

---

## ELNETT21 DELRAPPORT

---

### Omlegging til fjernvarme og fjernkjøling på Tvedtsenteret



Kunde: Tvedt Senteret AS

Prosjekt: Tvedtsenteret ENOVA-prosjekt

Prosjektnummer: 10214368

**Sammendrag:**

Elnett21 er et av totalt åtte storskala demoprojekter for kartlegging av framtidens energiløsninger i regi av Enova. Elnett21 er det største av disse demoprojektene med et tildelt støttebeløp på 40 millioner kr. Denne Enova-satsingen har som mål å demonstrere ny teknologi, digitale løsninger og forretningsmodeller som utnytter fleksibiliteten i energisystemet. Elnett21 består av følgende partnere: Avinor, Stavanger Lufthavn, Risavika Havn, Smartly, Lyse Elnett og Forus Næringspark.

Som en del av Forus Næringspark, skal Tvedt Senteret AS detektere om kostnader knyttet til omlegging til fjernvarme og fjernkjøling kan konkurrere med kostnad for utbygging av ny effekt i elnettet. Sweco Norge AS har gjennomført denne analysen.

Analysen viser at omlegging til fjernvarme og fjernkjøling ikke lønner seg økonomisk i forhold til dagens løsning på Tvedtsenteret. Resultatene viser at en omlegging til fjernvarme og fjernkjøling har høyest nåverdi de første 2 årene. Dette skyldes store investeringskostnader ved å skifte ut varmpumper og kjølemaskiner i alternativ løsning. Etter sammenligningsperioden på 40 år vil det være en differanse i nåverdi på omtrent 26 350 000 kr i favør av dagens løsning. En omlegging til fjernvarme uten fjernkjøling har en differanse i nåverdi på omtrent 19 400 000 kr i favør av dagens løsning.

Energibehovet øker ved omlegging til fjernvarme/fjernkjøling som følge av lavere virkningsgrad sammenlignet med varmpumpe/kjølemaskin. Dette fører igjen til høyere årlige energikostnader. Samtidig er prisen på fjernkjøling høy, som medfører at omlegging til fjernvarme og fjernkjøling får stadig lavere nåverdi sammenlignet med alternativet.

Fordelene med omlegging til fjernvarme og fjernkjøling er at maksimal elektrisk effekt reduseres med hhv. 390 kW (sommer) og 700 kW (vinter) sammenlignet med dagens løsning. Denne frigitte kapasiteten i elnettet kan utnyttes til andre formål. I tillegg reduseres årlige energirelaterte CO<sub>2</sub>-utslipp med 19%.

Det anbefales ikke å investere videre i fjernvarme og fjernkjøling for Tvedtsenteret på grunn av lav nåverdi. Effektleddet i prismodell for fjernkjøling medfører en høy pris per kWh. For at fjernkjøling skal være attraktivt bør effektleddet justeres for å oppnå konkurransedyktige priser sammenlignet med alternative energikilder.

**Rapporteringsstatus:**

- Endelig  
 Oversendelse for kommentar  
 Utkast

<b>Utarbeidet av:</b> Bernhard Haver Vagle	<b>Sign.:</b>
<b>Kontrollert av:</b> Behzad Mojahed	<b>Sign.:</b> BEHZAD MOJAHED
<b>Prosjektleder:</b> Haakon Mandt	<b>Prosjekteier:</b> Jone Hauge

**Revisjonshistorikk:**

F	29.01.21	Fjernet mva. og Enova-støtte, justert grafer. Rettet restverdi år 40. Endret virkningsgrader.	NOBERV	NOBEMO
E	17.01.21	Justert utslippsfaktor fjernkjøling. Lagt inn resultater for omlegging uten fjernkjøling.	NOBERV	NOBEMO
D	16.12.20	Rettet feil i resultater og endret kap. 6.	NOBERV	NOVEGJ
C	03.12.20	Mindre justeringer	NOBERV	NOVEGJ
B	01.12.20	Rettet feil i energibehov fjernvarme	NOBERV	NOVEGJ
A	12.11.20	Rapport til oversendelse	NOVEGJ	NOBERV
<b>Rev.</b>	<b>Dato</b>	<b>Beskrivelse</b>	<b>Utarbeidet av</b>	<b>Kontrollert av</b>

## Innholdsfortegnelse

1	Bakgrunn .....	5
2	Tvedt senteret.....	6
2.1	Vurderingskriterier .....	7
3	Metode.....	7
3.1	Forutsetninger og inndata.....	8
4	Resultater .....	10
4.1	Økonomi .....	12
5	Diskusjon .....	16
5.1	Sensitivitet .....	17
6	Konklusjon .....	18
7	Vedlegg .....	18

# 1 Bakgrunn

Elnett21 er et av totalt åtte storskala demoprojekter for kartlegging av framtidens energiløsninger i regi av Enova. Elnett21 er det største av disse demoprojektene med et tildelt støttebeløp på 40 millioner kr. Denne Enova-satsingen har som mål å demonstrere ny teknologi, digitale løsninger og forretningsmodeller som utnytter fleksibiliteten i energisystemet. Elnett21 består av følgende partnere: Avinor, Stavanger Lufthavn, Risavika Havn, Smartly, Lyse Elnett og Forus Næringspark.

Elnett21 skal utvikle og demonstrere løsninger for å håndtere et økende effektbehov som ventes å komme som følge av elektrifisering av transportsektoren. Løsningene skal legge vekt på best mulig bruk av eksisterende nett gjennom lokal produksjon, lagring og styring av energi.

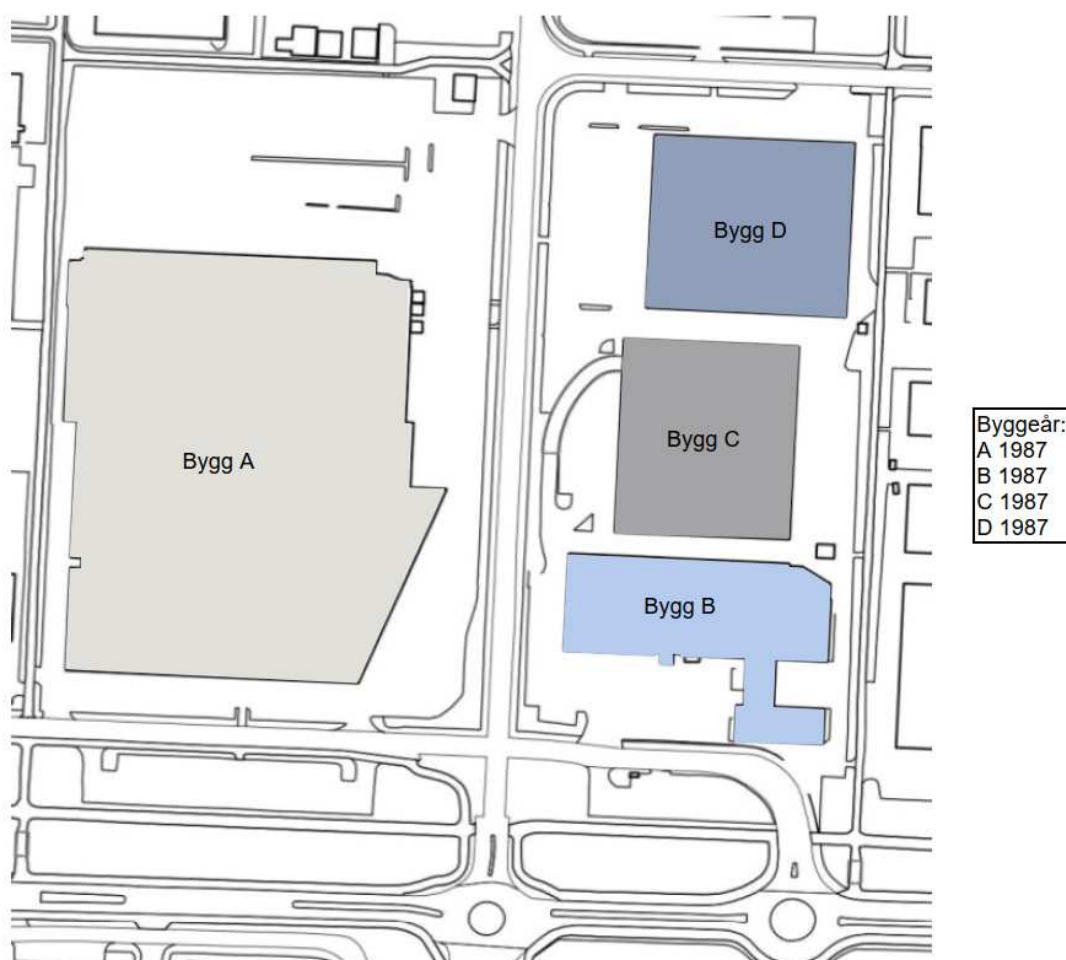
Tvedtsenteret inngår i Elnett21 som en del av Forus Næringspark. Forus næringspark har en målsetning om å gjøre Forus energinøytralt innen 2025. De konkrete tiltakene som vurderes for Tvedtsenteret er:

- Solceller
- Omlegging til fjernvarme og fjernkjøling

For vurderinger knyttet til solceller henvises det til eget notat «*Mulighetsstudie rehabilitering av fasader - Tvedtsenteret*». Denne delrapporten omhandler omlegging til fjernvarme og fjernkjøling. Det dumpes hvert år i størrelsesorden 100 GWh varme fra Forus Energigjenvinning. Det er stort potensial for å koble flere eldre bygg til fjernvarmenettet på Forus. Som en del av Forus Næringspark, skal Tvedt Senteret AS detektere om kostnader knyttet til omlegging til fjernvarme og fjernkjøling kan konkurrere med kostnad for utbygging av ny effekt i elnettet. Sweco Norge AS har gjennomført denne analysen.

## 2 Tvedt senteret

Tvedtsenteret er et kjøpesenter på ca. 45 000 m<sup>2</sup> fra 1987. Senteret ligger på Forus i Stavanger kommune. Byggene defineres som hhv. bygg A, B, C og D og utgjør ca. 45 000 m<sup>2</sup>. Figur 1 og Tabell 1 viser en oversikt over bygningsmassen.



Figur 1: Oversikt over Tvedtsenteret.

Tabell 1: Sammenstilling av Tvedtsenteret.

Beskrivelse	Bygg A	Bygg B	Bygg C	Bygg D
<b>BRA [m<sup>2</sup>]</b>	25 135	7 841	4 258	8 542
<b>Byggeår</b>	1978	1987	1997	1987
<b>Rehabilitering</b>	2008	-	-	2006
<b>Energiforsyning</b>	El.	El. og fjernvarme	El.	El. og fjernvarme

## 2.1 Vurderingskriterier

Omlegging til fjernvarme/fjernkjøling er vurdert på følgende punkter:

- Energi (kWh/år)
- Maks. elektrisk effekt (kW)
- Miljø (kg CO<sub>2</sub>/år)
- Kostnader (nåverdi over 30 år)

## 3 Metode

Det er definert to alternative løsninger som skal sammenlignes på nevnte vurderingskriterier. Begge løsningene omfatter hele Tvedtsenteret (bygg A, B, C og D).

- Alternativ 1. Dagens løsning

Termisk energiforsyning fra varmepumper/kjølemaskiner, fjernvarme (bygg B og D) og elektrisitet (spisslast). Alle eksisterende varmepumper/kjølemaskiner og elektrokjeler byttes ut ved starten av sammenligningsperioden. Oppvarming av tappevann gjøres ved elektrisitet. Merk at også bygg A har fått installert fjernvarme ved rapportens publisering, men analysen tar utgangspunkt i løsningen slik den forelå ved oppstart av utredningsarbeidet.

- Alternativ 2. Omlegging til fjernvarme og fjernkjøling

Fjernvarme dekker 100% av oppvarmingsbehov, fjernkjøling dekker 100% av kjølebehov, elektrisitet dekker resterende energibehov, inkl. oppvarming av tappevann. Alternativet er også vurdert uten fjernkjøling, med tilsvarende energiforsyning til kjøling som Alternativ 1.

For å sammenligne løsningene er det laget energimodeller i Simien versjon 6.015. Energimodeller benyttet til energimerking av bygningsmassen i 2014 er benyttet som utgangspunkt. Normerte inndata fra NS3031:2014 er benyttet til driftstider, interne laster og settpunkttemperatur. Energimodellene er modifisert med aktuelle endringer siden 2014:

- Høylager i bygg A er lagt til som oppvarmet areal
- Klimasted satt til Stavanger
- Det er lagt inn felles ventilasjonssystem i alle soner for å forenkle tolkningen av simuleringsresultatene. Energimodellene er
- Energikilder endret iht. alternativene nevnt ovenfor.
- Alle byggene og sonene er overført til en felles Simien-fil
- Det er lagt inn samme ventilasjonselement i alle soner for å forenkle tolkningen av simuleringsresultatene. Energimodellene er deretter finjustert ved å sammenligne simulert energibruk med målt energibruk til el. og fjernvarme. Avvik mellom målt og beregnet energibruk er på ca. 3%.

### 3.1 Forutsetninger og inndata

Tabell 2: Forutsetninger for sammenligning.

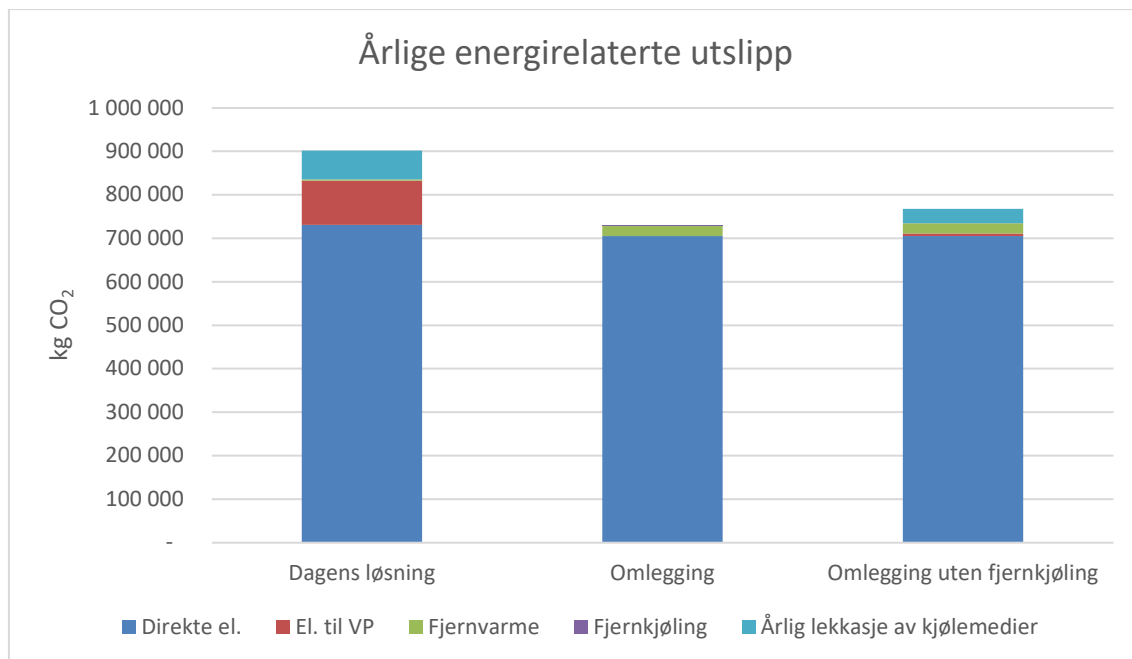
	Beskrivelse	Dagens løsning	Omlegging til fjernvarme/frikjøling	Kommentar
Energi	Årsgjennomsnittlig Virkningsgrad varmepumper (SCOP)	3,15	-	Beregnet i vedlegg 4, basert på dagens marked av luft til vann varmepumper.
	Årsgjennomsnittlig Virkningsgrad kjølemaskiner (SEER)	3,5		Beregnet i vedlegg 4, basert på dagens marked av luft til vann kjølemaskiner.
	Virkningsgrad elektrokjel	0,97		Veiledende verdier fra Tillegg B i NS3031:2014. Elektrokjel, etter 1995.
	Virkningsgrad fjernvarme og fjernkjøling	0,99		Veiledende verdier fra NS3031:2014 Tillegg B for fjernvarme med abonnentsentral i oppvarmet rom. Tilsvarende verdi benyttet for fjernkjøling.
	Oppvarming	Elektrisk oppvarming/vannbåren oppvarming (tur-/returtemp. 60/40 °C)	Vannbåren oppvarming (tur-/returtemp. 60/40 °C)	
	Kjøling	Vannbåren kjøling (tur-/returtemp. 10/16 °C)	Vannbåren kjøling (tur-/returtemp. 10/16 °C)	
Økonomi	Elpris	0,89 kr/kWh (dagens løsning) 0,86 kr/kWh (omlegging)		Beregnet basert på prismodell fra Lyse Elnett med en spotpris på 0,4 kr/kWh (se Vedlegg 3). Eks. mva.
	Fjernvarmepris	0,77 kr/kWh		Beregnet basert på prismodell fra Lyse Neo med en spotpris på 0,4 kr/kWh (se Vedlegg 3). Pristak på 0,85 kr/kWh. Eks. mva.
	Pris fjernkjøling	5,61 kr/kWh		Beregnet basert på prismodell fra Lyse Neo med en spotpris på 0,4 kr/kWh (se Vedlegg 3). Eks. mva.



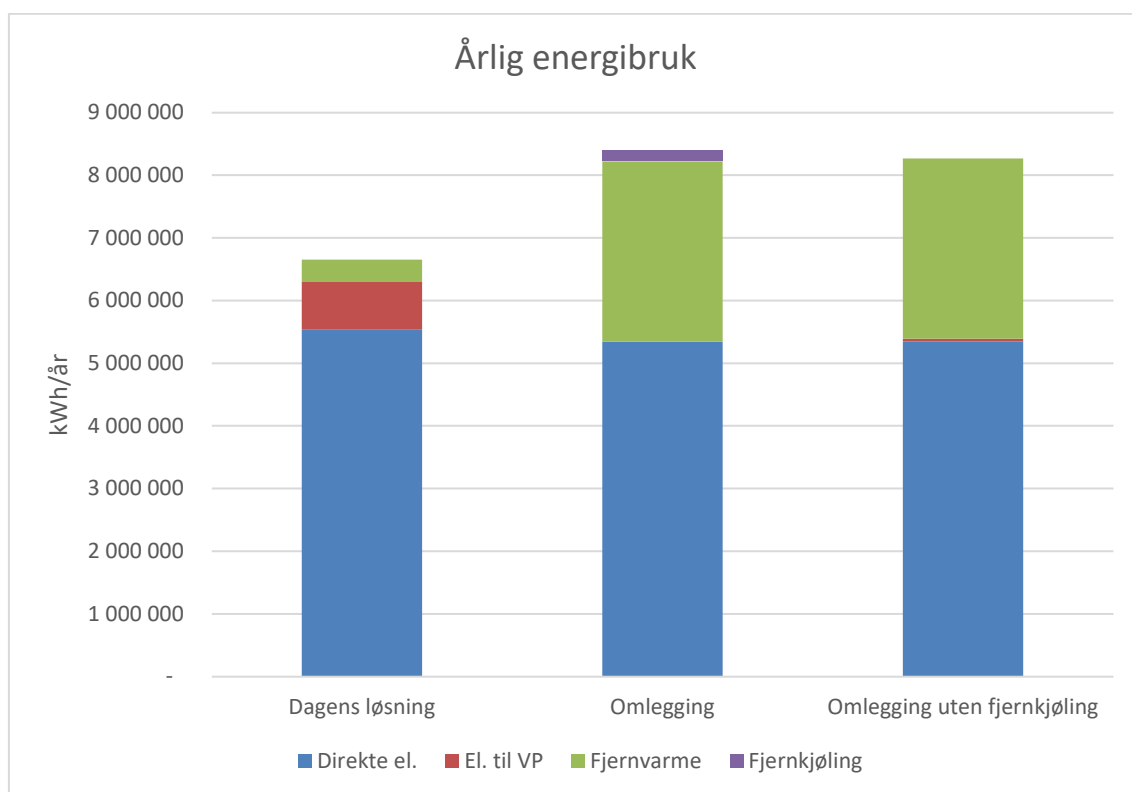
	<b>Internrente</b>	4 %		
	<b>Økonomisk analyse</b>	40 år		Alle kostnader inkl. mva. Det er ikke tatt hensyn til evt. restverdi.
	<b>Levetid teknisk utstyr</b>	20 år		Reinvestering av teknisk utstyr (kjølemaskiner/varmepumper og elektrokjeler). Inkl. 2% prisvekst pr. år.
<b>Miljø</b>	<b>Utslippsfaktor El.</b>	132 g CO <sub>2</sub> /kWh		Utslippstall iht. BREEAM NOR 16 v.1.2.
	<b>Utslippsfaktor fjernvarme</b>	8 g CO <sub>2</sub> /kWh		Kilde: LCA studie for fjernvarme Forus 2016-2018 fra Bionova. Antatt karbonnøytral avfallsforbrenning.
	<b>Utslippsfaktor fjernkjøling</b>	-	13 g CO <sub>2</sub> /kWh	Se Vedlegg 3. El. til drift av kjølemaskiner kjøpes inn med fornybargaranti. Kilde: Lyse Neo.
	<b>Utslipp fra kjølemedier i egne kjølemaskiner</b>	Kjølemedier: R410A (150 kg) og R407C (200 kg)		-

## 4 Resultater

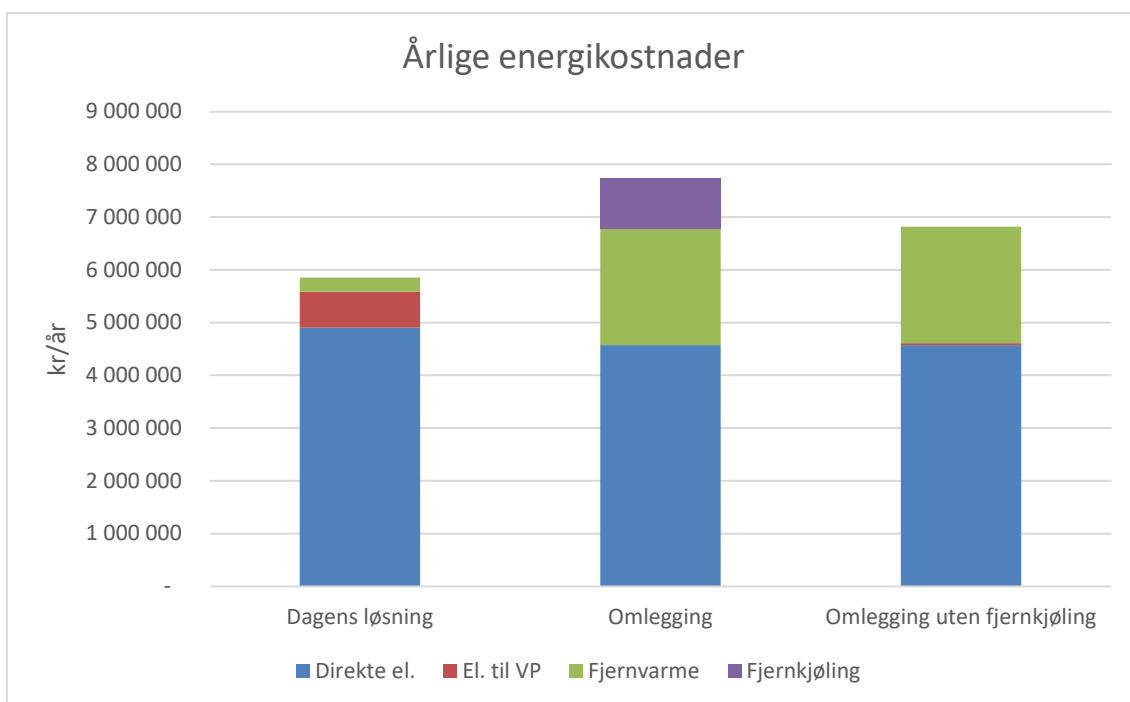
Resultater av analysen er presentert i figur 3-6. Se fullstendige simuleringresultater i Vedlegg 1-2.



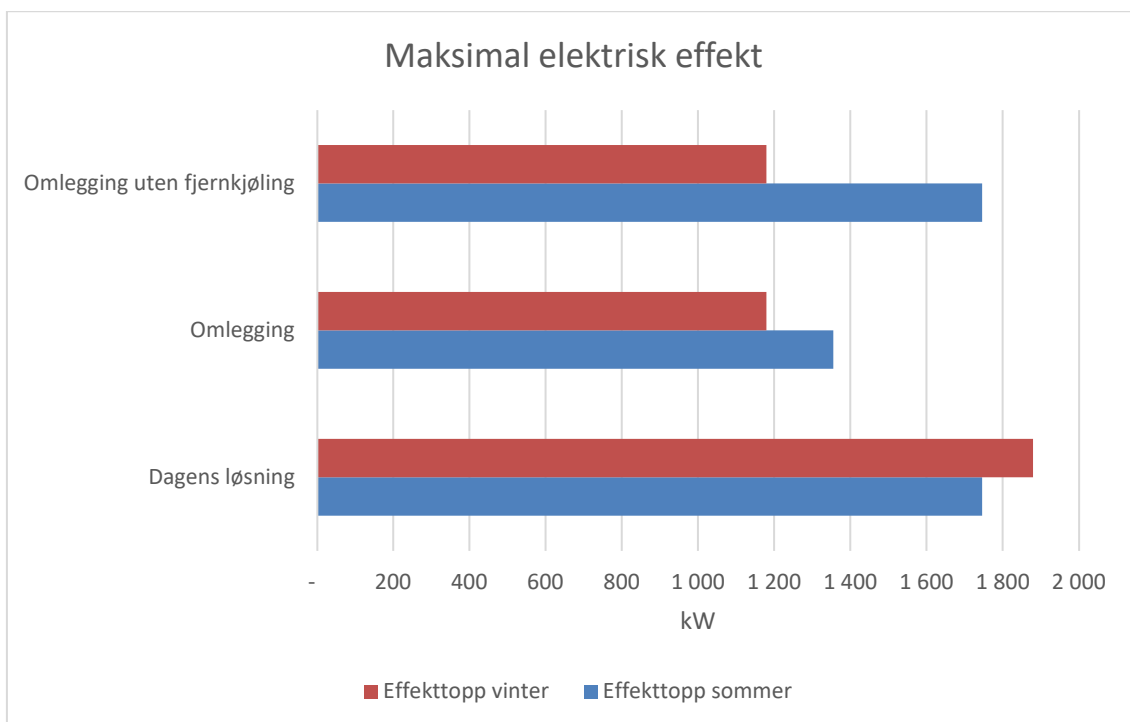
Figur 3: Sammenligning av årlig utslipp.



Figur 4: Sammenligning av årlig energibruk.



Figur 5 Sammenligning av årlige energikostnader.



Figur 6: Sammenligning av maksimal elektrisk effekt. Merk at effekttopp ved omlegging inntreffer på sommeren.

## 4.1 Økonomi

Tabell 3 og 4 viser investeringskostnader og driftskostnader for de ulike alternativene.

Tabell 3: Investeringskostnader ved år 0. Alle kostnader er eks. mva.

Beskrivelse	Dagens løsning	Omlegging	Omlegging uten fjernkjøling	Kommentar
Anleggsbidrag fjernvarme	-	775 000 kr	775 000 kr	Avtale med Lyse Neo (650.000 kr for A-bygg). Arealjustert til å dekke C-bygg (B- og D- bygg allerede tilkoblet).
Anleggsbidrag fjernkjøling	-	1 500 000 kr		Avtale med Lyse Neo (225 000 kr for A-bygg og 315 000 kr for D-bygg). Arealjustert til å dekke resterende bygg.
VVS-arbeider		2 500 000 kr	1 500 000 kr	Merkostnader ift. dagens løsning basert på kontrakt med rørentreprenør på A-bygg (1,7 mill. kr.). Arealjustert til å dekke resterende bygg. Lagt til grunn halverte kostnader uten fjernkjøling. Ikke medtatt kostnader for VVS-arbeidet ifm. fjernvarme i bygg B og D.
Prosjektering	-	-		Ingen merkostnader antatt.
Nye varmepumper-/kjølemaskiner	6 000 000 kr	-	6 000 000 kr	Lagt til grunn av samtlige eksisterende varmepumper/kjølemaskiner må byttes i år 0 til kombimaskiner (eller rene kjølemaskiner). 1500 kW kjøleeffekt x 4000 kr/kW (Sweco erfaringstall).
Nye elektrokjeler	975 000 kr			Lagt til grunn av samtlige eksisterende elektrokjeler må byttes i år 0. 1300 kr/kW x 750 kW (Sweco erfaringstall).
Arealkostnader	-	-		Ingen merkostnader. Kjølemaskiner plassert på tak, anslått samme arealverdi som kundesentraler.
Bygningstekniske arbeider	300 000 kr	100 000 kr	200 000 kr	Lagt til grunn 5% av kostnad for kjølemaskiner og VVS-arbeider (Sweco erfaringstall).
Elektroarbeider og automasjon	500 000 kr	200 000 kr	350 000 kr	Lagt til grunn 50.000 kr per varmepumpe/kjølemaskin og 50.000 kr per kundesentral (Sweco erfaringstall).
<b><u>SUM eks. Mva.</u></b>	<b>7 775 000 kr</b>	<b>5 075 000 kr</b>	<b>8 825 000 kr</b>	

Tabell 4: Driftskostnader. Alle kostnader er eks. mva.

Beskrivelse	Dagens løsning	Omlegging	Omlegging uten fjernkjøling	Kommentar
<b>Energikostander</b>	5 850 000 kr	7 740 000 kr	6 820 000 kr	Iht. energisimuleringer.
<b>Service/vedlikehold</b>	180 000 kr	-	180 000 kr	Anslått basert på serviceavtaler. Tilsvarende 3% av investeringskostnader for varmepumper/kjølemaskiner.
<b>Driftskostnader</b>	-	-		Ingen merkostnader antatt.
<b>SUM inkl. Mva.</b>	<b>6 050 000 kr</b>	<b>7 740 000 kr</b>	<b>7 000 000 kr</b>	

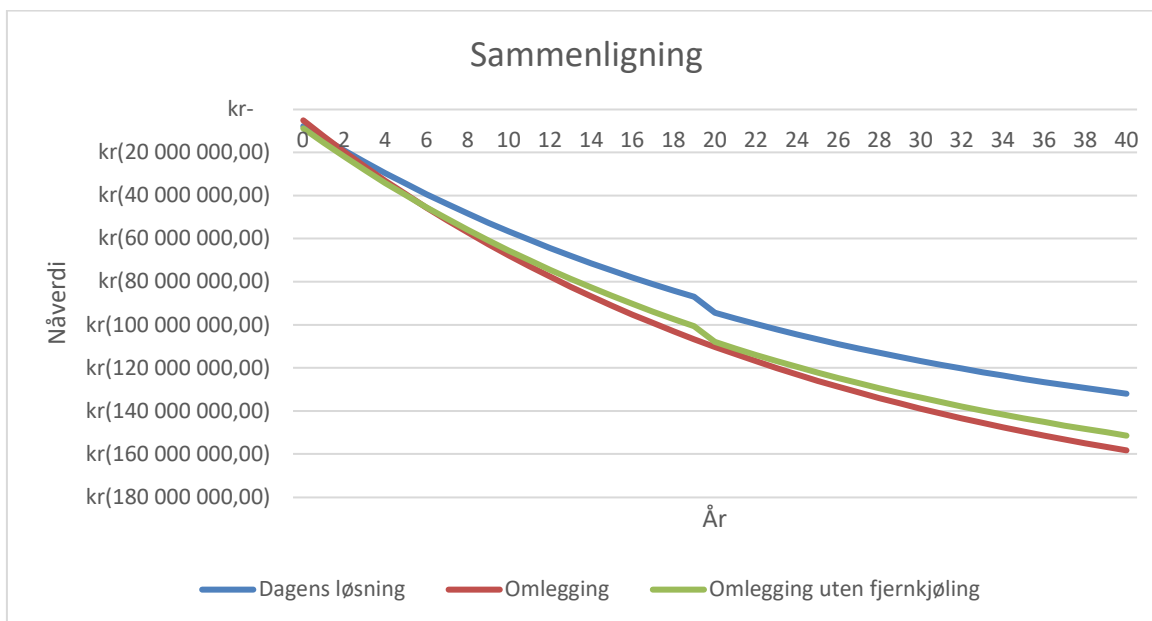
Se Figur 7 og

---

Tabell 5 for sammenligning av nåverdi for dagens løsning og omlegging med og uten fjernkjøling. Analysen viser at en komplett omlegging til fjernvarme og fjernkjøling ikke er lønnsom over 40 år. Dette skyldes i hovedsak høye energikostnader til fjernkjøling. Differanse i nåverdi i forhold til dagens løsning er ca. 26,3 mill. kr etter 40 år. Omlegging til fjernvarme uten fjernkjøling også ulønnsomt.

Tabell 5: Nåverdi etter 40 år for de ulike alternativene.

	Dagens løsning	Omlegging	Omlegging uten fjernkjøling
<b>Nåverdi</b>	-131,9 mill. kr.	-158,3 mill. kr.	-151,3 mill. kr.



Figur 2: Sammenligning av nåverdi over 40 år. Legg merke til reinvestering av teknisk utstyr etter 20 og 40 år.

## 5 Diskusjon

Analysen viser følgende:

- Omlegging til fjernvarme og fjernkjøling ikke er lønnsomt sammenlignet med dagens løsning over 40 år. Dette skyldes i hovedsak høye energikostnader til fjernkjøling. En omlegging til fjernvarme uten fjernkjøling er også ulønnsom i forhold til dagens løsning. Merk at en omlegging til fjernvarme og fjernkjøling har høyest nåverdi (i forhold til dagens løsning) de første 2 årene.
- Årlig energirelatert utslipp av CO<sub>2</sub> reduseres med 19% ved omlegging til fjernvarme og fjernkjøling. Dette skyldes lavere behov for elektrisk energi.
- Årlig levert energi øker med 19% ved omlegging til fjernvarme og fjernkjøling som følge av lavere virkningsgrad på fjernvarme sammenlignet med en varmepumpe.
- Årlige energikostnader øker med 30% ved omlegging til fjernvarme og fjernkjøling og henger sammen med økt energibehov, samt høy energipris på fjernkjøling. Uten fjernkjøling øker energikostnadene med 15% i forhold til dagens løsning.
- Maksimalt behov for elektrisk effekt reduseres ved omlegging til fjernvarme og fjernkjøling. Det vil frigjøres ca. 390 kW på sommeren og 700 kW på vinteren. Dette kan trekkes fram som den største fordelen med omlegging. Uten fjernkjøling vil det ikke frigjøres effekt på sommeren.
- Driftssikkerhet, støy og visuell forurensning er andre argumenter som taler til fordel for omlegging til fjernvarme/fjernkjøling.
- Støtte fra ENOVA på ca. 2 mill. kr. gjennom Elnett21 er ikke medtatt i analysen.



## 5.1 Sensitivitet

Det er gjennomført en sensitivetsanalyse av resultatene, se Tabell 6.

Tabell 6: Sensitivetsanalyse.

	Nåverdi dagens løsning	Nåverdi omlegging	Nåverdi omlegging uten fjernkjøling	Differanse i nåverdi mellom alternativene
<b>Analyse</b>	-131,9 mill. kr.	-158,3 mill. kr.	-151,3 mill. kr.	
<b>Økt rente til 10%</b>	-68 mill. kr.	-80 mill. kr.	-78 mill. kr.	Reduseres
<b>Redusert rente til 2%</b>	-179 mill. kr.	-216 mill. kr.	-206 mill. kr.	Øker
<b>Økt spotpris til 1 kr/kWh</b>	-209 mill. kr.	-249 mill. kr.	-240 mill. kr.	Øker, til tross for pristak på 0,85 kr/kWh for fjernvarme.
<b>Redusert spotpris til 0,2 kr/kWh</b>	-105 mill. kr.	-125 mill. kr.	-118 mill. kr.	Reduseres

- Dagens løsning kommer best ut økonomisk i alle scenarioer. Pga. pristak på fjernvarme vil omlegging uten fjernkjøling være mest lønnsom dersom spotprisen stiger over 2,7 kr/kWh.
- Det er knyttet usikkerhet til om det skal tilkomme et effektledd også for fjernvarme. I så tilfelle vil en omlegging komme dårligere ut i analysen
- Analysen må betraktes med en usikkerhet på 15%.

## 6 Konklusjon

Sweco Norge AS har, på vegne av Tvedt Senteret AS gjennomført en analyse på om kostnader knyttet til omlegging til fjernvarme og fjernkjøling kan konkurrere med kostnad for utbygging av ny effekt i elnettet.

Analysen viser at omlegging til fjernvarme og fjernkjøling ikke lønner seg økonomisk i forhold til dagens løsning på Tvedtsenteret. Resultatene viser at en omlegging til fjernvarme og fjernkjøling har høyest nåverdi de første 2 årene. Dette skyldes store investeringskostnader ved å skifte ut varmepumper og kjølemaskiner i alternativ løsning. Etter sammenligningsperioden på 40 år vil det være en differanse i nåverdi på omtrent 26 350 000 kr i favør av dagens løsning. En omlegging til fjernvarme uten fjernkjøling har en differanse i nåverdi på omtrent 19 400 000 kr i favør av dagens løsning.

Energibehovet øker ved omlegging til fjernvarme/fjernkjøling som følge av lavere virkningsgrad sammenlignet med varmepumpe/kjølemaskin. Dette fører igjen til høyere årlige energikostnader. Samtidig er prisen på fjernkjøling høy, som medfører at omlegging til fjernvarme og fjernkjøling får stadig lavere nåverdi sammenlignet med alternativet.

Fordelene med omlegging til fjernvarme og fjernkjøling er at maksimal elektrisk effekt reduseres med hhv. 390 kW (sommer) og 700 kW (vinter) sammenlignet med dagens løsning. Denne frigitte kapasiteten i elnettet kan utnyttes til andre formål. I tillegg reduseres årlige energirelaterte CO<sub>2</sub>-utslipp med 19%.

Det anbefales ikke å investere videre i fjernvarme og fjernkjøling for Tvedtsenteret på grunn av lav nåverdi. Effektleddet i prismodell for fjernkjøling medfører en høy pris per kWh. For at fjernkjøling skal være attraktivt bør effektleddet justeres for å oppnå konkurransedyktige priser sammenlignet med alternative energikilder.

## 7 Vedlegg

Vedlegg 1 Simuleringsresultater dagens løsning

Vedlegg 2 Simuleringsresultater omlegging

Vedlegg 3 Simuleringsresultater omlegging uten fjernkjøling

Vedlegg 4 Beregningsark