell lågvärdig restvärme i stora drag exkluderats ur kartläggningen. Ifall denna restvärme skulle ha inkluderats skulle det nästan linjära förhållandet mellan folkmängd och tillgänglig lågtempererad restvärme sannolikt försvinna.



Figur 12. Exempelprofil för värmebehov i ett fjärrvärmenät i en medelstor svensk stad i SE3 under ett år. Profilen visar att värmebehovet är som högst under vintermånader, men att stora variationer mellan olika dagar och veckor förekommer.

Eftersom restvärme är en biprodukt från en annan verksamhet än värmeproduktion, kan den sällan styras efter fjärrvärmesystemets behov. Det gör att fjärrvärmeleverantören ofta behöver ha alternativ kapacitet i beredskap, vilket kan vara kostsamt och försvårar affären.

Olika verksamhetstyper har olika tidsmässiga mönster för sina restvärmeflöden:

- **Industrier:** Många har kontinuerlig drift och kan leverera stabila flöden högt tempererad restvärme över dygnet och året. Andra har varierande driftmönster, inklusive schema-lagda avställningar och underhållsperioder. Interna uppvärmningsbehov – som ofta är högre vintertid – påverkar också hur mycket restvärme som kan levereras till extern part. Många industrier har därmed störst möjlighet att leverera restvärme under sommaren, då efterfrågan i fjärrvärmenäten är låg

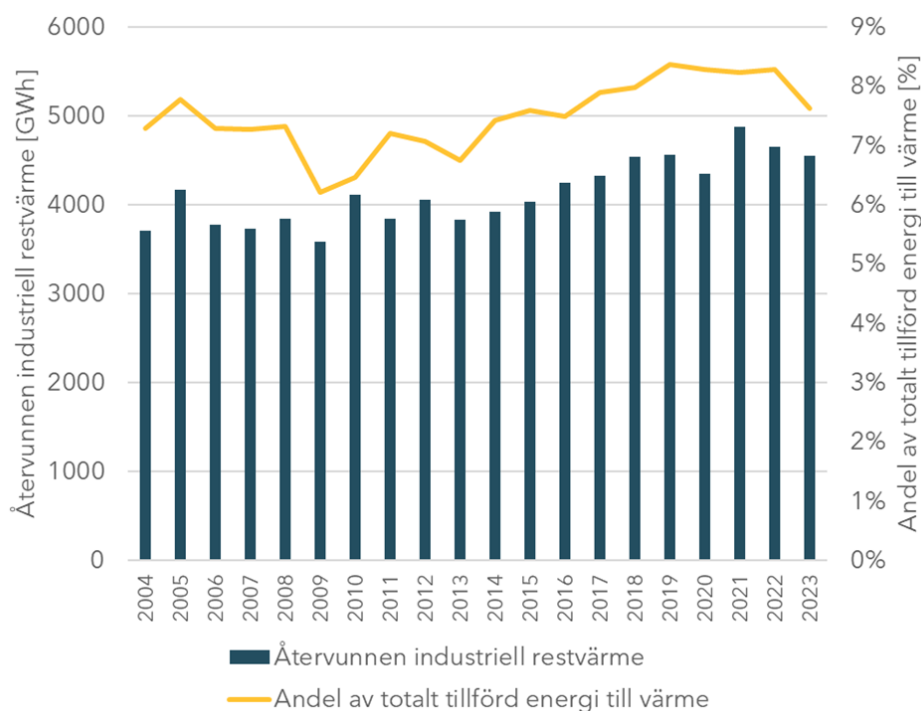
- **Tunnelbanestationer och servicebyggnader:** Levererar mest restvärme sommartid när de kyla och har höga egna värmebehov vintertid – alltså tvärt emot fjärrvärmens behovsprofil.

- **Matvarubutiker, reningsverk och data-center:** Kan ofta leverera relativt stabila flöden året om, vilket gör dem mer attraktiva som restvärmekällor – även om temperaturerna är låga.

Sammantaget är förutsägbarhet och säsongsprofil avgörande faktorer för hur attraktiv en restvärmekälla är för uppvärmningsändamål.

Restvärme i svenska fjärrvärmenät

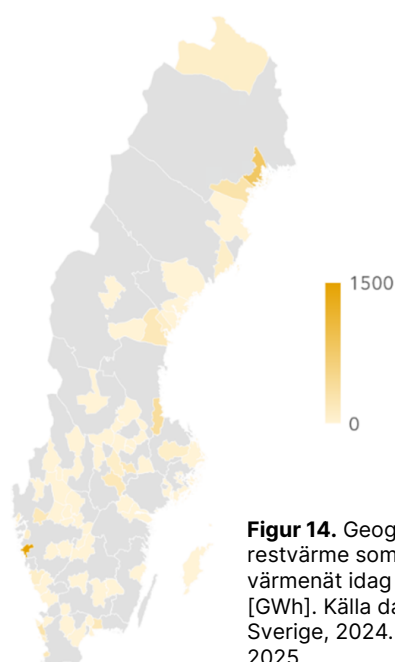
Energiföretagen Sveriges kartläggning av energitillförsel till svenska fjärrvärmenät visar att mängden återvunnen industriell restvärme i svenska fjärrvärmenät har legat på ca 3 500 – 5 000 GWh under de senaste 20 åren. Detta motsvarar ca 7-8% av total tillförd energi för värmeproduktion, se Figur 13.



Figur 13. Tillförd energi till kraftvärme och fjärrvärmeproduktion 2023. Källa: Energiföretagen Sverige, 2024.

År 2023 nyttjades ca 5 TWh är högvärdig restvärme i svensk fjärrvärmeproduktion. Om även restvärme från avloppsreningsverk och andra lågtempererade källor räknas så blir **restvärmeutnyttjandet ca 6,5 TWh år 2023**. Detta kan jämföras med totala fjärrvärmeleveranser på 51 GWh samma år, enligt Energiföretagen Sverige, respektive de 22 TWh restvärme som har identifierats i denna kartläggning.

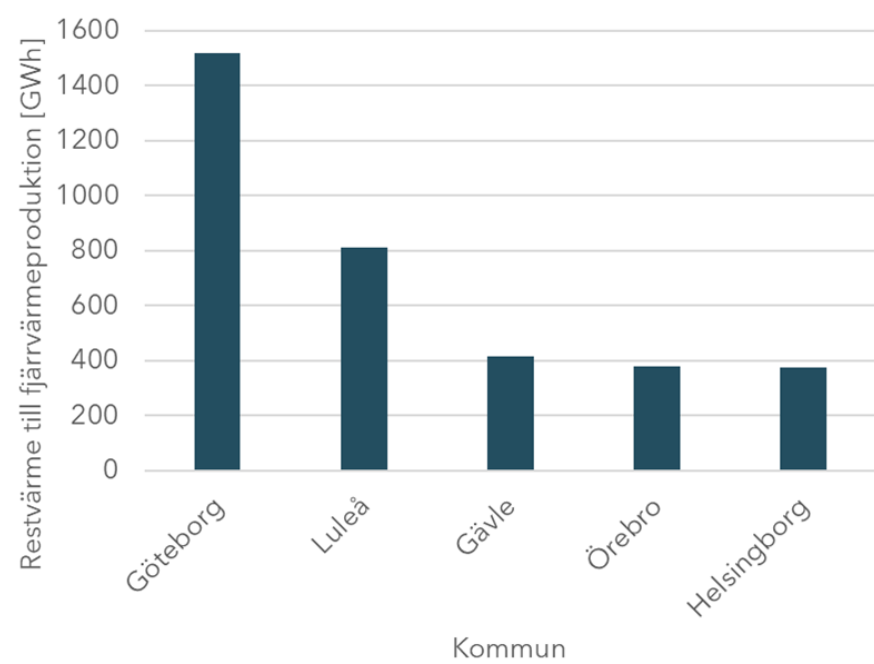
Utav 440 kartlagda fjärrvärmenät hade 90 stycken restvärme i sin värmeproduktionsmix år 2023 (inklusive nät som nyttjar restvärme från avloppsreningsverk med mera). De 90 näten är spridda över 79 kommuner, se Figur 14.



Figur 14. Geografisk spridning av restvärme som nyttjas i svenska fjärrvärmenät idag fördelat på kommuner [GWh]. Källa data: Energiföretagen Sverige, 2024. Omvandlad av Profu 2025

Störst mängd restvärme som nyttjas för fjärrvärme-
produktion idag återfinns i Göteborg med ca 1
500 GWh år 2023. Därefter kommer Luleå, Gävle,

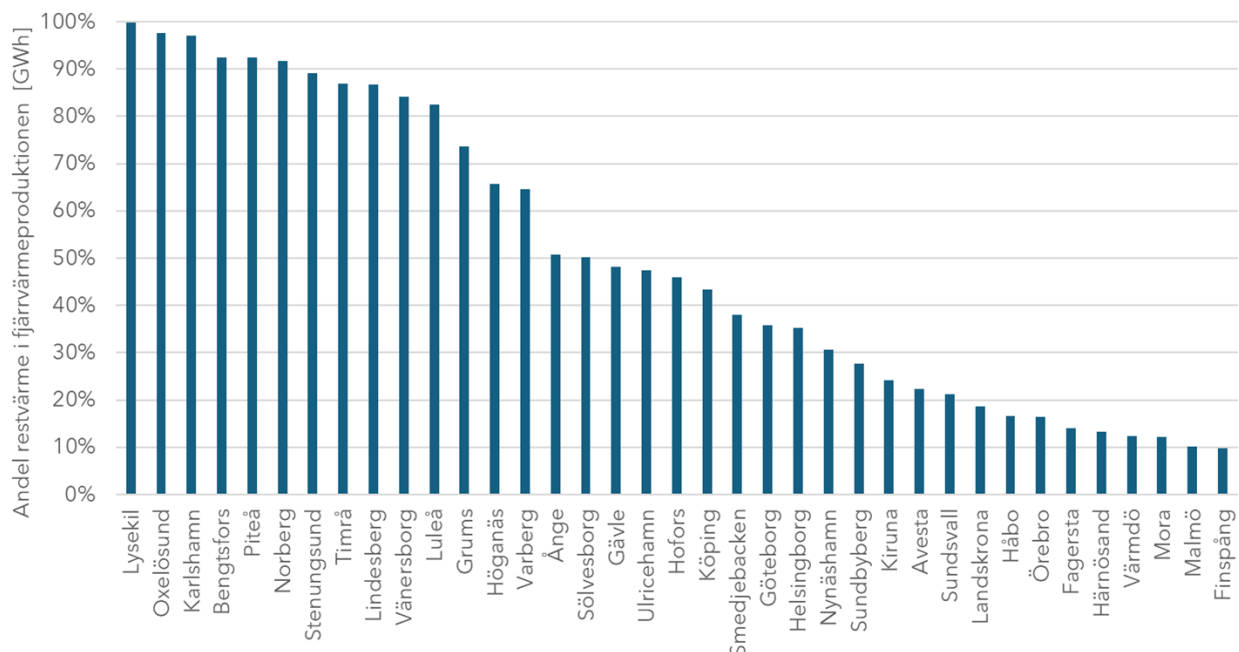
Örebro och Helsingborg, se Figur 15. Tillsammans
står dessa fem kommuner för över 50% av den
totala restvärmeanvändningen i svensk fjärrvärme.



Figur 15. Mängd restvärme (GWh) som nyttjas för fjärrvärmeproduktion i de fem kommuner där mest restvärme nyttjas. Sammantaget nyttjades ca 3,5 TWh restvärme på dessa orter år 2023. Källa data: Energiföretagen Sverige, 2024. Omvandlad av Profu 2025.

Av 90 svenska fjärrvärmenät med restvärme i
sin produktionsmix var det 30 nät som hade 50%
eller mer av sin tillförda värmeenergi från restvär-
me år 2023. På kommunbasis gäller att 16 kom-

muner hade 50% eller mer restvärme i de totala
fjärrvärmeleveranserna inom kommungränsen,
och 11 kommuner hade över 80% restvärmean-
del. Se Figur 16.



Figur 16. Diagrammet visar de svenska kommuner med sammantaget störst andel av tillförd värmeenergi från restvärme år 2023. Källa data: Energiföretagen Sverige, 2024. Omvandlad av Profu 2025.

För kommuner med en mycket hög andel restvärme i sina fjärrvärmenät redan idag kan det bli utmanande att öka användningsgraden ytterligare ifall till exempel en befintlig industri ökar sin produktion eller nyetablering av industri inom befintligt område. Näten kan generellt ses som "mättade" på restvärme om inte ytterligare värmefterfrågan tillkommer.

All statistik i avsnittet är inhämtat från Energiföretagen Sverige (Energiföretagen Sverige, 2024) och delvis omarbetad av Profu.

Tillgänglig restvärme som inte tas tillvara i svenska fjärrvärmenät idag

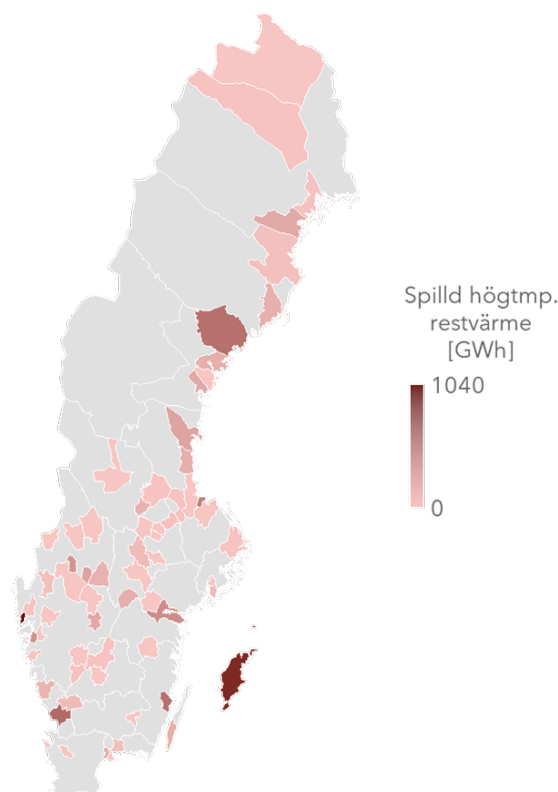
Som visat i ovanstående avsnitt nyttjas ca 6,5 TWh restvärme i svensk fjärrvärmeproduktion. Det är emellertid betydligt mindre än den totala mängden tillgänglig restvärme som har kunnat kartläggas i denna rapport, ca 22 TWh.

Teoretiskt har därmed ca 16 TWh/år outnyttjad restvärme vid olika temperaturnivåer kartlagts i Sverige. Att inte mer restvärme nyttjas kan bero på många faktorer, till exempel pga. att restvärmen finns på platser där det saknas värmeunderlag för att nyttja värmen eller att restvärmen uppstår sommartid när värmebehovet är som lägst. Vissa restvärmeströmmar finns också på samma ort där det idag finns avfallsförbränning. Då avfallet behöver hanteras (kostsamt med stora lager) för att avgifta samhället så prioriteras avfallsförbränning generellt över restvärmeanvändning för värmeproduktion, dvs avfallsförbränning utgör baslast i fjärrvärmeproduktionen.

Kvaliteten på den restvärme som inte tas till vara varierar. Ca 50% av kartlagd, icke utnyttjad restvärme, utgörs av värme vid höga temperaturer (se geografisk fördelning i Figur 17). Den restvärme som nyttjas utgörs samtidigt främst av högttemperaturrestvärme.

Beräknad outnyttjad mängd restvärme, ca:

- Högttemperatur: 8 TWh
- Medeltemperatur: 1 TWh
- Lågttemperatur: 7 TWh



Figur 17. Kartbild som visar tillgänglig restvärme som inte tas tillvara i svenska fjärrvärmenät.

Möjlighet att nyttja tillgängliga restvärme-strömmar i befintliga fjärrvärmenät

På ca 20 orter i Sverige finns större mängder (över 100 GWh/år) outnyttjad högttemperaturrestvärme idag. Detta kan bero på olika faktorer, tex:

- Det finns inte behov av mer restvärme i fjärrvärmenätet.
- Det saknas infrastruktur för att ta vara på värmen, och att bygga ny infrastruktur i närheten av industrin idag bedöms olönsamt av industriparten och energibolaget.
- Det är för långt mellan industrin och den närmaste befintliga fjärrvärmeledningen för att ekonomiskt motivera investeringen.
- Kvaliteten på restvärmefflödet är inte tillräckligt hög, till exempel stora variationer i energi eller temperatur.

19 svenska fjärrvärmenät har över 80% restvärme i sin produktionsmix idag. Dessa nät är därmed redan relativt "mättade" på restvärme. För att kunna ta emot mer restvärme skulle dessa nät troligen antingen behöva:

- öka last, tex nybyggnation inom nätområdet eller genom att kopplas ihop med ett annat fjärrvärmenät längre bort
- värmelager som möjliggör förflyttning av restvärmen till tider på året då efterfrågan är högre och mer restvärme eventuellt skulle kunna avsättas.

Stora mängder restvärme vid lägre temperaturer spills samtidigt över hela landet. Tillgång till lågtempererad värme korrelerar som nämnt ofta med befolkningsmängd, och därmed generellt även storleken på värmeunderlag. Att tekniskt och ekonomiskt möjliggöra tillvaratagande av dessa restvärmeströmmar utgör stora utmaningar, vilket är viktiga anledningar till att denna potential hittills är relativt outnyttjad i Sverige.

Restvärme i framtiden

I detta avsnitt beskrivs hur tillgången på restvärme kan utvecklas mot år 2035. Fokus är på temperatursegmenten hög- respektive mellantempererade flöden. Förändringar av lågtemperaturflöden har inte kvantifierats. Inledningsvis kvantifieras den teoretiska potentialen för särskilt intressanta tillkommande restvärmeflöden, därefter uppskattas total tillkommande restvärmepotential vilken jämförs med dagens läge. Slutligen jämförs den teoretiska potentialen med den faktiska användningen av restvärme i dagens fjärrvärmenät.

Upplägg för kvantifieringar

Kvantifieringar som har gjorts av framtida tillgängliga mängder restvärme utgår från ovanstående kartläggning av nuvarande potential, och nya potentiella flöden har lagts till. Sammanställningen baseras på enkätsvar från 13 industrier samt kompletterande kartläggning och litteratursökning. Samtliga industrier med befintliga högtempererade restvärmeflöden har antagits energieffektivisera 10% till 2035. Undantag är industrier som har svarat på enkäten och därmed har angivit mer exakta uppgifter. Den uppskattade framtida mängden restvärme har sedan jämförts med dagens fjärrvärmebehov.

Källor till framtida restvärmeflöden

I framtiden kan restvärmeflöden tillkomma från många olika källor. I denna kartläggning har fördjupande sammanställning om följande särskilt intressanta flöden gjorts:

- Vätgasproduktion via elektrolys vid befintliga och nya industrier (indirekt elektrifiering)
- Anläggningar för produktion av biodrivmedel, tex. HVO, etanol och metanol (exkl. vätgasbaserade drivmedel)
- Andra elintensiva industrisatsningar som tex. batterifabriker samt ökad produktion vid befintlig industri
- Nya datacenter

Exempel på potentiellt tillkommande restvärmekällor som ej har beaktats i kvantifieringen är:

- Övrig elektrifiering av samhället
- Ändrad folkmängd, vilket bör generera förändring i byggnadsbestånd inkl. servicebyggnader och matvarubutiker
- Energiproduktionsanläggningar med koldioxidinfångning (tex för CCS).

Restvärme från elektrolysbaserad vätgasproduktion

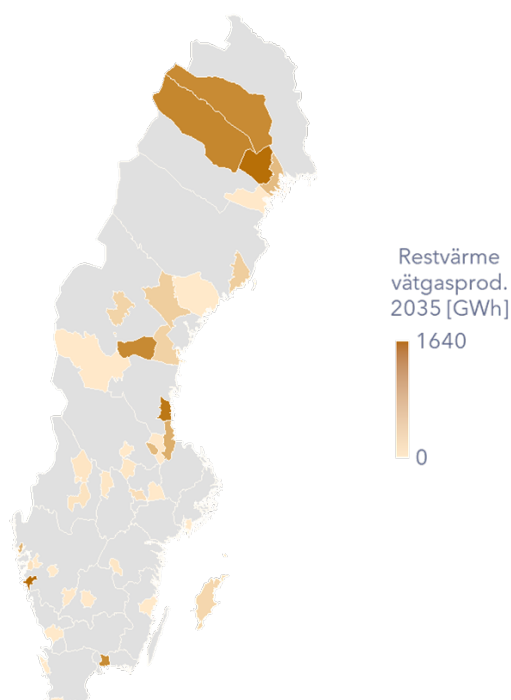
Indirekt elektrifiering av befintlig och ny industri via produktion av vätgas (främst baserad på elektrolys) väntas generera stora mängder restvärme i Sverige i framtiden. En kartläggning från Chalmers Tekniska Högskola 2022 uppskattar att endast industrisatsningarna som görs av Hybrit och Stegra kan komma att generera ca 30 – 40 TWh restvärme när de är i full produktion (Thunman, 2023).

En kartläggning från 2024 uppskattar att svensk vätgasproduktion kan uppgå till ca 35 TWh 2030 respektive ca 180 TWh till 2045 om annonserade projekt förverkligas (IVL Svenska miljöinstitutet, DNV, RISE, Sweco, 2024). Hur mycket restvärme som denna vätgasproduktion kan generera är osäkert. Uppskattningsvis kan ca 35% av producerad vätgas (energiinnehåll) från elektrolysprocessen tillvaratas som restvärme vid ca 50–60°C, men det varierar stort mellan olika produktionsprocesser (Danish Energy Agency, 2024).

I denna kartläggning har tillkommande mängd restvärme från olika elektrolyspjrojekt i Sverige under det kommande decenniet uppskattats till

- Ca 10 TWh år 2030
- Ca 20 TWh år 2035

Därefter väntas mängden restvärme från vätgasproduktion öka i takt med att fler vätgassatsningar tas i drift. Figur 18 visar den geografiska fördelningen av uppskattad tillkommande mängd restvärme från vätgas.



Figur 18. Uppskattad restvärmepotential från svensk vätgasproduktion med elektrolys 2030.

Uppskattningen bygger på en kartläggning av potentiell svensk vätgasproduktion år 2030 respektive år 2035. Kartläggningen gjordes av Profu under sen höst 2024 och baseras på offentligt annonserade vätgaspjrojekt och deras kommunicerade status vid tillfället för kartläggningen. Restvärmepotentialen har beräknats som 35% av producerad energimängd vätgas. Den verkliga potentialen kommer att variera mellan olika vätgaspjrojekt.

Noterbart är att flera av de vätgaspjrojekt som inkluderats i kartläggningen ovan syftar till att producera elektrobränslen via CCU-processer, där infångad koldioxid används tillsammans med

vätgas. Den koldioxid som planeras användas kommer ofta från befintliga kraft- och fjärrvärmeanläggningar med bio- eller avfallsförbränning. Infångningen av koldioxid kan i sig ge upphov till restvärme, men denna har inte kvantifierats i rapporten eftersom kartläggningen har gjorts som underlag till en utredning om möjligheter och utmaningar med en uppvärmningssektor med kraftigt minskad förbränning. I ett sådant scenario skulle CCS respektive CCU vid energibolag inte vara möjlig, vilket innebär att vissa av de inkluderade vätgaspjrojekten sannolikt inte skulle bli av.

Restvärme från produktion av biodrivmedel

Enligt Bioenergitidningens lista med produktionskapacitet för biodrivmedel i Sverige fanns i januari 2024 ca 12 TWh kapacitet i drift, vilket är en ökning med nästan 4 TWh jämfört med ett år tidigare. Samtidigt höll ytterligare nästan 10 TWh kapacitet på att byggas. (Bioenergitidningen, 2024)

Till år 2030 planeras ytterligare ca 56 TWh produktionskapacitet att byggas, varav Preems satsning på biodrivmedel (biojet/SAF och HVO) i Lysekil utgör en stor del. Samtidigt planerar Preem i Lysekil att minska den fossila produktionen med motsvarande mängd drivmedel. De 56 TWh inrymmer även drivmedelspjrojekt som fångats i tidigare nämnd vätgaskartläggning.

Produktion av biodrivmedel kan ge ökad restvärmepotential på flera håll i landet. I de fall där biodrivmedelsproduktionen samtidigt innebär en utfasning av fossila drivmedel kommer det i sin tur att minska mängden tillgänglig restvärme från de fossila processerna. Biodrivmedelsproduktion genererar emellertid i regel mer restvärme än fossil drivmedelsproduktion, beroende på produktionsprocess. Se exempel på generella omvandlingsfaktorer från drivmedelsproduktion till restvärmepotential i Tabell 2.

Tabell 2. Exempel på omvandlingsfaktorer från drivmedelsproduktion till restvärmepotential

Typ av process	Produkt	Restvärme (för externt bruk) per producerad produkt [MWh värme/ MWh produkt]
Vätebehandling av veg. oljor/fetter	HVO, LPG, nafta etc.	0,04* - högtemp.
Förgasning av träråvara	Metanol	0,4 – högtemp.
Pyrolys av träråvara	Pyrolysolja	0,4 – högtemp.
Hydrotermisk förvätskning (HTL) av träråvara	HTL-olja	0

*Ink. Värme från elektrolys för vätgasbehov.

Källa: Danish Energy Agency, 2024. Omnämnt av Energimyndigheten, 2024. Underlag till genomförande av artikel 25.1-25.5

En uppskattning av potentiellt ökade restvärme-flöden från annonserade, tillkommande anläggningar för biodrivmedelsproduktion har gjorts. Anläggningar som redan har täckts in i ovan nämnda vätgaskartläggning har exkluderats för att undvika dubbelräkning. För de flesta kartlagda projekten har antaganden behövt göras om vilken produktionsprocess som producenterna ska nyttja, och i förlängningen hur mycket restvärme detta kan ge. Tabell 2 med omvandlingsfaktorer har nyttjats för att beräkna storleksordningen för potentiella restvärmeflöden.

Till omkring år 2030/ 2035 uppskattas totalt ca 3,2 TWh högvärdig restvärme från biodrivmedelsproduktion tillkomma i Sverige. Produktionen återfinns i sammanlagt sju kommuner, varav merparten på Norrlandskusten samt på Västkusten. Restvärmepotentialen motsvarar en ökad biodrivmedelsproduktion på ca 42 TWh.

Anläggningarna för biodrivmedelsproduktion antas drivas relativt jämt, och därav ha potential att leverera restvärme vid relativt höga temperaturer i ett hyfsat jämt flöde under stora delar av året. Notera att flera av de kartlagda anläggningarna kan ha för avsikt att nyttja värmeflödena internt. Identifierade projekt som har annonserat offentligt att de ämnar nyttja restvärmeflöden internt har exkluderats ur kartläggningen.

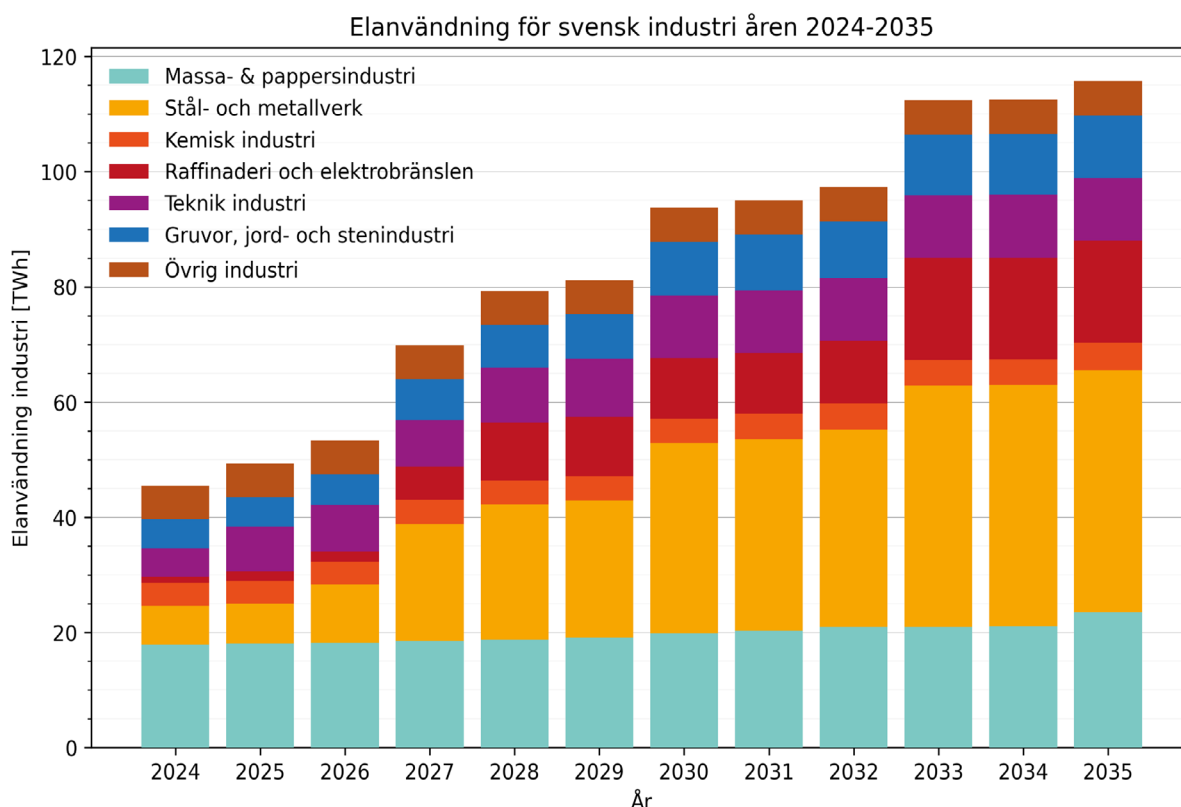
Anläggningar för rötning av biogassubstrat till fordonsbränsle har antagits nyttja eventuell restvärme i sina interna processer och har därför exkluderats ur kartläggningen. Notera att uppskattningen är mycket övergripande och ytterligare kartläggning behövs för att öka säkerheten i potentialbedömningen.

Restvärme från övriga elintensiva industrisatsningar och ökad industriell produktion

Utöver industrier som planerar att producera och nyttja vätgas samt satsningar på biodrivmedelsproduktion planeras en rad större, elintensiva industrisatsningar i Sverige det kommande decenniet och därefter. Elintensiva industrisatsningar planeras inom såväl skogs-, pappers och

massaindustrin som gruvindustri, cementindustri, stålindustri m.fl.

Enligt en kartläggning från SKGS under 2024 väntas elbehovet för industrisektorn öka med ca 70 TWh till 2035 (se Figur 19). Ca 50 TWh av ökningen väntas ske i industrier som har en vätgassatsning (dock beräknas inte all denna el gå till vätgasproduktion) (SKGS, 2024).



Figur 19. Prognos för elbehovet i svensk basindustri 2024 – 2035. Källa: SKGS, 2024.

Totalt uppskattas att en elektrifiering på ca 17 – 25 TWh el i svensk basindustri till 2035 som inte omfattas av redan identifierade industriprojekt (vätgas m.m.) i andra delar av denna rapport. Industrisatsningarna som avses här innefattar exempelvis ökad befintlig produktion, elektrifiering av ugnar och andra befintliga processer, CCS vid industrisiter, uppbyggnad av nya elintensiva fabriker samt elektrifiering av transporter vid industrierna.

Restvärmebidrag från övrig elektrifiering

Ökad elanvändning till transporter väntas inte ge någon ökad restvärmepotential. Ökad elanvändning till olika industriprocesser antas här ge potentiellt ökat externt restvärmebidrag enligt Ta-

bell 3. Notera att denna uppskattning är mycket grov. Olika typer av industriprocesser och elektrifieringsalternativ kommer att generera olika mängder restvärme vid olika temperaturnivåer. Beroende på industridesign och potentiell avsättning samt ekonomisk ersättning för eventuella restvärmeströmmar kan en del industrier också i viss mån anpassa restvärmeflöden i storlek och temperatur för att matcha ett visst behov.

Vidare analys behövs för att uppskatta potentialen med högre precision. Värdena i Tabell 3 har uppskattats för att ge en idé om hur elektrifiering i svensk industri skulle kunna påverka svensk teoretisk restvärmetillgång.

Tabell 3. Antagen extern restvärmepotential från elbaserade industriprocesser (exkl. vätgasprod.) [GWh restvärme/ GWh el]*

Industrikategori	Industrikategori	Medeltemp.
Gruvor, jord och sten	20%	10%
Trävaruindustri	5%	10%
Massa och pappersindustri	5%	10%
Stål och metallverk	10%	10%
Cement (CCS)	0%	20%
Kemisk industri	10%	10%
Teknikindustri	5%	15%

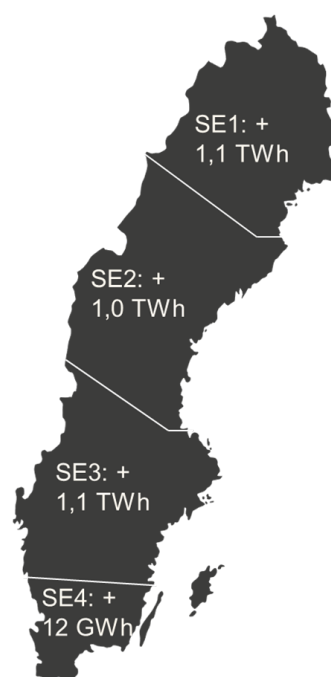
*Antaganden baseras delvis på underlag från Aalborg Universitet (2020). Quantification of Synergies between Energy Efficiency First Principle and Renewable Energy Systems. HORIZON 2020.

Med denna grova uppskattning för restvärmepotential för elektrifieringsprojekt, utöver vätgas-satsningar och liknande, har följande restvärmepotential kunnat identifieras:

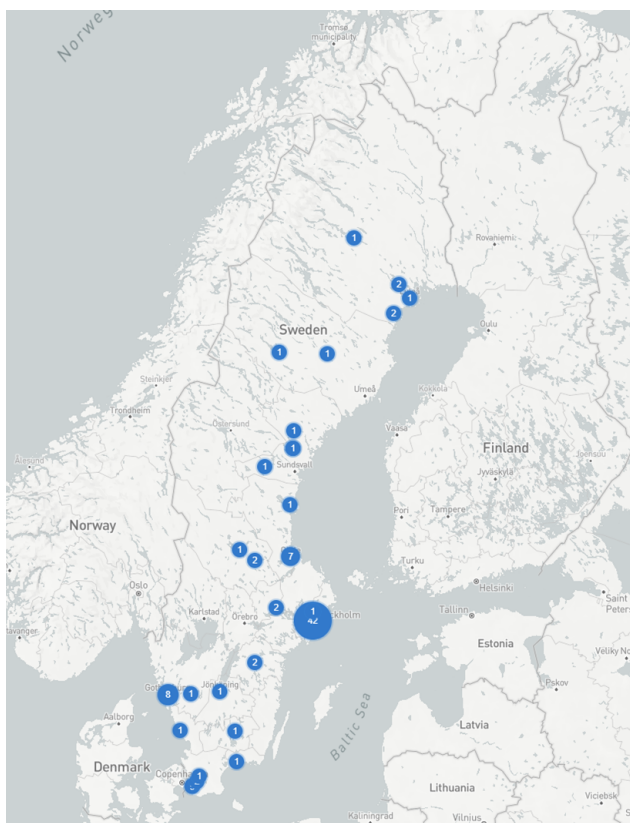
- **Ökning högttemperaturrestvärme: ca 1 – 2 TWh till 2030 – 2035**
- **Ökning medeltemperaturrestvärme: ca 2 – 3 TWh till 2030 – 2035**

Ingen kvantifiering har gjorts för ökad restvärmepotential inom lågtemperaturspannet. Eventuell restvärmeproduktion från fossila bränslen som kan försvinna när processerna elektrifieras är inte inräknat här.

Geografiskt fördelar sig identifierad ökad restvärmepotential över samtliga svenska elprisområden. Majoriteten av tillkommande restvärme väntas i SE1 resp. SE3, med mest högttemperaturvärme i SE1. Se lokalisering för potentiellt tillkommande medeltempererad restvärme inom respektive elprisområde i Figur 20.



Figur 20. Grovt uppskattad ökad restvärmepotential (medeltemp.) från elintensiva industrisatsningar (exkl. vätgasproduktion).



Figur 21. Data Center Map, 2024. Tillgänglig från: <https://www.datacentermap.com/sweden/>

Tillgänglig restvärme i Sverige runt år 2035

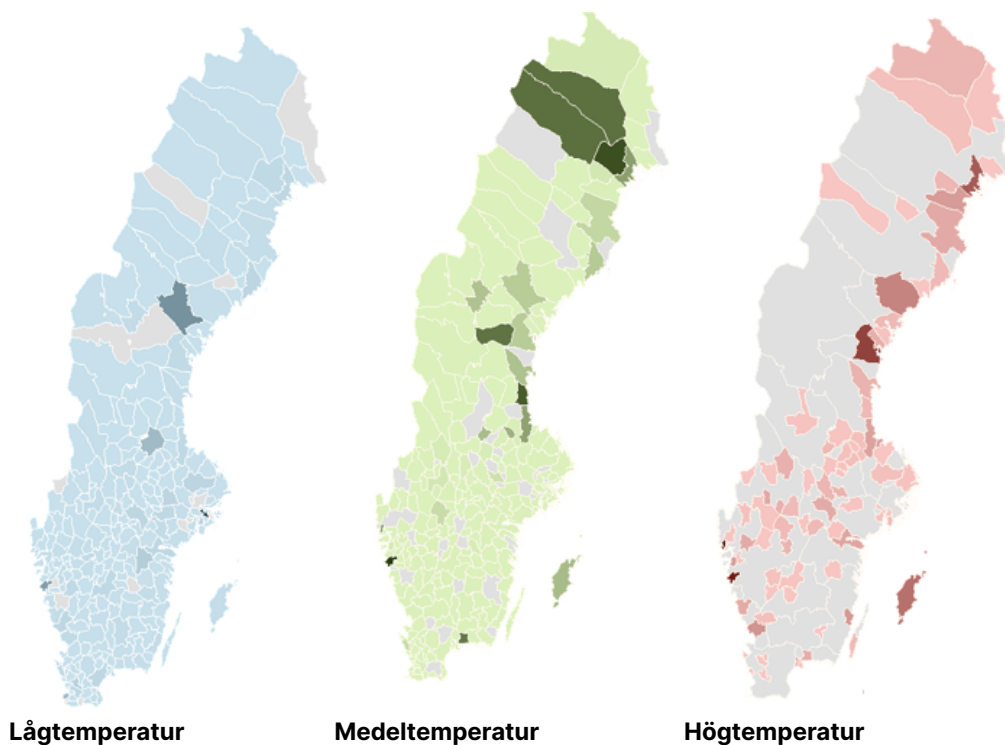
Även i framtiden kommer det att finnas gott om restvärme av olika kvalitet. Denna kartläggning visar på **ca 50 TWh tillgänglig restvärme år 2035**, se fördelning över landet i Figur 22.

Det innebär en potentiell **ökning på ca 28 TWh** jämfört med idag. Ökningen väntas främst ske inom segmentet **medeltemperatur** och beror till stor del på annonserade omställnings- och ny-etableringsprojekt i industrisektorn.

Idag uppskattas ca 3 – 4 TWh el nyttjas i svenska datacenter, varav majoriteten av energin omvandlas till värme. Denna värme antas idag främst utgöras av lågtemperaturvärme. Uppskattningarna baseras på en studie från Radar 2020 (Wallin, Werner, & olofsson, 2020), en studie från RISE 2022 (RISE, 2022), Datacentermap.com samt dialog med Energimyndigheten.

Mot 2030 väntas mängden datacenter öka till ca 4 – 5 TWh el. För nya datacenter antas att tillgänglig restvärme kan levereras vid något högre temperaturer än vad som är standard idag då vätskekylda datacenter väntas bli vanligare. Exempel på större datacenter som planeras under kommande år är:

- Borlänge, ca 240 MW maxkapacitet till 2027 (möjlighet att öka till 360MW) (Borlänge Energi, 2024)
- Östersund, ca 150 MW maxkapacitet till 2033 (20MW till 2027) (EcoDataCenter, 2025)



Figur 22. Kartlagda teoretiskt tillgängliga restvärmeströmmar av olika kvalitet ca 2035. Notera att resultaten inte är uttömmande.

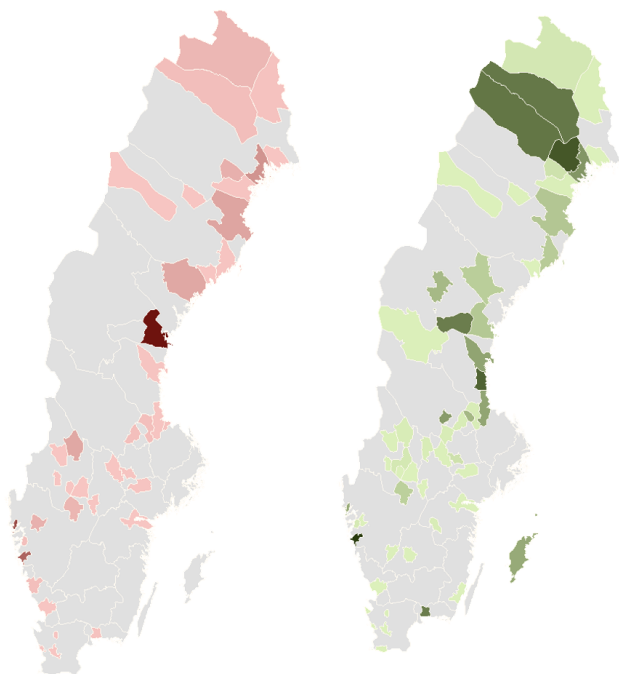
Kartläggningen har främst fokuserat på potentiella förändringar i restvärmertilgång för segmenten hög- och medeltemperaturrestvärme. Eventuella förändrade lågtemperaturrestströmmar har inte kartlagts.

Resultaten visar följande potentiella ökning av tillgänglig restvärme från kartlagda strömmar mot år 2035:

- Högtemperatur: ca +4 TWh, främst pga. ökad befintlig produktion och nya projekt inom basindustrin (som ej beror på vätgasproduktion) samt produktion av biodrivmedel.
- På vissa håll, sammanlagt 60 orter, förväntas tillgänglig högtempererad restvärme minska något, vilket beror på intern energieffektivisering och elektrifiering av tung basindustri, t.ex. pga. masugnar som fasas ut. Den sammanlagda minskningen har uppskattats till 600 GWh på dessa specifika orter.
- Totalt uppskattas mängden högtempererad restvärme till ca 17 TWh 2035.

- Medeltemperatur: ca +25 TWh, främst på grund av tillkommande elektrolysbaserad vätgasproduktion och nya datacenter. Totalt uppskattas mängden medeltempererad restvärme till ca 26 TWh 2035.

Den geografiska fördelningen över skillnad i tillgänglig restvärme mellan idag och 2035 visas i kartorna i Figur 23. Notera att endast orter där en nettoökning i restvärmertilgång väntas är markerade på kartorna.



Figur 23. Kartlagd skillnad i tillgänglig högtemperatur- (vänster) resp. medeltemperatur- (höger) restvärme mellan idag och 2035 på orter där restvärmemängden väntas öka.

Vad kan omhändertas i fjärrvärmenät och av andra värmelaster?

För att uppskatta hur mycket av framtidens restvärmeströmmar som kan tas tillvara behöver flera faktorer beaktas, bland annat hur efterfrågan på värme, och särskilt fjärrvärme, kommer att förändras. Som beskrivet i rapportens inledning väntas efterfrågan på fjärrvärme på nationell nivå minska något framöver. Förändringen beror på flera faktorer, t.ex.:

- Fjärrvärmens konkurrenskraft, vilken är starkt beroende av konkurrens om biobränslen, tillgång på avfall i Sverige och internationellt samt alternativens konkurrenskraft.
- Energieffektivisering hos värmekunderna.
- Förändrad utomhustemperatur.
- Förändrad folkmängd.

I denna kartläggning har efterfrågan på fjärrvärme år 2035 antagits vara ungefär som idag. Det är inte bara fjärrvärmesektorn som kan ta vara på restvärme. Andra mottagare kan tex. vara storskaliga växthus eller fiskodlingar. Om denna typ av anläggningar förläggs i anslutning till en större restvärmekälla och designas för att ta vara på restvärme redan från början kan det generera gynnsamma restvärmesamarbeten. Denna typ av anläggningar har exkluderats kvantitativt i denna kartläggning.

Utöver den framtida efterfrågan på värme för uppvärmningssyften spelar även temperatur, lokalisering och tidsmässig korrelation fortsatt stor roll för möjligheten att kunna tillvarata framtidens restvärmeflöden.

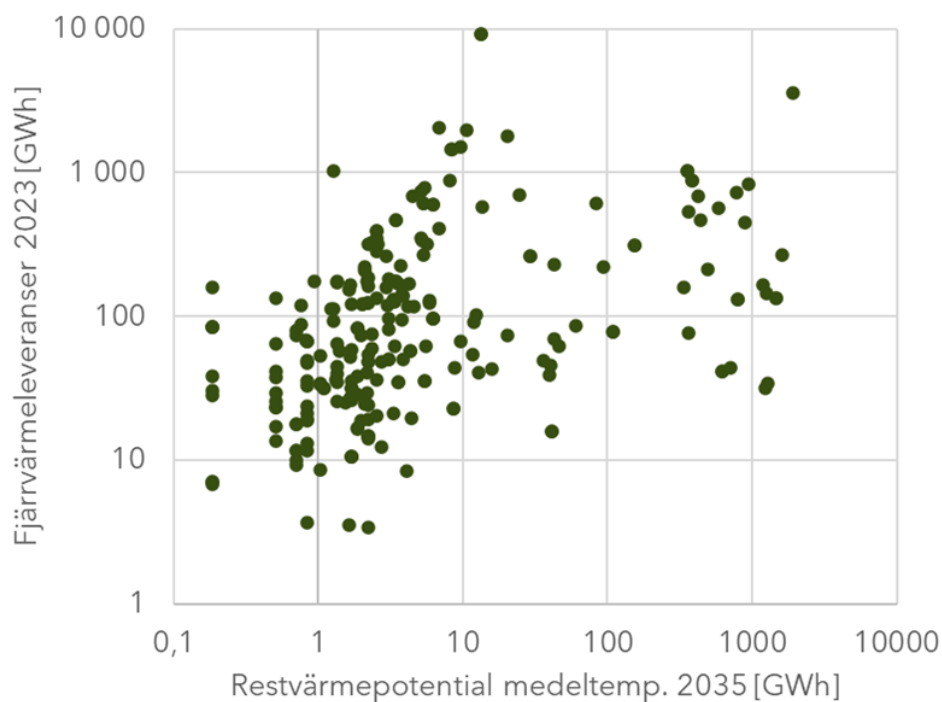
Högtempererade restvärmeflöden har kartlagts på över 80 orter år 2035. Relationen mellan dessa restvärmeflöden och hur fjärrvärmeleveranserna såg ut på motsvarande orter år 2023 visas i Figur 24.

Figuren visar att det finns många orter med höga fjärrvärmeleveranser och låg tillgång på högtemperaturrestvärme, liksom orter där det omvända förhållandet gäller. **Detta indikerar att diskrepansen mellan var de högtempererade restflödena finns respektive var efterfrågan på i alla fall fjärrvärme finns kvarstår även om 10 år.** Mycket högtempererad restvärme riskerar därmed fortsatt att behöva kylas bort, samtidigt som många orter med stort fjärrvärmebehov inte kommer att ha möjlighet att nyttja högtempererad restvärme i sina fjärrvärmenät.



Figur 24. Förhållandet mellan fjärrvärmeleveranser år 2023 på över 80 orter i Sverige och uppskattad teoretiskt tillgänglig högtempererad restvärmepotential på dessa orter år 2035. Notera logaritmisk skala på både x- och y-axel.

Medeltemperaturrestvärme-flöden har kartlagts i nästan samtliga svenska kommuner år 2035. Relationen mellan storleken på dessa restvärme-flöden och hur fjärrvärmeleveranserna såg ut på motsvarande orter år 2023 visas i Figur 25.



Figur 25. Förhållandet mellan fjärrvärmeleveranser år 2023 på över 80 orter i Sverige och uppskattad teoretiskt tillgänglig medeltempererad restvärmepotential på dessa orter år 2035. Notera logaritmisk skala på både x- och y-axel.

Figur 25 visar på stora restvärmeflöden på flera orter där fjärrvärmeleveranserna idag är små. Den visar även avsaknad av större mängder restvärme i medeltemperatursegmentet på flera orter som idag har relativt stora fjärrvärmebehov. Det finns emellertid också flera orter där tillgången på medeltemperaturrestvärme uppskattas bli god samtidigt som orten har ett relativt stort fjärrvärmebehov. Notera dock att vissa projekt med planerad vätgasproduktion bygger på fortsatt förbränning av bio- och avfallsbränslen i den lokala fjärr- och kraftvärmeanläggningen för att få koldioxid till elektrobränsleproduktion.

Utbyggnad av lågtemperatursvärmesystem samt arbete för att sänka temperaturer i befintliga fjärrvärmesystem och fastigheter kan minska behovet av att höja temperaturnivån från medel till hög. Temperaturhöjning med hjälp av värmepumpar kan dock bli nödvändigt på flera håll. Nyttjande av värmepumpar förutsätter el, men mindre effekt än vad som skulle behövas för att höja temperaturen på kallare strömmar.

En ytterligare faktor att beakta vid lokalisering av restvärmekällor i medeltemperatursegmentet och möjligheten att nyttja dessa för uppvärmning är att el inte endast behövs för tex en elektrolysprocess eller ett datacenter- även temperaturhöjning av restvärmen behöver eleffekt. Om nyttjandet av restvärme dessutom innebär minskad elproduktion i ett lokalt kraftvärmeverk genom att förbränningen för uppvärmning minskar så kan detta få signifikant påverkan på den lokala elbalansen.

Potentiella förändringar av lågtempererad restvärme i framtiden har ej kvantifierats i kartläggningen.

Resultatsammanställning av enkät

En enkät har skickats till ett 30-tal industrier som bedöms ha eller kunna få betydande restvärmeflöden, idag eller i framtiden. Syftet med enkäten var att fånga hur mycket restvärme som finns idag, inom vilka temperaturspann och volymer samt hur detta kan förändras framöver. Enkäten skickades ut succesivt från mitten av november 2024 till mitten av januari 2025. Svar inkom från början av december till slutet av januari 2025, totalt 13 svar. Vissa av enkätsvaren har följts upp med kompletterande samtal eller mail. Det är för få svar för att dra några långtgående slutsatser

endast utifrån dessa, men svaren har kompletterat övrig statistik och bidragit med värdefulla insikter och medskick från industriaktörerna.

Resultaten av enkäten, tillsammans med kompletterande information om respektive bolag och ort, har sammanställts och analyserats, men endast aggregerade resultat och insikter redovisas i rapporten. Svaren på enkäterna har nyttjats för kvantitativ bedömning av restvärmeflöden som nyttjas eller finns tillgängliga idag samt framtida förändringar. Även kvalitativ information om förutsättningar och förändringar har fångats i enkäterna. Se frågor som ställdes i enkäten i Bilaga 1 Frågor i enkäten.

Enkätsvaren ger en splittrad bild. Vissa industriföretag är långt framme vad gäller samarbete runt restvärme, medan andra ser begränsade möjligheter, vilket många gånger kopplas till efterfrågan och intresse hos det lokala energibolaget.

Enkäten indikerar att det finns **stor potential för ökat restvärmeutnyttjande**, men i vilken grad potentialen realiserar är starkt beroende av ekonomiska incitament, tekniska innovationer och utökad infrastruktur. Generellt är det tydligt att industriföretagen i först hand arbetar med att effektivisera interna processer för att minska energiförbrukning och i andra hand nyttja restvärmen internt innan man överväger möjligheter med externa samarbeten.

De e-metanolanläggningar vi projekterar kommer att förbruka ca 1,2 TWh el per år. Det är för närvarande inte möjligt att bedöma hur mycket som blir restvärme eftersom högvärdig ånga genereras internt samtidigt som lågvärdig ånga förbrukas. Hur mycket av detta som kan användas i ett fjärrvärmenät är svårt att kvantifiera. Det kan bli betydande mängder beroende på mottagarens krav på in- och utgående temperaturer.

- E-metanolproducent

Branschvisa skillnader

Bland de företag som svarat finns flera exempel på stora industriföretag som redan är aktiva inom restvärmeutnyttjande. Många industrier – särskilt de med höga energibehov och stora restvärmeflöden – har därmed redan etablerade samarbeten med energibolag.

Utmaningar för framtida samarbete

Enkätsvaren visar samtidigt att det finns många tekniska och ekonomiska hinder för att ta vara på restvärme. Variationer i värmeflöden, krav på höga temperaturer och behov av omfattande investeringar gör att möjligheterna för vissa industrier är begränsade. Samtidigt rapporterar flera företag om låg eller obefintlig efterfrågan på restvärme från lokala fjärrvärmenät.

Största delen av energin som vi angivit som inte utnyttjas är på lågtempererat vatten och de [energibolagen] vill ha högttempererat vatten, gärna över 90 grader. Under relativt stora delar av året så är behovet [av värme] också lägre än vad vi kan leverera från nuvarande utbyggda strömmar.

- Kemisk industri

Troligen minskad energileverans från befintligt restflöde, på grund av ökad avsättning av värme inom site av befintliga volymer. Slutligt beslut är ej taget, men process relativt långt kommen

- Tillverkningsindustri

Möjligheter utifrån enkätsvaren

- Ökad efterfrågan på restvärme: I de fall då energibolag ser möjligheter för utökade leveranser, tex. genom att koppla samman och utöka sina fjärrvärmenät, skapas incitament för nya restvärmesamarbeten. Notera att energibolagen själva inte har tillfrågats, vilket gör att andra incitament för ökat nyttjande av restvärme inte lyfts fram här.

- Tekniska uppgraderingar: Flera industrier planerar ombyggnationer och investeringar som möjliggör bättre restvärmeutnyttjande, t.ex. installation av värmepumpar och effektiva återvinningssystem. Uppgraderingar kan dock innebära att mindre restvärme genereras och att den interna nyttjandegraden kan ökas, dvs mindre restvärme blir aktuellt att leverera externt.

- Integrering av lågtempererat vatten: Trots efterfrågan på högttempererade flöden visar vissa projekt att även lågtempererad restvärme kan användas i befintliga fjärrvärmenät

- Stabil leverans: Vissa anläggningar har stabila och kontinuerliga leveranser av restvärme, vilket underlättar långsiktiga avtal och samarbete med energibolag.

Signaler om framtida möjligheter

Trots utmaningarna finns det goda exempel på fungerande samarbeten och stabila restvärmeleveranser, något som också indikerar potential för fler samarbeten och ökat restvärmeutnyttjande i framtiden om lärdomar och insikter från dessa samarbeten kan spridas. Även tekniska innovationer och potentiell utbyggnad av nya fjärrvärmenät kan bidra till ökad nyttjandegrad.

Vissa företag har å andra sidan långsiktiga planer på ökad intern återvinning av restvärme genom effektiviseringar och nya investeringar, vilket kan leda till minskade leveranser externt. Framtida elektrifiering av processer som idag baseras på fossila bränslen kan också leda till att tillgången på restvärme minskar i vissa industrier samt att den värme som ändå kommer troligen har lägre temperatur.

Vi har väldigt lite restvärme idag och i framtiden är det väldigt svårt att säga, men med ny utrustning och potentiellt nya processareor så kommer dessa designas så energieffektivt som möjligt.

- Kemisk industri

Utmaningar utifrån enkäten

- Låg efterfrågan: Många industriområden är belägna på mindre orter med begränsat värmebehov, vilket gör det svårt att hitta avsättning för överskottsvärme, oavsett temperaturnivå.
- Temperaturnivåer: Skillnader mellan vad industrier kan leverera och vad fjärrvärmenäten efterfrågar (t.ex. högtempererat vatten över 90 grader) begränsar möjligheterna att nyttja vissa restvärmeströmmar.
- Ekonomiska hinder: Låg lönsamhet för investeringar. Investeringar i ombyggnation och återvinningssystem är ofta kostsamma. Många restvärmeströmmar, särskilt för lägre temperaturer (<60°C), är inte ekonomiskt lönsamma att utnyttja.
- Säsongs- och processvariationer: Flera industrier rapporterar stora variationer i restvärmeflöden, vilket försvårar kontinuerlig användning. Överskottsvärme nyttjas internt vintertid och kyls ofta bort sommartid när värmebehovet är lågt.
- Regulatoriska begränsningar: Energi-skatter och andra regleringar kring el- och värmeproduktion påverkar lönsamheten för att omvandla lågt tempererad energi till högre nivåer. Exempelvis är energiskatt på el för att höja temperaturen är en begränsande faktor.

Sammanfattningsvis finns det betydande möjligheter att expandera restvärmeutnyttjandet, men detta kräver bättre samordning mellan industrier och energibolag samt tekniska och ekonomiska insatser.

Låg svarsfrekvens?

Det faktum att färre än hälften av företagen har svarat kan tyda på att restvärmefrågan inte är en prioritet för många företag. Det kan exempelvis bero på att:

- Restvärme inte är en betydande del av verksamheten för många företag. Dessutom är osäkerheterna stora vad gäller kommande restvärmeströmmar, så möjligheten och viljan att uttala sig är begränsad.
- Det saknas ekonomiska eller affärsmässiga incitament att delta i initiativ kring restvärmeutnyttjande.

Dessutom var valet av tidpunkt (november/december) och kort svarstid för utskicket inte optimalt. Respondenters förutsättningar för att inkomma med svar bör tas i större beaktande vid eventuellt upprepat förfarande.

Restvärmesamarbeten – förutsättningar och nyttor

Att tillvarata restvärme från industriverksamheter, livsmedelsbutiker eller andra verksamheter för externa uppvärmningssyften, exempelvis i fjärrvärmenät eller växthus, kräver strukturerad samverkan. Restvärmeleverantören och mottagaren behöver gemensamt utforma avtal och säkerställa att parterna långsiktigt lever upp till sina åtaganden. Restvärmesamarbeten erbjuder betydande möjligheter, men framgång förutsätter tydliga förberedelser och väl avvägda affärsmodeller.

Förväntade nyttor omfattar bland annat ökad energi- och resurseffektivitet, minskat beroende av fossila bränslen och därmed lägre koldioxidutsläpp. Kostnadsbesparingar kan realiseras för både restvärmeleverantör, energibolag och värmekund, samtidigt som samarbete och transparens kan stärka relationer och bygga långsiktigt förtroende. Restvärmesamarbeten kan också driva teknisk innovation och skapa lokala fördelar i form av arbetstillfällen och regional utveckling. Genom gemensamma investeringar och riskdelning kan parterna dessutom skapa robusta strukturer för framtida utveckling.

Förutsättningarna för att restvärmesamarbeten ska lyckas styrs till stor del av värmeflödets egenskaper och användarens krav. Temperatur är en central faktor: lågtempererad restvärme kan behöva höjas via värmepumpar medan högtempererad kan nyttjas direkt, förutsatt att temperaturen är stabil och förutsägbar. Restvärmens roll i befintliga produktionssystem behöver också utvärderas – särskilt hur den kompletterar fjärrvärmeproduktionens befintliga bränslemix

och vilka investeringsbehov som ändå föreligger. Ekonomiskt påverkas samarbetets genomförbarhet av faktorer som räntenivåer, avkastningskrav och avskrivningstider. Skillnader i finansiella förutsättningar mellan parterna kan göra förhandlingsfasen avgörande. Geografisk närhet mellan restvärmekälla och fjärrvärmenät förbättrar lönsamheten, men framtida styrmedel och förändrade bränslepriser kan på sikt förändra kalkylerna. Infrastrukturens utformning – tillgång till ledningar, värmelager och anpassade system – är tekniska faktorer som måste vägas in.

Tekniskt kräver restvärmesamarbeten robusta lösningar för värmeöverföring och integration. Effektiva värmeväxlare, isolerade rörledningar, avancerade styrsystem samt kapacitet för temperaturreglering och underhåll är grundläggande för att säkerställa driftsäkerhet och energieffektivitet. Integration med befintliga nät kräver noggrann teknisk planering och samordning.

Avtalsmässigt är långsiktighet och tydliga leveransvillkor avgörande. Samtidigt behöver avtal innehålla en viss flexibilitet för att hantera förändringar i produktion och efterfrågan över tid. Ekonomiska modeller bör utformas så att de skapar incitament för investeringar och fördelar nyttan rättvist mellan parterna. Riskdelning – kring exempelvis produktion, priser, policyramverk och volymvariationer – är en nödvändighet för att etablera förtroende och bygga hållbara samarbeten.

Hinder och möjliggörare för att tillvarata restvärmepotentialen

För att kunna ta tillvara på restvärmen för uppvärmningssyften behövs någon form av samarbete mellan restvärmeleverantör och den som ska nyttja restvärmen. Samarbetsformen kan vara olika ingående, på en skala från strikt kund-leverantörsrelation, via fördjupat energisamarbete till att starta ett gemensamt bolag. De tre nivåerna har olika utgångspunkt och fördelar, men kräver också olika nivå av investering i relationen och samarbetet samt långsiktighet mellan parterna.

Innan parterna går in i någon form av samarbete behöver driftsnyttan med restvärmesamarbetet analyseras och utvärderas. Utan driftsnytta, ingen affär. Båda parterna behöver också se fördelar med restvärmesamarbetet långsiktigt. Nyttorna kan till exempel vara ökat resursutnyttjande, ekonomisk driftsnytta, mer elproduktion, robusthet på kort och lång sikt.

Betydande restvärmepotential i olika temperaturnivåer har identifierats i denna kartläggning, såväl idag som i framtiden. I rapporten har olika hinder och möjliggörare tagits upp tidigare, men i följande avsnitt fördjupas beskrivningarna något.

Tekniska hinder och möjliggörare

Det finns en rad tekniska utmaningar som behöver hanteras för att realisera restvärmepotential. Energimyndigheten konstaterar att förmågan och begränsningarna för att ta tillvara på ökade spillvärmemängder beror på om 1) spillvärmen är på rätt plats 2) temperaturen på spillvärmen är tillräckligt hög samt 3) produktion och leverans kan ske vid rätt tillfälle (Energimyndigheten, 2023).

Lokalisering

Avståndet mellan restvärmen och tillräckligt värmebehov är en kritisk faktor. Stora restvärmeflöden idag är lokaliserade för långt ifrån tillräckligt värmebehov eller fjärrvärmeinfrastruktur. Hur långt avståndet kan vara för att det ska vara lönsamt att transportera värmeenergin beror bland annat på temperaturnivån på restvärmen (ju högre temperatur, desto större möjlighet att räkna hem transport av vattnet), fjärrvärmens alternativa produktionskostnader och kostnader för sammankoppling.

Möjliggörare är till exempel att:

- nya industrier, datahallar etc. lokaliseras med möjligheter för tillvaratagande av restvärme i åtanke
- nya värmelaster, till exempel bostadsområden, växthus, fiskodlingar etc. byggs nära potentiella restvärmeleverantörer
- längre rörledningar dras för att koppla ihop restvärmekällor med befintlig fjärrvärmeinfrastruktur eller större värmelaster där så är tekniskt och ekonomiskt genomförbart.

Varierande kvalitet

Uppvärmningsbehovet är tydligt säsonsberoende. Många restvärmeflöden varierar i storlek och temperatur över dygnet och året, samt kan variera utifrån industriverksamhetens produktionsförutsättningar och efterfrågan. Tillgången till högtempererad restvärme är många gånger högre under sommarmånader, då restvärmeleverantören inte heller har egna uppvärmningsbehov. Att anlägga säsongslager för att lagra från sommarsäsong till vintersäsong är generellt kostsamt ⁴ (Sköldberg, Holm, & Rensfeldt, 2019). Sammantaget kan denna obalans mellan förutsägbarhet och variation i temperatur och volym över tid försvåra nyttjande i värmeproduktion.

Möjliggörare är till exempel att:

- värmelager byggs för att hantera variationerna. Lagringsmöjligheter kan skapas på kort eller längre sikt. Investeringen i lagringsmöjlighet kan göras av energibolaget eller i samarbete med restvärmeleverantören och de värden som skapas behöver fördelas.
- avtal skrivs med värmekunder och/eller restvärmeleverantörer för att hantera variationer, till exempel genom kundflexibilitet eller förutsägbara leveranser.

För låga temperaturer

Tvårt emot fallet med högtempererad restvärme finns ofta större mängder lågt tempererad restvärme på platser där många bor och värmebehovet därmed ofta är stort (se tex. Figur 9). Temperaturkrav i majoriteten av befintliga fjärrvärmesystem respektive byggnader är emellertid

⁴ I rapporten Värde av säsongslager i regionala system, Sköldberg, Holm och Rensfeldt 2019, beräknas värdet av ett säsongslager sett ur fjärrvärmesystemets perspektiv. Det finns flera olika värden för fjärrvärmebolaget, tex att dyrare produktion kan undvikas vintertid och att lagret kan leda till undvikna investeringar i ytterligare produktionskapacitet. Författarna konstaterar dock att lagret behöver laddas med värme med nära noll-kostnad och att värdet av lagringen kan behöva delas med restvärmeleverantör.

anpassade för höga temperaturnivåer. För att sänka temperatur i fjärrvärmesystemens befintliga infrastruktur kan mer eller mindre omfattande anpassningar göras i fjärrvärmeproduktionen och hos värmekunderna, se till exempel (Rensfeldt, Månborg, & Haraldsson, 2022) och (Boss, Pädam, & Larsson, 2021).

Möjliggörare är tex. att:

- nya värmelaster, såsom nya bostadsområden eller stadsutvecklingsprojekt, förbereds för lågtempererade fjärrvärme- eller närvärmesystem
- storskaliga värmepumpar (eller annan temperaturhöjande produktion) -nyttjas för att höja temperaturen på restvärmefflöden till önskad framledningstemperatur i fjärrvärmenät
- befintliga fjärrvärmesystem och byggnader anpassas för att kunna hantera lägre temperaturer. Kostnader för denna anpassning kan behöva fördelas mellan parterna.

Ökat elbehov för uppvärmning

Genom driftoptimering och nyttjande av elbase-rad uppvärmning kan värmepumpar utgöra ett viktigt redskap för ökad resurseffektivitet under de alltmest vanligt förekommande lågpristimmarna i framtiden. Det krävs å andra sidan el även under högpristimmar, ofta vintertid då värmebehovet är som störst, för att pumpa respektive för temperaturhöjning av restvärme. Elbehovet för omhändertagande av restvärme beror dels på förutsättningar för pumpning, dels hur stor temperaturhöjning som krävs. Dessutom kan ökat restvärmeutnyttjande i fjärrvärmesystem leda till minskad elproduktion lokalt, om restvärmen ersätter kraftvärme.

Möjliggörare är tex.:

- flexibel användning av värmepumparna genom driftoptimering, nyttjande av värmetröghet i bland annat byggnader, värmelager, avtal om flexibilitet hos värmekunderna etc.
- lokalisering av restvärmekällor och värmepumpar på platser där den lokala elnätscapaciteten inte redan är ansträngd
- ökad elproduktion samt förstärkning av lokala, regionala och nationellt elnät
- att inte prioritera ökat restvärmeutnyttjande

till förmån för lokal kraftvärmeproduktion, när den lokala effekttillgången är ansträngd

Ekonomiska hinder och möjliggörare

De flesta tekniska hinder som nämnts ovan är teoretiskt hanterbara och går att överbygga med ledningar, lager, renovering, smarta taxor och avtal m.m. Det blir emellertid ofta kostsamt. Särskilt svårt och kostsamt är generellt renovering av befintliga ledningar och byggnader. Även att dra längre ledningar mellan restvärmeleverantörer och fjärrvärmenät liksom att bygga värmelager är kostnadsdrivande. **Många tekniska hinder är därmed egentligen ekonomiska.**

Förtroende, transparens och affärsmodeller

Förtroende och transparens är grundläggande faktorer för att ingå energisamarbeten och realisera restvärmepotential. Nedan beskrivs några aspekter.

- Ömsesidig förståelse. Parterna måste ha förståelse för varandras förutsättningar, tex. tekniska förutsättningar, konjunkturberoende, avkastningskrav, miljökrav, kundkrav och förväntningar. Energipartens förutsättningar är kraftigt beroende av omvärldsförändringar i termer av energipriser och skatter medan industiparten/restvärmeleverantören kan påverkas av sådant som globala marknadsförutsättningar inom industrisegmentet, konjunkturläget och geopolitiska förändringar.
- Förståelse för parternas kostnadsstruktur som påverkas av och påverkar energisamarbetet, tex. energisidans fasta respektive rörliga kostnader och industipartens kostnader för energi inklusive alternativkostnad för att kyla bort värmen.

Det krävs alltså en hög grad av öppenhet mellan parterna. Full transparens runt affärsförutsättningar kanske inte är möjligt men det behöver råda tillräcklig tydlighet runt de förutsättningar som påverkar energisamarbetet för att bygga förståelse och förtroende.

Affärsmodeller och avtal behöver gagna samtliga involverade parter såväl kort- som långsiktigt och därmed anpassas till specifika lokala/regionala förutsättningar. Avtalen bör vara tydliga och långsiktiga men också tillräckligt flexibla för att kunna hantera oförutsedda händelser. Regelbunden uppföljning och utvärdering av avtalen

är lämpligt för att hantera eventuella ofullkomligheter i avtalet eller det praktiska samarbetet. En viktig diskussion som behöver föras i samband med att affärsmodellsutveckling är vem som ska stå för vilka investeringar och risker.

Styrmedel för ökat nyttjande av industriell restvärme

För att främja ett mer effektivt nyttjande av industriell restvärme inom uppvärmningssektorn finns en rad styrmedel på EU-, nationell och regional nivå. Dessa inkluderar både krav och incitament som påverkar aktörer längs hela värdekedjan – från industriella restvärmeproducenter till fjärrvärmebolag och fastighetsägare som kan ta emot värmen.

Styrmedel kan delas in i olika kategorier:

- **Regulatoriska styrmedel:** till exempel krav i EU-direktiv på kartläggning och återvinning av restvärme, samt krav på lokala energiplaner.
- **Ekonomiska styrmedel:** till exempel investeringsstöd såsom Klimatklivet.
- **Planeringsverktyg och informationsstyrning:** till exempel regionala värme- och kylplaner eller lagkrav på kostnads-nyttoanalyser vid nyetablering av industri.

Exempel på relevanta styrmedel:

- **Energieffektiviseringsdirektivet (EED):** EED innehåller flera krav som direkt rör restvärme, bland annat att medlemsstater ska kartlägga spillvärme från anläggningar >20 MW, att lokala värme- och kylplaner ska tas fram i kommuner >45 000 invånare och att restvärme från datacenter >1 MW ska återvinnas när det är tekniskt och ekonomiskt möjligt (EU, 2023).
- **Direktivet om förnybar energi (RED III):** I RED III (EU 2023/2413) lyfts spillvärme i flera sammanhang som en resurs som bör främjas inom både industri och uppvärmningssektor. Bland annat får spillvärme räknas in i uppfyllelsen av målen för förnybar energi i fjärrvärmesystem, och medlemsstaterna uppmanas att kartlägga och tillgängliggöra sådan energi. Dock ges förnybar energi fortsatt högre prioritet än återvunnen energi som spillvärme. I flera fall tillåts spillvärme bidra till måluppfyllelse endast under vissa villkor eller med reducerad vikt. (EU, 2023)

- **Klimatklivet – investeringsstöd:** Restvärmeprojekt kan i dagsläget få stöd via Klimatklivet om de minskar växthusgasutsläpp. Dock missgynnas fjärrvärmenät som redan har låga utsläpp, eftersom dessa inte alltid kan påvisa ytterligare klimatnytta. Förslag har lagts fram om att utöka kriterierna till att även omfatta resurseffektivisering (Naturvårdsverket, 2024).

För att underlätta ökat restvärmeutnyttjande föreslog Energimyndigheten i Fjärr- och kraftvärmestrategin 2023 att regionala planer bör utarbetas för bättre integration av restvärme i fjärrvärmesystemet, exempelvis genom nätkoppling. De föreslår också att lagkrav på kostnads-nyttoanalyser för nya industrier >20 MW bör kompletteras med krav på geografisk lokalisering nära fjärrvärmefrastruktur (Energimyndigheten, 2023).

Summering och slutsatser

I en tid där Sveriges värmemarknad präglas av skärpt konkurrens om bioråvara, ökad elektrifiering och en växande medvetenhet om resurser cirkularitet, framträder industriell restvärme som en underutnyttjad men strategiskt viktig resurs. Detta arbete har genomförts på uppdrag av Fossilfritt Sverige i samarbete med forskningsprojektet Värmemarknad Sverige under senhöst 2024 och våren 2025. Syftet har varit att kartlägga restvärmeflöden av olika kvalitet i Sverige idag och i framtiden, samt att jämföra resultatet med förutsättningar för att nyttja restvärmen i framför allt befintliga fjärrvärmesystem. Resultaten ska bland annat utgöra underlag för diskussion om värmemarknadens framtida utvecklingsmöjligheter med avseende på restvärme.

Restvärme definieras i rapporten som värmeenergi som inte nyttjas i den process där den uppstår och som potentiellt kan användas för externa ändamål, främst i fjärrvärmesystem. Intern återvinning av restvärme exkluderas i denna rapport, där fokus ligger på värme som kan bidra till resurseffektivisering och utsläppsminskningar i det bredare energisystemet.

Restvärmeflöden kan delas in i tre temperaturkategorier:

- Lågtemperaturrestvärme (20–50°C): Kräver temperaturhöjning via t.ex. värmepumpar för att kunna användas i fjärrvärmenät.
- Mellantemperaturrestvärme (50–90°C): Kan i vissa fall användas direkt, men behöver ofta viss temperaturhöjning.
- Högtemperaturrestvärme (>90°C): Kan oftast direkt integreras i fjärrvärmenät.

Denna kartläggning visar att restvärmen redan idag står för ca 8 % av tillförd energi i fjärrvärmesystemen – en imponerande siffra internationellt sett – men att potentialen är långt större: upp till 50 TWh år 2035 jämfört med dagens nyttjande på ca 6,5 TWh.

Utmaningar som kräver samsyn

För att realisera denna potential räcker det inte med teknisk innovation. Den geografiska skillnaden mellan var restvärmen uppstår och var värmebehov finns är ett grundläggande struk-

turellt hinder. Det förstärks av en elinfrastruktur som i flera delar av landet redan är ansträngd, vilket kan förstärkas vintertid av ökat elbehov för omhändertagande av restvärme och minskad kraftvärme.

Det är också tydligt att samarbetet mellan industri och fjärrvärmeaktörer behöver förstärkas – inte bara i teknik och avtal, utan i förståelse för varandras drivkrafter, riskprofiler och tidshorisonter.

Möjligheter för en ny värmelogik

Trots dessa hinder visar rapporten att rätt samordning kan göra restvärme till en strategisk komponent i en framtida uppvärmningssektor med minskad förbränning och ett resiliент energisystem. För detta krävs:

- Styrmedel och incitament som gör det lönsamt att investera i restvärmeinfrastruktur.
- Nya affärsmodeller som fördelar risk och nytta över tid mellan industri, energibolag och andra värmeanvändare.
- Strategisk fysisk planering där nya verksamheter – t.ex. datacenter, vätgasanläggningar och växthus – lokaliseras med värmeinfrastruktur i åtanke.
- Statistik och transparens som möjliggör att restvärme beaktas i såväl lokal som nationell energiplanering.

Hur ser den teoretiska tillgången ut idag och hur kan detta förändras?

Kartläggningen visar att restvärmepotentialen i Sverige idag uppgår till cirka 22 TWh per år inom samtliga temperaturintervall, varav ca 6,5 TWh framförallt högtempererad restvärme redan nyttjas i fjärrvärmenät. Det innebär en outnyttjad potential på cirka 15–16 TWh, motsvarande ca 30 % av den totala fjärrvärmeproduktionen per år i Sverige. Det ska dock noteras att drygt hälften den outnyttjade potentialen är lågtempererad restvärme, dvs i temperaturspannet 20°C till 50°C. Vidare är särskilt den högtempererade restvärmen ojämnt fördelad geografiskt, då den finns på några specifika orter.

Mot 2035 förväntas den totala restvärmepotentialen öka betydligt, särskilt inom medeltemperaturområdet:

- Högtemperaturrestvärme: Nettoökning med ca 4 TWh (främst från vissa industrisatsningar och biodrivmedelsproduktion), till en total kartlagd potential på ca 17 TWh år 2035. Notera att mängden tillgänglig restvärme vid hög temperatur också väntas minska på vissa platser till följd av bland annat energieffektiviseringsåtgärder och omställning av befintlig industri.
- Mellantemperaturrestvärme: Nettoökning med ca 25 TWh (främst från elektrolysbaserad vätgasproduktion, nya datacenter och industriell elektrifiering), till en total kartlagd potential på ca 26 TWh år 2035.
- Lågtemperaturrestvärme: Förändringen mot 2035 har ej kvantifierats inom arbetet men förväntas öka.

Totalt uppgår potentialen för tillgänglig restvärme inom olika temperaturspann till cirka 50 TWh år 2035 enligt denna kartläggning. Tillväxten drivs av framväxande industrier såsom vätgasproduktion, biodrivmedelstillverkning och elintensiva verksamheter. Detta gör restvärme till en växande och strategiskt viktig resurs i omställningen mot ett elektrifierat och hållbart energisystem. Möjligheten för att nyttja denna potential beror bland annat på lokalisering av nyetableringar, värmebehov, styrmedel, affärsmodeller och samverkansförmåga.

Hur mycket restvärme kan omhändertas i befintliga fjärrvärmenät?

Cirka 6,5 TWh restvärme, varav majoriteten är högtempererad, används idag i svenska fjärrvärmenät. Potentialen att öka detta nyttjande är betydande men begränsas av:

- Geografiska avstånd mellan restvärmekällor och fjärrvärmesystem.
- Temperaturnivåer som ofta är lägre än vad befintliga nät och byggnader är anpassade för.
- Variationer i tillgång över dygn och år, kopplade till industriernas driftcykler.

Fysiska och tekniska anpassningar, såsom investeringar i nya ledningar, värmelager och lågtemperaturanpassade fjärrvärmesystem, kan möjliggöra ökat omhändertagande – men är ofta förenade med betydande kostnader.

Hinder och möjliggörare finns för ökat nyttjande

För att tillvarata restvärmepotentialen behöver flera hinder övervinnas och möjliggörare tas tillvara. Tekniskt sett är de största utmaningarna kopplade till lokalisering, då stora restvärme-flöden ofta befinner sig långt från fjärrvärmeinfrastruktur eller värmebehov. Tekniska utmaningar innefattar också variationer i temperatur och tillgång över tid. Temperaturmatchning mot befintliga fjärrvärmesystem är en särskild utmaning, liksom det ökade elbehov som temperaturhöjning och pumpning kan innebära, särskilt i nät med begränsad elkapacitet.

Många av de tekniska hindren är hanterbara men förenade med höga investerings- och driftskostnader, vilket kräver anpassade affärsmodeller och riskfördelning mellan aktörer. Tillit och transparens mellan industri och energibolag är avgörande för att bygga framgångsrika samarbeten, där avtalen behöver vara både långsiktiga och flexibla för att hantera förändrade förutsättningar. Slutligen spelar styrmedel en viktig roll – vissa bidrar till att sänka trösklar för investeringar, medan andra, om de inte utformas med hänsyn till restvärmens särskilda förutsättningar, kan skapa nya hinder. En tydligare samordning i planering och incitamentsstruktur lyfts fram som centralt för att frigöra restvärmens fulla potential.

En fråga om riktning – inte teknik

Tekniskt sett finns redan idag goda lösningar för att tillvarata såväl medel- som högtempererad restvärme. Frågan är i allt högre grad strategisk: hur vi organiserar samverkan, värderar nytta över sektorsgränser och planerar energisystemets framtida struktur. Att på allvar integrera restvärme i fjärrvärmens framtid innebär att se värme inte som en biprodukt, utan som en resurs med egen rätt – värdefull, geografiskt känslig och beroende av tillit. Det är en utmaning som kräver mer än bara tekniska lösningar – den kräver samsyn, styrning och systemförståelse.

Förslag till vidare forskning och frågeställningar

- **Långsiktig utveckling av restvärme**

Hur påverkas restvärmepotentialen av industrins elektrifiering och minskad användning av fossila råvaror och bränslen? En djupare analys av restvärmeflöden från olika industrisektorer och dess långsiktiga utveckling.

- **Lokala nedslag**

Lokal analys av restvärmepotentialen och fjärrvärmesystemets utveckling – fördjupade studier på lokal/regional nivå kan identifiera nyckelområden för investeringar.

- **Kvantitativ modellering av en uppvärmningssektor med kraftigt minskad förbränning**

Scenarier som jämför olika tekniska och affärsmässiga vägar framåt kan ge en tydligare bild av framtidens möjligheter och utmaningar.

- **Finansiering och samverkan**

Hur ska nödvändiga investeringar som möjliggör restvärmesamarbeten finansieras? Vilka modeller för offentlig-privat samverkan kan användas för att dela riskerna? Vilka förutsättningar krävs för att skapa långsiktiga samarbeten mellan olika sektorer och aktörer?

- **Utveckling av policy**

Behövs förändringar inom lagstiftning och styrmedel för att underlätta integrationen av restvärme? Finns det behov av nya incitament eller subventioner?

- **Teknisk utveckling för ökat restvärmeutnyttjande**

Vilka teknologier är mest lovande för effektiv insamling, lagring och distribution av restvärme? Hur ska dessa teknologier implementeras? Hur behöver såväl industri- som fjärrvärmesystem designas?

Slutsatser

Restvärme från industri, serviceverksamheter och datacenter kan spela en viktig roll i Sveriges framtida värmeförsörjning, i takt med ökad elektrifiering och ökad konkurrens om bioråvaror. Genom strategisk planering och stärkt samverkan kan restvärme bli en central komponent i ett hållbart och resurseffektivt energisystem.

- **Mycket restvärme nyttjas idag där så möjligt i fjärrvärmenätet**

Industriell restvärme står idag för cirka 8 procent av den tillförda energin i fjärrvärmenäten. Drygt 30 fjärrvärmenät har mer än 50 procent av sin energi från restvärme, och 18 nät har över 80 procent restvärme.

- **Ytterligare potential inom främst låg- och högttempererade flöden idag**

Den teoretiska potentialen för ytterligare restvärmeutnyttjande är hög, med cirka 16 TWh outnyttjad restvärme idag, varav knappt 9 TWh är lågttempererad (20-50°C) och drygt 6 TWh är högttempererad (över 90°C).

- **Geografisk obalans mellan restvärme och värmebehov kvarstår när restvärme-potentialen ökar mot 2035**

Restvärmepotentialen väntas öka till ca 50 TWh år 2035, med majoriteten av ökningen i medeltemperaturssegmentet. Den geografiska obalansen mellan restvärmens lokalisering respektive värmebehovens och fjärrvärmenätens lokalisering riskerar att kvarstå.

- **Förtroende och transparens är avgörande för ökat nyttjande av restvärme**

Förtroende och transparens mellan parterna är grundläggande för att lyckas med energisamarbete runt restvärme. Andra hinder är främst ekonomiska eller policyrelaterade aspekter.

- **Fjärrvärmen kan stärkas långsiktigt genom restvärmesamarbete**

Fjärrvärmens konkurrenskraft utmanas kort- och långsiktigt av ökade bränslekostnader och krav på minskad förbränning. Konkurrenskraften kan stärkas genom strategisk integration av restvärme, men behov av anpassning av lokala affärsmodeller och nationella riktlinjer behövs.

- **Planera för restvärme**

Ökad statistik och kartläggning av restvärmeflöden kan underlätta samordning och planering på nationell och regional nivå.

Referenser

Bioenergitidningen. (den 14 Maj 2024). *Ökad produktion av biodrivmedel*. Bioenergitidningen.

Borlänge Energi. (den 06 09 2024). *Borlänge Energi i samarbete för att skapa Sveriges största datacenter*. Hämtat från borlange-energi.se: <https://www.borlange-energi.se/om-oss/pa-gang/arkiv/2024-09-06-borlange-energi-i-samarbete-for-att-skapa-sveriges-storsta-datacenter>

Boss, A., Pädam, S., & Larsson, O. (2021). *Mot lägre temperaturer i befintliga fjärrvärmesystem- en studie om hinder, incitament och styrmedel*. Rapport framtagen av WSP Sverige AB på uppdrag av Naturvårdsverket.

CITRenergy. (2024). *Fjärrvärmens spillvärmeutnyttjande - tredjepartstillträdet i praktiken*. Energimarknadsinspektionen.

Danish Energy Agency. (2024). *Technology Data for Renewable Fuels*.

EcoDataCenter. (den 25 03 2025). *A circular focus in our biggest project yet: EcoDataCenter - Östersund*. Hämtat från ecodatacenter: <https://ecodatacenter.tech/data-center/ecodatacenter-2>

Energiforsk. (2021). *Konkurrensen om den svenska skogsråvaran – syntesrapport*. Energiforsk rapport 2021:820.

Energiföretagen Sverige. (den 12 06 2024). *Tillförd energi*. Hämtat från Energiforetagen.se: <https://www.energiforetagen.se/statistik/fjarrvarmestatistik/tillford-energi/>

Energiföretagen Sverige. (2025). *energiforetagen.se*. Hämtat från Fjärrvärme för en ny tid: <https://www.energiforetagen.se/medlemsportalen/medlemsnyheter/2025/mars/projektet-fjarrvarme-for-en-ny-tid-gar-i-mal/>

Energimyndigheten. (2020). *Heltäckande bedömning av potentialen för uppvärmning och kylning*.

Energimyndigheten. (2023). *Förslag till en fjärrvärme och kraftvärmestrategi - Slutleverans*.

Energimyndigheten. (2025). *Scenarier över Sveriges energisystem- Vägar till ett energisystem med nettonollutsläpp 2050*.

EU. (2023). *Europaparlamentets och rådets direktiv (EU) 2023/1791 om energieffektivitet*.

EU. (2023). *Europaparlamentets och rådets direktiv (EU) 2023/2413 av den 18 oktober 2023 om ändring av direktiv (EU) 2018/2001, förordning (EU) 2018/1999 och direktiv 98/70/EG vad gäller främjande av energi från förnybara energikällor*.

Fossilfritt Sverige. (2020). *Färdplan för fossilfri konkurrenskraft: Uppvärmningssetorn*. Hämtat från <https://www.fardplanvarme.se/medverkande>

Google. (2024). *Google Maps*. Hämtat från google.com/maps: <https://www.google.com/maps/place/Ume%C3%A5/>

IEA-DHC. (2021). *Final Report of IEA DHC Annex TS2: Implementation of Low-Temperature District Heating Systems*. Halmstad University. Hämtat från https://www.iea-dhc.org/fileadmin/documents/Annex_TS2/IEA_DHC_Annex_TS2_Transition_to_low_temperature_DH.pdf

IVL Svenska miljöinstitutet, DNV, RISE, Sweco. (2024). *Vätgasens potential i en svensk kontext*. Energiforsk.

Lygnerud, K., Nielsen, S., Persson, U., Wynn, H., Wheatcroft, E., Antolin-Gutierrez, J., . . . Ljung, M. (2022). *Handbook for increased recovery of urban excess heat*. ReUseHeat Project, Grant Agreement 767429, European Commission. Hämtat från <https://www.reuseheat.eu/wp-content/uploads/2022/09/ReUseHeat-Handbook-For-Increased-Recovery-of-Urban-Excess-Heat.pdf>

Moreno, D., Nielsen, S., & Persson, U. (2022). *The European Waste Heat Map. ReUseHeat project - Recovery of Urban Excess Heat*. Hämtat från <https://www.reuseheat.eu/waste-heat-map/>

Naturvårdsverket. (2023). *Scenarier för minskad förbränning av fossil plast i el- och fjärrvärmesektorn*. Hämtat från <https://www.naturvardsverket.se/48f811/globalassets/media/publikationer-pdf/7100/978-91-620-7128-8.pdf>

Naturvårdsverket. (2024). *naturvardsverket.se*. Hämtat från Spillvärme är en viktig resurs för omställning.

Nordic Energy Research. (den 12 03 2025). *nordich2valleys.org*. Hämtat från Nordic Hydrogen Valleys: <https://nordich2valleys.org/>

Profu. (2023). *Värmemarknadens möjliga utvecklingsvägar*. Värmemarknad Sverige.

Profu. (2025). *Handlingsplan för att minska plast till avfallsförbränning*.

Profu för Energimyndigheten. (2023). *Modellanalys av en utfasning av fjärrvärme och kraftvärme*. Energimyndigheten.

Rensfeldt, A., Månborg, V., & Haraldsson, M. (2022). *Sänkt framledningstemperatur i fjärrvärmenätet- Möjligheter och utmaningar i fjärrvärmecentralen och sekundärsystem*. Mölndal: Värmemarknad Sverige.

ReUseHeat project, European Commission. (2022). *reuseheat.eu*. Hämtat från ReUseHeat: <https://www.reuseheat.eu/>

RISE. (2022). *Energianvändning i datacenter och digitala system*. Rapport för Energimyndigheten. Energimyndigheten.

SKGS. (2024). *Industrins elbehov till 2035- en kartläggning*.

Sköldberg, H., Holm, J., & Rensfeldt, A. (2019). *Värdet av säsongslager i regionala energisystem – modellberäkningar av sex typsystem*. Energiforsk.

Stenmark, Å. (2018). SOU 2018:84 *Det går om vi vill - förslag till en hållbar plastanvändning*. Sveriges Riksdag.

Stymne, S., Lindqvist, M., Wikström, A., & Långström, M. (2024). *Verifiering av konceptet Data Energy Center (Etapp 1)*. Energimyndigheten.

Sveriges Riksdag. (2014). *Lag (2014:268) om vissa kostnads-nyttoanalyser på energiområdet*. Klimat- och näringslivsdepartementet RSE.

Thunman, H. (den 16 06 2023). *Transformativa omställningen av industrin skapar nya möjligheter för fjärrvärmesektorn*. Presentation för Energiforsk. Chalmers Tekniska Högskola.

Wallin, M., Werner, R., & olofsson, S. (2020). *Datacenter i Sverige 2020-2025*. Radar Ecosystem Specialists.

WSP. (2021). *Mot lägre temperaturer i befintliga fjärrvärmesystem – en studie om hinder, incitament och styrmedel*.

Bilaga 1

En enkät med nedanstående frågor skickades ut till ett 30-tal industrier under november 2024 – januari 2025.

- Har ni restvärme från er process idag?

Kvalitet och form:

- Vilken/vilka temperaturer
- Hur stora flöden? [GWh/år] resp. [MW] om möjligt
- Är dessa jämnt fördelade över året? Över veckan? Över dygnet?

Nyttjas restvärmen/del av den i något aktuellt restvärmesamarbete idag?

- Med vilken aktör? Alt med vilken typ av aktör?
- Hur tror ni att detta kommer att förändras framöver?
- Vad beror förändringen på?
- Från och med när? Om flera steg så ange det.

Kvalitet och form:

- Vilken/vilka temperaturer
- Hur stora flöden? [GWh/år] resp. [MW] om möjligt
- Är dessa jämnt fördelade över året? Över veckan? Över dygnet?

Planeras det för något restvärmesamarbete kring detta framöver?

Värmemarknad Sverige

Värmemarknad Sverige är ett tvärvetenskapligt forskningsprojekt som samlar energibolag, teknikleverantörer, forskare, myndigheter och branschorganisationer för att analysera, förstå och forma framtidens värme- och kylamarknad.

Med ett systemperspektiv och inkluderande helhetsgrepp kan Värmemarknad Sverige identifiera och adressera nya utmaningar och utvecklingsvägar, samt sprida kunskapen brett inom sektorn.

Under 2024-2027 pågår den femte etappen av projektet, med ett särskilt fokus på hur uppvärmningssektorn kan bidra till energiomställningen, samt ökad robusthet och resurseffektivitet i Sveriges framtida energilandskap. Projektet leds av Profu.

På www.varmemarknadsverige.se kan du läsa mer om projektet och hitta fler publikationer.



Vill du veta mer?

Kontakta:

Julia Renström
julia.renstrom@profu.se
0725-765413

Kjerstin Ludvig
kjerstin.ludvig@profu.se
0708-42 33 22

