



Kartläggning av restvärmeflöden i Sverige idag och i framtiden

Rapport från Profu på uppdrag av Fossilfritt Sverige
2025-05-06
Författare: Julia Renström och Kjerstin Ludvig



**Energi och
Energisystem**



**Cirkulär ekonomi
och avfallssystem**



Transport



Klimat

Profu i korthet

Kunskap Kvalitet Engagemang

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

Med systemperspektiv i fokus skapar vi förutsättningar för att lösa dagens utmaningar och framtidens behov.

Ca 25 anställda, ägs idag av åtta av de anställda.

Huvudkontor i Mölndal och kontor i Stockholm.

<https://profu.se/>



Sammanfattning

- I framtiden väntas konkurrensen om bio- och avfallsbränslen hårdna, samtidigt som mängden tillgänglig restvärme från bl.a. industri och datahallar kan öka.
- Detta arbete utgör en inledande kartläggning av restvärmeflöden idag och i framtiden. Resultaten ska utgöra underlag för diskussion om värmemarknadens framtida utvecklingsmöjligheter med avseende på restvärme.
- Kartläggningen av restvärmepotentialen idag visar att en betydande andel av befintlig restvärme inte kan nyttjas, bl.a. på grund av bristande lokalt värmeunderlag, otillräcklig infrastruktur eller avsaknad av affärsmässiga incitament.
- En mer detaljerad analys av restvärmeflöden till 2035 indikerar att både volymen och tillgängligheten kan förändras, men att temperaturfördelningen och geografisk spridning fortsatt utgör viktiga faktorer att beakta.

Innehållsförteckning

Sammanfattning

Bild 3

Inledning

Bild 5

Uppdraget

Läshänvisningar

Bakgrund

Metod

Resultat

Bild 9

Vad menar vi med restvärme?

Restvärme idag

Restvärme i framtiden

Tillvarata restvärmepotentialen – hinder och möjliggörare

Resultatsammanställning av enkät

Exempel på restvärmesamarbeten

Slutsatser

Bild 38

Referenser

Bild 39

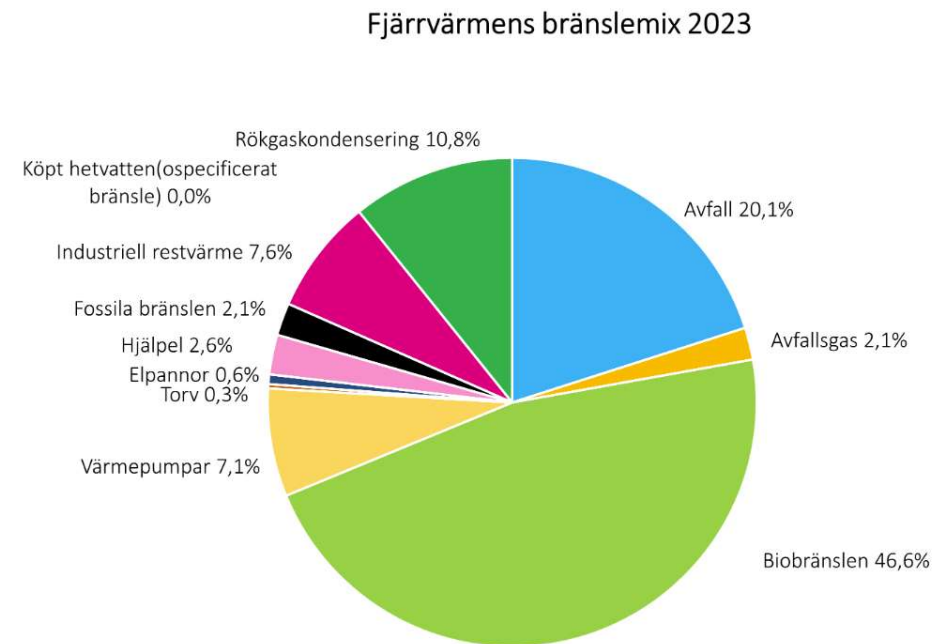


Uppdraget

- Fossilfritt Sverige har vänt sig till Profu och efterfrågat ett kunskapsunderlag runt hur uppvärmningssektorn kan utvecklas med avseende på olika bränslens utvecklingsvägar och alternativa lösningar samt konsekvenser.
- En viktig pusselbit för att förstå förutsättningar och möjligheter inom värmemarknadens utveckling är ökad kunskap om möjligheten till ökat restvärmeutnyttjande i svenska fjärrvärmesystem. Följande dokument utgör en rapportering av ett sådant kunskapsunderlag.
- **Syftet med projektet:** Genomföra en inledande kartläggning av restvärmeflöden idag och i framtiden. Resultaten ska utgöra underlag för diskussion om värmemarknadens framtida utvecklingsmöjligheter med avseende på restvärme, i kontexten av elektrifiering och ökad konkurrens om bioråvara.

Svensk uppvärmningssektor idag och fjärrvärmes

- Den svenska värmesektorn uppgår idag till drygt 100 TWh nettovärme för uppvärmning av bostäder, lokaler och industrier (processvärme ej inkluderad), varav ca 50% utgörs av fjärrvärme. Övriga 50% av nettovärmen utgörs av elbaserad uppvärmning (värmepumpar, elpannor och direktverkande el) samt i mindre utsträckning pellets- och oljepannor.
- Fjärrvärmes i Sverige står inför flera komplexa utmaningar. Å ena sidan ökar konkurrensen från alternativa uppvärmningslösningar och om bränslen, vilket kan utmana fjärrvärmes traditionella roll. Å andra sidan väntas tillgången på restvärme öka i takt med att industrin elektrifieras och nya verksamheter, såsom datahallar, expanderar. Denna förändrade dynamik skapar både möjligheter och utmaningar för fjärrvärmesektorn.
- Fjärrvärmes bränslemix visas i Figur 1.
 - Nästan 50% av bränslemixen utgörs av olika biobränslen.
 - Energiåtervinning av restavfall – som kvarstår efter insamling, sortering och materialåtervinning – utgör ca 20% av fjärrvärmes bränslemix. Avfallet bestod år 2023 till drygt 50 % av biogent material (Naturvårdsverkets hänvisningsvärden 2024).



Figur 1. Fjärrvärmes bränslemix 2023. Källa: Energiföretagen Sverige 2024.

I framtiden väntas konkurrensen om bio- och avfallsbränslen hårdna, samtidigt som mängden tillgänglig restvärme från industri och datahallar kan öka.

Genomförande och huvudsakliga källor

Tillvägagångssätt

Frågeställningar som ingår i kartläggningen

- *Vad menar vi med restvärme?*
 - Inledande specifikation av olika sorters restvärmeflöden, temperaturnivåer och förutsättningar för nyttjande för uppvärmning samt fjärrvärmens förutsättningar för att nyttja restvärme
- *Restvärme idag och i framtiden?*
 - Kvantifieringar och beskrivningar med avseende på restvärmekällor, volymer, temperaturnivåer, tidsperspektiv (säsongsvariationer & när i tid), lokalisering
- *Vad kan omhändertas i befintliga fjärrvärmenät?*
 - Kvantitativ jämförelse av potentiell restvärmetillgång med dagens värmeunderlag (fokus fjärrvärme) ur ett geografiskt perspektiv
- *Exempel på restvärmesamarbeten idag*
 - Erfarenheter och framgångsfaktorer

Metod

- Sammanställning av tidigare analyser och kartläggningar av restvärmeflöden idag och i framtiden. Internetsökningar och litteratursammanställning
- Enkät till 30-tal industriföretag med befintlig eller potentiell restvärme
- Analys av flöden och visualisering på kommunnivå
- Exempelbeskrivningar – intervjuer och informationssökning.

Huvudsakliga källor som nyttjats för datainsamling i kartläggningen:

- Enkät till utvalda industrier, se mer information i avsnittet om enkäten och dess resultat
- Intervjuer med utvalda aktörer som på olika sätt arbetar med restvärme
- The European Waste Heat Map: Karta över europeiska restvärmeflöden som togs fram av forskare på bland annat Halmstad Universitet inom projektet ReUseHeat
- Fjärrvärmestatistik från Energiföretagen Sverige
- Nordic Hydrogen Valleys: underlag kring befintliga och planerade vätgassatsningar
- 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.
- Se referenslista i slutet av rapporten

Vad menar vi med restvärme?

Definitioner och temperaturnivåer

Vad menar vi med restvärme?

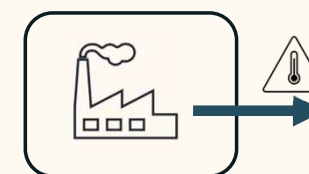
- Restvärme definieras här som värmeenergi som inte nyttjas inom den process där den uppstår. Den kan uppstå vid olika industriella processer, till exempel från kemi-, pappers- eller stålindustrin, liksom i matbutiker, servicebyggnader och liknande. De flesta industrier strävar efter att nyttja energin så effektivt som möjligt, vilket innebär att restvärme först används internt för uppvärmning av egna lokaler och därefter kan levereras till närliggande intressenter. Internt nyttjad restvärme ingår ej i kartläggningen.
- Rapporten har inte inkluderat restvärme från avfallsförbränning och kraftvärme, vilket ofta inkluderas i EU-sammanhang. Det finns olika perspektiv på avfallsförbränning i Sverige, där många lyfter fram att avfallsförbränningen främst är en avfallshanteringmetod med restvärme som konsekvens medan andra ser avfall som ett bränsle för fjärrvärmeproduktion. Även kärnvärme har exkluderats ur kartläggningen.

Olika sorters restvärmeflöden och deras kvalitet

Temperaturnivån på restvärmen är avgörande för möjligheterna att nyttiggöra restvärmen som en resurs. Tre kategorier lyfts fram i rapporten:

- Lågtemperaturrestvärme:** Vanligtvis mellan 20°C och 50°C. Denna typ av restvärme har inte tillräckligt hög temperatur för att användas direkt utan den behöver höjas med hjälp av värmepumpar. Exempel på källor inkluderar livsmedelsindustrin, bryggerier och datahallar.
- Mellantemperaturrestvärme:** Mellan 50°C och 90°C. Denna restvärme kan ibland användas direkt, men ofta krävs en viss temperaturhöjning för att värmen ska vara effektiv i fjärrvärmesystem. Exempel på källor inkluderar matvarubutiker, textilindustrin och vissa typer av elektrolysörer (vätgasproduktion).
- Högtemperaturrestvärme:** Över 90°C. Denna typ av restvärme kan ofta användas direkt i fjärrvärmenät utan ytterligare temperaturhöjning. Exempel på källor inkluderar stål- och järnverk, petrokemisk industri och pappers- och massabruk.

Utöver temperaturnivåer kan även säsongs-, veckor och dygnsvariationer förekomma. Dessa tidsreaterade variationer påverkar praktiska och ekonomiska förutsättningar för att nyttjande.



I den här rapporten har vi fokuserat på restvärme som inte kan nyttjas internt inom den verksamhet där den uppstår.

Många restvärmeflöden nyttjas idag inom fastigheten (byggnad, industri, etc) för uppvärmning eller torkning. Det finns även många intressanta exempel på där restvärme nyttjas lokalt inom en större fastighet, tex i ett kluster av verksamheter, genom så kallat närvärmenät. Dessa restvärmeströmmar har inte ingått i kartläggningen och analys av vad som krävs för ökat nyttiggörande.

Restvärme med låg- resp. medeltemperatur från industrier som också har högt tempererade restvärmeflöden har exkluderats ur kartläggningen.

De flesta industrier som har tillgänglig restvärme vid höga temperaturer har även stora flöden med restvärme i de lägre temperatursegmenten. Då högt tempererad restvärme generellt önskas i första hand har fokus i denna kartläggning varit att fånga de flödena. Ytterligare potential att ta vara på restvärme vid lägre temperaturer från dessa industrier har inte kvantifierats.

Temperaturnivåer på fjärrvärme

Förutsättningarna för att nyttja restvärme i fjärrvärmenät är bland annat avhängigt temperaturnivåer i fjärrvärmenätet.

Normaltempererad fjärrvärme

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.

Den genomsnittliga framledningstemperatur har ökat något under de senaste 10 åren medan det omvända gäller för returtemperaturen.

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, Annex TS2).

Det finns flera nyttor med lågtempererade system, till exempel:

- **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
- **Minskade värmeförluster:** Lägre temperaturer minskar värmeförlusterna under transporten, vilket ökar systemets effektivitet.

Exempel på utmaningar för lågtempererad fjärrvärme i Sverige

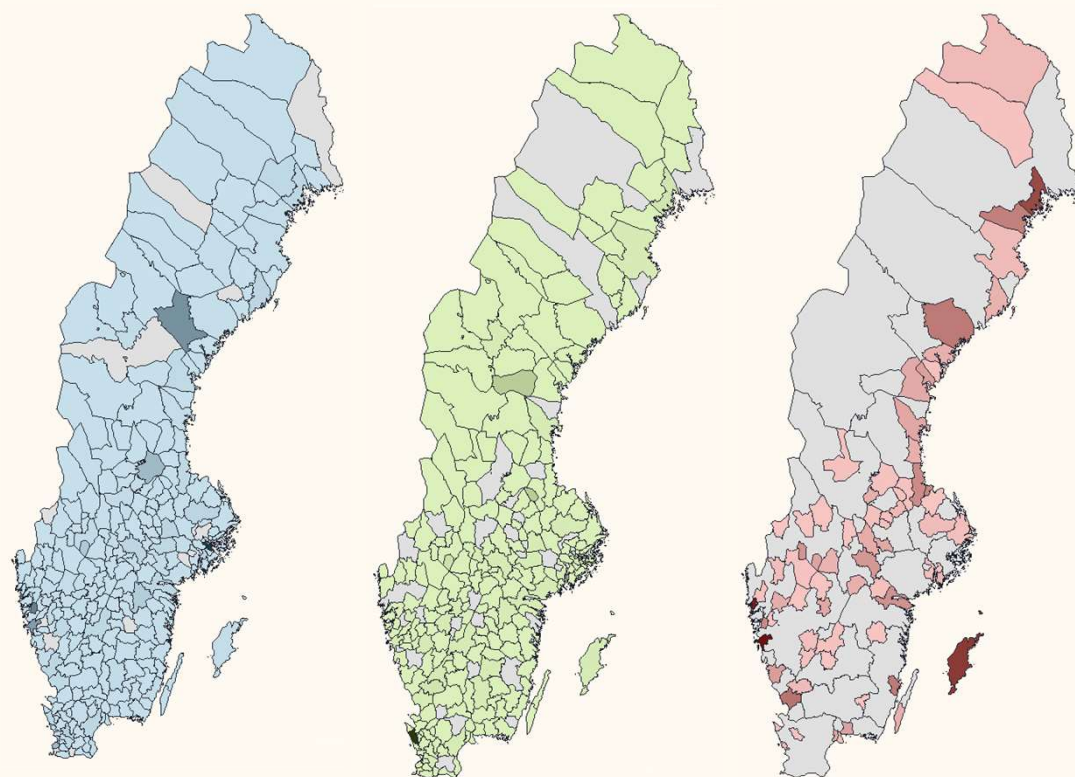
- **Tekniska utmaningar:** Anpassning av befintlig eller ny infrastruktur och anpassning av befintliga byggnaders uppvärmningssystem
- **Ekonomiska utmaningar:** Initiala investeringskostnader för att bygga ut lågtempererade distributionsnät och annan teknisk utrustning. Anpassning av avtal och afkräsupplägg.
- **Samarbete och samordning.** Effektiva restvärmesamarbeten i tex. lågtemperaturnät kräver samverkan mellan olika aktörer, inklusive industrier, energibolag, och fastighetsägare. Brist på samordning kan försvåra implementeringen. Att upprätthålla nya avtal mellan flera parter kan vara tidskrävande och komplicerat.

Att höja temperaturnivå på restvärme kräver eleffekt

- El behövs för att driva pumpar och styrsystem som reglerar värmedistributionen samt för att driva värmepumpar vilka höjer temperaturen på lågtempererad restvärme så att den kan användas i fjärrvärmesystemet..
- En utmaningarna med att integrera lågtempererad restvärme i befintliga högtempererad fjärrvärmenät kan vara tillgången till eleffekt.
- Begränsningar i eleffekttillgången kan uppstå på grund av kapacitetsbrist i elnätet eller konkurrens om elförbrukning från andra sektorer, särskilt vid hög belastning i elnätet. Ökat nyttjande av restvärme i fjärrvärmenät kan leda till minskad kraftvärme.
- För att avgöra om det är lämpligt att använda lågtempererad restvärme i ett lokalt fjärrvärmenät behöver flera frågor besvaras:
 - Vilken temperatur har restvärmen, och hur mycket el krävs för att höja den till en användbar nivå?
 - Hur stor är den tillgängliga eleffekten i området, och kan den användas utan att skapa kapacitetsproblem?
 - 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?
- Att integrera lågtempererad restvärme kan minska riskexponering mot andra bränslemarknader, men för att den ska vara praktiskt genomförbar måste ovan nämnda faktorer utvärderas.

Tillgänglig restvärme i Sverige idag

Volym, temperaturnivåer och lokalisering



Lågtemperatur
restvärme

Medeltemperatur
restvärme

Högtemperatur
restvärme

Figur 2. Kartor som visar kartlagd tillgänglig restvärme idag i olika temperaturssegment. Notera att resultaten inte är uttömmande!

Det finns teoretiskt tillgängligt relativt stora mängder restvärme av olika kvalité i Sverige idag. Sammanställt visar denna kartläggning på ca **22 TWh tillgänglig restvärme**:

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

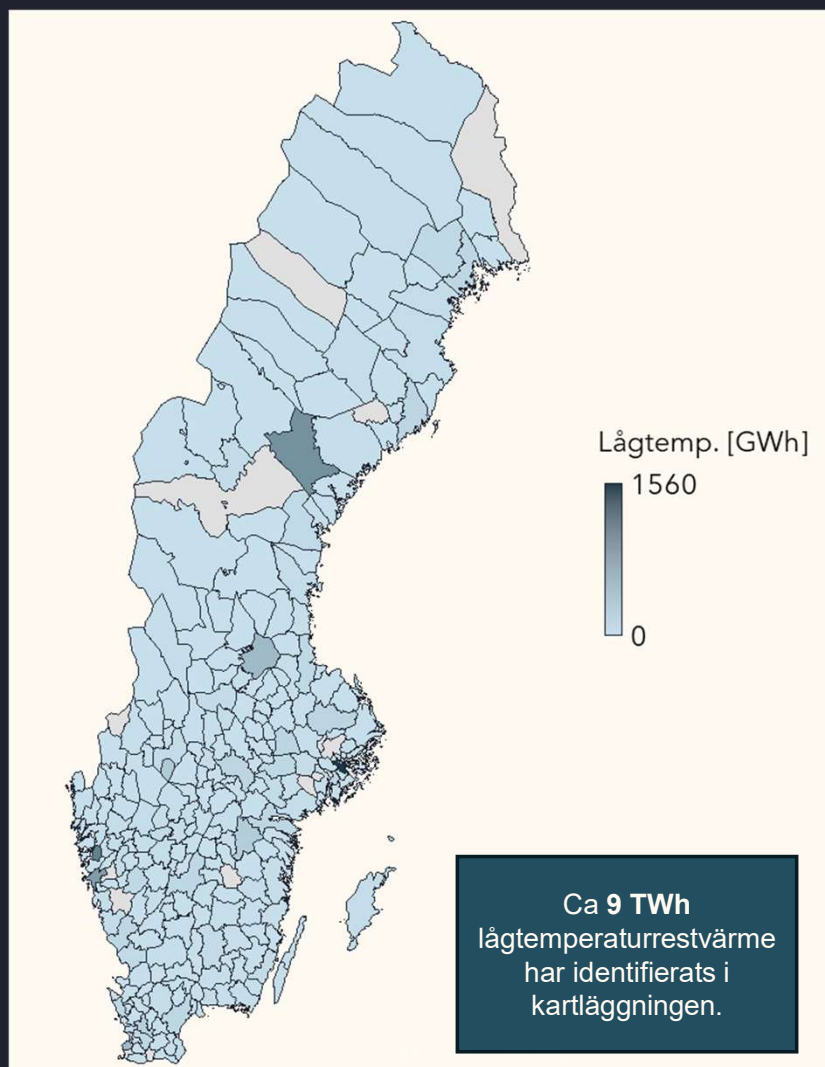
På följande bilder beskrivs restvärme flöden inom respektive temperaturspann i mer detalj.

Notera att denna kartläggning inte säger något om **effekt eller när på året** energin är tillgänglig.

Huvudsaklig källa: Dataunderlag restvärme: Moreno D., Nielsen S. & Persson U. (2022). Omarbetad av Profu 2025.

Lågtemperatur-restvärme

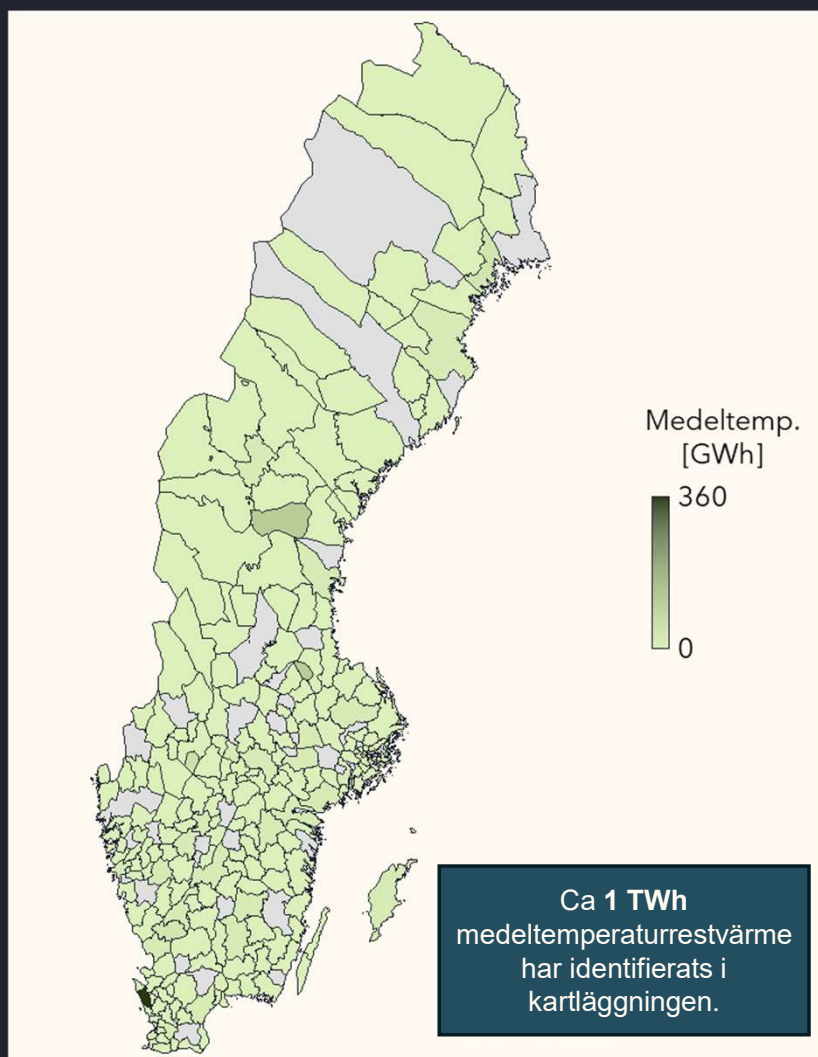
- Lågtemperaturrestvärme från tex avloppsreningsverk och kylmaskiner i byggnader inom servicesektorn finns i princip i samtliga svenska städer och tätorter, om än i mindre mängder på många håll. Även matproduktionsanläggningar kan tillhandahålla lågtemperaturrestvärme på flera håll i landet, liksom Stockholms tunnelbanestationer.
 - Även restvärme från datacenter klassas idag oftast som lågtemperaturrestvärme.
 - Notera att uppskattning på ca 9 TWh kan antas vara beräknad i underkant då många matvarubutiker, servicebyggnader och mindre datahallar saknas i sammanställningen. Många industrier som idag levererar högvärdig restvärme till fjärrvärmenät har också andra restströmmar vid lägre temperaturer som de teoretiskt skulle kunna leverera till en extern användare. Många av dessa kallare industriella restströmmar har inte kartlagts inom ramen för denna utredning.
- Mängden lågtemperaturrestvärme korrelerar relativt väl med storleken på städer/tätorter. Generellt innebär det att mer lågtempererad restvärme teoretiskt finns att tillgå där värmebehoven är som högst.
 - Svårigheten ligger i att tillvarata denna restvärme för uppvärmningssyften, särskilt i befintliga fjärrvärmenät där framledningstemperaturen ofta är mellan 70-120°C. För att möjliggöra tillvaratagande av de flöden som finns behövs värmepumpar.



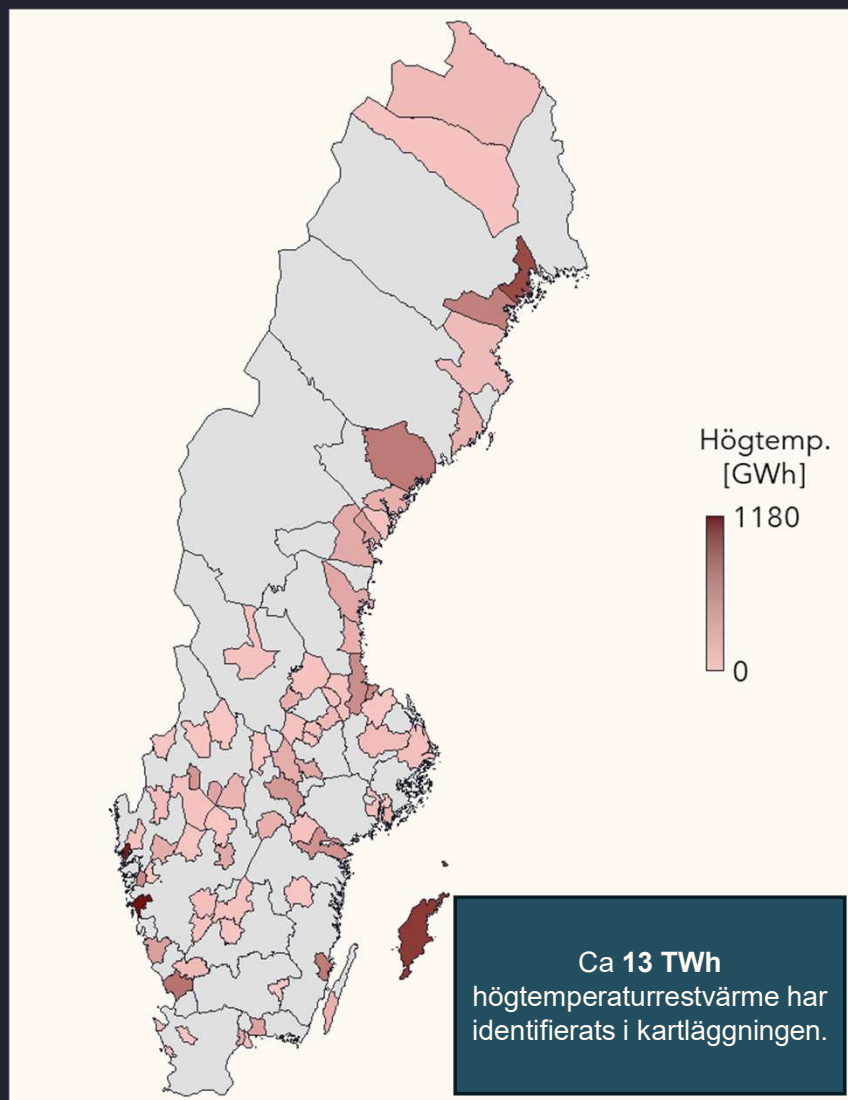
Figur 3. Karta som visar kartlagd tillgänglig lågtempererad restvärme. Notera att resultaten inte är uttömmande!

Medeltemperatur-restvärme

- Medeltemperaturrestvärme från tex matvarubutiker finns i många svenska städer och tätorter, om än i mindre mängder.
 - Totalt omfattar The European Waste Heat Map ca 600 GWh restvärme från matvarubutiker i Sverige, men det finns sannolikt betydligt mer.
- Restvärme från datacenter kan också klassas som medeltemperatur ifall vätskekyllning nyttjas så att restvärmen kan tillvaratas vid 50°C eller högre.
 - Vätskekylda datacenter är mindre vanligt än luftkylda i Sverige idag, men väntas bli vanligare framöver.
- Framöver väntas mängden restvärme i medeltemperaturspannet öka pga. elektrifiering i flera sektorer, särskilt gällande vätgasproduktion via elektrolys.



Figur 4. Karta som visar kartlagd tillgänglig medeltempererad restvärme. Notera att resultaten inte är uttömmande!



Figur 5. Karta som visar kartlagd tillgänglig högtempererad restvärme. Notera att resultaten inte är uttömmande!

Högtemperatur- restvärme

- Högtemperaturrestvärme från olika typer av industrier finns på vissa platser i Sverige, i allt från storstäder till landsbygd och tätorter.
 - Stora restvärmeproducenter är järn- och stålindustri, skogsindustri samt kemiindustri.
- 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 det mesta av tillgänglig högtemperaturrestvärme därför nyttjas i lokala fjärrvärmenät.
 - På platser där mängden högtemperaturrestvärme är stor men värmeefterfrågan är begränsad, tex i Lysekil, och Slite på Gotland spills istället stora mängder restvärme då det saknas lokal avsättning.
- I framtiden väntas mängden högtemperaturrestvärme minska något pga. elektrifiering av tex masugnar samt förändrad drivmedelsproduktion.

Kartlagda restvärmekällor

Översikt baserad på kartläggningen. Notera att det förekommer variationer inom respektive industrisektor.

Restvärmekälla	Temperatur	Tidsmässig variation	Lokalisering
Kemiindustri	Hög, medel, låg	I princip konstant	Större stad, pendlingskommun nära storstad, m.fl.
Skogs- och pappersindustri	Hög, medel, låg	Varierar över säsong pga. högre internt värmebehov under vintern	Främst mindre orter, landsbygdskommun, pendlingskommun nära större stad
Stål- och metallindustri	Hög	I princip konstant	Större stad, mindre stad/tätort, landsbygdskommuner
Övrig industri	Hög, medel, låg	Blandat	Blandat
Avloppsreningsverk	Låg	I princip konstant	Städer och tätorter
Tunnelbanestationer	Låg	Varierar över säsong pga. högre internt värmebehov under vintern	Storstad
Matvarubutiker	Medel	I princip konstant	Blandat
Datacenter	Låg (medel)	I princip konstant	Blandat
Livsmedelsproduktion	Låg	I princip konstant	Blandat
Servicebyggnader	Låg	Varierande	Blandat

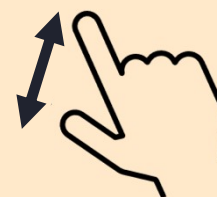
Förutsättningar för restvärmesamarbeten

Hur restvärmen kan användas avgörs till stor del av i vilken form den finns (vatten, rökgaser, luft) och vilken temperatur den håller. Förutsättningarna skiljer sig åt mellan olika geografiska platser och olika aktörskonstellationer och behöver därmed analyseras lokalt.

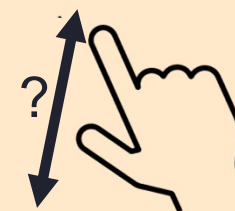
Nedan ges exempel på aspekter som påverkar förutsättningarna för att nyttja restvärmen i fjärrvärmenät.

- **Lokalisering:** Finns en befintlig infrastruktur för fjärrvärme eller är det ekonomiskt genomförbart att bygga ut? Ju kortare avstånd mellan restvärmekälla och fjärrvärmenät, desto mer effektivt kan restvärmen utnyttjas.
- **Temperaturnivåer på restvärme och i fjärrvärmesystem.** Behöver restvärmens temperatur anpassas till fjärrvärmesystemets nivåer och krav? Är temperaturen på restvärmen stabil och förutsägbar så att den kan säkerställa effektiv drift av fjärrvärmesystemet?
- **Fjärrvärmeproduktion:** Hur ser nuvarande produktion/bränslemix ut? Behov av investering i backup-kapacitet för att klara leveranskrav hos fjärrvärmebolaget?
- **Ekonomiska förutsättningar:** Räntor, avkastningskrav och avskrivningstider.
- **Affärsmodeller och avtal:** Lönsamhet för båda parter är en utgångspunkt. Avtal bör vara långsiktiga för att säkerställa stabilitet och förutsägbarhet för både industrin och energibolaget. Detta inkluderar tydliga villkor för leveransvolym och temperaturer. Avtal bör vara flexibla nog att hantera förändringar i parternas produktion och energibehov. Detta kan inkludera klausuler för justering av leveransvolym och temperaturer över tid.
- **Tekniska aspekter:** Integration med befintliga system. Värmeväxlare, isolering och rörsystem samt styrsystem är nödvändiga för att övervaka och reglera temperaturen och flödet av restvärme.

Tumregel lokalisering



Avstånd historiskt.
> 30 km har traditionellt bedömts som mycket utmanande för restvärmeaffären



Avstånd i framtiden? Ökad konkurrens om bränslen kan påverka affärsintresset

Figur 6. Ekonomiskt lönsamt avstånd för att investera i infrastruktur m.m. för att sammankoppla värme flöden förändras. Historiskt har det varit mycket svårt att räkna hem ett högt tempererat restvärmesamarbete vid avstånd över 30 km, men denna tumregel kan behöva omprövas när förutsättningar förändras.

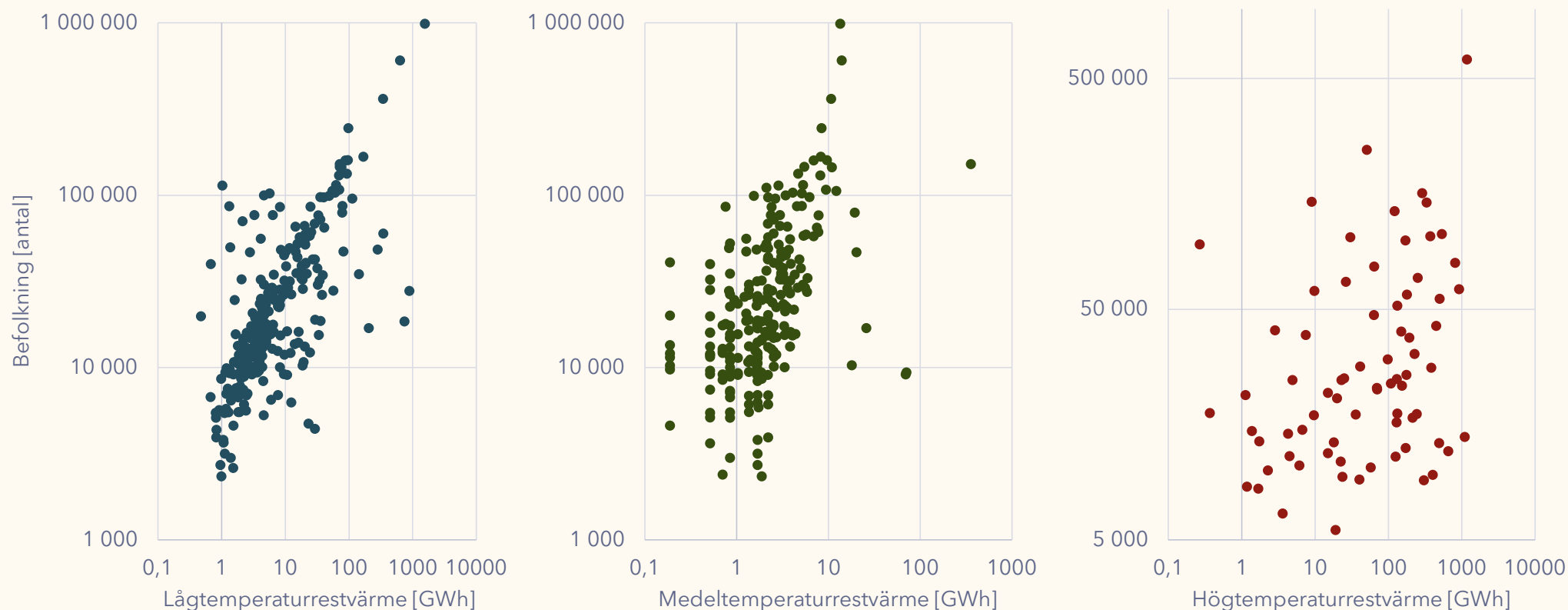
Lokalisering av restvärme

Relation mellan befolkningsmängd och restvärmeförbrukning

- Ett sätt att öka förståelsen för hur mycket av befintliga restvärmekvaliteter som teoretiskt skulle kunna nyttjas på olika platser i landet är att jämföra **kartlagd teoretiskt tillgänglig mängd restvärme för olika temperaturnivåer med befolkningsmängden i motsvarande kommuner**.
- Befolkningsmängden kan ge en indikation om det lokala värmeunderlaget. Det är emellertid viktigt att notera att **värmeunderlaget varierar** stort beroende på den lokala utomhustemperaturen, hur människor bor på de olika orterna (tex flest flerbostadshus eller småhus), ifall det främst är en pendlingskommun eller om det finns många verksamheter lokalt, samt ifall det finns andra stora värmeanvändare på orten så som industrier.
- En sådan jämförelse visas i Figur 7 på nästa bild.
- Som indikeras i Figur 7 korrelerar mängden tillgänglig restvärme med låga temperaturer nästan linjärt med folkmängden på olika orter. Sambandet finns däremot inte mellan restvärme vid högre temperaturer och befolkningsmängd.
- Stora mängder högttemperaturrestvärme finns på orter med begränsat uppvärmningsbehov, vilket kan begränsa avsättningen.
 - Antingen behöver vattnet transporteras till värmebehov eller det lokala värmebehovet ökas, tex nya värmelaster såsom växthus eller nya bostäder.
 - Säsongslagring kan vara ett alternativ då det på vissa håll finns ett överskott av restvärme på sommaren medan den inte räcker till för att möta efterfrågan under de månader då värmelasten är som störst.
- För att möjliggöra ökat nyttjande av restvärme med lägre temperaturer, vilket alltså finns att tillgå på fler håll där efterfrågan är större, behövs antingen **lägre temperaturer i värmesystem (tex genom lågtemperaturfjärrvärme) eller ökning av restvärmemetemperaturen med hjälp av värmepumpar** (eller både och).
 - Notera att många låg- och medeltempererade restvärmekällor, så som matbutiker och servicebyggnader, är utspridda över städer och orter. Detta skiljer sig från tex. industrisiter där större mängder restvärme kan samlas upp från en punktkälla.

Lokalisering av restvärme

Relation mellan befolkningsmängd och restvärmetillgång



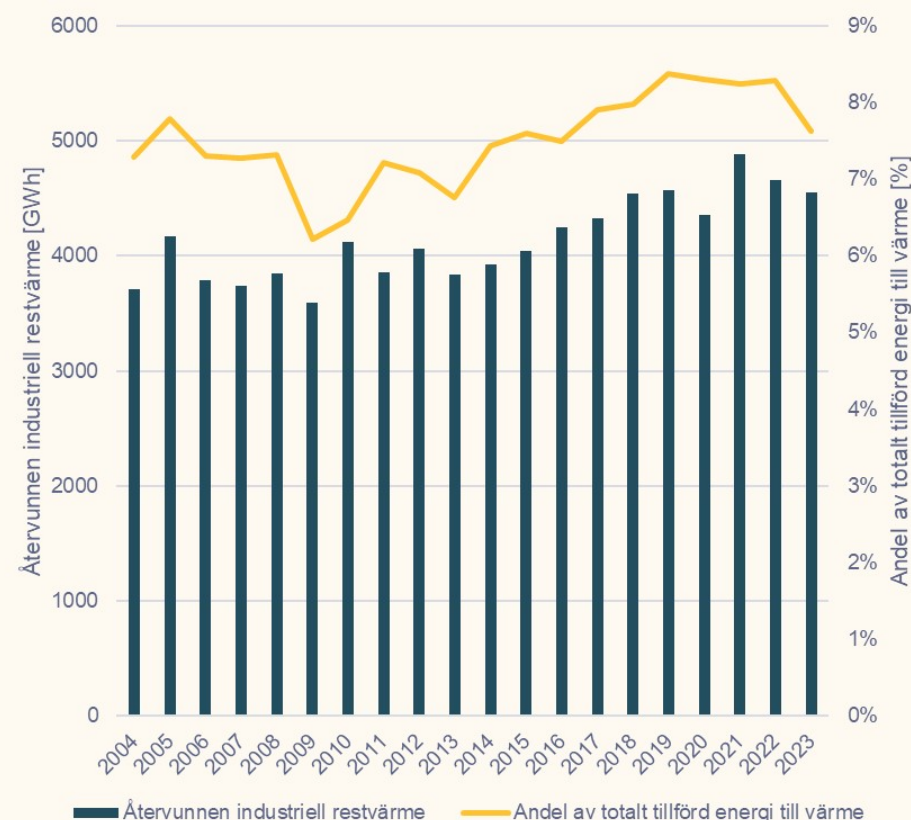
Figur 7. Relation mellan befolkningsmängd och kartlagd potentiellt tillgänglig restvärme av olika temperaturkvalité i svenska kommuner. I figuren till vänster är sambandet tydligt, medan sambandet saknas i bilderna i mitten och till höger. Notera logaritmisk skala på såväl x- som y-axel.

Restvärme i svenska fjärrvärmenät

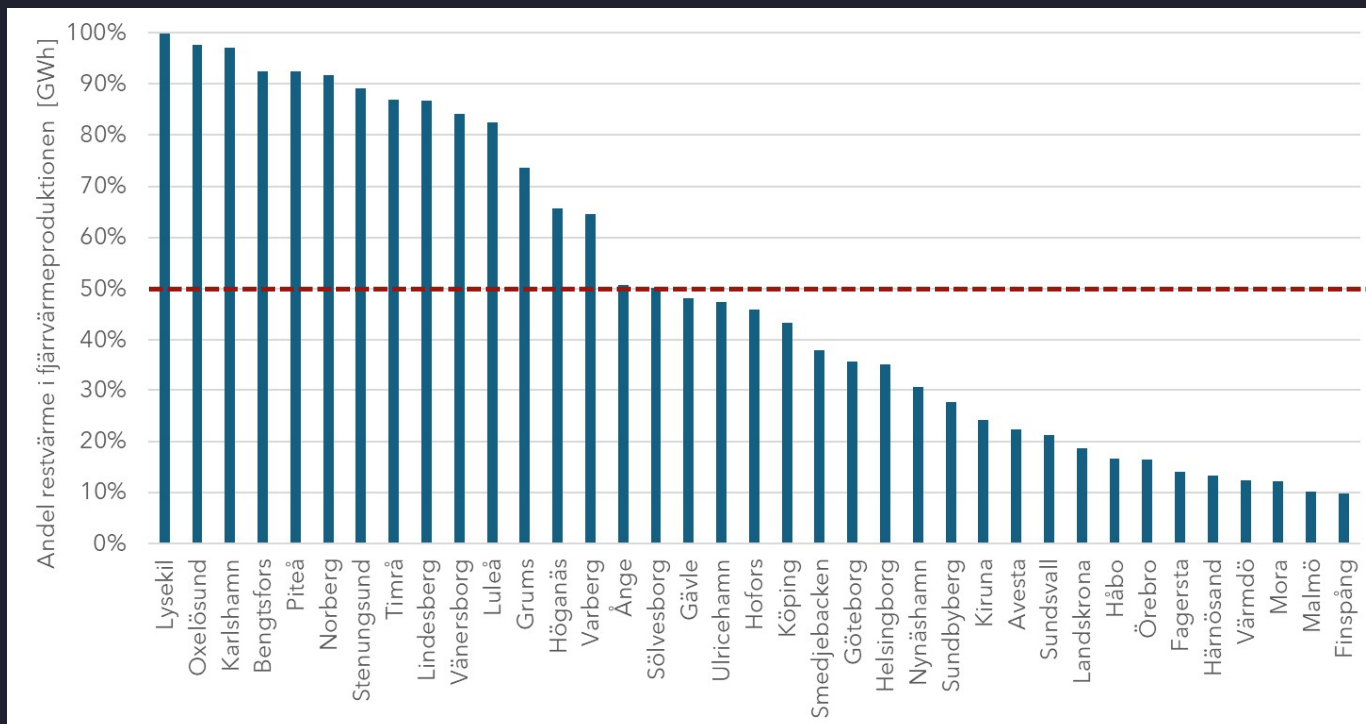
Vad tillvaratas idag?

- 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.
- Om även restvärmeutnyttjande från avloppsreningsverk och andra lågtempurerade källor inkluderas så blir **restvärmeutnyttjandet ca 6,5 TWh år 2023 i Sverige**. Det kan jämföras med den teoretiska restvärmepotentialen som kartlagts inom detta arbete på ca 22 TWh .
- Utav 440 kartlagda fjärrvärmenät hade 90 restvärme i sin värmeproduktionsmix år 2023.
 - De 90 näten är spridda över 81 kommuner.
 - Göteborg, Luleå, Gävle, Örebro och Helsingborg är de kommuner med mest restvärme i sina nät. Tillsammans nyttjar de ca 3,5 TWh restvärme per år.

År 2023 var de totala fjärrvärmeleveranserna 51 TWh.



Figur 8: Tillförd energi till kraftvärme och fjärrvärmeproduktion 2023.
Källa: Energiföretagen Sverige, 2024.



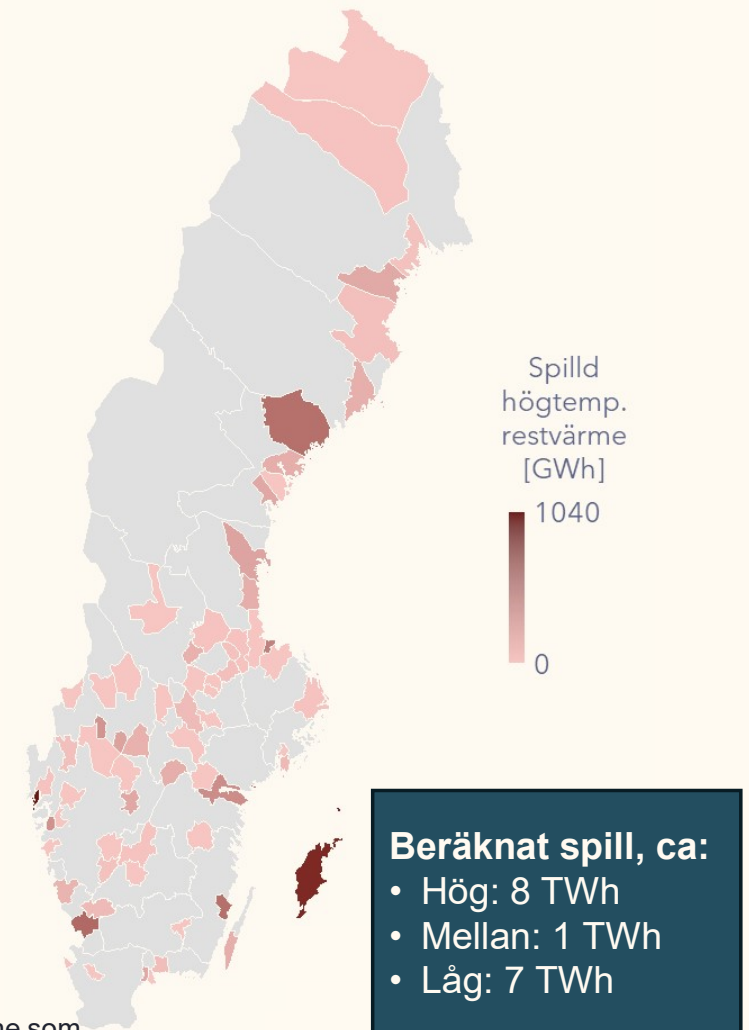
Restvärme i svenska fjärrvärmenät idag

Av 90 svenska fjärrvärmenät med restvärme i sin produktionsmix var det 30 nät (i motsvarande 16 kommuner) som hade 50% eller mer av sin tillförda värmeenergi från restvärme år 2023.

Figur 9. Diagrammet visar de svenska kommuner med störst andel av sin tillförda värmeenergi från restvärme år 2023.

Tillgänglig restvärme som inte tas tillvara i svenska fjärrvärmenät idag

- Som visat i ovanstående bilder nyttjas en hel del restvärme för svensk fjärrvärmeproduktion redan idag, ca 6,5 TWh. 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** av olika temperaturnivåer kartlagts i Sverige, varav knappt 9 GWh är lågtempererad (20-50°C) och drygt 6 GWh är högtempererad (över 90°C)
 - Det kan till exempel bero på att denna värme finns på platser där det saknas värmeunderlag för att nyttja värmen, att restvärmen uppstår sommartid när värmebehovet är som lägst eller att den finns på samma ort som avfallsförbränning, vilken utgör baslast i fjärrvärmeproduktionen
- Den restvärme som nyttjas utgörs främst av högtemperaturrestvärme.
 - Även en del restvärme vid låga temperaturer används på olika håll, generellt i kombination med värmepump.



Figur 10. Kartbild som visar tillgänglig högtemperaturrestvärme som inte tas tillvara i svenska fjärrvärmenät idag.

Möjlighet att nyttja tillgängliga restvärme-strömmar i befintliga fjärrvärmenät

På ca 20 orter i Sverige finns större mängder (över 100 GWh/år) outnyttjad högtemperaturrestvärme idag

- Exempel på faktorer varför:

- Avsättning för mer restvärme saknas.
- Infrastruktur för att ta vara på värmen saknas. Anläggning av ny infrastruktur bedöms inte lönsamt.
- Långt avstånd mellan industrin och den närmaste befintliga fjärrvärmeledningen för att ekonomiskt motivera investeringen.
- Kvaliteten på restvärmeflödet är inte tillräckligt hög, tex. pga. stora variationer i energi och temperatur eller stora säsongvariation.

18 svenska fjärrvärmenät har över 80% restvärme i sin produktionsmix idag. Dessa nät är därmed relativt mättade på restvärme redan.

- För att kunna ta emot mer restvärme behövs till exempel:

- ökad last, tex nybyggnation inom nätområdet eller genom sammankoppling med ett annat fjärrvärmenät
- värmelager som möjliggör förflyttning av restvärme-energin till tider på året då efterfrågan är högre.

Stora mängder restvärme vid lägre temperaturer spills över hela landet.

- Tillgång till lågtempererad värme korrelerar ofta med befolkningsmängd, och därmed generellt även storleken på värmeunderlag, se Figur 7.
- Tillvaratagande av dessa restvärmeströmmar inom fjärrvärmesystemen är generellt utmanande pga. små flöden, låga temperaturer och geografisk spridning.
- Lokalt nyttjande i närliggande bebyggelse kan vara enklare.

Nyttjande av extern restvärme kan påverka övrig energiproduktions förutsättningar

- Kraft- och värme-produktionsoptimering är komplicerat och behöver analyseras i detalj för att bedöma konsekvenser.
- Exempel på möjliga konsekvenser
 - elproduktionen kan minska
 - Nyttjande av andra restvärmeströmmar, tex rökgaskondensering, kan hämmas, dvs en restvärmeström ersätts med en annan
 - Det kanske inte räcker med värmepump för att höja temperaturnivån på restvärmen, utan spetsbränsle såsom pellets kan behövas

Notera att internt nyttjande där restvärmen uppstår inte inkluderas i denna rapport.

Kvantifieringar av framtida restvärmeflöden

Upplägg kvantifieringar

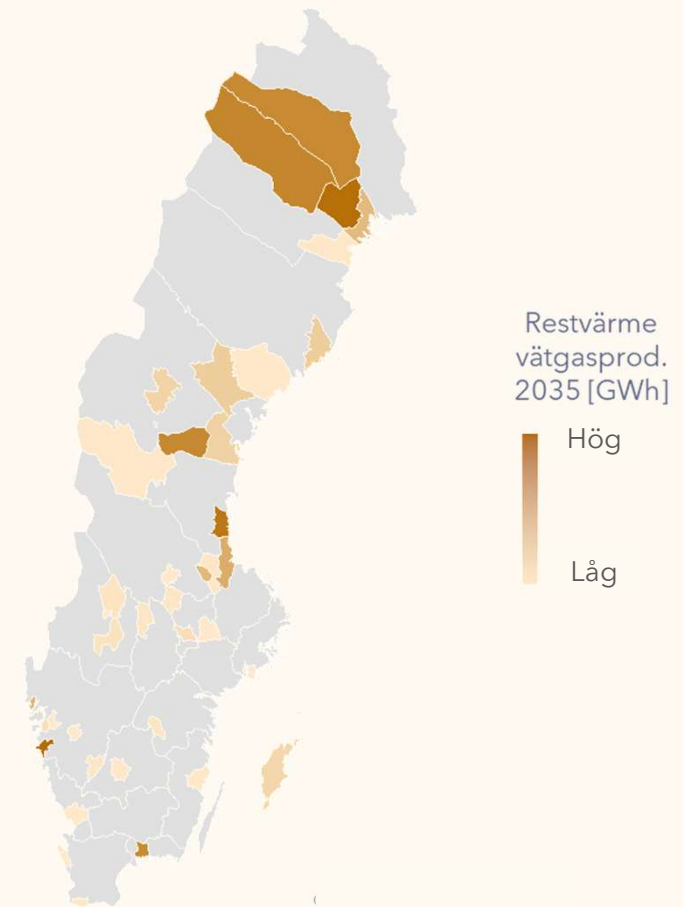
- Kvantifieringar som har gjorts av framtida tillgängliga mängder restvärme utgår från ovanstående kartläggning av nuvarande potential, och nya potentiella flöden har lagts till.
 - Förändring av befintliga restflöden, tex när befintlig industri elektrifierar sina processer resp. ökar den interna restvärmeåtervinning, har beaktats genom ett antagande om 10% minskade restvärmeleveranser från befintliga industrier.
- Sammanställningen baseras på enkätsvar från 13 industrier samt kompletterande kartläggning och litteratursökning.
- Den uppskattade framtida mängden restvärme har sedan jämförts med dagens fjärrvärmebehov.

Källor till framtida restvärmeflöden:

- Kvantifieras i denna rapport:
 - 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
 - Nya datacenter
- Kvantifieras ej i denna rapport:
 - Övrig elektrifiering av samhället
 - Ändrad folkmängd, vilket bör generera förändring i byggnadsbestånd inkl. servicebyggnader och matvarubutiker
 - Anläggningar för koldioxidinfångning (tex för CCS)

Uppskattad restvärmepotential från elektrolys **2030 och 2035**

- Uppskattad mängd restvärme från elektrolys:
 - 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.
- Uppskattningen bygger på en kartläggning av potentiell svensk vätgasproduktion år 2030 resp. 2035.
 - Kartläggningen gjordes av Profu under sen höst 2024 och baseras på offentligt annonserade vätgasprojekt 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 vätgasprojekt.



Figur 11. Uppskattad restvärmepotential från svensk vätgasproduktion med elektrolys 2030. Profu, 2024. Siffror i legenden har exkluderats för att skydda data från enskilda anläggningar.

Uppskattad restvärmepotential från produktion av biodrivmedel till 2030/2035

En uppskattning av potentiellt ökade restvärmeflöden från annonserade, tillkommande anläggningar för biodrivmedelsproduktion har gjorts.

- Anläggningar som redan har täckts in i ovan nämnda vätgaskartläggning har exkluderats.
- 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 (se omvandlingsfaktorer nere till höger).

Till omkring år 2030/2035 uppskattas totalt ca **3,1 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 41 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 anläggningar som har annonserat 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.
 - Ytterligare kartläggning behövs för att öka säkerheten i potentialbedömningen.

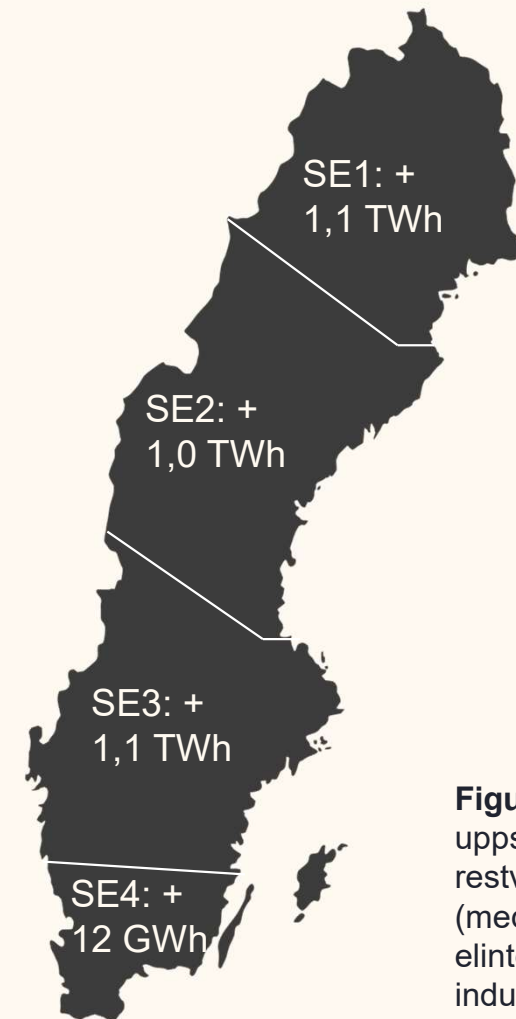
Antagna omvandlingsfaktorer: [MWh restvärme/MWh produkt]

- Vätabelandling av vegetabiliska oljor till HVO: 0,04
- Förgasning av träråvara till metanol: 0,4
- Pyrolys av träråvara till metanol: 0,4

Källa: Danish Energy Agency, 2024

Restvärme från elintensiva industrisatsningar

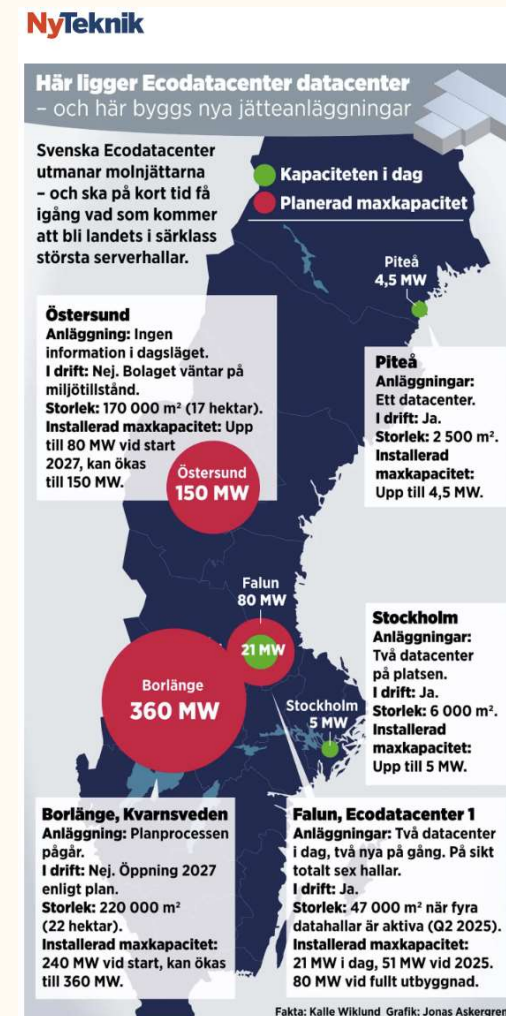
- Med en mycket grov uppskattningen av restvärmepotential för elektrifieringsprojekt, utöver vätgassatsningar och liknande, har följande restvärmepotential kunnat identifieras:
 - Ökning högtemperaturrestvärme: ca 1 – 2 TWh till 2030 – 2035
 - Ökning medeltemperaturrestvärme: ca 2 – 3 TWh till 2030 – 2035
 - Ingen kvantifiering har gjorts för ökad restvärmepotential inom lågtemperaturspannet.
 - Eventuell restvärmeproduktion från användning av fossila bränslen som kan försvinna när processerna elektrifieras är inte inräknat här.
- Geografiskt fördelar sig identifierad ökad restvärmepotential över samtliga svenska elområden.
 - Majoriteten av tillkommande restvärme väntas komma i SE1 resp. SE3, med mest högtemperaturvärme i SE1.
 - Se lokalisering för potentiellt tillkommande medeltempererad restvärme inom respektive elprisområden i kartan till vänster.



Figur 12. Grovt uppskattad ökad restvärmepotential (medeltemp.) från elintensiva industrisatsningar (exkl. vätgasprod.).

Restvärme från datacenter i framtiden

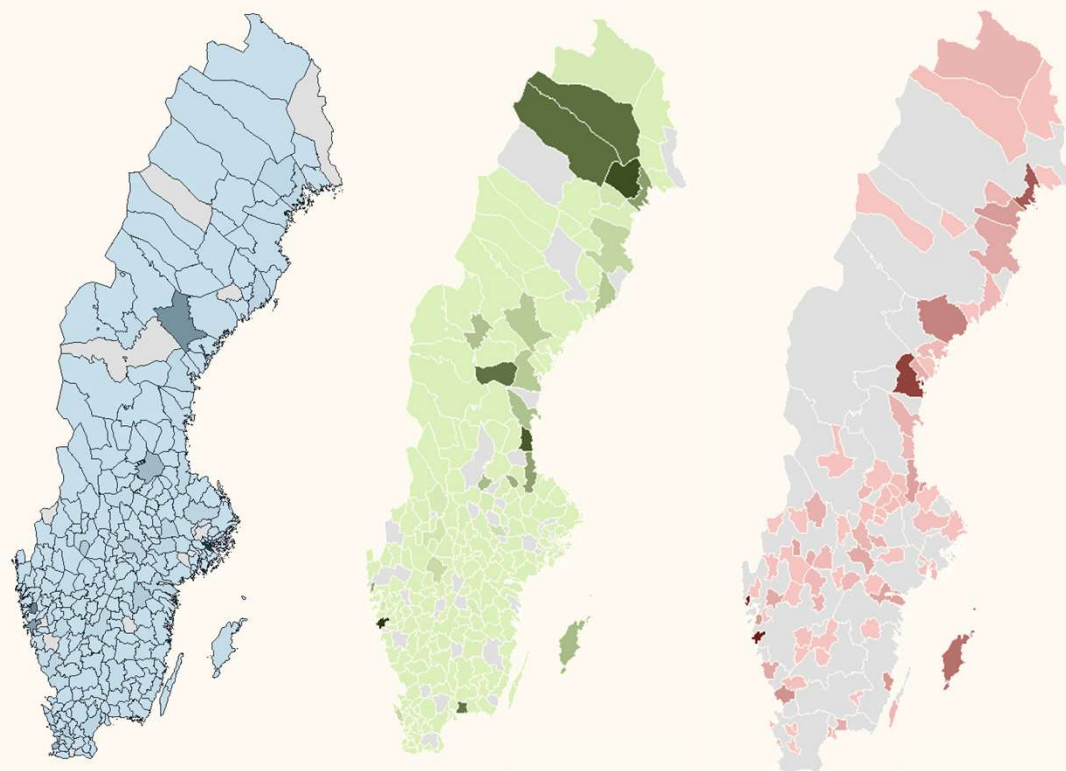
- Idag uppskattas ca 3 – 4 TWh el nyttjas i Svenska datacenter, varav majoriteten av energin omvandlas till värme. Denna värme antas idag främst utgöras av lågtemperaturvärme.
 - Uppskattningarna baseras på en studier från Radar 2020, en studie från RISE 2022, Datacentermap.com samt dialog med Energimyndigheten.
- Mot 2030 väntas mängden datacenter i Sverige 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)
 - Östersund, ca 150 MW maxkapacitet till 2033 (20MW till 2027)
 - Källor: [EcoDataCenter](#), [Borlänge Energi](#)



Figur 13. Urklipp från Ny Teknik: Wiklund, K. (2024). Här bygger nya jätten Ecodatacenter i Sverige – men räcker pengarna?. Ny Teknik. 2024-09-23.

Tillgänglig restvärme i Sverige ca 2035

Volym, temperaturnivåer och lokalisering



Lågtemperatur
restvärme

Medeltemperatur
restvärme

Högtemperatur
restvärme

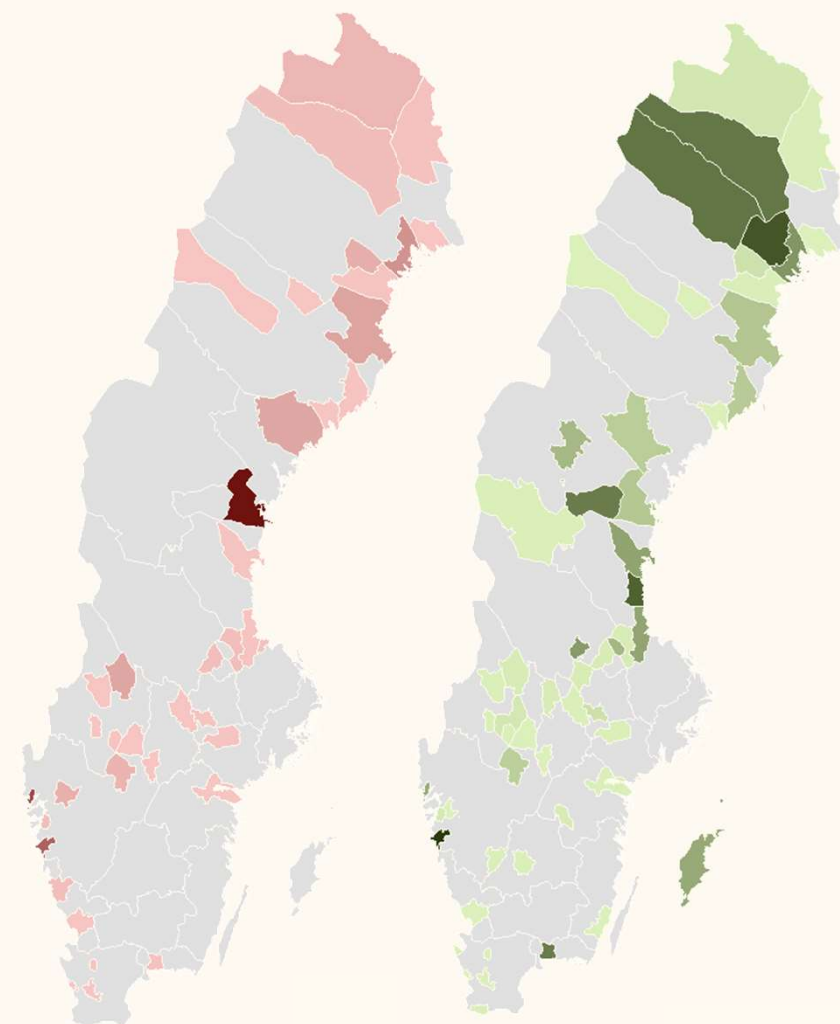
Figur 14. Kartor som visar kartlagd tillgänglig restvärme ca år 2035 i olika temperatursegment. Notera att resultaten inte är uttömmande!

Även i framtiden väntas det finnas det gott om restvärme av olika kvalité teoretiskt tillgängligt i Sverige. Sammanställt visar denna kartläggning på ca **50 TWh tillgänglig restvärme år 2035, i samtliga temperaturspann.**

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

Identifierad restvärmepotential i framtiden

- Denna kartläggning har främst fokuserat på potentiella förändringar i restvärmetilgång för segmenten hög- och medeltemperaturrestvärme.
 - Eventuella förändrade lågtemperaturrestströmmar har inte kartlagts.
- Resultaten visar följande potentiella netto-ökning av tillgänglig restvärme från kartlagda strömmar mot ca år 2035:
 - **Högtemperaturvärme: ca +4 TWh**, främst pga. elektrifiering i basindustrin (som ej beror på vätgasproduktion) samt produktion av biodrivmedel. Totalt ca 17 TWh restvärme 2035..
 - **Medeltemperaturvärme: ca +25 TWh**, främst pga. elektrolysbaserad vätgasproduktion, men även nya datacenter och övrig industriell elektrifiering. Totalt ca 26 TWh restvärme 2035..
- Notera att mängden tillgänglig högtemperaturrestvärme samtidigt väntas minska något på vissa håll i och med elektrifiering av tung basindustri.
 - T.ex. pga. energieffektiviseringar, masugnar som fasas ut etc.
 - Det har antagits att befintlig industri kan öka sin interna värmeåtervinning med 10% jämfört med idag.
 - Totalt uppskattas tillgången på högvärdig restvärme minska med ca 600 GWh på sammanlagt knappt 60 orter i Sverige. Eventuella minskningar i medel- resp. lågtemperatursegmenten har ej kartlagts.
- Den geografiska fördelningen över skillnad i tillgänglig restvärme mellan idag och 2035 visas i kartorna till höger för orter där den totala restvärmetilgången väntas öka.
 - Orter där tillgänglig mängd högvärdig restvärme väntas minska visas ej i kartorna.



Figur 15. Kartlagd **skillnad** i tillgänglig högtemperatur- (vänster) resp. medeltemperatur- (höger) restvärme mellan idag och 2035 på orter där restvärmemängden väntas öka [GWh].

Vad kan omhändertas i fjärrvärmenät och av andra värmelaster?

- Kvantifieringen av restvärmepotentialen i Sverige visar att det redan idag finns stora mängder restvärme att tillgå inom främst låg- och högtemperaturspannet och att främst medeltemperaturspannet **kan komma att öka** signifikant framöver. Mycket restvärme nyttjas redan idag i befintliga fjärrvärmenät, men stora mängder kyls också bort.
- En jämförelse av lokalisering för framtidens uppskattade restvärmemängder (hög- resp. medeltemperatur) och befintliga fjärrvärmeleveranser visar **fortsatt stora geografiska skillnader**.
 - Flera platser väntas emellertid både ha stora fjärrvärmeleveranser och tillgång till restvärme. Här är möjligheterna att ta vara på restvärmen större.
- Majoriteten av uppskattade tillkommande restvärmemängder väntas uppstå i **medeltemperatursegmentet**.
 - I befintliga fjärrvärmesystem kan restvärmen behöva temperaturhöjas och/eller fjärrvärmenätens temperatur sänkas. Sänkning av temperaturer i befintliga normaltempererade nät får dock konsekvenser för värmekundernas anläggningar, vilka kan behöva injusteras och utvecklas för lägre temperaturer.
 - När nya fjärrvärmenät anläggs bör lågtemperaturnät övervägas för att möjliggöra nyttjande av medeltempererad restvärme.

Utmaningar **och** möjligheter **för ökat tillvaratagande av restvärme**

Exempel på tekniska aspekter

Lokalisering

- 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 värmeenergi 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.

Varierande kvalitet

- Många restvärmeflöden varierar i storlek och temperatur över dygnet och året, samt kan variera utifrån industriverksamhetens produktionsförutsättningar och efterfrågan.

Låga temperaturer

- Temperaturkrav i majoriteten av befintliga fjärrvärmesystem respektive byggnader är anpassade för höga temperaturnivåer. För att sänka temperatur i fjärrvärmesystemens befintliga infrastruktur kan mer eller mindre omfattande anpassningar göras i fjärrvärmeproduktionen och hos värmekunderna.

Ökat elbehov för uppvärmning

- För att kunna nyttiggöra låg- och medeltempererad restvärme för uppvärmning krävs ofta temperaturhöjning med hjälp av värmepumpar samt eldriven pumpning av värmeflödet. Elbehovet beror på restvärmens ursprungliga temperatur och transportavstånd – ju lägre temperatur, desto mer el krävs. Samtidigt kan ökat restvärmeutnyttjande minska kraftvärmeproduktionen och därmed påverka den lokala elbalansen negativt

Ekonomiska aspekter

- De flesta tekniska hinder som nämnts här 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.
- *Förståelse för parternas kostnadsstruktur* som påverkas av och påverkar energisamarbetet, tex. energisidans fasta respektive rörliga kostnader och industripartens kostnader för energi, inklusive alternativkostnad för att kyla bort värmen.

Affärsmodeller och avtal behöver gagna samtliga involverade parter såväl kort- som långsiktigt och därmed anpassas till specifika lokala/regionala förutsättningar.

Möjliga konsekvenser av ökat tillvaratagande av restvärme



- Minskad förbränning av biomassa och avfall inom uppvärmningssektorn kan möjliggöra för andra sektorer att nyttja dessa resurser. Betalningsvilja samt kvalitets- och tillgänglighetskrav från andra sektorer har inte utretts inom detta arbete.
- Ur energibolagens perspektiv finns både möjligheter och utmaningar med samt konsekvenser av ökat tillvaratagande av restvärme. Exempel på möjliga konsekvenser sammanfattas nedan.
 - Hastig övergång till minskad förbränning av biomassa och avfall kan leda till **minskad konkurrenskraft för fjärrvärme** på kort och medellång sikt.
 - Ökad användning av restvärme kan innebära:
 - **att energibolag blir mer beroende av nya externa leverantörer**, vilket kan påverka robustheten i fjärrvärmeleveranserna, samtidigt som **beroendet av bio- och avfallsbränslen minskar**.
 - **minskad produktion av kraftvärme** vilket påverkar elbalansen, främst lokalt. På platser där lokal eleffektbrist råder kan detta bli besvärligt. **Kraftvärme har också en viktig lokal roll i kristider** då den bl.a. i vissa fall kan bidra med uppstart av ett elnät som gått ned (s.k. dödnätstart) samt generera el till städer i ö-drift.
 - Förstärkt riskexponering mot den prismässigt volatila elmarknaden
 - Snabbt minskande kapacitet för att hantera restavfall kan leda till **ökning av avfallsförbränning utan energiåtervinning** i Europa eller **skeppning av avfall till andra delar av världen** där hanteringen är betydligt sämre.
 - Utvecklingen mot cirkulär ekonomi med kraftigt minskade flöden av restavfall eftersträvas, men utvecklingen behöver gå i takt med avveckling av avfallsförbränning i Sverige. Minskad avfallsförbränning i Sverige innebär inte att avfallsmängder minskar, utan att det avfall som samhället genererar behöver hanteras på annat sätt.
 - Viss kapacitet för avfallsförbränning kommer att behövas då vissa avfallsfraktioner är giftiga eller av andra anledningar inte bör återföras till samhället.



Sammanfattning av enkätens resultat 1(2)

En enkät har skickats till ett 30-tal industrier med restvärmefflöden idag eller med beslutade investeringar som kommer att generera restvärme. 13 industrier har svarat på enkäten.

Enkätsvaren ger en splittrad bild: Vissa företag är långt framme i sitt arbete med restvärme, medan andra ser begränsade möjligheter, vilket många gånger kopplas till efterfrågan och intresse hos det lokala energibolaget. Detta pekar på behov av mer riktad dialog och incitament för att öka engagemanget och nyttjandet av restvärme.

Enkäten indikerar att det finns **potential för ökat restvärmeutnyttjande**, men framstegen är starkt beroende av ekonomiska incitament, tekniska innovationer och utökad infrastruktur. Generellt är det tydligt att industrieföretagen i först hand arbetar med att effektivisera interna processer för att minska energiförbrukning och i andra hand nyttja restvärmen internt.

Notera att enkäten endast vänt sig till industrier. Energibolagens perspektiv saknas därmed i sammanställningen.

Sammanfattning av enkätens resultat 2(2)

Branschvisa skillnader

- Bland de företag som svarat finns flera exempel på stora industriföretag som redan är **aktiva inom restvärmeutnyttjande**. Detta visar att vissa sektorer – särskilt de med höga energibehov och stora restvärmefflöden – redan har etablerade samarbeten med energibolag.

Utmaningar för framtida samarbete

- Enkätsvaren visar att det finns många tekniska och ekonomiska hinder för att ta tillvara på restvärme. Variationer i värmefflöden, krav från energibolag 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 det lokala fjärrvärmebolaget.

Signaler om framtida möjligheter

- Framtida elektrifiering av processer som idag baseras på fossila bränslen kan leda till att tillgången på restvärme minskar i vissa industrier och den värmen som kommer att finnas troligen har lägre temperatur.
- Trots utmaningarna finns det goda exempel på fungerande samarbeten och stabila restvärme-leveranser samt generellt intresse från industriföretagen. Detta visar på potentialen för ökat restvärmeutnyttjande i framtiden, särskilt om lågtempererade fjärrvärmenät byggs ut och investeringar i tekniska lösningar görs.

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

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

Framtida elektrifiering kommer att minska tillgången på spillvärme och den värmen som kommer att finnas har troligen lägre temperatur.

De produktionsanläggningar 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.

Industriröster

Kommentarer som lämnats i enkäterna

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.

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

Kortfattad sammanfattning av exemplen

Praktiska erfarenheter

Ett antal exempel på restvärmesamarbeten och andra aspekter av restvärmeutnyttjande har kartlagts, med hjälp av intervjuer och insamlat underlag från berörda parter. Exempelen visar på olika sätt som industriell restvärme kan nyttjas i fjärrvärmesystem och andra sammanhang. Här är en kort summering av de beskrivna initiativen:

- **SCA Obbola pappersbruk (Umeå)**
 - Befintligt pappersbruk med restvärmeöverskott.
 - En viss mängd lågtempererad restvärme nyttjas via värmepumpar till Umeås fjärrvärmenät.
 - Utmaningar: Begränsat värmebehov lokalt och långa avstånd till närmaste fjärrvärmenät.
- **Skoghalls bruk & Karlstads Energi**
 - Långvarigt samarbete där restvärme och ånga från Skoghalls bruk används i Karlstads fjärrvärmenät.
 - Initialt baserat på högtempererad ånga, men även friblåst ånga används för att minska energiavfall.
 - Möjlighet att utöka samarbetet vid förändrade förutsättningar.
- **WA3RM – Regenergy Frövi**
 - Hydroponisk tomatodling vid Billeruds kartongbruk som drivs med restvärme.
 - Demonstrerar hur restvärme kan användas för att stödja livsmedelsproduktion.
 - Utmaningar: Anpassning av temperatur och logistik.

- **TLoop – Datacenter i Sollentuna**
 - Använder vätskekyllning för att höja restvärmens temperatur och optimera energiåtervinning.
 - Samarbete med energibolag och fastighetsägare för att integrera restvärmerna i fjärrvärmenät.
 - Utmaningar: Begränsad elkapacitet och långa beslutsprocesser.
- **Vattenfall – Förbränningsfria alternativ i Uppsala**
 - Intern kartläggning av alternativa värmekällor för att minska beroendet av avfallsförbränning har genomförts
 - Utvärderar restvärme från datacenter, välgasproduktion och avloppsvatten.
 - Identifierade utmaningar: Teknisk anpassning och elnätsskapacitet.



Ytterligare lärdomar från exemplen och förslag fortsatt utredning och analys

Restvärme har en stor potential, men att dess praktiska tillämpning kräver noggrann planering, samarbete och långsiktiga strategier.

Exemplen bekräftar till mycket stor del de möjligheter och utmaningar som lyfts upp tidigare i denna sammanställning från annan litteratur och enkätsvar.

Möjligheter

- *Resurseffektivitet och sektorkopplingar.* Restvärme kan användas inom flera sektorer, inklusive fjärrvärme, livsmedelsproduktion och industri.
- *Ekonomiska incitament.* Genom samverkan kan både industri och fjärrvärmebolag minska sina energikostnader och öka lönsamheten.
- *Hållbar energiomställning.* Restvärme kan bidra till att minska nyttjande av biobränsle för uppvärmning, få en mer differentierad fjärrvärmeproduktion (mindre riskutsatt) och möjliggöra nyttjande av biobränslen i andra sektorer.

Utmaningar

- *Temperatur och kontinuitet.* Restvärmens kvalitet och tillgång varierar, vilket påverkar lönsamheten och kräver tekniska anpassningar.
- *Infrastruktur och investeringar.* Långa avstånd till fjärrvärmenät och behov av ny infrastruktur kan vara kostsamma hinder.
- *Regelverk och samverkan.* Tydligare politiska och regulatoriska ramar behövs för att underlätta långsiktiga investeringar och riskdelning mellan parter.

För att skala upp restvärmeutnyttjandet krävs exempelvis:

- Stärkt finansiering för att underlätta investeringar i infrastruktur.
- Politiskt stöd och långsiktiga avtal för att skapa trygghet för aktörer som vill investera.

Förslag till fortsatt utredning och analys

Långsiktig utveckling av restvärme:

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

Lokala nedslag:

Lokal analys av restvärmepotentialen och fjärrvärmesystemets utveckling – fördjupade studier på 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 stora investeringar krävs och kan dessa 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- och fjärrvärmesystem designas?

Slutsatser

Mycket restvärme nyttjas idag där så möjligt i fjärrvärmenätet.

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

Ytterligare potential inom främst låg- och högttempererade flöden idag.

Den teoretiska potentialen för ytterligare restvärmeutnyttjande är hög, med ca 16 TWh outnyttjad restvärme idag över året, 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 restvärmepotentialen 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

1. Thunman H. (2023). Transformativa omställningen av industrin skapar nya möjligheter för fjärrvärmesektorn. Chalmers Tekniska Högskola. Presentation hos Energiforsk 2023-06-16. Tillgänglig från: <https://energiforsk.se/konferenser/genomforda/transformativa-omstallningen-av-industrin-skapar-nya-mojligheter-for-fjarrvarmesektorn/>
2. Haaker A. (2024). 33 befintliga och planerade anläggningar för biodrivmedel. Bioenergitidningen. 2024-01-15.
3. Fagerström A, et.al. (2024). The Potential of Hydrogen in a Swedish Context. Energiforsk. ISBN 978-91-89919-11-2. Tillgänglig från: <https://energiforsk.se/evenemang/genomforda/vatgasens-potential-i-sverige-mojligheter-utmaningar-och-framtidsutsikter/>
4. Moreno D., Nielsen S. & Persson U. (2022). The European Waste Heat Map. ReUseHeat project - Recovery of Urban Excess Heat. Last update: 2022-05-31. Available at: <https://tinyurl.com/2wvh7ud7>
5. Persson, U., Atabaki, S., Nielsen, S., & Moreno, D. (2022). Report on the amounts of urban waste heat accessible in the EU28. Aalborg Universitet. Tillgänglig från: <https://www.euroheat.org/dhc/eu-projects/re-use-heat>
6. Energiföretagen Sverige, 2024. Tillförd energi till kraftvärme och fjärrvärmeproduktion 2023. Tillgänglig från: <https://www.energiforetagen.se/statistik/fjarrvarmestatistik/tillford-energi/>
7. Wallin, M., Werner, R., & Olofsson, S. (2020). Datacenter i Sverige 2020-2025. Radar Ecosystem Specialists.
8. RISE, 2022. Energianvändning i datacenter och digitala system. Rapport för Energimyndigheten. Tillgänglig från: <https://www.energimyndigheten.se/492f27/contentassets/054d98cfdcd54cb5a802e24b53779452/energianvandning-i-datacenter-och-digitala-system.pdf>
9. Datacentermap, 2024. Sweden Data Centers. Tillgänglig från: <https://www.datacentermap.com/sweden/>
10. [EcoDataCenter](#)
11. [Borlänge Energi](#)
12. Ny Teknik: Wiklund, K. (2024). *Här bygger nya jätten Ecodatacenter i Sverige – men räcker pengarna?* Ny Teknik. 2024-09-23.



Profu

Tack!

Kontakt

Kjerstin Ludvig

Kjerstin.ludvig@profu.se

0708- 42 33 22

Julia Renström

Julia.renstrom@profu.se

0725- 765413

Mölnadal

031 -720 83 90 (vxl)
Götaforsliden 13, övre
431 34 Mölnadal

Stockholm

0703 - 64 93 50
Målargatan 7
111 22 Stockholm