



Digitalisering af fjernvarme - erfaringer der luner

Madsen, Henrik; Bergsteinsson, Hjörleifur G; Ben Amer, Sara; Nielsen, Per Sieverts; Liu, Xiufeng; Hjöllund, Tina

Publication date:
2021

Document Version
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link back to DTU Orbit](#)

Citation (APA):
Madsen, H., Bergsteinsson, H. G., Ben Amer, S., Nielsen, P. S., Liu, X., & Hjöllund, T. (2021). *Digitalisering af fjernvarme - erfaringer der luner*.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.



Digitalisering af fjernvarmen - erfaringer der luner

Databaseret drift er fjernvarmens fremtid

Den hastige udvikling inden for computing og IoT (Internet-of-Things) har gjort det realistisk, at fjernvarmeselskaberne kan bruge feedback fra forbrugernes målere og sensorer i systemet til at optimere driften. Man taler om dynamisk databaseret drift, hvor metoder fra kunstig intelligens benyttes til at bearbejde data og forudsige varmebehovet i den nærmeste fremtid.

Der er store fordele ved at styre fremløbstemperatur og tryk præcist i stedet for at operere med en unødvendigt høj margin for at være på den sikre side. Fjernvarme er i forvejen anerkendt som en af de mest rationelle måder at udnytte energiproduktionen på. Med en optimeret drift vil fjernvarmen stå endnu stærkere som en af de bæredygtige teknologier, der kan sænke udslippene af CO₂ og dermed beskytte klimaet.

Samtidig er der et meget stort økonomisk potentiale i at optimere driften af fjernvarmen. Ifølge rapporten "Potentialet ved dynamisk datadrevet temperaturregulering i fjernvarmesektoren" (Udarbejdet for Dansk Fjernvarme af DAMVAD Analytics, Grøn Energi og CITIES forskningscenteret, 2019) udgør den mulige årlige besparelse 240-

790 millioner kr. i Danmark, hvis man kan sænke fremløbstemperaturen i fjernvarmen med 3-10 grader C.

Udviklingen inden for kunstig intelligens, IoT og kontrolsoftware viser ingen tegn på stagnation, så de fordele, der allerede tegner sig, vil kun blive endnu større. Samtidig vil mange af de vigtige komponenter komme ned i pris i takt med, at de produceres i endnu større styktal.

På den baggrund tør vi godt påstå, at dynamisk datadrevet drift er fjernvarmens fremtid. Imidlertid opstår et datadrevet fjernvarmesystem naturligvis ikke af sig selv. I projektet IDASC (Intelligent Data-anvendelse i Smart Cities) er forskere, virksomheder og myndigheder gået sammen. Ud fra pilotprojekter og andre metoder har vi set på, hvordan man konkret kan udnytte datadrevet drift, hvilke potentialer, der ligger i metoden samt hvilke barrierer, der tegner sig.

Erfaringerne giver vi videre i denne rapport. Forhåbentlig vil rapporten blive en håndsrækning til fjernvarmens aktører, når I tager fat på at indføre fremtidens fjernvarme!

"Digitalisering af fjernvarmen - erfaringer der luner"
Danmarks Tekniske Universitet, 2021.

Publikationen er en del af projektet IDASC (Intelligent Data-anvendelse i Smart Cities), finansieret af Region H.

Ansv. Redaktør: Dorthe Skovgaard Lund. Redaktion: Henrik Madsen, Hjörleifur G. Bergsteinnsson, Sara Ben Amer, Per Sieverts Nielsen, Xiufeng Liu, Tina Hjøllund.

Tekst: Forskningsjournalist Morten Andersen, manjourn.dk.

Layout: Bjarne Erick.

Fra smarte målere til intelligent brug af data

Gennem de seneste ti år er der sket en digitalisering af fjernvarmen i Danmark. Den mest synlige ændring er, at forbrugernes gamle målere gradvist er blevet erstattet af nye, "intelligente" målere. Desuden er der naturligvis sket mange ændringer bag

og forudsige varmebehovet i den nærmeste fremtid. Disse forudsigelser kan igen bruges til at finde de mest kritiske steder i systemet, hvor temperaturen kan være tæt på at falde under de acceptable niveauer.

Videre er det muligt at integrere behandlingen af data fra målere hos forbrugerne med lokale vejrudsigter produceret ud fra lokale målestationer. Ud fra realtids-data for temperaturen i nettet, kritiske steder, forudsigelser af varmebehovet samt vejrudsigterne vil det være muligt at optimere fremløbstemperatur og trykket i rørene. Tilmed er det i dag muligt at oprette datadrevet drift som et automatisk lærende system. Ved hjælp af såkaldt Machine Learning, som er en disciplin inden for kunstig intelligens, vil systemet gradvist blive klogere på lokalområdet. I løbet af få måneder vil det have korrigeret sig selv, så det rammer endnu mere præcist med sine forudsigelser.

Et eksempel på potentialet i databaseret drift finder man hos Svebølle-Viskinge Fjernvarmeselskab. Det er lykkedes selskabet at sænke fremløbstemperaturen med 10 grader C i forhold til tidligere drift. Den økonomiske besparelse svarer godt til det potentiale, som analysefirmaet Damvad Analytics og partnere fandt frem til i deres rapport fra 2019.

I projektet IDASC (Intelligent Data-anvendelse i Smart Cities) er forskere, virksomheder og myndigheder gået sammen om arbejdet med dynamisk datadrevet drift blandt andet gennem en række pilotprojekter.

kulisserne, hvor kontrolsystemer, servere og software er blevet langt mere effektive lige som i andre sektorer.

I udgangspunktet blev det især set som en administrativ fordel at installere digitale målere hos forbrugerne. Selskaberne var ikke længere afhængige af, at forbrugerne selv aflæste deres målere, og man slap for de uundgåelige fejl, som forbrugerne begik.

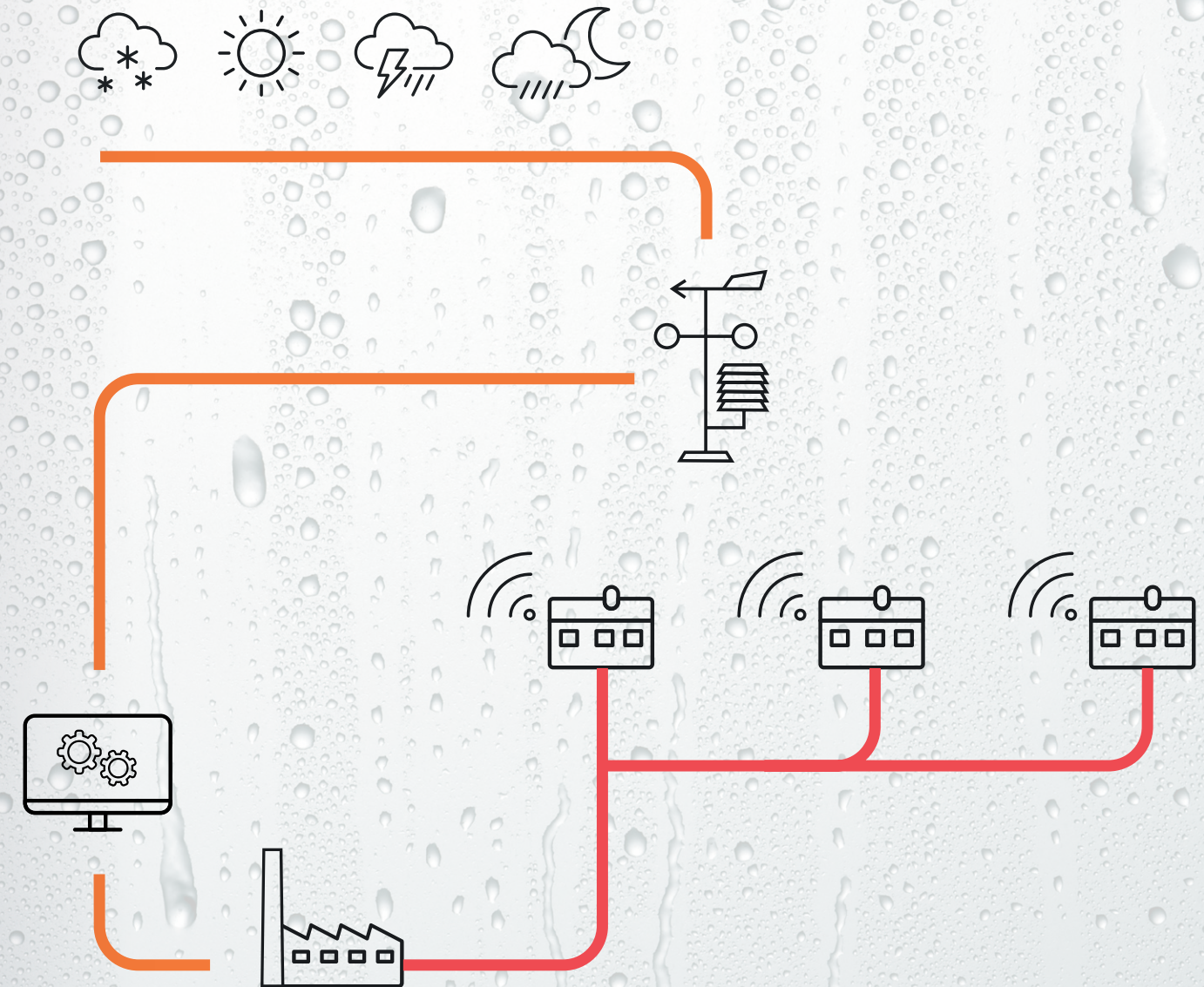
Efterhånden er det imidlertid blevet klart, at potentialet er langt større end som så. Nemlig hvis man udnytter data fra målerne - eventuelt kombineret med målinger fra sensorer anbragt strategisk ude i systemet - til at optimere driften. Nærmere bestemt er det muligt at anvende metoder fra kunstig intelligens til at bearbejde data

"Sikkerheden for, at forbrugerne får leveret tilstrækkeligt varmt vand, er meget større end med traditionel drift."

Professor Henrik Madsen, DTU Compute.

"Fjernvarmeselskaberne kan komme i gang med databaseret drift ved at udnytte målere, som de alligevel har sat op."

PhD-forsker Hjörleifur G. Bergsteinsson, DTU Compute.



Ved dynamisk databaseret fjernvarmedrift udnyttes metoder fra kunstig intelligens til at forudsige varmebehovet i den nærmeste fremtid. På den måde kan forsyningsselskabet styre fremløbstemperatur og tryk præcist i stedet for at operere med en unødvendigt høj margin for at være på den sikre side. Fjernvarme er i forvejen anerkendt som en af de mest rationelle måder at udnytte energiproduktionen på. Med en optimeret drift vil fjernvarmen stå endnu stærkere som en af de bæredygtige teknologier, der kan sænke udslipene af CO₂ og dermed beskytte klimaet.

I projektet IDASC (Intelligent Data-anvendelse i Smart Cities) er forskere, virksomheder og myndigheder gået sammen om arbejdet med dynamisk databaseret drift blandt andet gennem en række pilotprojekter.

“Det er vel bare at komme i gang”

Databaseret drift giver lavere omkostninger, mindre CO₂-udledning og større sikkerhed for, at forbrugerne kan holde varmen.

“Der er masser af lavthængende frugter at plukke. Potentialet for besparelser er kæmpestort, og sikkerheden for, at forbrugerne får leveret tilstrækkeligt varmt vand, er meget større end med traditionel drift.” Sådan sammenfatter professor Henrik Madsen, DTU Compute, erfaringerne fra IDASC-projektet.

“Når man læser ned i de tekniske rapporter, vil der altid være detaljer, som kan diskuteres. Men det overordnede billede er klart. Så det handler vel egentlig bare om at komme i gang med at udbrede databaseret drift til hele fjernvarmesektoren!”

Henrik Madsen er centralt placeret i forhold til forskningen i datadrevet fjernvarme. Han leder dels IDASC, dels det større program CITIES, som er Danmarks største smart city projekt. Han hæfter sig blandt andet ved resultaterne fra Svebølle-Viskinge Fjernvarme:

Mange millioner kr. at spare

Rigtigt feedback vil i denne sammenhæng sige, at systemet er sat op til automatisk og kontinuerligt at regulere fremløbstemperaturen på baggrund af data i realtid fra målere hos forbrugerne. På den måde slipper man for at køre med unødvendigt høj sikkerhedsmargin.

“I Svebølle-Viskinge udnytter man data fra målerne, men ikke automatiseret. Systemet leverer anbefalinger til operatørerne. Det er meget bedre end ikke at have databaseret drift, men udnytter ikke det fulde potentiale for besparelse,” forklarer Henrik Madsen.

Men (som det fremgår af interviewet med bestyrelsesformand Svend Müller) stillede Svebølle-Viskinge Fjernvarme sig ikke tilfreds med at sænke temperaturen med 5 grader C.

“Man er godt på vej mod at kunne sænke fremløbstemperaturen med 12 grader C. Det kan oversættes til, at man vil spare rigtig mange penge. På landsplan vil det være adskillige hundrede millioner kr.,” siger Henrik Madsen.

Prædiktiv styring giver størst besparelse

Et nøgleelement i IDASC har været et pilotprojekt i den københavnske bydel Tingbjerg. Projektet er udført i samarbejde med forsyningsgesellschaft HOFOR (se også interviewet med varmespecialist Charles Lainez, HOFOR). 43 ejendomme i Tingbjerg modtager fjernvarme, og 30 af dem er forsynet med nye digitale målere.

HOFOR har i forvejen et system til optimering af fremløbstemperatur og øvrige drifts-

parametre. Dette system bygger på løbende simuleringer af tilstanden i systemet.

“Det er velkendt, at man får større nøjagtighed ved at anvende såkaldt data-dreven og prædiktiv styring fremfor at basere sig på simulering. Altså at man baserer styringen på forudsigelse af udviklingen ud fra data i nær-realtid. Alene den større nøjagtighed har gjort, at vi kan spare ca. 5 grader C på fremløbstemperaturen i Tingbjerg ud over det, som HOFOR allerede havde sparet med deres eksisterende system,” siger Henrik Madsen og fortsætter:

“Vel at mærke er de 5 grader C for Tingbjerg, som er et lille område. For større områder vil jeg forvente endnu større besparelser.”

Målerdata er nok til at komme i gang

Et andet formål med forsøget var at undersøge, om det var muligt at udnytte data fra målerne hos forbrugerne.

“Vores analyser viser, at man faktisk kan få de data, som er nødvendige for at lave databaseret drift, fra almindelige, moderne målere hos forbrugerne,” siger PhD-forsker Hjörleifur G. Bergsteinsson, DTU Compute.

“Det er et virkelig interessant resultat. For det betyder, at fjernvarmeselskaberne har mulighed for at komme i gang med databaseret drift ved at udnytte målere, som de alligevel har sat op eller er i gang med at sætte op hos forbrugerne.”

I henhold til den gældende EU-forordning på området skal forbrugerne i EU have opsat digitale målere inden 2026, og Danmark er et af de lande, som allerede er nået meget langt.

“Databaseret drift vil koste selskaberne nogle ressourcer til bearbejdning og lagring af data, men den dyre del, som er opsætning af målere hos forbrugerne, har man allerede i forvejen,” konstaterer Hjörleifur G. Bergsteinsson.

“For en ordens skyld skal det nævnes, at databaseret drift vil blive endnu mere præcis - og dermed kunne spare endnu flere penge og mere CO₂-udledning - hvis man supplerer data fra målere hos forbrugerne med data fra sensorer anbragt strategisk ude i systemet samt data fra lokale vejstationer. Men IDASC-projektet viser altså, at man kan komme meget langt alene ud fra data fra målerne hos forbrugerne.”

Problemer med stikledninger opdages tidligt

I dag opererer de fleste fjernvarmeselskaber med betydelig sikkerhedsmargin, så man kan være helt sikker på, at der ikke pludselig indløber en strøm af klager fra forbrugerne.

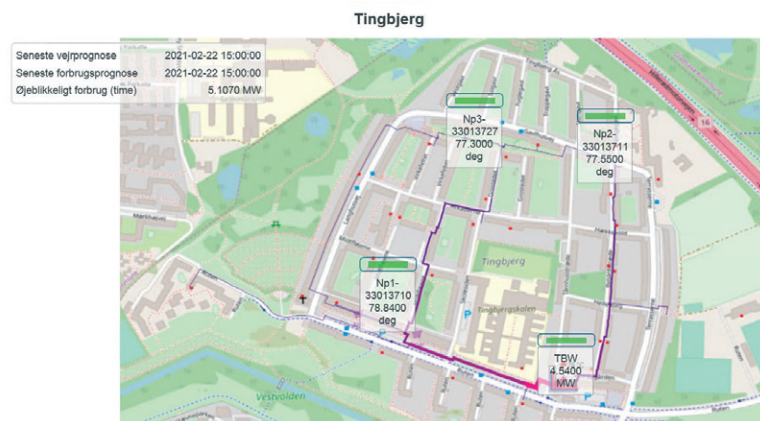
“Som den tekniske rapport fra IDASC-projektet viser, var det muligt at følge meget præcist, hvordan man lå i forhold til at levere tilstrækkeligt varmt vand,” konstaterer Hjörleifur G. Bergsteinsson.

“Desuden var det muligt at anvende data til at overvåge hele systemet, så man tidligt opdager det, hvis der for eksempel forekommer et problem med en stikledning.”

IDASC-projektet er finansieret af Region H. Bevillingen løber ud 15. september 2021, men forskningen i databaseret fjernvarme fortsætter for fuld kraft, garanterer Henrik Madsen:

“Blandt andet deltager vi i to nye EU-projekter om databaseret fjernvarme. Det ene af de to projekter har i øvrigt også Danfoss som deltager. Vi forventer os meget af begge projekter. Jeg er slet ikke i tvivl om, at vi kommer til at se databaseret drift i den danske fjernvarmesektor. Fordelene i form af sparede omkostninger og mindskede CO₂-udslip er store, samtidig med at udgifterne til at komme i gang er små. Så der er ingen grund til at lade være. I mine øjne er spørgsmålet kun, hvor hurtigt det kommer til at gå med udbredelsen.”

I Tingbjerg-forsøget er data fra lokale vejrudsigter kombineret med prognoser for udviklingen i forbruget.



“I Svebølle-Viskinge gik det meget hurtigt med at sænke fremløbstemperaturen med 5 grader C. Det lykkedes uden, at man begyndte at køre med rigtig feedback.”

Billigere varme til Svebølle og Viskinge

Digitalisering har gjort det muligt for mindre fjernvarmeselskab at sænke fremløbstemperaturen markant. Det kommer forbrugerne til gode i form af lavere varmepris.

”Vi er saftsuseme godt kørende.”

Bestyrelsesformand Svend Müller ser ingen grund til falsk beskedenhed på vegne af Svebølle-Viskinge Fjernvarmeselskab. Ved hjælp af en hjemmestrikket Internet-of-Things løsning kombineret med et samarbejde med DTU-spin-out virksomheden ENFOR er det lykkedes selskabet at sænke fremløbstemperaturen med ca. 10 grader fra ca. 80 grader C til ca. 70 grader C.

selskab kunne være i front med innovation. Selskabet har nydt godt af, at bestyrelsesformanden har teknisk indsigt fra sit job hos ABB. Derfor kunne han stå i spidsen for etableringen af en lav-budget løsning i et samarbejde mellem fjernvarmeselskabet, ABB og ENFOR. To brønde - en i Svebølle, en i Viskinge - er udstyret med temperatur- og trykmålere, som via LoRaWAN (Long-Range Wide Area Network) leverer data hvert 5. minut.

Data bliver sendt til ENFOR, som kombinerer målingerne med lokale vejrudsigter, der omsættes til forudsigelser af varmebehovet.

De data, som ENFOR har bearbejdet, sendes til fjernvarmeselskabet, som bruger resultaterne til at optimere fremløbstemperaturen. Udviklingen vises på et dashboard, så operatørerne hele tiden kan følge med.

Hver 5-øre skal vendes

Dashboard'et udgør en stor del af hemmeligheden bag, at det er lykkedes at sænke fremløbstemperaturen markant, forklarer Svend Müller:

”Vi har lagt vægt på, at løsningen er åben med hensyn til datakilder. De forskellige typer data fra sensorer og andre systemer kommer alle ind og bliver tilgængelige i det samme dashboard. Det er ganske unikt.”

Det har blot kostet 6.000 kr. at etablere hver af de to målestationer i de to ventilbrønde.

”Det glæder mig meget, at vi har været i stand til at etablere en løsning uden at påtage os store investeringer. Som barmarksværk har vi en stram økonomi og vil have det en del år endnu. Populært sagt er vi nødt til at vende hver en bukket 5-øre,” konstaterer Svend Müller.

I et mindre selskab er der kort vej fra ledelse til forbruger. Præcis hvor kort fik en forbruger at mærke, da han klagede over, at hans vand ikke var varmt nok.

”Vi lavede simpelthen en ekstra målestation hjemme hos ham,” fortæller Svend Müller. ”Det viste sig, at hans placering var et godt supplement til de to målestationer i brøndene. Så nu har vi et endnu bedre overblik.”

Automatisk besked på mail om målerfejl

Ud over gevinsten ved at kunne optimere fremløbstemperaturen - og dermed holde varmeprisen nede - har digitaliseringen andre fordele.

”Vi har sat systemet op, så vi får en mail, hvis der er fejl på en måler hos en forbruger. Så tager vi kontakt til forbrugeren, så vi kan få klarlagt årsagen. Tilsvarende giver de løbende temperaturmålinger mulighed for, at vi skrider hurtigt ind, hvis der opstår uregelmæssigheder hos den enkelte forbruger. På længere sigt vil vi også kunne bruge systemet til at opdage lækager eller andre uventede tab i varmenettet tidligt.”



Det er logisk nok, at et fjernvarmeselskab kan spare penge gennem temperaturmålinger i systemet, så man slipper for at skulle køre med unødvendigt stor margin for fremløbstemperaturen. Imidlertid er tingene mere komplekse end som så, understreger bestyrelsesformanden:

”Vi er nødt til at være opmærksomme på, om der stadig er den trykforskel i systemet, som skal til for, at vandet kan drives rundt til forbrugerne. Samtidig skal vi hele tiden holde styr på temperaturen af returvandet. Begge faktorer er vi lykkedes med at holde på fuldt acceptable niveauer, selvom fremløbstemperaturen er sænket markant.”

Med optimeret drift vil fjernvarmen stå endnu stærkere som et centralt supplement til de vedvarende energikilder, der kan sænke udslippene af CO₂ og dermed beskytte klimaet.

”Det glæder mig meget, at vi har været i stand til at etablere en løsning uden at påtage os store investeringer. Som barmarksværk har vi en stram økonomi.”

Svend Müller, bestyrelsesformand, Svebølle-Viskinge Fjernvarmeselskab.

Lavere fremløbstemperatur er lig med sparede omkostninger. Det kommer forbrugerne til gode. De seneste to år er den variable varmepris sænket med 3 %.

”Prisen sænkes yderligere med 3 % fra det kommende varmeår. Fra 2025 vil prisen endda falde yderligere med 38-40 % grundet bortfald af terminsbetaling,” oplyser Svend Müller.

Brønde leverer data hvert 5. minut

Med blot 535 husstande skulle man måske ikke tro, at Svebølle-Viskinge Fjernvarme-

Tingbjerg-projekt er en øjenåbner

Der har vist sig at være et godt stykke vej fra at have smarte målere hos forbrugerne til at optimere driften, konstaterer HOFOR efter forsøg i københavnsk lokalområde.

“Lige nu er vores bagvedliggende data-struktur ikke stærk nok til at høste gevinsterne ved anvendelse af data fra kundemålere på den måde, som det er tænkt i IDASC-projektet. Det har virkelig været en øjenåbner for os.”

Sådan siger varmespecialist Charles Lainez, HOFOR, om selskabets vigtigste lære fra et projekt i Tingbjerg ved København. Området, der har været omfattet af projektet har 43 ejendomme, der igen hver består af flere bygninger. Ca. 30 boliger er udstyret med de nyeste målere fra HOFOR, og det er data fra disse boliger, der er anvendt i projektet.

“Der har vist sig at være et godt stykke vej fra, at de enkelte forbrugere er udstyret med smarte målere, til at vi kan optimere

er gearet til at håndtere så store mængder data inden for den tidshorizont, som kræves for at optimere fremløbs- og returlobs-temperatur,” siger Charles Lainez.

Måtte nøjes med data på time-basis

Projektet indgår i IDASC, og det er udført i et samarbejde mellem HOFOR, DTU Compute og DTU-spin-out-firmaet ENFOR. I projektet er de forskellige boligblokke forbundet til samme varmeveksler, så de i praksis fungerer som et isoleret, lokalt fjernvarmenet.

Projektet har bekræftet, at der er et stort potentiale for at forbedre økonomien, energiforbruget og CO₂-udledningen fra fjernvarmen ved løbende at optimere driftstemperaturerne i systemet. Imidlertid var det ikke umiddelbart muligt at få så hurtige svar-tider i systemet, som forskerne ønskede, fortæller Charles Lainez:

“Vi har primært etableret systemet med digitale målere hos forbrugerne med henblik på afregning. Det vil sige, at systemet er optimeret til at beregne det korrekte forbrug for den enkelte husstand på månedsbasis. Når systemet skal levere data på time-basis – ja, forskerne havde jo egentligt bedt om at få data hvert 15. minut, men det var desværre helt urealistisk – så kan data-håndteringen simpelthen ikke følge med.”

I den sidste fase af projektet lykkedes det at etablere en løsning, hvor de mange data kunne håndteres på time-basis. Imidlertid kan denne løsning ikke overføres fra

driften. Vi havde håbet, at vi relativt enkelt kunne etablere en cloud-løsning, hvor de indsamlede data kunne håndteres. Men vi må erkende, at vores eget IT-system ikke



forskningsprojektet til almindelig drift i fuld skala, understreger varmespecialisten:

“Det vil kræve massive investeringer at etablere et IT-system, der kan håndtere data fra mange tusinde kunder på timebasis. Det nuværende IT-system er simpelthen for stift – eller oldnordisk om man vil – til at klare opgaven.”

Stor variation i bydeles varmebehov

Problemstillingen minder om den, der har vist sig for en del større statslige IT-projekter:

“Ofte er man nødt til at gå i gang med at etablere et IT-system uden at have et præcist billede af, hvad det skal ende med at kunne. Allerede mens man er i gang med at etablere det, sker der nye udviklinger, og nye behov melder sig. Det samme har været tilfældet for os. Hvis vi havde vidst fra starten, at realtids-målinger var relevante, ville vi have designet systemet markant anderledes.”

Det er svært at give et klart svar på, hvor meget man kan sænke fremløbstempera-

turen på baggrund af løbende målinger, mener Charles Lainez:

“Der er et stort potentiale for at kunne forudse varmebehovet til ejendommene bedre. Vi ved, at der er store forskelle mellem forskellige områder i byen. Det skyldes dels, at folk i forskellige områder bare forbruger varme forskelligt, og dels, at der er betydelige forskelle på omgivelserne – der er stor forskel på, hvor godt forskellige omgivelser holder på varmen.”

Ligger tæt på smertegrænsen

Hos HOFOR er man meget opmærksom på, at der er grænser for, hvor meget man kan tillade sig at sænke fremløbstemperaturen:

“Smertegrænsen ligger der, hvor folk begynder at klage. Vi ved, at vi allerede ligger ret tæt på den grænse. I Tingbjerg-projektet har vi observeret, at det nogle gange har været muligt at sænke fremløbstemperaturen markant – helt op til fem grader – ved at få forbrugsdata på timebasis. Men det har været i korte intervaller – det er ikke det typiske billede.”

Ca. 30 boliger i Tingbjerg-området ved København er udstyret med de nyeste fjernvarme-målere fra HOFOR. Data fra disse boliger er anvendt i IDASC-projektet.





Denne forsynings-
veksler udgør varme-
kilden, der forsyner
Tingbjerg-området
i København med
fjernvarme.
Foto: HOFOR.

Mulighederne for gevinster vil dog variere for de enkelte fjernvarmeselskaber, understreger Charles Lainez:

”Hvis man ikke har en form for optimering af sit system i forvejen, vil der helt sikkert være meget store gevinster at hente. Men de fleste selskaber har efterhånden software til formålet.”

HOFOR benytter selv værktøjet Termis. ”Løsningen, som ENFOR og forskerne ved DTU Compute har udviklet, kræver mindre overvågning end den nuværende Termis løsning. DTU-løsningen er ret tilpasningsdygtig og i stand til at korrigere sig selv hurtigt, hvis der viser sig uforudsete problemer. Det sparer os for ganske mange

mandetimer. I Termis er vi i større grad nødt til at holde et vågent øje med kvaliteten af dataflow ind i systemet. Til gengæld har vi efterhånden ganske meget erfaring med Termis. Dermed er vi i stand til selv at foretage forskellige tilpasninger. På den måde er der fordele og ulemper for os ved begge løsninger.”

Kig mere på retur-temperaturen

Særligt de mindre fjernvarmeselskaber vil dog kunne have stor gavn af ENFOR-/DTU-løsningen, vurderer Charles Lainez:

”For det første vil et mindre selskab måske ikke have samme muligheder som os for selv at bruge tid til at overvåge systemet, og for det andet er ENFOR-/DTU-løsningen meget komfortabel med hensyn til den grafiske brugerflade. Der er simpelthen færre parametre for driftspersonalet at holde øje med.”

På spørgsmålet om, hvad HOFOR især efterlyser fra forskernes side fremadrettet, lyder svaret:

”Jeg kan godt forestille mig, at der ligger store muligheder i at kigge mere på retur-temperaturen. Mange steder er man jo i gang med at indføre varmepumper i fjernsystemet for at optimere energiudnyttelsen og nedbringe CO₂-udledningen. På den baggrund bliver det endnu mere vigtigt at styre retur-temperaturen, så man får maksimal nytte af varmepumperne.”

”Samtidig vil jeg gerne understrege, at digitaliseringen ikke kun handler om at kunne sænke fremløbstemperaturen. Der ligger et stort perspektiv i at kunne afsløre fejl og unødvendige varmetab i nettet hurtigt. Det arbejder vi allerede med, men jeg er sikker på, at der kan udvikles bedre algoritmer til formålet.”





Balance mellem samfundets behov og teknologidrevet udvikling

Alle gode kræfter må bakke op om at nedbringe CO₂-udledningen i Danmark med 70 % i 2030.

Sådan lyder det grundlæggende argument for, at Region H har valgt at støtte IDASC-projektet.

”Det er forsyningsselskaberne og kommunerne, som driver og ejer fjernvarmesystemerne. Men som region ønsker vi at understøtte det overordnede nationale mål om bæredygtighed. Det gør vi blandt ved at støtte projekter, som skaber bedre sammenhæng mellem aktørerne på et område,” siger konsulent Bjørn Hallberg Nielsen, Center for Regional Udvikling, Region H.

”Der sker jo en rivende udvikling i form af stadig større computerkraft og nye algoritmer. Det skaber hele tiden nye muligheder også inden for fjernvarmen. Derfor giver det særdeles god mening, at de forskellige aktører i sektoren udveksler viden og erfaringer.”

Rivende udvikling rummer imidlertid ikke kun muligheder, men også faldgruber, uddyber Bjørn Hallberg Nielsen:

”Nogle gange skal man passe på, at man ikke bliver forført af teknologi. Der skal hele tiden være fokus på, at der er en god balance mellem teknologidrevet og behovs-drevet udvikling. Det overordnede mål er jo, at samfundsbehov - herunder borgernes behov - bliver tilgodeset. Omvendt mener jeg også, at det er vigtigt, at man ind imellem tør gå ud af en tangent for at udforske muligheder i en spændende teknologisk løsning. Der skal være plads til at forsøge sig med pilotprojekter, use cases mv.

Men hver gang er det vigtigt, at man også tænker på standarder, protokoller og sammenhæng til andre systemer. Det er godt at prøve ting af, men man skal også have for øje, at de skal kunne skaleres op, og at det skal gøres muligt for andre at udnytte løsningerne.”

”Der sker en rivende udvikling i form af stadig større computerkraft og nye algoritmer. Derfor giver det særdeles god mening, at de forskellige aktører i fjernvarmesektoren udveksler erfaringer.”

Bjørn Hallberg Nielsen, konsulent,
Center for Regional Udvikling, Region H.

I den sammenhæng er det vigtigt at have et bredt perspektiv:

”Ofte er det ikke teknologien, som er den største forhindring for fremskridt. Nogle gange kan politisk styrede organisationer som kommuner og forsyningsselskaber komme til at leve lidt i deres egen boble,” siger Bjørn Hallberg Nielsen og føjer til: ”Dette er i øvrigt en generel betragtning, ikke noget som er særligt for fjernvarmesektoren.”

Lad os få styr på udgangspunktet

Digitalisering kan understøtte en mere effektiv og bæredygtig fjernvarme. Men der er behov for at kende den nuværende situation, inden man kan sætte troværdige tal på forbedringerne.

I øjeblikket er det for meget elastisk i mætermål, når man diskuterer de forbedringer af driftsøkonomi og klimapåvirkning, som digitalisering kan skabe i fjernvarmen. Det er et af budskaberne fra en forskergruppe ved DTU Management, som har undersøgt barrierer for digitaliseringen.

“Det er utvivlsomt korrekt, at intelligent brug af data fra fjernvarmesystemet kan mindske omkostningerne og CO₂-udledningerne. Men det var ønskeligt, at vi kunne sætte procenter på forbedringerne, så kommuner og forsyningsselskaber havde noget at forholde sig til. Det er efter vores opfattelse ikke muligt i dag,” siger seniorforsker Per Sieverts Nielsen, DTU Management.

er det fristende at omregne tallet direkte til en given reduktion i omkostninger og CO₂-påvirkning. Imidlertid er det vigtigt at korrigere dels for ændringerne i vejret fra år til år, dels for ændringer i forbrugsmønstre. Korrektionerne kan foretages gennem en model, der omfatter antallet af graddage i forskellige år og andre relevante faktorer,” forklarer Per Sieverts Nielsen.

Organisering og jura skaber frustration

Som en del af IDACS-projektet har forskergruppen gennemført en interviewundersøgelse, hvor aktører i fjernvarmesektoren er spurgt om, hvilke barrierer de ser for intelligent brug af data i branchen.

“Måske lidt overraskende viste det sig, at de interviewede ikke oplever mangel på mulighed for at finansiere køb af udstyr som et væsentligt problem. Barriererne ligger især andre steder end i det teknologiske,” siger Postdoc Sara Ben Amer, DTU Management. Hun uddyber:

“En ting er at indsamle store mængder af data. En helt anden at have personale og metoder til at analysere data, så man opnår de ønskede resultater. Desuden giver mange af de interviewede udtryk for frustrationer, der handler om organiseringen af projekterne. Hvordan er fordelingen af ansvar mellem driftsafdelingen og IT-afdelingen? Og hvordan med beskyttelse af persondata, dvs. overholdelse af GDPR-reglerne? Nogle oplevede, at de nærmest skulle tage en jura-uddannelse for at finde ud af, hvad de måtte og ikke måtte.”

Problemet bunder blandt andet i, at fjernvarmebehovet varierer meget efter vejret samt hvilket lokalområde, man taler om.

“Lad os sige, at man i et pilotprojekt lykkes med at mindske fremløbstemperaturen i forhold til den samme periode året før. Så

Sara Ben Amer nævner som eksempel Varmelast, som er et samarbejde mellem de tre største kommunalt ejede varmeselskaber i hovedstadsområdet CTR, VEKS og HOFOR Fjernvarme:

“Varmelast har været gennem et langt forløb for at lægge om fra deres tidligere system til datadreven drift. Det er klart, at når man i forvejen har et system, som er velfungerende, så ønsker man at være 100 % sikker på, at det nye system er bedre, inden man lægger om. Derfor tog det faktisk hele to år, inden man var klar til omlægningen. Til gengæld har jeg indtryk af, at man er glad for omlægningen i dag.”

Lavere spidsbelastning vil batte

Interviewundersøgelsen er gennemført i samarbejde mellem forskergruppen ved DTU Management og senior projektleder Tina Hjøllund, Københavns Kommune.

“Det var naturligt for Københavns Kommune at deltage i projektet, fordi det understøtter vores strategiske interesse i at blive CO₂-neutral kommune. Vi ser fjernvarme som en vigtig del af strategien. Samtidig er det helt klart, at det virkelig batter i forhold til mindsket CO₂-udledning, hvis man kan mindske spidsbelastningen. Her vil det digitalisering være afgørende – det er den eneste vej til at opnå den fleksibilitet, som er nødvendig,” siger Tina Hjøllund.

Selvom det er fjernvarmeselskaberne, der står for den praktiske digitalisering i fjernvarmen, ønsker Københavns Kommune at følge med i udviklingen, tilføjer projektlederen:

“Det er interessant for os at medvirke i et projekt, hvor vi kan stifte bekendtskab med den nyeste teknologi og algoritmer på området. Det er også spændende at høre, hvilke aktiviteter, de forskellige virksomheder arbejder med, og hvad forskerne siger. Hvor langt er vi for eksempel fra, at man kan udnytte data fra lokale vejruddsigter til at optimere driften?”

En opgave med stor kompleksitet

Desuden har kommunerne en overordnet interesse, påpeger Tina Hjøllund:

“Vi driver ikke fjernvarmen, men vi har et stort ansvar for bygningerne. Derfor er det vigtigt for os at vide, hvordan systemerne skal indrettes. Måske er det ikke hensigtsmæssigt, at man etablerer helt forskellige systemer for fjernvarme og andre former for forsyning. Det ville nok være ønskeligt, hvis man kunne nøjes med færre systemer, som samtidig spillede bedre sammen. Alene det at sikre ensartede procedurer og protokoller for, hvordan smart city data skal lagres, ville være et stort fremskridt.”

Per Sieverts Nielsen, DTU Management, supplerer:

“Man kan være fokuseret på at implementere en bestemt løsning, for eksempel fordi man vurderer, at den vil sænke driftsomkostningerne og klimapåvirkningen. Imidlertid vil en ny løsning stort set altid have afledte effekter andre steder. Hvis man for eksempel ønsker at sænke fremløbstemperaturen, er der en række spørgsmål, man må stille sig. Er rørene de rigtige i forhold til den nye situation? Og hvad med varmevekslerne? Og hvad med sammenhængen til andre systemer?”

“Der er rigtig gode argumenter for at fremme indførelsen af datadreven drift i fjernvarmesektoren. Samtidig er det vigtigt, at man anerkender den kompleksitet, der ligger i opgaven,” konkluderer seniorforskeren.

“Det, der virkelig batter i forhold til mindsket CO₂-udledning, er, hvis man kan mindske spidsbelastningen. Her vil digitalisering være afgørende. Det er den eneste vej til at opnå den nødvendige fleksibilitet.”

Tina Hjøllund, projektleder, Københavns Kommune.

De vigtigste pointer fra IDASC-projektet

- 1) Anvendelse af data-drevne metoder i fjernvarmesystemer er oplagt med nutidens/ fremtidens energimålere, der tillader hyppige automatiske aflæsninger. De data-drevne metoder leder ofte let til væsentlige besparelser.
- 2) Data-drevne metoder giver mulighed for at kombinere og drage fordel af data og information fra mange forskellige kilder: Varmemålere, lokale vejrstationer, meteorologiske prognoser, målinger fra fjernvarmeværker eller vekslerstationer, samt eventuelle målinger fra fjernvarmenettet.
- 3) De data-drevne modeller i IDASC baserer sig på kunstig intelligens, som gør systemer og modeller selvlærende. Derfor vil metoderne automatisk kunne tilpasse sig ændringer i fjernvarmesystemer; f.eks. i antallet af tilsluttede fjernvarmebrugere.
- 4) Traditionelt har der været anvendt simulationsbaserede metoder til optimering af fremløbstemperaturen; men det konkluderes, at de nye data- og prædiktionsbaserede metoder er lettere at anvende og giver større besparelser.
- 5) Besparelser ved temperaturoptimering kommer fra såvel bedre prognoser og data-drevet automatisk tilbagekobling fra målere samt en bedre præcision i prognoser og styring.
- 6) I Tingbjerg var det ikke under den begrænsede forsøgsperiode muligt at optimere på styringskurver og dermed tilbagekoblingen, så besparelspotentialet ved den data-drevne automatiske tilbagekobling fra prognoser er desværre ukendt i Tingbjerg. HOFOR anvender dog nu den data-drevne metode i Tingbjerg, og der er ganske gode erfaringer. I Svebølle-Viskinge blev der installeret et system med automatisk tilbagekobling. Her kunne temperaturen sænkes med 12 grader C, hvilket modsvarer ganske store besparelser.
- 7) Hos HOFOR i Tingbjerg kunne fremløbstemperaturen sænkes med ca. 5 grader C alene beroende på den højere præcision, som de data-drevne metoder affødte.

Ni råd til databaseret fjernvarme:

Sådan kommer vi over barriererne

- 1 Skabeloner for dataaftaler og juridiske vejledninger bør udvikles og indføres.
- 2 Enheder, som håndterer data hos forsyningsselskaber, kommuner og andre relevante aktører, bør udveksle erfaringer om datahåndtering og fremme af initiativer til digitalisering.
- 3 Kommuner bør involvere sig mere i dataanvendelse. Herunder samarbejde med rettighedshavere for at afdække åbne spørgsmål, aktivere nøgleaktører og vurdere mulighederne for energieffektivitet på by-skala. Adgangen til data bør gøres nemmere gennem en større andel af åbne data samt ved at gøre informationer på dataportaler som opendata.dk tilgængelige på engelsk.
- 4 Beslutningsprocesser for datahåndtering samt understøttelse af initiativer til digitalisering på kommunalt niveau bør forbedres.
- 5 Fælles standarder for dataformater eller frekvens for alle typer af energidata bør fremmes. Denne aktivitet ligger bedst i centralt regi, eksempelvis hos Center Danmark (som allerede har data for varme, el, gas og vand for et stort antal husstande i Danmark) eller Dansk Fjernvarme (med hensyn til varmedata).
- 6 Metoder til anonymisering og brug af aggregerede data bør udvikles. Samtidig er det vigtigt, at disse metoder er fremtidssikrede sådan forstået, at der tages højde for den dynamiske udvikling inden for computervidenskab. Der er behov for at holde balancen mellem love, der på den ene side er enkle at forstå, men på den anden side ikke er unødvendigt begrænsende.
- 7 Samarbejdet mellem Center Danmark og Building Hub bør gøres endnu tættere med henblik på at undgå parallel udvikling. Videre vil det styrke perspektiverne for national dataindsamling og datadeling, såfremt man politisk kan vedtage en national Bygningshub.
- 8 På linje med Energinets Open Door Lab bør lignende aktiviteter gøres bredt tilgængelige. Nationale myndigheder og aktører bør tilslutte sig Open Data idealerne, dvs. være villige til at dele data fra eksempelvis forsknings- og udviklingsprojekter.
- 9 Flere informationer bør gøres tilgængelige for forbrugerne. Eksempelvis let forståelige vejledninger til, hvordan man kan tilgå data for sit eget energiforbrug.

Ved dynamisk databaseret fjernvarmedrift udnyttes metoder fra kunstig intelligens til at forudsige varmebehovet i den nærmeste fremtid. På den måde kan forsyningsgesellschaft styre fremløbstemperatur og tryk præcist i stedet for at operere med en unødvendigt høj margin for at være på den sikre side. Fjernvarme er i forvejen anerkendt som en af de mest rationelle måder at udnytte energiproduktionen på. Med en optimeret drift vil fjernvarmen stå endnu stærkere som en af de bæredygtige teknologier, der kan sænke udslippene af CO₂ og dermed beskytte klimaet.

I projektet IDASC (Intelligent Data-anvendelse i Smart Cities) er forskere, virksomheder og myndigheder gået sammen om arbejdet med dynamisk databaseret drift blandt andet gennem en række pilotprojekter.