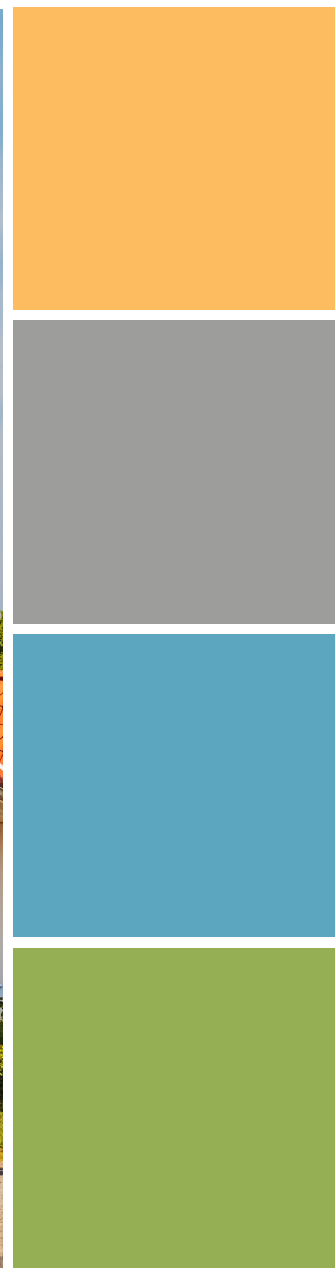


SYNTES AV FUTUREHEAT ETAPP 3

För hållbar och konkurrenskraftig fjärrvärme

RAPPORT 2024:1053



SYNTES AV FUTUREHEAT ETAPP 3

För hållbar och konkurrenskraftig fjärrvärme

MARIE KOFOD-HANSEN, ANDREA BILLE PETTERSSON, LARS ÖHMAN,
ENERGIFORSK

ISBN 978-91-89919-53-2 | © Energiforsk januari 2025
Energiforsk AB | Telefon: 08-677 25 30
E-post: kontakt@energiforsk.se | www.energiforsk.se

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

FÖRORD	4
UPPDRAGSGIVARE	5
FJÄRRVÄRMEBRANSCHENS GEMENSAMMA FORSKNINGS- OCH UTVECKLINGSPROGRAM	6
ORDFÖRANDE HAR ORDET	8
KORROSION PÅ FJÄRRVÄRME- OCH FJÄRRKYLELEDNINGAR ORSAKADE AV LÄCK- ELLER GALVANISKA STRÖMMAR	10
SVETSBARHET AV FJÄRRVÄRMEAPPLIKATIONER	12
EFFEKT AV MEKANISK LAST PÅ ÅLDRING AV FJÄRRVÄRMELEDNINGAR	14
EXERGIGEMENSKAPER – FÖR ETT RESURSEFFEKTIVT ENERGISYSTEM	16
FJÄRRVÄRMESEKTORNIS BIDRAG TILL ETT LEVERANSSÄKERT ELSYSTEM	18
70 NYA MÖJLIGHETER FÖR FJÄRRVÄRME	20
UPPFÖLJNING AV VÄRMELAGER I BERGRUM	22
HANDBOK FÖR SÄNKTA FJÄRRVÄRMETEMPERATURER	24
HÅLLBARARE BIOBRÄNSLEN FÖR ENERGISEKTORN	26
KUNDORIENTERAD UTVECKLING AV ERBJUDANDEN FÖR EFTERFRÅGEFLEXIBILITET I FJÄRRVÄRMENÄTET	28
MILJÖPRODUKTER FÖR FJÄRRVÄRME I ETT SYSTEMPERSPEKTIV	30
PRAKTISKT GENOMFÖRANDE AV SAMOPTIMERING MED SYSTEMPERSPEKTIV	33
INSTALLATION AV KATODISKT SKYDD VID REPARATION AV BETONGKULVERT FÖR FJÄRRVÄRMELEDNINGAR	35

FÖRORD

Den här syntesrapporten har tagits fram i syfte att sammanfatta den breda verksamhet som pågått inom forskningsprogrammet Futureheats programetapp 3, åren 2022 - 2024. I den här rapporten har projektutförarna intervjuats för en sammanfattande och kompletterande bild av projektresultaten. Hänvisningar finns till respektive projekts slutrapport för den som vill läsa mer.

Vi vill rikta ett stort tack till alla utförare, som genom sitt arbete flyttat fram kunskapsläget för framtidens fjärrvärme, och till alla som har bidragit med tid och värdefull kunskap i programmets styrgrupp och i alla projektens referensgrupper.

Programetappen har letts av en styrgrupp bestående av: Cecilia Bergquist (Halmstads Energi och Miljö AB), Stefan Hjærtstam (Borås Energi och Miljö AB), Peter Mattsson (Södertörns Fjärrvärme AB), Svante Carlsson (Skellefteå Kraft AB), Stina Berg (Tekniska verken i Linköping AB), Dado Hadziomerovic (Vattenfall AB), Fabian Levihn (Stockholm exergi), Lisa Granström (Mälarenergi), Magnus Ohlsson (Öresundskraft), Magnus Revland (Finspångs Tekniska Verk AB), Harald Andersson (E.ON Energiinfrastruktur AB), Linda Östberg (Karlstads Energi AB), Ulf Lindqvist (Jämtkraft), Patrik Grönbeck (Norrenergi) och Erik Axelsson (Göteborg Energi).

Carolina Holmberg & Mikael Karlsson, Energiforsk

UPPDRAGSGIVARE



Aneby Miljö & vatten

Arvika fjärrvärme

Borås Energi och Miljö

C4 Energi

E.ON Energiinfrastruktur

Finspångs Tekniska Verk

Gävle Energi

Göteborg Energi

Halmstads Energi och Miljö

Härnösand energi & Miljö

Jämtkraft

Karlstads Energi

Mälarenergi

Njudung Energi Sävsjö

Norrenergi

Nässjö Affärsverk

Skellefteå Kraft

Stockholm Exergi

Söderenergi

Södertörns Fjärrvärme

Tekniska verken i Linköping

Telge Nät

Vaggeryds Energi

Vattenfall

Öresundskraft

FJÄRRVÄRMEBRANSCHENS GEMENSAMMA FORSKNINGS- OCH UTVECKLINGSPROGRAM



Carolina Holmberg är programansvarig för Futureheat – fjärrvärmebranschens gemensamma forsknings- och utvecklingsprogram. Programmet ska identifiera nya möjligheter för fjärrvärmeföretagen i en marknad med ambitiösa miljö- och klimatmål, ökande konkurrens och åldrande system. Futureheat startades 2017 och har nu pågått i tre etapper.

Verksamheten inom Futureheat utgår från de behov som fjärrvärmebolagen har. Genom Futureheat bygger vi kunskap inom fjärrvärmeområdet och skapar värdefulla kontaktytor mellan energibolagen, konsultbolagen och akademien.

- Vi vill bidra till ett hållbart uppvärmningssystem där de samhällsinvesteringar som gjorts i fjärrvärme- och kylsystem tas till vara på bästa sätt, säger Carolina Holmberg.

De projekt som genomförts i programetapp 3 har behandlat frågeställningar som rör fjärrvärmens roll i framtidens energisystem, optimering och förbättring av befintliga system, och nya kund- och leverantörlösningar. Ambitionen är att resultaten snabbt ska kunna omsättas i praktiken, majoriteten av projektresultaten förväntas vara tillämpbara i industrin inom 1 – 5 år.

För att fjärrvärmens fortsatta konkurrenskraft krävs utveckling av nya lösningar och ny teknik. Ett branschgemensamt forsknings- och utvecklingsprogram är viktigt eftersom det både bidrar till fjärrvärmens fortsatta konkurrenskraft och till att behålla och utveckla kompetens inom de deltagande företagen.

- I en tid med snabba omvärldsförändringar och kostnadsökningar är det extra viktigt med FoU, kunskap och kompetensförsörjning. Genom att samarbeta kring FoU blir kostnaden begränsad för det enskilda fjärrvärmebolaget, samtidigt som de samlade resultaten har ett stort värde för hela branschen. En stor del av den utveckling som sker via Futureheat hade inte blivit av om detta samarbete inte funnits, säger Carolina Holmberg.

En ny programperiod inleds 2025. Inför den kommande programperioden har Energiforsk arbetat tillsammans med branschen för att ta reda på vilka de stora gemensamma utmaningarna för fjärrvärmebolagen är, vilket resulterat i fyra nya programområden:

1. Sektorkoppling och flexibilitetslösningar för ökad systemnytta
2. Utsläppsfri fjärrvärme och ökad resurseffektivitet
3. Strategisk tillgångsförvaltning och praktiska teknikfrågor
4. Digitalisering och AI – Vägen till det datadrivna fjärrvärmeföretaget

Carolina, vad du ser fram emot i den nya programperioden?

- Det ska bli kul med en nystart. Vi hoppas på många bra ansökningar. Jag ser fram emot ett ökat samarbete med fastighetssektorn och många intressanta diskussioner i styrgruppen när projekten ska väljas ut. Jag hoppas också att vi får med oss ännu fler deltagande fjärrvärmebolag så att programmet kan bli ännu större.

ORDFÖRANDE HAR ORDET



Resultaten från Futureheat ger underlag för att utveckla fjärrvärme- och kylsystemen och företagens verksamhet. Både genom att ge kompassriktningar inför strategiska beslut och genom att leda till handfasta metoder och verktyg för att effektivisera och utveckla de befintliga systemen. Cecilia Bergquist på Halmstads Energi och Miljö är ordförande i styrgruppen för Futureheat.

- Det är ett spännande uppdrag och givande att få ta del av allas kunskap både inom styrgruppen och bland utförare, säger Cecilia Bergquist.

Under den tredje programperioden har fokus legat på tre inriktningar. Den första inriktningen handlar om fjärrvärme, kyla och kraftvärme i det framväxande energisystemet. Det handlar om att ge fjärrvärmeföretagen vägledning inför strategiskt viktiga investeringsbeslut inför målen om att vara en fossilfri bransch 2030 och utgöra en kolsänka 2045. Det andra spåret har handlat om optimering och förbättring av befintliga system och har gett konkret vägledning och användbara resultat för optimering och förbättring av befintliga system. Den tredje inriktningen har handlat om nya kund- och leverantörlösningar.

- Jag tycker att de nya kundlösningarna är oerhört viktiga. Vi måste jobba med helheten, alltså både det som är bra för energisystemet och det som är bra för kunden, säger Cecilia Bergqvist. På det här området har flera intressanta projekt genomförts till exempel om efterfrågefleksibilitet och samoptimering ur ett systemperspektiv.

Inför kommande programperiod har Cecilia Bergquist också jobbat för att representanter från kundsidan ska få möjlighet att sitta med i styrgrupp och referensgrupp:

- Vi måste optimera energiomställningen tillsammans!

På Halmstads Energi och Miljö arbetar Cecilia Bergquist som anläggningsutvecklare. Just nu handlar det mycket om CCUS.

- Tekniken för CCUS finns, men det saknas regler och administration. Det är många frågor att lösa: Hur ser en transparent marknad ut? Vem äger kolkrediterna och vem ska köpa dem? Men jag tror verkligen på CCUS och nyttan av den tekniken för samhället.

Ett av de nya forskningsområdena för den kommande programperioden inom Futureheat handlar just om utsläppsfri fjärrvärme och ökad resurseffektivitet.

- Jag hoppas att vi kommer att få in många intressanta projektförslag så att vi kan komma vidare med de här viktiga frågorna.

Vilka är de största utmaningarna för fjärrvärmebranschen som du ser det?

- Vi har ju sett otroliga svängningar på bränslemarknaden och de tror jag tyvärr kommer att fortsätta. I längden riskerar det ju att leda till högre priser på fjärrvärme, säger Cecilia och fortsätter:
- Det som både är en styrka och en svaghet för fjärrvärmebranschen är ju att vi sitter med stora anläggningar med kilometervis med rör, som inte går att flytta och det är också svårt att byta ut tekniken. Å andra sidan är rören en bas för samhället. Tänk vilken fantastisk sak att vi kan flytta värmen från ett datacenter som producerar värme som en biprodukt, till ett bostadsområde och värma upp hela kvarter. Där har fjärrvärmen verkligen en roll att spela!

KORROSION PÅ FJÄRRVÄRME- OCH FJÄRRKYLELEDNINGAR ORSAKADE AV LÄCK- ELLER GALVANISKA STRÖMMAR



Emellanåt upptäcks korrosion på fjärrvärmeledningar som tycks oförklarliga. I ett projekt identifieras och analyseras orsakerna, samt föreslås förebyggande åtgärder.

- Man vill ofta lägga ledningar där det är lätt, exempelvis nära järnvägsspår, men problemet är att allvarliga korrosionsskador kan uppstå. Man bör göra undersökningar innan för att se om det kan bli en negativ påverkan, om det finns främmande konstruktioner som är katodiskt skyddade. Låt försiktighetsprincipen råda, säger projektledaren Bror Sederholm på Rise Research Institutes of Sweden.

I projektet undersöktes korrosion på fjärrvärme- och fjärrkyleledningar som orsakats av läckströmmar eller galvaniska strömmar. Skadorna är både kostsamma att åtgärda och kan orsaka driftstörningar.

Energiföretag ställs ibland inför läckor på ledningar som kan vara svåra att härleda. Läckorna uppstår slumpvis i närheten av spårbunden trafik, nedgrävda elkablar, och luftburna kraftledningar. För att skaffa sig en bild av omfattningen, typer av korrosion och vidtagna åtgärder för att skydda ledningarna, har 16 svenska energiföretag svarat på en enkät som utvärderats.

- Enkäten gav oss värdefulla insikter om vikten av att förebygga framtida korrosionsproblem och bakomliggande faktorer. Kunskapen är inte så stor på det här området och har heller inte prioriterats.

Studien syftade till att öka kunskapen om hur likströms- och växelströmsanläggningar påverkar korrosionsprocesserna för att ge energiföretag underlag till planering och underhåll. Det genomfördes praktiska undersökningar för att mäta jordresistivitet, korrosionspotential och växelströmsmätningar på fjärrvärmeledningar.

Mätningarna bidrog till förståelsen av de specifika elektriska förhållanden som påverkar korrosionsprocessen på de undersökta platserna.

I rapporten framgår det att allvarliga utvändiga korrosionsskador uppstår när fjärrvärme- och fjärrkylaledningar exponeras för läckströmmar. Dessa kommer från närliggande likströmsanläggningar så som spårvagnar och katodiskt skyddade ledningar. Likströmmar kan orsaka korrosionsskador på stålrören som i sin tur leder till snabbare nedbrytning.

Därför rekommenderas det starkt i rapporten att undersöka eventuell risk för läckströmskorrosion när en fjärrvärmeledning ska byggas parallellt med, eller korsa, exempelvis en spårväg.

Vidare kan högspänningskraftledningar och elektrifierade järnvägar inducera växelströmmar i fjärrvärmeledningar. Strömmarna främjar korrosionsprocesser på främst isolerande beläggningar med blottlagda skador på värmerör av stål. Växelströmskorrosion är visserligen mindre uttalad än likströmskorrosion vid samma strömstyrka men blir betydande vid en hög strömtäthet.

Fakta:

Galvanisk korrosion riskerar uppstå då fjärrvärme- och fjärrkylaledningar kommer i kontakt med ädla material som kopparjordningar och rostfritt stål. Korrosionen snabbar på nedbrytningen av ledningens mer oädla delar.

Läckströmmar uppstår när elektrisk ström tar oönskade vägar.

Korrosion på fjärrvärme- och fjärrkylaledningar orsakade av läck- eller galvaniska strömmar

Rapportnummer: 2024:1061

Rapportförfattare: Bror Sederholm



SVETSBARHET AV FJÄRRVÄRMEAPPLIKATIONER



Flera fjärrvärmebolag har upplevt en större mängd defekter i svetsfogar på fjärrvärmerören jämfört med för ett par år sedan. Forskning visar att problemet har att göra med ökad magnetism i rören. I projekten *Svetsbarhet av fjärrvärmeapplikationer* etapp 1 och 2, har forskarna funnit starka indikationer på att det beror på otillräcklig avmagnetisering av stålrören efter tillverkning.

- Kärnproblemet som vi har identifierat i vår forskning är närvaron av restmagnetism i förisolerade fjärrvärmerör, berättar Joel Andersson på Högskolan Väst.

Bågsvetsning av exempelvis fjärrvärmerör utförs med hjälp av en elektrisk ljusbåge, vilken påverkas av den restmagnetism som finns i rören. När restmagnetiseringen är för hög finns det en risk att ljusbågen från svetsen inte träffar fogytorna på rätt sätt, vilket kallas för ljusbågsavlänkning. I slutändan kan det också leda till framtida haverier och höga reparationskostnader.

Forskarna utvecklade en numerisk simuleringsmodell för att studera magnetfälten i stålrör, särskilt effekterna av yttre magnetfält (som jordens magnetfält eller elektriska kraftledningar) och variationer i rördimensioner. Resultaten visade att restmagnetism över 20 Gauss kunde orsaka instabilitet, vilket gjorde svetsningen svår att kontrollera.

Stålrörstillverkare utför oförstörande provning (med hjälp av ex virvelströmsprovning) för att hitta sprickor i rören. En del av de här provningsmetoderna kan leda till att rören magnetiseras kraftigt. Rören måste sedan avmagnetiseras, men idag finns ingen standard för vilken nivå rören ska ha.

Projektet har undersökt hur mycket rören bör avmagnetiseras för att undvika problem. Forskarna kunde se att det börjar bli problem vid cirka 20–30 Gauss (som är ett mått på magnetstyrkan). Genom att få fram ett kritiskt värde på magnetfältet för en viss rörstorlek kan det användas som rekommendation för rörtillverkarna.

- Fjärrvärmeföretagen behöver få information om hur allvarligt det här problemet är. De har alla möjligheter att kräva att rörtillverkarna är mer noggranna när de avmagnetiserar, säger Joel Andersson:
- Jag skulle gärna se att en kontrollmetod införs som gör att ståltillverkarna kommer till rätta med restmagnetismen. Rekommendationerna i lägningsanvisningar och standarder behöver också förnyas. Det är viktigt att jobba med standarden så att rörtillverkarna har någonting och hänga upp kravbilden mot.

I den andra etappen av projektet *Svetsbarhet av fjärrvärmeapplikationer* fokuserade forskarna på större rördiametrar (DN300, DN500, DN700).

- Vi fann att restmagnetismen ökade fyra gånger när rören fördes samman för svetsning. Defektfrekvensen vid vanlig rörsvetsning ligger normalt på mellan 0,5 % och 2 %, men med magnetiska störningar ökade defektfrekvensen till oacceptabla nivåer (8–10 %), vilket ledde till höga reparationskostnader och projektförseningar, säger Joel Andersson.

Vad kan göras för att minska problemen som restmagnetismen i rören orsakar?

- Om standarder för restmagnetism antas kan det drastiskt minska felfrekvensen och reparationskostnaderna som är förknippade med felaktiga svetsfogar. Vi rekommenderar att tekniska föreskrifter (som D:211) ändras och att det införs bättre mätmetoder för restmagnetism och att det tas fram en ny standard för stålrörstillverkning och installation inom fjärrvärmesektorn, avslutar Joel Andersson.

Rapporterna om Svetsbarhet har tagits fram i tidigare etapper av Futureheat. I programetapp 3 har de översatts till engelska.

Svetsbarhet av fjärrvärmeapplikationer/ Weldability of district heating applications

Rapportnummer: 2021:734/2023:982

Rapportförfattare: Joel Andersson, Joar Draxler, Lars-Erik Stridh

Svetsbarhet av fjärrvärmeapplikationer – etapp 2/ Weldability of district heating applications – Stage 2

Rapportnummer: 2021:831/2023:983

Rapportförfattare: Joel Andersson, Paul Kah, Lars-Erik Stridh, Chamara Kumara, Morgan Nilsson



EFFEKT AV MEKANISK LAST PÅ ÅLDRING AV FJÄRRVÄRMELEDNINGAR



Dagens fjärrvärmenät ska kunna användas i många år framöver för att leverera värme. Det behövs dock underlag och metoder för att avgöra var och när det är dags att byta ut delar av ledningarna, av både resurseffektiva och ekonomiska skäl. Ett projekt har därför undersökt effekten av mekanisk belastning på fjärrvärmeledningar.

- Det finns enorma besparingar att göra om man har metoder för att kontinuerligt undersöka statusen på fjärrvärmerör, i stället för att göra akuta åtgärder, säger Jan Henrik Sällström från RISE.

Fjärrvärmerör i glidzoner utsätts ofta för olika mekaniska påfrestningar vilket kan leda till kostsamma reparationer och driftstopp. Ett av målen med projektet *Effekt av mekanisk last på åldring av fjärrvärmeledningar* är att se om förisolerade fjärrvärmerör i glidzoner som utsätts för cyklisk belastning, bryts ner snabbare än rör som inte belastas. Genom att förstå hur cyklisk belastning påverkar rörens livslängd kan man utveckla strategier för att optimera underhållet och förlänga distributionssystemets funktionella livslängd.

Ett annat mål med projektet är att jämföra problemet med förlorad vidhäftning mellan isolering och medierör med andra typer av haverier. Förlorad vidhäftning kan leda till skador och läckage eftersom medieröret kan röra sig mer, vilket kan leda till att isolering trycks ihop i böjar och medieröret utmattas vid böjar.

Tidigare studier visar att mekaniskt belastade fjärrvärmeledningar bryts ned betydligt snabbare än obelastade. I det här projektet undersöks nedbrytningen av gamla ledningarna i fält i och utanför glidzonerna.

Erfarenheter från andra haverimekanismer och tillhörande undersökningsmetoder ska också sammanställas i projektet för att senare kunna identifiera mönster, förbättra undersökningsmetoder och utveckla strategier för riskhantering och förebyggande åtgärder.

Projektet förväntas vara klar under 2025 och ska då resultera i en slutrapport.

- Förhoppningen är att rapporten ska erbjuda de som driver termiska nätverk kunskap, verktyg och rekommendationer om var tester bör genomföras. Målet är att förbättra deras underhållsmetoder och göra nätverken mer effektiva, säger Jan Henrik Sällström.

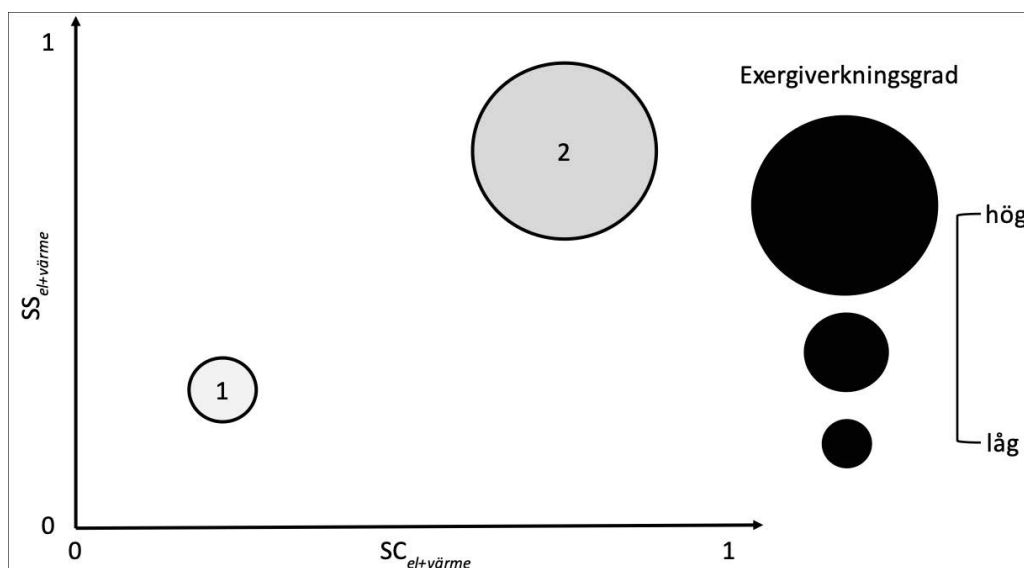
Effekt av mekanisk last på åldring av fjärrvärmeledningar

Rapporten publiceras 2025

Rapportförfattare: Jan Henrik Sällström



EXERGIGEMENSKAPER – FÖR ETT RESURSEFFEKTIVT ENERGISYSTEM



Genom att inkludera exergi (energikvalitet) i analysen av energisystemets utformning, kan högre resurseffektivitet i framtida energisystem uppnås. En analytisk metod har utvecklats för att analysera exergiverkningsgrad i kombination med självförsörjandegrad och självkonsumtion av lokalt tillförd energi.

Figuren ovan visar en principiell illustration av ett diagram med självkonsumtion, självförsörjande och exergiverkningsgrad. Ett system med god matchning mellan lokal tillförsel av värme och el, samt små energikvalitetsförluster resulterar i en stor cirkel i den övre högra halvan av diagrammet (nr 2 i diagrammet). Ett system med dålig matchning mellan tillförsel och användning av värme samt el i kombination med stora energikvalitetsförluster resulterar i en liten cirkel i det nedre vänstra hörnet (nr 1 i diagrammet).

- Den här rapporten är viktig eftersom den tar hänsyn till kvaliteten av energi, specifikt exergieffektiviteten, vilket visade sig vara en viktig faktor i utvärderingen av energisystemlösningar. Detta kan hjälpa oss att skapa energisystem som är mer resurseffektiva, säger Magnus Åberg på Uppsala universitet som varit projektledare.

Rapporten presenterar resultat från ett fiktivt bostadsområde där 11 olika energisystemlösningar analyserats, utifrån faktorer som självförsörjningsgrad, självkonsumtion av lokalt producerad el och värme samt exergieffektivitet.

Studien visar att det är möjligt att identifiera kvalitetsförluster i energisystem, vilket kan användas som underlag för bättre beslut vid planering av framtida bostadsområden. Dessutom framhåller rapporten att exergi kan vara ett värdefullt verktyg för att minska intressekonflikter på lokala värmemarknader och öka samarbete mellan aktörer.

- Andra studier har tillämpat exergi, men den här rapporten är unik eftersom den lyfter fram energikvalitet som prestandamått för lokala energisystemlösningar i urbana miljöer, vilket inte gjorts tidigare.

Inom EU finns ett starkt politiskt engagemang för att underlätta skapandet av lokala energigemenskaper som medborgarinitiativ, för att snabba på omställningen till en mer hållbar energiförsörjning. I Sverige har energigemenskaper främst kretsat kring fastighetsägare och småföretag som investerar i solenergi, batterilagring och elbilar.

- Dessa initiativ, även om lovvärda, riskerar att fokusera för mycket på elektrifiering och förbise resurseffektiva energilösningar, vilket kan leda till onödiga kvalitetsförluster i energianvändningen, säger Magnus Åberg.

Sammanfattningsvis kan vi skapa mer balanserade och hållbara energilösningar genom att inkludera exergiaspekten i utvärderingen av lokala energisystem. Detta kan också bidra till att undvika en ohållbar elektrifiering och i stället främja användningen av lågvärdiga energiresurser som spillvärme eller fjärrvärme, vilket i sin tur kan ge ökad resurseffektivitet på både lokal och regional nivå.

Exergigemenskaper – för ett resurseffektivt energisystem

Rapportnummer: 2024-1063

Rapportförfattare: Magnus Åberg



FJÄRRVÄRMESEKTORNS BIDRAG TILL ETT LEVERANSSÄKERT ELSYSTEM



Fjärrvärmesektorn har en stor, men delvis outnyttjad, kapacitet att bidra till ett leveranssäkert elsystem. Genom att undanröja hinder och införa riktade styrmedel kan fjärrvärmesektorn ge ett viktigt bidrag för att möta Sveriges framtida energibehov.

- Denna rapport levererar en viktig pusselbit i att förstå hur fjärrvärme kan stärka elsystemet.

Det säger Thomas Unger på Profu som varit projektledare för projektet *Så kan fjärrvärmesektorn bidra till ett leveranssäkert elsystem* som har undersökt vilket bidrag den svenska fjärrvärmesektorn kan ge på dagens och morgondagens elmarknad avseende leveranssäkerhet.

Projektet har identifierat att fjärrvärmesektorn kan ge bidrag till ett leveranssäkert elsystem inom följande områden:

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

- Tidigare studier har fokuserat på fjärrvärmesektorns bidrag till energi, elenergi och eleffekt, men nu har vi breddat perspektivet till att även inkludera systemstabilitet, försörjningstrygghet och leveranssäkerhet, vilket är ny kunskap som denna rapport bidrar med, säger Thomas Unger.

Inom projektet skickades även en enkät ut till Sveriges alla kraftvärmeföretag samt till ett antal fjärrvärmeföretag som inte idag har kraftvärme, men där det skulle kunna vara möjligt i framtiden.

- Tidigare enkäter har fokuserat på frågor om befintliga resurser och kapacitet, samt eventuella nyinvesteringar. Nu ställde vi även frågor om incitament och intresse för att leverera nytta på stödtjänstmarknader, vilket inte gjorts tidigare, säger Thomas Unger.

Enkätsvaren pekar på ett mycket begränsat deltagande av kraftvärmeföretagen på Svenska kraftnäts frekvensrelaterade stödtjänstmarknader. De dominerande skälen till att man idag inte deltar är tekniska begränsningar, brist på kompetens och komplicerat regelverk. För att motverka dessa hinder föreslår författarna bland annat informations- och kunskapshöjande insatser för att öka kraftvärmeföretagens deltagande på marknader för stödtjänster.

Intresset från kraftvärmeföretagens sida för att bli mer aktiva på dessa marknader är nämligen relativt stort.

Fjärrvärmesektorns bidrag till ett leveranssäkert elsystem

Rapportnummer: 2023-977

Rapportförfattare: Thomas Unger, Håkan Sköldberg, Mikael Odenberger, Emil Nyholm, John Johnsson, Peter Blomqvist



70 NYA MÖJLIGHETER FÖR FJÄRRVÄRME



En inventering av initiativ till koldioxidfria fjärrvärmesystem har mynnat ut i en stor databas där 70 framtida utvecklingsmöjligheter redovisas. Rapportförfattaren Henrik Gadd framhåller hur mycket som händer på området och nämner världens största termiska lager utanför Helsingfors som ett av de främsta exemplen.

Ett en miljon m³ stort termiskt lager i Helsingfors, och en tomatodling i Frövi som drivs av restvärme från ett pappersbruk och mynnar ut i 8000 ton tomater om året. Det är två av 70 uppmärksammade exempel i rapporten som bygger på en inventering lösningar för icke-fossil värmeförsörjning i främst europeiska länder med tonvikt på Sverige och Danmark.

Högskolan i Halmstad har skannat av omvärlden och sitter nu på en databas med hundratals europeiska exempel på omvandlingen. Den pågående utvecklingen sammanfattas i en Energiforskrapport som stöds av 284 genomförda, planerade eller föreslagna fall. De 70 möjligheterna för koldioxidfri fjärrvärme inkluderar värmeanvändning, värmelagring, anslutning av kunder, flytt av värme, avskiljning av koldioxid och värmeförsörjning.

Henrik Gadd på Högskolan i Halmstad har lett sammanställningen. Han säger att det händer väldigt mycket på området och pekar ut världens till ytan största termiska lager i finländska Vanda som särskilt intressant och konkurrenskraftigt. Det ligger några mil utanför Helsingfors, producerar 90 GWh, är skalbart och "kan användas i princip var som helst".

- Stora lager bryter beroendet mellan värmeproduktion och värmebehov. När det finns överskott på billig värme kan man lagra det för tillfällen med högre

kostnad för värme. Eftersom kostnaden för ett värmelager är mycket lägre än kostnaden för att lagra el kan man vid perioder med låga elpriser ladda värmelagret med hjälp av exempelvis värmepumpar till en mycket låg kostnad.

Han nämner också utbyggnaden av fjärrvärmesystemet i München. Där klubbades 2008 en långsiktig vision om att all elförsörjning ska vara förnybar 2025, fjärrvärmesystemet koldioxidneutralt 2040, och att fjärrkyla bör ersätta individuella luftkonditioneringsenheter.

- Målen nås i detta fall främst genom geotermi, men det som sticker ut är den långsiktiga strategin. Att våga fatta beslutet fast målet ligger decennier in i framtiden. Energibolaget är en strategisk del i att nå koldioxidneutralitet och inte bara en kortsiktig kassako för ägarna, säger Henrik Gadd.

70 nya möjligheter för fjärrvärme/70 New Possibilities for District Heating

Rapportnummer: 2024:1039/2024:1040

Rapportförfattare: Henrik Gadd, Mohammad Saeid Atabaki, Mei Gong Erik Möllerström, Heidi Norrström, Fredric Ottermo Urban Persson, Luis Sánchez Garcia, Sven Werner



UPPFÖLJNING AV VÄRMELAGER I BERGRUM



Att hantera variationen i utbud och efterfrågan på el- och värmemarknaden har en enorm potential om man kan hitta ett effektivt sätt att lagra värmeenergi. Mälarenergi tog under år 2020 ett beslut att konvertera ett tidigare oljelager i ett bergrum till hetvattenlager. Ett forskarteam har följt Mälarenergis arbete med förstudie, projektering, utförande och idrifttagning.

Att lagra värme under längre tid än ett par dygn med konventionell ackumuleringsteknik, till exempel i en hetvattencistern, är inte ett ekonomiskt realistiskt alternativ på grund av de stora volymer som skulle krävas.

- Därför är det intressant om vi kan få till en mer kostnadseffektiv värmelagring genom att använda oss av naturliga eller utgrävda bergformationer, säger Ulrika Sagebrand, FoU-samordnare på energikonsultbyrån FVB och projektledare för projektet *Uppföljning av värmelager i bergum*.

Projektets huvudsyfte har varit att följa upp värmelagret för att verifiera de modelleringar som utfördes under 2020 och på så vis förbättra kunskapsläget kring värmelagring i berg och då främst högtemperaturlager. Projektet har tagit vara på en unik möjlighet att planera och instrumentera lagret för att kunna göra en noggrann uppföljning. Fokus har varit att följa upp stratifiering och värmeförluster samt samla upp de erfarenheter som Mälarenergi skaffat sig i genomförandet av projektet. Ett mätarkoppel med temperaturgivare, PT100, placerades i "motsatt" ände mot inlagringen för att, med hjälp av ordinarie temperaturinstrumentering, jämföra stratifiering (temperaturprofil) längre bort i lagret. Fem temperaturgivare har också placerats inne i bergväggen, i ett 10 m djupt borrhål, för att kunna mäta temperaturprofilen i berget.

Att lagra hetvatten i ett oisolerat bergrum kan verka märkligt. Berg leder ju värme cirka 100 gånger bättre än många isoleringsmaterial, till exempel motsvaras 30 centimeter isolering (typiskt för hetvattencisterner) av 30 meter berg. Som tur är finns det gott om berg.

- Det finns inte så mycket aktuell forskning på värmelager i berg i form av nyanlagda bergrum, men det finns ett nyväckt intresse för bergrumslager i Sverige och Finland. Värmevärden i Hudiksvall var först ut med att driftsätta ett lager 2018. Andra svenska orter har de senaste åren utrett bergrumskonverteringar. Finland har redan flera lager i drift som Mustikkamaa i Helsingfors och Vasklot i Vasa, berättar Ulrika Sagebrand och fortsätter:
- Vi har haft ett jättebra utbyte av erfarenheter med några som jobbade med mätning i bergrumslager på 80- och 90-talet i Avesta och Storvreta. Det som är en stor skillnad mot det här projektet är att de bergrummen byggdes för att just lagra varmvatten. I det här bergrummet, som byggdes för att lagra olja, finns ju inte riktigt samma goda förutsättningar.

Rapporten beskriver hur det gick till när det gamla oljelagret konverterades till hetvattenlager, som exempelvis öppnande av bergrummen, sanering av oljerester, vattenkvalitet, installationer och tekniskt utförande. Trots förseningar i konvertering och sanering av bergrummen kunde laddning av bergrummen inledas i maj 2024.

- Rapporten innehåller även några analyser av tidig drift. Ett signifikant resultat är att temperaturskiktningen längs hela lagret visat sig hålla mycket bra. Värmeförlusterna har, som väntat, varit höga så här i startskedet, men temperaturnivån har ändå hållit väl under den studerade perioden, berättar Ulrika Sagebrand.

Forskarna räknar med att kunna följa bergrumslagret under flera år.

- Mätdata från dels driften, dels de mätare som vi installerat i berget samt i själva hetvattenlagret, kommer lagras av Mälarenergi under många år framöver, säger Ulrika Sagebrand. Jag tror att erfarenheterna av det här hetvattenlagret kan ge ett viktigt underlag till framtida beslut i fjärrvärmebranschen, både vad det gäller lagring i bergrum och borrhålslager, avslutar Ulrika Sagebrand.

Uppföljning av värmelager i bergrum

Rapportnummer: 2024:1054

Rapportförfattare: Ulrika Sagebrand, Christoffer Nordström,
Björn Widarsson



HANDBOK FÖR SÄNKTA FJÄRRVÄRMETEMPERATURER



Hur sänker vi temperaturerna i dagens fjärrvärmesystem? I en rapport lyfts flera exempel, däribland Luleå Energis framgångsrika arbete med sänkta systemtemperaturer.

- Fler lågvärdiga värmekällor är nödvändiga i produktionsmixen, och sänkt temperaturnivå utgör en viktig del i anpassningen till framtidens värmekällor. Hela affärsidén med fjärrvärme är att ta vara på annars förlorade värmeflöden, säger Cilla Dahlberg Larsson, energikonsult på FVB Sverige.

Tillsammans med Ulrika Sagebrand är hon huvudförfattare bakom rapporten *Handbok för sänkta fjärrvärmetemperaturer*.

- Ju lägre temperatur, desto enklare och lönsamt blir det att inkludera dessa energiflöden i värmeförsörjningen. Man får även lägre förluster i ledningarna och bättre effektivitet i exempelvis rökgaskondenseringar, säger Ulrika Sagebrand och tillägger:
- Temperaturen är i stort sett densamma som för 20 år sedan, att få ned den har inte varit en prioritering. Vi har vetat länge hur man bör jobba men det har varit svårt att få branschen att sätta i gång, annat har prioriterats.

Men de ekonomiska drivkrafterna att sänka temperaturerna kommer att öka i framtiden. Frågan får allt större tyngd när vi framöver anpassar systemen mot mindre förbränning och mer värme från industriell restvärme, värmepumpar etc.

I rapporten redovisas bland annat hur Luleå Energi lyckades med målet att sänka sin framledningstemperatur, något som också kräver justerad returtemperatur, för att anpassa sig till SSAB:s förändrade produktion.

- Tack vare digitaliseringen har vi en betydligt bättre överblick i dag. Det är lättare att hitta fel och att se vad som ska åtgärdas för att nå en bra effekt. Dessutom behövs kontroll över de cirkulationsflöden som finns ute i näten så att de inte är större än nödvändigt.

Hon säger att fjärrvärmeföretag som premierar kunder med bra avkylning är ett incitament. Men för att uppnå en genomgripande effektivisering måste allt fungera även på kundsidan.

- Jag hoppas att de som sitter på expertisen, fjärrvärmeföretagen, i högre utsträckning bistår i det. Det är fjärrvärmeföretagen som har överblicken över hela systemet och därmed kan prioritera var åtgärder gör störst nytta.

Många svenska företag genomgår ett teknikskifte och utlovar fossilfrihet 2030. Det ska förverkligas genom exempelvis industriell restvärme och säsongvärmelager.

- Vi har byggt fjärrvärme ungefär likadant sedan 1970-talet. Det kommer att finnas kvar under överskådlig tid men i takt med att allt fler övergår till fjärde generationens fjärrvärme kommer man bygga på ett annat sätt, exempelvis genom att använda plaströr i stället för stålrör. Byggs hus med väsentligt lägre värmebehov är det svårt att få ihop kalkylen med konventionell fjärrvärme med höga temperaturer och därmed höga ledningsförluster.

Vilken betydelse kan handboken få för fjärrvärmebranschen?

- Den är praktisk och visar handgripligen hur fel hittas och rättas till. Handboken kan användas av både fjärrvärmetekniker och större bostadsbolag. Förhoppningen är att branschen kommer att prioritera temperatureffektiviseringar och att vi ser resultat av detta framöver.

Handbok för sänkta fjärrvärmemetemperaturer

Rapportnummer: 2024:1059

Rapportförfattare: Cilla Dahlberg Larsson, Ulrika Sagebrand,
och Thomas Nordin



HÅLLBARARE BIOBRÄNSLEN FÖR ENERGISEKTORN



Biobränslen står för över 40 procent av den tillförda energin för fjärrvärmeproduktion. En stor del utgörs av restprodukter från skogen. Men en utmaning för fjärrvärmebranschen är ett ökat ifrågasättande av biobränslen främst från EU. Profu har undersökt hur acceptansen för biobränslen ser ut i Sverige och inom EU.

EU-kommissionen föreslog under 2022 att användningen av grot från skogen skulle begränsas avsevärt. Även om förslaget röstades ner under 2023, indikerar det frågans aktualitet, säger Jenny Westerberg:

- Även om det ju framför allt är restprodukter som används, är det viktigt hur hela kedjan i skogsbruket har skötts. Det finns flera länder inom EU som inte ser ett kallhygge som ett hållbart sätt att få fram biobränslen. Det finns helt klart fog för den oro som finns hos flera fjärrvärmeföretag för nya strängare regler inom EU för uttag och användning av biobränslen.

Enligt den undersökning som Profu har utfört är svenska fjärrvärmekunder fortsatt nöjda med att biobränslen används i fjärrvärmesektorn. Jenny Westerberg råder branschen att förbereda sig på ett ökat ifrågasättande av biobränslen och strängare regler från EU. I rapporten redovisas en lista över åtgärder som kan höja hållbarheten hos biobränslen. Här är några exempel:

- Mångfald vid återplantering.
- Avsättning av ytor för naturvård
- Återskapande av våtmarker.
- Askåterföring

- Fossilfria maskiner för uttag av bibränslen samt transporter
- Lokalt producerade bibränslen

Det är viktigt att notera att det här handlar om samarbete och kommunikation, fjärrvärmeföretag kan inte själva genomföra de här åtgärderna utan det måste ske i samverkan mellan flera branscher, som till exempel skogsnäringen, menar Jenny Westerberg.

- Det här har varit ett superintressant projekt som ligger helt rätt i tiden. Det är dags för fjärrvärmebranschen att förbereda sig på nya krav från EU, kunder och leverantörer!

I rapporten redovisas också hur både fjärrvärmeföretag och leverantörer av bibränslen upplever acceptansen för bibränslen.

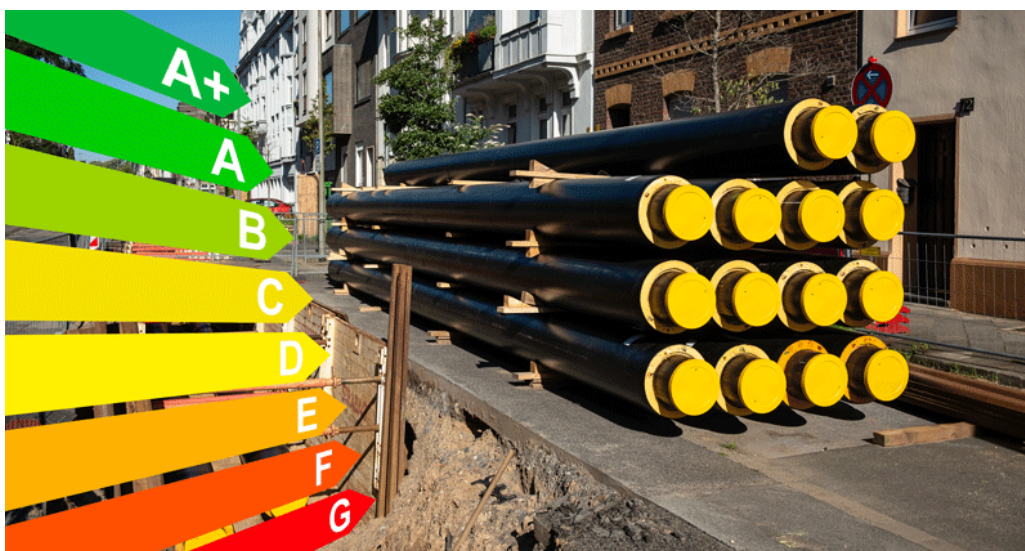
Hållbarare bibränslen för energisektorn

Rapportnummer: 2023:979

Rapportförfattare: Jenny Westerberg, Peter Blomqvist, Lina Bergström, Mattias Bisaillon, Cecilia Grubbström



KUNDORIENTERAD UTVECKLING AV ERBJUDANDEN FÖR EFTERFRÅGEFLEXIBILITET I FJÄRRVÄRMENÄTET



När fjärrvärmenätet är ansträngt ställer sig kunder positiva till att hålla nere sina effektbehov, alltså bidra med efterfrågefleksibilitet. Det visar ett projekt där tre hypotetiska erbjudanden som togs fram och presenterades ansågs relevanta av fastighetsbolagen.

- Det här är ett nytt steg in i varandras verksamheter och kommer kräva ett högre förtroende mellan energibolag och fastighetsägare. I dag finns en tydlig gräns vid fastighetens vägg, säger projektledaren Mårten Haraldsson på Profu.

Syftet med projektet var att ta fram förslag med tydlig prissättning och incitamentsstruktur som skulle kunna bli branschgemensamma. Tre hypotetiska erbjudanden, som utvärderades av fastighetsägare och fjärrvärmeföretag, handlar om att kunderna mer eller mindre bidrar till systemet. Vardera erbjudande bedömdes intressant och attraktivt av olika kunder och ansågs kunna komplettera varandra.

A) Enklaste varianten där kunden bidrar med reservkapacitet.

Energibolaget sätter in en effektbegränsare i fastigheten. Den fungerar som en nödbroms att dra i vid extraordinära situationer, exempelvis vid produktionsbortfall eller när det är betydligt kyligare ute än normalt.

B) Kunden erbjuds att bidra till systemet.

Alternativet bygger på att kunden har full rådighet över sin fastighet, och får ut en signal från energibolaget med önskemål om att dra ned på förbrukningen. Kunden kan aktivt tacka ja eller nej.

C) Kunden blir en del av systemet.

Energibolaget har mandat att påverka styrningen, inom ramar man har kommit överens om med kunderna, och ansvarar för att temperaturen i fastigheterna övervakas på lämpligt sätt.

Mårten Haraldsson säger att fjärrvärmebranschen är allt mer konkurrensutsatt och måste hålla igen på kostnadsutvecklingen. Då krävs att nya affärsmodeller nyttjas för att undvika kostnadsökningar. Han ser också ett stort värde i att knyta kunder närmare sig och att arbeta tillsammans för att utveckla det lokala värmesystemet.

Under resans gång framkom att kunderna har hög tillit till energibolagens förmåga att lösa tekniska frågor kopplat till efterfrågefleksibilitet, och till kompetens inom systemoptimering. Däremot restes frågetecken om energibolagens sätt att styra gynnar kunden.

- Kunderna ser en stor potential i detta och förväntar sig att få del av den ekonomiska nyttan, säger Mårten Haraldsson.

Mikael Karlsson, programansvarig för termisk energiomvandling på Energiforsk, framhåller att fjärrvärmens bidrar med stor systemnytta och kan spela en stor roll för att Sverige ska få ett robust, hållbart, och konkurrenskraftigt energisystem.

- Den här typen av projekt som tar fram kunskap om möjliga affärsmodeller blir allt viktigare för fjärrvärmens framtid.

Kundorienterad utveckling av erbjudanden för efterfrågefleksibilitet i fjärrvärmesystemet

Rapportnummer: 2024:1002

Rapportförfattare: Mårten Haraldsson, Gunilla Jalbin



MILJÖPRODUKTER FÖR FJÄRRVÄRME I ETT SYSTEMPERSPEKTIV



Det finns en stor efterfrågan från fastighetsägare på fjärrvärme med specifik miljöprestanda. Därför erbjuder allt fler fjärrvärmeföretag "miljöprodukter", men vad är det egentligen för produkter fjärrvärmeföretagen erbjuder och hur stor är klimatnyttan?

Fjärrvärme har tydliga fördelar ur miljö- och systemperspektiv, till exempel genom att nyttja restvärme som annars hade gått till spillo. Många kunder efterfrågar fjärrvärme med specifik miljöprestanda och flera fjärrvärmeföretag erbjuder olika typer av miljöprodukter. Profu har i en undersökning kommit fram till att miljöprodukterna ofta är utformade på ett likartat sätt, men har fått olika "namn". Det är förvirrande särskilt för större fjärrvärmekunder med fastigheter i olika delar av landet.

Profus uppdrag har varit att bidra till en utveckling av miljöprodukter för fjärrvärme med kundvärde, verklig miljönytta och additionalitet. Med miljöprodukter avses fjärrvärme som säljs med någon form av miljörelaterat "attribut", som till exempel klimatkompenserad fjärrvärme, Bra miljöval fjärrvärme, fjärrvärme med specifikt ursprung etc.

- Det var Svenska kyrkan som gjorde oss uppmärksamma på att det fanns så många miljöprodukter med koppling till fjärrvärme. Svenska kyrkan har många fastigheter på olika platser i Sverige och tyckte att det var svårt att veta vad de olika miljöprodukterna som olika fjärrvärmeföretag erbjuder egentligen innebär, berättar Jenny Westerberg som varit projektledare på Profu.

Profu har inventerat 27 fjärrvärmeföretag som erbjuder minst en miljöprodukt. Många produkter erbjuds endast på förfrågan. Några av fjärrvärmeföretagen har 100 procent förnybar produktion och erbjuder då det som en typ av miljöprodukt.

- Vi har undersökt totalt 38 så kallade miljöprodukter, men det finns säkert flera, berättar Jenny Westerberg. Vårt mål är inte att undersöka alla på marknaden, utan få en bild av vad företagen erbjuder.

Det är främst två typer av miljöprodukter som fjärrvärmeföretagen erbjuder: allokerad/ ursprungsmärkt fjärrvärme, dels klimatkompenserade produkter. Allokerad/ursprungsmärkt fjärrvärme innebär att en delmängd av fjärrvärmens säljs som miljöprodukt, vilket alltså inte påverkar fjärrvärmeproduktionen (ingen additionalitet).

- Klimatkompenserade produkter är mer synliga i marknadsföringen trots att det finns betydligt fler allokerade produkter. Vi har också sett att flera av fjärrvärmeföretagen inte är nöjda med sina miljöprodukter, men de erbjuds ändå på grund av att efterfrågan är så stor. Det gäller främst de allokerade produkterna, säger Jenny Westerman.

I kartläggningen har det också kommit fram att det oftast inte är fjärrvärmeföretagen själva som initierar produkterna, utan det är oftast kunder som efterfrågar miljöprodukter. För många fastighetsägare är miljöcertifieringen viktig, och därför är de intresserade av att kunna visa på att fjärrvärmens är förnybar och hållbar.

Det finns flera motiv för att satsa på miljöprodukter.

- Vi trodde att de flesta fastighetsägare ville ha en miljömärkt fjärrvärme för att leva upp till klimatcertifiering i byggnader, men det visade sig istället att det klart viktigaste målet för huvuddelen av de som svarat, är att bidra till en minskad global klimatpåverkan. Att det målet var det klart viktigaste för de som svarat på enkäten, var rätt förvånande för oss.

Andra viktiga mål som gör att kunderna vill ha fjärrvärmens miljöprodukter är att uppfylla företagets egna miljö och klimatmål. Det är viktigt i deras kommunikation med kunder eller boende. Bidrag till minusutsläpp, effektivare energianvändning och användning av lokala energikällor anges också som en viktig anledning. Däremot är bidrag till lokal elproduktion genom kraftvärme, användning av förnybar energi och andra miljöaspekter är det få svarande som anser är de viktigaste aspekterna.

80 procent av de fjärrvärmekunder som deltagit i Profus undersökning ser ett stort behov av miljöprodukter för fjärrvärme, men endast en av tio är nöjda med sin miljöprodukt.

Profu ger också förslag på hur produkter kan utformas för att nå största möjliga klimatnytta och kundvärde. I det arbetet har representanter från fjärrvärmebranschen och större kunder och kundorganisationer deltagit.

För fjärrvärmeföretagen är det viktigt att ta fram miljöprodukter som visar att de tar ansvar hela vägen och att det inte blir en pappersprodukt och används för Greenwash.

- Företagen lyfter till exempel förslag om CCS eller ursprungsmärkt biobränslebaserad fjärrvärme som tar ansvar för hela kedjan. Ett annat förslag är att intäkterna från miljömärkt fjärrvärme kan finansiera avskiljning av plast i bränsle. Då skulle vi få miljöprodukter som leder till ytterligare miljöfördelar som platsavskiljning.

Profu har tagit fram fyra exempel på miljöprodukter, klimatkompenserad fjärrvärme, fjärrvärme för miljöförbättrad drift, fjärrvärme för framtiden samt fjärrvärme för bättre bränslen.

- Förslagen är inte färdiga koncept. I samverkan med fjärrvärmebranschen och fjärrvärmekunderna hoppas vi kunna utveckla dem vidare. Vi ser ju att det finns en stor efterfrågan på den här typen av miljöprodukter!

Miljöprodukter för fjärrvärme ur ett systemperspektiv

Rapportnummer: 2023:978

Rapportförfattare: Jenny Westerberg, Johan Sundberg, Arvid Rensfeldt, Cecilia Grubbström



PRAKTISKT GENOMFÖRANDE AV SAMOPTIMERING MED SYSTEMPERSPEKTIV



Samarbeten mellan fastighetsägare och energibolag kan leda till effektivare energianvändning och ekonomiska vinster för båda parter. Det är viktigt med öppen kommunikation och att våga testa nya lösningar som avgörande för att framgångsrikt implementera teknisk samoptimering av energisystem.

- Rapporten bekräftar att samoptimering av fjärrvärme och värmepumpar fungerar i praktiken, med konkreta siffror på besparingar och fjärrvärmeleveranser under testperioden, säger Jonas Ottosson på Utilifeed, författare till rapporten *Praktiskt genomförande av samoptimering med systemperspektiv*.

Den svenska värmemarknaden har traditionellt varit uppdelad mellan fjärrvärme, värmepumpar och direktverkande el. Tidigare har fastighetsägare ofta valt ett av dessa alternativ, baserat på faktorer som kostnad, miljöpåverkan och tillförlitlighet. Men i en tid med stigande energipriser, ökad miljömedvetenhet och osäker energiförsörjning, söker allt fler fastighetsägare efter sätt att kombinera olika energikällor för att minska sina risker och energikostnader.

I Mölndal har två fallstudier utförts för att undersöka möjligheterna med teknisk optimering och affärsmodeller som gynnar både fastighetsägare och energibolag.

Fallstudierna visar att tekniken för samoptimering redan finns tillgänglig till en relativt låg kostnad, och att det finns tydliga ekonomiska och miljömässiga fördelar med att använda fjärrvärme och värmepumpar tillsammans. För fastighetsägare innebär det sänkta uppvärmningskostnader, medan energibolagen kan öka sina intäkter genom ökade leveranser av värme och produktion av el.

- Tekniken finns redan och är relativt enkel att implementera. Den största utmaningen är för energibolagen att utveckla prislister som fungerar. Förhoppningsvis kommer denna rapport bli en påminnelse om att det är lönt att investera i samoptimering, säger Jonas Ottosson.

En av de viktigaste slutsatserna från rapporten är att en öppen och ärlig kommunikation mellan fastighetsägare och energibolag är avgörande för att lyckas med samoptimering. Genom intervjuer och workshops har båda parter uttryckt en positiv inställning till att arbeta tillsammans för att hitta nya, mer effektiva sätt att använda energi.

Rapporten uppmanar fler fastighetsägare och energibolag att våga ta steget och pröva samoptimerade lösningar, med fokus på transparens och flexibilitet i prissättningsmodeller.

- Genom att bryta gamla mönster och satsa på samarbete kan vi skapa hållbara och lönsamma energisystem som gynnar både miljön och ekonomin.

Praktiskt genomförande av samoptimering med systemperspektiv

Rapportnummer: 2024:1066

Rapportförfattare: Jonas Ottosson, Aníta Gudnadóttir, Filippa Sandgren, Sara Månsson



INSTALLATION AV KATODISKT SKYDD VID REPARATION AV BETONGKULVERT FÖR FJÄRRVÄRMELEDNINGAR



Mät betongens resistivitet innan katodiskt skydd installeras på en betongkulvert så att övervakningssystemet har tillräckligt hög ingångsimpedans. Det är en av rekommendationerna som ges i rapporten *Installation av katodiskt skydd vid reparation av betongkulvert för fjärrvärmeledning*.

Ett projekt lett av RISE har följt arbetet med att undersöka och reparera markförlagda armerade betongkulvertar. Det har skett genom användning av katodiskt skydd med påtryckt ström, vilket syftar till att bromsa pågående armeringskorrosion och därigenom hindra betongskador så att korrosivt vatten inte tränger igenom kulverten och orsakar korrosion på stålroren. Med andra ord: förlänga livslängden. Öresundskraft äger fjärrvärmeledningen i Helsingborg och ₃C Corrosion Control Company installerade det katodiska skyddet.

Det finns olika typer av ledningar i det svenska fjärrvärmenätet. De äldsta fjärrvärmeledningarna består av stålror som omges av en kulvert av betong. Valet av betongkulvert berodde på att man ville efterlikna en inomhusmiljö där stålroren på så sätt skulle skyddas från korrosion. Men på sina håll har fukt ändå trängt in via skarvar, eller så har betongkulvertarna tagit skada av armeringskorrosion.

Problemet är inte utbrett men förekommer. Genomförda undersökningar av det katodiska skyddet i en undermålig betongkulvert med fjärrvärmerör av stål i Helsingborg visade att betongskadorna, rosten, orsakats av kloridinitierad armeringskorrosion.

Vid betonggjutningen av betongkulvertens väggar hade man använt kalciumklorid för att påskynda härdningen. När sprutbetongen applicerats på befintlig betong var konstruktionen att betrakta som våt. Då betongen torkade, ett bindemedel (bitumenmatta) vid ytbeläggning applicerades, gatan asfalterades, och värmen från stålrören strömmade blev det en torr konstruktion. Detta medförde att mätvärdena visade fel eftersom även vätskan i referenselektroden torkade.

Genomförda mätningar visade att enbart manuella mätningar på plats som utförts med en mätutrustning med hög ingångsimpedans ($>1000\text{ M}\Omega$), kunde användas för bestämning av det katodiska skyddets förmåga. Däremot fungerade inte övervakningssystemet på grund av för låg ingångsimpedans ($10\text{ M}\Omega$).

Tidigare undersökningar som Rise utfört av katodiskt skyddade kantbalkar av betong på Ölandsbron visade att vid ett dåligt skydd sänktes korrosionshastigheten med 79 procent, respektive 95 procent vid ett bra skydd i jämförelse med oskyddad armering.

Projektledaren Bror Sederholm framhåller att betongens resistivitet måste mätas innan installation av katodiskt skydd på en betongkulvert. Om övervakningssystemet har allt för låg ingångsimpedans kommer mätvärdena förfalskas vid kontroll av det katodiska skyddets skyddande förmåga.

- Utrustningen är väldigt viktig. Det krävs också en mycket god planering innan man gör en betongreparation så att appliceringen av det katodiska skyddet blir en smidig del av hela genomförandet. Olika arbetsmoment måste effektiveras och bli mera synkroniserade, säger han.

Installation av katodiskt skydd vid reparation av betongkulvert för fjärrvärmeledning

Rapportnummer: 2024:1060

Rapportförfattare: Bror Sederholm



SYNTES AV FUTUREHEAT ETAPP 3

För hållbar och konkurrenskraftig fjärrvärme

Den här syntesrapporten har tagits fram i syfte att berätta om den breda verksamhet som pågår inom forskningsprogrammet Futureheat, och att sprida forskningsresultaten från programetapp 3, åren 2022 - 2024. Utförare och programledning har intervjuats för att ge en sammanfattande och kompletterande bild av projektresultaten. Tydliga hänvisningar finns också till aktuell rapport för den som vill läsa mera.



Forskningsföretaget Energiforsk initierar, samordnar och bedriver forskning och analys inom energiområdet samt sprider kunskap för att bidra till ett robust och hållbart energisystem. Energiforsk är ett politiskt neutralt och icke vinstutdelande aktieföretag som ägs av branschorganisationerna Energiföretagen Sverige och Energigas Sverige, det statliga affärsverket Svenska kraftnät, samt gas- och energiföretaget Nordion Energi. Läs mer på www.energiforsk.se.