

Morten Mogseth

## Er det mulig å oppnå energiklasse B på kjøpesenteret City Lade?

## Har overskuddsenergien fra kjøle- og fryseanleggene noen verdi?



Masteroppgave i Eiendomsutvikling og forvaltning

Trondheim, juli 2012



Oppgavens tittel: Er det mulig å oppnå energiklasse B på kjøpesenteret City Lade? Har overskuddsenergien fra kjøle- og fryseanleggene noen verdi?	Dato: 29.06.2012 Antall sider 120 (inkl. bilag):		
	Masteroppgave	X	Prosjektoppgave
Navn: Stud.techn. <b>Morten Mogseth</b>			
Faglærer/veileder: <b>Arvid Dalehaug</b>			
Eventuelle eksterne faglige kontakter/veiledere:			

**Ekstrakt:**  
Trondos eier 120 000 m<sup>2</sup> med butikkareal og har i den forbindelse svært store energikostnader for å drifte disse byggene. For å finne ut av problemstillingen ble det stilt to forskningsspørsmål som kanskje ville gi Trondos svar på hva som kunne gjøres.

Forskningsspørsmålene handler derfor om det er lønnsomt å redusere energibruken og om overskuddsenergien har noen verdi. For å få svar på dette er det benyttet kvalitative og kvantitative metoder for framskaffe data på disse områdene. I tillegg har jeg satt meg godt inn i de tekniske mulighetene for energireduksjon, gjenbruk av energi og muligheter for salg av overskuddsenergi til andre.

Jeg ønsket å belyse at det faktisk kan være lønnsomt å endre energimerket fra C til B, i tillegg har jeg kvantifisert mengden med overskuddsenergi som kastes av over tak. Dette leder til forskningsspørsmål 2, har denne energien noe egenverdi og er det mulig å selge overskuddsenergien til andre.

Gjennomgangen av statusen på City Lade og de tekniske mulighetene for å finne svar på de to forskningsspørsmålene har jeg gitt meg svært god innsikt i hva som er mulig å gjøre, for at begge spørsmålene blir besvart.

Undersøkelsene viser at det vil være mulig å forbedre energimerket fra C til B, i tillegg er det kommet fram at det kan være mulig å endre energimerket fra C til A, og at det også vil være lønnsomt.

Det viser seg at overskuddsenergien har en verdi både for City Lade, og for andre. Det vil være lønnsomt å gjenvinne den for enten benytte den selv, eller selge den videre.

Stikkord:

1. Energireduksjon/energiledelse
2. Videre salg av overskuddsenergi

(Sign)



## Innholdsfortegnelse

1	Forord .....	4
2	Sammendrag og konklusjon.....	6
2.1	Sammendrag og konklusjon på norsk.....	6
2.2	Summary and conclusion in English.....	8
3	Innledning .....	10
3.1	Bakgrunn.....	10
3.2	Hensikt .....	12
3.3	Problemstilling .....	12
3.4	Oppgavens oppbygging, definisjoner, forkortelser og avgrensninger.....	13
	Energisentraler Drift og overvåking av energisentraler .....	14
4	Litteratur og teori.....	16
4.1	Energimerket.....	16
4.2	Energigjenvinning og lønnsomhet.....	17
4.3	Organisasjonsteori .....	18
4.4	Beslutningstakere.....	19
5	Forskningsmetode .....	22
5.1	Brukte metoder i oppgaven.....	22
5.2	Kvalitative og kvantitative metoder .....	22
5.3	Fordeler og ulemper ved disse metodene .....	23
5.4	Fordeler og ulemper ved kvalitative data .....	23
5.5	Fordeler og ulemper ved kvantitative data .....	23
5.6	Litteratursøk.....	24
5.7	Dokumentanalyse.....	24
5.8	Validitet og reliabilitet på målinger og dokumentasjon .....	25
	Validitet .....	25
	Validitet på målinger på City Lade .....	25
	Reliabilitet .....	26
	Pålitelighet på målinger .....	26
5.9	Intervjuer som er gjennomført .....	26
5.10	Intervjuobjektene .....	26
5.11	Casestudier.....	29
6	Undersøkelser og forskningsresultater .....	30
6.1	Følgende undersøkelse er utført.....	30

6.2	Resultater fra intervjuene .....	33
6.3	Forsknings spørsmål 1: Er det mulig å oppnå energiklasse B på City Lade .....	34
6.4	Forsknings spørsmål 2: Har overskuddsenergien fra kjøle- og fryseanleggene noen verdi?.....	38
	Nytt kjøleanlegg installert i januar 2012.....	42
	Overskuddsenergi fra Gmb anlegget.....	42
	Sammenstilling av fakta og beregninger på overskuddsenergi som "kastes" av over tak pr år	43
7	Diskusjon .....	46
7.1	Forsknings spørsmålene henger de sammen og følger de hverandre? .....	46
7.2	Diskusjon på forsknings spørsmål 1 energimerkeendring fra C til B .....	46
7.2.1	Energimerke og mulig tiltaksliste .....	46
7.2.2	Mulig tiltaksliste for å forbedre energimerket.....	47
7.2.3	Punkter som gir energireduksjon, men som dessverre ikke forbedrer energimerket.....	48
7.2.4	Kriterier for å velge ut hvilke tiltak som skal gjennomføres.....	49
7.2.5	Hvilke tiltak vil jeg velge bort og hvorfor.....	49
7.2.6	Hvilke alternativer velger jeg å gå videre med fra listen jeg har utarbeidet.....	50
7.2.7	Forslag til tiltak til forbedringer av energimerket, mottatt fra Rambøll AS .....	50
7.2.8	Hva kan ha vært gjort før og hvilke tiltak var nyttige og mulig å gjennomføre. ....	52
7.2.9	Tiltak som jeg vil arbeide videre med for endring av energimerket. ....	52
7.2.10	Kalkulert energibruk totalt for City Lade etter Simien bergninger.....	54
7.2.11	Beregning av kostnader på de forskjellige tiltakene. ....	55
7.2.12	Hvilket tiltak vil være det beste å velge? .....	61
7.2.13	Hvilke tiltak vil bli valg ut til forbedring av energimerket.....	62
7.2.14	Forslag til organisering av energibruken og overvåkning framover.....	65
7.2.15	Kunnskap (system) .....	65
7.2.16	Hvem har ansvaret for energibruken .....	66
7.2.17	Hvilken strategi har Trondos for energibruk.....	66
7.2.18	Delkonklusjon på forsknings spørsmål nr 1 .....	67
7.3	Diskusjon på forsknings spørsmål 2, har overskuddenergien noen verdi? .....	68
7.3.1	Øker overskuddsenergien eller minsker den ved montering av varmepumpe? ....	68
7.3.2	Hva må til for at overskuddsenergien kan brukes til noe .....	69
7.3.3	Hva må løses for at energien skal ha noen salgs verdi .....	70
7.3.4	Finnes det energisentraler i Norge fra før, for salg av overskuddsenergi.....	71
7.3.5	Hvordan omdanne overskuddenergien slik at den kan nyttes .....	72
7.3.6	Finnes det kjøpere .....	72

7.3.7	Muligheter for å øke overskuddsenergien på City Lade .....	72
7.3.8	Mulig løsning på fordeling av energien – energisentral?.....	73
7.3.9	Plassering av energisentral og mulig fordelingsnett.....	73
7.3.10	Hvordan driftes en energisentral .....	74
7.3.11	Kostnadsvurdering på energisentral og gjennomførbarhet .....	74
7.3.12	Kjøpekontraktene – innhold.....	76
7.3.13	Lønnsomhet.....	76
8	Konklusjon .....	77
9	Planlegging framover(Normativt) - Veien videre .....	81
9.1	Mulig endring av energimerket fra B til A på City Lade.....	81
9.2	Fokus på energiledelse .....	81
9.3	Hvordan bygge nye butikker energimessig riktig.....	81
10	Litteratur og referanser .....	82
10.1	Referanseprosjekter .....	82
10.2	Figurliste(bilder) .....	83
10.3	Tabelliste.....	84
11	Vedlegg.....	85
	Vedlegg 1 - Uttaksskjema.....	86
	Vedlegg 2 - Intervjuguide.....	87
	Vedlegg 3 – Simien beregninger på City Lade på energimerke C.....	88
	Vedlegg 4 – Systemskisse for energi som kastes av via tørrkjøler .....	89
	Vedlegg 5 – Komplette tabell fra uke 1 til uke 20, energi som kastes over tak.....	90
	Vedlegg 6 – Energiforbruk City Syd etter installasjon av varmepumpe.....	91
	Vedlegg 7 – Skriv fra Entro.....	92
	Vedlegg 8 – Simien beregninger på forbedringer etter montasje av varmepumpe .....	93
	Vedlegg 9 – Kostnadsoverslag på varmegjenvinning med en varmepumpe.....	94
	Vedlegg 10 – Utviklingsmuligheter på Ila og Lilleby smelteverk .....	95

## 1 Forord

Tema for masteroppgaven om forbruk av energi er valgt fordi det er viktig å fokusere på om energibruken i dagens bygg er unødvendig høy (sløses det med energi?), og om det er mulig å gjenvinne større mengder av energien enn det har vært gjort tidligere. I tillegg vil det bli fokusert på om det vil være mulig å forbedre "energimerke" på bygget eller om dette kun vil være et valg som huseier tar, ut i fra ønske om å bruke dette i profileringen av bygget. Et bedre energimerke kan muligens gi en høyere utleiepris pr m<sup>2</sup>.

I oppgaven vil kjøpesenteret City Lade bli vurdert energimessig, med bakgrunn om mulig endring av energimerket. Energimerking av næringsbygg ble besluttet for å stimulere til bygging av mer energivennlige nybygg. I forbindelse med energimerkingen ville det, fra konsulentens sin side, bli forslått en tiltaksliste som ville redusere beregnet energibruk på bygget. Kravet om energimerkeordningen var at alle bygg skulle energimerkes innen få år. Jeg har så langt ikke funnet noen eksakt frist på når merkingen skulle være slutført.

Kravet om merking medfører at alle næringsbygg over 1000 m<sup>2</sup> skal energimerkes. Trondos som eier av kjøpesenteret City Lade er opptatt av at alle byggene som de eier skal ha god kvalitet, dette innebærer at byggene skal ha et energimerke som er godt. City Lade ble energimerket i 2011 og fikk energimerke C. Spørsmålene vil være om det er mulig og lønnsomt, å forbedre bygget, slik at det kan få energimerke B, og om dette lar seg gjøre i forhold til byggets alder og konstruksjon. Bygningen var planlagt og brukt som hovedlager for COOP Norge i Trøndelag fra 1967/68 og ble solgt til Trondos i 2003 – 2004. Konstruksjonsmessig er det et industribygg med en kontoravdeling i annen etasje. Første etasje besto av tørrvarelager, kjølerom og fryserom. Bygningen hadde jernbanespor helt inne i lagerdelen (nå parkeringsplass). Byggeår var 1967 – 68. Bygningen ble kjøpt av Trondos (Trondheim og omheng samvirkelag) i 2004 og ombygget fra hovedlager til COOP Norge til Kjøpesenter i 2004. Trondos har drevet en "Domus" butikk i dette bygget siden 1968.

Trondos leier ut arealer både til Goman bakeriet, 19 andre kjedebutikker, Lade Legesenter og COOP Regnskap. I tillegg til Obs! stormarked, Obs! bygg, Obs! sport og egen kafé. Til sammen er det 591 personer som har arbeidsplassen sin på City Lade.

Mine forskningsspørsmål/ hypoteser omhandler energibruk og reduksjoner av energibruken enten via gjenvinning eller mulig videresalg av overskuddenergi til andre.

Jeg vil gjennomføre kvantitative undersøkelser og beregninger med bistand fra driftspersonell, konsulenter, eiendomsbestyrere.

Jeg er eiendomssjef i Trondos og begynte å interessere meg for muligheten til å redusere energibruken på City Lade i 2008/2009. Startet i 2009 med å samle inn data om hvor mye energi

senteret brukte. Høsten 2009 begynte jeg på NTNU og studiet har krevd mye tid. Da tiden var inne til å velge området for Masteroppgaven, ble det et naturlig valg å se både på energimerke, og en mulig forbedring av dette, samt å undersøke om overskuddsenergien hadde noen verdi.

Da jeg begynte å søke etter teori rundt disse emnene oppdaget jeg at det var lite å finne, dette stemte litt med min antakelse, fordi i forbindelse med energimerkingen slet jeg med å finne en del fakta. Fant noe teori og undersøkelser om kjøle-/fryseutstyr, dører og plastforheng etc, men det tror jeg startet med utfordringene med å holde korrekte temperaturer i diskene og frontlasterne. Vil i oppgaven se om min antakelse stemmer.

Arbeidstitler er som følger:

Er det mulig å oppnå energiklasse B på Kjøpesenteret City Lade?

Har overskuddsenergien fra kjøle- og fryseanleggene noen verdi?

Jeg har valgt å skrive oppgaven alene og det vil nok være en stor utfordring med hensyn på kapasitet til å gjøre det i tillegg til full jobb hos Trondos. Heldigvis har jeg en god "sparring" partner i en medstudent som skriver om noe helt annet. Vi presser hverandre til å prestere optimalt og til å arbeide strukturert.

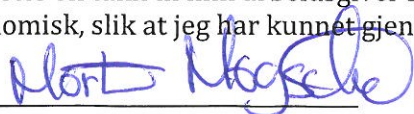
Som veileder har jeg hatt Arvid Dalehaug fra NTNU og han bidro til at oppstarten på Masteroppgaven ble strukturert og god.

I tillegg har de som velvillig stilte opp til intervjuer, bidratt til at jeg har fått opplysninger som er brukt i oppgaven. Jeg har i tillegg fått en del opplysninger som overrasker meg litt. Det var få av intervjuobjektene som hadde sett på muligheten til å forbedre energimerket og dermed var det lite konkret som var gjort for å forbedre byggene energimessig.

For meg var kanskje den delen svært viktig å finne ut. Jeg trodde at det å forbedre byggene energimessig både ville ha en positiv betydning både som utleier og økonomisk ved å redusere energibruken og kostnadene til huseier.

Det har vært svært krevende å være student ved NTNU i tillegg til full jobb som eiendomssjef hos Trondos.

Vil til slutt takke for et flott studietopplegg. Jeg vil i tillegg takke for utfordrende og lærerike år på NTNU. Samt rette en takk til min arbeidsgiver som har gitt meg muligheter tidsmessig og støttet meg økonomisk, slik at jeg har kunnet gjennomføre studiet.



Morten Mogseth

Trondheim, den 29. juni 2012



## 2 Sammendrag og konklusjon

### 2.1 Sammendrag og konklusjon på norsk

Jeg har i denne oppgaven gjennomgått og drøftet forskningsspørsmål 1: Er det mulig å oppnå energiklasse B på kjøpesenteret City Lade og forskningsspørsmål 2: Har overskuddsenergien fra kjøle- og fryseanleggene har noen verdi.

For å forske på disse spørsmålene og prøve å finne svar på problemstillingene, har jeg startet med 28 mulig områder (Tiltakslisten) som kan bidra til å gi meg svar på spørsmålene mine. For å kunne arbeide meg igjennom disse områdene har jeg satt opp noen kriterier for utvelgelse av de viktigste områdene å arbeide videre med.

Alle disse områdene/tiltakene er gjennomgått og vurdert med hensyn på følgende kriterier.

- A) Gjennomførbarhet
- B) Vil tiltaket ha noen vesentlig påvirkning på energimerket?
- C) Kostnad
- D) Kortest mulig inntjeningstid (kost/nytte funksjon)
- E) Størst miljøgevinst

Ut i fra tiltakslisten er det viktig å se på hvilke tiltak som gir Trondos en forbedring av energimerket fra C til B og de valgte tiltakene bør ha en inntjeningstid som er akseptabel for byggeier.

Forskningsmetodene som er benyttet er kvalitative og kvantitative metoder. I tillegg er ombyggingene av gjenvinningssystemer studert, både med hensyn på grad av gjenvinning som er mulig å oppnå, og om systemene fanger opp og bruker av den tilgjengelige energien til enhver tid. Det er gjennomført målinger og beregninger for å kunne dokumentere hvor mye energi som "kastes" av over tak pr år. Det er gjennomført tekniske analyser på de områder som kan forbedre energimerket, tilstandsanalyser på det tekniske utstyret og teknisk tilstand på bygget og dets konstruksjon. Spesifikasjoner på mulige gjenvinningsmetoder er gjennomgått og vurdert opp mot hverandre. Det er gjennomført intervjuer for om mulig å finne ut hvilken betydning et forbedret energimerke har å si i en utleieforhandling eller om det kun har en økonomisk betydning, eller en kombinasjon. I tillegg er det blitt foretatt intervjuer og beregninger for å avklare om overskuddsenergien har noen verdi enten for City Lade eller for andre potensielle kjøpere for energien.

City Lade er valgt som Case fordi de enten kan benytte overskuddsenergien selv, eller selge den videre til naboer som inneholder både næringsbygg og beboelseshus/leiligheter.

**I forskingsspørsmål 1** viste det seg at det var mulig å oppnå energiklasse B, både gjennomføringsmessig, og det var økonomisk lønnsomt. Det var to løsninger som kunne løse denne oppgaven.

**Løsning nr 1** var installering av en hovedvarmepumpe luft til luft i et utvidet teknisk rom, til en kostnad 2 000 000,- og en antatt levetid på minimum 15 år. Varmekapasitet varmepumpa er 420 kW. Se vedlegg nr 9.

**Løsning nr 2** var en kombinasjon av to metoder som hver for seg ikke var gode nok, men sammen var de gode nok. Det var en kombinasjon av nytt lysstyringsanlegg på hele bygget sammen med en utvidelse og forbedring av SD anlegget.

LCC beregninger viste at løsning nr 1 var den som ga best økonomi, i tillegg til at gjennomføring er relativt enkel. Ut i fra det ble mitt forslag til byggeier at den beste løsningen er å installere en varmepumpe som utnytter 2/3 av energioverskuddet som i dag blir kastet av over tak.

I forbindelse med forskning på spørsmål nr 1 kom jeg over en mulighet for å forbedre energimerket fra C til A. Det var svært overraskende at det kunne være mulig, for et bygg som er over 40 år gammelt, og hvor det ikke er gjort noen forbedringer/endringer i byggkonstruksjonen.

**I forskingsspørsmål 2** viste dokumentasjonen at det faktisk blir kastet av minimum 3 000 000 kWh over tak hvert år.

Det konkluderes med at det både vil være lønnsomt og mulig å endre energimerket fra C til B, og at det faktisk kan være mulig å endre merket fra C til A. En endring fra C til A vil mest sannsynlig være lønnsomt, men det må utredes bedre før svaret på det vil være helt sikkert.

Når det gjelder spørsmålet om overskuddsenergien har noen verdi vil jeg konkludere med at den faktisk har det, både egenverdi for City Lade, og en salgsverdi til naboer. Inntjeningsperioden er kort og miljøgevinsten er stor.

Ut i fra min forskning på de to områdene vil det være svært positivt for City Lade, både å endre energimerket, og enten å utnytte overskuddsenergien selv, eller selge den videre til andre.

## 2.2 Summary and conclusion in English

I have in this master thesis discussed the following two questions:

1. Is it possible to achieve energy class B on the mall City Lade?
2. Does the surplus energy from the cooling and freezing installations have any value?

To research and try to find answers to these questions, I have started with 28 possible measures that can help answer my questions. To evaluate the possible measures and decide which ones are the most valuable to continue working on, I have decided on some criteria which have been applied to all measures:

1. Ease of implementation
2. Will the measure have any significant impact on the energy mark?
3. Cost
4. Shortest possible return on investment period (cost/benefit function)
5. Greatest environmental gain

Starting with the list of possible measures it is important to look at which measures gives Trondos an improvement of the energy mark from C to B and the chosen measures should have an acceptable return on investment period for the landlord.

The research methods that have been used are qualitative and quantitative methods. In addition the reconstruction of the recycling systems have been studied, both with regards to the degree of recycling possible to achieve and if the systems catch and uses the available energy at all times. Measurements and calculations have been performed to document how much energy is wasted each year. Technical analysis have been performed on those measures that could improve the energy mark, analysis of the condition of the technical equipment and the technical condition of the building and its construction. Specifications on possible recycling methods have been reviewed and compared. Interviews have been performed to try to find out which importance an improved energy mark have in a rental negotiation, if it is only of economical importance or a combination. In addition to this interviews have been made and calculations performed to clarify if the surplus energy have any value either for City Lade or for any other potential buyers of the energy.

City Lade have been chosen as «Case» because they can either use the surplus energy themselves or sell it to neighboring areas consisting of both commercial building and residential buildings.

**In question 1** it was discovered that it was possible to achieve energy class B with an acceptable ease of implementation and economically profitable. There were two solutions that achieved this.

**Solution 1** was the installation of a heat pump air to air in an extended technical room, at a cost of 2 000 000 NKR and an estimated lifetime of 15 years and a heat capacity and 420 kW. See Appendix No. 12.

**Solution 2** was a combination of two methods that separately did not solve the problem but together was good enough. This was a combination of a new lighting control system together with an extension and improvement of the building management system, (or Scada systems) installation. Installation was performed on the entire building.

LCC calculations showed that the first solution was the one that gave the best economical result in addition to the fact that the implementation was relatively simple. Derived from this my proposal to the landlord is that the best solution is to install a heat pump that uses 2/3 of the surplus energy that today is wasted.

While researching question 1, I discovered that there is a possibility to improve the energy mark from C to A. It is a very surprising possibility for a building that is over 40 years old and where no improvements or changes have been done in the building construction.

**In question 2** the documentation showed that the energy waste is at least 3 000 000 kWh every year.

The conclusion is that it would be both economically profitable and possible to change the energy mark from C to B, and that it actually would be possible to change the energy mark from C to A. An improvement from C to A would probably also be economically profitable, but that would need to be investigated more to be sure.

When it comes to the question of the value of the surplus energy it is shown in this thesis that it is quite valuable, both as own value for City Lade and has a sales value to neighbors. The return on investment period is short and the environmental gains are significant.

From my research into the two areas I can conclude that it would be very positive for City Lade, both to change the energy mark and either use the surplus energy themselves or sell it.

## 3 Innledning

### 3.1 Bakgrunn

I de siste årene har det vært snakk om global oppvarming og reduksjon av energibruken på alle nivå i samfunnet. I tillegg vil en reduksjon av energibruken være både et samfunnsnyttig arbeid og gi en økonomisk besparelse som vil vare i mange (alle) år.

Dette er hovedårsakene til at jeg ønsker å forske på området og skrive masteroppgave om dette.

Jeg vil gjennom arbeidet med denne rapporten prøve å finne ut om muligheter for å redusere energibehovet og bruken av energi, samt prøve å avklare mulig salg av overskuddsenergi fra et kjøpesenter til et nabobygg eller om City Lade kan nyttiggjøre seg all energien selv.

Jeg har funnet mye teori om reduksjon av energi på kjøle- fryseselementet, samt mulig tildekking av diskene for å redusere energibehovet, se litteraturlisten og referanser. Dette er kjent område for alle kjøpere av kjøle – og fryseutstyr. I tillegg er det skrevet mye litteratur om varmegjenvinning via ventilasjonsanlegg med platevekslere eller kryssvekslere. (Dette vil bli utdypet senere).

Jeg fant ut at andre både i utlandet og i Norge jobber med å redusere energibruken i kjøpesentra, noen krever faktisk at både produsenter og leverandører reduserer energibruken. Et eksempel på det er Wal-Mart (se linker under punkt 10.1). De har selv som mål å redusere sin energibruk med 25 prosent i en tidsperiode på tre år. De vil også kreve at sine leverandører og produsenter skal gjøre det samme.

Utfordringen på et kjøpesenter er at det produseres mye energi som ingen pr i dag har målt totaliteten av, og dermed er det øst ut energi via tørrkjølere eller direkte ut via rene avtrekksvifter, uten at noen har gått videre med dette eller å ha tenkt på muligheten for lønnsom gjenvinning.

”Har overskuddsenergien noen verdi?” er et viktig spørsmål her. Vi kan isolere tak og vegger, vi kan skifte ut vindusglass, osv. Gjør vi det vil vi bruke mindre energi til oppvarming, men vi har nok overskuddsenergi fra før til oppvarming av hele senteret største delen av året, hvis vi utnytter alt. Beregningene vil nok vise at vi ”kaster” av energi over tak via tørrkjølere i alle årets 12 måneder, dette vil bli undersøkt og kontrollert senere i oppgaven.

### Status i dag i henhold til driftsleder på City Lade:

- Dagens anlegg kaster av overskuddsenergi over tak med unntak i vinterens 3 kaldeste uker.
- Dagens anlegg driftes slik at det er energioverskudd i deler av bygget samtidig som det er underskudd av energi og et varmebehov i andre deler. utfordringen vil være å flytte energien mellom disse områdene, for å forhindre innkjøp av energi utenfra.

### Kort orientering om energibruken og overskuddsårsaker i kjøpesenter

De fleste ikke helt nye kjøpesentre som inneholder en stor matvarebutikk er bygget uten tanke på å være energieffektive. Kjøle- og fryseanleggene initierer store mengder med overskuddsvarme som delvis benyttes til å forvarme innblåsningsluften og dermed er det ikke benyttet bedre isoleringsevne på byggeriet, enn minimumskravene som gjaldt da bygget ble satt opp eller oppgradert. I tillegg trenger et kjøpesenter store glassflater, som igjen ikke er energieffektive, til reklameplass. Dette gjelder både for kjøpesenter i bysentra og utenfor byene. I NS 3457 kap. 3 skilles det mellom kjøpesenter, varehus og butikkbygning.

Det må være mulig å redusere glassbruken i takflatene og på vegger, på en eller annen måte. Kan utstillingsvinduene stenges av på en slik måte at energien ikke forsvinner unødvendig? Hvordan dette kan gjøres, avklares under tiltakslisten. Det benyttes store mengder lys som avgir varme og bruker mye energi, til å punktbelyse utstillinger. Dette igjen forårsaker behov for kjøling i enkelte lokaler, for å oppnå en riktig komforttemperatur. Den gangen City Lade var bygd og renoveret(2004), var energiprisene lave og det lønte seg dermed ikke å redusere energibruken ved å forbedre de tekniske anleggene eller fange overskuddsenergien som forsvinner over tak.

Kun de mest lønnsomme gjenvinningsmottakerne ble utbygd med bakgrunn i lønnsomhet / oppnådd kWh -pris på tiltaket, kontra innkjøp av energi til markedets generelt lave pris. Energikostnaden har økt de senere årene og stabilisert seg på et høyere nivå enn i 2004. Energikostnadene vil nok stige i årene framover, dette med årsak i at underskuddet på energi øker, samt at endringer i global oppvarming mest sannsynlig vil framtinge krav om reduisering av kraftverkene sine CO<sub>2</sub> utslipp, se Bellona`s hjemmesider der en rapport fra ZEP antyder at fra 2020 vil det være lønnsomt med fangst og lagring av CO<sub>2</sub>, se kap. 10.1 - Referanseprosjekter.

Energikostnadene i 2004 var så vidt lave i forhold til kostnadene med å etterisolere tak og vegger at det var naturlig og ikke benytte disse tiltakene til å redusere tap av energi. I forbindelse med montering av nytt kjøle- og fryseanlegg (kompressorlegg) ble det montert

varmeveksling mot de nærmeste ventilasjonsanleggene. Det er ikke blitt målt hvor effektive disse gjenvinnerne er eller hvor mye som kastes over tak via tørrkjølerviftene (senker returtemperaturen på kjølemediet)

I tillegg har de nye ventilasjonsanleggene varmevekslere med ca 75 % varmegjenvinningsmulighet (teoretisk). Dette er svært lønnsom gjenvinning av energi, samtidig som slike gjenvinnere vanskeliggjør lønnsom bruk av annen overskuddsenergi, da restenergibehovet blir lavt.

Det vil bli gjennomført beregninger på hvor mange kWh som blir "kastet" av over tak i løpet av et år. Disse beregningene tas inn i kapittelet for simulering. Registrering av områder hvor dette skjer på senteret, vil bli beskrevet senere.

Jeg er av den formening at denne masteroppgaven vil gi både ny kunnskap til, og muligheter for å forbedre energibruken på et kjøpesenter. Det er viktig å ha energibruken i fokus hos drifts - personell og at de har kunnskap og datasystemer til å overvåke energibruken (EOS målinger). Om oppgavene klarer å vise at overskuddsverdien er salgbar og har noen ekstern verdi, det vet jeg ikke, kanskje viser det seg at den er det, uansett vil total overskuddsenergi bli dokumentert.

### **3.2 Hensikt**

Hensikten med oppgaven er å bidra til å dokumentere hva som er status i dag og om det er mulig å forbedre energibruken, samt å finne måter å redusere bruken av energi på. Det som i tillegg er viktig, er å fastslå om hvor mye overskuddsenergi City Lade har og, kan den brukes til noe. Enten eksternt eller internt.

### **3.3 Problemstilling**

Jeg har valgt å se på energibruken på ett bestemt kjøpesenter. Prosjektet skal belyse om det finnes steder hvor det sløses med energi og muligheter for å utnytte denne energien andre steder på bygget. I tillegg vil det bli utarbeidet en kost/nytte beregning på om dette er lønnsomt eller ikke, og en prioriteringsliste som viser hvor det vil være muligheter til å gjøre forbedringer, hvilke kostnader som kreves og hva endringsresultatet kan bli.

Jeg ser det som sannsynlig at det er overskuddsenergi som ikke blir benyttet i eget bygg. Har denne delen av energifangsten noen verdi? Kan den selges til andre i nærområdet eller er det bortkastet å fange all overskuddsenergien? Jeg vil derfor vurdere om det er salgsmuligheter på denne delen av overskuddsenergien.

Ved å gjennomføre en del tester og kontroller i henhold til følgende arbeidsliste vil jeg få svar på mine forskningsspørsmål / hypoteser. Dette vil gi meg muligheter for å vurdere om hypotesene var riktig eller feil.

Det skal for de utvalgte casene vurderes følgende:

- Beregne dagens energibehov
- Muligheter for å redusere behovet for kjøpt energi
- Muligheten for å redusere luftmengden
- Muligheter for å styre luftmengden med CO<sub>2</sub> følere (behovsventilering)
- Redusere innblåsningstemperaturen
- Redusere behovet for mekanisk kjøling.
- Forbedre energiklassen på bygget(Dette må komme etter å ha sett på energiltakene hver for seg og summen av dem)
- Kost/nytte vurdering
- Kan det være aktuelt å redusere energibehovet til kjøle – og fryse anlegget fra 2004?

### 3.4 Oppgavens oppbygging, definisjoner, forkortelser og avgrensninger

#### Oppgavens oppbygging

Mine forberedelser har vært kvantitative undersøkelser på City Lade for å få tak i både tekniske data og systemoppbygninger, og det er i tillegg foretatt målinger på energibruk og på energi som blir kastet over tak.

I tillegg er det foretatt kvalitative intervjuer på betydningen av energimerket, og om et godt merke har betydning for leieprisen pr m<sup>2</sup>.

#### Definisjoner:

**Breeam** BREEAM, miljøsertifisering Miljøsertifiserte bygg har mange fordeler. Entreprenørene kan bygge i henhold til de anerkjente standardene BREEAM og LEED.

**Bim / Building Smart:** **Bygningsinformasjonsmodellering (BIM)** (fra engelsk) *building information modeling* er det man kaller digitale 1:1 modeller av et bygg. Det finnes BIM for hvert av de forskjellige fagområdene (bygg, struktur, elektro, VVS, rør osv.) og man kan også kombinere disse modellene til en tverrfaglig BIM.



<b>Energimerking</b>	I kapittel III i NVE's Forskrift om energimerking av bygninger og energivurdering av tekniske anlegg (energimerkeforskriften) stilles det krav om energivurdering av tekniske anlegg.
<b>Energisentraler</b>	Drift og overvåking av energisentraler 24.06.2011 Rejlers har løsninger for drift og overvåking av energisentraler og energianlegg. De leverer om ønskelig komplette løsninger med programvare og all nødvendig instrumentering.
<b>EOS målesystem</b>	Dette er et energioppfølgingssystem som gir meg og andre en mulighet til å utnytte energikildene på en effektiv måte
<b>FDVU:</b>	Forvaltning(F) – Drift(D) – Vedlikehold(V) og utvikling(U)
<b>Grønn energi</b>	Energi fra vannkraft, vindkraft, solfangere, gjenvunnet energi, osv.
<b>LEED</b>	Leadership in Energy and Environment
<b>TEK</b>	Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift) (TEK). Pr i dag har vi siste revisjon som har navnet TEK 10

### **Forkortelser**

Energi	Olje – Fjernvarme – Biobrensel og lignende
Gmb	Goman bakeriet
SD	Sentral driftskontroll
LCC	Life Cycle cost (livssyklus kostnader)

### **Avgrensninger**

Jeg har konsentrert meg i hovedsak om City Lade og alle tekniske målinger er foretatt her. Dataene er sammenlignet med tilsvarende data hos Sten & Strøm på City Syd, spesielt når det gjelder energimerket og varmepumpe. Begge sentra ligger i Trondheim.

Intervjuobjektene er ledere og driftspersonell innen eiendomsforvaltning i Norge. Utvalget er foretatt med 2 personer innenfor drift av kjøpesenter (en driftsleder og en senterleder), og de

andre intervjuobjektene arbeider innen både statlig og kommunal forvaltning. I slutfasen på intervjuene supplerte jeg med en konsulent innenfor planlegging av bygg. Disse intervjuene har omhandlet både energimerkets betydning og hvordan energibruken overvåkes. I tillegg er det forespurt om hvordan de tekniske anleggene driftes og eventuelle endringsmuligheter til forbedring av teknisk drift, som eventuelt ville redusere energibruken..

For å få et syn på hvordan en varmpumpe fungerer ble en av leder i firmaet Amfi(firmaet driver senterdrift flere steder i Norge) forespurt om hvor godt den fungerer.

## 4 Litteratur og teori

Jeg har lest meg opp på litteratur som har med energimerking og energisparing å gjøre. Har dessverre funne lite litteratur på verdien på overskuddsenergi, men funnet en del litteratur og eksempler på energisentraler.

### 4.1 Energimerket

Hensikten med energimerking av bygg er å bedre, eller øke bevisstheten om energibruken i bygg, og hvor mye energi som det er mulig å spare. Det skal i tillegg ha betydning om hvilken energitype en bruker. Miljøvennlig energi er bedre å bruke enn olje. Det er bygget som blir kontrollert og det har ingen betydning om hvilken oppgave bygget skal fylle. Har en gjenvinningsmuligheter på energien kan dette gi et bedre merke enn uten gjenvinning. Det er eier av bygget som er ansvarlig for å få merket bygget.

Energimerket består av 2 verdier som sammen angir energistandarden på bygget. Disse to verdiene er oppvarmningskarakteren og energikarakteren. Fargen på merket viser oppvarmningskarakteren og bokstaven viser energikarakteren.

Grønt er vannbåren varme helt eller delvis

Gult er varmepumpe og noe annet som tillegg

Rødt er kun elektrisk eller oljefyr

#### **Merkekrav fra NVE**

Merkekravene på energikarakteren består av en bokstav

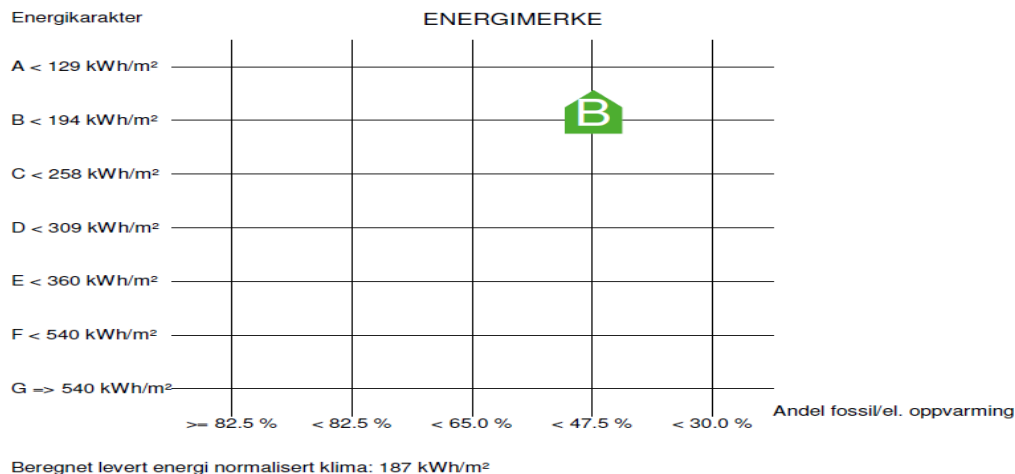
Merke A er et bygg som beregningsmessig bruker mindre enn 129 kWh pr m<sup>2</sup>

Merke B er et bygg som beregningsmessig bruker mindre enn 194 kWh pr m<sup>2</sup>

Merke C er et bygg som beregningsmessig bruker mindre enn 258 kWh pr m<sup>2</sup>

Osv.

## Kopi av energimerket som City Lade kan få hvis de velger å forbedre bygget til merke B



Figur nr 1

### Hva merket beskriver for husene/byggene:

A – B er lavenergibyg, passivhus eller lignende. Kravene er strengere enn byggeforskriftene

C – D er bygg som tilfredsstillter byggeforskriftene av 2007 = Tek 07

E – G er bygg som er bygget etter eldre og mindre strenge tekniske forskrifter.

TEK 10 er det som lovmessige gjelder i dag (teknisk forskrift fra 2010).

### Energimerkeforskriften

Energigjenvinning trenger ikke å være lønnsomt, men det vil hjelpe en med å redusere energibruken av kjøpe energi og kan i tillegg gi et firma et bedre rykte. I tillegg er det en ansvarsbevist handling og at en bryr seg om klimaet og miljøet i verden generelt.

Energigjenvinning kan være lønnsomt og av og til svært lønnsomt. Dette er avhengig av energiprisen i markedet kontra kostnadene på å gjenvinne overskuddsenergi. Tenker en gjennom dette godt, når et nytt bygg planlegges, vil det stort sett være lønnsomt. Det enkleste vil være å benytte varmeveksler på ventilasjonsanleggene. For City Lade sin del eller der hvor det finnes en stor matvarebutikk med kjøll – og frysanlegg vil det være svært lønnsomt å gjenvinne kompressorenergien fra disse.

## 4.2 Energigjenvinning og lønnsomhet

Energigjenvinning trenger ikke å være lønnsomt, men det vil hjelpe en med å redusere energibruken av kjøpe energi og kan i tillegg gi et firma et bedre rykte. I tillegg er det en ansvarsbevist handling og at en bryr seg om klimaet og miljøet i verden generelt.

Energigjenvinning kan være lønnsomt og av og til svært lønnsomt. Dette er avhengig av energiprisen i markedet kontra kostnadene på å gjenvinne overskuddsenergi. Tenker en gjennom dette godt, når et nytt bygg planlegges, vil det stort sett være lønnsomt. Det enkleste vil være å benytte varmeveksler på ventilasjonsanleggene. For City Lade sin del eller der hvor det finnes en stor matvarebutikk med kjøll – og frysanlegg vil det være svært lønnsomt å gjenvinne kompressorenergien fra disse.

### **Salg av overskuddsenergi**

Det er fritt å gjenvinne energi i Norge. Jeg forutsetter at City Lade får de nødvendige tillatelser, hvis nødvendig, for videresalg av overskuddsenergi til naboer.

I tillegg må en selger av energi, undersøke i hvilken form kjøpere kan ta i mot denne overskuddsenergien. Forslag til dette kan være som følger:

- Forvarming av tappevann
- Forvarming av innblåsningsluft til ventilasjonsanlegg
- Gatevarme og fortausvarme(snøsmelting)
- Forvarming av radiatorvarme i bygg
- Osv.

### **4.3 Organisasjonsteori**

Måten energireduksjoner planlegges og gjennomføres på er avhengig av om hvor godt et firma eller enkeltpersoner har undersøkt og satt seg inn i hva som kan være gjort tidligere, eller selv sett på hvilke muligheter som finnes. Jeg har derfor valgt ut å gjennomgå om Trondos eller noen av intervjuobjektene har laget en plan eller strategi på hvordan og hvorfor de ønsker å redusere energibruken på City Lade. Kleiven(2011) beskriver i sine overheadfoiler om FM er det 3 nivåer som gjelder.

- Strategisk nivå(Beslutning om fordeling av makt, ansvar og framdriftsplan)
- Taktisk nivå(overordnet planlegging om hva som kan og skal gjennomføres)
- Utførende eller operative nivå (Ressurser og personell til å utføre det som skal gjennomføres, finnes dette i organisasjonen eller må det leies in personer med riktig kompetanse).

Dette systemet er blant annet beskrevet av:

1. Per.T Eikeland (BA 6105 Organisering og styring i prosjektutvikling)

Ovennevnte punkter utføres av forskjellige nivå i en organisasjon.

Strategisk nivå utføres / fastsettes av styret eller administrasjonsutvalget i Trondos. De lager en plan om og hvordan de eventuelt har sett for seg en mulig energireduksjon skal gjennomføres, hvem som skal ha ansvaret for å gjennomføre strategien, og om de ønsker en merkeendring.

Taktisk nivå vil bestå av eiendomssjef og driftssjef på butikkdrift. Eiendomssjefen har ansvar for å lage et forslag til hvordan byggene kan forbedres og hva som eventuelt har betydning for en eventuell merkeendring. De velger i tillegg ut hvilke tiltak som det skal arbeides videre med.

Utførende nivå utfører det som er fastsatt som viktig områder å arbeide videre med og planlegger hvordan tiltakene kan gjennomføres.

En organisasjon kan beskrives som en enhet som satt sammen for å løse en spesiell oppgave. En slik organisasjon skal beslutte – planlegge – løse en oppgave som er bestemt av for eksempel eierne eller lederne i et firma. Dette er beskrevet av Chester Barnard.

#### Hvem kan være kjøpere?

Dette undersøkes av de som har fått i oppgave på taktisk nivå. Det som bør undersøkes er følgende.

- Hvordan kan den selges
- Må den omformes
- Har man bruk for energien selv
- Har de lov til å selge energien.
- Lønnsomhet
- Stabilitet på leveransen

#### **4.4 Beslutningstakere**

Trondos eier City Lade i sin helhet og har helt klare regler for gjennomføring av prosjekter og hvem som har ansvaret på de forskjellige nivå. Prosjekter og utførelse av disse besluttes i A – Utvalget.

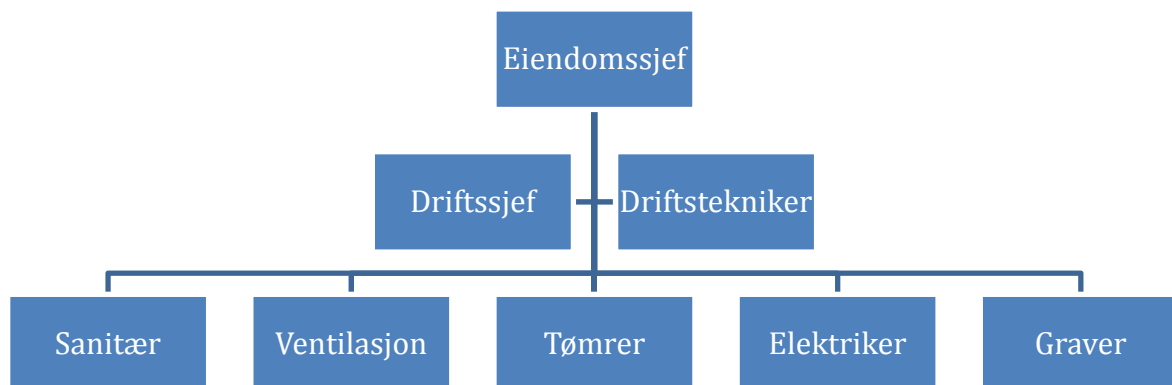
Organisasjonen for beslutning og utførelse av et slikt prosjekt vil være:



Figur nr 2

Eiendomsforvaltningen består av mange roller og oppgaver, og sammenhengen eller relasjonene mellom de forskjellige gruppene er avhenging av størrelsen på organisasjonen og om de har egne folk eller om de leier inn arbeidsgrupper som utfører de forskjellige oppgavene.

Trondos / City Lade har få egne ansatte som utfører FM tjenestene. Et organisasjonskart vil se slik ut:



Figur nr 3

Trinn 1 og 2 er egne ansatte

Trinn 3 er innleide samarbeidspartnere – Rammekontrakter.

På City Lade er det en klar fordeling av ansvaret. Når det gjelder alle eiendommene til Trondos så er det kun City Lade og City Syd som har egen driftsorganisasjon, på de andre er det kun rammeavtaler.

For å forvalte og drifte byggene, og at forvaltningen skal være effektiv, både kvalitetsmessig og kostnadsmessig, er det særs viktig at det er klar definering av roller, ansvarsområder og fullmakter på hva som skal utføres. I tillegg skal det foreligge en avtalt kostnadsramme som hvert enkelt firma kan benytte, og at det skal varsles å foreligge skriftlig aksept fra Trondos, hvis den avtalte rammen overskrides. Godkjenning skal foreligge før arbeidene oppstartes.



## 5 Forskningsmetode

I følge Larsen (2007) er det nødvendig å ha kjennskap til ulike metoder for å framskaffe data og sikre gyldigheten av dem. Liten eller dårlig metodekunnskap kan føre til at både kvantitative og kvalitative undersøkelser kan få dårlig kvalitet, og dermed bli ubrukelig i forskningsoppgaven. Forskningsoppgaven har som oppgave å kvalitetssikre data og framskaffe ny kunnskap på området, eller bekrefte eksisterende kunnskap. Metodene hjelper oss til å innhente korrekt informasjon om det vi forsker på, samt å trygge oss på at den informasjonen vi innhenter er mest mulig korrekt. Det er en del faser vi må igjennom i en forskningsprosess og innsamling av korrekte data er svært viktig. Uten dokumenterbare data via metodene vil behandlingen av data og analysen av disse gi et svært dårlig resultat.

### 5.1 Brukte metoder i oppgaven

Metodene vi bruker kalles en samfunnsvitenskapelig metode og er felles for flere fagdisipliner i følge Larsen(2007)

Metodene skal synliggjøre hvordan informasjonen er framkommet, og om informasjonen er nyttig for mine forskningsspørsmål. I hovedsak er informasjonen kommet via kvantitative målinger med tekniske instrumenter. I tillegg er det foretatt kvalitative undersøkelser og intervjuer med personer innenfor eiendomsforvaltning og drift av eiendom.

### 5.2 Kvalitative og kvantitative metoder

Det kan benyttes to hovedtyper av metoder i denne forskningsoppgaven og det er vanlig å skille mellom de to metodene som er nevnt ovenfor. Det er viktig å sette seg inn i hva som skiller de to metodene fra hverandre. Jeg må bestemme meg for hva jeg vil med undersøkelsene. For min del er jeg i første omgang ut etter å undersøke om City Lade sender overskuddsenergi over tak eller ikke, og eventuelt hvor mye. For å få til dette er jeg i første runde nødt til å undersøke, og å forstå hvordan energibruken er på bygget, hva benyttes den til og hva skjer med den gjennom bruken. Det vil være naturlig å foreta en kvalitativ undersøkelse blant både konsulenter (som var med på byggingen i 2004) og driftspersonell som har driftet bygget etterpå. Etter dette vil det være naturlig å beregne eventuell overskuddsenergi som gjenvinnes og hva som ikke gjenvinnes. Oppgaven blir således en blanding mellom begge metodene.

Vi får forskjellige data fra de forskjellige metodene.

Kvalitative data består av intervjuer med personer som har vært med og som er med i driftsperioden. Dette kalles gjerne *myk data*(ikke tallfestede data) dette tilsier at vi må bruke korrekt metode for å samle inn slik data, gjerne intervjuer.

Kvantitative data framkommer via tekniske målinger av vegger, tak, teknisk utstyr, avlesning av data via pc(EOS tall), strømninger via rør, etc. Disse dataene kan kvantifiseres og verifiseres(hard data).

### 5.3 Fordeler og ulemper ved disse metodene

Det er viktig å vite hva som er de viktigste forskjellene på disse 2 metodene. Det er nevnt noe om dette fra Larsen(2007) der er det henvist til Halvorsen 2002, Johannesen og Tufte, 2002, Hellevik 2002.

Kvantitative data kan generaliseres og det vil si at de data jeg kan dokumentere ved kjøpesenteret City Lade, vil ha samme betydning for andre kjøpesenter, bygd i samme tidsrom.

### 5.4 Fordeler og ulemper ved kvalitative data

#### Fordeler

- Forskeren møter personene i en gruppesamtale eller et dybdeintervju
  - Kan stille tilleggsspørsmål å gå i dybden på spørsmålet
  - Flere tilleggsspørsmål kan gi en ekstra utdypning av svaret
  - Kan sikre god validitet på svarene
  - Kontakt direkte kan gjøre det enklere å tolke svarene
- De overnevnte fordeler gir en svært god mulighet til å komme med tilleggsspørsmål og dermed kunne gå mer i dybden av hvert enkelt spørsmål, å sikre en bedre validitet på det som blir sagt.

#### Ulemper

- Vanskelig å generalisere
- Tidkrevende å behandle dataene
- Snakker usant i intervjuer
- Måten forskeren intervjuer på, kan ha påvirkning på svaret (ledende spørsmål)

Det er vanskelig å bruke dataene til noe på grunn av de nevnte ulemper. Sammenligning fra flere intervjuobjekter blir vanskelig å sammenligne og få noe entydige og sikre svar.

### 5.5 Fordeler og ulemper ved kvantitative data

#### Fordeler

- Dette er målbare data som kan brukes, men det er viktig at det er liten feilprosent på teknisk utstyr
- Gjennomføres målingene godt gir denne måten "hard data" som en kan stole på

- Kvantitative data vil ofte være like uansett hvilket kjøpesenter en velger, forutsetningen er selvsagt at det finnes en stor dagligvarebutikk, lik en Obs!(over 7 000 m<sup>2</sup>), for at overskuddsenergien blir like stor.

### **Ulemper**

- Feil på teknisk måleutstyr vil ha avgjørende betydning på sikkerheten på målingene.
- Hvis få velger å svare i intervjuene eller at jeg bruker kun en teknisk måler, vil jeg ha stor usikkerhet i mine vurderinger eller målinger

I mine målinger bør jeg bruke flere målere og sammenligne disse mot hverandre. I tillegg er det en fordel å måle over et lengre tidspunkt, gjerne flere måneder, for å sikre at dataene er trygge.

### **5.6 Litteratursøk**

Litteratursøk handler om hvilken litteratur som er tilgjengelig innenfor mine forskningsområder eller er i nærheten av det jeg skal forske på. Jeg skal finne tak i artikler, bøker, avhandlinger som omhandler de tema jeg skal belyse.

Jeg må foreta søk via forskjellige databaser / søkemedier. Det være seg bibliotek, internett, publikasjoner, etc.

Dette har jeg gjort via BIBSYS, Google Scholar, Google(navn, emner, løsinger etc). Finner lite informasjon om energireduksjoner og energimerking).

Litteratursøket vil hjelpe meg til å skaffe meg opplysninger om hvilken annen forskning som er utført innenfor tilsvarende eller samme tema som det jeg har valgt. Det er viktig å være kritisk på det man finner, kontrollere gyldigheten av disse funnene og om de faktisk omhandler det du trenger å vite. Det en velger å benytte, eller støtte seg til av opplysninger, må kontrolleres opp i mot hvor korrekt den er og om den er relevant nok, til at den er nyttig for meg og mine oppgaver.

### **5.7 Dokumentanalyse**

For å kunne forstå bedre og dermed være trygg på at det jeg finner eller blir fortalt, er korrekt, har jeg brukt mye tid på å sette meg inn i de tekniske funksjonene hvor overskuddsenergien kommer i fra (om hvordan tørrkjølere og gasskjølerkretsene fungerer). Hvordan energien oppstår og på hvilken måte vi kan "fange" energien, for å bruke den på nytt. Jeg har her nevnt hvordan overskuddsenergien pr i dag behandles og eventuelt utnyttes eller ikke, på side 45 er dataene for hvor mye overskuddenergi Trondos kaster av over tak pr år på City Lade

Beskrivelsene for de tekniske anleggene og hvordan de fungerer, har jeg brukt til å diskutere med teknikere om hvordan energien forvandles og når og hvordan den kan "fanges" og brukes på nytt.

Dokumentanalysen er benyttet i både interne og eksterne gjennomganger og diskusjoner, til finne ut hva som skjer med energien og om hvordan jeg kan finne faktagrunnlaget for hvor mye energi som er disponibel til ethvert tidspunkt.

Dokumentanalysen vil være helt sentralt i min forskning, slik at jeg kan, så nære som mulig, fastslå hvor mye energi som ikke benyttes på nytt.

Det kan være store usikkerheter i forbindelse med å fastslå hvor mye energi som ikke benyttes videre og i denne rapporten har jeg valgt å arbeide videre med minimums tall på tilgjengelig overskuddsenergi. Jeg har kun benyttet data fra City Lade i denne oppgaven, men har samtidig brukt mye tid til å kvalitetssikre alle data og føler meg dermed trygg på at minimumstallene er "trygge" nok.

## 5.8 Validitet og reliabilitet på målinger og dokumentasjon

### Validitet

Validitas = Styrke

Validitet betyr gyldighet; i hvilken grad man ut fra resultatene av et forsøk eller målinger kan trekke gyldige beslutninger. Det er tolkningene av dataene som valideres, ikke selve måle metodene. En konklusjon er sann dersom den er basert på sanne premisser.

En sikker måte å få dårlig validitet er å intervju personer om saker de ikke har greie på.

Innen for de empiriske vitenskaper stilles det krav om at målinger og datainnhenting foretas med nøyaktighet.

### Validitet på målinger på City Lade

På City Lade er målingene gjennomført av profesjonelle firma, som har dette som fagområdet. I tillegg er det vurdert en reduksjonsfaktor på disse målingene, for å kunne ha en sikkerhet for at beregningene er gyldige på energimålingene. Dette vil gi en god sikkerhet på at de tall på bergning av overskuddsenergi ikke er urealistiske, men at de er innenfor en god sikkerhetssone (gyldige) og at det er stor sannsynlighet for at overskuddsenergien er høyere enn bergningene viser.

## **Reliabilitet**

Reliabilitet = pålitelighet= målsikkerhet

Reliabilitet dreier seg om dataenes pålitelighet. Målingene kan foretas av andre og resultat blir likt hver gang.

### **Pålitelighet på målinger**

Målingene er gjennomført over et tidsrom på ca 1 måned som gir meg et godt grunnlag for å tallfeste overskuddsenergien. I tillegg påvirkes ikke denne overskuddsenergien av ute - temperaturen, men kun av tidsintervallene som ovnene står på. Disse intervallene er like gjennom hele året. Jeg har ikke tatt med at når det er tilleggsproduksjon(jul, konfirmasjoner – større pågang på varer), er det stor sannsynlighet for at det er øket produksjonstid på ovnene. Dette er igjen en sikkerhet for at jeg ikke overdriver produksjonstidsrommet for overskuddsenergien.

## **5.9 Intervjuer som er gjennomført**

Intervjuene er gjennomført i Midt – Norge som personlige intervjuer, dog med deltakere på telefon og videokonferanse. Alle som ble forespurt har stilt opp og gitt naturlige og klare svar på mine spørsmål. I tillegg er det kommet opp en del diskusjoner og tema som ikke direkte var tatt med i mitt skjema. Dette har vært svært positivt i forhold til det å kunne vurdere noenlunde eksakt hvordan informantene ser på begge forskningsspørsmålene og hvordan de for egen del ser på, gjennomfører og løser de temaene som er tatt opp. Hos selskapene som er intervjuet er det imponerende hvor mye kunnskap det finns i de forskjellige grupperingene. Når det gjelder de som er mest ut i felten og passer på(kontrollerer) hvordan byggene driftes med hensyn på energibruk, energigjenvinning og lønnsomheten i det å ha et godt energimerke, både hva det betyr for energikostnadene og leietakere/kunder, er kunnskapen forskjellig. Noen er godt skolert, mens andre er kun driftere som ikke ser på hva som kan forbedres og hvilke tiltak som er lønnsom eller ikke.

Intervjumalen er lagt med som vedlegg nr 2

## **5.10 Intervjuobjektene**

For å få en god fordeling blant intervjuobjektene ble spørsmålene rettet til følgende grupper

- Konsulenter
- Driftspersonell av forskjellige grupper
- Brukere og eiendomsbesittere
- Mulige kjøpere av energi

### **Konsulenter**

Disse intervjuene var greie å gjennomføre og svarene var gjennomtenkte. De kunne se for seg nytteverdi i begge forskningsspørsmålene, men direkte svar hadde de ikke når det gjelder kalkyler osv, men erfaringen tilsier at begge spørsmålene vil få positive utfall, men at det var avhengig av gjennomføringsvalg på spørsmål 1 og om det var mulig å få konsesjon for salg av energi på spørsmål 2, og om det finnes kjøpere til energien. Når det gjaldt spørsmål om salg av energi, var en av konsulentene ivrig til å komme med forslag og ville gjerne ha informasjon om mine forslag til mulige løsninger. I tillegg hadde den ene konsulentene gjennomført et prosjekt i Trondheim sentrum der overskuddsenergi ble videresolgt til et nabobygg (hotell) i Dronningens gate i Trondheim

### **Driftsingeniører og teknikere**

Svarene og kunnskapen var svært forskjellig og resultatet etter intervjuene kan oppsummeres på ulike måter.

#### **Driftsingeniøren**

- De hadde tatt i bruk overvåkningssystemer for energibruken og kontrollerte denne jevnlig.
- Holdt seg oppdatert på energikostnadene
- Kom med forslag på løsninger i forbindelse med salg av overskuddsenergi
- Kjente til den målte energibruken pr m<sup>2</sup> bygg
- Hadde avvikskurve med alarm på en del av byggene

#### **Driftsteknikere**

- Mest opptatt av den daglige driften i bygget
- Ikke kunnskap eller interesse, verken for hvilket merke bygget har, eller kunne forbedre seg til
- Viste ikke stor interesse for å følge med i energibruken, selv om de ønsket den skulle vært lavere
- "Ad hock" løsning på energisparing. Eks. Slår av ventilasjonsanleggene til noen kommenterte det, for så å sette de på igjen.
- Kjente ikke til den målte energibruken pr m<sup>2</sup>
- Viste interesse, men ytret skepsis til å bruke konsulenter til å bidra med forslag

## **Brukere og eiendomsbesittere**

Resultatene her var vidt forskjellige i forhold til det jeg trodde på forhånd. Dette gjaldt spesielt energimerket. Jeg trodde at dette hadde stor betydning for begge parter, men det viste seg ikke å stemme.

### Brukere – Leietakere om energimerket og antatt forbruk

- På City Lade er det ingen av leietakerne som har spurt om energimerket og energikostnader på bygget / Leieobjektet
- Det samme på City Syd
- Svært få spørsmål om energimerket og antatt forbruk hos de fleste av leietakerne

### Eiendomsbesittere – Eiere - utbyggere

Energimerket

- Opptatt av at byggene blir energimerket
- Dog ikke a jour ennå
- Ingen hadde vurdert å forbedre energimerket på eksisterende bygg
- Ved prosjektering av nybygg vil dette vurderes.
- Passivhus hadde liten interesse blant utbyggere

Verdi av overskuddsenergi – salg

- Kun 1 aktør hadde vurdert muligheter for fordeling / salg av overskuddsenergi
- Hadde gitt opp å få det til
- 2 av 3 aktører vurderer energilagring for senere gjenbruk – ikke for salg

## **Mulig kjøpere av energi**

Har gjennomført et intervju i forbindelse med kjøp av energi, interessen var til stede, men veldig forsiktige i uttalelsene sine. Forutsetningen var at det var rimeligere å kjøpe energi fra City Lade enn fra andre leverandører. Energien var tenkt brukt til forvarming av tappevann.

## 5.11 Casestudier

Jeg skal fordype meg i alle tekniske anlegg, både ventilasjonsanleggene, Kjøle – og fryseanleggene og selve konstruksjonen av bygget. De tekniske anleggene vil kunne gi meg opplysninger om hvordan energien gjenbrukes om det er noe energi til gode, som kastes av over tak.

Et slikt studium er en observasjon på hvordan bygget fungerer i dag og hva som skjer med energien som tilføres bygget.

Det at jeg kun velger en case, gir meg muligheten til å foreta et "dypdykk" på City Lade og alt det tekniske som skjer i et slikt bygg. Dette bør gi meg en trygghet på at de opplysninger jeg framskaffer er av god kvalitet. Et slikt dypdykk vil gi meg opplysninger som vil kunne gi meg noen svar på begge forskningsspørsmålene. Disse opplysningene vil bli supplert med svarene fra intervjuobjektene og gjennom dokumentanalysene på de tekniske anleggene.

Troye og Grønhaug (1993) har beskrevet/definert hva et Case studie er.



## 6 Undersøkelser og forskningsresultater

Det er svært viktig å undersøke og prøve å stadfeste dagens situasjon på energibruken på City Lade. Dette for å avklare hva som kan være problemene og hva som eventuelt forårsaker unødvendig forbruk av energi. Denne avklaring vil gi muligheter for endringer i energibruken slik at det totale forbruket går ned. For å endre energimerket på City Lade til B er det spesielle krav på bestemte områder eller måter dette kan gjennomføres på.

### 6.1 Følgende undersøkelse er utført

Undersøkelsene vil være som følger:

- Hvor mye energi sender Goman bakeriet direkte ut i fri luft fra bakerovnene?
- Hvor mye energi kaster tørrkjølerne fra kjøle- og fryseanleggene av over tak hvert år?
- Hvor mye energi kan spares ved å benytte CO<sub>2</sub> styrte ventilasjonsvifter og hvordan kan dette løses?
- Kost /nytte av en forbedring av energimerke fra C til B?
- Finnes det noen kjøpere til overskuddenergien?
- Kan overskuddenergi benyttes andre steder i kjøpesenteret eller i et annet bygg?
- Kan Sirkulasjonsledningen for radiatorvarme ettervarmes av overskuddsenergi før fjernvarmeveksler slår inn? Dette vil gi City Lade muligheten for å stenge av fjernvarmesirkulasjonen på sommers tid.
- Hva skjer om vi installerer en varmepumpe? Både på energibruken og på energimerket?

### **Kriterier for valg av intervjuobjekter**

Jeg har valgt ut mine intervjuobjekter av 4 grunner.

1. For å oppnå størst mulig kunnskap innenfor det feltet jeg skriver oppgaven om, og i tillegg få fokusert på mulige løsninger, for å oppnå mine mål.
2. Høste erfaring på hvor mye andre har oppnådd. Få viten om deres erfaringer på energiovervåkning og oppfølging, samt feilkilder og hvilke valg som bør vurderes.
3. Skaffe meg kunnskap om varmepumper, virkningsgrad på gjenvinnere og hvordan det tekniske utstyret fungerer i et komplisert forretningsbygg. Hvordan foregår energifangst/gjenvinning og hvordan kan overskuddsenergien brukes(verdi og mengde).
4. Hvordan har andre store eiendomsbesittere foretatt vurderingene om energimerket, energireduksjoner, videresalg, osv?

Neste skritt på veien var å undersøke om hvem som kunne hjelpe meg til å få svar på mine spørsmål og om de hadde tid. I tillegg kunne de gi meg forslag til andre som kunne bidra i prosjektet.

### **Hvem skal jeg intervju og hvorfor er disse valgt?**

Valgene startet med å vurdere om jeg kjente noen som kunne hjelpe meg videre. Hva manglet jeg kunnskap om, var også en vurdering jeg måtte avklare.

1. Jeg hadde behov for å sammenligne Trondos sin tekniske drift mot andre firma og sammenligne Trondos med andre eiendomsbesittere. Intervjuobjektene er valgt ut i forhold til det jeg hadde behov for å finne ut av. Jeg valgte ut 2 store eiendomsbesittere i Norge som jeg kunne intervju og tok kontakt med disse, fikk positive svar fra begge.
2. Jeg manglet kunnskap(kunnskapshunger) på området og tok kontakt med 2 konsulentfirmaer i Trondheim(landsdekkende), fikk positiv svar fra begge.
3. Et av de områdene jeg skulle undersøke var nytten av en varmepumpe. Manglet kunnskap og informasjon om bruk og resultater i forbindelse med varmepumper. Tok kontakt med et konsulentfirma og en bruker, og fikk positivt svar fra begge.
4. Finnes det muligheter for salg av overskuddsenergi, lov til å selge energi og finnes det kjøpere til overskuddsenergien. På dette punktet var det vanskeligere å finne intervjuobjekter og jeg valgte å ta spørsmålet til alle deltakerne.

### **Gjennomføring av intervjuene:**

Jeg har foretatt intervjuene personlig og har bedt om en gjennomgang på ca 2 timer. Alle forespurte kandidatene har takket ja til intervjuene og stilt opp. I noen av intervjuene ble også andre intervjupersoner koblet på via telefon, slik at rette person utfylte intervjuobjektet i Trondheim.

Intervjupersonene fikk informasjon på forhånd om at svarene på intervju spørsmålene fra hver enkelt ikke ville bli lagt med oppgaven, dette for å sikre anonymitet i forholdt til det firmaet de arbeider i. Det ble derfor laget bolker på hvert fagområde med felles svar på spørsmålene.

På forhånd hadde jeg laget et skjema som inneholdt 16 spørsmål om energi, energiledelse, energiplaner, etc.. Tittelen på intervju skjemaet var. Energiutnyttelse, med undertittel: planlegging, reduksjoner, gjenvinning og kost / nytte vurderinger. Energimerkets betydning ble i tillegg diskutert. Intervju spørsmålene var utformet på en slik måte at de skulle gi bistand til svar på mine forskningsspørsmål. I henhold til hva Larsen(2007) skriver sin bok, finnes det flere måter å gjennomføre intervjuer på. Jeg har som nevnt tidligere, brukt åpne spørsmål, men samtidig bedt om tilleggskommentarer og foretatt tilleggsspørsmål som har utfylt svarene, og i

tillegg ledet til nye spørsmål, som jeg ikke direkte hadde tenkt på. Disse tilleggsspørsmålene som kom til etter hvert, har gitt meg muligheten til å vurdere andre punkter i tiltakslisten. i punkt 7.2.2 i masteroppgaven. Spørsmålene i intervjukjemaet har vært direkte og konkrete og den har ikke inneholdt noen muligheter for gradering av svarene, men krevd konkrete svar. Larsen (2007) har nevnt muligheten for å bruke gradering av svarene, jeg har valgt å unngå dette. Intervjukjemaet ble sendt ut på forhånd til de som ønsket det, for de andre foretok vi en gjennomgang i starten på møtet på intervju spørsmålene. Denne gjennomgangen i starten på intervjuet forårsaket på et av intervjuene, at vi koblet på en annen person, via telefon, som svarte på noen av spørsmålene. Jeg noterte direkte inn i skjemaet under intervjuet når det gjaldt direkte svar på spørsmålene. I tillegg ble det diskutert rundt en del oppfølgingsspørsmål, både fra meg og fra intervjuobjektene. Etter at intervjuene var avsluttet ble det forespurt om intervjuobjektene ønsket en kopi av et renskrevet intervjunotat. Noen ønsket dette, andre ikke. Jeg har sammenstilt svarene fra intervjuene i et felles skjema for sammenligning og evaluering av intervjuene og kvaliteten på svarene. Svarene på det felles skjemaet er benyttet i oppgaven på forskjellig vis.

### **Validitet og reliabilitet**

Jeg har som nevnt tidligere valgte å intervju personer i firmaer som enten driver med eiendomsforvaltning eller konsulentvirksomhet innenfor fagområdene som mine forskningsspørsmål handler om. En del av firmaene har valgt å stille med personer både innenfor administrasjonen og personer som drifter byggene. Dette har vært en fordel for meg og har gitt en bedre bistand til korrekthet på svarene til mitt intervjukjema. Antall firma jeg har intervjuet er 6 stykker og det er et relativt lite antall, men de eier og drifter et stort antall bygg.. Svarene vil nok inneha stor grad av korrekthet, men det vil bli vanskelig å generalisere med så få intervjuobjekter. Svarene som jeg har fått peker i en retning som vil være sannsynlig innenfor bransjen, både Trondos og andre eiendomsselskaper driver innenfor. Hvor stor validitet det er på svarene er vanskelig å si, men retningen er tydelig.

Intervjuobjektene eier eller drifter et stort antall bygg i Midt-Norge og de fordeler seg slik.

<b>Aktører</b>	<b>Omsetning der den er kjent</b>	<b>Areal(kvm)</b>
Statsbygg Region Midt - Norge	377 427 000	348 756
KLP Eiendom Trondheim	188 362 167	200 269
OBOS Trondheim driftes av Basale		250 000
Trondos		125 000
Amfi Midt-Norge/City Syd		290 000
Basale drifter/forvalter		2 300 000
Sum		3 514 025

Tabell nr 1

Jeg er av den oppfatning om at dette er nok for meg i forbindelse med videre vurdering av mine undersøkelser og avgitte konklusjoner.

## 6.2 Resultater fra intervjuene

Intervjuene er gjennomført og svarene er sortert og vurdert. Har gjennomført 10 Intervjuer. Det var en positiv overraskelse at alle som ble kontaktet, stilt opp til intervjuene og hadde både avsatt god tid og i tillegg hadde sikret seg tilgang til både ledelsen, ledere på høyt administrativt nivå, samt driftsingeniører og drifts teknikere.

Ansvarsmatrise var ikke satt opp hos noen av firmaene, men det var tydelig at de personene som viste interesse for å redusere energiforbruket i byggene ofte var driftspersonell og innkjøpere av varer, tekniske utstyr og energi, var med i gruppene.

- Hvem har ansvaret for å kontrollere energiregningen
- Hvem har ansvaret for å overvåke energibruken
- Hvilket mål har firmaet.
- Vurdere hvilke tiltak som skal settes i verk
- Langtidsplan
- Lønnsomhet ved å endre energimerket og beregne inntjeningstiden

Det som gjenspeiler seg i svarene er at det så langt ikke er satt fokus, verken på forbedring av energimerket, dokumentering av overskuddsenergi, eller muligheter for salg. Det følges ikke opp med lønnsomhetsvurderinger eller annen vurdering om nytteverdien, verken om forskningsspørsmål 1 eller 2. Dog settes det fokus på at energi nå er kostbart og at det er viktig og nyttig å redusere energiforbruket i byggene. Det er få som har satt seg egne konkrete mål og undersøkt hvilke alternative muligheter som finnes for energireduksjoner. Konsulentbransjen og utførende innenfor energi og energireduksjon kontakter potensielle byggeiere og ønsker å bistå med energireduksjoner, gjerne med honorar som er i forhold til en fastpris og med et % tilleggshonorar hvis de klarer bedre enn lovet mål.

Min egen opplevelse i denne saken er å bli garantert en reduksjon i energibruken ved hjelp av varmepumpe uten at forslagsstillere har satt opp en investeringssum og beregnet en inntjeningstid for investeringen. Men de kunne garantere at det gikk bra.

### **Konklusjon på intervjuene**

Ut i fra det som er kommet fram i intervjuene, ser det ut til at det er en relativt lang vei fram til at målene nåes eller til målene settes. Det ser ut til å mangle planer både for planleggingsfasen og gjennomføringsfasene. Dette vil jeg komme tilbake til senere.

Rollefordeling om hvem som har ansvaret for mulighetsstudiene, planlegging av gjennomføringene, sette målene for hva en ønsker, å vurdere verdien av et bedre energimerke,

Mangler hos de fleste firmaene. Det virker som om dette ikke er et tema ennå, men de tekniske mediene (fagblader, Dagens Næringsliv etc) har artikler om dette ukentlig.

Det mangler i tillegg å vurdere eller fastsette om byggene har overskuddsenergi eller ikke. Med overskuddsenergi mener jeg energi som "kastes" av via tørrkjølere, manglende varmegjenvinning, feil type eller manglende varmevekslere. Det finnes lite planlagte nedskrevne rutiner for kontroll og gjennomgang på disse områdene/punktene.

### 6.3 Forsknings spørsmål 1: Er det mulig å oppnå energiklasse B på City Lade

#### Dokumentasjon as it

Jeg starter oppgaven med å fastsette hvor mye energi som brukes på City Lade i dag. Ut ifra dette vil det være muligheter for å prøve å finne angrepspunkter som kan redusere energibruken, slik at energimerket endres.

#### Energibruk de siste 5 år på City Lade, fra 2005 - 2010

Målnr.	Energibruk på City Lade 2005 - 2010						Totalt	Type
	2005	2006	2007	2008	2009	2010		
265943880	207 401	71 865	45 927	42 206	37 928	38 710	444 037	EL
389108222	2 750 730	2 797 510	2 824 780	3 266 070	4 081 510	4 359 956	20 080 556	F - Varme
229004198	1 339 799	1 355 747	1 329 511	1 451 772	1 506 273	139 2840	8 375 942	EL
229004219	4 337 432	4 359 084	4 346 614	4 250 995	4 289 189	4 304 070	25 887 384	EL
Leietakerne						938 159	938 159	EL
Goman						3 250 080	3 250 080	El og F
<b>Sum fra 2005 - 2010</b>							<b>58 976 158</b>	

Tabell nr 2

#### Energimerket på City Lade

Energimerkingen er foretatt av Rambøll AS i Trondheim 2011. Kopi av merket er en del av vedlegg 3.

Eiendomsnr	Bygning	Merke	Areal Butikk	Areal Lager	Butikk/Lager
695	Obs! City Lade	C	7933	1503	5,3
697	Obs! Bygg	D	5940,7	832,8	7,1
698	Obs! City Syd	C	6786	1404	4,8

### **Kravene til energimerket A - B - C**

Energibruk i bygg er fastsatt av NVE for å fastsette energimerket. City Lade har følgende bygningskategori: Forretningsbygg

Kravene er som følger på levert energi.

Merke A: Lavere enn 129 kWh/m<sup>2</sup>

Merke B Lavere enn 194 kWh/m<sup>2</sup>

Merke C Lavere enn 258 kWh/m<sup>2</sup>

City Lade har pr i dag i henhold til energimerkingen 209 kWh/m<sup>2</sup>. City Lade er ikke svært langt fra energimerke B, kun 15kwh/ m<sup>2</sup>

Energiforbruket er i er henhold til Simien beregningene satt til et forbruk på 7 678 696 kWh for de punktene som har med energimerket å gjøre. Resten av energibruken er forbruk til lys, tekniske maskiner for butikkene, etc

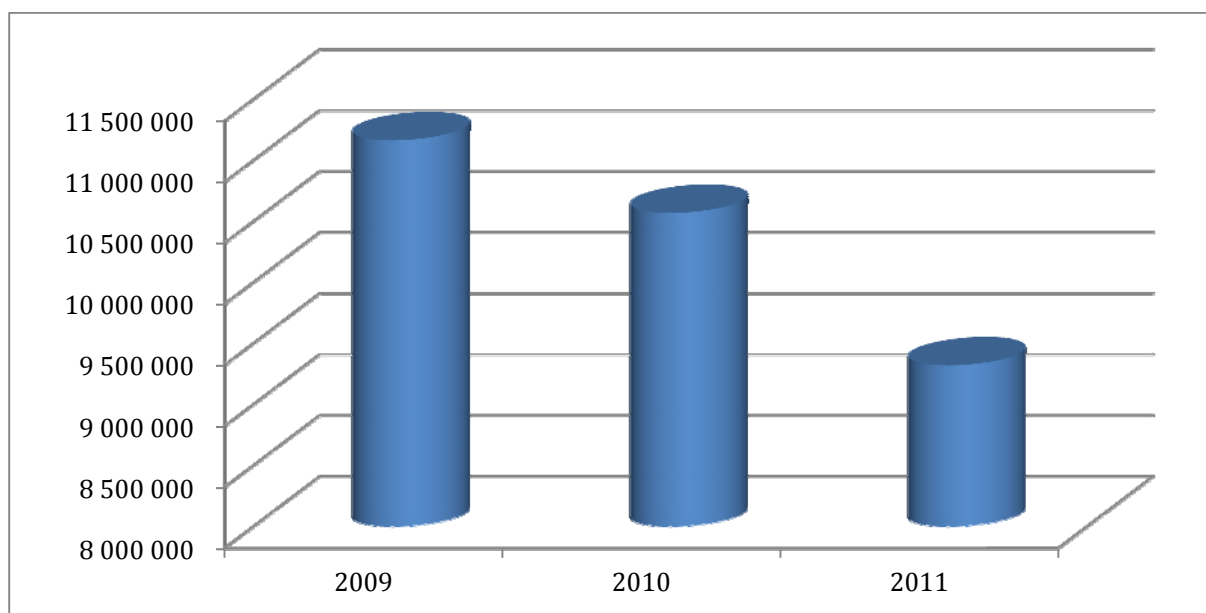
Det er i tillegg ikke hensyntatt for varmegjenvinningssystemene, varmeoverskudd fra Kjøle – og frysanleggene som veksler mot ventilasjonsanleggene. Energioverføring fra kjøle – og fryseanleggene er beregnet til ca: 2 000 000 kWh.

Forbruket er oppgitt i kWh og er hentet i fra energileverandøren til City Lade. Fram til desember 2011 var det Trondheim Energi. Det ble skiftet over til Fjordkraft AS fra 01.01.2012.

Kilde	Enova	Temperaturer fra Voll målestasjon i Trondheim		
Årstall	Norm 71 -00	2009	2010	2011
Graddager	4 337	4 026	4 856	3 737
El måler 1		4 289 220,00	4 304 010,00	4 277 229,00
El måler 2		1 506 273,00	1 392 840,00	1 360 105,00
El måler 3		37 928,00	38 810,00	36 422,00
Samleforbruk leietakere		932 698,00	938 159,00	956 178,00
Graddagskorrigert Fjernvarmeforbruk		4 396 798,00	3 893 922,00	2 688 337,00
Fjernvarme		4 081 510,00	4 359 900,00	2 316 420,00
Totalforbruk		10 847 629,00	11 033 719,00	8 946 354,00
<b>Graddagskorrigert totalforbruk</b>		<b>11 162 917,00</b>	<b>10 567 741,00</b>	<b>9 318 271,00</b>

## Totalforbruk energi for Trondos på City Lade i tidsrommet 2009 – 2011

Tallene som er benyttet her er hentet fra kolonnen med Graddags korrigert totalforbruk

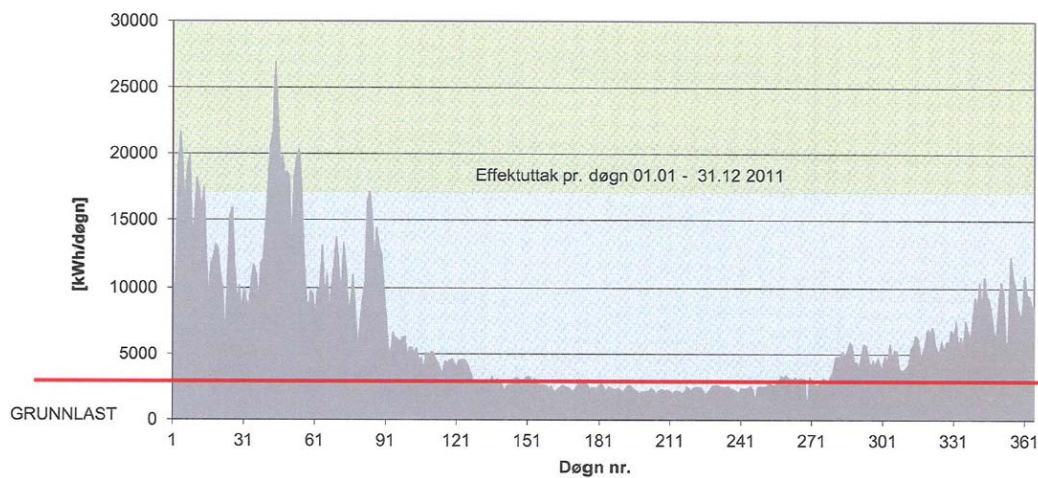


**Tabell nr 3**

### Fjernvarmeforbruk

Som hovedoppvarmingskilde brukes fjernvarme og City Lade har pr i dag et jevnt bunnpådrag hele året. Dette forbruket bør kontrolleres nøye i forskningsdelen. Det vil være svært nyttig å se på om hvorfor vi har et stort grunnpådrag på sommers tid. I dagene 130 – 280 = 150 dager har vi en grunnlast på 2500 kWh/ døgn på fjernvarmen. Dette er i en periode da City Lade "kaster" av store mengder energi over tak via tørrkjølerene. Grunnlasten skyldes at det benyttes fjernvarme til en del beredere. I tillegg har jeg funnet feil både på gatevarmen, noe som forårsaker at det brukes fjernvarme i stedet for overskuddsvarme fra kjøll – og frysanleggene.

## Kurven på årsforbruket på City Lade fjernvarme ser slik ut for 2011



Tabell nr 4

### **Intervjuer som tilhører forskningsspørsmål nr 1**

Noen spørsmål omhandler begge forskningsspørsmålene og er tatt med på begge stedene.

- |                 |                                |
|-----------------|--------------------------------|
| Spørsmål nr 1:  | Energiplan – Strategiplan      |
| Spørsmål nr 2:  | Energimerket                   |
| Spørsmål nr 3:  | Bruk av energi                 |
| Spørsmål nr 4:  | Varme – og energigjenvinning   |
| Spørsmål nr 8:  | Varmepumpe/kjølemaskin(isvann) |
| Spørsmål nr 10: | Miljø og samfunnsansvar        |
| Spørsmål nr 14: | Andre Miljøtiltak              |

### **Delresultat – oppsummering**

En kort oppsummering på de spørsmålene som hører til forskningsspørsmål 1. Alle intervjuobjektene var i gang med energimerking av byggene.

Når det gjelder 1 og 2 var det kun et fåtall som hadde en energiplan og strategiplan på disse områdene. De fleste arbeidet raskt med merkingen, men noen tok seg bedre tid og hadde som mål å komme à jour i løpet av 2013.

Ingen trodde at bedring av energimerket ville påvirke leieinntektene i positiv retning. Det viktigste var å få merket og være ferdig med det. Det samme ser jeg i Trondos, når merket er mottatt er de ferdig med det.



Når det gjelder spørsmål 3 er de fleste opptatt med å få redusert bruken av energi.

Spørsmål nr 4. Her ga de fleste inntrykk av å ha energigjennvinnere på de nyeste ventilasjonsanleggene, men ingen hadde tenkt på å forbedre eller skifte ut eksisterende gjennvinnere.

Spørsmålene 8, 10 og 14. På disse spørsmålene har City Syd V/ Storebrand iverksatt punkt nr 8 for noen år siden og sett at dette reduserer energikostnadene mye. Ut over det var det lite som var tenkt på om spørsmål nr 10 og 14.

<b>Forskningsspørsmål</b>	<b>% utført hos intervjuobjektene</b>
1 Energiplan-Strategiplan	33 %
2 Energimerket	100 %
3 Bruk av energi	100 %
4 Varme- og energigjenvinning (nye anlegg)	100 %
4 Varme- og energigjenvinning gamle (anlegg)	0 %
8 Varmepumpe/kjølemaskin isvann	15%
10 Miljø- og samfunnsansvar	15 %
14 Andre miljøtiltak	15 %

#### **6.4 Forskningsspørsmål 2: Har overskuddsenergien fra kjøle- og fryseanleggene noen verdi?**

##### **Dokumentasjon as it**

For å få frem dagens status på hvor mye energi City Lade kaster av over tak, er det foretatt både kontrollmålinger og tekniske beregninger i perioden 01.01.2012 – 30.04.2012. I tillegg ble det foretatt målinger høsten 2011 i tidligfasen på prosjektet mitt. Denne måling ble foretatt ved å kontrollere om kjøleviftene gikk, samtidig som fjernvarme ble benyttet. Det viste seg at selv på kalde dager gikk kjøleviftene, og dette ga indiser på at varmegjenvinningen ikke fungerte optimalt og at det var overskuddsenergi. I den andre målingen ble det kontrollert mer nøyaktig om kjøleviftene gikk eller ikke, spesielt på kalde dager. Måleutstyr ble montert i desember 2011, med oppstart av loggføring 01.01.2012

##### **Gjenvinning av energi fra kjøle- og fryseanlegget på City Lade i dagens situasjon.**

Overskuddsenergien fra kjøle- og fryseanleggene framkommer av å hente ut energien forårsaket av trykkøkningen på kondensatorvæsken (kompressorene forårsaker denne trykkøkningen). Kondensatorvæsken har etter denne trykkøkningen en temperatur på ca 36 grader. For at systemet skal fungere må returtemperaturen være mellom 26 – 30 grader. Vi har 3 kjøle- og

frysesystemer på City Lade i dag. 2 av disse anleggene går med subkritisk trykk og er installert i 2004 (trykket i rørnett er lavere enn 25 bar og er en blanding av gass og væske CO<sub>2</sub>). Det går gass fram til fryseanleggene, vann eller kjølevæske fram til kjølemøblene. Anlegg nr 3 er installert i januar 2012 og går med transkritisk trykk når det er behov for mye kjøling (trykket i rørsystemet er 80 bar og er i gassform). Det er CO<sub>2</sub> i det tekniske rørsystemet til diskene og frontkjølerne(møblene) i butikken.

Den varme kondensatorvæsken går via varmevekslere i to ventilasjonsanlegg før den returnerer til kjøle- og fryskompressorene. Hvis væsken blir kaldere enn 28°C går den via en "by pass" ledning direkte til kompressorene. I en slik situasjon benyttes det fjernvarme til oppvarming av ventilasjonsluften. Se vedlegg nr 4 "Systemskisse energigjenvinning fra tørrkjølerkretsene". Hvis det er energi igjen går den til Luftport ved hovedinngang osv. Tegningen er påmerket punkter hvor endringer skjer. Hvis temperaturen etter dagens varmegjenvinning fortsatt er over 28°C, går væsken via en tørrkjøler som senker temperaturen ytterligere, ned til ca 26 – 27°C og som er korrekt returtemperatur på væsken.

Se vedlegg nr 4 "Systemskisse energigjenvinning fra tørrkjølerkretsene".

### **Kaster City Lade av energi over taket?**

Jeg forespurte driftssjefen på City Lade om han mente det ble "kastet" av energi over tak i vinterperioden. Driftssjefen mente at det ikke ble "kastet" av energi over tak i dette tidsrommet. I og med at jeg var i tvil på om dette stemte, fikk jeg montert en føler på tørrkjølerkretsen. Jeg foretok kontrollmålinger på stedet, beregninger og graddagskorrigeringer viste at mengdene av energi som ble "kastet" av over tak var relativt stor

Måletidsrom 1 - uke 1 i desember 2011: ca 12 000 kWh over tak

Måletidsrom 2 - uke 3 i desember 2011: ca 12 – 13 000 kWh over tak

Beregninger er foretatt pr år og graddags korrigerert og jeg antar at det ble kastet av ca 1 500 000 – 2 200 000 kWh via tørrkjøleren i 2011.

For å få til en eksakt måling på hvor mye energi som kastes av over tak via tørrkjøleren må det måles kontinuerlig gjennom en lengre periode. Jeg bestemte meg for at dette måtte kontrolleres bedre. Jeg gjennomførte målingene sammen med en ingeniør fra GK AS. Målingene ble gjennomført i 2012, fra 01.01.2012 – ut uke 20.

Målingene og beregningene ble utført på følgende måte:

## Målinger - beregninger av overskuddsenergi som kastes av over tak på City Lade

Uke	Ute temperatur	El / Kuldeanlegg	Akkumulert	Gjenvinning /Teknisk rom	Akkumulert	Kondensatorvarme Beregnet	Tapt energi over tak akkumulert
1	- 0,1	28 023	28 023	25 461	25 461	39 060	13 599
2	- 3,2	28 196	56 219	26 488	51 949	39 060	26 171
til	-						
20	+ 11,7	29 969	571 609	8 890	348 569	781 200	432 631

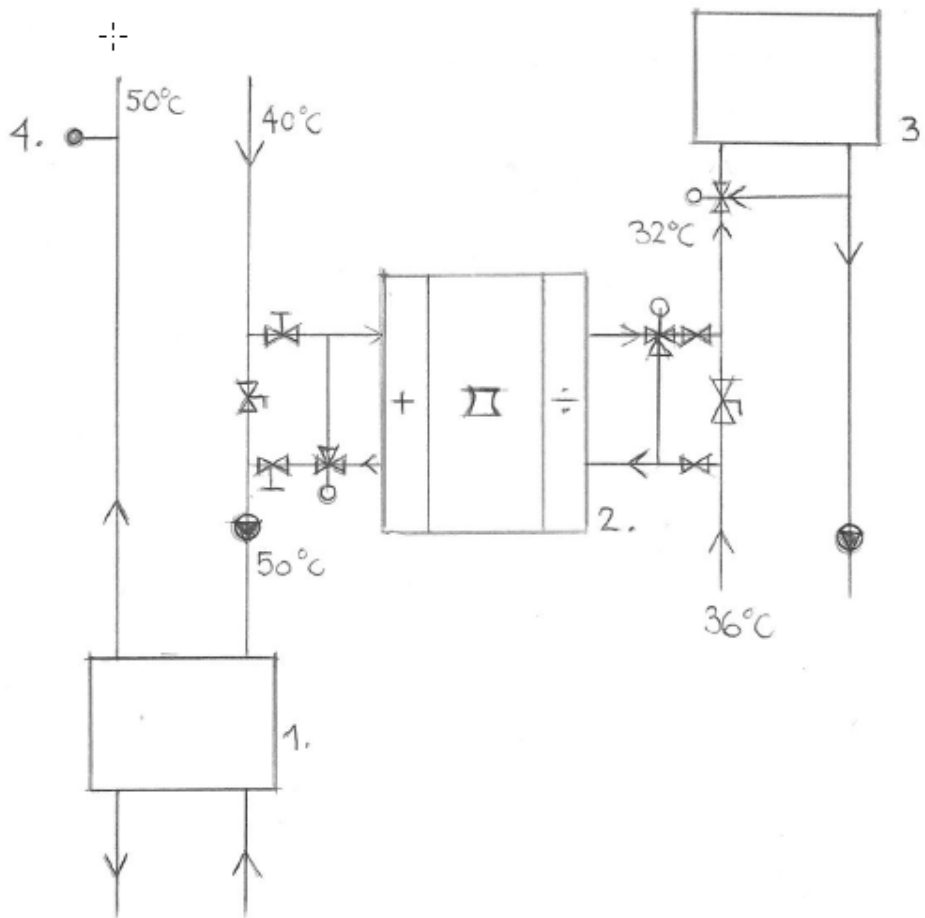
Komplett tabell fra uke 1 til uke 20 2012 er tatt med som Vedlegg nr: 5

Denne energien gjenvinnes ikke i dag. Ved å bruke denne energien til for eksempel oppvarming av tappevann, vil City Lade ha muligheten til å spare  $1\,946\,797 * 0,6 \text{ kr} = 1\,168\,078$ , - kr pr år. Hvert år i 10 – 20 år fra de 2 subkritiske kjøler – og frys anleggene.

Mengden ev energi som kastes over tak varierer i forhold til ute temperaturen. Kompressorene arbeider hardere i perioden april – oktober og må kvitte seg med mer energi over tørrkjøleren, samt at ventilasjonsanleggene trenger mindre energi for oppvarming av lokalene. Dette medfører at det blir en vesentlig større mengde energi å avgi på sommeren kontra vinteren.

For å gjenvinne denne energien vil det være naturlig å benytte varmepumpe, se skisse som viser rørføringen fra kjølekompressorene – kjøle/ frysediskene – til tørrkjøleren / gasskjølerne (blir kvitt overskuddsvarme) – tilbake til kjølekompressorene for ny nedkjøling av kjølemediet.

### Teknisk skisse på dagens løsning, men med inntegnet varmepumpe



Figur 4

#### Kort forklaring på skissen.

Punkt nr 1 Fjernvarmeveksler for å sørge for at "ut" vannet i systemet holder 50°C

Punkt nr 2 Ny varmepumpe kobles slik, hvis den blir lønnsom. Type vann til vann

Punkt 3 Tørrkjøler

Punkt 4 Temperaturføler som styres av utetemperaturen

Punkt merket 36°C Gjenvinningskrets

#### Dagens gjenvinnings muligheter fra de 2 subkritiske anleggene.

- Til forvarming av ventilasjonsluft på ventilasjonsanlegg nr 360.01 og 360.02
- Gatevarme foran hovedinngang
- Luftporter ved hovedinngang

### Nytt kjøleanlegg installert i januar 2012

Dette Carrier anlegget er et transkritisk anlegg og er oppgitt til å avgi et teoretisk overskudd på 473 000 kWh pr år. I henhold til vanlig praksis vurderer vi gjennomsnittlig gjenvinnbar energi til 80 % av oppgitt teoretisk verdi. Dette gir et overskudd på 350 000 kWh pr år.

### Overskuddsenergi fra Gmb anlegget

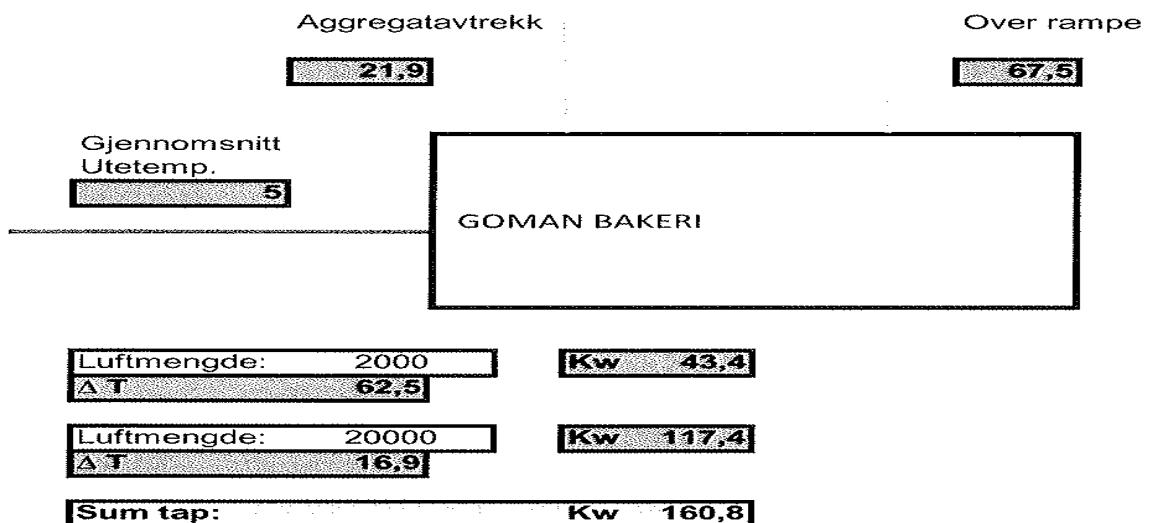
Goman er et bakeri som er heleid av COOP sentralt og som er leietakere på City Lade. Denne bedriften bruker mye energi til å steke brødvarer, og overskuddsenergien fra lokalene og bakerovnene trekkes ut med ventilasjonsmotorer og blåses ut gjennom vegg og over tak. Det produserer mye mer energi enn man har behov for å gjenvinne til eget bruk. Denne overskuddsenergien er tilgjengelig 18 timer pr døgn(driftstiden på ovnene) og 6 døgn pr uke.

Bilde som viser at dagens overskuddsenergi fra ovner sendes ut over varerampe 18 timer pr døgn



Figur 5

Utregning av energi pr time som ikke varmegjenvinnes i dag.



Måleinstrumenter har vært montert inn i avtrekksrørene i en periode for å kunne måle temperaturene på utblåsningsluften og luftmengden som passerer gjennom utblåsningsrørene.

Beregninger som viser overskuddsenergien pr år.

Driftstid 18 timer pr døgn – 6 døgn pr uke

Reduksjonsfaktor 30 % (noe energi får vi ikke tak i)

Utrekning:  $161 * 18 * 313 * 0,7 = 634.952 \text{ kWh pr år}(\text{kw} * \text{timer pr døgn} * \text{døgn} * \text{red. faktor})$

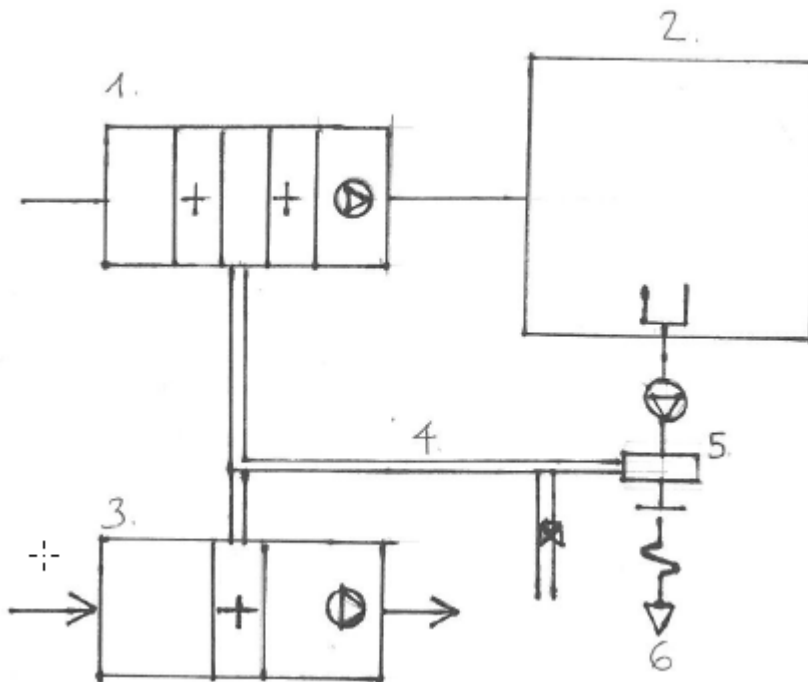
### **Sammenstilling av fakta og beregninger på overskuddsenergi som "kastes" av over tak pr år**

Carrieranlegg 1 og 2 i perioden 01.jan – 30. april målt til	346 797 kWh
Perioden 01.mai – 31. august, antatt	1 200 000 kWh(lavt)
Perioden 01.september – 31.desember, antatt	400 000 kWh
Carrieranlegg 3 Gjennomsnitt, målt og beregnet	350 400 kWh
<u>Overskuddsenergi fra Gomanbakeriet pr år</u>	<u>634 952 kWh</u>
<u>Sum energi ikke gjenvunnet i 2012, målt og beregnet</u>	<u><b>2 932 149 kWh</b></u>

Dette er en forsiktig antakelse på hvor mye overskuddsenergi som finnes tilgjengelig på City Lade i dag. Jeg velger å runde oppover til 3 000 000 kWh. Dette er energi som ikke brukes av i dag. Dette er tilgjengelig energi etter at overskuddsenergi til forvarmning av ventilasjonsanleggene, luftportene og gatevarme foran inngang er fratrukket.

For å kunne gjenvinne denne varmen ser jeg for meg at en kunne bruke en varmepumpeløsning her.

**Følgende skisse illustrer dette.**



Vil beskrive dette bedre ved utredning om muligheter for varmegjenvinning fra Goman bakeriet

### **Intervjuer som tilhører forskningsspørsmål 2**

- Spørsmål nr 3:        Bruk av energi
- Spørsmål nr 4:        Varme - og energigjenvinning
- Spørsmål nr 5:        Overskuddsenergi
- Spørsmål nr 6:        Energilagring
- Spørsmål nr 7:        Salg av overskuddsenergi
- Spørsmål nr 8:        Varmepumpe
- Spørsmål nr 10:      Miljø og samfunnsansvar

### **Delresultat - vurdering av svarene**

De fleste intervjuobjektene hadde stort interesse for spørsmål 3 og 4. Årsaken til det var at her var det penger å spare raskt. Noen hadde installert energimålere og fulgt opp forbruket hver dag og undersøkte årsaker hvis det var unaturlige svinginger.

På spørsmål nr 5, 6 og 7 var det kun en av intervjuobjektene som hadde interesse for dette, men han hadde dessverre ikke tid til å gå videre med denne saken.

På spørsmål 8 var kun et intervjuobjekt som hadde gjort noe med i eksisterende bygg og det var på City Syd og den delen som tilhører Storebrand. Det viste seg å være lønnsomt, se vedlegg nr 6.

På spørsmål nr 10 viste alle en interesse, men ut over det å energimerke byggene, så var det svært få/ingen som viste noen interesse for å forbedre energimerket og vurdere om dette kunne være lønnsomt eller ikke. Jeg har i ettertid registrert at AMFI kjeden har begynt å se på dette på en del av de kjøpesentra som de forvalter.

Videre utdypning på dette punktet kommer i diskusjonen og mulige løsninger om temaet på forskningsspørsmål nr 2



## 7 Diskusjon

### 7.1 Forskingsspørsmålene henger de sammen og følger de hverandre?

Begge spørsmålene omhandler energi. Det første spørsmålet vil påvirke mengden av overskuddsenergi, og som dermed kan vanskeliggjøre beslutningen om endring av energimerke, hvis overskuddsenergien ikke har noen verdi. Kan overskuddsenergien selges eller brukes bedre intern på City Lade, vil begge forskningsspørsmålene henge sammen og en løsning vise seg å være svært lønnsom.

### 7.2 Diskusjon på forskningsspørsmål 1 energimerkeendring fra C til B

Er det mulig å oppnå energiklasse B på kjøpesenteret City Lade

For å forbedre energimerket fra C til B må energibruken reduseres fra dagens 209 kwh/m<sup>2</sup> til et beregnet forbruk lavere enn 194 kwh/m<sup>2</sup>. (ønsker City Lade å ha energimerket A må energibruken reduseres til lavere enn 129 kwh/m<sup>2</sup>). Energimerkene finnes i flere farger med forskjellige krav til hvordan energien er produsert. De tekniske kravene er beskrevet på side 21 punkt 7.1.1

Merke B Grønt(best)	Vannbåren oppvarming basert på biobrenselkjel, med elektrisitet som spisslast.
Merke B Lysegrønt	Fjernvarme (70 % fornybar energi).
Merke B Gult	Luft til luft varmepumpe og lukket vedovn, kombinert med direkte elektrisk oppvarming.
Merke B Rødt	Kun elektrisk oppvarming eller oljefyr.

#### 7.2.1 Energimerke og mulig tiltaksliste

City Lade har fått energimerke C med beregnet energiforbruk på 209 kwh/m<sup>2</sup> og for å få endret merke til B, må beregnet energibruk reduseres med minimum 16 kwh/m<sup>2</sup>. Det er et mangfold av muligheter til å redusere energibruken i en bygning. Noen av alternativene vil forbedre energimerke andre ikke. I første runde har jeg valgt å skrive ned alle muligheter for energireduksjon uten hensyn til om det påvirker energimerke eller ikke. Mulige tiltak som endrer merket må etterpå identifiseres og settes opp i egen liste. De andre tiltakene sorteres i forskjellige grupper som kan gjennomføres på kort eller lang sikt for å redusere den totale energibruken på City Lade.

### 7.2.2 Mulig tiltaksliste for å forbedre energimerket

Det finnes flere metoder for å redusere energibruken i et bygg. Dette medfører selvsagt at en må utføre en kost/nytte vurdering på hva som er mulig å gjennomføre, og hva det koster å gjennomføre endringen. Mulige tiltak må derfor identifiseres og det må vurderes hva som er mulig å gjennomføre i et bygg som er i bruk. Ut i fra økonomiske vurderinger vil det ikke være mulig å stenge hele eller deler av bygget under en eventuell forbedring av energimerket

#### **Forslag til tiltaksliste uavhengig av vurdering av gjennomføringsmuligheter og om det påvirker energimerket..**

1. Tilleggsisolere deler eller hele taket (bedre U-verdien)
2. Tilleggsisolere vegger
3. Redusere omfanget av glassflater på tak og vegg
4. Forbedre gjenvinningen av energi i ventilasjonsanleggene fra 70 % til 85 % effektivitet. I tillegg er det viktig å holde varmegjennvinnere på det nivået de hadde ved montering. (viktig med rengjøring for å holde på effektiviteten) informasjon fra GK i Trondheim
5. Redusere bruken av mekanisk kjøling (frikjøling, persienner eller lignende)
6. Redusere driftstiden på prosesskjøleanleggene ved bruk av frikjøling mot uteluften (data om, kjølebafler i kontordelen, etc)
7. Foreta utskifting av vinduer eller redusere omfanget av glassflater
8. Driftstid på vifter(frekvensstyrte eller behovsregulering)
9. Endre romtemperaturen
10. Fjerne eller minske kuldebroer i konstruksjonen
11. Montere varmepumpe(Luft til luft?), en eller flere?
12. Bruk av varmepumpe basert på overskuddsenergi fra kjøling - / fryseanlegget eller fra varmluften fra Goman bakeriet(Luft til vann).
13. Vurdere tiltak for energiakkumulering i dekker
14. Redusere effekttoppene på oppvarming og kjøling
15. Innføre eller forbedre SD anleggene, samt et system for overvåkning av energibruken via et SD anlegg
16. Bruk av solfangere til forvarming av tappevann
17. CO<sub>2</sub> styring av ventilasjonsanleggene i kjøpesenterdelen.
18. Lyseeffektive armaturer som for eksempel overgang til LED
19. Overvåke eller redusere interne varmekilder som medfører kjølebehov
20. Ettermontere varmegjennvinnere der hvor det eventuelt ikke er installert
21. Bruk av overskuddsenergi fra tekniske anlegg, så som butikkjøling i en matvarebutikk
22. Bruk av lysstyringssystemer (riktig lysmengde til riktige tidspunkt)

- 23. Bruk av overskuddenergi til en varmepumpe
- 24. EOS – System for oppfølging av energibruken
- 25. Energieffektivisering(iltak som reduserer energibruken, så som lavere innblåsningstempertur på ventilasjonsluften)
- 26. Kontroll på forbruket av fjernvarme.

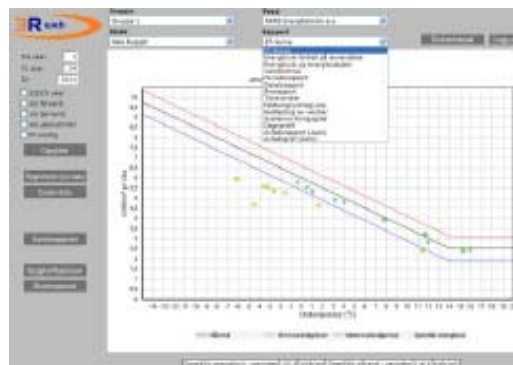
### 7.2.3 Punkter som gir energireduksjon, men som dessverre ikke forbedrer energimerket.

Første utvelgelse vil være å fjerne punkter som ikke vil forbedre energimerket. Følgende punkter i ovennevnte kapittel endrer ikke energimerket. Årsaken til at de ikke endrer energimerket er at det er byggets konstruksjon, tetthet og lignede som er styrende. I tillegg får du endring hvis huseier installerer varmepumpe. Denne energien er mer miljøvennlig enn fjernvarme og El.

- Punkt 21      Bruk av overskuddsenergi fra leietakeres tekniske anlegg, så som butikkjøling i en matvarebutikk (anlegg som forsvinner hvis leietaker flytter).
- Punkt 23      Bruk av overskuddenergi til tekniske anlegg
- Punkt 24      EOS – System for oppfølging av energibruken(overvåkningssystem), se figur nr 6
- Punkt 25      Energieffektivisering(iltak som reduserer energibruken, så som lavere innblåsningstempertur på ventilasjonsluften)
- Punkt 26      Se på muligheten til å redusere bruken av fjernvarme. Det ligger inne en grunnlast i årets 12 måneder. Hvorfor?

Ovennevnte punkter er ikke medtatt i diskusjonen videre, men de er svært viktige for å redusere energibruken i et bygg. Statistikk og erfaring (se skriv fra Entro, vedlegg nr 7) viser at det er sannsynlig med en energireduksjon på ca 20 % over en fireårsperiode. Når det i tillegg er en matvarebutikk i bygget, slik som er tilfelle på City Lade, forutsatt at det er et stort kjøl- og frysanlegg i bygget, kommer en overskuddsenergi fra disse anleggene på ca 2 000 000 kWh pr år, til å gi en ytterligere reduksjon, såfremt den gjenvinnes optimalt gjennom hele året.

## Eksempel på EOS skjermbilde:



Figur nr 6

### 7.2.4 Kriterier for å velge ut hvilke tiltak som skal gjennomføres

Ut i fra tiltakslisten som er nevnt ovenfor er det viktig å se på hvilke tiltakene som gir Trondos en forbedring av energimerket fra C til B. Disse fem tiltak må vektes mot hverandre etter følgende kriterier

- A) Gjennomførbarhet
- B) Vil tiltaket ha noen vesentlig påvirkning på energimerket?
- C) Kostnad
- D) Kortest mulig inntjeningstid(kost/nytte funksjon)
- E) Størst miljøgevinst

### 7.2.5 Hvilke tiltak vil jeg velge bort og hvorfor

Tiltakslisten er nå redusert med de punktene som ikke gir forbedring av energimerket. jeg skal gå igjennom tiltakslisten og velge bort de tiltakene som ikke fyller kriteriene nevnt i punkt 7.2.4. Noen av tiltakene er enkle og rimelige og disse vil jeg foreslå at de gjennomføres via årets driftsbudsjett. Følgende årsaker ligger til grunn for at de ikke tas med i videre diskusjon:

#### **Årsak 1: Lav kostnad, tas over de årlige driftsbudsjettene:**

Punkt 3 Redusere omfanget av glassflater på tak og vegg

Punkt 5 Redusere bruken av mekanisk kjøling

Punkt 6 Redusere driftstiden på prosesskjøleanleggene(datarom, kjølebafler i kontordelen, etc).

Punkt 8 Driftstid på vifter.

Punkt 9 Endre romtemperaturen

Punkt 14 Redusere effekttoppene på oppvarming og kjøling

Punkt 15 Innføre eller forbedre SD-anleggene

Punkt 17 CO<sub>2</sub> styring av ventilasjonsanleggene

Punkt 18 Lyseffektive armaturer

Punkt 19 Overvåke eller redusere interne varmekilder

**Årsak 2: Vanskelig å gjennomføre / ikke lønnsomt / lav nytteverdi:**

Punkt 2 Tilleggsisolere vegger

Punkt 4 Forbedring gjenvinningen av energi i ventilasjonsanleggene

Punkt 13 Vurdere tiltak for energiakkumulering i dekker

Punkt 7 Utskiftning av vinduer og reduksjon av glassflater

Punkt 10 Fjerne/minske kuldebroer i konstruksjonen

Punkt 16 Bruk av solfangere til forvarming av tappevann

### 7.2.6 Hvilke alternativer velger jeg å gå videre med fra listen jeg har utarbeidet

Etter en gjennomgang og egenvurdering har jeg kommet til at følgende tiltak vil være riktig å gå videre med fra min egen gjennomføringsliste. Her er det i hovedsak sett på muligheter til å gjennomføre endringene. Jeg vil i et senere avsnitt/punkt kostnadsberegne tiltakene, før jeg vil komme med en sluttvurdering på hva jeg mener er riktige tiltak å foreslå for Trondos.

Utvalgte punkter er nevnt nedenfor:

Punkt nr 1 Tilleggsisolere taket

Punkt nr 11 Montere varmepumpe(Vann til vann, eller luft til luft)

Punkt nr 22 Bruk av lysstyringssystemer (riktig lysmengde til riktige tidspunkt)

Rambøll har, etter at jeg har satt opp mine prioriterte punkter, utarbeidet et forslag til tiltaksliste. Jeg vil se på disse forslagene og sammenligne den med min. Jeg vil prøve å velge ut de beste forslagene fra begge listene. Noen vil være sammenfallende og de vil naturlig nok bli med videre.

### 7.2.7 Forslag til tiltak til forbedringer av energimerket, mottatt fra Rambøll AS

Når bygget ble energimerket av Rambøll fikk Trondos et forslag på hvilke muligheter som burde/kunne vurderes for å forbedre energimerket, fra C til B

Dagens beregnende energiforbruk er **209 kWh pr m<sup>2</sup>**

Følgende tiltaksliste er mottatt fra Rambøll AS

№	Tiltak	Andel fornybar (%)	Veid systemvirkningsgrad	Merinvestering	Energred.kWh/m <sup>2</sup>	Inntjeningsstid
0	Dagens status, FV og EL	56				
1	Varmepumpe -> 60%, KUN ENDRING AV ENERGFORSYNINGSSYSTEM	61,2			25	
2	Lys -> 10 W/m <sup>2</sup> , redusert fra 15	61			12	
3	Lekkasjetall -> 1,0, forutsetter etterisolering og tetting av bygget	61,3			12	
4	n -> 85%, bytte av varmegjenvinnere på alle hovedaggregater ( ikke roterende på bakeri)	62,3			18	
5	Dører -> u.verdi på 1,0 ( porter og dører)	62,5			2	
6						

Realrente:		%	Systemvirkningsgrad kjøleanlegg	2,40	Alle tiltak forutsetter at de over er inkludert
ELpris:	0,67	øre/kWh			

Sammenstillingstabell fra Rambøll AS gir en slik oppsummering på energibruken for City Lade.

Areal 9.400 m<sup>2</sup> brukes i alle beregninger.

Tabell som viser beregnet reduksjon av energibruk på noen av tiltakene.

Nåværende forbruk	209 kWh pr m <sup>2</sup>	1 964 600 kWh
Varmepumpe luft til luft	-25 kWh pr m <sup>2</sup>	= - 235.000 kWh
Forbedring av lysstyringssystemer -> W/m <sup>2</sup> redusert fra 15 (ikke LED-lys)	-12 kWh pr m <sup>2</sup>	= - 112.800 kWh
Lekkasjetall -> 1,0 Tettinger og isolering	-12 kWh pr m <sup>2</sup>	= - 112.800 kWh
Skifte varmegjenvinnere	-18 kWh pr m <sup>2</sup>	= - 169.200 kWh

Tabell nr 5

Gjennomføres alle tiltakene som Rambøll foreslår vil det gi City Lade en beregnet energibruk pr m<sup>2</sup> på 142 kWh som fortsatt er energimerke B.

I tillegg velger jeg å ta med deler av tiltak 22, som er lysstyring. Jeg har valgt å ta bort endringer av lekkasjetallet (utbedre fasadene og forbedret tettheten på yttervegger)for det vil være svært vanskelig å gjennomføre og medføre store kostnader. Punktet vil bli sett på når jeg skal bruke Simien for å se på hva et slikt tiltak vil gi av energireduksjoner.. Det vil være viktig å benytte krav om lekkasjetall på nybygget som kommer og dette vil bli hensyntatt i det prosjektet.

I tillegg, er en del av tiltakene enkle og rimelige å gjennomføre, og de kan tas over driftsbudsjettene, da de vil ha kort inntjeningsstid, under 12 mnd.

De er oppsummert slik:

- Punkt 3 Red av glassflater. Kostnad ca 40.000,-
- Punkt 5 Bedre driftsoppfølging fra teknisk personell, ingen ekstra kostnad
- Punkt 6 Red. driftstid tekniske anlegg. Montere tidsur eller SD styring.
- Punkt 8 Redusere driftstid vifter. Kostnad ca 35.000,-
- Punkt 14 Justering av oppstartstidspunkter(red effekttoppene)
- Punkt 15 Oppgradere SD anlegg,
- Punkt 17 Montere CO<sub>2</sub> følere
- Punkt 18 Overgang til led grunnbelysning – tas suksessivt – ingen kostnad
- Punkt 19 Brukes SD - anlegget riktig.

#### **7.2.8 Hva kan ha vært gjort før og hvilke tiltak var nyttige og mulig å gjennomføre.**

Det som har vært gjort før er følgende kjente tiltak.

- Dører og lokk på kjøle- og frysediskene/skapene
- Gjenvinning til ventilasjonsanleggene
- Forvarming av tappevann
- Gatevarme

Ingen av de tiltakene er med på å endre energimerket.

#### **7.2.9 Tiltak som jeg vil arbeide videre med for endring av energimerket.**

Følgende tiltak er valgt ut til nærmere vurdering i forhold til kriteriene i punkt 7.2.4 og mine utvalgte tiltak i punkt 7.2.6 og Rambøll sine forslag i 7.2.7. Videre saksgang for å finne de beste punktene og forslag til gjennomføring er nevnt nedenfor.

De 5 tiltakene som jeg vil arbeide videre med er følgende:

- 1 Varmepumpe av type luft til luft (1 eller flere varmepumper)
- 2 Arbeide videre med å se på lysstyringssystemer som bestemmer når og hvor lysene skal stå på i alle årets timer. Endringer på dagens lysstyringsanlegg over til et anlegg som kan sammenføres med lysstyringsanlegget i den nye delen er en fordel, men ikke direkte nødvendig.(Punkt 22 i mulig tiltaksliste)  
Dette vil være en tilleggsdel til de resterende 5 punktene.  
Der hvor det er mulig vil tak og vegger som berøres av ombyggingen forbedres mot energimerke A, men dette tas ikke med i denne oppgaven. Det vil komme som en ytterligere forbedring, på et senere tidspunkt.
- 3 Etterisolering av vegger og taket over dagens innendørs parkering, samt forbedre tettheten på konstruksjonen

- 4 Forbedring eller utskifting av varmegjenvinnere på ventilasjonsanleggene
- 5 Utskifting eller oppgradering av SD anlegget, inklusive oppfølging av fagpersonell innen fagområdet. Optimal drifting på både luftmengder og tidsstyring.

Jeg velger bort de punktene som bør tas over ordinært driftsbudsjett og det som nå står igjen er å velge bort deler av kriteriene som har liten påvirkning på energimerket. Velger derfor å ta noen enkle vurderinger på punkter som kan påvirke merket og som er lette å kontrollere via en beregning via Simien programmet. I tillegg vil disse delene bli vurdert om de er vanskelige å gjennomføre. Det vil si i henhold til punkt A og B under punkt 7.2.4.

Valget faller på etterisolering av tak utover det som berøres under ombyggingen og eventuelt etterisolering av vegger

### Simien beregninger på tiltak nr 3 **Etterisolering av vegger og tak**

Jeg vil velge å dele dette punktet i 2 deler:

- A) Etterisolering av vegger er svært vanskelig og kostbart å gjennomføre og det viser seg ved en simulering via Simien at det har svært liten verdi. I tillegg er dagens fasader stort sett i tegl og det i tillegg fordyrer prosjektet ennå mer. Velger derfor å se bort fra dette punktet. Simien beregningene viste at forbedring av ytterveggene ga ca maks reduksjon på 2 kWh pr m<sup>2</sup>
- B) Etterisolering av tak er vesentlig lettere å gjennomføre både nå og senere., går derfor videre med dette punktet.

Dette punktet kan være et bidragspunkt til et annet for å forbedre energimerket, men alene har det ingen betydning. I forbindelse med ombyggingen skal deler av taket skiftes og det vil være naturlig at det tas en beslutning, om at denne delen isoleres med 300 mm isolasjon, slik at det blir 500 med mer isolasjon etter ombygging.

Punkt 4 er kostbart å ta med, men i og med at City Lade er under utbygging, og det faktisk kan være mulig å forberede eksisterende bygg til klasse A, og at nytt bygg i tillegg leveres med klasse A er dette punktet medtatt. Vegger trekkes dermed ut og punktet går videre kun med tak.

Følgende punkter gjenstår og vil gjennomføres videre i forskningsoppgaven.

Punkt C, D og E (se liste side 52)

For å få avklart disse vil jeg først gjennomføre en Simien beregning på punktene og se i hvilken grad de påvirker energimerket. I tillegg vil punktene bli kostnadsberegnet via Holthe kalkulasjonsprogram.



#### 7.2.10 Kalkulert energibruk totalt for City Lade etter Simien bergninger.

For å kvalitetssikre forslagene ytterligere, valgte jeg å foreta en simulering via systemet til Simien. Programmet brukes til energimerking av bygg. I dette programmet er det mulig å legge inn forbedringer på konstruksjonene, og dermed se på om forslagene gir ønsket virkning for at City Lade kan få endret energimerket, se vedlegg nr 8.

Dette er kalkulerte og beregnende tall og vil avklare om punktene endrer energimerke hver i sær, eller at de må kombineres med de andre punktene.

##### Simien beregninger på tiltak nr 1 **Montere luft til luft varmepumpe.**

Ved gjennomførte Simien beregninger ser vi at energibruken reduseres til 187 kWh/m<sup>2</sup> pr år og vil alene gi energimerke B.

Se vedlegg nr 8.

##### Simien bergninger på Tiltak nr 2 **Lysstyring i alle årets timer.**

Dette har god påvirkning av energimerket., og vil sammen med andre punkter bedre energimerket. I tillegg vil det redusere bruken på energi med 12 kWh/m<sup>2</sup> og dette kan ha betydning for en total energiprofil hos Trondos. Dette kommer jeg tilbake til i et senere kapittel.

##### Simien beregninger på tiltak nr 4 **Forbedring eller utskifting av varmegjenvinnere**

Varme gjenvinnerne i dag har en gjenvinningsgrad på 70 % og ved en eventuell utskifting vil de kunne forbedre gjenvinningsgraden opp til 85 %. Forbedring på 15 % som sannsynlig vil gi en energibesparelse på 18 kWh pr m<sup>2</sup>. Dette vil i dagens situasjon ikke gi noen verdi da det i alle årets dager sendes overskuddenergi over tak, via tørrkjøleren. Viser det seg at forskningsspørsmål 2 gir en positiv verdi, kan det vurderes å skifte disse senere.

Kostnadsbergning vil bli utført på utskifting av de gamle gjenvinnerne, de nye ventilasjonsanleggene vil ha en varmegjenvinnere med 85 % virkningsgrad.

Ingen Simien beregning på denne. Kun kostnads kalkyle.

##### Simien beregninger på tiltak nr 5 **Utskifting eller oppgradering av SD anlegget.**

Optimal drifting av tekniske anlegg, Primært vil dette gjelde for ventilasjonsanlegg og lysstyring. Saken er delvis omtalt i forbindelse med punkt 3 og kan være et supplement til de andre punktene. Det vil være naturlig at en oppgradering skjer i forbindelse med en Kost/nyttevurdering av verdien av investeringen.

Punkter som vil omhandles av dette er følgende:

- CO<sub>2</sub> styring av ventilasjonsanleggene
- Nytt og forbedret lysstyringssystem (lysene står delvis på i dag, når senteret er stengt)
- Innføring av gradvis oppstart av belysning, oppdelt i 30 soner
- Alarmer hvis ventilasjonsanleggene bruker for mye energi.
- Trinnsvis reduksjon av viftehastigheten i ventilasjonsanleggene på City Lade (i dag 16 anlegg, etter utbyggingen 18 anlegg) etter hvert som lokaler ikke er åpne lenger, med muligheter til å kjøpe 2 og 2 timer, hvis arbeidsdagen varer lengre.
- Årlig oppgradering av SD anlegget.

Besparelse antatt til 25 – 30 kW pr time ved bruk av SD anlegg, nattsinking er så langt ikke medtatt.

Kost/nytte vurdering utføres på utskifting eller forbedring av dagens anlegg

#### **7.2.11 Beregning av kostnader på de forskjellige tiltakene.**

Kostnader på gjennomføring av tiltakene er kalkulert i forhold til Holthe kalkyleprogram eller anbud og overslag. Eller en kombinasjon. Jeg velger å ta med punktet fra Rambøll om utskifting av varmegjennvinnere. Bedre varmegjenvinning vil i utgangspunktet ikke redusere energibruken, men øke overskuddet av energi som enten kastes av på tørrkjøleren/gasskjøleren eller kan selges til andre.

#### **Tilstandsanalyser**

På enkelte punkter vil det måtte gjennomføres tilstandsanalyser og vedlikeholdsstrategier

- Varmegjennvinnere
- Platevekslere
- Dagens lysstyringssystem
- Dagens SD anlegg kan det oppgraderes og eventuelt utvides?

#### **Kostnad ved installering av varmepumpe og beregning av inntjeningstid**

Før vi kan vurdere lønnsomheten i en installasjon av en varmepumpe, må vi foreta målinger og beregninger på om det kastes noe energi over tak. Driftspersonalet har selvsagt oppdaget at avkastviftene går på kalde dager, men det har aldri vært beregnet hvor mye energi som kastes av. Forståelsen har vært, viser spørreundersøkelsen, er at det ikke har vært mye.

Vi har målt og beregnet denne til minimum å være 3 000 000 kWh pr år. (2 930 149)

### **Hva vil et mulig valg av bruk av varmepumpe gi huseier?**

Det installeres en Luft til Luft varmepumpe som henter ut overskuddenergien som pr i dag går over tørrkjølere og gasskjøler fra disse anleggene. City Lade har i dag 3 kjøle- og fryseanlegg. 2 av disse er subkritiske anlegg og et er transkrittisk anlegg. Til sammen vil disse tre anlegg "kaste" minimum 3 GWh over tak via tørr - gasskjølere på taket. Dette er beregnet ut i fra målinger som er foretatt. Dette skjer etter at varmegjenvinningssystemet har tatt ut mye av energien i varmevekslere. Det gjenvinningssystemet som er montert i dag er ikke godt nok, for i tillegg brukes det en stor mengde fjernvarme for å varme opp tilluften til senteret.

Fra uke 1 2012 til og med uke 20 er det brukt 1 145 830 kWh fjernvarme i tillegg til det som gjenvinnes via dagens varmevekslere til ventilasjonsanleggene. Forbruket av fjernvarme hadde vært i orden hvis det ikke hadde blitt kastet av energi over tak via gasskjølerne(tørrkjøler).

Beregninger som er gjennomført, viser at det i dette tidsrommet er kastet av  $432.631 + 140.000$  (Transkrittisk) = 572 631 kWh over tak. I tillegg det fra overskuddsenergien fra Goman anlegget på  $(632\ 952 : 52 * 20) = 243\ 443$  kWh. Totalt fram til og med uke 20 er 816 074 kWh energi som ikke er gjenvunnet.

Tiltak som må kostnadsberegnes er: levering og montering av varmepumpe for å utnytte overskuddsenergien fra kjøle- og frysemaskinene. I tillegg må det vurderes en varmepumpe på overskuddsenergien fra Goman bakeriet.

**Hovedvarmepumpe.** Varmepumpe som benytter overskuddsenergi fra Carrieranlegg 1 og 2 som utgjør pr år 1 946 797 kWh er en vann til vann pumpe. Denne plasseres i dagens energisentral på City Lade.

AF gruppen har kostnadsberegnet denne til kr. 2 000 000 eks mva. inkl

Risikopåslag/ubeskrevne kostnader. Det vil si at i beregningene bruker jeg kr 2 000 000,- eks mva. Vedlegg 9.

Energikostnad er satt til 60 øre

### **Tilleggsvarmepumpe**

Varmepumpe som benytter overskuddsenergien fra Goman bakeriet, som utgjør 632.952 kWh, er en luft til vann pumpe og den plasseres på tak, nær avkastet til bakeriet. Rørføringene er lengre enn hovedpumpen og derfor er kostnadsvurderingen litt høyre.

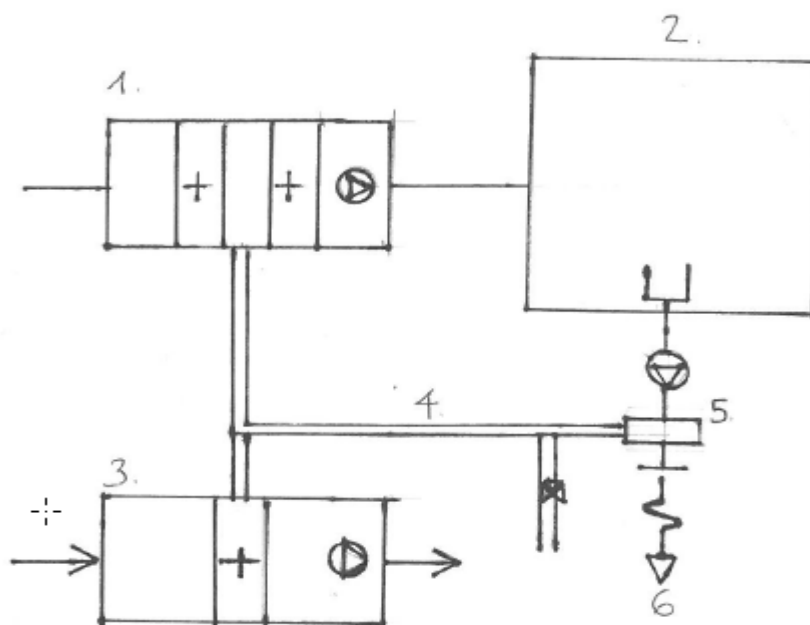
Kostnaden er stipulert til kr. 2 500 000 inklusive risikopåslag og ubeskrevne kostnader, men eks mva.

Lønnsomheten i disse investeringene er avhengig av flere faktorer.

De kan vurderes på denne måten

1. Redusert bruk av fjernvarme på grunn av bedre utnyttelse av energien fra kjøll – og frys anleggene
2. Har overskuddsenergien noen annen verdi? Som for eks videresalg eller annen bruk på City Lade(forskningsspørsmål 2)
3. Endring av energimerket

### **Skisse på mulig løsning for å få tak i overskuddsenergien fra Gmb**



Alternativ 1: Det settes inn et gjenvinningsbatteri i avkastluften fra bakeriet. Den lukkede vannkretsen er mellom varmepumpen og batterier. Varmepumpen avgir energi til varmeanlegget. Beregning på eventuell lønnsomhet blir dokumentert senere

Alternativ 2: Et annet alternativ er en varmeveksler hvor overskuddsenergien passerer. Energien kan veksle mot vann eller fungere som tilskuddsvarme til et ventilasjonsanlegg. Minuset med siste løsning er at City Lade ikke kan nyttegjøre seg overskuddsenergien i de månedene hvor det er varmt nok til at ventilasjonsanleggene ikke trenger forvarming av luften.

### Kontrollmåling på energioverskuddet over tørrkjølerne for de subkritisk anleggene

Mulig overskuddsenergi er målt over noen gitte tidspunkt, fra uke 1 til uke 20 2012, og det er konkludert med at den er ca 2 930 149 kWh pr år. Beregninger er foretatt i tidsrommet januar 2012 – mai 2012 viser i denne perioden at 816.074 kWh er kastet av over tørrkjølerne og fra Goman bakeriet.. Dette vil si at det anslagsvis vil bli et årsoverskudd på minimum 3 000 000 kWh. Sikkerheten i denne beregningen er god og betraktes som et ”trygt” tall for å vurdere hva som er lønnsomt videre.

### Mulig salg av overskuddsvarme til naboer

1. Uten bruk av varmpumper kan City Lade selge overskuddsenergi, til bruk som tappevannsoppvarming til naboer. Vannet vil kunne ha en temperatur på mellom 50 – 70° C. Energisentralen er hos City Lade og kjøper av denne energien må ha i tillegg ha en fjernvarmeveksler for å sikre riktig temperatur på tappevannet, gjennom hele året Overskuddsenergien kan også brukes, via en varmeveksler, til forvarming av ventilasjonsluften til naboer eller til oppvarming av radiatorvann.  
Antall kWh som kan selges pr år er i snitt 3 000 000 kWh
2. Med installasjon av varmpumper vil antall kWh kunne bli reduseres til:  $350.400 + 632.2952 = 983.352$  kWh. Dette er den energien som kan være vanskelig å benytte på City Lade og som det er en mulighet til å levere til andre brukere (videresalg)  
Denne reduksjonen må hensyntas når lønnsomheten skal vurderes.

### Kostnad og besparelse ved forbedring av lysstyringssystemet

City Lade har et lysstyringssystem i dag. Dette systemet ble installert i 2004 og har et stort forbedrings potensial.

Det er som følger:

- Lysstyring på hvert kontor, bevegelsesfølere
- Lysstyring på møterom i henhold til ”booking”
- Vaskelys ved oppstart av renhold, slår seg på etter hvert som de beveger seg rundt i arealene.(bør ikke kunne overstyres av vaskerne)
- Automatisk avstenging av lys ved arbeidsdagen slutt.
- Overgang til led belysning på City Lade, primært på lagersoner i første omgang.

### Hvilke tiltak velges ut og beregnes

- Lysstyring i inntil 30 soner på City Lade
- Automatisk avstengning sonevis( inkludert i forrige punkt)
- Lysstyring på møterom
- Lysstyring, bevegelsesfølere på hvert enkelt kontor
- Overgang til Led etter hvert som armaturen går i stykker (på lager)
- Overgang til Led armaturer i kontorer

### Kostnad ved forbedring av u-verdien i tak, samt tetthet av bygget

Etterisolering av bygget, samt en tetthetsforbedring på vegger og rundt dører og vinduer bør deles opp i 2 adskilte oppgaver.

1. Etterisolering av tak er en relativ enkel sak og kan gjøres på deler av tak eller hele taket. City Lade har en takflate på 9436 m<sup>2</sup> og er sammensatt av flere bygg i forskjellige høyder. Taket trengs dermed ikke å tas i sin helhet, men kan tas suksessivt etter som behovet oppstår, eller en ombygging på deler av arealene skal skje
2. Etterisolering av vegger og tetthetsforbedring er en vesentlig mer komplisert oppgave og berører både vegger, vinduer, porter og lastekaier, etc. Bygget består av utvendig teglstein og en innvendig tre utforing. Bærekonstruksjonen er betong bæresøyler og dragere. Dette er en konstruksjon som vil være svært vanskelig og en kostbar affære å gjennomføre. Punkt 2 avvenges. Tetthetsforbedring tas ved eventuelle ombygginger.

### Kun punkt 1 gjennomføres delvis.

Dagens tak har en isolasjonstykkelse på 200 mm i henhold til oppsettet fra Rambøll AS. Jeg har foretatt en Simien beregning på å etterisolere taket med 300 mm ny isolasjon. Beregningene ble utført på en takflate på 2.928 m<sup>2</sup> takflate, dette utgjør, 1 kWh. Takflaten er på 9 436 m<sup>2</sup> og totalt vil det utgjøre en nedgang på energibruken på ca – 3,2 kWh til 206,8 kWh pr m<sup>2</sup>.

Endringene har liten påvirkning på merket.

### Kostnadsestimat på dette vil være:

- Isolering av tak ca: 1 300 000,- (Overslag mottatt)
- Tekking av tak, ca 750 000,- (overslag mottatt)
- Inntekkinger ca 300 000,- (mitt overslag)
- 15 % uforutsett: 350 000,-
- 10% rigg 270 000,-
- Sum 2 970 000,- eks mva

Det vil være naturlig å forbedre deler av taket som berøres av ombyggingen, dette som et tilskudd til andre reduksjonspunkter som gjennomføres.

### **Kostnad ved utskifting av varmegjenvinnere**

City Lade har i dag 16 ventilasjonsanlegg i drift. Det er forskjellig alder på disse i forhold til de forskjellige byggetrinnene. Hovedtyngden av anleggene er fra 2004 i forbindelse med en rehabilitering av butikkarealene og en total ombygging av deler av kontorseksjonene. De nye anleggene har roterende varmegjenvinnere som gir muligheten til mellom 70 – 75 % gjenvinningsgrad. I tillegg er det 4 Anlegg som har plateveksler med en virkningsgrad på gjenvinningen på ca 50 – 55 %.

Vurderer en å bygge om anleggene som har platevekslere, til roterende gjenvinnere, må en gjøre om "lay outen" i teknisk rom, legge om ventilasjonsrørene og utvide teknisk rom. Dette vil kun være lønnsomt ved havari av ventilasjonsanlegget. Punktet tas ikke med videre.

**Kostnad priset til kr 742 900,- eks mva Dette gjelder anleggene med roterende gjenvinnere**

Tilbudet er mottatt i forbindelse med utbyggingen av City Lade. Kostnadene er så vidt høye at det ikke vil være lønnsomt å gjennomføre dette. Jeg anbefaler Trondos å utføre dette etter hvert som gjenvinnere eller ventilasjonsanlegg skal utbedres eller skiftes ut.

### **Kostnad ved oppdatering av SD anleggene og behovsstyrt ventilasjon**

SD anlegg (sentral driftskontroll) er et system som styrer tekniske anlegg og som varsler hvis noen utilsiktede hendelser skjer. På den måten vil det være lettere å styre tekniske anlegg på en økonomisk god måte. I et så stort bygg som City Lade vil det bestandige være rom som ikke er i bruk i arbeidstiden. Disse rommene trengs ikke å ventileres med standard luftmengde, men kan stenges ut, stoppe eller redusere ventilasjonsbehovet. Dette kan gjøres på lignende måte som lysstyringen.

Kjøpesenteret vil fra åpningstid kl 09.00 til stengt kl 21.00 ha forskjellige mengde med kunder innom. Det vil således vær mulig å regulere luftmengden i forhold til antall kunder.

Det vil si, behovsstyrt ventilasjon, dette kan gjøres med CO<sub>2</sub> målere med en programmert grense for laveste hastighet eller luftmengde. Oppstart og stoppetider på ventilasjonsanleggene kan i tillegg styres via CO<sub>2</sub> målere. Tiltak på ovennevnte områder vil redusere energikostnadene svært mye. Deler av det som er tatt med i dette punktet vil påvirke energimerket, men alle tiltak under dette punktet vil redusere energiforbruket.

Tiltaket er greit for alle arealer unntatt matbutikken/areal uten kjøle- og frysemøbler. I øvrige areal vil luftmengden være avhengig av varmebehovet da ventilasjonsanlegget transporterer den nødvendige energimengden. I denne butikkdelen kan derfor ikke CO<sub>2</sub> regulering benyttes.

Et viktig tiltak for å redusere varmebehovet er å fjerne kjøleenergitapet til lokalet nært ved kilden. Det er fra nyere butikker i Trondos, god erfaring med å trekke av brukt lufta i butikklokalet fra gulvet rundt kjøle- og frysemøbler. Dette medfører at tillufta kan holde en lavere "overtemperatur" enn ved tradisjonelle ventilasjonskonsept. Dette gir en gevinst ved at luftmengdene kan reduseres, da mindre oppvarmingsluft kreves.

Hvilke tiltak velges ut og beregnes?

- Varmepumpe 1 eller 2
- Lysstyring
- Utskifting eller oppgradering av SD anlegg

#### 7.2.12 Hvilket tiltak vil være det beste å velge?

Det vil være vanskelig å velge ut de kriteriene som skal/kan gjennomføres på City Lade. I første runde vil jeg sammenligne tiltakene i henhold til kriteriene nevnt i 7.2.4.

Tiltak nr	Gjennomførbarhet	Kostnad	Inntjeningstid	Miljøgevinst	Poeng
1	4	4	4	4	16
2	4	3	4	4	15
3	2	1	2	4	9
4	2	1	1	3	7
5	2	3	2	4	11

Poengsummene framkommer slik:

Dårlig	1
Middels	2
Godt	3
Svært godt	4



Miljøprofilen kan i tillegg være en del av beslutningsgrunnlaget. Vær bevist på hva slags energi du kjøper. Det er viktig å tenke på miljøet når en skal velge hvilke tiltak som skal gjennomføres.



#### **Tiltakene:**

- 1 Varmepumpe 1 eller 2 stk
- 2 Lysstyring forskjellige muligheter.
- 3 Etterisolering av vegger og tak(vegger er valgt bort)
- 4 Forbedring eller utskifting av varmegjenvinnere på ventilasjonsanleggene
- 5 Utskifting eller oppgradering av SD anlegget, inklusive oppfølging av fagpersonell innen fagområdet. Optimal drifting på både luftmengder og tidsstyring

#### **7.2.13 Hvilke tiltak vil bli valg ut til forbedring av energimerket.**

Tiltak nr. 1,2,5 skiller seg ut i denne vurderingen, men kun en endrer energimerket alene og det er tiltak 1. Tiltak 2 og 5 endrer det sammen og disse 3 tiltakene vil bli kalkulert med på lønnsomhet og inntjeningsmuligheter

Tiltak nr 4 er ulønnsom og legges bort. Tiltak nr 3 blir delvis behandlet i forbindelse med ombyggingsprosjektet og vil tas med i det prosjektet. I tillegg er det noen poster med så vidt lav kostnad og inntjeningstid at det vil være naturlig å ta de inn i et årlig driftsbudsjett. I tillegg til disse 2 utbedringene har jeg berørt mange poster som det koster svært lite å forbedre. Disse endringene vil også bli foreslått gjennomført. Til sammen vil alle småforbedringer gi vesentlige reduksjoner i energikostnadene til Trondos hvert år framover.

De tiltakene som det gjenstår å vurdere /sammenligne er de tiltakene som hver for seg, eller sammen, vil forbedre energimerket og det er tiltak 1, 2 og 5.

#### **Tiltak nr 1 innsetting av varmpumpe**

Kostnad: 2 000 000,-

## Lønnsomhetsberegninger på varmepumpene.

### Hovedvarmepumpe City Lade - Luft / Luft

Post	Intervall	kostnad	beregnings- faktor	Eksist anlegg	Nytt anlegg
Investering					2 000 000
Planlagt Vedlikehold					
Løpende vedlikehold pr år	Ny VP i 15 år	10 000	11,1184		111 184
Drift pr år	Eksist anlegg i 15 år	500 000	11,1184	5 559 200	
Utskifting					
Restverdi	Om 15 år		0,3751		
Nåverdi				5 559 200	2 111 184
<b>Årskostnad</b>			<b>0,0899</b>	<b>499 772</b>	<b>189 795</b>

Tabell 6

### Varmepumpe for energien fra Goman bakeriet

Post	Intervall	kostnad	Beregnings- faktor	Eksist anlegg	Nytt anlegg
Investering					2 500 000
Løpende vedlikehold pr år	Ny VP i 15 år	12 500	11,1184		138 980
Drift pr år	Eksist anlegg i 15 år	253 000	11,1184	2 612 824	
Utskifting					
Restverdi	Om 15 år		0,3751		
Nåverdi				2 612 824	2 638 980
<b>Årskostnad</b>			<b>0,0899</b>	<b>234 893</b>	<b>237 244</b>

Tabell 7

### Vurdering på varmepumpene blir som følger

#### Varmepumpe for overskuddsenergi fra Goman bakeriet.

Installasjon av varmepumpe til overskuddsenergien fra Goman er ikke lønnsomt i dag. Investeringen vil gå med et årlig underskudd på kr 2.351 i en periode på 20 år. Investeringen vil bli lønnsom hvis energiprisen pr kWh stiger og investeringsrammen ikke øker ut i fra stipulert kostnad. Overskuddsenergien tilbakeføres og kan behandles under punktet for salg eller annen bruk av denne energien.

#### Varmepumpe for overskuddsenergien fra Carrier anlegg 1 og 2

Installasjon av varmepumpe til overskuddsenergien fra Carrieranlegg 1 og 2 vil være lønnsom. Anlegget vil gå med et årlig overskudd på 309 977,- i 15 år. Innvesteringen vil være svært lønnsom og ha en inntjeningstid på 6 – 7 år avhengig av energiprisen.

### Lysstyring i inntil 30 soner på City Lade

Post	Intervall	kostnad	beregnings- faktor	Eksist anlegg	Nytt anlegg
Investering					500 000
Planlagt Vedlikehold					
Løpende vedlikehold pr år	Eksist anlegg i 10 år Nytt anlegg i 10 år Nytt anlegg i 20 år	5 000 2 500 2 500	8,1109 8,1109 13,5903	40 555 20 277	33 976
Drift pr år	Eksist anlegg i 10 år	67 680	8,1109	548 946	
Utskifting	Utskifting etter 10 år	500 000	0,6756	337 800	
Restverdi	Om 20 år		0,4564	-228 200	
Nåverdi				719 378	533 976
<b>Årskostnad</b>			<b>0,0736</b>	<b>52 946</b>	<b>39 301</b>

Tabell 8

Kostnad på dette er beregnet til ca 500.000 i hht. tilbud / overslag.

## Vurdering på punkt 2

En endring av lysstyringssystemet basert på forutsetninger nevnt tidligere vil være med på å redusere det beregnede energibehovet og sammen med deler av tiltakene i SD anlegget være med på å endre energimerket fra C til B. Endringer på lysstyringsanlegget vil medføre en årlig besparelse på kr 13.645 i en 20 års periode framfor å beholde dagens anlegg.

### Miljøprofil



Hvilken Miljøprofil ønsker Trondos i forbindelse med City Lade og andre bygg. Har dette noen verdi for firmaet?

Jeg ser for meg at en eventuell installasjon av en varmepumpe vil gi Trondos en mulig forbedring av et allerede godt rykte. Dette vil gjøre alle 112.000 medlemmene/eiere stolte av Trondos og de vil føle at bedriften ønsker å ta vare på miljøet, samtidig som det senker sine kostnader og øker konkurransevne i et hardt marked.

#### **7.2.14 Forslag til organisering av energibruken og overvåkning framover**

For å få en langsiktig og trygg oversikt over energikostnadene framover vil jeg anbefale Trondos til å organisere kontroll og overvåkning av energibruken og dra erfaringer fra et slikt pionerprosjekt, som kan nyttes i en langsiktig planlegging i å redusere energibruken i alle sine butikker.

#### **7.2.15 Kunnskap (system)**

Har Trondos et godt nok dataprogram til å overvåke energibruken på City Lade, har driftsleder nok kunnskap om hvordan det skal brukes og er han interessert i å utvikle seg innenfor dette området. Det er noe Trondos må finne ut av. I henhold til min innsikt er svaret nei, driftsleder styrer etter informasjon fra leietakerne i senteret. Er det kald, får han beskjed om det og skrur på mer varme. Slik står det til han får beskjed om noe annet. Det kan være 2 årsaker, mangel på kunnskap eller for dårlig datasystemer. Hva som kan forbedres her, skal jeg ikke begi meg inn på, men en videre opplæring av teknisk personell og investering i et energiovervåkingssystem vil være en god løsning.

### 7.2.16 Hvem har ansvaret for energibruken

Hva kan forbedres på system, overvåkning, ekstern overvåkning og fokus på energibruk?

For å få til en forbedring på dette planet vil det være riktig å sette seg delmål for hva man ønsker av energistyring. Det finnes mange systemer for overvåkning av energibruk.

- Punkt 1        Noen må få ansvaret for dette området
- Punkt 2        Opplæring må gis.
- Punkt 3        Strategiplaner må utarbeides og bestemmes
- Punkt 4        Beslutninger må tas av ledelsen/styret i Trondos

### 7.2.17 Hvilken strategi har Trondos for energibruk

Har Trondos en strategiplan for å redusere energibruken sin? Det tror jeg ikke, men de har begynt å sette fokus på energikostnader og mulige forbedringer. Jeg vet at de har et ønske om kontroll over energibruken og avklaring på fordeling av energikostnadene mellom Butikkdrift og Eiendomsavdelingen. Det er et klart skille mellom Eiendomsavdelingen og Butikkdrift.

#### **Ansvarsfordelinger og fokus**

Butikkdrift sine arbeidsområder:

- Innkjøp av butikkinnredninger inklusive kjøll – og frys møbler
- Innredning av butikk
- Drifting av butikk

Eiendomsavdelingen

- Nybygg og rehabilitering av butikker
- Innkjøp av teknisk utstyr
- Innkjøp av Kjøll og frys rigger
- Ivaretagelse av overskuddsenergien og gjenvinning
- Drifting av bygg og utenomhusanlegg.

Jeg vet også at de har et ønske om å redusere energikostnadene til et lavere nivå. De følger prisnivået på energi nøye og at de kjøper energi til en lav pris i markedet. Samtidig snakkes det om å sørge for at kjøll – og frysutstyr skal bruke minst mulig energi og at disk, skal tildekkes og at skap skal ha dører.

### 7.2.18 Delkonklusjon på forskningsspørsmål nr 1

Trondos er et Samvirkelag som tenker både langsiktig og ønsker en god miljøprofil. Laget har en medlemsmasse på ca 112.000 medlemmer i nærområdet og har ordtaket "Litt ditt" og jeg tror at flertallet både ønsker en god miljøprofil og en langsiktighet som gjenspeiler deres egne ønsker. Det vil si at hvis det hadde vært likt score på begge spørsmålene, både økonomisk og miljømessig, innen en periode på for eksempel 5 år, så ville langsiktigheten avgjøre om hvilket tiltak de ville ha valgt.

Etter å ha gjennomgått forskningsspørsmål 1 og drøftet de forskjellige mulighetene for å oppnå energimerke B på City Lade er det 3 av de 5 utvalgte mulighetene som skiller seg ut. Disse tre punktene vil begge kunne gi City Lade energimerke B, det vil si lavere beregnet energibruk enn 194 kWh pr m<sup>2</sup>.

**Det er punkt 1** Montere varmepumpe som henter overskuddsenergi fra de subkritiske Carrier riggene

**og**

**punkt 2 og 5** Punkt 2 og 5 slås sammen til en endring og de vil redusere den beregnede energi bruken under 194 kWh pr m<sup>2</sup>.

I punkt 1 reduseres energibruken med 25 kWh pr m<sup>2</sup> og dette vil gi en beregnet besparelse på 235 000 kWh. Stiger energiprisen i forhold til det den er i dag, vil inntjeningstiden reduseres. Varmepumpen bruker av overskuddsenergien som "kastes" av over tak og den økonomiske beregningen for den viser at den er svært lønnsom. Med dagens miljøpolitikk med hensyn på å utfase bruken av skitten energi, vil det være tvilsomt at energiprisen går ned.

**Punktene 3,4,** Disse punktene påvirker også delvis energimerket, men i så liten grad at de ikke er tatt med i den videre diskusjonen for endring av energimerket. Jeg ser det som naturlig at disse punktene blir tatt over driftsbudsjettene eller det årlige investeringsbudsjettet etter hvert som komponentene skal skiftes ut eller oppgraderes. I tillegg vil noen av punktene ha under et års inntjeningstid og at det derfor naturlig å gjennomføre disse suksessivt gjennom de nærmeste årene.

Min vurdering på forskningsspørsmål nr 1 er at det vil være lønnsomt både økonomisk og markedsføringsmessig, for Trondos å gjøre investeringer for å endre merket fra C til B

## **Mulig endring av energimerket fra B til A**

Det har under arbeidet med denne oppgaven også dukket opp en mulighet for endring av energimerket fra C til B og kanskje opp til merke A. Det er et punkt som delvis er brukt, men som verken jeg eller Rambøll var klar over ville påvirke energimerket. Det gjelder punktet om nattsenkning av ventilasjonsanleggene fra 8m<sup>3</sup> pr m<sup>2</sup> til 2m<sup>3</sup> pr m<sup>2</sup>. Dette vil være med på å redusere beregnet energibruk med - 25 kWh pr m<sup>2</sup>. Ved en eventuell gjennomføring av punktene 1,2,delvis 3, 5 og reduksjon av natthastigheten på ventilasjonsanleggene vil City Lade få et beregnet energibruk på:

Dagens beregnede energibruk:	209
- For tiltak 1 varmepumpe	-22
- For tiltak med	-12
- Tiltak med	-12
- <u>Nytt tiltak, nattsenkning</u>	<u>-25</u>
<u>Nytt beregnet energibruk</u>	<u>137 kWh pr m<sup>2</sup></u>

Dette er 8 kWh over energimerke A, men kan/har i tillegg utført en del mindre tiltak som vil gi uttelling på det beregnede energiforbruket. Ut i fra mine egne vurderinger vil det være en stor sannsynlighet for at det er mulig å oppnå energimerke A på City Lade, innenfor forsvarlig investeringsramme og at tiltakene vil i sum være lønnsomt for City Lade. Dette er ikke en del av min oppgave, men ser det som viktig å påpeke muligheten.

### **7.3 Diskusjon på forskningsspørsmål 2, har overskuddenergien noen verdi?**

City Lade har i dag overskuddsenergi på 2 930 149 kWh pr år, som ikke benyttes til noe. En endring av energimerket fra C til B vil kunne påvirke størrelsen på mengden av overskuddsenergien. Velger City Lade å foreta en forbedring av energimerket ved å utføre etterisolering av tak og vegger vil det medføre at overskuddsenergien øker. Ved bruk av varmepumpe vil overskuddsenergien minke. Disse to punktene tar vi hensyn til i denne vurderingen

#### **7.3.1 Øker overskuddsenergien eller minsker den ved montering av varmepumpe?**

I ovennevnte punkt har jeg valgt å ta med installasjon av varmepumpe og det medfører at overskuddsenergien vil minke med ca 2 000 000 kWh i året. Dette må vi hensynta i den videre vurderingen. I tillegg har jeg nevnt at det vil være naturlig å forbedre enkelte utvalgte tiltak, som vil bedre isolasjonsevnen og tettheten på bygget. Dette vil være med på å øke overskuddsenergien som "kastes" over tak. Vurderingen er dermed at overskuddsenergien vil kunne øke fra 1 000 000 til nærmere 2 000 000 kWh. Dette lar vi være en sikkerhetsmargin og vurderer kun å benytte sikre tall som er 1 000 000

### **Økning i overskuddsenergien på grunn av forbedring av energimerket**

Forbedring av energimerket fra C til B vil gi en beregnet reduksjon i overskuddsenergien til ca 1 000 000 kWh. Årsaken er at ca 2 000 000 kWh av overskuddsenergien brukes til en varmepumpe.

### **Økning i overskuddsenergien på grunn av følgende justeringer.**

- Tilleggsisolere taket som skiftes ut: 3,2 kWh pr. m<sup>2</sup> = 30 000 kWh Beregnet
  - Redusere bruken av mekanisk kjøling: = Antatt
  - Nattsinking av hastighet på ventilasjonsanlegg 25\*9430 = 235 750 kWh Beregnet
  - Overvåke og redusere interne varmekilder = 150 000 kWh Antatt
  - Hente overskuddsenergi fra subkritiske rigger = 500 000 kWh i mai – sept.
- Sum mulig tilleggsenergi = 915 000 kWh

Denne tas ikke med videre. Da den kun er vurdert, men det virkelige tallet vil nok øke til 915 000 – 1 200 000 kWh og kommer i tillegg til tallene nedenfor.

### **Anslag på salgbar energi på City Lade med og uten varmepumpe**

Alternativ 1 Selge all overskuddsenergi: 3 000 000 kWh

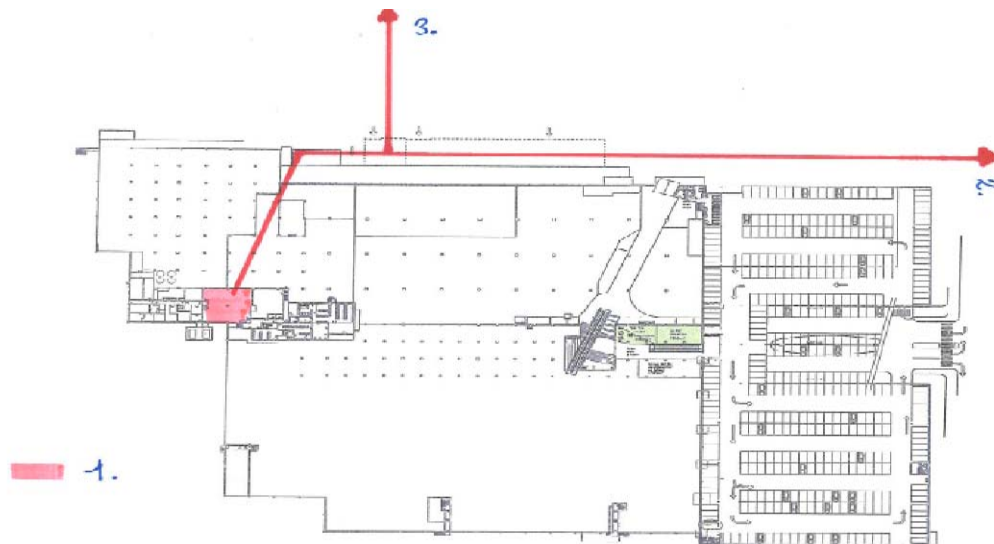
Alternativ 2 Montere varmepumpe og selge restenergien: 1 000 000 kWh

#### **7.3.2 Hva må til for at overskuddsenergien kan brukes til noe**

En eventuell overskuddsenergi kan nyttes i 2 områder. Den ene er å benytte energien selv eller lagre den for senere energibruk. Den andre muligheten er å selge den videre til naboområder eller ettervarme radiatorvannet før fjernvarmoverføringen starter. Uansett valg av løsning vil all tilgjengelig energi passere innom energisentralen på City Lade og kan derfor nyttes til noe.



Se skisse med inntegnet varmesentral(merket rød), samt mulig ledningstrasé



Figur nr 7

- Punkt 1 Energisentral på City Lade
- Punkt 2 Overføringsrør til OBOS Nye Hjem sin varmesentral
- Punkt 3 Mulig overføring til Sykehjem – omsorgsboliger, bydelshus og boliger på "smelteverkstomta".

Områdetegning som viser punkt 3 sine muligheter vises i figur 7. En mer detaljert tegning ligger som vedlegg 10.

### 7.3.3 Hva må løses for at energien skal ha noen salgs verdi

For at overskuddsenergien skal ha noen verdi må de 4 underliggende punkter avklares. Punkt nr 1 er avklart og da gjenstår det 3 punkter

- Konesjon (i videre vurderinger forutsetter jeg at City Lade får konesjon hvis det er nødvendig).

- Hvordan omdanne den til energi som kan nyttes, har den verdi for andre?
- Kjøpere, hvem er de?
- Bygge en ny energisentral for fordeling eller utvide den sentralen som City Lade har i dag.

#### 7.3.4 Finnes det energisentraler i Norge fra før, for salg av overskuddsenergi.

Kjenner jeg til noen annen tilsvarende løsning noen steder i Norge for privat salg av overskuddsenergi? De sentraler jeg kjente til tidligere var Trondheim Fjernvarmesentral, samt nødsentralen som var plassert på Ila. Jeg var kjent med at det finnes en del nødaggregat, både på sykehus, kjøpesenter og lignende, men det var kun for å avhjelpe energileveringen i en krisesituasjon. Når jeg begynte å intervju personer i forbindelse med oppgaven min, ble jeg klar over at det faktisk finnes en del private energisentraler for videresalg av overskuddsenergi.

Her er noen eksempler på det jeg fant.

#### **Eksempel på energisentraler som er bygget/under bygging, samt info om energisentraler**

- Overføring fra Merkursenteret i Trondheim til Britannia hotell. Energien brukes til oppvarming av tappevann.
- Nortura, Malvik. Levert av Therma  
De har levert ”et komplett ammoniakk kuldeanlegg for Nortura sitt nye slakteri i Malvik som ble idriftsatt i 2010. Anlegget er dimensjonert for slakt av 85 tonn storfe og 67,5 tonn småfe (lam) pr. døgn. Anlegget er et tradisjonelt 2-trinns anlegg med pumpe-sirkulasjon for både frys og kjøøl. Til hvert av trinnene er det levert 3 stk skruekompressorer. På arbeidsrom med temperatur på +12°C og alle ventilasjonsaggregater benyttes glykol. Det er også levert en varmpumpe med 2 stk stempelkompressorer tilknyttet anleggets høytrykksside.”
- Energisentral hos Storo Storsenter i Oslo
- Thermagruppen
- Enova om lokale energisentraler – fornybar varme

Internettadresser til disse prosjektene er lagt inn under punkt 10.1 Referanseprosjekter.

#### Foreløpig konklusjonen ble slik:

Ja det finnes energisentraler både i Trondheim, Oslo og mest sannsynlig flere steder i Norge. Muligheten blir dermed sterkere for at overskuddsenergien har en verdi. Forutsetter dette videre i oppgaven.

### 7.3.5 Hvordan omdanne overskuddenergien slik at den kan nyttes

I dag kastes energien av over tak via tørrkjølere/gasskjøler montert på taket på City Lade. I tillegg sender Gmb ut ca 700.000 kWh ut over varerampen sin. Overskuddsenergien må hentes her og fraktes til et fordelingspunkt innenfor området. Som nevnt tidligere vil det være mulig å utvide / rydde opp i den eksisterende energisentralen slik at det blir ett felles sted for distribusjon av energi mellom produsent og kjøper. Dette er utdypet og forklart i kap. 7.3.10. I tillegg må City Lade se på mulighetene til å benytte mer av overskuddsenergien internt på City Lade. Det vil være flere mottakere internt når utbyggingen er avsluttet i 2014.

### 7.3.6 Finnes det kjøpere

Jeg har foretatt 2 intervju for å undersøke muligheten for salg / kjøp av overskuddsenergien. Den ene muligheten var forvarming av tappevann for et utbyggingsprosjekt på ca 530 leiligheter, som OBOS skal bygge. Den andre muligheten var forvarming av innblåsningsluft til ventilasjonsanlegg for butikker i nærheten (men ikke på City Lade) Den tredje muligheten er selvsagt, hvis mulig, å benytte overskuddsvarmen til nye leietakere på City Lade. Leietakere som har et stort varmtvannsbehov, slik som kafé eller annet serveringssted (Pizza, middagservering eller lignende)

- Forvarming av tappevann er en av mulighetene og firmaet (Obos, nye hjem) som skal bygge leilighetene er interessert, men vil ha dokumentasjon på stabiliteten og et forslag til gjennomføringsmulighet.
- Forvarming til tappevann innenfor City Lade er kanskje den enkleste muligheten, det må beregnes om dette er mulig og om det er et behov som kan nyttegjøre seg størsteparten av energien.
- Forvarming til andre ventilasjonsanlegg utenfor City Lade må beregnes
- I tillegg skal det bygges et sykehjem for Trondheim Kommune og flere leiligheter på tomta til Ila og Lilleby smelteverk, se vedlegg nr 10.

Ut i fra de undersøkelser jeg har foretatt og den kunnskap jeg nå har, ser jeg det som stor sannsynlighet at alle 4 mulighetene er gjennomførbare praktisk.

### 7.3.7 Muligheter for å øke overskuddsenergien på City Lade

Jeg har behandlet dette i punkt 11.3.3 der City Lade kan redusere energibruken uten at det påvirker merket. I tillegg vil energioverføring fra de 2 subkritiske anleggene til radiatoranlegget bli redusert i sommerhalvåret på grunn av at det er et lavt behov for oppvarmingsenergi på City Lade. Med en felles energisentral kan denne energien overføres til oppvarming av tappevann til naboer eller andre brukere.

### 7.3.8 Mulig løsning på fordeling av energien – energisentral?

For å løse utfordringene med verdi på overskuddsenergien mener jeg det må bygges en felles energisentral for håndtering av energi og fordeling av overskuddsenergien. Dette vil gi de beste mulighetene for utnyttelse av overskuddsenergien, både for bruk i City Lade og til videresalg til andre. Med en felles energisentral vil en oppnå at overskuddsenergien blir prioritert foran innkjøpt energi. Fjernvarmeveksler mot ekstern energi vil kun bli foretrukket hvis overskuddsenergien på City Lade blir for lav til å forsyne alle brukerne, både internt og eksternt.

### 7.3.9 Plassering av energisentral og mulig fordelingsnett

For å utnytte overskuddsenergien best, vil jeg velge å plassere all gjenvinning inne i dagens energisentral. Dette vil gi City Lade en mulighet til å bruke mest mulig av energien selv og i tillegg levere mest mulig energi til naboer som vil være interesserte i kjøp av overskuddsenergi til en lavere kostnad enn dagens fjernvarmesystem

Mulig fjernvarmeledning fra ny energisentral på City Lade fram til energisentralen til OBOS



— Mulig ledningstrase fra energisentral

I tillegg det tekniske utstyret som står i sentralen i dag vil det komme følgende nytt utstyr:

- Varmepumpe som henter energi fra de subkritiske kjølekompressorene
- Veksler mot de transkritiske kjølekompressorene
- Veksler mot overskuddsenergien fra ovnene i Gmb

Dette er en god plassering, slik at all overskuddsenergi monteres på samme sted som det i dag finnes fjernvarmetilknyttinger og fjernvarmevekslere. Fra denne sentralen kan det sendes energi til alle interne varmeanlegg på City Lade. I tillegg kan energien sendes til potensielle

kjøper både mot OBOS feltet og andre steder som kan ha behov for energi både til tappevann og generell oppvarming.

Ledningen legges fra dagens energisentral på City Lade. Den er lokalisert ved siden av Gmb. Energisentralen er til høyre på tegningen ved enden av den røde streken.

Sentralen inneholder i dag følgende:

- Nødaggregat på 100 kW
- 2 Oljefyrkjeler (er ikke i drift nå)
- Fjernvarmeinntak både for City Lade og Gmb

### 7.3.10 Hvordan driftes en energisentral

Følgende saker må avklares:

- Hvordan måles energien
- Fakturering
- Omdanning til energi som kan nyttes til forvarming av tappevann og forvarming av ventilasjonsluft
- Hvordan løses ettervarmingen av tappevannet
- Byggekostnader inklusive fordelingsnett
- Varighet på avtalene
- Enerkipris – fast eller variabel pris?( 80 % av fjernvarmekostnader?)
- Vedlikeholdskostnader
- Trygghet for at mottakere har en sikkerhet for leveranse av energi.

For å finne en løsning på ovennevnte punkter må det foretas en vurdering på hvor mye overskuddsenergi som er tilgjengelig gjennom året og behovet hos eventuelle kjøpere. Forutsetter at all energien kan selges.

### 7.3.11 Kostnadsvurdering på energisentral og gjennomførbarhet

For å kalkulere kostnadene vil jeg støtte meg til Holthe kalkulasjonssystem, i tillegg til egenkalkulasjon. Samarbeidspartnere på City Lade vil bistå med kontroll av kalkylen.

Følgende punkter må beregnes / avklares

- Byggekostnad utvidelse av sentral
- Legging av rørstrekk fram til kjøper(e)
- Energimålere
- Fjernvarmevekslere hvor plasseres de(for å trygge leveransen)

- Gjennomførbarhet
- Stabilitet på leveransene
- Administrasjon/fakturering
- Driftskostnader

#### **Forenklet økonomisk avklaring/budsjett:**

- Rydde i dagens sentral:		= 150 000 kr
- Legge energirør(= fjernvarmerør)	266 m * 2 500	= 665 000 kr
- Veksler 2 stk	2 * 100 000	= 200 000 kr
- <u>Beskrivelse og kvalitetskontroll</u>		= 100 000 kr
Sum eks mva		= 1 115 000 kr
- <u>Usikkerhet 20%</u>		= 223 000 kr
- <u>Beregnet totalkostnad</u>		= 1 333 000 kr eks mva.

Beregning er utført på et slikt nivå at det vil være mulig å gjennomføre byggingen innenfor totalsummen, tabell nr 9

#### **Avklaring på resterende punkter:**

- Energimåler av godkjent type monteres hos mottakere(varmetap tas av selger)
- Fjernvarmeveksler plasseres hos mottakere og bekostes av dem(Det er pålagt tilkobling av fjernvarme på Lade og de må uansett montere dette). Fjernvarmeveksleren sørger for at mottaker har sikkerhet for leveransen.
- Gjennomførbarhet er avklart og prosjektet kan gjennomføres hvis det er økonomisk forsvarlig for City Lade.
- Adminstrasjon/fakturering utføres av City Lade
- Driftskostnader 10 %

#### **Økonomi ved gjennomføring av salg av energi**

- Salg av energi 1 000 000 kWh a 0,60 * 80% reduksjon		= 480 000 kr
- Administrasjon 10 %		= - 48 000 kr
- <u>Driftskostnader</u>		= - 48 000 kr
<u>Overskudd på salg</u>		= 384 000 kr

Avkastning på investeringen år 1 er 28.8 %, gir en inntjeningsstid på under 4 år.

I tillegg er det viktig å ta med at overskuddsenergien er mest sannsynlig over 1 500 000 kWh pr år. Sikkerheten for investeringen er dermed svært høy. Gjennomføringen vil være lønnsom både for selger og kjøper.

### 7.3.12 Kjøpekontraktene – innhold

De må ha en viss varighet på for å gi en sikkerhet for nedbetaling av investeringene. I henhold til forenklet beregning ovenfor bør kontrakten minimum ha en lengde på 4 – 6 år.

### 7.3.13 Lønnsomhet

Som en kort oppsummering vil jeg si at lønnsomheten på dette er trygt enten City Lade bruker energien internt eller selger den eksterne.

10 års avskrivning på investering samt værstefalls vurdering medfører en laveste akseptable energipris på kr: 0,28625.

Energiprisen kan variere mellom 0,28625 og 0,6 kr/kWh og gjennomføringen vil være lønnsom.

## 8 Konklusjon

Masteroppgave om følgende forskningsspørsmål

1. Er det mulig å oppnå energiklasse B på kjøpesenteret City Lade
2. Har overskuddsenergien fra Kjøle- og fryseanleggene noen verdi

Oppgaven har vært prøvd løst med å gjennomføre både kvantitative og kvalitative undersøkelser. Jeg har valgt å foreta disse undersøkelsene på City Lade og i tillegg har jeg intervjuet en del personer som har befattning med energimerking og drifting av bygg. Jeg har konsentrert meg om følgende områder – personer

- Eiendomsbesittere
- Driftsingeniører og driftssjefer
- Konsulenter
- Overskuddsenergi hva kan den brukes til
- Overføringsmuligheter for energi til andre brukere

Har sett for meg at disse gruppene av personer kan bidra til å få avklart spørsmålene mine. Formålet med å belyse disse områdene er å prøve å forbedre byggene (skape mer energieffektive bygg), samt å forske på om det er mulig å benytte overskuddsenergien til noe nytting. Gjenbruk eller salg av overskuddsenergien.

Ved å sette fokus på energimerket og eventuell overskuddsenergi, har jeg oppdaget at energibruken går ned, før man begynner å gjøre tiltak. Reduksjoner skjer bare en stiller spørsmål om energi. Settes det fokus på et område skjer det ofte endringer, gjerne positive.

Hensikten med oppgaven er å sette fokus på et område som kanskje ikke har vært belyst nok, i og med at energien i Norge har vært rimelig og vi har hatt nok av den. I tillegg har vi betraktet energien hos oss som "ren" fordi vi verken har hatt kullkraftverk eller annen type forurenset energi, men vi importerer slik energi via energiutveksling med Europa.

Oppgaven vil kanskje gi svar på om det lønner seg å forbedre isoleringstykkelsen i vegger og tak, samt tettheten av konstruksjonen slik at bygget bruker mindre energi til oppvarming. I tillegg har vi ikke fokusert på at det ofte "kastes" energi over tak uten å bruke den flere ganger.

"Energi forsvinner ikke, bruk den gjerne flere ganger"

### **Forskningsspørsmål 1 Er det mulig å oppnå energiklasse B på kjøpesenteret City Lade?**

Spørsmålet er litt tvetydig og årsaken til at jeg skriver det, er at det selvsagt er mulig, men vil det være viktig å gjøre det uavhengig av kostnad eller er det andre fordeler med å ha et bedre



energimerke? Jeg har sett på oppgaven på en slik måte at jeg har tenkt på hva som vil være viktig for eier og jeg har forstått at begge deler er viktig.

I første del av oppgavene har jeg sett på hvilke muligheter City Lade har, til å få forbedret energimerket fra C til B. Ut i fra det store utvalget, over 20 punkter som kan bidra til energimerkeendring, enten hver for seg eller alene.

Jeg startet med å velge bort de mulighetene som var små og rimelige og som det er naturlig at blir tatt inn under ordinær drift.

Jeg satt opp 5 kriterier for å avklare hva som var det riktige valget.

- A) Gjennomførbarhet
- B) Vil tiltaket ha noen vesentlig påvirkning på merket?
- C) Kostnad
- D) Kortest mulig inntjeningstid(kost/nytte funksjon)
- E) Størst miljøgevinst

Jeg sammenlignet de forslagene jeg hadde satt opp med Rambøll sine forslag (firmaet som energimerket City Lade) og valgte ut i fra kriteriene som jeg hadde satt opp. Endte opp med følgende fem mulige tiltak.

Tiltakene som skal kostnadsberegnes

- 1 Varmepumpe 1 eller 2 stk
- 2 Lysstyring forskjellige muligheter.
- 3 Etterisolering av vegger og tak
- 4 Forbedring eller utskifting av varmegjenvinnere på ventilasjonsanleggene
- 5 Utskifting eller oppgradering av SD anlegget, inklusive oppfølging av fagpersonell innen fagområdet. Optimal drifting på både luftmengder og tidsstyring

Tiltakene er vurdert opp i mot de oppsatte kriterier som var fastsatt og konklusjonen er at både alternativ 1 og et sammenslått alternativ 2 og 5, fyller kravene for endring av energimerke fra C til B, men alternativ 1 vil være det mest lønnsomme.

#### Varmepumpe for overskuddsenergien fra Carrier anlegg 1 og 2

Installasjon av varmpumpe til overskuddsenergien fra Carrieranlegg 1 og 2 vil være lønnsom. Anlegget vil gå med et årlig overskudd på kr 309 977,00 i 15 år. Innvesteringen vil være svært lønnsom og ha en inntjeningstid på 6 – 7 år avhengig av energiprisen.

Jeg konkluderer på Forsknings spørsmål nr 1 at det er mulig å gjennomføre endringen av energimerket fra C til B og at det i tillegg vil være svært lønnsomt.

### **Forsknings spørsmål nr 2 Har overskuddsenergien fra Kjøle- og fryseanleggene noen verdi**

Jeg viser til drøftingene som gjelder forsknings spørsmål nr 2. Jeg må ta en forutsetning i denne konklusjonen og den er at varmepumpen som ble behandlet og anbefalt installert under forsknings spørsmål 1, er montert og satt i drift. Dette medfører til at tilgjengelig energi er redusert fra 3 000 000 kWh til minimum 1 000 000 kWh.

For å konkludere på dette punktet er det 3 viktige punkter som avgjør om overskuddsenergien har noen verdi og de er som følger:

1. Er det mulig å fange og omdanne overskuddsenergien til salgbar vare
2. Finnes det kjøpere til denne energien
3. Vil det være lønnsomt for Trondos og City Lade å gjennomføre dette

#### **Punkt nr 1.**

Gjennom den forskningen som er utført og de avklaringer som har kommet. Vil det være mulig å fange overskuddsenergien på City Lade. Store deler av det som trengs og løses er avhengig av at City Lade ønsker å gjennomføre innkjøp og bruk av varmepumpe. Dette tiltaket er svært lønnsomt alene og baner vei for at det er mulig å omdanne energien til salgbar vare. Ved å samle energioverskuddet fra de subkritiske kompressoraneleggene ned i teknisk rom gjør det lettere å få energien salgbar.

#### **Punkt 2.**

##### Mulighet 1

I henhold til intervjuene som er foretatt og den sikkerheten via montering av fjernvarmevekslere som garanterer at mottakerne får den temperaturen som de må ha for å nyttegjøre seg energien, så finnes det kjøpere til overskuddsenergien. Fjernvarmevekslere må utbyggingsområdene montere uansett, men i stedet for å varme opp 5°C vann til tappevann, mottar de nå vannet med en temperatur på mellom 50 – 60 °C grader og det vil gå med vesentlig mindre fjernvarme for borettslagene / sykehjemmet eller lignende. Salgspris er antatt til 80 % av kostnaden ved kjøp av energi, det vil si at den er prissatt til 60 øre pr kWh

## Mulighet 2

City Lade kan utnytte mer av overskuddsenergien selv og dermed spare penger i forhold til å kjøpe energien for full pris. Det vil i utgangspunktet være best økonomisk å bruke alt selv.

### **Punkt 3.**

Det vil være lønnsomt for City Lade å gjøre dette med bakgrunn i at kostnadene på å fange overskuddsenergien er lavere enn inntektene ved salg av overskuddsenergien.

#### Overskuddsenergien har en verdi og det vil være lønnsomt å "fange" den.

Det vil være lønnsomt for City Lade å gjennomføre dette under forutsetning av at det skrives salgskontrakter før gjennomføringen gjøres. Kontraktene må ha en varighet på 4 – 5 år med rette til fornying for ytterligere 5 år.

Jeg konkluderer på forskningsspørsmål nr 2 at overskuddsenergien fra Kjøle- og fryseanleggene har verdi. Den kan utnyttes bedre på City Lade å gi en lønnsomhet i forhold til det. I tillegg kan overskuddsenergien selges til naboeiendommer og nyttegjøres til oppvarming av tappevann, forvarming av ventilasjonsluft. Det vil være svært lønnsomt å selge energien til nabobygg.

## 9 Planlegging framover(Normativt) - Veien videre

Nå har jeg kommet langt med mine undersøkelser og mange endringsmuligheter har kommet til syne. Noen er behandlet og forkastet, andre er med i vurderingene, men noen få er viktige å arbeide videre med. Dette gjelder primært City Lade, men dette bygget er bare en sjettedel av det arealet som Trondos eier og drifter. Energibruken hos Trondos er i dag på totalt 34 500 000 kWh pr år og oppgaven synliggjør en mulig besparelse på 10 – 15 % med å sette fokus på energibruk og bedre drifting av de tekniske anleggene. Klarer Trondos å spare 10-15 % på resterende bygningsmasse, så utgjør det 3,45 – 5,18 mill. kWh pr år.

### 9.1 Mulig endring av energimerket fra B til A på City Lade

Det har kommet fram at det er en stor mulighet for å endre energimerket fra C til B, men at også energimerke A er innen rekkevidde. Jeg vurderer det slik at denne endringen vil være lønnsom. For å få til en energimerkeendring fra B til A så må følgende punkter bør undersøkes nærmere:

- Ytterligere forbedringer på isolering av takene etter hvert som takpappen skiftes ut, den eldste delen av taket er 40 år gammelt og har snart nådd grensen på levetid.
- Redusering av glassflater kan skje suksessivt framover i tid
- Overgang til kun LED-belysning i alle arealer på kjøpesenteret
- Utskiftning av varmegjenvinnerne på ventilasjonsanleggene etter hvert som de utrangeres.

### 9.2 Fokus på energiledelse

Jeg foreslår at toppledelsen i Trondos setter fokus på energiledelse på alle sine bygg. Energieffektivisering må bli en bedriftskultur på hvert enkelt nivå i bedriften og at alle ansatte blir bevisste (adferdsendringer) på hvilke tiltak som er mulig å gjennomføre på en enkel måte. Ved enkle tiltak kommer besparelsene hver dag året igjennom. Denne oppgaven viser at City Lade vil være det første prosjektet som gir varig energibesparelse.

### 9.3 Hvordan bygge nye butikker energimessig riktig

Hva er framtidens mål med en ny butikk?

Strategi og fokusområder:

- Plussuskvaliteter på bygningskropp
- Lavt energibruk på teknisk utstyr
- Maksimal fokus på energigjenvinning
- Mulig videresalg av energi
- Målsetting på energibruk

Fokus på bærekraftige løsninger innenfor energibruk og kvaliteten på Trondos sine nybygg betyr at de systematisk må benytte seg av nye og mer bærekraftige løsninger på alle nivå i forbindelse med planlegging av nye prosjekter.

## 10 Litteratur og referanser

Larsen, A, K. (2007, 2. utgave). **En enklere metode – veiledning i samfunnsvitenskapelig forskningsmetode**. Fagbokforlaget, Bergen

Everett, E, L og Furseth, I. (1997, 3. Opplag 2008) Masteroppgaven. Universitetsforlaget 2004

Olsson, N. (2011). Praktisk rapportskrivning. Tapir Akademiske forlag, Trondheim

Larsen, A. K. (2007, 2. Opplag 2008). En enklere metode – Veiledning i samfunnsvitenskapelig forskningsmetode. Bergen: Fagbokforlaget

Rienecker, L og Jørgensen, P. S. (3. opplag 2009). Den gode oppgaven – Håndbok i oppgaveskriving på universitet og høyskole. Bergen: Fagbokforlaget

Kleiven, H. (2011). Forelesningsfoil "Eiendomsforvaltning, FM og Roller og organisering, Hamar: Oppland Fylkeskommune.

Halvorsen, K. (2008, 5. utgave). Å forske på samfunnet: en innføring i samfunnsvitenskapelig metode. Oslo: Cappelen akademisk

Bøeng, A. C. (2010) Konsekvenser for Norge av EU's fornybarhetsdirektiv. Oslo Økonomiske Analyser

Holthe, F (2011) Seksjonsleder Rambøll AS avdeling VVS, Trondheim 2011

Dahl, P (2011) Senior energirådgiver AF Energi & Miljøteknikk

Eikeland, P. T (2010) Forelesning om Organisering og styring i prosjektutvikling. NTNU

Deru, M, Bonnema, E, Doebber, Ian. Hirsch. McIntyre, M. Scheib, Jennifer (2011) Thinking Like a Whole Building: A Whole Foods Market New Construction Case Study

Troye, S. & Grønhaug, K. Utredningsmetodikk. 3. utgave red. Oslo: Tano A/S

### 10.1 Referanseprosjekter

Hotel Britannia i Trondheim kjøper energi fra Merkursenteret og Telenor(ref Cowi)

Internett adresser om energisentraler:

<http://www.follofjernvarme.no/no/energisentraler/>

- Energisentral Storo Storsenter
- Spisslastsentral Ski Storsenter
- Energisentral Thon Hotel Svolvær

- Energisentral Rygge Lufthavn

<http://www.rejlers.no>

- Energiledelse
- Driftstjenester for energiselskaper
- EOS oppfølging
- Energiteknikk

[http://www.regjeringen.no/upload/subnettsteder/framtidens\\_byer/samlinger/Mars%202010/EIB\\_Enova\\_varme%20Trond%20Bratsberg.pdf](http://www.regjeringen.no/upload/subnettsteder/framtidens_byer/samlinger/Mars%202010/EIB_Enova_varme%20Trond%20Bratsberg.pdf)

- Lokale energisentraler og mulig økonomisk støtte til disse
- Biogassanlegg
- Bistand med søknad om bygging og tillatelser til energisentraler

<http://www.therma.no/default.pl?showPage=238>

- Energisentraler

[http://en.wikipedia.org/wiki/Leadership\\_in\\_Energy\\_and\\_Environmental\\_Design](http://en.wikipedia.org/wiki/Leadership_in_Energy_and_Environmental_Design)

- Lederskap i byggutforming og energibruk

Wal – Mart outlines energy plan

[http://news.cnet.com/8301-10784\\_3-9805449-7.html](http://news.cnet.com/8301-10784_3-9805449-7.html)

[http://news.cnet.com/8301-10784\\_3-9855096-7.html](http://news.cnet.com/8301-10784_3-9855096-7.html)

[http://news.cnet.com/8301-11128\\_3-9858237-54.html](http://news.cnet.com/8301-11128_3-9858237-54.html)

<http://www.bellona.no/subjects/Kull>

## 10.2 Figurliste(bilder)

Figur nr 1 – Energimerket til City Lade etter skifte fra C til B.....	17
Figur nr 2 – Beslutningstakere hos TRONDOS.....	20
Figur nr 3 – Egne ansatte som utfører FM tjenestene.....	20
Figur nr 4 – Energi via vekslere mot tørrkjølere.....	41
Figur nr 5 – Avkast energi fra Gmb.....	42
Figur nr 6 – EOS skjermbilde.....	49
Figur nr 7 – Skisse på energisentral og mottakere av energi.....	70

### 10.3 Tabelliste

Tabell 1 – Intervjuobjektene og arealer de disponerer.....	32
Tabell 2 – Energibruken på City Lade fra 2005 – 2010.....	34
Tabell 3 – Viser nedgang i energibruken fra 2010 – 2011.....	36
Tabell 4 – Viser grunnlast på fjernvarme gjennom hele året.....	37
Tabell 5 – Beregnet reduksjon av energibruken på noen av tiltakene.....	51
Tabell 6 – Økonomisk oppsett – Kostnad/lønnsomhet varmepumpe.....	63
Tabell 7 – Varmepumpe ved Gmb – Kostnad/lønnsomhet varmepumpe.....	63
Tabell 8 – Lysstyring – Kostnad oppsett/lønnsomhet.....	64
Tabell 9 – Forenklet budsjett på rørstrekk/fjernvarme fram til naboer.....	75

## 11 Vedlegg

Vedlegg 1 – Uttaksskjema

Vedlegg 2 – Intervjuguide

Vedlegg 3 – Simien beregninger på City Lade på energimerke C

Vedlegg 4 – Systemskisse for energi som kastes av via tørrkjøler

Vedlegg 5 – Komplette tabell fra uke 1 til uke 20, energi som kastes over tak

Vedlegg 6 – Energiforbruk City Syd etter installasjon av varmepumpe

Vedlegg 7 – Skriv fra Entro

Vedlegg 8 – Simien beregninger på forbedringer etter montasje av varmepumpe

Vedlegg 9 – Kostnadsoverslag på varmegjenvinning med en varmepumpe

Vedlegg 10 – Utviklingsmuligheter på Ila og Lilleby smelteverk



## Vedlegg 1 - Uttaksskjema



**MASTEROPPGAVE I STUDIEPROGRAMMET MASTER I  
EIENDOMSUTVIKLING OG FORVALTNING**

for

**Masterstudent : Morten Mogseth.**

**Fagområde** Eiendomsutvikling og -forvaltning:

**Utleveringsdato:** 01.09.2011.

**Innleveringsdato:** 22.06.2012.

**Tittel** Er det mulig å oppnå energiklasse B på kjøpesenteret City Lade  
Har overskuddenergien fra Kjøle- og fryseanleggene noen verdi

**Formål** Se på mulighetene for å redusere energibruken på kjøpesenteret.  
Vurdere om overskuddenergien kan selges til nabobygg.

**Følgende hovedpunkter skal behandles:**

1. Belyse og verifisere dagens situasjon
2. Vurdere endringer på tekniske anlegg som kan gi en reduksjon i energibruken.  
I tillegg vil det bli vurdert en annen type belysningsutstyr, så som led eller lignende.
3. Foreta en undersøkelse om det finnes noen kjøpere til energien vi ikke kan utnytte selv.

*Trondheim*

.....  
(sted)

31.08.2011

.....  
(dato)

*Arvid Dallhang*

.....  
Veileder / Faglærer ved NTNU

*Per Johann*

.....  
Leder for studieprogrammet

## Vedlegg 2 - Intervjuguide

## Vedlegg 2 - Intervjuspørsmål

Spørsmålene jeg satte opp til intervjuguiden har jeg valgt ut sammen med driftslederen på CL, når det gjelder bruk av energi.

### ENERGI FORSVINNER IKKE – DEN ER KONSTANT – BRUK DEN GJERNE FLERE GANGER

#### 1. Energiplan - Strategiplan

- Har bedriften er fastsatt energiplan?
- Kontrolleres energibruken
- Langsiktig plan
- Lysstyring
- Målsetting?

#### 2. Energimerke

- Ønskes et spesielt energimerke - profilering
- Er de fornøyd uansett hvilke merke de får?
- Vurderes forbedring

#### 3. Bruk av energi

- Kjenner dere forbruk pr m<sup>2</sup> i dag
- Ønskes forbedring?
- Målsetting på m<sup>2</sup>
- Kontrolleres forbruket
- Avvikskurver med alarm

#### 4. Varme-/energigjenvinning

- På ventilasjon
- Kjøle - fryse maskiner
- Annet
- Kontrolleres virkningsgraden?

#### 5. Overskuddsenergi

- Måles denne?

#### 6. Energilagring

- Er dette vurdert?

#### 7. Salg av overskuddsenergi

- Muligheter

#### 8. Varmepumpe / Kjølemaskin(Isvann)

- Vurdert

**9. Total areal som disponeres**

- Hvor mange m<sup>2</sup>

**10. Miljø og samfunnsansvar?**

- Tenkt over dette

**11. Vannforbruk**

**12. Energiforbruk**

**13. Sorteringsplan avfall**

**14. Andre Miljøtiltak**

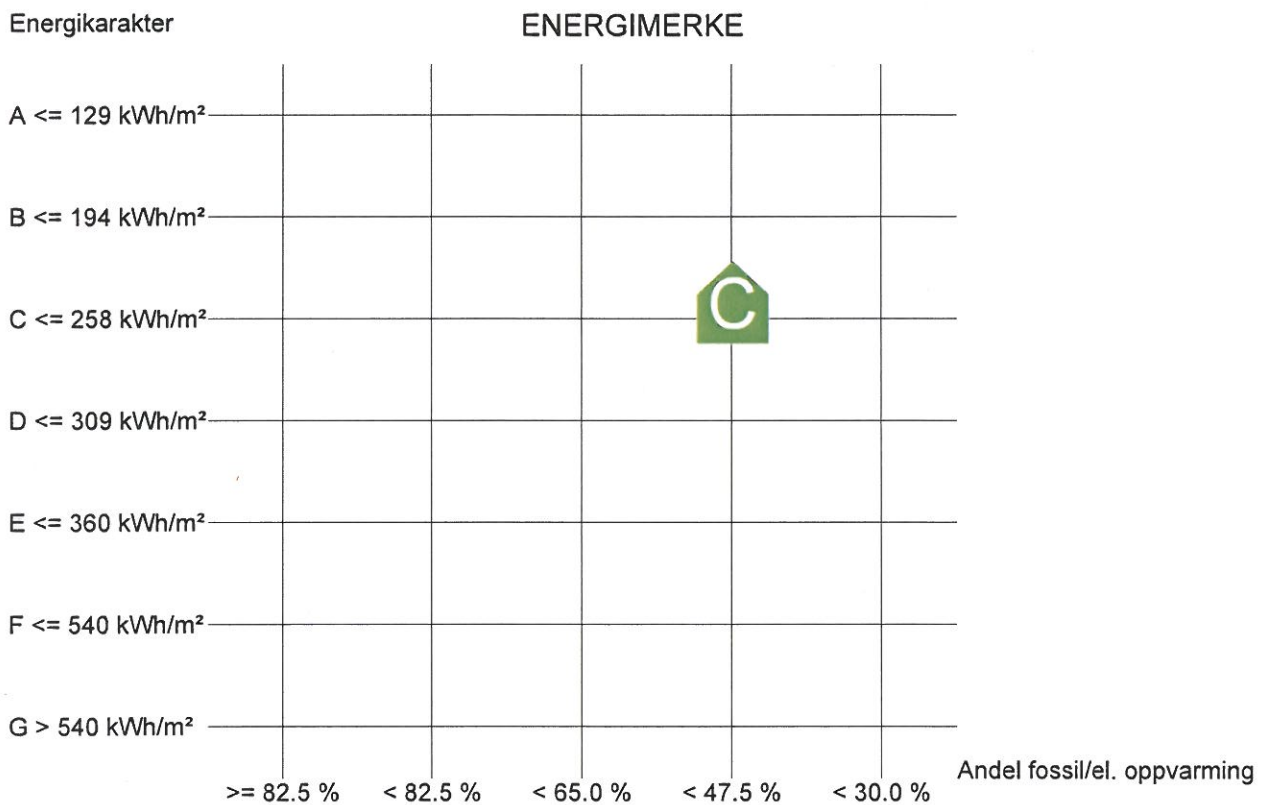
### Vedlegg 3 – Simien beregninger på City Lade på energimerke C



# SIMIEN

Energimerke

Simuleringsnavn: Energimerke  
Tid/dato simulering: 12:35 2/5-2012  
Programversjon: 5.010  
Brukernavn: Flerbruker  
Firma: COWI AS  
Inndatafil: E:\Trondos\City Lade\695 - Lade idag.smi  
Prosjekt: City Lade  
Sone: Alle soner



Beregnet levert energi normalisert klima: 209 kWh/m<sup>2</sup>  
Sum andel el/olje/gass av netto oppvarmingsbehov: 30.0 %

Beregnet levert energi	
Beskrivelse	Verdi
Energibruk normalisert klima	209 kWh/m <sup>2</sup>
Energibruk lokalt klima	201 kWh/m <sup>2</sup>



# SIMIEN

Energimerke

Simuleringsnavn: Energimerke  
Tid/dato simulering: 12:35 2/5-2012  
Programversjon: 5.010  
Brukernavn: Flerbruker  
Firma: COWI AS  
Inndatafil: E:\Trondos\City Lade\695 - Lade idag.smi  
Prosjekt: City Lade  
Sone: Alle soner

Beskrivelse	Forventet levert energi	Verdi
Elektrisitet		4208304 kWh
Olje		0 kWh
Gass		0 kWh
Fjernvarme		3531919 kWh
Biobrensel		0 kWh
Annen energivare		0 kWh
Total energibruk		7740223 kWh

Beskrivelse	Dokumentasjon av sentrale inndata (1)	
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m <sup>2</sup> ]:	7815	
Areal tak [m <sup>2</sup> ]:	6469	
Areal gulv [m <sup>2</sup> ]:	2903	
Areal vinduer og ytterdører [m <sup>2</sup> ]:	521	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m <sup>2</sup> ]:	37052	
Oppvarmet luftvolum [m <sup>3</sup> ]:	221273	
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,20	
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,20	
U-verdi gulv [W/m <sup>2</sup> K]	0,11	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m <sup>2</sup> K]	1,73	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	1,4	
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]:	0,09	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m <sup>2</sup> K]	45	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	1,50	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	73	





# SIMIEN

Energimerke

Simuleringsnavn: Energimerke  
Tid/dato simulering: 12:35 2/5-2012  
Programversjon: 5.010  
Brukernavn: Flerbruker  
Firma: COWI AS  
Inndatafil: E:\Trondos\City Lade\695 - Lade idag.smi  
Prosjekt: City Lade  
Sone: Alle soner

## Dokumentasjon av sentrale inndata (2)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	72,6	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	2,12	
Luftmengde i driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	16,9	
Luftmengde utenfor driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	4,3	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	0,84	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	80	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	20,0	
Systemeffektfaktor kjøling:	2,50	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	22,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	30	
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:	0,50	
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:	0,60	
Driftstid oppvarming (timer)	12,0	

## Dokumentasjon av sentrale inndata (3)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Driftstid kjøling (timer)	0,0	
Driftstid ventilasjon (timer)	12,0	
Driftstid belysning (timer)	12,0	
Driftstid utstyr (timer)	12,0	
Oppholdstid personer (timer)	12,0	
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	15,00	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	15,00	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,00	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m <sup>2</sup> ]	1,35	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	0,00	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m <sup>2</sup> ]	10,00	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,55	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,20	
Solskjermingsfaktor horisont/bygningsutspring:	1,00	



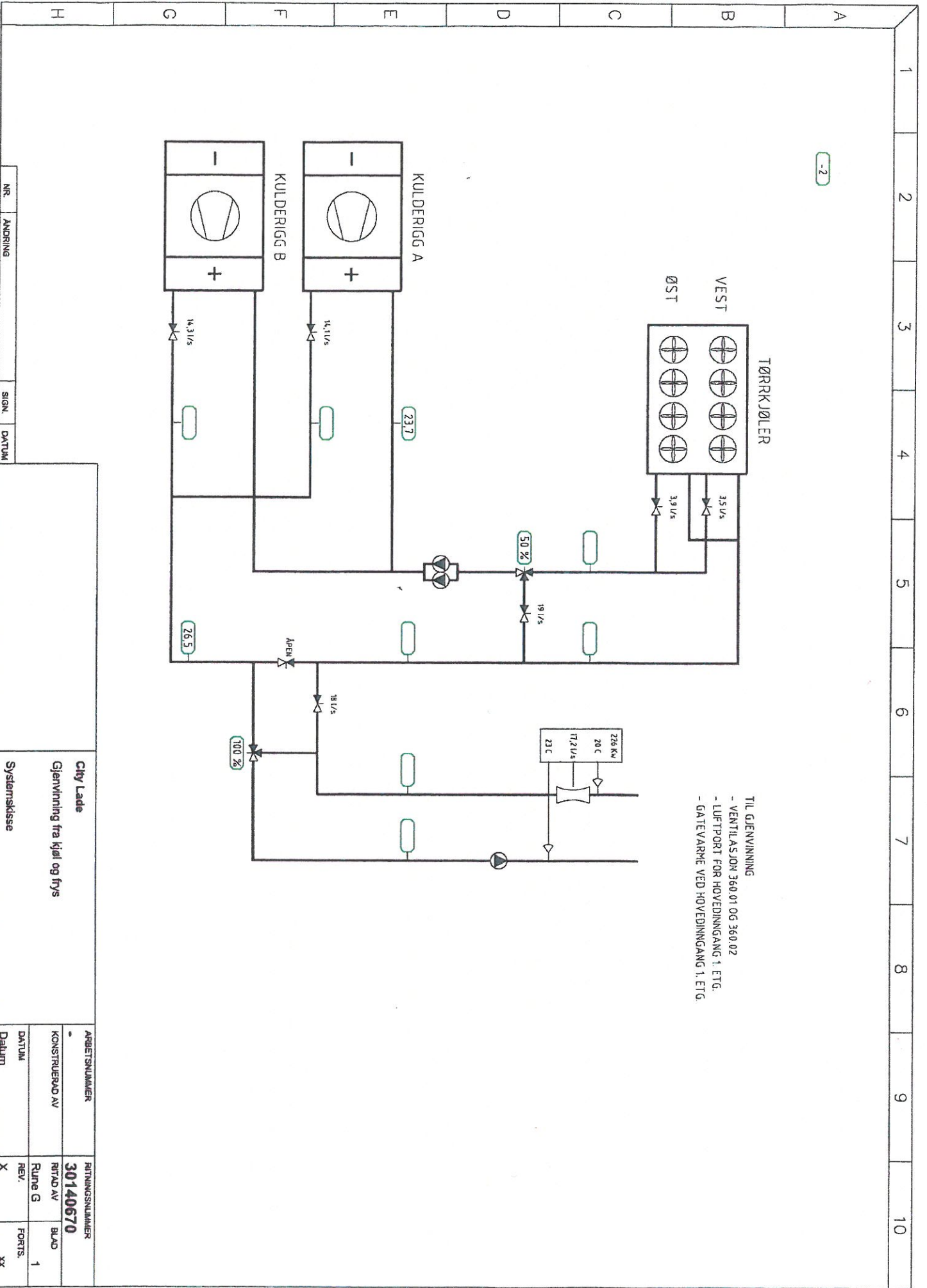
# SIMIEN

Energimerke

Simuleringsnavn: Energimerke  
Tid/dato simulering: 12:35 2/5-2012  
Programversjon: 5.010  
Brukernavn: Flerbruker  
Firma: COWI AS  
Inndatafil: E:\Trondos\City Lade\695 - Lade idag.smi  
Prosjekt: City Lade  
Sone: Alle soner

Inndata bygning	
Beskrivelse	Verdi
Bygningskategori	Forretningsbygg
Simuleringsansvarlig	Frode Holthe og Helgi Halfdanarson
Kommentar	

## Vedlegg 4 – Systemskisse for energi som kastes av via tørrkjøler



TIL GJENVINNING  
 - VENTILASJON 360.01 OG 360.02  
 - LUFTPORT FOR HOVEDINGANG 1. ETG.  
 - GATEVARME VED HOVEDINGANG 1. ETG.

NR.	ANDRING	SIGN.	DATUM	City Lade Gjenvinning fra kjøll og frys Systemskisse	ARBETSNUMMER	RITINGSNUMMER
					KONSTRUERED AV	RITAD AV
				DATUM	Rev.	BLAD
				Datum	X	FORTS. 1
						XX

## Vedlegg 5 – Komplette tabell fra uke 1 til uke 20, energi som kastes over tak

Uker	Utetem-p.	Nominell Effekt til Kjel/Frys	Akkumulert	Målt Ei til kuldeanlegg	Akkumulert	Gjennvinning, denne uken.	Akkumulert.	Fjernvarmebruk, denne uken.	Akkumulert.	Kondensator varme, denne uke	Kondensatorv varme, akkumulert	Tapt energi over tak, denne uken.	Tapt energi over tak, akkumulert.
1	-0,1	15624	15624	28023	28023	25461	25461	67 250	67 250	39060	39060	13599	13599
2	3,2	15624	31248	28196	56219	26488	51949	61 420	128670	39060	78120	12572	26171
3	1,8	15624	46872	28039	84258	24330	76279	64 060	192730	39060	117180	14730	40901
4	-1,1	15624	62496	26840	111098	17350	93629	82 130	274860	39060	156240	21710	62611
5	-5,4	15624	78120	26760	137858	16628	110257	114 570	389430	39060	195300	22432	85043
6	2,0	15624	93744	28197	166055	23103	133360	87 030	476460	39060	234360	15957	101000
7	3,4	15624	109368	28177	194232	20587	153947	79 790	556250	39060	273420	18473	119473
8	4,2	15624	124992	28442	222674	20207	174154	64 890	621140	39060	312480	18853	138326
9	5,8	15624	140616	28758	251432	18938	193092	53 320	674460	39060	351540	20122	158448
10	5,7	15624	156240	28235	279667	17920	211012	56 410	730870	39060	390600	21140	179588
11	3,5	15624	171864	28788	308455	16944	227956	49 700	780570	39060	429660	22116	201704
12	4,8	15624	187488	29605	338060	15063	243019	46 300	826870	39060	468720	23997	225701
13	3,0	15624	203112	29045	367105	14697	257716	46 630	873500	39060	507780	24363	250064
14	-1,2	15624	218736	26954	394059	16488	274204	59 050	932550	39060	546840	22572	272636
15	3,2	15624	234360	28757	422816	15332	289536	41 100	973650	39060	585900	23728	296364
16	3,5	15624	249984	29475	452291	15754	305290	41 760	1015410	39060	624960	23306	319670
17	5,9	15624	265608	30132	482423	11933	317223	35 400	1050810	39060	664020	27127	346797
18	4,1	15624	281232	28936	511359	12306	329529	37 940	1088750	39060	703080	26754	373551
19	9,1	15624	296856	30281	541640	10150	339679	30 290	1119040	39060	742140	28910	402461
20	11,7	15624	312480	29969	571609	8890	348569	26 790	1145830	39060	781200	30170	432631

## Vedlegg 6 – Energiforbruk City Syd etter installasjon av varmepumpe

# Miljø og samfunnsansvar

City Syd  
pr 31.12.2011

## ENERGIFORBRUK

<b>Forbruk</b>	-	Fjernvarme: 1.060.288 kWh
	-	Strøm fellesanlegg: 1.711.355 kWh
	-	= 3.284.040 kWh
<b>Mål</b>	-	Holde forbruket nede på 2009- nivå
<b>Eventuelle tiltak</b>	-	
<b>Kommentarer jfr. strategiplan</b>	-	Felles energiforbruk er redusert med ca. 2% i forhold til 2010. Reduksjon inkl. leietakere: ca 8,4% i forhold til 2010.

## VANNFORBRUK

<b>Forbruk</b>	-	11.845 m <sup>3</sup>
<b>Mål</b>	-	12.000 m <sup>3</sup>
<b>Eventuelle tiltak</b>	-	
<b>Kommentarer jfr. strategiplan</b>	-	I hht strategiplanen

## UTSORTERINGSGRAD

<b>Forbruk</b>	-	Utsorteringsgrad 2011: 69,3%
<b>Mål</b>	-	(65% for 2011) 75 % i 2013
<b>Eventuelle tiltak</b>	-	Fortsatt tett oppfølging av våre leietakere.
<b>Kommentarer jfr. strategiplan</b>	-	

## ANDRE MILJØTILTAK

<b>Områder</b>	-	Fortsatt overvåking av varmepumpe
<b>Mål</b>	-	
<b>Kommentarer</b>	-	Svært væravhengig. Kald vinter kan påvirker tallene betydelig.



	2005	2006	2007	2008	05_06	06_07	07_08
Hoved gammel	1690012	1373804	1344536	1381440	-18,7 %	-2,1 %	2,7 %
Hoved ny	155250	205985	175540	223547	32,7 %	-14,8 %	27,3 %
Fjernvarme	1723340	1099500	1074770	972524	-36,2 %	-2,2 %	-9,5 %
<b>Sum</b>	<b>3570607</b>	<b>2681295</b>	<b>2596853</b>	<b>2579519</b>	<b>-24,9 %</b>	<b>-3,1 %</b>	<b>-0,7 %</b>

-991088

**kWh:**

	2009	2010	2011	2012
Strøm, felles:	1 786 419	1 827 971	1 711 355	0
Fjernvarme, felles:	1 034 734	1 434 554	1 060 288	0
<b>Sum felles:</b>	<b>2 821 153</b>	<b>3 262 525</b>	<b>2 771 643</b>	<b>0</b>
Strøm leietakere:	3 314 074	3 350 553	3 284 040	0
<b>Sum totalt:</b>	<b>6 135 227</b>	<b>6 613 078</b>	<b>6 055 683</b>	<b>0</b>
Endring:		7,8%	-8,4%	

## Vedlegg 7 – Skriv fra Entro

TRONDOS

v/ Morten Mogseth

14. juni 2012

## Erfaringer fra energisparing

Viser til din henvendelse hvor du etterspør våre erfaringer med energisparing i næringsbygg. Entro AS har i sin portefølje ca 6000 bygg og besitter i så måte meget gode data. Vi leverer data til forskningsinstitusjoner og har en byggdatabase som er godt kvalitetssikret. Vi har drevet systematisk enøk-arbeid for næringslivet siden 1990, og er det ledende enøk-miljøet i Norge i dag. Hovedkontoret er i Trondheim.

På generelt grunnlag, med utgangspunkt i våre erfaringer, mener vi det er realistisk å kunne forvente ca 20 prosent reduksjon i energiforbruket over en fireårsperiode. Denne reduksjonen vil kunne skje tilnærmet uten investeringer – altså over ordinær drift. Betingelsen er at organisasjonen er villig til å iverksette et system for energiledelse sammen med et hensiktsmessig energioppfølgingsystem og aktiv energioppfølging.

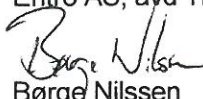
Det er vår erfaring at lønnsomheten for våre kunder er meget god i disse prosjektene. Lønnsomheten er som regel 3-4 ganger så bra som kjernevirksomheten. En kunde som har et årlig energiforbruk på ca 10 millioner kroner vil i løpet av en fireårsperiode redusere dette til 8 millioner kroner gitt stabile kraftpriser. Selv om kunden bruker ½ million kroner årlig i prosjektmidler, har dette prosjektet en netto lønnsomhet på over 3 millioner kroner. I tillegg vil man svært ofte kunne få tilført støttemidler fra Enova – i dette tilfellet opp mot 1 million kroner. I et 10 års forvaltningsperspektiv har dette prosjektet en lønnsomhet på 12-14 millioner kroner.

Konkret har vi gjennomført prosjekter for kunder som Posten Norge, DNB Næringseiendom, Telenor, IKEA, Basale, NSB, Entra Eiendom, KLP Eiendom og en rekke kommuner og offentlige instanser.

DNB Næringseiendom kan vise til 17 prosent energireduksjon i sin byggportefølje de siste fire år. Dette kan dokumenteres fra oss om ønskelig. DNB har nå kjørt fire Enovastøttede prosjekter med varighet av fire år. Energibruken er redusert med opp mot 35-40 prosent i forhold til utgangspunktet. Tallmaterialet er temperaturkorrigert og korrigert for innflytting/utflytting/ombygninger etc.

Hos en annen kunde av oss har vi redusert energiforbruket med 10 prosent siden nyttår i år! Vi har også eksempler på «godt driftede bygg» som bruker 50 000 kWh pr uke unødvendig på grunn av feiljustert utstyr. Ytterligere eksempler kan om ønskelig fremskaffes.

Med vennlig hilsen  
Entro AS, avd Trondheim

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Børge Nilssen".

Børge Nilssen  
Avdelingsleder

## Erfaringer fra eksisterende kunde

Kunde A, heretter kalt Kunden, er en stor eiendomsbesitter i Norge og har omkring 1 000 000 m<sup>2</sup> bygningsmasse som inngår i dagens energiprogram. Kunden har i samarbeid med Entro jobbet systematisk med å redusere energibruken til bygningsmassen sin siden 1997.

Kunden har gjennomført tre Enova støttede energiprogram fra 1999 og frem til i dag. Varigheten til energiprogrammene har vært på henholdsvis fem, fire og fire år. Samtlige program levert sparemålene etablert i samarbeid med Enova og oppnådd full tilskuddsutbetaling i henhold til innvilgete støttebeløp fra Enova.

Kunden har nettopp avsluttet sitt tredje energiprogram med større besparelser enn forpliktelsen i Enova søknaden. Enova er positive til å støtte et nytt 4-årig energiprojekt og Kunden har derfor vedtatt å søke om støtte. Entro jobber i dag med utformingen av søknaden og vil ha en sentral rolle i samarbeid med Kunden om å nå sparemålet. Støttebeløpet er for tiden 80 øre/ sparte kWh.

### Energiprogram nr. 3

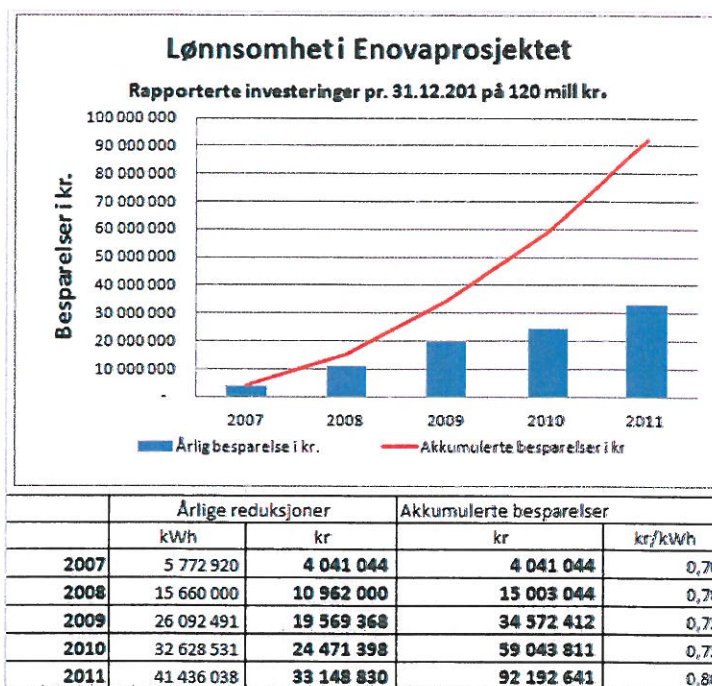
Kunden fikk tilsagn om støtte fra Enova i slutten av 2007 til finansiering av enøktiltak med totalbudsjett på 150 Mill NOK. Sparemålet er på 40 GWh (15 %) og 5 GWh konvertert fra olje/el til fornybar energi. Egenandel til prosjektet er kalkulert til 126 Mill NOK. Energiprogrammet er det tredje i rekken og omfatter bygg som har deltatt i tidligere enøkprosjekt og som tidligere også har levert betydelige energireduksjoner. Energiprojekt nr. 3 avsluttes og slutt rapporteres 01.07.2012.

Allerede ved utgangen av 2011 var reduksjonen på hele 41 GWh, én GWh mer enn sparemålet i tilsagnsbrevet fra Enova. Energireduksjonen vil være ytterligere større når prosjektet slutt rapporteres 01.juli i 2012

Lønnsomheten i prosjektet har vært meget bra. Av 120 Mill NOK investert pr. 31.desember 2011 er 92,2 Mill NOK allerede tilbakeført Kunden og leietakerne i form av ikke kjøpt energi. Status p.t. er 125 Mill NOK tilbakeført og 120 Mill NOK investert. Utover utbetalte støttemidler fra Enova er investeringene finansiert utelukkende av vedlikeholdsmidler allerede budsjettert i vedlikeholdsplanen for perioden.

Kunden har vært i stand til å gjennomføre investeringene over vedlikeholdsbudsjettet ved å kalkulere enøkbrøken i allerede vedtatte tiltak og ved å justere andre tiltak "smartere" slik at enøkbrøken har økt.

Hovedfokuset for tiltakene har vært god kost/ nytte verdi for byggeier i form av redusert energibruk, økt opplevelse av komfort for leietaker og økt markedsverdi av bygningsmassen.



## Kort oppsummering av viktige aktiviteter og kriterier for oppnådd suksess

1. God forankring i ledelsen har vært viktig for god gjennomføring av prosjektet. Ledelsen har hatt en aktiv rolle gjennom å være med å fastsette mål og delmål, kommunisere disse, fordele ansvar, motta periodiske statusrapporter og korrigere når det har vært nødvendig. Kundens energi- og klimahandlingsplan, vedtatt av ledelsen, har vært styrende for prosjektet
2. Oversikt og kontroll av energibruken er vesentlig. Det er oppnådd ved at samtlige bygg er etablert i EOS-loggen som er et energioppfølgingsverktøy. I tillegg til å fungere som oppfølging av energibruk og verifisering av nytteverdien til enøktiltak, brukes også EOS-loggen som driftsoppfølgingsverktøy for å avdekke feil på de tekniske anleggene. Tekniske anlegg uten feil gir bedre innelima og større energieffektivitet
3. God opplæring av teknisk driftspersonell i bruken av EOS-loggen og i teknisk systemforståelse (varme-, kjøll- og ventilasjonsanlegg)
4. Energioppfølging. Det er etablert gode rutiner for driftsorganisasjonen som systematisk skal redusere energibruken gjennom driftsforbedringer og optimaliseringstiltak av mindre karakter og avdekke feil som har konsekvenser for energibruken så tidlig at de ikke påvirker årsforbruket i negativ retning
5. Aktiv energioppfølging. Hver uke blir energibruken til byggene gått gjennom og drifter og driftssjef mottar mail dersom uregelmessigheter avdekkes. Denne aktiviteten er utført av Entro. Dette er med på å lukke avvik raskere, gi en grundigere analyse av energibruken og påse at fokuset hos drift opprettholdes
6. Entro som pådriver med prosjektleder ansvar
7. Utarbeidelse av kvartals-, halvårs- og årsrapporter for samtlige bygg i ulike format til ulike nivå hos Kunden. Rapportene har formidlet status for periodene og fungert som grunnlag for korrigerende tiltak.
8. Kartlegging av det enkelte bygg i forhold til 30 predefinerte parametere og virkelig enøkpotsialet basert på hvilke tiltak som har gitt stor gevinst

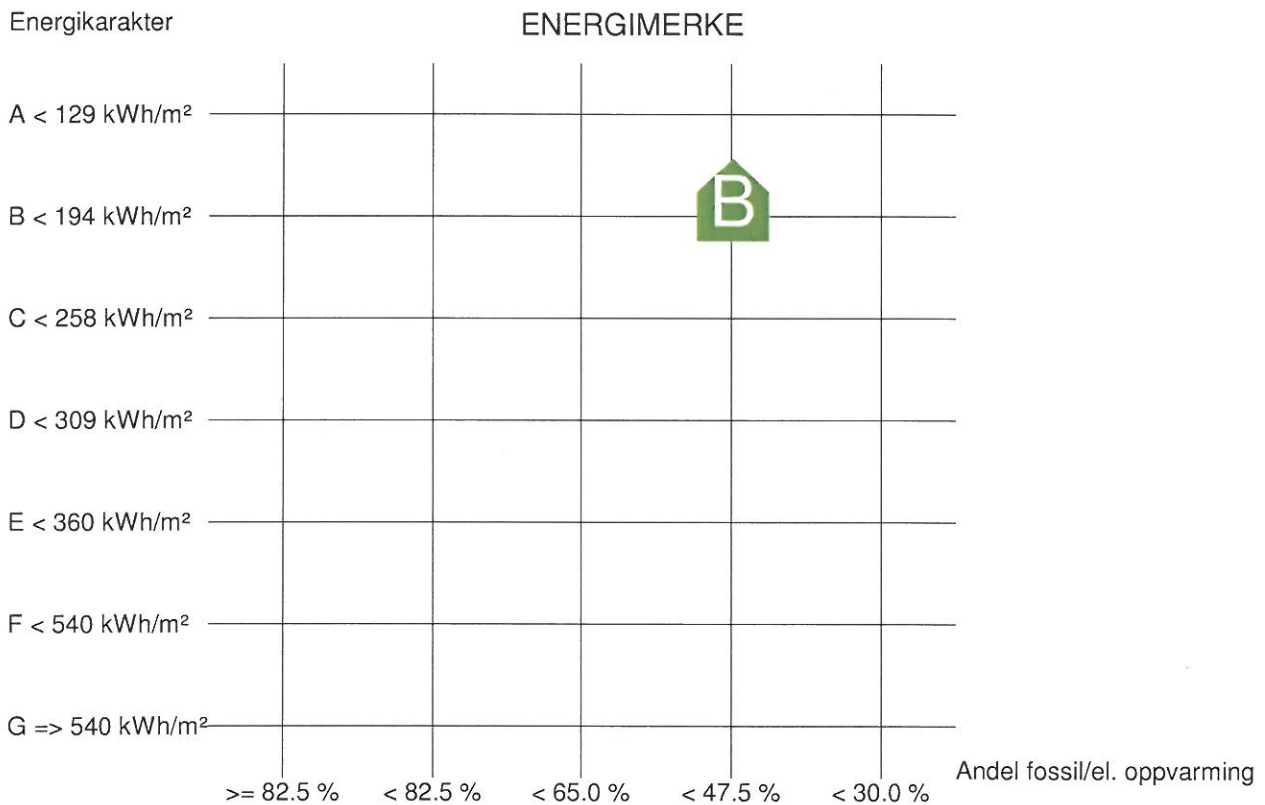
## Vedlegg 8 – Simien beregninger på forbedringer etter montasje av varmepumpe



# SIMIEN

Energimerke

Simuleringsnavn: Energimerke 0  
Tid/dato simulering: 07:48 9/3-2012  
Programversjon: 5.008  
Brukernavn: Flerbruker  
Firma: Rambøll Norge AS  
Inndatafil: M:\...\695 - Lade 0.smi  
Prosjekt: City Lade  
Sone: Alle soner



Beregnet levert energi normalisert klima: 187 kWh/m<sup>2</sup>  
Sum andel el/olje/gass av netto oppvarmingsbehov: 44.0 %

Beregnet levert energi		Verdi
Beskrivelse		
Energibruk normalisert klima		187 kWh/m <sup>2</sup>
Energibruk lokalt klima		177 kWh/m <sup>2</sup>



# SIMIEN

Energimerke

Simuleringsnavn: Energimerke 0  
Tid/dato simulering: 07:48 9/3-2012  
Programversjon: 5.008  
Brukernavn: Flerbruker  
Firma: Rambøll Norge AS  
Inndatafil: M:\...\695 - Lade 0.smi  
Prosjekt: City Lade  
Sone: Alle soner

Beskrivelse	Forventet levert energi	Verdi
Elektrisitet		4495770 kWh
Olje		0 kWh
Gass		0 kWh
Fjernvarme		2418720 kWh
Biobrensel		0 kWh
Annen energivare		0 kWh
Total energibruk		6914490 kWh

Beskrivelse	Dokumentasjon av sentrale inndata (1)	
	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m <sup>2</sup> ]:	7138	
Areal tak [m <sup>2</sup> ]:	6469	
Areal gulv [m <sup>2</sup> ]:	2903	
Areal vinduer og ytterdører [m <sup>2</sup> ]:	1400	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m <sup>2</sup> ]:	37052	
Oppvarmet luftvolum [m <sup>3</sup> ]:	221273	
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,25	
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,20	
U-verdi gulv [W/m <sup>2</sup> K]	0,11	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m <sup>2</sup> K]	1,94	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	3,8	
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]:	0,09	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m <sup>2</sup> K]	44	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	2,00	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	73	





Simuleringsnavn: Energimerke 0  
Tid/dato simulering: 07:48 9/3-2012  
Programversjon: 5.008  
Brukernavn: Flerbruker  
Firma: Rambøll Norge AS  
Inndatafil: M:\...\695 - Lade 0.smi  
Prosjekt: City Lade  
Sone: Alle soner

### Dokumentasjon av sentrale inndata (2)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	72,8	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	2,17	
Luftmengde i driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	13,1	
Luftmengde utenfor driftstiden [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ]	2,1	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	0,85	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	80	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	20,0	
Systemeffektfaktor kjøling:	2,50	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	22,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m <sup>2</sup> ]:	30	
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:	0,50	
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:	0,60	
Driftstid oppvarming (timer)	12,0	

### Dokumentasjon av sentrale inndata (3)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Driftstid kjøling (timer)	0,0	
Driftstid ventilasjon (timer)	12,0	
Driftstid belysning (timer)	12,0	
Driftstid utstyr (timer)	12,0	
Oppholdstid personer (timer)	12,0	
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	15,00	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	15,00	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,00	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m <sup>2</sup> ]	1,35	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	0,00	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m <sup>2</sup> ]	10,00	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,55	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,20	
Solskjermingsfaktor horisont/bygningsutspring:	1,00	



# SIMIEN

Energimerke

Simuleringsnavn: Energimerke 0  
Tid/dato simulering: 07:48 9/3-2012  
Programversjon: 5.008  
Brukernavn: Flerbruker  
Firma: Rambøll Norge AS  
Inndatafil: M:\...\695 - Lade 0.smi  
Prosjekt: City Lade  
Sone: Alle soner

Inndata bygning		Verdi
Beskrivelse		
Bygningskategori		Forretningsbygg
Simuleringsansvarlig		Frode Holthe og Helgi Halfdanarson
Kommentar		

## Vedlegg 9 – Kostnadsoverslag på varmegjenvinning med en varmepumpe

# Varmegjenvinning med varmepumpe

## City Lade

**Oktober 2011**

**Utført av AF Energi & Miljøteknikk**

Utarbeidet av:
Perry Dahl Senior energirådgiver

AF Energi & Miljøteknikk har på oppdrag fra Trondos vurdert varmegjenvinning fra prosesskjøleanlegg hos OBS Hypermarked City Lade i Trondheim.

Formål med vurdering er framskaffing av potensiale for forbedret varmegjenvinning fra prosesskjøleanlegg med varmepumpeanlegg.

Det er i dag et system for direkte varmegjenvinning fra prosesskjøleanleggene hos OBS Hypermarked. Dette systemet består av egen varmekurs som forsyner 2 ventilasjonsanlegg. Disse anleggene har relativt kort sesong med varmebehov grunnet god gjenvinning fra avkastluft med roterende gjenvinnere. Temperaturen på varme side av kjøle-fryse anleggene er også så lav at varmeavgivelse mot luften leggene i praksis begrenses. Konklusjonene er at varmen fra kjøleanleggene i dag utnyttes dårlig.

Varmegjenvinning fra kjøle/fryse-anleggene kan gjøres direkte via kondensatorsystemene som i dag, med høyere temperaturer. Det er mulig men vil kreve endringer på varm side av anleggene.

Gjenvinning med varmepumpe kan installeres uten fysiske, eller driftsmessige endringer på prosesskjøleanleggene. Her beskrives potensiale med varmepumpeanlegg med leveranse mot hovedstokk på varmeanlegget.

Varmepumpeanlegg er kostnadsestimert til 2,0 mill kr.  
Anlegget er beregnet å kunne levere 1,8 GWh/år varme fra prosesskjøleanleggene.  
Årlige besparelser med anlegget er 0,5 mill kr/år.

Et varmepumpeanlegg som skissert muliggjør varmeopptak fra andre kilder enn prosesskjøleanleggene hos OBS Hypermarked. Det vil også kunne levere varme til andre avtakere enn varmeanlegget ved senteret.

Et varmepumpeanlegg som skissert vurderes som en god investering for Trondos.

## Energiforbruk City Lade Supermarked

Varmeforbruket ved City Lade er redusert betydelig i 2011 som følge av bedre drifting av ventilasjon og varmeanlegg. Fjernvarmeforbruket i 2010 var 4,3 GWh. I 2011 forventes forbruket å bli ca 2,6 GWh.

Kalkylene her er basert på faktisk forbruk av varme og antatt ytelser på prosesskjøleanlegg. Varmeytelsene på kjøle/fryse-anlegg hos OBS Hypermarked er forutsatt 175 kW og 325 kW hhv natt/helg og i åpningstiden. Det er betydelig usikkerhet når det gjelder faktiske ytelser/belastning på anleggene.

Det vil være naturlig at en i fremtiden installerer lukkede diskere i avdeling for kjøle/fryse-varer hos OBS Hypermarked. Dette vil redusere kjølebehovene, og dermed varmeavgivelse fra anleggene. Eventuelle planer om å skifte ut diskere/torg bør inngå i beslutning om varmegjenvinningsanlegg.

Det er nylig installert energimålere på tilførselen til kjøle/fryse aggregatene. Det anbefales studie av faktisk forbruk i forbindelse med prosjektering av nytt gjenvinningsanlegg.

Ut fra estimatene for fjernvarmeforbruk 2011 antas varmesesong med høyt/middels forbruk i fremtid å bli relativt kort. Dette har sammenheng med hvordan varme –og ventilasjonsanlegg driftes, og hva en eventuelt gjør med lysanleggene i sentret. I dag dekkes store deler av varmebehovet av lysanleggene.

Om en i fremtiden moderniserer store deler av lysanleggene vil oppvarmingsbehovet øke, både effektbehov og lengde på varmesesong.

### Gjenvinning fra prosesskjøleanlegg

Følgende er estimert for gjenvinningsløsning med varmepumpe:

Samlede varmeytelser fra prosesskjøleanlegg:	2,2 GWh/år
Potensiale gjenvinning til FV med varmepumpe:	1,8 GWh/år
Kraftforbruk varmepumpeanlegg:	0,6 GWh/år
Gjenvunnet fra prosesskjøleanlegg/besparelse FV:	1,2 GWh/år
Fjernvarmeforbruk med gjenvinning:	0,8 GWh/år

Årlige besparelser: 0,5 mill/år

Basis beregning av besparelser:

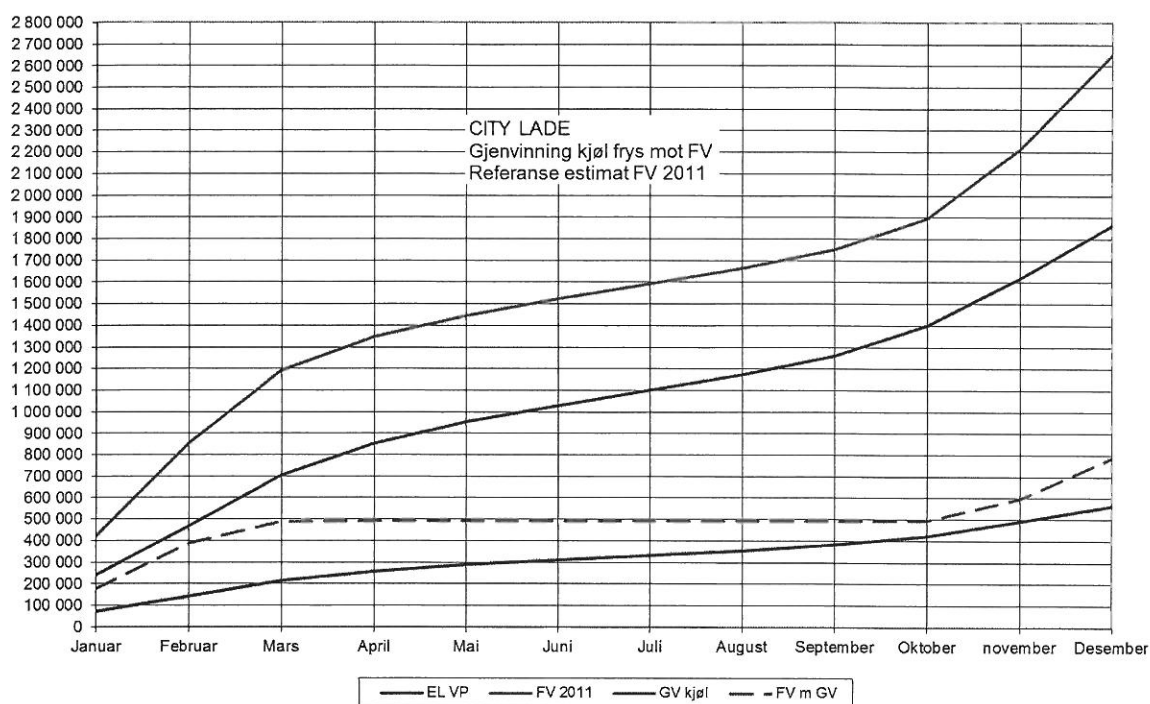
- Fjernvarmepris gjennomsnitt:	63 øre/kWh
- Kraftpris gjennomsnitt:	68 øre/kWh

Energipriser eksklusive merverdiavgift.

### Beregnete kapasiteter/ytelser:

Varmekapasitet varmepumpe:	420 kW
Basis varmeforbruk fjernvarme:	100 %
Temperaturløft varmepumpe:	20 – 60 °C

Kalkyler tar ikke hensyn til varme som i dag gjenvinnes til luftanlegg med eksisterende gjenvinningsanlegg. Det er videre ikke medregnet merforbruk tappevannsvarming fra 60 til 65 °C. Det vil være behov for meroppvarming tappevann på VV-anleggene i sommerhalvåret.



Figuren over viser kalkulerte ytelser basert på forbruk 2011, med og uten varmepumpe. Ut fra dette skal varmeforbruket dekket 100 % med varmepumpe i perioden 01.04 – 01.11.

## Kostnader

Kostnader med installasjon vil avhenge av løsning, herunder hvor anlegg plasseres. Tabellen under viser budsjettkostnader for løsning hvor hele anlegget plasseres i firsentral med leveranse av varme mot retur foran fjernvarmeveksler. Eksisterende røranlegg til gjenvinning legges via varmepumpe i fyrhuset.

Prosjektering:	0,2 mill
Aggregat:	0,7 mill
Røranlegg	0,8 mill
Elektrisk og automasjon:	0,3 mill
Sum budsjettkostnader:	2,0 mill

Kostnader eksklusive merverdiavgift.

### Kostnader inkluderer:

- Varmepumpeaggregat
- Omlegging av eksisterende rør/kurs gjenvinning til fyrrom
- Tilkobling/rørarbeider i fyrrom
- Elektrisk tilførsel aggregat
- Automatikk for styring av varmepumpe-aggregat og fjernvarme (spisslast) og tørrkjøleanlegg.

### Utnyttelse av varmepumpe ved City Lade

Gjenvinningsanlegg med vann/vann varmepumpe muliggjør varmeopptak fra andre kilder enn prosesskjøleanleggene. Dette er en viktig fordel med et slikt anlegg.

Det er flere aktuelle varmekilder på senteret, blant annet Goman Bakeri.

Et varmepumpeanlegg kan tilsvarende levere varme til andre forbrukere, eksklusivt, eller i tillegg til varmeanleggene ved senteret. Det er planlagt utbygginger av boliger i området som kan være avtakere/kjøpere av varme fra slikt anlegg.

Investering i et varmepumpeanlegg som skissert forventes å være en god investering for Trondos.

## Vedlegg 10 – Utviklingsmuligheter på Ila og Lilleby smelteverk





City Lade

STUDIEOMRADE

planlagt boligområde

Lillebyområdet  
- planlagt boligområde

boliger

