



Research Centre on  
ZERO EMISSION  
NEIGHBOURHOODS  
IN SMART CITIES



# OVERSKUDDSVARME SOM VARMEKILDE

Barrierer og drivere for økt bruk av overskuddsvarme til  
byggningsoppvarming

ZEN REPORT No. 41 – 2022



Hanne Kauko, Magnus Rotan, Ingrid C. Claussen, Ann Kristin Kvellheim | SINTEF



Research Centre on  
ZERO EMISSION  
NEIGHBOURHOODS  
IN SMART CITIES

### **ZEN Report No. 41**

Hanne Kauko, Magnus Rotan og Ingrid Camilla Claussen | SINTEF Energi

Ann Kristin Kvellheim | SINTEF Community

#### **Overskuddsvarme som varmekilde**

#### **Barrierer og drivere for økt bruk av overskuddsvarme til bygningsoppvarming**

Keywords: Waste heat utilization, district heating, collaborative models, business models

ISBN 978-82-536-1764-0 (pdf)

Norwegian University of Science and Technology (NTNU) | [www.ntnu.no](http://www.ntnu.no)

SINTEF Community | [www.sintef.no](http://www.sintef.no)

<https://fmezen.no>

## Preface

### Acknowledgements

This report has been written within the Research Centre on Zero Emission Neighbourhoods in Smart Cities (FME ZEN). The authors gratefully acknowledge the support from the Research Council of Norway, the Norwegian University of Science and Technology (NTNU), SINTEF, the municipalities of Oslo, Bergen, Trondheim, Bodø, Bærum, Elverum and Steinkjer, Trøndelag county, Norwegian Directorate for Public Construction and Property Management, Norwegian Water Resources and Energy Directorate, Norwegian Building Authority, ByBo, Elverum Tomteselskap, TOBB, Snøhetta, AFRY, Asplan Viak, Multiconsult, Sweco, Civitas, FutureBuilt, Hunton, Moelven, Norcem, Skanska, GK, NTE, Smart Grid Services Cluster, Statkraft Varme, Energy Norway and Norsk Fjernvarme.

### The Research Centre on Zero Emission Neighbourhoods (ZEN) in Smart Cities

The ZEN Research Centre develops solutions for future buildings and neighbourhoods with no greenhouse gas emissions and thereby contributes to a low carbon society.

Researchers, municipalities, industry and governmental organizations work together in the ZEN Research Centre in order to plan, develop and run neighbourhoods with zero greenhouse gas emissions. The ZEN Centre has nine pilot projects spread over all of Norway that encompass an area of more than 1 million m<sup>2</sup> and more than 30 000 inhabitants in total.

In order to achieve its high ambitions, the Centre will, together with its partners:

- Develop neighbourhood design and planning instruments while integrating science-based knowledge on greenhouse gas emissions;
- Create new business models, roles, and services that address the lack of flexibility towards markets and catalyze the development of innovations for a broader public use; This includes studies of political instruments and market design;
- Create cost effective and resource and energy efficient buildings by developing low carbon technologies and construction systems based on lifecycle design strategies;
- Develop technologies and solutions for the design and operation of energy flexible neighbourhoods;
- Develop a decision-support tool for optimizing local energy systems and their interaction with the larger system;
- Create and manage a series of neighbourhood-scale living labs, which will act as innovation hubs and a testing ground for the solutions developed in the ZEN Research Centre. The pilot projects are Furuset in Oslo, Fornebu in Bærum, Sluppen and Campus NTNU in Trondheim, an NRK-site in Steinkjer, Ydalir in Elverum, Campus Evenstad, NyBy Bodø, and Zero Village Bergen.

The ZEN Research Centre will last eight years (2017-2024), and the budget is approximately NOK 380 million, funded by the Research Council of Norway, the research partners NTNU and SINTEF, and the user partners from the private and public sector. The Norwegian University of Science and Technology (NTNU) is the host and leads the Centre together with SINTEF.



<https://fmezen.no>



@ZENcentre



FME ZEN (page)

## Norwegian Summary

### Gode samarbeidsmodeller kan fremme bruken av overskuddsvarme i områder

Den varslede energikrisen i Europa sammen med økende andel strømproduksjon fra variable fornybare energikilder som vind og sol har gjort strøm til en verdifull vare. I Norge står husholdningene for hele 30 % av strømforbruket, og brorparten av dette går til oppvarming. Bygningsoppvarming er noe som kan dekkes med andre, mer lavverdige energibærere enn strøm, gitt at bygningene er tilrettelagt for vannbåren oppvarming.

---

*Bruk av overskuddsvarme til oppvarmingsformål vil bidra til redusert behov av energi fra andre kilder, og dermed sikre pålitelig, bærekraftig energiforsyning til en mer overkommelig pris.*

---

Det finnes omtrent 20 TWh overskuddsvarme tilgjengelig fra industrien i Norge, tilsvarende nesten 10 % av det totale primærenergiforbruket – og dette tallet har ikke med seg ulike urbane overskuddsvarmekilder, som datasentre og store næringsbygg. Bruk av overskuddsvarme til bygningsoppvarming er mer komplisert og innebærer større risiko enn kjøp av fjernvarme eller strøm; i forhold til både investering- og driftskostnader og påliteligheten til forsyning. Denne studien har vist at gode samarbeidsmodeller kan bidra til å komme over disse barrierene og fremme bruken av overskuddsvarme i områder. Fire ulike samarbeidsmodeller er blitt diskutert: direkte samarbeid via en-til-en avtaler, tredjepartseierskap, lokale energimarked, og åpen fjernvarme -modellen fra Sverige.

Åpen fjernvarme er uten tvil en effektiv tilnærming for integrering av flere overskuddsvarmekilder i et større fjernvarmenett. Tredjepartseierskap, der en ekstern bedrift tar ansvar for investering og drift av varmegjenvinningssystem, kan likevel være en bedre tilnærming for enkelttilfeller. Winns, NTE og Trøndelag Fylkeskommune er blant aktørene som ser på bruken av denne tilnærmingen. Lokale energimarked kan være en god løsning i områder der det vil være mye lokal produksjon av strøm og varme. Direkte samarbeid er den enkleste tilnærmingen når antall aktører er få, men vil ikke nødvendigvis fremme mer utbredt bruk av overskuddsvarme like effektivt som de andre modellene.

I tillegg finnes det en rekke regulatoriske og økonomiske faktorer som kan hindre bruken av overskuddsvarme. Energiloven behandler varme og strøm svært ulikt; mens nettselskapene er forpliktet til å tilby plusskundeordning til en strømkunde som produserer egen energi, finnes det ingen tilsvarende ordning for varme. Det finnes ingen rammeverk for prising av overskuddsvarme, og heller ingen andre ordninger som støtter etablering av næringsvirksomhet med overskuddsvarme tilgjengelig i nærheten av potensielle brukere for varmen.

Gode demonstrasjonsprosjekter, med følgende positiv mediaoppmerksomhet er viktige for å få flere prosjekter realisert – noe som vil naturlig bidra til utvikling av et marked og samarbeidsmodeller som fremmer bruken av overskuddsvarme. Her har forskningssentre som FME ZEN en viktig rolle.

## Summary

### New models for collaboration can promote the use of surplus heat in areas

The approaching energy crisis in Europe together with the increasing share of electricity production from variable renewable energy sources such as wind and solar has turned electricity into a valuable commodity. In Norway, households account for as much as 30 % of electricity consumption, and the majority of this goes to heating. Space heating is something that can be covered with other, lower-quality energy carriers than electricity, given that the buildings are adapted for hydronic heating.

---

*Using surplus heat for heating purposes will reduce the need for energy from other sources, and thus contribute to ensuring a sustainable energy supply at a more affordable price.*

---

There is approximately 20 TWh of industrial surplus heat available in Norway, corresponding to nearly 10 % of the total final energy demand - and this figure does not include various urban surplus heat sources, such as data centres. The use of surplus heat for building heating is however more complex and riskier than the purchase of district heating or electricity, with respect to both investment and operating costs, and the security of supply. This report has shown that good collaboration models can help to overcome these barriers and promote the use of surplus heat. Four different models are discussed: direct collaboration through one-on-one agreements, third-party ownership, local energy markets and the open district heating model from Sweden.

Open district heating is without a doubt an effective approach for integrating several surplus heat sources in a larger district heating network. Third party ownership, where an external company takes responsibility for the investment and operation of the heat recovery system, can still be a better approach for individual cases. Winns, NTE and Trøndelag County Municipality are among companies looking at the use of this approach. Local energy markets can be a good solution in areas with a lot of local production of electricity and heat. One-on-one agreements is the simplest approach when the number of actors is small but will not necessarily promote more widespread use of surplus heat as efficiently as the other models.

In addition, there are a number of regulatory and economic barriers that can prevent the use of surplus heat. The Energy Act treats heat and electricity very differently; while the grid companies are obliged to offer a contract to an electricity customer that produces its own energy, there is no corresponding scheme for heating. There is no framework for pricing surplus heat, nor are there any other schemes that support the establishment of businesses with surplus heat available near potential users for the heat.

Good demonstration projects, with the following positive media attention, are important to get more projects realized - which will naturally contribute to the development of collaborative models and a market that promote the use of surplus heat. In this context, research centres such as FME ZEN have an important role to play.

# Contents

Preface.....	3
Norwegian Summary.....	4
Summary .....	5
1 Introduksjon .....	7
1.1 Om begrepsbruk.....	8
2 Barrierer og drivere.....	9
2.1 Tekniske barrierer .....	9
2.1.1 Plassering.....	9
2.1.2 Temperaturnivå på overskuddsvarmen.....	9
2.1.3 Forsyningsikkerhet.....	10
2.1.4 Nødvendig infrastruktur .....	10
2.2 Organisatoriske barrierer .....	12
2.2.1 Kontrakt.....	12
2.2.2 Samarbeidsmodeller .....	13
2.3 Regulatoriske barrierer og drivere .....	14
2.3.1 Lovverk om fjernvarme.....	14
2.3.2 EU's energieffektiviseringsdirektiv .....	16
2.4 Økonomiske barrierer og insentiver.....	17
2.5 Manglende kunnskap eller bevissthet .....	18
3 Samarbeidsmuligheter og -modeller .....	20
3.1 Åpen fjernvarme .....	20
3.2 Direkte samarbeid: en-til-en avtaler.....	21
3.3 Tredjepartseierskap: energi som en tjeneste .....	22
3.4 Lokale energimarked .....	23
4 Case Sluppen.....	25
4.1 Sluppenveien 10: BaRe kjølelager.....	25
4.2 Sluppenveien 17A: Tieto Evry datasenter .....	26
4.3 Sluppenveien 6: Green Edge Compute.....	26
4.4 Ola Frosts veg 1 og 2: FourC.....	27
5 Konklusjoner og anbefalinger .....	28
6 Referanser .....	31

## 1 Introduksjon

Den varslede energikrisen i Europa sammen med økende andel strømproduksjon fra variable fornybare energikilder som vind og sol har gjort strøm til en verdifull vare. Samtidig har EU som mål å være klimanøytral innen 2050, og strøm har en viktig rolle i denne overgangen – mange industrisektorer og transport er avhengig av strøm som energibærer for å bli utslippsfrie. Utvidelse av både produksjonskapasitet for fornybar strøm og transportkapasitet i strømmettet er kostbart og arealkrevende. Derfor bør vi bruke andre energibærere der vi kan.

Samtidig har vi et veldig høyt behov for varme. I EU sto husholdningene for 27 % av det totale primærenergiforbruket i 2020, og 63 % av dette gjekk til oppvarming (Eurostat 2022). I Europa brukes det mye gass til oppvarming, mens i Norge er mesteparten av oppvarmingen elektrisk. Husholdningene står for 22 % av primærenergiforbruket og hele 30 % av strømforbruket i Norge, og tar man med næringsbygg så er tallet 55 % (Spilde, et al. 2018). Brorparten av dette går til oppvarming. Bygningsoppvarming er noe som kan dekkes med andre, mer lavverdige energikilder- og bærere enn strøm, gitt at bygningene er tilrettelagt for vannbåren oppvarming. Strøm kommer til å spille en viktig rolle i dekarbonisering av oppvarmingssektoren i Europa, men også her er det viktig å tenke alternativer.

Industri, datasentre og store næringsbygg krever mye energi, ofte i form av strøm, og prosessene og lokalene må aktivt kjøles ned for å opprettholde et ønsket temperaturnivå. Potensialet for å bruke denne overskuddsvarmen videre til andre prosesser er avhengig av temperaturnivået, og som oftest er det ikke mulig eller lønnsomt å gjøre varmen om til strøm – men potensialet for bruk til oppvarmingsformål er enormt. Overskuddsvarme tilgjengelig fra industri ved høye temperaturnivå i EU27 er estimert til å være i samme størrelsesorden som det totale varmebehovet; og 46 % av denne overskuddsvarmen, tilsvarende 31 % av det totale varmebehovet, er tilgjengelig i tettbygde områder egnet for varmedistribusjon med et fjernvarmesystem (Persson, Möller og Werner 2014). I Norge er mengden industriell overskuddsvarme estimert til 20 TWh, mye ved temperaturer over 100 °C (Røkke, Nekså og Knudsen 2021). Til sammenlikning var energiforbruket i Norske husholdninger 46 TWh i 2020.

I tillegg er det store mengder lavtemperatur-overskuddsvarme tilgjengelig fra urbane kilder, som datasentre, kloakksystem, metrotuneller og store kommersielle bygninger. I følge ReUseHeat -prosjektet tilsvarer denne varmen ca. 10 % av det totale energibehovet for romoppvarming og tappevann i EU (Persson, et al. 2020). Utnyttelse av urban overskuddsvarme til å dekke bygningenes varmebehov gjennom nær- og fjernvarmesystem har et stort potensial for å bidra til oppnåelse av klimamålene (Wheatcroft, et al. 2020).

Datasentre kan bli en spesielt viktig varmekilde i framtidens urbane energiløsninger. Datasentrene bruker mye strøm: i 2019 ble det brukt 0,8 TWh elektrisitet i datasentrene i Norge, og NVE estimerer at kraftforbruket fra datasentre i Norge vil øke til mellom 4 og 14 TWh i 2040 (Hole og Horne 2019). Alt av strøm som brukes av datasentre blir omgjort til varme til slutt. Norge er i en unik posisjon for å tiltrekke seg etablering av nye datasentre, først og fremst gjennom tilgang til et stabilt kraftnett basert på fornybar energi, og regjeringen vil at Norge skal være en attraktiv nasjon for datasentre og annet databasert næringsliv (Nærings- og fiskeridepartementet 2018). Det kalde klimaet reduserer behovet for kjøling og gir muligheter for fri kjøling store deler av året, og gir samtidig muligheter til utnyttelse av overskuddsvarmen.

Bruk av overskuddsvarme fra datasentrene til oppvarmingsformål vil bidra til redusert behov for energi fra andre kilder, og dermed sikre pålitelig, bærekraftig og moderne energi til overkommelig pris. Kommuner og fylkeskommuner skal utarbeide plan for klima- og energiplanlegging for å sikre mer energiomlegging og effektiv energibruk, men det stilles ingen formelle krav om bruk av overskuddsvarme (Kommunal- og distriktsdepartementet 2018).

Utnyttelse av overskuddsvarme fra lavtemperatur-kilder som datasentre hindres delvis av tekniske barrierer, manglende testing og demonstrering av tekniske løsninger, men like viktige er de ikke-tekniske barrierene (Lygnerud, Wheatcroft og Wynn 2019). De største tekniske barrierene er det lave temperaturnivået på overskuddsvarmen og mangel på lavtemperatur-varmesystem for enklere opptak og distribusjon av varmen, samt plassering i forhold til potensielle brukere av varmen. De største ikke-tekniske barrierene inkluderer mangel på standardiserte kontraktløsninger mellom fjernvarmebedrifter og aktører med overskuddsvarme tilgjengelig samt gode samarbeids- og forretningsmodeller til en ikke-sentralisert forsyning av varme (Lygnerud, Wheatcroft og Wynn 2019).

Viljen til en omstilling er ofte til stede, men forretningsmodellen for dagens fjernvarmeoperatører er basert på sentralisert forsyning av varme på høye temperaturnivå, og det finnes få nye aktører som kan eie og drifte et lokalt varmenett som forsynes av overskuddsvarme fra en tredjepart. Hvilke endringer må i så fall til for å få fjernvarmebedrifter til å endre forretningsmodellene sine og hva må til for å få på plass nye aktører for drift av lokale varmesystem? Denne rapporten vil gjennom eksempler vise hvordan overskuddsvarme kan utnyttes bedre i områder, se på lovverk og ikke-tekniske faktorer som kan hindre eller fremme bedre utnyttelse av overskuddsvarme, samt gå gjennom ulike forretnings- og samarbeidsmodeller som tillater bruk av overskuddsvarme i et fjern- eller nærvarmesystem.

Rapporten er organisert som følger: Kapittel 2 diskuterer først tekniske og deretter ikke-tekniske barrierer og drivere for utnyttelse av overskuddsvarme. Kapittel 3 diskuterer alternative samarbeidsmodeller som kan fremme bruken av overskuddsvarme, med grunnlag av eksisterende eksempler. Kapittel 4 presenterer to mislykkede og to vellykkede eksempler på bruk av overskuddsvarme i Trondheim, og diskuterer årsaker og suksessfaktorer til vellykkede prosjekt. Kapittel 5 oppsummerer rapporten og gir anbefalinger til videre arbeid for å øke utnyttelse av overskuddsvarme i områder.

## 1.1 Om begrepsbruk

I denne rapporten har vi med vilje valgt å bruke ordet "overskuddsvarme" i stedet for "spillvarme", som har en mer negativ klang. Mens "spillvarme" kan høres ut som noe man bør kvitte seg med, er ordet "overskuddsvarme" mer assosiert med en ressurs.

Videre er begrepene lav- og høytemperatur-overskuddsvarme brukt mye i rapporten. Ved lavtemperatur overskuddsvarme mener vi varmekilder med temperatur i området 20-70°C, mens høytemperatur-overskuddsvarme har gjerne en temperatur godt over 100 °C.



## 2 Barrierer og drivere

### 2.1 Tekniske barrierer

#### 2.1.1 Plassering

Varme er en kortreist vare. Varmekilden bør være nærmest mulig brukerne, særlig når temperaturnivået til kilden er lavt og dermed også bruksverdien på varmen er lavere, noe som også reduserer lønnsomheten ved investeringer for infrastruktur for transport av varmen. Ideelt sett burde overskuddsvarmekilden være plassert i nærheten av et nær- eller fjernvarmenett i en by eller tettsted, eller alternativt i en industriklynge hvor det finnes andre brukere av varmen, som for eksempel drivhus eller tørking av biomasse.

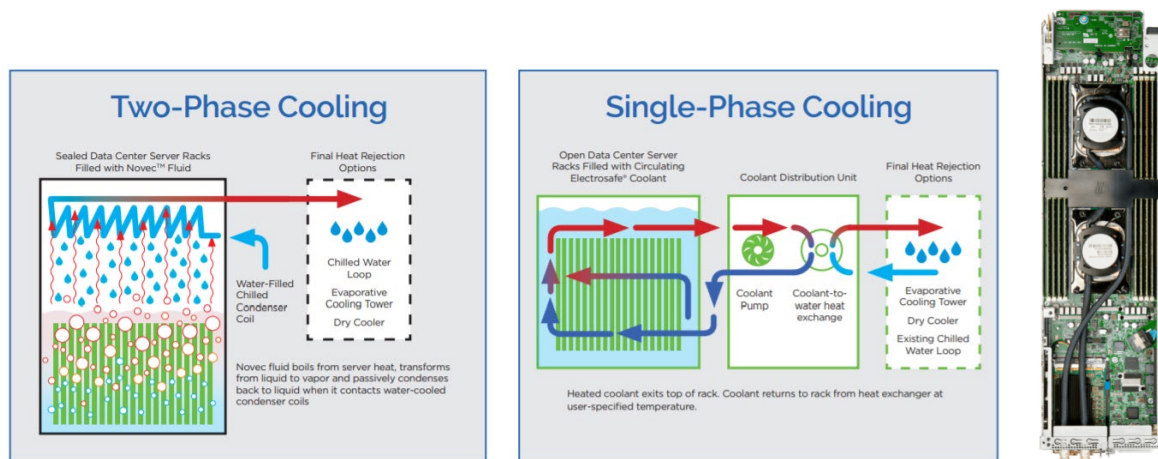
#### 2.1.2 Temperaturnivå på overskuddsvarmen

Kjøleanlegg knyttet til datasentre eller større næringsbygg har som hovedformål å produsere kjøling, og eventuell utnyttelse av overskuddsvarme er som regel ikke påtenkt eller kommer som andre prioritet. Overskuddsvarme tilgjengelig fra slike kjølesystem er da som regel på et temperaturnivå som tillater gunstig forkasting av varmen til uteluft: rundt 20-40 °C. Ved såpass lave temperaturnivå er mulighetene for direkte utnyttelse av varmen begrenset.

Når det gjelder kjøleanlegg knyttet til større næringsbygg, slik som kjølelagre eller idrettsbygg, så kan temperaturen økes ved å øke kondenseringstemperaturen til varmpumpen. Dette vil øke strømbehovet. Slike ordninger kan være mulige dersom operatøren til kjøleanlegget og kjøperen av overskuddsvarmen kommer til enighet om dette – eventuelt om disse to er en og samme aktør.

Når det gjelder datasentre påvirker valg av kjøleløsning temperaturen på overskuddsvarmen. Luftkjøling er den dominerende tilnærmingen, til tross for luftens dårlige termiske egenskaper. Væskekjøling er i mange aspekter bedre enn luftkjøling, men systemkostnadene er høye, noe som begrenser denne tilnærmingen til store datasentre med høy servertetthet. Væskekjøling kan realiseres på ulike måter, inkludert kalde plater (cold plates) tilpasset serverens hotspots, og 1- eller 2-fase immersjonskjøling (se Figur 1).

I immersjonskjøling blir serverne senket ned i en dielektrisk væske, som enten blir sirkulert rundt (1-fase immersjonskjøling), eller fordampes grunnet varmen fra serverne (2-fase immersjonskjøling) (Green Revolution Cooling 2021). Fordeler med disse løsningene er at det ikke trenges vifter, noe som reduserer energibehovet og støyproblematikken, og at temperaturen på overskuddsvarmen er mye høyere grunnet bedre varmeoverføring: 60-70 °C mot 20-30 °C ved luftbaserte løsninger. I såkalte cold plates, sirkuleres vann eller et annet medium i små rørkanaler lagt over komponentene i serveren (Hewlett Packard Enterprise 2021). I tillegg blåses det ofte luft over hele racken. Denne løsningen krever noe mindre omfattende endringer i rack-løsningen og er antageligvis billigere, også fordi at det mulig å bruke vann eller andre enklere medier for varmeoverføring. I 2-fase immersjonskjøling brukes det gjerne kjølemedier med høyt GWP (global warming potential).



**Figur 1** Kjøleløsning basert på 2- og 1-fase immersjonskjøling (Green Revolution Cooling 2021), og Apollo DLC cold-plate løsningen fra HPE (Hewlett Packard Enterprise 2021).

### 2.1.3 Forsyningssikkerhet

En stor barriere eller risiko for kunden som tar imot overskuddsvarme er påliteligheten av forsyningen. Kunden, for eksempel en utbygger for et nytt boligområde, ønsker gjerne at en kontinuerlig forsyning skal garanteres over en lengre tidsperiode. Forsyningsmangel kan oppstå under konkurs eller redusert produksjonskapasitet fra leverandør. I prinsippet er denne barrieren løsbart gjennom nødvendig reservekapasitet samt rådgivning og opplæring av relevante operatører. I praksis er det ofte mangel på tid hos anleggsoperatører – design eller tilpasning av systemet til mulig leveranse av overskuddsvarme er sjelden en aktivitet som prioriteres.

### 2.1.4 Nødvendig infrastruktur

Grunnet det lave temperaturnivået på de fleste urbane overskuddsvarmekilder, trengs det vanligvis en varmpumpe for å oppgradere varmen, dvs. for å løfte temperaturen til et høyere nivå. Jo høyere temperaturløftet er, desto lavere er effektiviteten (COP, coefficient of performance) til varmpumpen, og desto større er strømbehovet. Høyt temperaturløft øker også investeringskostnadene. Dette gjør bruk av overskuddsvarme mindre lønnsomt i dagens fjernvarmenett med høyt temperaturnivå. Denne problemstillingen var ett av hovedtemaene i ZEN Case Gardermoen, som omhandlet reduksjon av turtemperatur i et eksisterende høytemperatur-fjernvarmenett for økt utnyttelse av overskuddsvarme (Kauko, Wolfgang, et al. 2021).

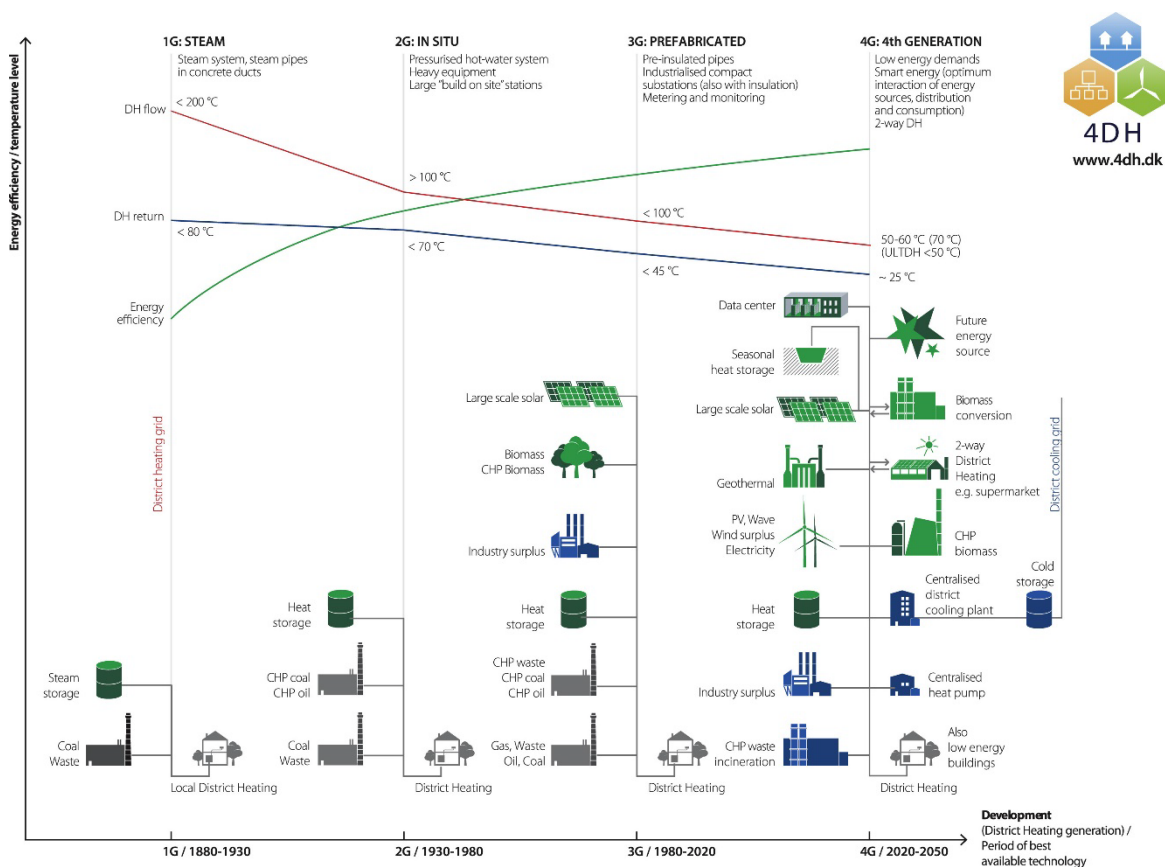
Utnyttelse av urbane overskuddsvarmekilder passer derfor best sammen med lavtemperatur-varmenett, såkalt 4. generasjons fjernvarme (Lund, et al. 2014). Figur 2 illustrerer utviklingen av fjernvarme, fra 1. generasjon med damp som varmeoverførende medium, til 4. generasjon med turtemperatur i området 50-70 °C. Tilsvarende som med strømmnett, går også fjernvarme mer mot distribuert produksjon basert på fornybare kilder og overskuddsvarme. En lavere turtemperatur tillater mer effektiv utnyttelse av både fornybare varmekilder, som solvarme og varmpumper, og overskuddsvarme.

Det er likevel ikke mulig å redusere temperaturen så lavt i et eksisterende høytemperatur-fjernvarmenett, slik som fjernvarmenettet i Trondheim, grunnet temperaturkrav hos eksisterende kunder (f.eks. sykehus)

og eldre bygninger. Overgangen til 4. generasjons fjernvarme må da begynne i nye områder bestående av energieffektive bygninger, som ikke trenger varme på høyt temperaturnivå.

Tilgjengeligheten av overskuddsvarme er ofte varierende, avhengig av kilden. Det kan da være behov for ekstra varmekilder, for å tilfredsstille varmebehovet i periodene tilgjengeligheten er lav, eller hvis overskuddsvarmekilder forsvinner, slik som diskutert i forrige avsnitt. Alternativt, eller i tillegg, kan en bruke termisk lagring for å øke andelen varmebehovet som dekkes av overskuddsvarmen i perioder med lav tilgjengelighet.

I tillegg til varmpumpe og eventuell ekstra varmekilde og/eller termisk lagring, trenges det varmevekslere, rørledninger og et styringssystem. Alle disse installasjonene øker investeringskostnadene for utnyttelse av overskuddsvarme, og samtidig øker kompleksiteten og gjør også driften av varmesystemet mer kompleks. Dette, sammen med usikkerheten om langsiktig tilgjengelighet for overskuddsvarmen, er de største tekniske barrierene for utnyttelse av overskuddsvarme.



Figur 2 Fra første til fjerde generasjons fjernvarme (Lund, et al. 2014).

## 2.2 Organisatoriske barrierer

### 2.2.1 Kontrakt

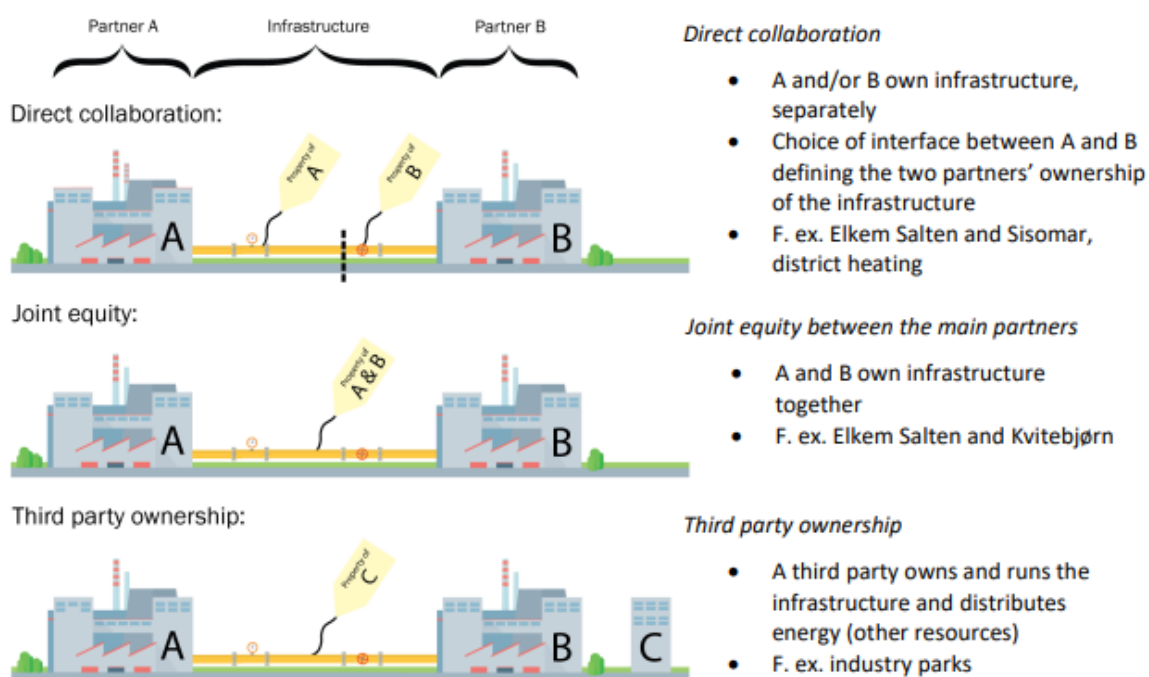
Utnyttelse av urbane overskuddsvarmekilder involverer vanligvis flere parter. Nøkkelpartnere er fjernvarmeselskapet og eieren av overskuddsvarme, men er det vanligvis flere andre parter i tillegg. I ulike prosjekt for utnyttelse av overskuddsvarme kartlagt av ReUseHeat-prosjekt, var det ofte 3-5 parter involvert (Lygnerud, Wheatcroft og Wynn 2019). Jo større antall involverte parter, desto flere kontraktsmessige ordninger kreves noe som fører til et mer komplekst prosjekt. Dette kan være både kostbart og tidkrevende og har blitt identifisert som en barriere for utnyttelse av overskuddsvarme i byer.

En grunn til høyt antall involverte parter i overskuddsvarmeprosjekt kan være at det gjerne benyttes ukonvensjonelle og/eller umodne teknologier og løsninger. Når teknologiene modnes, vil det være mindre behov for involvering av for eksempel offentlige aktører eller forskningsinstitusjoner, noe som vil gjøre prosessen enklere og redusere kostnadene. Det finnes heller ingen standardiserte kontrakter mellom nøkkelpartnere, dvs. fjernvarmebedriften og eieren til overskuddsvarmen. I en intervju-studie blant interessenter gjennomført av Lygnerud, Wheatcroft og Wynn (2019), ble følgende faktorer identifisert som viktigst i utforming av en slik kontrakt:

- Delte incentiver: Det er viktig at begge parter er motivert til å fortsette med ordningen i sin inngåtte form.
- Detaljer av varmeleveransen: Kontrakten bør inkludere detaljer om hvor mye varme som blir levert, til hvilken tid, og på hvilken temperatur.
- Ressurser: Kontrakten bør spesifisere hvilke ressurser som trengs for at varmegjenvinning skal skje og hvem er ansvarlig for deres energiforsyning. Trengs det for eksempel varmepumper, så bør kontrakten angi hvem som er ansvarlig for å levere strøm til disse.
- Kommunikasjonskanaler: detaljer om kommunikasjonskanalene og frekvens til kommunisering bør inkluderes i kontrakten.
- Enkelhet: Engasjement i varmeleveranse er ikke kjernevirksomhet til bedriften med overskuddsvarme tilgjengelig. Selv om en slik ordning kan være økonomisk fordelaktig, vil bedriften neppe være villig til å bruke betydelig tid på å forstå kompleksiteten ved tilkobling til fjernvarme og de kontraktsmessige ordningene. Det er derfor viktig at slike ordninger holdes enkle.
- Reforhandling: Varmeforsyningskontrakter er langsiktige, noe som gjør muligheten til reforhandling viktig. Enhver part som inngår en kontraktsmessig ordning på ti til femten år, som ofte er tilfellet under slike ordninger, påtar seg en betydelig risiko. Reforhandlingsklausuler gir mulighet for fleksibilitet i dette forholdet, og reduserer dermed risikoen.
- Reduksjon: En eventuell reduksjon av varmeleveransen er en viktig del av kontraktsmessige ordninger, spesielt når de strekker seg over lange perioder. Handlinger som skal iverksettes, og av hvilken part, når det oppstår vanskeligheter, bør skrives nøye og utvetydig inn i kontrakten.

### 2.2.2 Samarbeidsmodeller

Lindheim et al. (2019) har i forskningssentret HighEFF<sup>1</sup> studert eksisterende modeller for energisamarbeid mellom industriaktører, og delt modellene etter eierskap av infrastruktur. De vanligste tilnærmingene inkluderer direkte samarbeid gjennom delt eierskap, felles eierskap og samarbeid gjennom en tredjepart. Tilnærmingene er illustrert i Figur 4, hvor A og B er de viktigste selskapene som etablerer energisamarbeid (tilbyder og forbruker), og C er en tredjepart som trer inn i eierformål.



**Figur 3** Eksempler på ulike samarbeidsmodell for energisamarbeid mellom industriaktører (Lindheim, et al. 2019).

Direkte samarbeid er en relativt løs form for samarbeid, og forpliktelser mellom partene er regulert gjennom en kontrakt/samarbeidsavtale. Det er ingen deling av egenkapital, noe som gjør gjensidig avhengighet mellom partene relativt lav. Samarbeidspartene kan avslutte samarbeidet ganske enkelt, og de har høy fleksibilitet til å se etter nye partnere. Dessuten er oppstartskostnaden relativt lav, slik at partene også kan unngå betydelig risiko ved å ha høye forhåndsspesifikke investeringer. Denne typen samarbeid har også lave administrasjonskostnader, og er mer tilpasset endringer i det ytre miljøet (Lindheim, et al. 2019).

Felles eierskap (aksjesamarbeid) betyr at to eller flere parter i fellesskap finansierer og etablerer et delt egenkapitalforhold. En mulig utforming er at felleskapitalen eier nødvendig infrastruktur for energi- og ressursutveksling mellom partene. På grunn av den gjensidige avhengigheten mellom partene, bør de være villige til å kommunisere og koordinere med hverandre, noe som kan bidra til å skape motsetninger og konflikter i samarbeidet. Siden denne typen ordninger er ganske kompliserte å etablere så vel som å oppløse, eksisterer de vanligvis for lengre tidsperioder sammenlignet med direkte samarbeid. Aksjesamarbeid kan imidlertid føre til høye administrative kostnader, og reduserer fleksibiliteten i

<sup>1</sup> FME HighEFF – Centre for creating a competitive, energy efficient and environmentally friendly industry of the future. <https://www.sintef.no/projectweb/higheff/>

samarbeidsforholdet. Dessuten er oppstartskostnaden for aksjesamarbeid vanligvis høy, med hver parts spesifikke investering i samarbeidsforholdet, noe som gjør det vanskelig å avslutte denne typen kontrakt (Lindheim, et al. 2019).

Tredjepartseid aksjesamarbeid refererer til en samarbeidskontrakt der en tredjepart eier og driver felleskapitalen (infrastrukturen) og distribuerer energi og ressurser til de engasjerende partene. Denne typen kontraktsform kan finnes for eksempel i industriklynger, og kan være en god måte å overvinne økonomiske barrierer for samarbeidsparter, som f.eks. investeringskostnader med lang tilbakebetalingstid. I tillegg kan kostnader knyttet til drift og vedlikehold også unngås med involvering av tredjepart. En profesjonell tredjepart med kompetente driftspersonell og ledelse kan også lette risikoen fra samarbeidspartene sammenlignet med felles eierskap (Lindheim, et al. 2019).

For gjenvinning av urban overskuddsvarme brukes det typisk konvensjonelle forretningsmodeller for fjernvarme, basert på sentralisert varmeleveranse fra forbrenningsbaserte kilder (Lygnerud, Wheatcroft og Wynn 2019). De fleste kunder er ikke villige til å betale ekstra for varme som kommer fra en fornybar eller gjenvunnet kilde. Den grønne verdien er viktig for samfunnet og oppnåelse av klimamål, men ikke nødvendigvis for sluttbrukere, og kan dermed ikke brukes som salgsargument. Dette gjør det vanskelig å tjene på investeringer i lavtemperatur fjernvarme og urban overskuddsvarme i dag. Verdien av grønn energi er likevel en mulighet for utnyttelse av urban overskuddsvarme i fremtiden.

En barriere er at fjernvarmeselskapet ofte er en eksisterende leverandør av varme i området. Innføring av gjenvinning av overskuddsvarme kan redusere inntektene og derfor motvirke investeringer i dette området (Lygnerud, Wheatcroft og Wynn 2019). Offentlige insentiver kan bidra til å løse dette problemet ved å gjøre overgangen økonomisk levedyktig.

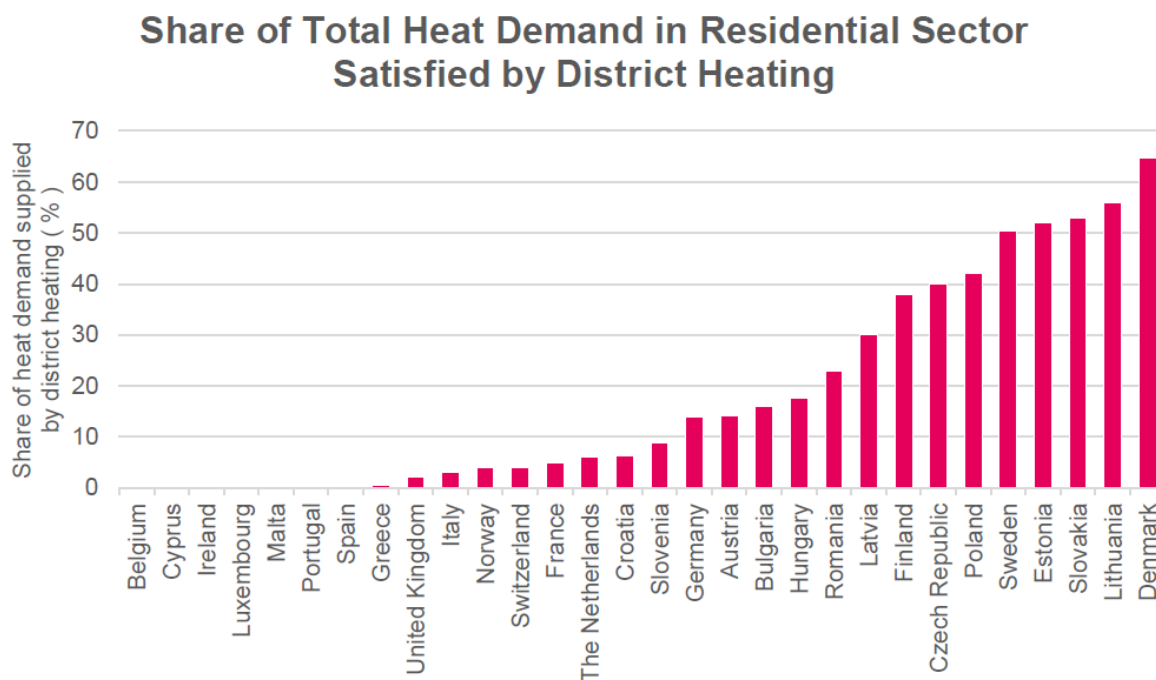
Den potensielt viktigste driveren til nye samarbeidsmodeller og utnyttelse av overskuddsvarme generelt er nær kontakt mellom fjernvarmebedriften og bedriften som eier overskuddsvarme. Dette er identifisert som nøkkelfaktor for fremgang i alle demonstrasjonsprosjektene i ReUseHeat -prosjektet (Lygnerud, Wheatcroft og Wynn 2019).

## **2.3 Regulatoriske barrierer og drivere**

### **2.3.1 Lovverk om fjernvarme**

Et fjern- eller nærvarmesystem er en forutsetning for distribusjon og bruk av overskuddsvarme i et område. Lovverk knyttet til fjernvarme er dermed svært relevant for økt bruk av overskuddsvarme. I Norge dekker fjernvarme under 5 % av behovet for romoppvarming og tappevann, som vist i Figur 4. Dette utgjør ikke mer enn om lag 3 % av Norges totale energiforbruk innenlands (Energifakta Norge 2021). Dette skyldes nok hovedsakelig de historisk lave strømpriser som man har hatt i Norge, men regelverket har også mye å si. Denne seksjonen gir oversikt over lov og regelverk for fjernvarme i Norge og andre Nordeuropeiske land hvor andelen av fjernvarme er mye større.





**Figur 4 Andel av oppvarmingsbehovet i husholdninger dekket via fjernvarme i ulike land i Europe (Rambøll 2020).**

### Norge

Energiloven i Norge har som formål å sikre at produksjon, omforming, overføring, omsetning, fordeling og bruk av energi foregår på en samfunnsmessig rasjonell måte. Loven tilrettelegger for konkurranse innenfor produksjon og omsetning av elektrisitet, men regulerer også markedsplass for omsetning av elektrisk energi og fjernvarmeanlegg, osv.

Energiloven behandler elektrisitet og varmeenergi veldig ulikt. For elektriske anlegg gjelder følgende: "Alle som har konsesjon for nettanlegg (...) har plikt til å tilknytte nye anlegg for produksjon av elektrisk energi og om nødvendig investere i nettanlegg" (Olje- og energidepartementet 2021, Kap. 3). Dette kan forstås som for eksempel tilknytting av distribuerte solcelleanlegg integrert i bygningene. I tillegg finnes det klare regler for salg av strøm gjennom plusskundeordningen (NVE 2021).

For fjernvarme finnes det ingen tilsvarende plikt, heller ingen ordninger for salg av overskuddsvarme. Det nevnes at "konsesjonærer av fjernvarmeanlegg plikter, på forespørsel fra noen som ønsker å inngå avtale om tredjepartsleveranse eller tredjepartsadgang til fjernvarmeanlegget, å forhandle med vedkommende i god tro og med det formål å komme til enighet. Dersom partene ikke kommer til enighet, skal konsesjonæren gi en begrunnelse for hvorfor tredjepartsleveranse eller tredjepartsadgang avslås" (Olje- og energidepartementet 2021, Kap. 5). Det står videre at "Plikten til å forhandle gjelder likevel ikke dersom tredjepartsleveranse eller tredjepartsadgang av åpenbare tekniske grunner ikke kan gjennomføres (...)"

Energiloven gir således ingen regulatoriske barrierer for å utnytte overskuddsvarme ved å koble varmekilden opp mot eksisterende fjernvarmeanlegg, men den oppmuntrer heller ikke til det. I plan- og bygningsloven (Fjerde del, § 27-5.Fjernvarmeanlegg) står det også at dersom "byggverk som skal

oppføres innenfor et konsesjonsområde for fjernvarme, og tilknytningsplikt for tiltaket er bestemt i plan, skal byggverket knyttes til fjernvarmeanlegget". Planmessig vil det derfor være et alternativ å se på mulighetene for å utvide dette med en tilknytningsplikt som gjør rammene for utnyttelse av overskuddsvarme fra bedrifter i urbane strøk mer forutsigbar og økonomisk gunstig.

Fjernvarmeprisen er i tillegg knyttet til strømprisen slik at prisen for fjernvarme ikke skal overstige prisen for elektrisk oppvarming i det aktuelle forsyningsområde. Som følge av dette legger fjernvarmelleverandørene prisen oftest rett under strømprisen, selv om prisen på de fleste varmekildene er uavhengig av strømprisene. Dette gjør ikke fjernvarme mer attraktiv for forbrukerne, og NVE åpner nå for endring av prising av fjernvarme (Viseth 2021).

### Danmark

Danmark har høyest andel av varmebehovet dekket fra fjernvarme, fra land vist i Figur 4. Dette er et resultat av flere tiltak som støtter fjernvarme, inkludert: (i) regulering av planlegging av varme, inkludert planlegging for bruk av overskuddsvarme; (ii) skattlegging; (iii) tilskudd; (iv) varmeprisregulering; (v) kraftvarmekrav; (vi) forbud mot elektrisk oppvarming og (vii) lov om fjernkjøling (Wheatcroft, et al. 2020). Det er i tillegg en tradisjon for å oppmuntre til effektiv bruk av energi ved å sikre at det finnes et marked for kollektiv varmforsyning. Fjernvarmeprisen reguleres for å reflektere den faktiske kostnaden for produksjon.

### Sverige

Sverige har ingen direkte tiltak som støtter fjernvarme, men en energi- og karbonskatt ble innført i 1991 for alle brensler som brukes i varmeproduksjon (Wheatcroft, et al. 2020). Denne skatten ble senere faset ut, men den har likevel ført til at fjernvarmeproduksjon i Sverige er tilnærmet fossilfri. Sverige har også høyest andel av industriell overskuddsvarme i fjernvarmesystemet i hele verden. Omtrent 52 % av innbyggerne i Sverige er forsynt med fjernvarme (Danish Energy Agency 2017). Sverige har ingen direkte tiltak som støtter bruken av overskuddsvarme, men landet er likevel kommet langt med dette og i Stockholm-området finnes det et etablert rammeverk for salg av overskuddsvarme, som man kan lese om i seksjon 3.1.

### Finland

I Finland er fjernvarme er den vanligste oppvarmingsmetoden, og dekker ca. 38 % av det totale oppvarmingsbehovet. Det finnes ingen spesifikk lov som regulerer oppvarming og kjøling, noe som betyr at ved tilgang til et fjernvarme- eller kjølenett, er bruk og utvikling av nettet ikke lovregulert (Wikberg 2019). Tilnærmingen er markedsorientert, slik at fjernvarme konkurrerer med individuell oppvarming, som varmpumper og biomassekjeler. Staten sørger for rettferdige spilleregler gjennom generell lovgivning som konkurranse- og forbrukerbeskyttelseslovgivning og tilknyttede myndigheter, men til syvende og sist står kundene fritt til å velge eller endre oppvarmingskilde. Hovedtiltaket for å fremme varme produsert fra fornybare kilder er en "varmebonus" tildelt kraftvarmeverk som benytter biogass og trevirke. I tillegg er det mulig å få flere typer investeringsstøtte.

#### 2.3.2 EU's energieffektiviseringsdirektiv

EUs direktiv om energieffektivisering (EED) trådte i kraft blant medlemslandene i 2012 (2012/27/EU). Direktivet krevde at medlemslandene skulle sette seg nasjonale mål for å bidra til at EU nådde sitt



hovedmål om å redusere energibruken med 20% innen 2020. I 2018 ble direktivet revidert og nytt mål ble satt til 32,5% energireduksjon innen 2030. For perioden 2021-2030 skulle det også utarbeides en 10 års- integrert nasjonal energi- og klima-plan (NECP) som beskrev hvordan energieffektiviseringsmålene skulle oppnås. Som en del av pakken "Ren energi til alle europeere" trådte det nye direktivet i kraft desember 2018 og ble tilført nasjonal lovgivning av medlemslandene i juni 2020.

Artikkel 14 i EED har et overordnet mål om å identifisere kostnadseffektivt potensial for å oppnå energieffektivisering i form av effektiv fjernvarme og fjernkjøling, høyeffektiv kraftvarmeproduksjon og utnyttelse av industriell overskuddsvarme. Kravene i artikkel 14 nr. 5 skal sikre at gevinstene og kostnadene ved å utnytte overskuddsvarme blir vurdert ved etablering, eller omfattende oppgradering, av industri- og energianlegg med tilført varmeeffekt over 20 MW. Direktivet retter oppmerksomhet mot anlegg med høy tilført varmeeffekt, dvs. gass, olje, kull og bioenergi. I Norge har hverken industrien, fjernvarmeanleggene eller kraftproduksjonsanleggene mye tilført varmeeffekt, men overskuddsvarme fra anlegg med tilført elektrisk effekt kan være en viktig ressurs.

I februar 2021 sendte Olje- og energidepartementet (OED) ut et høringsnotat om endringer i energiloven som omhandlet krav til kost-nytteanalyser for utnyttelse av overskuddsvarme fra termiske kraftverk og industri (Olje- og energidepartementet 2021), i tråd med artikkel 14 i EED. OED foreslår at visse anlegg med tilført elektrisk effekt, som ikke omfattes av EED, også bør omfattes av plikten til å gjennomføre kost-nytteanalyser, og slike analyser skal godkjennes på samme måte som anleggene som omfattes av EED. Videre legger forslaget fram at datasentre med mer enn 2 MW samlet elektrisk effekt og andre anlegg med mer enn 20 MW samlet elektrisk effekt skal omfattes av plikten til å gjennomføre kost-nytteanalyse.

Som nevnt ovenfor fikk medlemslandene som følge av EUs reviderte energidirektiv i 2018 i oppgave å utarbeide en rapport (NECP) som beskriver landenes tiltak for å redusere og effektivisere energiforbruket. Europakommisjonens Joint Research Centre har som oppgave å sammenstille landenes opplysninger, og i siste rapport fra 2021 går det frem at svært få av landene har innført noen form for lovgivning som bidrar til økt energieffektivisering ved utnyttelse av overskuddsvarme (Toleikyte 2021). De aller fleste insentivene gjelder bygningsbransjen og krav om energieffektive nye bygninger samt rehabilitering av offentlige bygg.

## **2.4 Økonomiske barrierer og insentiver**

En viktig forskjell mellom gjenvinning av overskuddsvarme og tradisjonell fjernvarme er behovet for varmpumper og andre tekniske installasjoner (se seksjon 2.1.4). Det kan også være usikkerhet knyttet til eierskap av utstyret for opptak og oppgradering av overskuddsvarmen, og den som gjør investeringene er ikke nødvendigvis den som får gevinsten fra utnyttelse av overskuddsvarme. I tillegg finnes det ingen rammeverk for prising av overskuddsvarme, som nevnt i seksjon 2.3.1. Det er da mye usikkerhet knyttet til mulig inntjening og gevinstene fra bruk av overskuddsvarme, samt til kostnadene til drift av varmpumper. Denne risikoen er noe redusert for fjernvarmebedrifter som driver varmekraftverk og leverer strøm i tillegg til varme, men slike aktører er et fåtall i Norge.

Selv om de ekstra kostnadene for utnyttelse av overskuddsvarme kan tjenes inn flere ganger i løpet av komponentenes levetid, vil bedrifter basere sine investeringsbeslutninger på bakgrunn av lønnsomhet og ikke på livssyklus-kostnadene. En lønnsomhetsvurdering gjøres som oftest basert på nåverdien eller intern avkastning i henhold til avskrivningstid. De fleste selskaper foretrekker en kort avskrivningstid, fra to til tre år. De betydelige energibesparelsene gjennom utnyttelse av overskuddsvarme, der avskrivningstid gjerne er flere år, vil da ikke bli tatt tilstrekkelig med under tradisjonelle investeringsbeslutninger.

Det er mulig å få støtte til infrastruktur til utnyttelse av overskuddsvarme fra Enova. Enova har støtteordninger for fjernvarme og -kjøling, varmesentral basert på fornybare kilder, konseptutredning for innovative energi- og klimaløsninger, samt demonstrasjon av ny energi- og klimateknologi (herunder utnyttelse av overskuddsenergi). Disse ordningene er også populære: i 2020 ble 32 industriprosjekter tildelt totalt 27,6 millioner kroner gjennom Enovas støttetilbud "energi- og klimasatsinger i industrien". Av dette gikk drøyt 5,3 millioner til overskuddsvarmeprosjekter (Norsk Fjernvarme 2020). Til sammen ga Enova i 2020 tilsagn om 3,3 milliarder kroner fordelt på 3 852 prosjekter (Enova 2021).

En av de viktigste barrierene for energieffektiviseringstiltak i Norge i dag, inkludert utnyttelse av overskuddsvarme, har vært billig og lett tilgjengelig elektrisitet. Dette kan likevel endre seg fort, slik som vi har sett med de høye strømprisene i det siste og med den varslende energikrisen grunnet urolig politisk situasjon. I tillegg er avgiftene for CO<sub>2</sub> -utslipp forventet til å øke kraftig. Høye strømpriser og høye priser for utslipp kan være viktige motivasjonsfaktorer for økt utnyttelse av overskuddsvarme og bruk av lavtemperatur-fjernvarme.

## 2.5 Manglende kunnskap eller bevissthet

Klimatiltak er populære i dag, men forbrukere foretrekker tiltak som er synlige (Wheatcroft, et al. 2020). Solcellepaneler på taket er et synlig tiltak, og energieffektivisering i form av etterisolering eller annen oppgradering av bygningskroppen er synlig i energiregningen. Utnyttelse av overskuddsvarme derimot er et usynlig tiltak som de færreste tenker på eller vet om.

Det er generelt få studier tilgjengelig som holistisk demonstrerer potensialet for overskuddsvarme. Ofte er potensialet for industriell overskuddsvarme estimert, men ikke karakteristikkene av kvaliteten og de forretningsmessige mulighetene (Miró 2015, Sollesnes og Helgerud 2009). En viktig faktor som mangler er å sammenligne uutnyttet overskuddsvarme sitt potensial for selskaper, i forhold til det endelige energiforbruket til disse selskapene.

Det mangler også ofte tekniske spesifikasjoner eller krav til energieffektivitet i kontrakter og anskaffelsesretningslinjer i selskapene (Lygnerud, Wheatcroft og Wynn 2019). Selskapene med overskuddsvarme tilgjengelig har ofte ingen oversikt over mulighetene for utnyttelse av overskuddsvarmen, eller hvilke potensielle kunder vil være interessert i å kjøpe overskuddsvarme. Mengden rådgivning og planlegging av tekniske løsninger for utnyttelse av overskuddsvarme bør derfor ikke undervurderes siden hvert system normalt må planlegges individuelt.

I tillegg må bedriften ha en god kompetanse på flere områder om oppvarming og kjøling for å kunne kombinere forskjellige teknikker for effektiv bruk av overskuddsvarme. Mangel på kompetanse er derfor

sett på som en barriere for utnyttelse av overskuddsvarme. Slik kompetanse tilhører heller oftest ikke kjernevirksomheten til bedriften, og krever da kompetanse fra eksterne aktører.

Som oppsummering kan det sies at bruk av overskuddsvarme til oppvarming innebærer større risiko og er mer komplisert enn kjøp av fjernvarme eller strøm; i forhold til både investering- og driftskostnader, påliteligheten til forsyning, samt implementering og drift. Selskapene vil som regel rette investeringene samt driftsfokus til deres kjernevirksomhet, ikke til å drifte en relativt komplekst energisentral dersom ikke dette er en del av kjernevirksomheten. Det er da ingen overraskelse at det er kun de spesielt interesserte som påtar prosjekt med utnyttelse av overskuddsvarme.

### 3 Samarbeidsmuligheter og -modeller

Dette kapitlet presenterer fire mulige samarbeidsmodeller for utnyttelse av overskuddsvarme, basert på eksisterende eksempler: åpent fjernvarme-konsept fra Sverige, direkte samarbeid via en-til-en avtaler, tredjepartseierskap, og lokale energimarked.

#### 3.1 Åpen fjernvarme

Et av foregangslandene innen utnyttelse av overskuddsvarme er Sverige og spesielt i Stockholm har man kommet langt med løsninger som kan gjøre det enklere for aktører å få utnyttet sitt overskudd. I dag dekke omtrent 90 % av Stockholms oppvarmingsbehov med fjernvarme. Stockholm Exergi AB eier og driver 2800 km fjernvarmenett og en sløyfe på omtrent 300 km kjølenett, og gjennom plattformen "Öppen fjärrvärme" kan forretninger og virksomheter som ligger nært tilknytte seg nettet og selge sin overskuddsvarme (Stockholm Exergi 2022). Selskapet baserer seg på en modell der tredjepartsaktørene får betalt tilsvarende det det ville kostet å produsere varmen i ett av sine anlegg og prisen er styrt av den lokale omgivelsestemperaturen. Videre har selskapet delt Stockholm i to geografiske områder og to ulike kontrakts modeller tilpasset leverandørenes forutsetninger og behov, beskrevet nedenfor.

I kontrakts modellen "Öppen Avropsvärme" avtaler selskapet og leverandøren hvilken effekt leverandøren skal opprettholde ved leveranse til fjernvarmenettet. Stockholm Exergi ber om varmeleveranse ved behov og garanterer at forespørsler for varme alltid vil komme ved omgivelses-temperaturer på 12°C eller lavere. Leverandørens betaling består av to komponenter hvorpå den ene er en fast månedlig pris for tilgjengelig kapasitet og den andre er variabel basert på levert varme. Leveransetemperaturen til fjernvarmenettet er typisk 68°C, men kan være høyere i noen tilfeller. Denne avtalen er tilpasset datasentre og andre leverandører som har stabil tilgang på overskuddsvarme gjennom året. Kontraktsmodellen "Öppen Spotvärme" er tilpasset leverandører med varierende overskuddsvarme. Leverandøren bestemmer selv når varme skal leveres til nettet basert på deres egne forutsetninger, og får da betalt for den spesifikke varmen de leverer og er basert på omgivelsestemperaturen hvorpå betalingen øker ved synkende temperaturer.

Stockholm Exergi operer med tre forskjellige nivå for betaling av varmeleveransen, vist i Tabell 1. I "Öppen Spotvärme Prima" leveres varme til fjernvarmenettets innkommende rør og temperaturen baseres på den temperaturen selskapet garanterer sine kunder. Kravet til leveransetemperatur kan variere mellom 68°C og 103°C, avhengig av omgivelsestemperatur. For "Öppen Spotvärme Inblanding" leveres varme til nettets innkommende rør og leveransetemperaturen er 68°C hele året. I "Öppen Spotvärme Retur" leveres varme til nettets returrør og temperaturen må være minst 3°C høyere enn innkommende returtemperatur.

**Tabell 1.** Utdrag av timepriser for levert varme til Stockholm Exergis fjernvarmenett for en dag i november (Stockholm Exergi 2022).

kl	Estimert utetem. [°C]	Avrop Värme Sør-Stockholm		Spotvärme Prima		Spotvärme Inblanding		Spotvärme Retur	
		Energipris [SEK/MWh]	Temp. krav [°C]	Energipris [SEK/ MWh]	Temp. krav [°C]	Energipris [SEK/MWh]	Temp. krav [°C]	Energipris [SEK/MWh]	Temp. krav [°C]
8-9	4,5	150	68	227	68	231,29	68	159	0
9-10	4,5	150	68	203	68	206,84	68	142	0
10-11	5,5	150	68	203	68	206,84	68	142	0
11-12	5,5	150	68	184	68	187,48	68	129	0
12-13	6,5	150	68	184	68	187,48	68	129	0

Tilknytning til nettverket skjer ved at selskapet sammen med leverandøren gjør en vurdering av innkølingsmulighetene sett i lys av tekniske, økonomiske og driftsmessige forutsetninger. Ved en eventuell innkobling legger Stockholm Exergi rør ut til leverandøren mens leverandøren selv står for resterende infrastruktur som kreves for å koble seg til. Leverandøren vil i de tilfeller de produserer nok varme kunne forsvare en slik investering og tjene penger i det lange løp. I tillegg vil de kunne skilte med bærekraftig drift som er et markedsmessig godt salgsargument. For fjernvarmeselskapet vil investeringskostnaden for tilslutningen være den økonomiske barrieren mens incentivet er i stor grad knyttet til økt energieffektivitet i samfunnet og samtidig redusert utslipp av CO<sub>2</sub>. Økt bruk av overskuddsvarme vil redusere behovet for varmeproduksjon gjennom forbrenningsbaserte kilder, dermed redusere både utslipp og produksjonskostnadene.

### 3.2 Direkte samarbeid: en-til-en avtaler

I Norge er bruk av lavtemperatur-overskuddsvarme i fjernvarmesystem enda ikke så utbredt, og rammene for levering av varme fra en tredjepart og eventuell betaling for varmen er ofte av typen direkte samarbeid basert på en-til-en avtaler mellom de deltakende bedriftene. Denne typen avtale benyttes blant annet av Statkraft Varme i Trondheim mot datasenteraktøren Green Edge Compute (GEC), som skal etablere et nytt, væskekjølt datasenter på Sluppen (se seksjon 4.3). Grunnprinsippet for samarbeidet er økt gevinst for begge parter: for GEC gjennom grønn profil og bedre omdømme, ingen kostnader for tørrkjølere og ingen støy; og for Statkraft Varme likeså gjennom grønn profil, og på sikt ingen utvidelse av varmeproduksjon.

Pris for varmeleveranse kan fastsettes på ulike måter og i dialog mellom partene. En mulig modell er å identifisere samlet gevinst og dele denne. Mulige gevinster er reduserte produksjonskostnader i fjernvarmesystemet og redusert investeringskostnad i datasenteret. En annen modell er at datasenteraktør tilbyr en pris basert på investerings- og driftskostnader og krav om avkastning. Denne prisen må da konkurrere med fjernvarmeaktørens alternative kostnader.

Både Statkraft Varme og GEC anser bruk av overskuddsvarme som viktig for deres virksomhet. En av de viktigste rollene for et fjernvarmesystem er nettopp utnyttelse av restvarme fra ulike prosesser. Derfor jobber Statkraft Varme også med å redusere turtemperatur i fjernvarmenettet i Trondheim, for å bedre kunne nyttiggjøre lavtemperatur-overskuddsvarme. Fjernvarmebehov, og særlig effektbehov i Trondheim er økende, og vekst i varmeproduksjon framover bør i størst mulig grad tas fra denne typen

kilder. Hovedprinsipper for framtidig utvikling av fjernvarmenettet er nettopp økt bruk av overskuddsvarme og samspill med kraftnettet med økende andel fornybar kraftproduksjon.

De største barrierene for utnyttelse av overskuddsvarme er lavt temperaturnivå, og investerings- og driftskostnader som følger med dette, samt mengden tilgjengelig varme som ofte er relativt lav i forhold til konvensjonelle varmekilder. GEC sin løsning med væskebasert kjøling som tillater høyere temperaturnivå på overskuddsvarme har vært en sentral muliggjører for samarbeidet.

For GEC er bruk av overskuddsvarme avgjørende for å kunne oppnå deres bærekraftsmål. Ifølge bedriften er det en fordel å samarbeide med en fjernvarmeaktør som kan ta ansvar for bruk og distribusjon av varmen, men det hadde vært gunstigere å ha en mottaker som har konstant, høyt varmebehov også om sommeren, som for eksempel en svømmehall. GEC jobber aktivt med samarbeidsmodeller for salg av overskuddsvarme sammen med fjernvarmeaktører og gjennom prosjekter som involverer enkeltbygninger/-kunder med store varmebehov. Som faktorer som kan bidra til økt bruk av overskuddsvarme løfter GEC opp statlig støtte for utvikling og tilrettelegging for lokal håndtering av overskuddsenergi, alternativt en fast høy sats for overskuddsvarmen som gir gode inntekter og dermed kan rettferdiggjøre investeringene.

### **3.3 Tredjepartseierskap: energi som en tjeneste**

Utnyttelse av lavtemperatur-overskuddsvarme forutsetter som oftest en investering i en varmpumpe og en rekke annet infrastruktur, som diskutert i seksjon 2.1.4 For å redusere risikoen ved investering og drift av et relativt komplekst anlegg, har flere energibedrifter i det siste utviklet nye type forretningsmodeller der energiselskapet installerer, eier og drifter anlegget med varmpumpe og tilhørende infrastruktur, og tar betalt for levert energi. Denne typen modeller er beskrevet som Energy-as-a-Service (EaaS) – energi som en tjeneste. Energibedriften leverer da kjøling til kunden, dvs. bedriften med overskuddsvarme tilgjengelig, og får levert tilbake varme. Hvis varmpumpe kombineres med termisk lagring, kan denne samarbeidsmodellen i tillegg tillate fleksibel drift av systemet, avhengig av tilgjengelighet og pris på kraft til enhver tid, for å redusere effekttoppene og bidra til økt fleksibilitet i et kraftsystem med høy andel variabel fornybar produksjon.

Winns AS er et av selskapene som satser på denne typen forretningsmodell, med bakgrunn fra sterk ekspertise innen varmpumper med naturlige kuldemedier. Bedriften benytter "Heat as a service" -modellen for å eie, drifte og styre varmpumper for kundene sine, for å tilby lavere pris for levert varme og kulde (Winns AS 2022). Som varmekilde kan det benyttes luft, sjøvann, geovarme, eller overskuddsvarme, inkludert gråvann. Winns samarbeider med flere strømbedrifter, og sammen sørger bedriftene for at produksjonen av varme og/eller kulde er optimalisert i forhold til strømprisene. Kunden kjøper energi til oppvarming (eller kjøling) til fastpris, noe som gir mer forutsigbarhet i økonomien. I tillegg får kunden komplett rapportering fra anlegget, inkludert forbruks- og utslippsrapporter til bærekraftsrapportering.

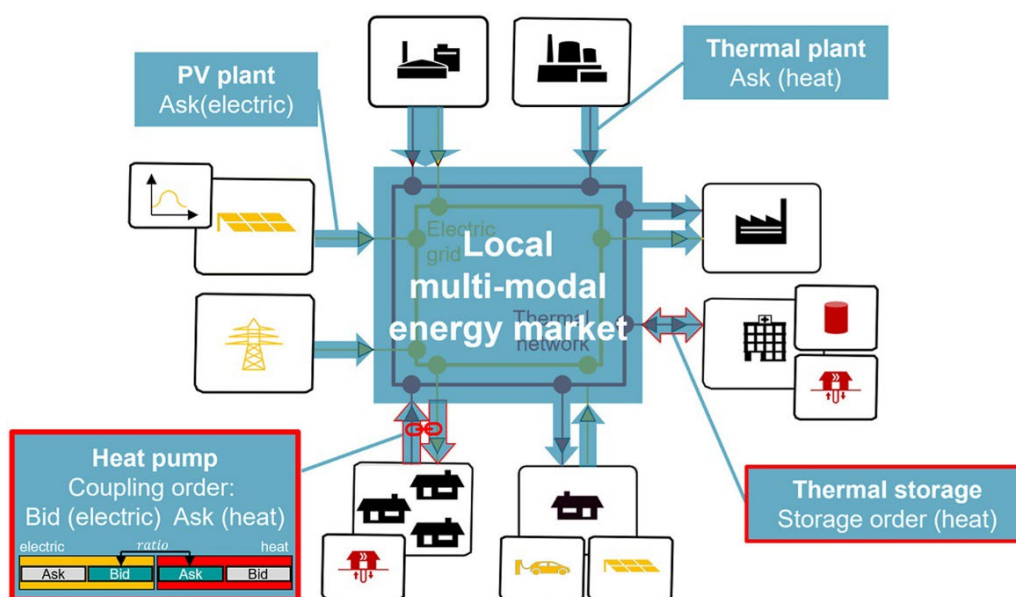
NTE ser også potensialet ved tredjepartseierskap. NTE har sammen med Trøndelag Fylkeskommune og konsulentselskapet Gether AS nylig etablert en bedrift, Grønt Hjerte Utvikling AS, med ambisjon om å utvikle nullutslippsbygg og -områder ved å tilrettelegge for lønnsomme samarbeidsmodeller. Gjennom samarbeidet ønsker bedriftene å øke lønnsomhet i prosjekt med lokal energiproduksjon og lagring,

inkludert elektrisk og termisk energi, og bruk av overskuddsvarme. NTE sin rolle innebærer å eie og drifte de lokale energiproduksjonsanleggene, samt å tilrettelegge for bedre bruk av IoT for å tillate aktiv styring av det termiske systemet med mål om å redusere effekttopper i kraftnettet. NTE ser store muligheter for denne modellen særlig i landbrukssektoren, for eksempel i gartnerier og fiskeoppdrett, som i tillegg ofte har store takareal som egner seg for lokal strømproduksjon med solcellepaneler. NTE driver også modeller for eierskap og drift av solanlegg, slik at kunden slipper investeringskostnadene.

Grønt Hjerte Utvikling AS er nært knyttet til Grønt Hjerte AS, et selskap er etablert av Trøndelag Fylkeskommune som en storstilt satsing på høsting, lagring, produksjon og distribusjon av termisk og elektrisk energi til egen og nærliggende bygningsmasse (Venås 2020). Trøndelag Fylkeskommune forvalter en bygningsmasse på 500 000 m<sup>2</sup>, og energieffektivisering kombinert med økt av lokalprodusert varme og strøm i disse bygningene ville gi betydelige energibesparelser.

### 3.4 Lokale energimarked

Mindre, lokale energimarked for strøm har vist seg til å bidra positivt til økt bruk av lokale energi- og fleksibilitetsressurser og dermed redusere behovet for økt kapasitet i strømmettet (Askeland, et al. 2021). Huynd et al. (2022) har modellert et lokalt, integrert energimarked, hvor både termisk og elektrisk energi kan kjøpes og selges (se Figur 5). I modellen er hver enhet med fysisk tilknytning til energinettverket (termisk og/eller elektrisk) en deltaker i markedet, og kan kjøpe/selge energi (strøm /varme), med et bestemt utslipp per energienhet og et visst energinivå. For termisk energi, er energinivået definert ut ifra temperatur, mens for elektrisk energi, er det spenningen som definerer energinivået. De termiske ressursene i modellen inkluderer en lokal varmepumpe og varme fra sentralisert varmeproduksjon i et fjernvarmenett. Selv om studiet ikke inkluderer overskuddsvarme, kunne dette rammeverket benyttes også med overskuddsvarme som ressurs, eventuelt som varmekilde til en varmepumpe.



Figur 5 Lokalt energimarked for termisk-elektrisk energisystem modellert i (Huynh, et al. 2022).

På Sluppen, som er diskutert mer i følgende kapittel, er det planlagt å implementere en lokal markedsløsning for energi, inkludert salg og kjøp av elektriske og termiske energiresurser i et lokalt marked. Løsningen er utviklet av Volue i samarbeid med ABB og TrønderEnergi, og den bruker blockchain-tilnærming for transaksjonene (Danielsen, et al. 2022). Handelsløsningen er satt opp for handel på 15 min tidsoppløsning og skal fungere også for termisk energi.

Statkraft Varme har i denne forbindelsen utviklet en egen dynamisk prismodell for termisk energi som er uavhengig av spotprisen for strøm, men avhenger av utetemperatur. De termiske ressursene i systemet inkluderer varme fra enkelte varmepumper (e.g. varme sjøvannsvarmepumpe på Brattøra som skal mates i nettet virtuelt), overskuddsvarme fra fjernvarmenettet, og etter hvert overskuddsvarme fra datasentret til Green Edge Compute (se seksjon 4.3).

Blant de ikke-tekniske barrierene som man har møtt i dette prosjektet nevner Trondheim Kommune manglende prising for lokal overskuddsvarme, utslippsfaktorer for fjernvarme og avfallsforbrenning som ikke fremmer bruk av overskuddsvarme, og at utbyggere ofte velger lokale energiløsninger med varmepumpe framfor fjernvarme. Viktige drivere inkluderer:

- Partnerskap med riktige aktører
- Lokalpolitiske vedtak, slik som Sluppen nullutslippsområde
- Løsninger som benytter både fjernvarmeleverandører og utbyggere
- Statkraft Varme sin vilje til å støtte bruken av lokal overskuddsvarme.



## 4 Case Sluppen

Sluppen/Tempe er et område sør for Trondheim sentrum som i dag består stort sett av småindustri og næringsbygg. Etter områderegeringsplanen som ble vedtatt i 2013, skal området omformes til en moderne ny bydel, som vil inngå i utviklingen av kunnskapsaksen som strekker seg fra Midtbyen til Sluppen og bidrar til å underbygge Trondheims posisjon som teknologi- og kunnskapsby (Trondheim Kommune 2018). Det tilrettelegges for om lag 1500 nye boliger, 450 studentboliger i høyhus og 400 000 m<sup>2</sup> for kontor og tjenesteyting.

Sluppen er et pilotområde i ZEN og i tillegg et case-område i H2020 -prosjektet +CityxChange<sup>2</sup>, hvor Trondheim Kommune er med som miljøfyrtårnsby. Innen to år skal seks bygg på Sluppen/Tempe, i likhet med tre bygg på Brattøra, bygges om til en positiv energiblokk, dvs. at energiforbruket i byggene er lavere enn det som produseres av energi lokalt. +CityxChange -prosjektet skal jobbe videre med de resterende byggene med mål om at Sluppen skal bli energipositivt i løpet av 2030.

+ CityxChange-visjonen er å muliggjøre samskaping av fremtiden vi ønsker å leve i. Dette inkluderer utvikling av et rammeverk og støtteverktøy for å muliggjøre et felles energimarked. Prosjektet på Sluppen vil ha mest mulig helhetlig tilnærming i forhold til produksjon og forbruk av strøm og varme i området. Dette krever omfattende måleinfrastruktur, solid lokal styring gjennom SD-anlegg i bygningene, samt en styringsinfrastruktur fra ABB<sup>3</sup> som kobler alle lokale energiressurser sammen (Berthelsen 2021). I tillegg er det planlagt å etablere en lokal handelsløsning og et lokalt energi- og fleksibilitetsmarked, som nevnt i seksjon 3.4.

Når det gjelder utnyttelse av lokal overskuddsvarme, så har Sluppen gjort fire ulike forsøk på dette: BaRe kjølelager, Evry datasenter, GEC datasenter og FourC datasenter. De to førstnevnte ble mislykket, mens den de to sistnevnte vil bli eller er realisert. De neste seksjonene beskriver disse forsøkene, og diskuterer barrierer og drivere for vellykket bruk av lokal overskuddsvarme på Sluppen.

### 4.1 Sluppenveien 10: BaRe kjølelager

Sluppenveien 10 er en gammel lettindustribygning bygget på 1970-tallet. I dag er bygningen hovedsakelig et fryselager som drives av BaRe og Norfresh. Bygningen har over 6600 m<sup>2</sup> med kuldelagring, hovedsakelig brukt til lagring og kjølig av frukt og grønnsaker som omfordes til dagligvarebutikker i området. Bygningen rommer også kontorområder og et lokalt bryggeri; Austmann. Mengden overskuddsvarme tilgjengelig fra kjøleanlegget er ca. 500 MWh/år, og med bruk av en varmepumpeløsning kunne opp til 1000 MWh varme leveres årlig enten inn til fjernvarmenettet eller som varmtvann til lokalt forbruk hos Austmann og et treningssenter (Balstad 2020). Med en fjernvarmepris på 58,1 øre/kWh, tilsvarende gjennomsnittlig pris for 2021 (SSB 2021), er verdien på denne varmen 581 000 NOK/år. De eksisterende kjølemaskinene er gamle og basert på kjølemedier med høyt globalt oppvarmingspotensial (R410a og R134a). En mulig løsning er å installere en varmepumpe som erstatter disse kjølemaskinene, og samtidig leverer varme til et passende formål.

Det økonomisk mest lønnsomme alternativet er leveranse inn til fjernvarmenettet med bruk av en propan/butan kaskadevarmepumpe med en investeringskonstad på ca. 1 650 000 NOK. Det vil likevel

<sup>2</sup> +CityxChange (Positive City ExChange). <https://cityxchange.eu/>

<sup>3</sup> ABB Optimax. <https://new.abb.com/mission-to-zero/optimax>

være mest varme tilgjengelig om sommeren, noe som reduserer verdien av gjenvunnet varme. Investeringskostnaden for en tappevannsvarmepumpe er lavere (1,2-1,5 MNOK), men tappevannsbehovet hos lokale brukere er nokså lavt, noe som reduserer lønnsomheten ved denne investeringen.

Mengden overskuddsvarme er stor, og eieren BaRe har vært positiv og engasjert i initiativet. Det har likevel vært en rekke barrierer, som har ført til at varmegjenvinningssystemet ikke vil bli realisert:

- Eldre bygg med dårlig standard og usikker fremtid. Manglende styringssystem, målere, m.m.
- Leiekontrakten til Bama går ut snart - leiekontrakt på 5 år er for kort
- Bygningen er ikke tilkoblet fjernvarme, og det er en ikke-neglisjerbar avstand til nærmeste tilkoblingspunkt
- Høy investeringskostnad på varmepumpen for å løfte temperaturen til nivået krevd i fjernvarmenettet.
- Relativt lav temperatur på overskuddsvarmen
- Mangel på brukere til varmen i området ved gitt temperaturnivå.

#### 4.2 Sluppenveien 17A: Tieto Evry datasenter

Sluppenveien 17A har overskuddsvarme tilgjengelig fra kjølesystemet til serverparken til Tieto Evry. Systemet består av to kjølere som brukes vekselvis, med 264 kW kjølekapasitet hver. Også her benytter kjølerne et miljøfiendtlig arbeidsmedium (R407C). En liten del av kondensvarmen blir gjenvunnet til det vannbårne varmesystemet i bygningen, men hoveddelen slippes ut til omgivelsene. Målinger utført i løpet av våren 2019 viser at kondensatoreffekten var på omtrent 90kW, hvor 9 kW utvinnes internt i bygningen og 81 kW slippes ut til omgivelsene (Balstad 2020). Dette tilsvarer ca. 710 MWh overskuddsvarme årlig. Et to-trinns propan/butan kaskadevarmepumpe med COP på 2,3 for leveranse av varme var foreslått for å løfte temperaturen på overskuddsvarmen (ca. 20°C) til et nivå tilstrekkelig til turtemperaturnivået i fjernvarmenettet (Balstad 2020). Dette ville gitt 1260 MWh levert varme, tilsvarende en verdi på 730 000 NOK.

De største barrierene i dette prosjektet har vært:

- Høyt temperaturløft og følgelig høye investeringskostnader for varmepumpen for leveranse inn i fjernvarmenettet.
- Mangel på brukere til varmen i området ved gitt temperaturnivå.
- Lengde på leiekontrakt; vanskelig å regne hjem uten langsiktig leieavtale
- Avkastningskrav for eieren til varmepumpen
- Konservative holdninger til prismodeller og liten risikovilje hos fjernvarmebedriften og de andre involverte aktørene

#### 4.3 Sluppenveien 6: Green Edge Compute

Green Edge Compute er en nyetablert datasenteraktør, med høyt fokus på bærekraft gjennom redusert areal- og strømbehov, og gjenbruk av overskuddsvarmen. Som navnet tilsier, sikter selskapet mot applikasjoner innen edge computing hvor fokuset er å bringe dataprosessering og -lagring nærmere stedet der det er behov for å forbedre responstidene og spare båndbredde. Edge computing kan defineres som all databehandling utenfor skyen som skjer ved kanten av nettverket, i applikasjoner der sanntidsbehandling av data er nødvendig. I sin definisjon opererer cloud computing på big data mens edge computing opererer på "instant data", dvs. sanntidsdata generert av sensorer eller brukere. Applikasjoner

som har fordeler av edge computing inkluderer internet of things (IoT), autonome biler og generell datainfrastruktur for Smarte Byer. Edge computing datasentre har gjerne lav latens, dvs. at de er i kontinuerlig drift.

I edge computing har man gjerne høyere servertetthet, med så-kalte blade-servere, noe som også setter høyere krav for kjøling av serverne (Kauko 2018). Denne typen servere egner seg godt til væskekjøling, forklart i seksjon 2.1.2, og på Sluppen er det tenkt å benytte cold-plate løsningen vist i Figur 1.

Selskapet er nå i gang med etablering av et datasenter på Sluppen, i samarbeid med Trondheim Kommune og Statkraft Varme for utnyttelse av overskuddsvarmen. Det er flere faktorer som bidrar til at dette forsøket kan bli et vellykket prosjekt for utnyttelse av overskuddsvarme (Berthelsen 2021):

- Væskekjølte servere med en løsning fra Cool IT som gir lavt strømforbruk, lavt plassbehov og høy temperatur på overskuddsvarmen.
- Plassering like ved fjernvarmenettet.
- Lav latens – kontinuerlig leveranse av overskuddsvarme.
- Engasjert selskap med tunge aktører bak.
- Flerparts samarbeidsavtaler med viktige lokale aktører: Statkraft Varme, Trondheim Kommune og R. Kjeldsberg (eiendomsutvikler)

Likevel finnes det barrierer i dette prosjektet også:

- Usikkerhet knyttet til et nyetablert selskap.
- Må tiltrekke seg kunder for å få opp trafikk på serverparken.
- Usikkerhet knyttet til eierskap og prismodeller i forhold til de termiske løsningene og salg av overskuddsvarme.

#### 4.4 Ola Frosts veg 1 og 2: FourC

FourC er en annen nyetablert datasenteraktør med fokus på bærekraft. FourC leverer infrastrukturplattform for styring av distribuerte systemer, inkludert IoT, M2M (maskin til maskin -kommunikasjon), transport, helsevesen, smarte hjem og automasjon. Selskapet er en partner i +CityxChange -prosjektet, og som en del av prosjektet skal selskapet installere servere i kjellerrommet til en boligblokk på Tempe for å levere varme til romoppvarming og tappevannsproduksjon (Krogness og Okkenhaug 2021). Serverne er vannkjølt, og det varme vannet fra serverne vil redusere varmebehovet som ellers leveres av en varmpumpe og fjernvarme.

En av problemstillingene som skal undersøkes i +CityxChange prosjektet er nettopp hvordan forretningsmodellen skal settes opp slik at utnyttelse av overskuddsvarme kan gjøres mest lønnsomt for alle parter, hensyntatt variasjonene på strømpris, salgpris på computing og varmebehov over året. FourC nevner følgende suksessfaktorer for prosjektet:

- Væskebasert kjøling som tillater høyere temperatur og enkel bruk av overskuddsvarmen inn i oppvarmingssystemet.
- 90-95 % av overskuddsvarmen skal tas av varmegjenvinningssystemet, noe som fjerner behovet for en egen luftkjøleløsning for serverparken.
- Deltakelse i forskningsprosjektet +CityxChange, som gir muligheten til å teste ulike samarbeidsmodeller.
- Skalerbar løsning – mulighet til å starte smått.

## 5 Konklusjoner og anbefalinger

Bruk av overskuddsvarme fra industri og næring til oppvarming av bygninger kan og bør ses som en viktig del av løsningen i framtidens energiforsyningsystem. Bruk av overskuddsvarme innebærer likevel større risiko og er mer komplisert enn kjøp av fjernvarme eller strøm til oppvarming; i forhold til både investering- og driftskostnader, påliteligheten til forsyning, samt implementering og drift. Det finnes en rekke andre tekniske og ikke-tekniske barrierer som hindrer mer utbredt bruk av overskuddsvarme til oppvarmingsformål, og en oppsummering over ulike barrierer og muliggjørende tiltak er gitt i Tabell 2.

Denne rapporten har vist at gode samarbeidsmodeller kan bidra positivt til å komme over disse barrierene. Fire ulike samarbeidsmodeller er blitt diskutert: direkte samarbeid via en-til-en avtaler, tredjepartseierskap (energi som en tjeneste), lokale energimarked, og åpen fjernvarme -modellen fra Sverige.

Åpen fjernvarme er uten tvil en effektiv tilnærming for integrering av flere overskuddsvarmekilder i et større fjernvarmenett. Tredjepartseierskap, der en ekstern bedrift tar ansvar for investering og drift av varmegjenvinningssystem, kan likevel være en bedre tilnærming for enkelttilfeller, slik som for energiforsyningsystem i industri, næringsbygg eller bygningskomplekser med overskuddsvarme tilgjengelig. Lokale energimarked kan være en god løsning i områder eller nabolag der det vil være mye lokal produksjon av strøm og varme, inkludert overskuddsvarme. Direkte samarbeid er den enkleste tilnærmingen når antall aktører er få, men vil nødvendigvis ikke fremme mer utbredt bruk av overskuddsvarme like effektivt.

I tillegg til utvikling av gode samarbeidsmodeller, er det en rekke andre regulatoriske og økonomiske tiltak som kan fremme bruken av overskuddsvarme. Energiloven behandler varme og strøm svært ulikt; mens nettselskapene er forpliktet til å tilby plusskundeordning til en strømkunde som produserer egen energi, finnes det ingen tilsvarende ordninger for varme. Det finnes heller ingen rammeverk for prising av overskuddsvarme.

Høye strømpriser og økt elektrifisering av flere sektorer i samfunnet har likevel bidratt til økt oppmerksomhet på bruken av vannbårne varmesystem, fjernvarme og overskuddsvarme som varmekilde som en mulighet for avlaste strømmettet. Gode demonstrasjonsprosjekter, med følgende positiv mediaoppmerksomhet er viktige for å få flere prosjekter realisert – noe som vil naturlig bidra til utvikling av et marked og etablerte samarbeidsmodeller som fremmer bruken av overskuddsvarme.

Det er nødvendig å utnytte overskuddsvarme i større grad enn hva vi hittil har gjort for enklere å oppnå miljø- og klimamål. Det er en positiv utvikling i markedet at store aktører som NTE ser potensialet for utnyttelse av overskuddsvarme som interessant; og at Statkraft Varme uttaler at fremtidig i varme-produksjon bør i størst mulig grad skje ved bedre utnyttelse av overskuddsvarme. Hvis også myndighetene kan tilrettelegge økt bruk av overskuddsvarme og vannbårne varmesystem gjennom tiltak og virkemidler, er realisering av potensialet innen rekkevidde.

Som oppsummering, ønsker vi å gi følgende anbefalinger:

- Til fjernvarmebedrifter
  - Redusert turtemperatur på primærnettet og/eller etablering av lavtemperaturnett som benytter lokale overskuddsvarmekilder
  - Engasjement mot alternative forretnings- og samarbeidsmodeller som kan bidra til at flere leverandører av overskuddsvarme kan enkelt koble seg til fjernvarmenettet
- Til kommuner og beslutningstakere
  - Utvikling av rammeverk for kjøp/salg og prising av overskuddsvarme i energiloven eller andre regelverk
  - Legge mer til rette for bruk av vannbåren varme i bygninger og områder, samt i oppvarming av utearealer (snøsmelting, fotballbaner)
  - Utvikling av regelverk som støtter etablering av industri eller næring med overskuddsvarme tilgjengelig i nærheten av potensielle brukere for varmen
- Til industri eller næring med overskuddsvarme tilgjengelig
  - Velge kjøleløsninger som muliggjør høyere temperatur på overskuddsvarmen
  - Velge plassering i nærheten til mulige brukere for varmen
- Til finansierende organer
  - Støtteordninger rettet spesifikt mot utnyttelse av overskuddsvarme
- Til forsknings- og utdanningsinstitusjoner
  - Flere prosjekt som demonstrerer fordelene med utnyttelse av overskuddsvarme i områder
  - Mer fokus på økt kompetanse innen vannbårne termiske system
  - Videre forskning og konkrete beregninger om lønnsomheten til ulike samarbeidsmodeller.

**Tabell 2 Oppsummering av barrierer og muliggjørende tiltak for bruk av overskuddsvarme til oppvarmingsformål.**

Kategori	Barriere	Muliggjørende tiltak
<b>Teknisk</b>	Lavt temperaturnivå på overskuddsvarmen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduksjon i turtemperatur i fjernvarmesystem</li> <li>• Bruk av væskebaserte løsninger for serverkjøling i datasentre</li> <li>• Bruk av varmpumpe</li> </ul>
	Bedrifter med overskuddsvarme tilgjengelig ligger langt fra potensielle brukere eller fjernvarmenett	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regelverk som oppmuntrer til urban lokalisering av for eksempel datasentre</li> <li>• Mer grønn meritt for bruk av overskuddsvarme som oppmuntrer bedriftene til å etablere seg i nærheten av bebyggelse</li> </ul>
	Behov for flere installasjoner, noe som øker kompleksiteten til varmesystemet	Tredjepartseierskap: forretningsmodeller der en ekstern aktør tar ansvar for investeringen og drift av infrastruktur (e.g. energi som en tjeneste)
	Pålitelighet ift leveranse av overskuddsvarme, inkludert langsiktig tilgjengelighet for overskuddsvarmen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flere overskuddsvarmeleverandører koblet til samme varmenett, og samarbeidsmodeller som oppmuntrer til dette (f.eks. åpen fjernvarme, lokale energimarked)</li> <li>• Tredjepartseierskap som samarbeidsmodell – tredjepart tar risikoen</li> </ul>
<b>Organisatorisk</b>	Ingen standardkontrakt, og kontrakten involverer ofte flere parter	Mer utbredt bruk av overskuddsvarme vil på sikt føre til standardiserte kontraktsmodeller
	Forretningsmodeller basert på konvensjonell fjernvarme med sentralisert leveranse fra forbrenningsanlegg	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vilje fra fjernvarmebedriftene til å satse på bruken av overskuddsvarme og dermed utvikle alternative forretningsmodeller</li> <li>• Nye bedrifter basert på e.g. tredjepartseierskap som forretningsmodell</li> </ul>
	Bygningssertifisering som fremmer lokale energiløsninger (f.eks. varmpumpe) framfor kollektive	Endring i vilkårene for sertifisering
<b>Økonomisk</b>	Høye investeringskostnader og lange tilbakebetalingstider for infrastruktur (varmpumpe mm.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tredjepartseierskap som samarbeidsmodell</li> <li>• Støtteordninger rettet spesifikt mot bruk av overskuddsvarme (e.g. fra Enova)</li> <li>• Tiltak for økt temperatur for overskuddsvarmen (se over), noe som vil redusere investeringskostnadene</li> </ul>
	Manglende rammeverk for prising av overskuddsvarme, og følgelig usikkerhet ang. mulig inntjening og gevinstene fra bruk av overskuddsvarme	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lov eller rammeverk for kjøp/salg av overskuddsvarme, i likhet med plusskundeordningen for strøm</li> <li>• Samarbeidsmodeller som bygger på åpen fjernvarme - konseptet eller lokale energimarked</li> </ul>
	Risiko for høye driftskostnader, avhengig av strømprisene (hvis varmpumpe trenges)	Tredjepartseierskap som samarbeidsmodell
	Lave strømpriser (og dermed fjernvarmepriser) reduserer lønnsomheten i energisystem som baserer seg på overskuddsvarme	Tredjepartseierskap som samarbeidsmodell
<b>Kunnskap og bevissthet</b>	Synlige energieffektiviseringstiltak eller lokal energiproduksjon (e.g. solceller) er foretrukket	Demonstrere og synliggjøre potensialet for utnyttet overskuddsvarme i selskaper, i forhold til det endelige energiforbruket til disse selskapene
	Manglende kunnskap og skepsis for drift av et anlegg med varmpumpe mm.	Tredjepartseierskap som samarbeidsmodell
<b>Lovmessig</b>	Ulik behandling av strøm og varme i energiloven – ingen plikt for tilknytning av tredjepartsleverandører til fjernvarmenett.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lov eller rammeverk for kjøp/salg av overskuddsvarme, i likhet med plusskundeordningen for strøm</li> <li>• Forslag for endring i energiloven med påbud om kost- og nytteanalyse for bruk av overskuddsvarme</li> </ul>

## 6 Referanser

- Askeland, Magnus, Stian Backe, Sigurd Bjarghov, og Magnus Korpås. 2021. «Helping end-users help each other: Coordinating development and operation of distributed resources through local power markets and grid tariffs.» *Energy Economics* 94.
- Balstad, Erlend. 2020. *Evaluation of possible heat pump configurations for waste heat recovery at +CityXChange Sluppen*. Master's thesis, NTNU.
- Berthelsen, Bjørn-Ove. 2021. «Historie/Bakteppe for +CxC satsinger på spillvarmeutnyttelse.»
- Danielsen, Stein, Ola Hendseth, Klaus Livik, Bjørn Ove Berthelsen, og Gleb Sizov. 2022. *D5.5: Energy Trading Market Demonstration*. Deliverable from the H2020 +CityxChange project. <https://cityxchange.eu/>.
- Danish Energy Agency. 2017. «Regulation and planning of district heating in Denmark.» [https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Globalcooperation/regulation\\_and\\_planning\\_of\\_district\\_heating\\_in\\_denmark.pdf](https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Globalcooperation/regulation_and_planning_of_district_heating_in_denmark.pdf).
- Energifakta Norge. 2021. *Varmeforsyning*. Funnet 12 20, 2021. <https://energifaktanorge.no/norsk-energiforsyning/varmeforsyning/>.
- Enova. 2021. *Årsrapport 2020*. Enova.
- Eurostat. 2022. *Energy consumption in households*. Funnet 03 29, 2022. [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy\\_consumption\\_in\\_households](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy_consumption_in_households).
- Green Revolution Cooling. 2021. «Two-Phase Versus Single-Phase Immersion Cooling.» Funnet April 30, 2021. <https://www.grcooling.com/wp-content/uploads/2020/03/grc-blog-library-tech-comparison-%E2%80%94-two-vs-single-phase-immersion-cooling.pdf>.
- Hewlett Packard Enterprise. 2021. *Next-gen HPC server cooling solutions from HPE and Asetek*. Funnet April 2022. <https://www.asetek.com/partners/hewlett-packard-enterprise-hpe/>.
- Hole, Jarand, og Hallgeir Horne. 2019. *Energibruk fra datasentre i Norge*. NVE.
- Huynh, Thanh, Franziska Schmidt, Sebastian Thiem, Martin Kautz, Florian Steinke, og Stefan Niessen. 2022. «Local energy markets for thermal-electric energy systems considering energy carrier dependency and energy storage systems.» *Smart Energy* 100065.
- Kauko, Hanne. 2018. *Innovative kjøleløsninger for framtidens integrerte datasentre*. SINTEF Energi, Prosjektnotat AN 18.16.02.
- Kauko, Hanne, Ove Wolfgang, James Kallaos, og Kristin Fjellheim. 2021. *ZEN Case Gardermoen – Redusert turtemperatur i et eksisterende fjernvarmesystem for økt utnyttelse av overskuddsvarme*. ZEN Report 33, SINTEF akademisk forlag.
- Kommunal- og distriktsdepartementet. 2018. «Statlige planretningslinjer for klima- og energiplanlegging og klimatilpasning.» Lovdata.
- Krogness, Henriette Louise, og Knut Okkenhaug. 2021. «Data-servere skal varme vann i blokk.» *Trondheim 2030 - magasinet om byutvikling*. desember. Funnet april 2022. <https://trondheim2030.no/2021/12/17/data-servere-skal-varme-vann-i-blokk/>.
- Lindheim, Catharina, Lucia Liste, Asle Gauteplass, Gudveig Gjørund, Stian Backe, Xinlu Qiu, og Raymond Andreas Stokke. 2019. *Handbook: Energy Collaboration in Norwegian Industry*. FME HighEFF.
- Lund, Henrik, Sven Werner, Robin Wiltshire, Svend Svendsen, Jan Eric Thorsen, Frede Hvelplund, og Brian Vad Mathiesen. 2014. «4th Generation District Heating (4GDH): Integrating smart thermal grids into future sustainable energy systems.» *Energy* 1-11.



- Lygnerud, K., E. Wheatcroft, og H. Wynn. 2019. «Contracts, business models and barriers to investing in low temperature district heating projects.» *Applied Sciences* 9 (15). doi:<https://doi.org/10.3390/app9153142>.
- Miró, L., Brückner, S., & Cabeza, L. F. 2015. «Mapping and discussing Industrial Waste Heat (IWH) potentials for different countries.» *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 847–855.
- Norsk Fjernvarme. 2020. *5,3 millioner i Enovastøtte til spillvarmeprosjekter*. 6 10. Funnet 12 21, 2021. <https://www.fjernvarme.no/53-millioner-i-enovastotte-til-spillvarmeprosjekter>.
- NVE. 2021. *Plusskunder*. 16 12. Funnet 12 21, 2021. <https://www.nve.no/reguleringsmyndigheten/regulering/nettvirksomhet/nettleie/tariffer-for-produksjon/plusskunder/>.
- Nærings- og fiskeridepartementet. 2018. «Norge som datasenternasjon.» <https://www.regjeringen.no/globalassets/departementene/nfd/dokumenter/strategier/strategi-nfd-nett-uu.pdf>.
- Olje- og energidepartementet. 2021. «Forslag til endringer i energiloven (krav til kost-nytteanalyse for utnyttelse av spillvarme).» *Høringsnotat*.
- Olje- og energidepartementet. 2021. «Lov om produksjon, omforming, overføring, omsetning, fordeling og bruk av energi m.m. (energiloven).» Av Olje- og energidepartementet. <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1990-06-29-50>.
- Persson, U., B. Möller, og S. Werner. 2014. «Heat Roadmap Europe: Identifying strategic heat synergy regions.» *Energy Policy* 663–681.
- Persson, Urban, Helge Averfalk, Steffen Nielsen, og Diana Moreno. 2020. *Accessible urban waste heat. ReUseHeat -project*. [https://www.reuseheat.eu/wp-content/uploads/2021/02/D1.4-Accessible-urban-waste-heat\\_revised-compressed.pdf](https://www.reuseheat.eu/wp-content/uploads/2021/02/D1.4-Accessible-urban-waste-heat_revised-compressed.pdf).
- Rambøll. 2020. *District Heating and Cooling Stock at EU level*. WEDISTRICT - Smart and local renewable Energy DISTRICT heating and cooling solutions for sustainable living.
- Røkke, Petter, Petter Nekså, og Brage R. Knudsen. 2021. «Vi kan bruke spillvarme til å lage norske avokadofarmer.» *Dagens Næringsliv*. *Dagens Næringsliv*, Mars. <https://www.dn.no/innlegg/industri/miljo/klima/innlegg-vi-kan-bruke-spillvarme-til-a-lage-norske-avokadofarmer/2-1-986723>.
- Sollesnes, Geir, og Hans Even Helgerud. 2009. *Utnyttelse av spillvarme fra Norsk Industri - en potensialstudie*. Enova.
- Spilde, Dag, Synne Krekling Lien, Torgeir Blikseth Ericson, og Ingrid H. Magnussen. 2018. *Strømforbruk i Norge mot 2035*. Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE).
- SSB. 2021. *Fjernvarme og fjernkjøling*. Funnet April 2022. <https://www.ssb.no/energi-og-industri/energi/statistikk/fjernvarme-og-fjernkjoling>.
- Stockholm Exergi. 2022. *Öppen Fjärrvarme*. Funnet 03 29, 2022. <https://www.oppenfjarrvarme.se/>.
- . 2021. *Återvinn din överskottsvärme genom Öppen Fjärrvarme*. Funnet 12 20, 2021. <https://www.stockholmexergi.se/atervinn-din-overskottsvarme/>.
- Toleikyte, A. and Carlsson, J. 2021. *Assessment of heating and cooling related chapters of the national energy and climate plans (NECPs)*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Trondheim Kommune. 2018. *Tempe, Valøya og Sluppen, områderegulering*. Funnet April 2021. <https://www.trondheim.kommune.no/tempe-valoya-sluppen/>.
- Venås, Rune. 2020. *Fylkeskommunen svarer Daniel Johansen: Grønn, grønnere, grønnest!* Adresseavisen. Desember. Funnet Mars 2022.



- <https://www.midtnorskdebatt.no/meninger/ordetfritt/2020/12/17/Fylkeskommunen-svarer-Daniel-Johansen-Gr%C3%B8nn-gr%C3%B8nnere-gr%C3%B8nne-23180610.ece>.
- Viseth, Ellen. 2021. «NVE åpner for å endre fjernvarmeprisen.» *Teknisk Ukeblad*, 18 11. Funnet 12 20, 2021. <https://www.tu.no/artikler/nve-apner-for-a-endre-fjernvarmeprisen/515191>.
- Wheatcroft, Edward, Henry Wynn, Kristina Lygnerud, Giorgio Bonvicini, og Daniela Leonte. 2020. «The role of low temperature waste heat recovery in achieving 2050 goals: A policy positioning paper.» *Energies* 1-19.
- Wikberg, Karl. 2019. *Legal sources on renewable energy: Finland*. Funnet April 2022. <http://www.res-legal.eu/search-by-country/finland/summary/c/finland/s/res-hc/sum/128/lpid/127/>.
- Winns AS. 2022. *Winns*. Funnet Mars 2022. <https://www.winns.no/no/>.





**VISION:**

**«Sustainable  
neighbourhoods  
with zero  
greenhouse gas  
emissions»**

# Z E N

Research Centre on  
ZERO EMISSION  
NEIGHBOURHOODS  
IN SMART CITIES



<https://fmezen.no>