



AALBORG UNIVERSITY
DENMARK

Aalborg Universitet

Varmeoptimerede Bygninger

Baggrundsanalyse for samspil mellem bygning og fjernvarmesystem

Jørgensen, Ulrik; Elle, Morten; Skov, Morten; Klint, Jakob; Lauritzen, Diana

Publication date:
2019

[Link to publication from Aalborg University](#)

Citation for published version (APA):

Jørgensen, U., Elle, M., Skov, M., Klint, J., & Lauritzen, D. (2019). *Varmeoptimerede Bygninger: Baggrundsanalyse for samspil mellem bygning og fjernvarmesystem*. Energiforum Sydhavn.

General rights

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

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

Take down policy

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



Varmeoptimerede bygninger

Baggrundsanalyse for samspil mellem
bygning og fjernvarmesystem



1 Forord

Denne rapport er resultatet af en undersøgelse i 5 ældre etageejendomme i Sydhavnen i 2018. Undersøgelsen havde til formål at identificere muligheder for at reducere varmekonsumet i beboelsesejendomme, og samtidig opnå bedre komfort for beboerne.

Undersøgelsen er gennemført som et led i projektet Energiforum Sydhavn. Energiforum Sydhavn har i perioden 2017-2019 modtaget tilskud fra Energistyrelsen, som led i udmøntningen af tilskudspuljen 'Lokale partnerskaber til fremme af energieffektivisering og fleksibelt forbrug'. Energiforum Sydhavn er et partnerskab mellem Områdefornyelse Sydhavn, Klimasekretariatet i Københavns Kommune, Kgs. Enghave lokaludvalg og Institut for Planlægning ved Aalborg Universitet i København.

Dette projekt er udført som et samarbejde mellem Energiforum Sydhavn, Kuben Management og HOFOR.

Rapportens forfattere er: Ulrik Jørgensen, AAU, Morten Elle, AAU, Morten Skov, HOFOR, Jakob Klint, KUBEN Management, Diana Lauritsen, Områdefornyelse Sydhavn.

| | |
|---|----|
| RESUME | 4 |
| SUMMARY | 5 |
| BAGGRUND | 6 |
| KØBENHAVNS MÅLSÆTNING..... | 6 |
| ENERGIFORBRUG I NYE OG GAMLE BYGNINGER..... | 8 |
| Problemer med realisering af energibesparelser | 9 |
| Identifikation af årsagen til manglende besparelser | 11 |
| FORSKELLIGE EJENDOMSTYPERS INCITAMENT FOR ENERGIRENOVERING | 12 |
| PROJEKTETS RAMMESÆTNING OG METODE | 14 |
| FORMÅL OG PERSPEKTIV | 14 |
| BYGNINGEN SOM EN DEL AF ET SAMLET VARMESYSTEM | 14 |
| Afkøling af fjernvarmevandet..... | 16 |
| UDVÆLGELSE AF DE 5 BYGNINGER..... | 18 |
| RENOVERINGSSTRATEGI | 19 |
| BESKRIVELSE AF MÅLEPROGRAMMET | 19 |
| PROJEKTETS BYGNINGER OG VARMESYSTEMER | 22 |
| BESKRIVELSE AF DE EKSISTERENDE BYGNINGER OG VARMESYSTEMER | 22 |
| Tekniske installationer | 22 |
| Tilstand og renovering | 26 |
| Energimærke og varmeforbrug | 28 |
| ANALYSERESULTATER | 30 |
| ANBEFALINGER TIL EN AKTIV INDSATS PÅ BAGGRUND AF ANALYSERNE | 32 |
| Beboerne..... | 32 |
| Drift og styring af varmeanlæg..... | 33 |
| Ejendommens administration og ejere | 33 |
| KONKLUSION OG VIDERE ARBEJDE | 34 |
| MODEL FOR BENCHMARKING OG STRUKTUR FOR ANBEFALINGER | 35 |
| ERFARINGER MED DEN VALGTE METODE OG TVÆRGÅENDE KONKLUSIONER..... | 37 |
| POTENTIALE FOR VARMEEFFEKTIVISERING AF BYGNINGER..... | 38 |
| UDBREDELSE AF ANALYSEMETODER OG BENCHMARKING | 40 |

| | |
|--|----|
| KONKLUSIONER PÅ UNDERSØGELSEN OG ANBEFALINGER | 42 |
| Besparelspotentiallet | 42 |
| Varmebesparelser i Sydhavnen? | 42 |
| Anbefalinger til en generel indsats i den gamle boligmasse | 43 |
| REFERENCELISTE..... | 44 |
| BILAG 1: DEN ALMENE BOLIGAFDELING 'ENGHOLMEN' | 46 |
| Bilag 1-1: FORSYNOMETERRAPPORT | 50 |
| Bilag 1-2: ENERGIOVERBLIK - BENCHMARK | 51 |
| BILAG 2: EJERFORENINGEN 'TJØRNEGÅRDEN' | 52 |
| Bilag 2-1: FORSYNOMETERRAPPORT | 54 |
| Bilag 2-2: ENERGIOVERBLIK - BENCHMARK | 55 |
| BILAG 3: PROJEKTEJENDOM 3 - 'SØNDERSTRANDHUS' | 56 |
| Bilag 3-1: FORSYNOMETERRAPPORT | 60 |
| Bilag 3-2: ENERGIOVERBLIK - BENCHMARK | 61 |
| BILAG 4: DEN PRIVATE UDLEJNINGSEJENDOM 'STRANDHOLMHUS' | 62 |
| Bilag 4-1: FORSYNOMETERRAPPORT | 64 |
| Bilag 4-2: ENERGIOVERBLIK - BENCHMARK | 65 |
| BILAG 5: EJERFORENINGEN 'SEIERØEHUS' | 66 |
| Bilag 5-1: FORSYNOMETERRAPPORT | 69 |
| Bilag 5-2: ENERGIOVERBLIK - BENCHMARK | 71 |

Klimaudfordringerne er store, og Københavns Kommune har med Klimaplan 2025 sat ambitiøse mål for, hvordan man i København vil bidrage til at imødegå udfordringerne. En del af indsatsen er at spare på energien i bygninger. Her er det en særlig udfordring at spare på energien i den eksisterende bygningsmasse. Energiforum Sydhavn har i perioden 2017-2019 arbejdet for at skabe mere energieffektive løsninger i Sydhavnsområdet. Arbejdet har inddraget beboere, som sikres bedre komfort, og bygningsejere og boligforeninger for gennem effektiviseringer at opnå energibesparelser og dermed også lavere omkostninger til energi.

Projektet 'Varmeoptimerede bygninger', som denne rapport omhandler, er gennemført i samarbejde med HOFOR. Det er et ud af flere projekter under Energiforum Sydhavn.

Den grundlæggende tanke i projektet har været, at man er nødt til at se fjernvarmesystemet, bygningens varmforsyningssystem og bygningens klimaskærm som et sammenhængende system, hvis der skal opnås større og varige energibesparelser og komfortforbedringer. Der er på basis af et års analyser udarbejdet en strategi for, hvordan man varmeoptimerer bygninger:

- Først optimeres driften af varmecentralen
- Så ses der på muligheder for optimering af varmeanlægget
- Og til slut ses der på muligheder for fysisk optimering af bygningen

Baggrunden for en sådan rækkefølge af indsatsområder er, at en optimering af varmecentralen er betydelig mindre omkostningsfyldt end at lave ændringer i varmeanlægget, som igen er mindre omkostningsfyldt end at gennemføre større bygningsmæssige ændringer. Herved kan der opnås forbedringer ved en samlet prioritering af investeringerne.

Der har været udvalgt 5 ældre ejendomme i Sydhavnsområdet, som er blevet undersøgt i projektet. Der har været opsat ekstra følere i varmecentralerne, og der har været opsat temperaturmålere i udvalgte lejligheder i de enkelte ejendomme. Data har vist sig meget anvendelige i forhold til at kunne udpege mulighederne for at varmeoptimere de enkelte ejendomme. I projektet er der udviklet et forslag til benchmarkingsystem, der inspirerer de enkelte ejendomme til yderligere indsats.

Projektets undersøgelser har vist, at der i langt de fleste ejendomme/bygninger er basis for at optimere driften af varmeanlægget med udgangspunkt i varmekælderens med en 5-10% på årsbasis. Lægges hertil mindre ændringer i varmeanlægget, der sikre optimal drift af varmevekslere og varmtvandsbeholdere samt isolering og drift af cirkulation kan denne besparelse endda øges til 10-20% på årsbasis. Ved at supplere med mere omfattende, men også økonomisk prioriterede renoveringer af varmesystem og bygningernes klimaskærm vil besparelserne i varmeenergi kunne bidrage med 20-40% afhængigt af bygningerne aktuelle tilstand.

Projektet konkluderer at der ved en samlet og prioriteret indsats i den gamle boligmasse kan opnås besparelser på i gennemsnit 20% i København.

The challenges resulting from climate change are substantial. Copenhagen Municipality has taken this seriously with the Climate Plan 2025 setting ambitious targets for Copenhagen contributions to mitigate these challenges. A part of the efforts concerns energy savings in buildings. A special challenge is related to energy savings in the existing building stock. Energy Forum South Harbor has been working in the period 2017-2019 to create more energy efficient solutions in the South Harbor district. We have included local tenants to provide better comfort as well as building owners and housing corporations to secure energy savings through improved efficiency and hereby also lower costs of energy.

The project 'Heat optimized buildings' presented in this report has been carried out in cooperation with HOFOR (the Copenhagen municipal provider of district heating). It is one among a number of projects of Energy Forum South Harbor.

The basic approach of the project has been to emphasize the need to view the district heating system, the heating provision in the building and the climate shield of the building as an interconnected system to reach larger and permanent energy savings and comfort improvements. On the basis of one year of analysis a strategy has been developed to heat optimize buildings:

- First, the maintenance of the heating system central is optimized
- Followed by the identification of optimizing the heating system at large
- And finalized by identifying the physical improvements of the building

The reason behind this order of intervention is that it is less costly to engage in optimizing management and maintenance than to make physical changes in the heating and piping systems, which again is less costly than more fundamental changes in the buildings. Through this order of intervention an overall prioritization of investments is made possible.

5 older buildings in the South Harbor district were chosen for further investigation in the project. Extra temperature sensors have been installed in the heating centrals and this has been complemented with climate measurements in selected apartments. The collected data have shown very useful to identify the options for heat optimization in the individual buildings. The project has also developed a benchmarking model that can help the individual estates to engage in further improvements.

The project has demonstrated that most estates/buildings can optimize their management and maintenance of their heating system taking their starting point in the heating central by 5-10% on an annual basis. In addition to the smaller changes in the heating system that establishes optimal management of heat exchangers, hot water tanks and isolation of circulation pipes the savings can rise to 10-20% on an annual basis. By adding more demanding, but still investment wise prioritized renovations of the heating system and the building the savings on heating can contribute with 20-40% depending on the buildings actual state.

The project concludes that a complete, coherent and prioritized effort in the existing buildings can contribute with savings of 20% on average in Copenhagen.

6 Baggrund

I dette afsnit beskrives den generelle baggrund for projektet, herunder hvilke energimæssige målsætninger projektet bidrager til at realisere.

Energiforum Sydhavn har fra 2017-2019 til formål at skabe mere energieffektive løsninger i Sydhavns kvarteret. Løsningerne skal sikre bedre komfort for beboere og gennem effektiviseringer opnå energibesparelser og dermed lavere omkostninger. Nærværende projekt har fokus på opvarmningen af boliger.

KØBENHAVNS MÅLSÆTNING

I 2012 vedtog Københavns Borgerrepræsentation kommunens 2025-klimaplan, (Københavns Kommune, 2012), hvor det er Københavns Kommunes ambitiøse målsætning at være den første CO₂-neutrale hovedstad i 2025. Klimaplanens fire hovedindsatser beskrives i figur 1 på næste side.

Det at opnå CO₂-neutralitet er en kæmpe opgave som alle skal samarbejde om, for at realisere. Og netop derfor er klimaplanen ikke kun en plan for klimaindsatsen, men også: *'...en plan for, hvordan myndigheder, universiteter og virksomheder skal samarbejde. Det er en plan for, hvordan københavnere kan bidrage til og engagere sig i klimaarbejdet. Det er en plan for, hvordan fremtidens forsyning skal fremme den ressourceeffektive storby.'*

Nærværende projekt om 'Varmeoptimerede bygninger' understøtter indsatsen 'Energiforbrug' i Københavns målsætninger. Fokus er i den eksisterende, gamle boligmasse hvor projektet bidrager til renovering af varmesystemer og bygninger for at optimere energiforbruget til opvarmning. Rapportens og vores undersøgelser anviser en samlet og prioritet indsats for varmebesparelser ved både at inddrage bygning, varmesystem og drift. Formålet er at gennemføre og fastholde energibesparelser med minimale investeringer og omkostninger, så indsatsen kan udbredes til så mange boligejendomme som muligt - også uden for Sydhavns kvarteret, hvor undersøgelserne er gennemført. For at sikre og forbedre komforten belyser projektet også beboernes ønsker og adfærd, så energibesparelser, komfortforbedringer og mindskede omkostninger går hånd i hånd.



KBH 2025 KLIMAPLANEN

EN GRØN, SMART
OG CO₂-NEUTRAL BY

Klimaplanen fokuserer på 4 hovedindsatser:

Energiforbrug: For at sænke energiforbruget markant, er der fokus på både nybyg og den eksisterende bygningsmasse. For eksisterende byggeri gælder det, at der i forbindelse med anden renovering skal energioptimeres i videst muligt omfang, med hensyntagen til rentabilitet og arkitektur.

Energiproduktion: For at fjernvarmen i 2025 er CO₂-neutral, kræver det en omlægning således at varmen alene baseres på biomasse, geotermi og affald. Størstedelen af disse initiativer kræver store infrastrukturelle forandringer, og denne del udføres derfor primært af energiselskaberne, under hensyntagen til forsyningssikkerhed, miljø og økonomi.

Grøn mobilitet: København videreudvikles som cykel-by, mens der fokuseres på nye drivmidler i transportsektoren og udvikling af den kollektive transport inkl. intelligent trafikstyring og trafikinformation.

Københavns Kommune som klimavirksomhed: Kommunen skal gå forrest for klimaet og dermed sænke energiforbruget i egne bygninger, halvere energiforbruget til gadebelysning samt overgå til grønnere transportformer og nye drivmidler i egne køretøjer. Kommunens grønne indkøbspolitik videreudvikles, mens medarbejderne engageres og involveres ifm. brug, drift og vedligehold af kommunens bygninger og installationer.

ENERGIFORBRUG I NYE OG GAMLE BYGNINGER

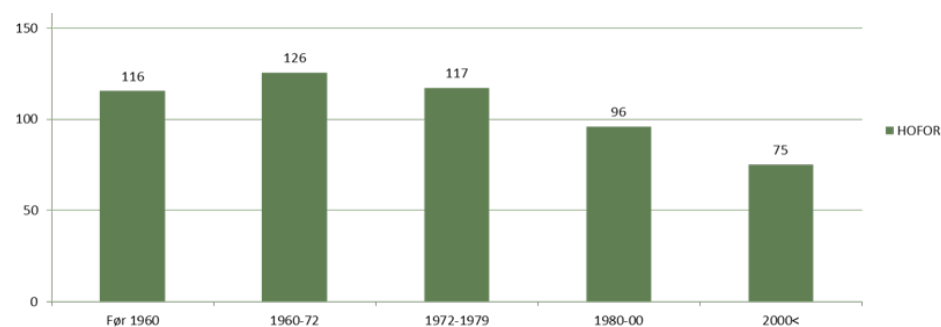
Energiforbruget i bygninger er betinget af bygningernes fysiske karakteristik, anvendelsen samt drift. For at mindske bygningers energiforbrug, og dermed også CO₂-udledningen, er der i de seneste 10-20 år foretaget en lang række samfundsmæssige initiativer.

Bygningsreglementets krav vedr. energiforbrug er skærpet væsentligt de sidste 10-20 år, hvor kravene har omhandlet både nybyggeri og renoveringer af eksisterende bygninger. Ved renovering har det primært været skærpelser omkring de energimæssige krav ved udskiftning og renovering af bygningsdelene der har gjort sig gældende. For alle bygninger, nye som gamle, er der både muligheder og begrænsninger i forhold til at nedbringe energiforbruget gennem deres fysiske tilstand og udformning. Dette skyldes at trods de mange skærpelser, er det arkitektoniske udtryk en kvalitet der skal værnes om, og man kan derfor ikke alene fokusere på opnåelse af energikravene. Ved renoveringer er det vigtigt at de optimerede løsninger udføres i overensstemmelse med bygningernes oprindelige udtryk, således at der bevares en flot, spændende og varierende by.

I København er langt størstedelen af etagebyggeriet opført før 1960, hvor det gennemsnitlige energiforbrug ifølge HOFOR er 116 kWh/m² jf. figur 2. Et forbrug der er væsentlig højere end kravene i de senere års Bygningsreglement, hvor kravet for nybyggeri i 2008 var maksimalt 70 kWh/m² pr. år tillagt 2200 kWh pr. år divideret med det opvarmede etageareal. Bygningsreglementets krav er yderligere skærpet, og i 2020 stræber man mod at forbruget ikke overstiger 20 kWh/m² pr. år, jf. Bygningsreglementet afsnit 7.2.4.2. (Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen, 2014).

Dataene fra HOFOR viser, at der i bygninger fra samme tidsperiode, er en stor spredning af energiforbruget pr. m². For bygninger fra før 1960 varierer varmemeforbruget typisk fra 75-180 kWh/m², hvilket så giver gennemsnittet på 116 kWh/m². Alene denne spredning viser et stort besparelspotentiale ift. energioptimering.

For at opnå væsentlige energibesparelser, er det oftest tiltag som forbedret isolering af tag, vægge og gulve, udskiftning af vinduer, øget tæthed og et kontrolleret luftskifte, der er givende. Derudover er vedvarende energianlæg i form af vindmøller, solceller og varmepumper, vigtige kilder til at opnå CO₂-neutralitet.



Figur 2 - Viser HOFOR's opgørelse over gennemsnitligt varmemeforbrug pr. m² i bygninger opdelt efter byggeperioder

Problemer med realisering af energibesparelser

Kravene til bygningers energiforbrug bl.a. i forbindelse med bygnenormer er baseret på teoretiske beregninger af varmetabet i bygningerne, mens det reelle energiforbrug efter at nybyggeri er udført og taget i brug ofte viser sig at være væsentlig højere. Derfor oplever HOFOR i en række tilfælde, at der i praksis er et højere varmemeforbrug i nybyggeri end beregnet og forventet.

I kontrast hertil viser HOFOR's data for København at varmetabet i praksis ofte er lidt lavere i det eksisterende, ældre byggeri end antaget ud fra tilsvarende teoretiske beregninger, som de f.eks. præsenteres i rapporten: (SBI 2013). Det indebærer så, at de beregnede effektivitetsforbedringer ved renoveringer ikke helt lever op til forventningerne. Ved antagelserne omkring varmemeforbruget i ældre byggeri kan noget af forklaringen være, at der ikke er taget højde for bl.a. at de ofte solide mure i beboelsejendomme kan have lavere U-værdi og desuden har bedre muligheder for akkumulering af varme end forventet. Mens SBI's data viser et forbrug i byggeri fra perioden 1890 til 1950 på omkring 155 kWh/m² (SBI 2013, tabel 5, s.23), så er gennemsnittet ifølge HOFOR's data snarere 116 kWh/m².

Forskellen både ved renoveringer og nybyggeri kan skyldes, at den faktiske bygning i mange tilfælde ikke opfylder de værdier, der anvendes i beregningen. Ofte er kuldebroer, som følge af konstruktions- og bygningsmæssige fejl, større end forventet, klimaskærmen er ikke så tæt som forventet, og der er problemer med at levere og fastholde en optimal drift af varmesystem og ventilation. En del af årsagen kan også være knyttet til den måde hvorpå beboerne anvender bygningen – beboerne kan f.eks. ønske en højere inde-temperatur end de foreskrevet 20°C. Der kan være varmetab via åbne vinduer og døre, samt et større forbrug af varmt vand end forudsat i beregningen. Dette i kombination med den langsommere tilpasning, der sker af den indendørs temperatur ved gulvvarme, som især ved nybyggeri kan have betydning for varmemeforbruget.

For eksisterende byggeri, er det primært nedenstående to incitament, der er udslagsgivende for at nedbringe energiforbruget:

1. Bygningsreglementet, der stiller energimæssige krav ved udskiftning af bygningsdele
2. De økonomiske gevinster ved varmebesparelser

Begge dele medvirker til at nedbringe energiforbruget, men begrænses også af, at det især er behovet for vedligeholdelse og renovering, der driver udskiftningen af bygningsdele, og i mindre grad de mulige gevinster ved energibesparelser.

For den ældre bygningsmasse i København, der primært består af muret byggeri, er de typisk renoverings- og vedligeholdelsesarbejder med indflydelse på energiforbruget, og som ofte øger komforten for beboerne:

- Udskiftning af tag og vinduer.
- Isolering af gavle, karnapper og vinduesbrystninger
- Forbedringer af centralvarmeanlægget

De listede tiltag kan i bedste fald nedbringe energiforbruget med 30%, men efterisolering af hele klimaskærmen inkl. facader er vanskelige, set ud fra et bygningsmæssigt perspektiv. Udvendig efterisolering er kun mulig på bygninger med lav bevaringsværdi (SAVE-værdi), hvorfor murede facader ofte er vanskelige at efterisolere på en byggeteknisk forsvalig måde.

Som udgangspunkt ønskes det, at de økonomiske besparelser henover levetiden, skal modsvare investeringerne. Dette økonomiske blik medfører at det primært er renoveringstiltag med kort tilbagebetalingstid, der gennemføres.

Driften af bygningerne og beboernes adfærd, er to forhold hvor nyt og gammelt ikke adskiller sig væsentligt, men som har betydelig indflydelse på energiforbruget. En optimeret drift nedbringer ofte energiforbruget med 5-10%. Alligevel er det langt fra alle bygninger der har fokus på driften - primært ejerforhold og driftsorganisationer er bestemmende for hvor stort fokus, der er på driften i den enkelte ejendom.

Også andre projekter har beskæftiget sig med forbedringer af driften af bygningers varmesystem, som f.eks. Energispring og Bygherreforeningen. De peger også på behovet for at styre varmesystemerne som et led i at nedsætte ejendommens varmeforbrug og realisere de besparelser, der er forudsætning for realiseringen af Københavns Klimaplan (se Bygherreforening, 2018 og Energispring, u.d.).

Det er disse erfaringer, som nærværende projekt søger at finde forklaringer på ud fra et ønske om, at identificere mulige måder at ændre forholdene på og pege på realiserbare løsninger.

” Energibesparelser i det eksisterende byggeri er afgørende for at nå de ambitiøse klimamål ,,

” Man er nødt til at se bygningen og energisystemet som en helhed, hvis man vil opnå besparelser - energimæssigt og økonomisk,,

Identifikation af årsagen til manglende besparelser

Det ses ofte at bygningsrenoveringer ikke lever op til de forventede energibesparelser, men årsagerne kan være mange - sker det hos beboerne, i driften af varmecentralen, i varmesystemet eller i bygningen?

I HOFOR's overordnede forbrugsdata inkl. bygningernes afkøling af fjernvarmevandet, er det tydeligt, at en lang række bygninger med højt varmeforbrug ikke styrer deres varmesystem optimalt. Dette drejer sig f.eks. om manglende sommerlukning, store cirkulationstab, manglende kapacitet i varmevekslere eller manglende justering af centralvarmens fremløbstemperaturer ift. ændrede udetemperaturer. Det betyder, at der ofte i driften af fjernvarmeanlægget, kan findes årsager til et øget og uhensigtsmæssigt højt varmeforbrug. På dette niveau kan der også være fejl i dimensioneringen af centrale dele af varmeanlægget, som en ventil, en varmtvandsbeholder eller en varmeveksler, som det kan være svært at skelne fra effekten af en ikke optimal drift af varmesystemet.

HOFOR's erfaring er, at bygninger, som har været igennem en omfattende renovering med nye vinduer, efterisolering af vægge samt etageadskillelser mod kælder og loft, ikke altid opnår de beregnede besparelser på varmeforbruget efterfølgende. Teoretisk set, er bygningen blevet bedre, men driften af varmeanlægget er ikke blevet tilpasset de nye forhold, hvilket har stor betydning. Dette kan i yderste konsekvens også gælde ved omlægning fra et- til to-strengede varmeanlæg. Dette til trods for at sådan en renovering burde kunne aflæses direkte i et lavere varmeforbrug.

Man har gennem længere tid peget på, at det er opvarmningen af lejligheder til mere end 21°C, der koster på varmeregningen. Samtidig er temperaturen for mange beboere en væsentlig del af deres komfort, hvor f.eks. kolde vægge, træk og andre svagheder i bygningernes indretning bliver kompenseret. Derfor kan beboernes adfærd også være en årsag til et øget varmeforbrug.

For at kunne identificere årsagerne til en ejendoms højere varmeforbrug, er der altså en række forhold, der skal tages i betragtning. Årsagen kan skyldes uhensigtsmæssig beboeradfærd, dårlig styring af varmeanlægget, fejl i varmesystemet og dårlig klimaskærm og isolering. En ensidig satsning på at løse problemerne i blot et enkelt af disse led kan ikke per automatik sikre en samlet set bedre varmeeffektivitet. En analyse af forbrug og anlæg er nødvendig for at sikre en integreret og balanceret indsats mod varmeoptimerede bygninger, hvor investeringer foretages der, hvor de i det samlede system giver det bedste resultat.

FORSKELLIGE EJENDOMSTYPERES INCITAMENT FOR ENERGIRENOVERING

Der kan være stor forskel på hvem det påhviler at vedligeholde og renovere ejendommene og hvem der får gevinsten i form af energibesparelser. Dette kan være en barriere for at foretage større investeringer, idet udgifter og besparelser er ulige fordelt. I tabel 1 ses en oversigt over hvem der betaler investeringerne og hvem der opnår besparelserne ved forskellige ejerformer.

I private udlejningsejendomme er udlejerens incitament for at foretage energirenovering ofte lille. Incitamentet forringes yderligere af, at energiforbedrende investeringer ikke med sikkerhed kan finansieres via husleje forhøjelser i huslejeregulerede områder.

I den anden ende af skalaen ligger andelsboligforeninger, hvor der er sammenfald mellem rollerne som lejere og ejere, og hvor den kollektive forpligtigelse til at vedligeholde og drive ejendommen er stor.

For ejerlejligheder er det ofte en udfordring, at ejerne primært fokuserer på egen bolig og dens værdi, i stedet for ejendommens samlede tilstand og værdi. Finansiering og investeringer i fællesarbejder kan være en udfordring og ses ofte nedprioriteret, da finansieringen kræver enighed og bidrag fra alle ejerne, som dermed ofte skal optage lån som privatpersoner.

CONCITO har i en analyse for Realdania (Realdania, 2017) set på energirenovering af den private boligmasse i 2017, som opfølgning på initiativet omkring "Aftalt grøn byfornyelse" i 2011. Konklusionen er her, at det har været meget begrænset med energibesparelser og energiforbedringsarbejder.

Benchmarking kan være et virkemiddel, der på tværs af ejerforhold, kan skærpe såvel ejeres som lejeres fokus på energibesparelser. Ikke mindst da boligerne i Københavns byområder ligger i kvarterer, hvor bygninger er opført i samme tidsperiode, og dermed har gode muligheder for at sammenligne sig med naboejendomme i kvarteret.

” Benchmarking kan inspirere til energibesparelser på tværs af ejerforhold,,

| | Privat udlejning | Ejerlejligheder | Almene | Andelsboliger |
|--|------------------|---|--|---------------------------------------|
| Hvem betaler for energiforbedringer | Udlejer | Ejerne | Afdelingen (beboerne) | Foreningen (beboerne) |
| Hvem får glæde af energibesparelser | Lejerne | Ejerne | Lejerne | Lejerne |
| Adgang til kapital til klimaskærmsforbedringer | God (realkredit) | Dårlig (afhænger af vedtægter) | God (realkredit og LBF (klimskærm)) | God (afhænger af foreningens økonomi) |
| Adgang til kapital til energiforbedringer | God (realkredit) | Dårlig (afhænger af vedtægter) | God (realkredit) | God (afhænger af foreningens økonomi) |
| Afstand mellem driftsansvarlig og beboere | Stor | Lille | Lille (afhænger af afd. bestyrelsen) | Lille |
| Incitament til energibesparelser | Lille | Middel (ofte gør foreningsvedtægterne finansieringen vanskelig) | Stor (hvor der er velfungerende bestyrelser) | Stor |

Tabel 1 - Oversigt over hvem der foretager investeringer vs. opnår besparelser i forskellige ejerformer, samt muligheden for kapital

I dette afsnit beskrives nærværende projekts generelle rammesætning, herunder formålet med projektet, valget af målemetoder, analysemodeller samt udvælgelse af de deltagende ejendomme.

FORMÅL OG PERSPEKTIV

Projektet har til formål at understøtte Københavns Kommunes målsætning om at være CO₂-neutral i 2025, ved at nedbringe og tilpasse energianvendelsen i eksisterende byggeri til den fremtidige CO₂-neutrale varmeforsyning. Det skal ske ved varmebesparelser samt et mere effektivt samspil mellem varmeforsyning og varmeforbrug. De opnåede erfaringer i Sydhavnen, skal anvendes bredt i forhold til bygningsmassen i København.

Konkret handler projektet om at nedbringe fjernvarmeforbruget gennem en veldrevet varmecentral i sammenspil med adfærdsmæssige og byggetekniske forbedringer af ejendommen. Derudover sigtes der mod at opnå den bedst mulige afkøling af fjernvarmevandet. Samtidigt skal det sikres, at ovenstående på sigt tilrettelægges på en måde, så beboerne opnår bedst mulig komfort og bygningerne spiller sammen med den kollektive fjernvarmeforsyning, så omkostningerne kan nedbringes.

Det forventes at det via analyser af forskellige ejendomme kan belyses hvorledes bygninger, varmesystem, drift og beboeradfærd påvirker det samlede varmeforbrug i bygningerne. Dette med henblik på at kunne anviser forbedringer for en veldrevet varmecentral, og hvordan det kan spille sammen med fysiske forbedringer af klimaskærmen samt beboernes behov for komfort.

BYGNINGEN SOM EN DEL AF ET SAMLET VARMESYSTEM

Bygningernes bidrag til varmeforbruget omhandler bygningernes evne til at udjævne forbruget ved meget hurtige temperaturskift, f.eks. hurtige ændrede udendørs temperaturer. Her vil den kapacitet som bygningens krop – dens masse og dermed varmekapacitet – har spille en stor rolle for at udligne ændringerne og dermed begrænse store udsving i opvarmningsbehovet i bygningen. Materialer, som f.eks. teglsten og beton kan rumme en del energi, idet de er længe om at blive opvarmet og derefter også længe om at køle ned. Ud over at mindske spidslaster, kan bygningers varmekapacitet være med til at fungere som et varme-lager, så bygningerne opvarmes eller holdes varme, når omkostninger ved varmeforsyningen er lav f.eks. om natten og til gengæld ikke belaster når prisen for produktion af varme er høj.

Fjernvarmenettet er et stort og indviklet system, hvor kraftværket sender varme ud i nettet, hvorfra bygningerne aftager varmen, cirkulerer det rundt i ejendommene, inden fjernvarmevandet igen sendes tilbage i nettet som illustreret på figur 3.

For at fjernvarmenettet fungerer energimæssigt optimalt, er det nødvendigt at temperaturforskellen mellem det fjernvarmevand der sendes ud i nettet og det fjernvarmevand der modtages retur, er så stor som mulig. Årsagen er, at man hovedsageligt anvender træflis og affald til produktionen af

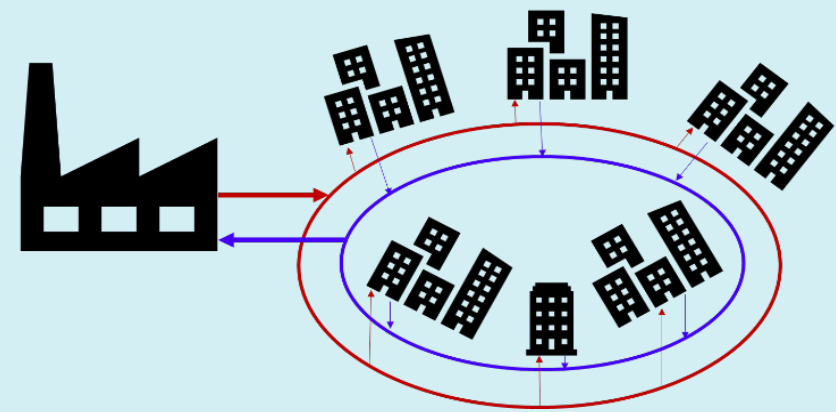
fjernvarme. Begge dele indeholder meget vand, og en stor del af energien bliver brugt til at fordampe vand. Hvis man fortætter vanddampen, så den bliver til vand igen, frigives der varme. Returvandet kan anvendes til fortætningen, såfremt temperaturen er lav nok. Det vil sige, at hvis returvandet ikke er tilstrækkeligt koldt, sker fortætningen ikke – og varmekæret får derfor ikke udnyttet energien i vanddampen. Dårlig afkøling fører dermed til en markant dårligere energiudnyttelse i det samlede fjernvarmesystem.

Betalingen for fjernvarme til HOFOR opererer i dag med nedenstående to priser (udover de faste abonnemeter mv.):

- En pris for den forbrugte varmemængde i kWh
- En pris for den opnåede afkøling af fjernvarmevandet.

Afregningen af varmeforbruget ud fra den mængde varme bygningen aftager modsvares af omkostningen til produktionen af varmen. Afregningen for afkølingsgraden er mere kompliceret.

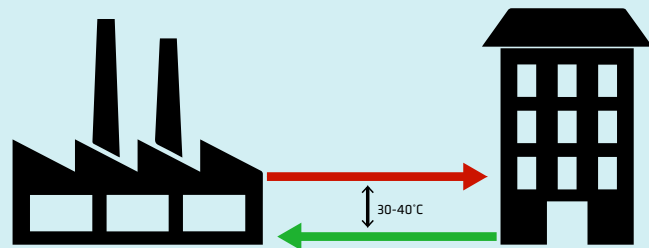
” Fjernvarmenettet er et stort og indviklet system, hvor kraftværket sender det varme fjernvarmevand ud på nettet, hvorfra bygningerne aftager varmen, cirkulerer det rundt i ejendommen, inden det afkølede fjernvarmevand sendes tilbage på nettet for at blive opvarmet igen ”



Figur 3 - Illustration af fjernvarmenettet

Afkøling af fjernvarmevandet

Den fjernvarme der sendes ud i fjernvarmenettet, er typisk 65-80°C (medmindre det er i et lavtemperatur fjernvarmeområde). Når varmen transporteres rundt i bygningerne, skal den gerne udnyttes optimalt, således at den varme der sendes retur til nettet, er ca. 30-40°C lavere, se figur 4. Dette afhænger naturligvis af årstiden, hvilket også er årsagen til, at man oftest taler om den årlige afkølingsgrad. Afkølingen om vinteren vil normalt være bedre end om sommeren. Den årlige afkølingsgrad er på nuværende tidspunkt 31°C som gennemsnit i København, hvilket gerne skulle stige de kommende år.



Figur 4 - Illustrerer den årlige temperaturdifferens mellem modtaget og afgivet fjernvarme i bygninger

| | | |
|-----------------|-------------------|-----------------|
| Straf | Neutralzone | Bonus |
| < afkøling -5°C | = afkøling +/-5°C | > afkøling +5°C |

Figur 5 - Viser hvornår man betaler merudgift, får bonus eller ligger i neutralområdet vedr. afkøling af fjernvarmevandet

For at den enkelte ejendom opnår så stor afkøling som muligt, er det altafgørende, at varmeanlægget er indreguleret efter ejendommens reelle behov. Man kan altså ikke gå ud fra, at de præ-indstillinger komponenterne har fra fabrikken af, matcher bygningens behov. Indregulering er derfor vigtig i både nye og gamle anlæg.

Som incitament for at de enkelte bygningsejere interesserer sig for afkølingen, betaler man merudgift hvis den årlige gennemsnitlige afkøling er lavere end det af forsyningselskabet fastsatte niveau. Ligeledes får man bonus hvis ens afkøling ligger højere end det fastsatte niveau. Niveaulet reguleres årligt, men ikke i væsentlig grad. Det fastsatte niveau har en bufferzone (neutralzone) på +/- 5°C, hvor man hverken skal betale merudgift eller modtager bonus jf. figur 5.

En god afkøling er betinget af udformningen af centralvarmeanlægget og brugsvandsinstallationen, samt driften af varmeanlægget. Overordnet set handler det om, at man har store radiatorer i boligen, hvilket almindeligvis gælder i langt de fleste ejendomme i København, men tillige at alle radiatorer i den enkelte bolig er i brug. Dvs. at termostatventilerne skal stå på samme trin og fungere optimalt. Hvis man ønsker en lidt lavere temperatur i f.eks. soveværelset er det vigtigt at døren til rummet er lukket så der afskærmes fra resten af lejligheden.

Derudover handler det om, at man har en velfungerende varmtvandsbeholder, og en god drift af varmecentralen, hvilket typisk er overladt til varmemesteren.

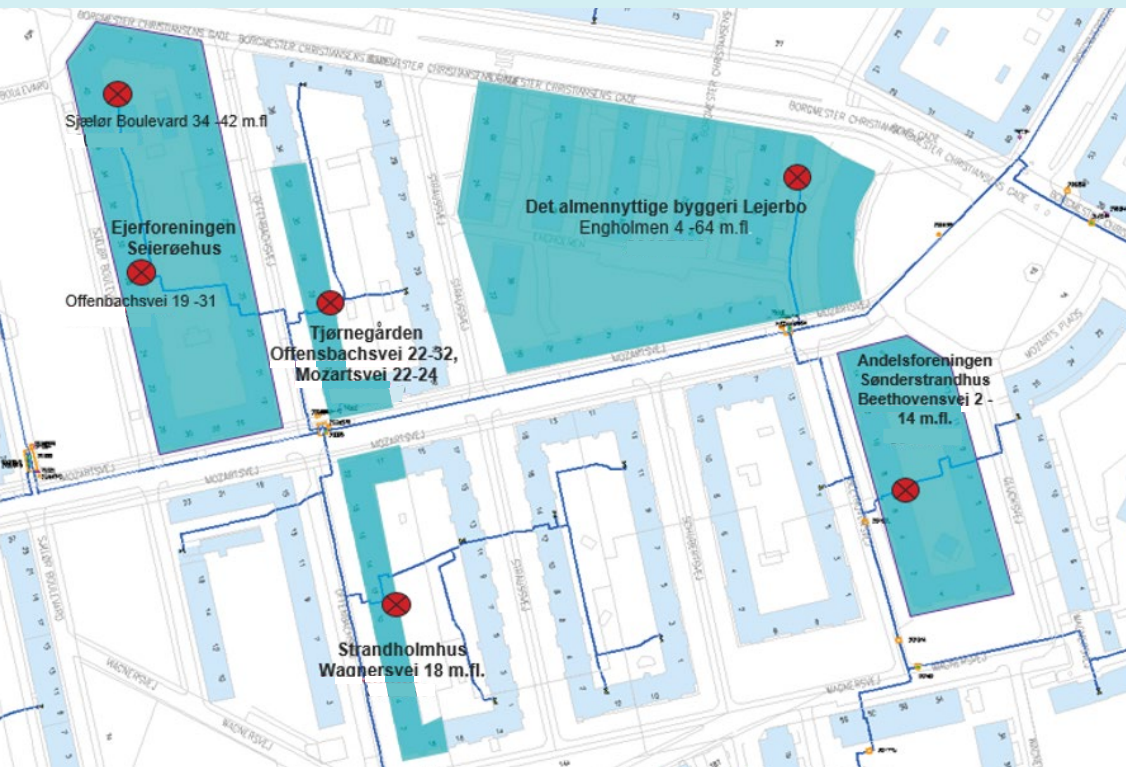
” Indregulering af varmecentralen er vigtigt både i nye og gamle anlæg - man kan ikke gå ud fra at præ-indstillingerne fra fabrikken matcher bygningens behov ”

” Kun med tilstrækkelig afkøling kan man udnytte energien fra kraftværkerne optimalt ”

UDVÆLGELSE AF DE 5 BYGNINGER

For at opfylde formålet med undersøgelsen er der etableret et samarbejde med 5 ældre boligejendomme i Sydhavnen. Ved udvælgelse af ejendommene, er der lagt vægt på, at ejendommene skal repræsentere forskellige ejerformer, således at målinger og analyser bliver så bredt dækkende som muligt. Samtidigt har det været et kriterie, at ejendommene er af varierende stand, så det er muligt at udlede, om der er væsentlige forskelle ift. om ejendommen er nyrenoveret eller ej.

De 5 ejendomme er alle beliggende indenfor Områdefornyelse Sydhavnens geografiske afgrænsning i den gamle del af Sydhavnen. Alle 5 ejendommene er beliggende i 'Musikbyen', som vises på figur 6.



Figur 6 - De 5 deltagende ejendommers placering (en med 2 varmecentraler)

RENOVERINGSSTRATEGI

Nærværende projekt har taget sit udgangspunkt i de erkendelser, der er beskrevet i afsnittet 'Energiforbrug i nye og gamle bygninger' om at forventede energiforbedringer ofte ikke bliver indfriet. Vi har derfor arbejdet ud fra den hypotese, at dette skyldes en manglende koordinering af indsatsen for at energiforbedre bygninger med en indsats for at optimere driften af varmecentralerne og forbedring af varmesystemet i bygningen. At nogle af de manglende resultater skyldes, at varmesystem og bygning ikke ses som gensidigt afhængige enheder.

Projektet har samtidig sit fokus på at optimere varmforsyningen til den ældre bygningsmasse i Sydhavnen. Det ledte os frem til at antage, at en relevant fremgangsmåde for at optimere varmforsyningen til den enkelte ejendom kunne være følgende:

1. Optimering af driften af varmecentralen
2. Optimering af varmeanlæggets komponenter og isolering – primært i kælderen
3. Fysisk optimering af bygningernes klimaskærm og distribuerede varmesystem

Det energiøkonomiske rationale for denne rækkefølge af indsatsområderne er, at en optimering af varmecentralen er betydelig mindre omkostningsfyldt end at optimere varmeanlægget, som igen er mindre omkostningsfuld end en optimering af bygningen.

BESKRIVELSE AF MÅLEPROGRAMMET

Et identisk måleprogram er gennem ca. 1 år udført i de 5 ejendommers bygninger. Det har givet generelle data om forsyningen med fjernvarme og dens fordeling på hhv. centralvarme og leveringen af varmt brugsvand til boligerne.

I FØRSTE FASE er der udført varmemålinger i de 5 ejendomme samt indeklimamålinger i 13 husstande, for således at kunne dokumentere hvorledes beboernes adfærd, varmesystemet og bygningerne påvirkede komforten i lejlighederne. Projektets parter har i denne fase bidraget med løsning af følgende opgaver:

- HOFOR måler på varmesystemet via afregningsmåleren og med 6 ekstra temperaturfølere sat op i hver af varmecentralerne.
- Aalborg Universitet (AAU) måler på varme og komfort i de udvalgte lejligheder.

Dette afrapporteres i nærværende rapporter fra AAU i samarbejde med HOFOR ift. varmestyring, anvendelse, mulighed for renovering af varmesystem og bygninger samt styring af varmetilførsel fra HOFOR, så varmeregningen så vidt muligt kan nedbringes.

Måleprogrammet skal som anført i afsnittet om formålet, afdække centrale forhold ved:

- bygningernes fysik, som påvirker varmeeffektiviteten (varmekapacitet)
- den aktuelle drift af varmesystemet gennem den løbende styring af varmekælderen
- varmesystemets opbygning, dimensionering og effektivitet
- varmesystemets komfort for beboerne (bl.a. gennem belysning af deres praksis)

ANDEN FASE er opdelt i følgende to opgaver:

- Etablering og formidling af et benchmarking-system for de involverede ejendomme ved møder med ejendommens administratorer og beboernes repræsentanter, herunder ikke mindst forslag til forbedret drift af varmesystemerne.
- Ideer til projekter, der kan forbedre den tekniske indretning af varmesystemerne og føre til en målrettet indsats for en videre energirenovering af bygningerne

Tanken er at udføre fortsatte målinger, som kan danne grundlag for vurdering af muligheder for styring af varmetilførsel og afbrydelighed, så bygningerne kan spille bedre sammen med den kollektive fjernvarmeforsyning.

HOFOR har som udgangspunkt leveret data fra deres 'ForsynOmeter' baseret på fjernvarmeforsyningen i de 5 ejendomme. Målerne varetager alene at data fra hovedmåler mht. forbrug, fremløbstemperatur og tilbageløbstemperatur kan aflæses digitalt af HOFOR, og derved give ejendommene månedlige rapporter og ejendommens samlede forbrug samt en indikation for om afkølingen giver anledning til ekstrabetaling.

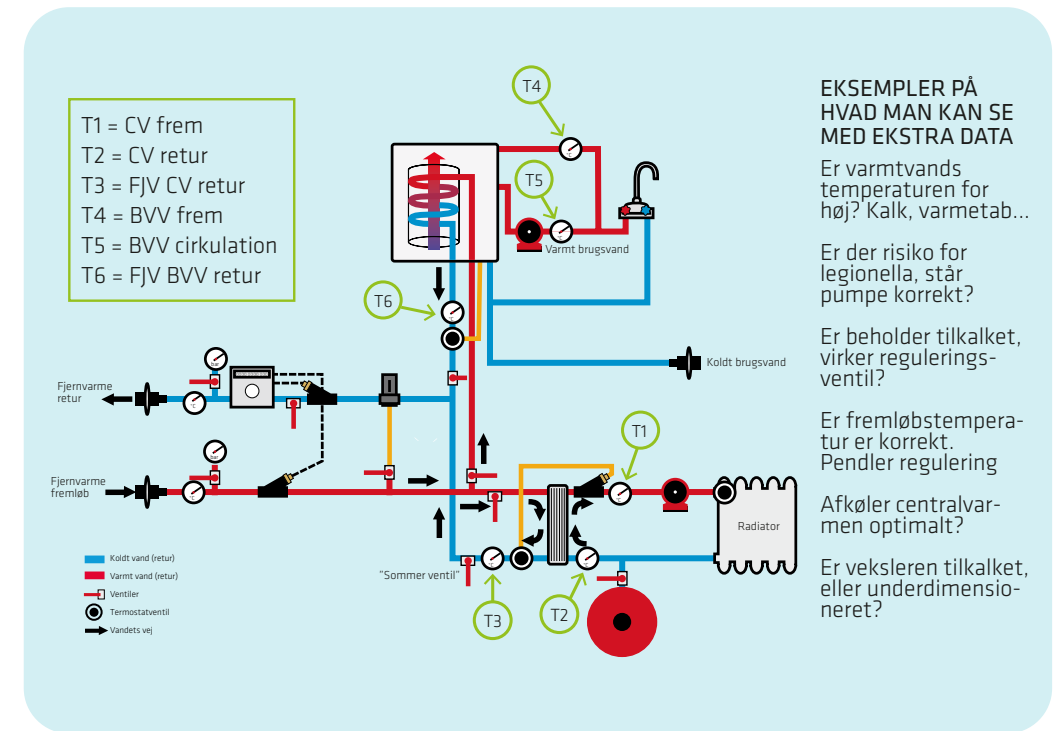
Der er som supplement hertil yderligere opsat 6 ekstra temperaturfølere i hver central fra januar 2018, som siden har leveret data til supplement af de normale forbrugsmålinger. De 6 ekstra temperaturfølere i ejendommens varmecentral måler varmtvandstemperatur, brugsvands cirkulationstemperatur, returtemperatur fra varmtvandsbeholder, fremløbstemperatur til centralvarme, returtemperatur fra centralvarme og returtemperatur fra centralvarmeveksler. Målingerne af temperatur og flow bliver automatisk og løbende overført til HOFOR's database til nærmere analyse.

Måleprogrammet i varmekældrene er illustreret ved figur 7, som viser de 6 ekstra målere, der supplerer HOFOR's grundlæggende registrering.

De ekstra temperaturfølere er installeret ved udnyttelse af det allerede eksisterende fjernaflæsningsudstyr i varmekælderen og har ikke krævet ekstra indgreb eller yderligere strømforsyning. Alle de deltagende ejendomme har givet tilladelse til at HOFOR og Energiforum kan anvende data til analyse af ejendommens varmekapacitet og styring af varmeanlæg, herunder benchmarking med de andre involverede ejendomme i forsøget. Alle ejendomsejere har ligeledes givet accept til deling af oplysninger anført i denne rapport.

” Start optimeringen med at indregulere i varmecentralen. Gå så over til at udskifte komponenter og isolere i varmecentralen. Først derefter skal man gå i gang med selve bygningens klimaskærm ”

” Varmecentralen er en skatkiste ”



Figur 7 - HOFOR's standardmålere og de 6 ekstra følere monteret som led i undersøgelsen, samt eksempler på, hvad det kan vise

Dataene er behandlet og analyseret af HOFOR og Energiforum og resultaterne er stillet til rådighed via en rapport om den enkelte ejendom til den ejendoms ejere/ledelser og driftsfolk.

Målingerne i varmekældrene er fulgt op af møder med administratorer, driftspersonale og beboere for at finde forklaringer på de resultater, som målingerne viste. Det ledte videre til en identifikation af hvilke energimæssige forbedringer og besparelser, der kan opnås ved en bedre drift og hvilke ændringer, der vil kræve ændringer i varmesystemets opbygning eller i bygningens klimaskærm, vinduer, isolering m.v.

Målingerne i de udvalgte lejligheder har været baseret på klima/komfortmålere, der registrerer temperatur, fugtighed, CO₂-niveau og støj. Disse parametre er centrale mål for indeklimaet og dermed komforten i lejlighederne. Målingerne er suppleret med beboerinterviews. Der er indgået aftaler med de enkelte beboere om, at deres data er fortrolige og kun i anonymiseret form må anvendes i projektets analyser.

I dette afsnit beskrives de medvirkende ejendomme mht. generelle data fra BBR-meddelelsen, bygningsfysik, energimærkning samt indretningen af varmesystemerne. Dernæst beskrives projektets analyseresultater på baggrund af det gennemførte måleprogram, hvilket danner grundlag for de anbefalinger, der gives til hver af bygningerne og de samlede konklusioner omkring de enkelte aktørers muligheder for at påvirke den videre udvikling.

BESKRIVELSE AF DE EKSISTERENDE BYGNINGER OG VARMESYSTEMER

De 5 boligejendomme er overordnet set relativt ens. De er alle udført som tungt muret byggeri fra samme tidsperiode (1930'erne - 1940'erne) og med den samme bygningskarakteristik. Ejendommene er alle lokaliseret i 'Musikbyen' - et område i den gamle del af Sydhavnen. Tabel 2 viser de grundlæggende BBR-oplysninger om de fem projektejendomme.

Ejendommene bygget i 1930'erne er bygningsmæssigt inspireret af funktionalismen, med facader uden udsmykning eller detaljerigdom. De har karnapper opført i lette konstruktioner med delvist pudsede overflader og altaner mod gaden. De er opført som karrebebyggelser med for- og bagtrappe i træ. Alle er opført i 3 etager og de fleste af dem med uudnyttede tagetager. To af ejendommene er opført i gule mursten, en i røde mursten, og en fremstår med pudsede facader. Alle ejendommene har røde teglstenstage og kældre/fundament udført i beton. I forbindelse med etageadskillelser, altaner, baderum og vinduer i og omkring hjørner er der oftest anvendt jernkonstruktioner, som blev almindeligt i den tid.

Den almene boligforening er bygget som en mere åben bebyggelse i form af 6 parallelt liggende stokke og en enkelt vinkelretliggende bygning. De er opført af Københavns Kommune i 1946-1949 som aldersrenteboliger. Bygningerne er opført i røde sten og har fremskudte murede karnappartier. En enkelt bygning har altaner i gavlene skåret ind i facaden. 6 af bygningerne er i 3 etager og en i 4 etager. Bebyggelsen er uden bagtrapper, og har uudnyttede tagetage.

Tekniske installationer

De tekniske installationer i de fem ejendomme er ligesom byggestilen, relativt ens. De tekniske installationer såsom ventilation, varmeanlæg- og fordeling mv. har indflydelse på hvordan man kan forvente ejendommens komfort. I tabel 3 vises en samlet oversigt over de tekniske installationer i ejendommene.

Den naturlige ventilation består af ventilationskanaler fra køkken og bad, der er ført til over taghøjde. I Engholmen er der monteret mekanisk udsugning på loftet. For de øvrige ejendomme fungerer kanalerne enten som den oprindelige naturlige ventilation, eller ved at der er monteret mindre ventilatorer i køkken og bad, der skubber luft fra boligerne op i kanalerne.

| Ejendomme | Projekt-ejendom 1 ¹ | Projekt-ejendom 2 ¹ | Projekt-ejendom 3 ¹ | Projekt-ejendom 4 ¹ | Projekt-ejendom 5 ¹ |
|-----------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| Navn | Engholmen | Tjørnegården | Sønderstrandhus | Strandholmhus | Seierøehus |
| Ejerforhold | Alment boligselskab | Ejerforening | Andelsboligforening | Privat udlejningsejendom | Ejerforening |
| Opførelsesår | 1946-49 | 1937 | 1934 | 1935 | 1936-37 |
| Antal boliger, jf. BBR | 228 | 71 | 117 | 85 | 234 |
| Boligareal jf. BBR | 13.666 m ² | 4.209 m ² | 8.394 m ² | 5.299 m ² | 13.429 m ² |
| Gns. boligstørrelse jf. BBR | 60 m ² 1- og 2-vær. | 59 m ² 2-,3- og 4 vær. | 72 m ² | 62 m ² | 57 m ² 2-,3- og 4-vær. |

Tabel 2 - Grundlæggende oplysninger om de fem projektejendomme

| Teknisk installation | Engholmen | Tjørnegården | Sønderstrandhus | Strandholmhus | Seierøehus |
|----------------------|---|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------|
| Ventilation | Naturlig + mekanisk udsugning | Naturlig | Naturlig | Naturlig | Naturlig |
| Varmeanlæg | Centralvarme - fjernvarme | | | | |
| Varmefordeling | 2-strengede anlæg | 1-strengede anlæg | 1-strengede anlæg | 1-strengede anlæg | 2-strengede anlæg |
| Radiatorplacering | Under vinduerne | Centralt i boligerne | Centralt i boligerne | Centralt i boligerne | Under vinduerne |
| Brugsvand | Varmt brugsvand i køkken og bad med cirkulation | | | | |

Tabel 3 - Oversigt over ejendommenes tekniske installationer

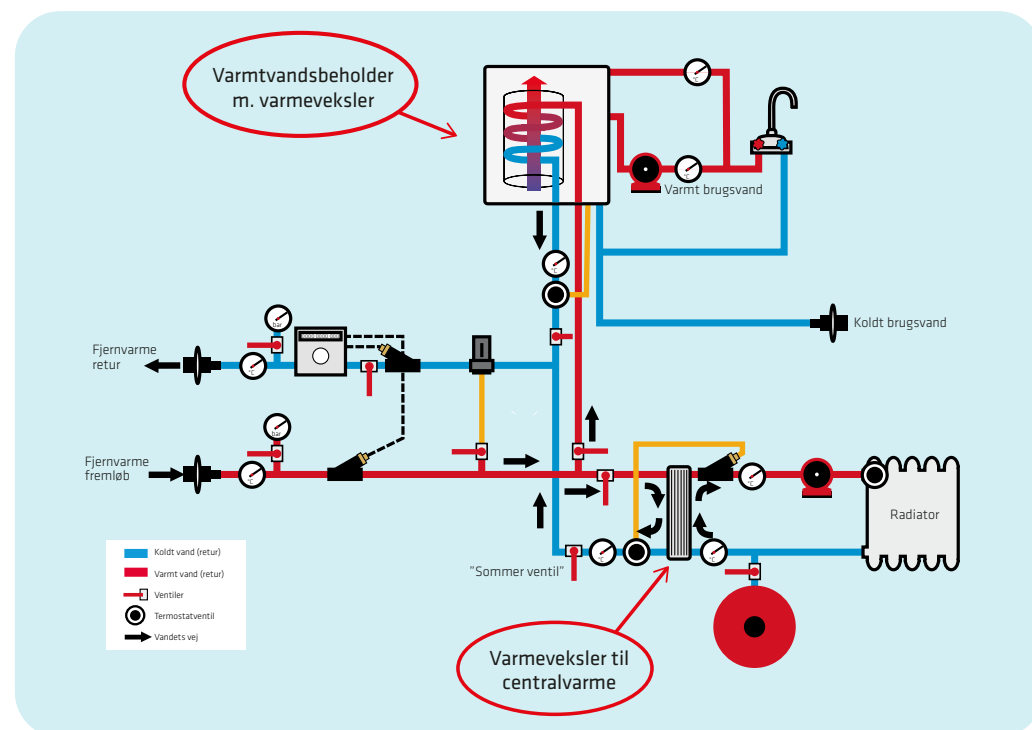
¹ Den fulde bygningsbeskrivelse kan læses i henholdsvis bilag 1, 2, 3, 4 og 5:

Alle varmecentraler er opbygget efter samme princip: Fjernvarmen kommer ind fra fjernvarmerørerne i gaden (fremløb), og fordeles, dels til varmeveksleren til opvarmning af radiatorerne, og dels til varmtvandsbeholderen til varmt brugsvand, hvor varmen bliver afsat og returnere herefter til retur-fjernvarmerøret i gaden, se figur 8. Udover den principielle opbygning forekommer der fra ejendom til ejendom afvigelser fra dette i form af f.eks. flere beholdere i seriekobling, efterkøling af centralvarmevand til forvarmning af det varme vand inden endelig opvarmning i beholder mv.

Hvor meget vand og varme, der kommer ind i varmecentralen afhænger af bygningens varmebehov samt fremløbstemperaturen. Om vinteren, hvor behovet er stort, er forsynings- og centralvarme-temperaturen høj og forbruget stort. På sammen måde varierer forbruget også over døgnet, afhængigt af forbruget af varmt vand og behovet for varme.

Varmecentralerne har varmtvandsbeholdere til brugsvand, og cirkulation på brugsvandet, så der umiddelbart er varmt vand på badeværelse og i køkken. På samme måde sendes vandet rundt i centralvarmeanlægget, og radiatoren åbner og lukker i forhold til, hvor meget varme der er behov for.

Selv om varmecentralerne principielt er ens opbygget, er der stor forskel på, hvor effektivt de kører, ud fra hvordan centralerne er indrettet, hvor effektivt de fungerer og om de forskellige komponenter er optimale i forhold til ejendommens behov. Det er således en kombination mellem teknik og drift, der er udslagsgivende for effektiviteten. I tabel 4 ses de observationer, der er gjort omkring driften af varmecentralerne, herunder hvilke problematikker ejendommene selv oplever.



Figur 8 - Illustration af varmecentralers generelle opbygning

Tilstand og renovering

Der er som udgangspunkt foretaget moderniseringer i alle ejendomme med betydning for energiforbruget. Det er især udskiftning af vinduer, isoleringsarbejder i forbindelse med tagudskiftning og efterisolering af porte, karnapper, hulmure og brystninger, der er foretaget gennem årene. Til trods for dette er tilstanden for de fem ejendomme bestemt ikke ens, se tabel 5.

I **Engholmen** er vinduerne udskiftet til plastvinduer med tolags termoruder for ca. 30 år siden, hvilket antages at være samtidig med at der installeres mekanisk udsugning. Der er ikke foretaget andre renoverings- eller efterisoleringsarbejder af betydning for energiforbruget. Bo-Vita, som i dag administrerer Engholmen, oplyser at de forventer at renovere i løbet af de kommende år.

I ejerforeningen **Tjørnegården** står hver enkelt ejer selv for renovering/udskiftning af vinduerne, hvilket er årsagen til at der ses en stor variation. Loftetagen er isoleret med 100-150 mm isolering, men derudover er der ikke sket de store ændringer af bygningen siden dens opførelse.

Andelsboligforeningen **Sønderstrandhus** er netop blevet grundigt renoveret med efterisolering af tag og facader, mens vinduerne er udskiftet til tre-lags energiruder. Renoveringen har haft en positiv indflydelse på bygningens energiforbrug – dette til trods for der ikke blev efterisoleret mod gården, og at ejendommen fortsat har et et-strengede varmeanlæg.

Udlejningsejendommen **Strandholmhus** er efterisoleret og har nyere energiruder. Ejendommen er ved at igangsætte en renovering som omfatter asbestsanering, efterisolering af loft, isolering af karnapper og vinduesbrystninger. Asbestsanering af varmecentraler og isolering af rør i forbindelse med varmeanlægget.

Ejerforeningen **Seierøhus** er i gang med en renovering som omfatter isolering af port (loft og vægge), isolering af kælderloft, optimering af varmecentralen samt isolering af brugsvandsrør. Hver ejere har selv ansvar for udskiftning af vinduer, hvorfor nye vinduer kun etableres i de boliger, hvor ejeren ønsker det.

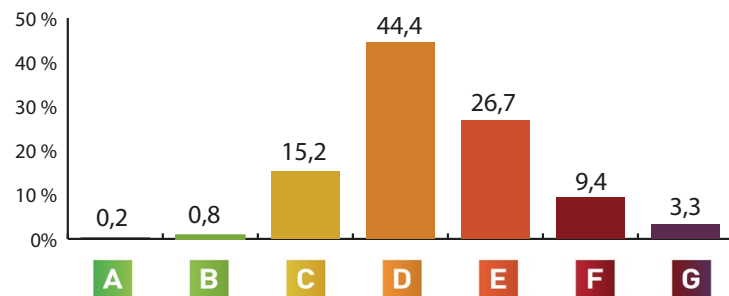
Energimærke og varmekonsum

Ejendommens energimærkning strækker sig fra C til E, hvilket afspejles i deres faktiske varmekonsum, som ligger i et interval mellem 102-150 kWh/m², ud fra graddagekorrigeret data, se tabel 4.

| Bygningsdata | Engholmen | Tjørnegården | Sønderstrandhus | Strandholmhus | Seierøhus |
|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------------------------|
| Opførelsesår | 1946-49 | 1937 | 1934 | 1935 | 1936-37 |
| Energimærke | E | D | C | C | D |
| Årligt målt energifor. | 150 kWh/m ² | 122 kWh/m ² | 102 kWh/m ² | 111 kWh/m ² | 122/141 kWh/m ² |
| Afkøling | 28°C | 22°C | 36°C | 20°C | 32°C /26°C |

Tabel 4 - Oversigt over energimærker og faktiske varmekonsum

Energimærkefordelingen i ejendommene svarer, jf. spareenergi.dk, meget godt til den typiske fordeling af ældre ejendomme, hvor 44% har energimærke D, 15% har C og 27% har E, se figur 9.

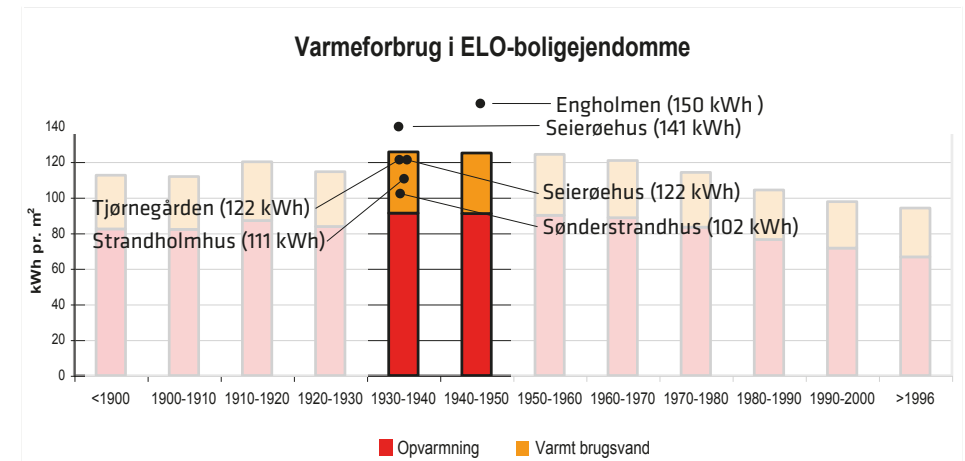


Figur 9 - Procentvis fordeling af energimærker på ejendomme opført i årene 1931-1950 (Data hentet fra Energistyrelsen, u.d.)

Sønderstrandhus har både det laveste forbrug pr. m² og samtidigt den højeste afkøling af fjernvarmevandet – dette til trods for at Sønderstrandhus kun har et et-strengs varmeanlæg. For de fire andre ejendomme er der ikke en klar sammenhæng mellem forbrug og afkøling, hvilket indikerer at varmecentralerne ikke er indreguleret til ejendommens reelle behov. Ud fra ovenstående er det klart at der er mulighed for forbedringer af både forbrug og afkøling i de fleste ejendomme

Set i forhold til de vejledende data om varmekonsum i ældre ejendomme, figur 10, ses det at to af forsøgsvejendommene (Engholmen og Seierøhus) afviger negativt ved at have et større forbrug end man typisk ser i den type ejendomme.

I tabel 5 vises et samlet overblik over ejendommens byggetekniske standard.



Figur 10 - Vejledende data om varmekonsum i ældre ejendomme, ELO-tal 2003 (Jensen, 2004), med tilføjet grafik for dette projekts bygninger

| Bygningsdele | Engholmen | Tjørnegården | Sønderstrandhus | Strandholmhus | Seierøhus |
|--------------|----------------------------|--|--|------------------------------------|---------------------------------|
| Vinduer | PVC med to-lags termoruder | Varierer: Energiruder, termoruder, og forsatsvinduer | Nye energiruder med tre-lags glas. To-lags i kældere og døre | Nyere energiruder, tolags glas | Varierer: Energi- og termoruder |
| Klimaskærm | Ingen efterisolering | Ingen efterisolering | Hulmur og karnapper efterisoleret | Forbedringsarbejder i 2019 og 2020 | Ingen efterisolering |
| Tag | 75 mm | 100-150 mm | 200-300 mm | 125-250 mm | 100-200 mm |

Tabel 5 - Viser et overblik over ejendommens byggetekniske standard

ANALYSERESULTATER

Målingerne af varmemeforbrug i det udvalgte antal lejligheder og i de 5 ejendomme er gennemført fra februar/marts måned 2018 afhængigt af, hvornår målerne blev installeret i varmekældrene og i lejlighederne. Analysen af indendørsklimaet i lejlighederne, som ud over indendørs temperatur også omfattede CO₂ indhold af luften og fugtighed, foregik i perioden frem til juli måned 2018. Analysen af varmemeforbrug og -tab med udgangspunkt i varmekældrene og de 6 ekstra følere, som blev sat op her, er foregået over et helt kalenderår frem til starten af 2019.

Det generelle resultat af målingerne i de udvalgte lejligheder har været, at der hos især ældre beboere og hos børnefamilier har været en tendens til at have en lidt højere indendørs temperatur end de ofte anbefalede 20 grader. Typisk har temperaturerne hos ældre beboere og børnefamilier været en 22-23 grader i de koldeste perioder. Dette har ikke blot afspejlet et ønske om en højere temperatur i lejlighederne, men også, at træk fra vinduer og karnapper samt kolde vægge ved husenes gavle og kolde gulve har medført et ønske om en højere rumtemperatur. Set i forhold til helheden er dette 'ekstra' forbrug hermed som oftest været et bevidst valg for at opnå en højere komfort. Den ekstra varmeregning er jo typisk også blevet betalt af den enkelte beboer. Men samtidig afspejler dette 'ekstra' forbrug også et behov for renovering af varmesystem og bygninger, som vi nedenfor redegør for.

” Ældre beboere og børnefamilier vil ofte vælge en lidt højere indendørs temperatur af komfortensyn ,,

Vore analyser af CO₂ indholdet af luften viser samtidig at der er behov for, at en del beboere bliver mere opmærksomme på vigtigheden af en jævnlig udluftning. I enkelte lejligheder førte den mangelfulde udluftning også til kortere perioder med for høj fugtighed. Områdefornyelsen har for at øge bevidstheden omkring indeklimaets betydning for beboernes komfort uddelt en række let læselige indeklimamålere, som kan støtte beboere i at blive bedre til at styre deres indeklima.

Analysen af varmesystemerne med udgangspunkt i varmecentralerne viser, at især en ejendom, som netop har gennemført en større bygningsrenovering, i deres arbejde med optimering af drift og forbedringer i varmesystemet, har været i stand til at opnå gode resultater i form af forbedret komfort og energibesparelser. Det drejer sig om Andelsboligforeningen Sønderstrandhus, der har fået sænket varmemeforbruget til 102 kWh/m² i 2018. Uden at vi kan påstå, at alle de øvrige 5 ejendomme kan komme ned på det samme niveau af varmemeforbrug, så kan denne ejendom godt stå som et eksempel på, at der kan opnås meget ved en samlet og prioriteret indsats. Det betyder ikke, at der ikke fortsat er muligheder for forbedringer i form af bedre styring af temperaturen på det varme vand og et behov for at sænke tabet i cirkulationen f.eks. ved bedre isolering af stigrør.

Denne ejendom er også et godt eksempel på, at varmemeforbruget kan reduceres ved optimal styring samt forbedring af vinduer og efterisolering, hvorefter en udskiftning af et et-strengt radiatoranlæg ikke længere vil skabe væsentlige forbedringer set i forhold til omkostningerne herved.

På tværs af de 5 ejendomme viser tabel 6 de udfordringer, som analyserne har peget på i varmecentralerne. En mere detaljeret gennemgang af hver ejendom findes i de 5 bilag til rapporten.

I den anden ende af spektret af varmemeforbrug ligger det almennyttige boligdselskab Engholmen med et forbrug i 2018 på 150 kWh/m², hvor der dels er planlagt en fremtidig bygningsrenovering, men hvor der også er grund til at rense/forbedre centralvarmeveksleren og øge kapaciteten i varmtvandsbeholderne, hvilket i begge tilfælde fører til øget forbrug af fjernvarme og for højere returtemperaturer samt cirkulationstab. Også en sommerlukning bør overvejes for at mindske tabene. I denne ejendom er der et klar behov for renovering af vinduer og karnapper, tag- og kælderisolering samt efterisolering af gavlvægge og her vil det være et godt udgangspunkt, at ejendommen allerede har et to-strengt radiatoranlæg.

” Analyserne viser store forskelle i varmemeforbrug i de 5 ejendomme og dermed også potentialer for forbedringer ,,

Tilsvarende kan der opnås yderligere forbedringer i de øvrige ejendomme: ejerforeningerne Tjørnegården og Seierøhus samt den private udlejningsejendom Strandholmhus. Her kan indsatsen omfatte forbedret isolering af tag, kælder og karnapper samt fornyelse af vindue, men især kan der i første omgang opnås besparelser ved en bedre drift og ikke mindst ved langsommere opvarmning af brugsvand, reduktion af cirkulationstab ved isolering af rør m.v.

| Varmesystem | Engholmen | Tjørnegården | Sønderstrandhus | Strandholmhus | Seierøhus |
|-----------------|--|--|--|--|---|
| Radiatoranlæg | Centralvarmetemperaturer ok, men problemer med veksleren | Centralvarmetemperaturer ok, men store problemer med veksleren | Centralvarmetemperaturer ok. Veksleren kan lige følge med | Centralvarmetemperaturer skal undersøges nærmere mht. fremløb, retur og flow. Lav afkøling | VC1: Lille afkøling over 2-strengt centralvarme, OK fremløbtemp. VC2: Dårlig styring for natsenkning og start/stop af pumper. |
| Sommerlukket | Nej | Ja | Ja | Ja, men ventil ikke lukket korrekt i perioder | Ja, men fejl/ Ja, men fejl |
| Varmt brugsvand | Ustabil temperatur, beholder kan ikke følge med | Lav fremløbtemp., problemer med varmtvandsbeholder, for stor ventil og cirkulation | Lidt for lav fremløbtemp. Måske mindre ventil og højere setpunkt | Lav fremløbtemp. og stort flow, giver dårlig afkøling | OK /OK men kræver særlig opmærksomhed pga. kompleks opbygning af varmtvandsproduktion |

Tabel 6 - Oplevet og/eller observerede problematikker i varmecentralerne

ANBEFALINGER TIL EN AKTIV INDSATS PÅ BAGGRUND AF ANALYSERNE

Ud fra de generelle analyseresultater og de samlede konklusioner, er det muligt at pege på, hvad de enkelte aktører i boligbebyggelser kan tage fat omkring for at forbedre boligernes komfort og samtidig nedbringe bygningernes energiforbrug. Det er vigtigt at differentiere mellem de forskellige aktører, da det er forskelligt hvad hvem kan gøre.

Beboerne

Beboerne i ejendommene har et klart ønske om at få øget indeklimakomforten i deres lejligheder og herunder få nedbragt træk fra vinduer og karnapper samt effekten af kolde ydervægge. Der er tydeligvis et behov for en forbedret udluftning hos nogle beboere for at undgå højt CO₂-niveau og dermed et lavt indhold af ilt og - i mindre omfang - at undgå fugt i lejlighederne. At nogle ældre beboere eller familier med børn har et ønske om at have en rumtemperatur, der er en til to grader højere end den anbefalede på 20-21 grader er forståeligt ud fra et komfortønske. Det vil typisk gøre den individuelle varmeregning 4-8 % højere, da de sidste grader også koster mest.

Beboernes centrale rolle og opgave er at presse på for at driften af bygningernes varmeanlæg er optimal, da det kollektivt slår igennem på varmeregningen. De vil også have en interesse i at ejendommens administration og ejere har en klar flerårsplan for optimering af varmeeffektiviteten byggende på en integreret forståelse af bidragene fra bygninger og varmesystem. Undersøgelserne har vist, at der er en lang række 'lavt hængende' frugter knyttet til optimering af varmesystemet, samt at det er en god idé at analysere hvilke større ændringer af bygningernes klimaskærm og af det samlede varmesystem, det er værd at satse på ved at se på investeringernes omfang i forhold til den forventelige effekt på energibesparelserne.

” Driftspersonalet kan sikre en optimal drift. Både ejere og administratorer kan spille en væsentlig rolle for den samlede effektivitet i varmesystemet. Som beboer kan man også selv gøre en indsats ,,

Drift og styring af varmeanlæg

Som påvist i analysen er der en del energibesparelser at hente ved at optimere driften af varmesystemet med udgangspunkt i at styre temperaturer, varmevekslere og tidspunkter for opvarmning af både varmt brugsvand og reaktion på ændrede udetemperaturer. Dette fokus gælder både forbruget af varme og reduktion af returtemperaturen til fjernvarmesystemet.

Det er i høj grad driftspersonalet i form af varmemestre eller varmeansvarlige, der skal stå for at sikre en optimal drift af varmeanlæggene i bygningerne. Her skal der især være opmærksomhed på fremløbstemperaturer, køling af retur vandet til fjernvarmen og tidsmæssig styring af cirkulationstab i både centralvarme og varmtvandsystem, sommerlukning samt hvornår og hvor hurtigt det varme vand bliver opvarmet. Opmærksomheden skal også være på, om dimensioneringen af varmtvandsbeholdere, varmevekslere og styringsventiler er hensigtsmæssig, da både overdimensionerede og underdimensionerede anlægsdele kan føre til øget varmekonsum og dermed dårligere varmeøkonomi og -effektivitet i bygningerne.

Driftspersonalet har også en vigtig opgave i at være i dialog med beboere og ejendomsadministratorer og -ejere om at sikre en fortsat og velovervejet vedligeholdelse af ejendommens varmeanlæg.

Ejendommens administration og ejere

Der er i hvert fald fire forskellige ejerformer involveret i Sydhavnen og generelt i København. De almennyttige boligselskaber med deres afdelinger, andelsboliger, ejerlejlighedsejendomme og privatejede udlejningsejendomme. Analyserne peger på, at ejerformen har en indflydelse på hvilken indsats, der har været omkring nedbringelse af energiforbruget. Her spiller adgangen til finansiering en stor rolle, ligesom den forskel, der er mellem hvem der kan træffe beslutninger og har ansvaret for investeringer og hvem der betaler for de løbende udgifter til varme.

Det er helt centralt at ejendommens administratorer og ejere har opmærksomheden rettet mod den samlede effektivitet i varmesystemet, tilser at den løbende drift er optimal og udarbejder handlingsplaner for de ændringer, der måtte være påkrævet af hhv. varmesystemet og af bygningernes klimaskærm, så disse ændringer kan gennemføres på en optimal måde - ved at der prioriteres investeringer, der bidrage mest omkostningseffektivt til forbedring af bygningernes energieffektivitet.

I dette afsnit følges der op på analysen af de 5 ejendomme og en foreslået model for benchmarking præsenteres. De erfaringer der er opnået med projektets målemetode opsamles med henblik på at benytte disse i fremtidige projekter. Der påpeges der på de muligheder, der er for en videre udbredelse af metoder og benchmarking, samt overvejelser vedr. finansiering.

I fremtiden er det langt fra sikkert, at prisen for fjernvarme vil være afregnet som nu, med én pris uanset hvornår varmen bliver brugt. I dag udlignes prisen for varmekonsumet over dagen og året, så der betales det samme per kWh uanset om varmen bliver brugt på et tidspunkt, hvor den er dyr at producere f.eks. på en ekstra kold vinterdag. Dette bevirker at mange ejendommers varmekonsum ikke spiller særligt godt sammen med den kollektive varmeforsyning fra HOFOR. Selvom der nok vil gå flere år, før HOFOR på linje med afregningen for elforbrug kan basere afregninger på døgnvarierende timepriser, så er det realistisk, at der på et tidspunkt vil blive indført varierende priser hen over året.

Den indsats, som vi foreslår i denne rapport vil i alle fald også forberede varmesystemerne til denne udvikling og de nye afregningsmetoder, der kan tænkes at komme, idet den gør udnyttelsen af fjernvarmen mere effektiv og fjerner de spidsbelastninger, der allerede i dag fører til ekstra omkostninger ved produktionen af den varme, der bruges.

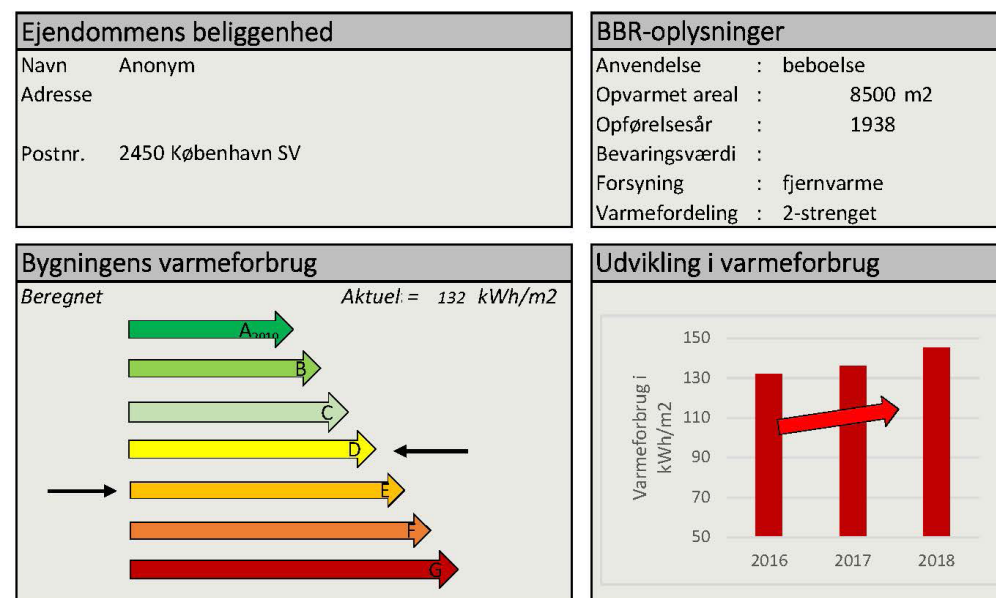
” Der er behov for nye typer af rådgivning, hvor man ser på bygning og varmesystem i en helhed og tager udgangspunkt i målinger i varmecentralen ”

MODEL FOR BENCHMARKING OG STRUKTUR FOR ANBEFALINGER

HOFOR er i samarbejde med Bygningsstyrelsen begyndt at kigge på muligheden for en benchmarking præsenteret som et trafiklys, hvor ejendommene kategoriseres som rød, gul og grøn, ud fra deres reelle graddagekorrigerede varmekonsum. En mulighed som indtil videre kun er anvendt på enkelte ejendomme, og som der stadig arbejdes videre på.

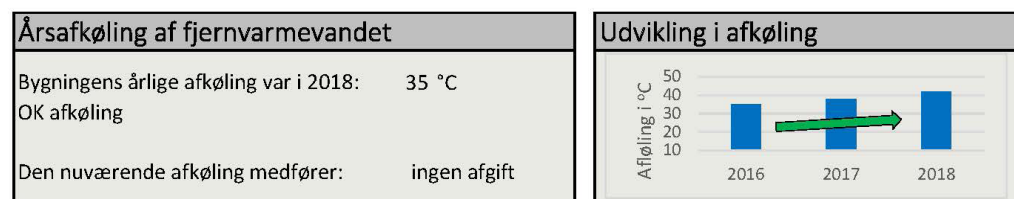
Ejendommens energimærke kan man også sige udgør en slags benchmarking, som er baseret på ejendommens beregnede energibehov til opvarmning (inkl. el til pumper m.v.). Energimærket kategoriserer ejendommene i energiklasser fra A til G.

I nærværende projekt har vi valgt at forsøge med en kombination af ovenstående således at man direkte kan aflæse både om energimærket er godt eller dårligt, og samtidigt om forbruget så ligger højt eller lavt. I figur 11 ses en illustration af hvordan en sådan karaktersætning af ejendomme kan se ud.



Figur 11 - Illustrerer ejendommens beregnede energimærke og bygningens faktiske varmekonsum i en fælles skala, der ligner energimærker brugt for produkter. Den aktuelle bygning har et energikonsum svarende til D = et middel varmekonsum og energimærket E = et relativt højt varmekonsum

Da dette er en forenklet repræsentation af et relativt komplekst emne, bør sådan en karaktersætning aldrig stå alene, men altid følges af specifikke data for forbrug fordelt over året. Ud over det aktuelle varmekonsum og den aktuelle køling, som ejendommen leverer til fjernvarmeforsyningen (HOFOR) er det også nødvendigt at illustrere hvordan energiforbruget og kølingen udvikler sig fra år til år, da disse oplysninger er nødvendige for at fastholde en opmærksomhed på om driften af varmesystemet hele tiden er optimal.



Figur 12 - Et eksempel på angivelse af trend i varmekonsumet over 3 år.

De sammenfattende data skal i vores benchmarking model suppleres med kvalificerende kommentarer om f.eks. bygningens historik og særlige forhold, der gør sig gældende for netop denne bygning. Herunder bygningernes arkitektur og bevaringsværdighed for at give en bredere forståelse for bygningens aktuelle tilstand.

Desuden skal benchmarking leve op til formålet at belyse at ejendommens optimale varmesystem omfatte både varmekælder med dens styringer, pumper og varmeveksler til centralvarmen og en varmtvandsbeholder, et system af rør til fordelingen af centralvarmen og det varme vand samt en bygning, der med vinduer, vægge, lofter og kældre med hver deres isoleringsgrad. Den valgte benchmarking skal ikke blot blive en simpel og statisk sammenligning, men være fulgt af en række råd om den indsats, der skal gøres for at forbedre driften af det samlede varmesystem, udføre forbedringer i den centrale del af varmesystemet og derpå foretaget en prioriteret indsats omkring renoveringen af bygningens isolering og det distribuerede net af rørføringer i centralvarmen og fordelingen af det varme vand. Kvalitative råd for hver indsats supplerer de generelle data og sikre, at det specifikke og handlingsrettede perspektiv bliver fastholdt. Det vil ske i en række anbefalinger i benchmark skemaet til den enkelte ejendoms ejere, administratorer og beboere.

Projektet har demonstreret brugen af denne model for benchmarking ved de fem eksempler på brug af benchmarking omfattende anvisninger på rettidig justering/drift/styring på den ene side og forbedringer i effektivitet og kapacitet af beholdere, varmevekslere og ventiler samt tab i cirkulationen hvad angår varmesystemet på den anden side. Desuden demonstrerer eksemplerne mere specifikke forhold omkring isoleringsgrad af bygningskomponenter, vinduer samt træk/kulde. Disse eksempler fremgår af underbilag til hver af de undersøgte ejendomme.

ERFARINGER MED DEN VALGTE METODE OG TVÆRGÅENDE KONKLUSIONER

Den metode, vi har benyttet til dataindsamling og efterfølgende analyse af data og bygningsbeskrivelser, har vist sig nyttig ved, at den er baseret på et begrænset ekstra sæt målinger i forhold til de data, som HOFOR allerede indsamler, og herved kan bidrage med væsentlige oplysninger om både bygningernes tilstand og om varmesystemernes opbygning. Den kan også belyse de tab, der er resultatet af en mindre optimal drift og de tab, der følger af en mindre hensigtsmæssig indretning af varmesystemerne.

Erfaringerne fra databehandlingen har vist, at de ekstra 6 temperaturfølere eventuelt kan suppleres med flere data fra fx varmecentralens klimastyring i det omfang data kan trækkes fra denne. Hvis der er en ekstra energimåler til det varme brugsvand eller fra pumperne med flow og tryk vil man kunne præcisere og øge viden om varmesystemet og forbedre præcisionen i analyserne. Det er dog ikke meningen, at der skal investeres store beløb i disse målinger, men der vil i fremtiden komme flere digitale informationer i form af IoT-sensorer mm. og jo mere der kan arbejdes med at udvikle prisbillige og præcise produkter og analyseredskaber til det formål, bliver benchmarking og analyser bedre.

Måleprogrammet i dette projekt har kun krævet en mindre investering i ekstra følere, mens metoden til behandling af dataerne og analysen af bygningerne for at kunne opstille grundlaget for en integreret rådgivning til bygningernes drift, administration og ejere hvad angår den videre indsats er mere ressourcekrævende.

Årsagen hertil er, at der ikke med den valgte metode lægges op til en meget standardiseret rådgivning om energirenovering af bygninger og varmesystem, som der ellers har været en dominerende tendens til. Derimod lægges der op til en integreret rådgivning rettet mod den enkelte ejendom, som oftest har ens bygninger. Her bidrager metoden med specifik rådgivning til den enkelte ejendom, med fokus på en optimering af driften af det eksisterende varmeanlæg som første trin og efterfølgende et trin 2, der peger på de forbedringer i bygningerne og i varmesystemet, som vil give mest effekt i forhold til investeringerne.

Den foreslåede specifikke og integrerede rådgivning omkring energirenovering af bygninger og varmesystem vil altså som udgangspunkt typisk føre til mere omkostningseffektive og fokuserede investeringer, men vil kræve et bedre udgangspunkt og en bedre fundering af den udførte rådgivning. Dette står lidt i kontrast til, at mange energirenoveringer udføres med udgangspunkt i et mere standardiseret program for hvor indsatsen skal lægges, hvilket med sikkerhed vil føre til energimæssigt set bedre bygninger, men ofte også fører til fravalg på grund af begrænsede investeringsmidler og lange tilbagebetalingstider på nogle af indsatserne. Det samme gør sig gældende for renovering af varmesystemerne. Her viser erfaringer og vores undersøgelse at en mere grundig analyse kan styrke og prioritere indsatsen og i højere grad vil sikre, at der faktisk opnås de planlagte energibesparelser.

Et skøn over omkostningerne ved at opsætte ekstra følere i en ejendom og efterfølgende at gennemføre dataanalysen og opstille grundlaget for en integreret rådgivning skønnes at være i størrelsesordenen 20.000 kr. per ejendom.

POTENTIALE FOR VARMEEFFEKTIVISERING AF BYGNINGER

Projektets undersøgelser har vist, at der i langt de fleste ejendomme/bygninger er basis for at optimere driften af varmeanlægget med udgangspunkt i varmekælderens med en mulig varmebesparelse på 5-10% på årsbasis. Lægges hertil mindre ændringer i varmeanlægget, der sikrer optimal drift af varmevekslere og varmtvandsbeholdere samt isolering og drift af cirkulation kan denne besparelse endda øges til 10-15% på årsbasis. Ikke mindst kan sikringen af lave returtemperaturer bidrage til en økonomisk besparelse.

Analysen peger også på, at der er energibesparelser at hente i de fleste ejendomme ved en målrettet bygningsrenovering, hvorimod meget store omlægninger af varmesystemer nøje bør analyseres før de gennemføres. De skal i hvert ses i tæt sammenhæng med renoveringen af bygninger, så indsatsen af arbejde og af investeringer er prioriteret. Ved at supplere med mere omfattende, men også økonomisk prioriterede renoveringer af varmesystem og bygningernes klimaskærm vil besparelserne i varmeenergi kunne bidrage med 15-30 % afhængigt af bygningernes aktuelle tilstand. Det er måske nok lidt mindre end mange optimistiske forventninger til besparelspotentiale, men dette skøn tager også udgangspunkt i, at HOFOR's aktuelle data viser, at det faktiske gennemsnit for ejendomme i København i dag er omkring 116 kWh/m². Dette faktiske (målte) gennemsnit afviger noget fra det beregnede gennemsnit, der ofte ses angivet for den gamle boligmasse opført mellem 1890 og 1950 på omkring 155 kWh/m² (se bl.a. SBI 2013, tabel 5, s.23).

Der kan samlet set med rimelighed forventes en nedbringelse af forbruget af varmeenergi i den gamle boligmasse i København på op til 15-20 % i gennemsnit i forhold til den aktuelle (målte) situation ved en massiv og samlet indsats, hvilket vil være et betydeligt bidrag til nedbringelsen af Københavns CO₂-udledninger. Hertil kommer den indirekte effekt, der vil være ved at en systematisk optimeret drift kan øge afkølingen og sikre en bedre fordeling af varmekonsumet over døgnet og ved hurtige skift i udetemperaturer. Hvis denne indsats gennemføres som en integreret og omkostningsprioriteret indsats, kan den endda tænkes gennemført inden for en 10-årig periode, hvis den bakkes op af klare målsætninger og programmer, der støtter det basale arbejde med analyse og rådgivning, og følges op med forbedringer i driften af varmeanlæggene samt støtte til en integreret renovering af energianlæg og bygninger.

” Der er betydeligt potentiale for energibesparelser i eksisterende ejendomme ,,



UDBREDELSE AF ANALYSEMETODER OG BENCHMARKING

Vores konklusion er, at de gennemførte 5 studier af ejendomme kan begrunde, at det program, som Energiforum har iværksat sammen med HOFOR, fortsættes og evt. også udbygges med de tilføjelser, som vi har angivet i afsnittet med 'Beskrivelse af måleprogrammet' (side 19), så der kan arbejdes for at iværksætte et mere omfattende program, der udbreder de metoder, som vi har foreslået, ved at inddrage et meget større antal ejendomme. Det skal baseres på det standardiserede måleprogram og den opfølgende dataanalyse, der så kan danne grundlag for en rådgivning af ejere, administratorer og beboere i ejendommene. Ved at udbrede dette program, vil ejendommene være klædt væsentlig bedre på til at efterspørge kvalitet i driften af varmeanlægget. Men nok så vigtigt, vil det kvalificere ejere og administratorer til at efterspørge de ydelser fra rådgivere omkring renovering af varmeanlæg og bygninger, der optimerer varmeeffektiviteten ud fra et samlet omkostningsperspektiv, der inddrager både varmeomkostninger, komfort og investeringer i renovering. Udgangspunktet er den samlede (integrerede) funktion af bygninger og varmesystem i forhold til en energioptimering, der udpeger de indsatsområder for energirenovering og forbedringer i varmesystemet, som vil have de laveste omkostninger og den største effekt.

Det foreslåede program udfylder det gab, der er mellem den enkelte ejendoms løbende overvejelser om forbedringer og så de typiske og ofte standardiserede rådgiverydelser, som kan købes på markedet. Gabet, der skal udfyldes, er ejendomsjernes, administratorernes og beboernes behov for at have et kvalificeret grundlag for at efterspørge relevante rådgivningsydelser. Programmet skal understøttes af den model for benchmarking, som projektet foreslår.

I forhold til det behov, der i København og i andre byer er for at gennemføre energibesparelser i den eksisterende boligmasse – ikke mindst i relation til Københavns 2025 Klimaplan – er det værd at gennemføre et program, som har en relativt god effekt i løbet af en kortere årrække.

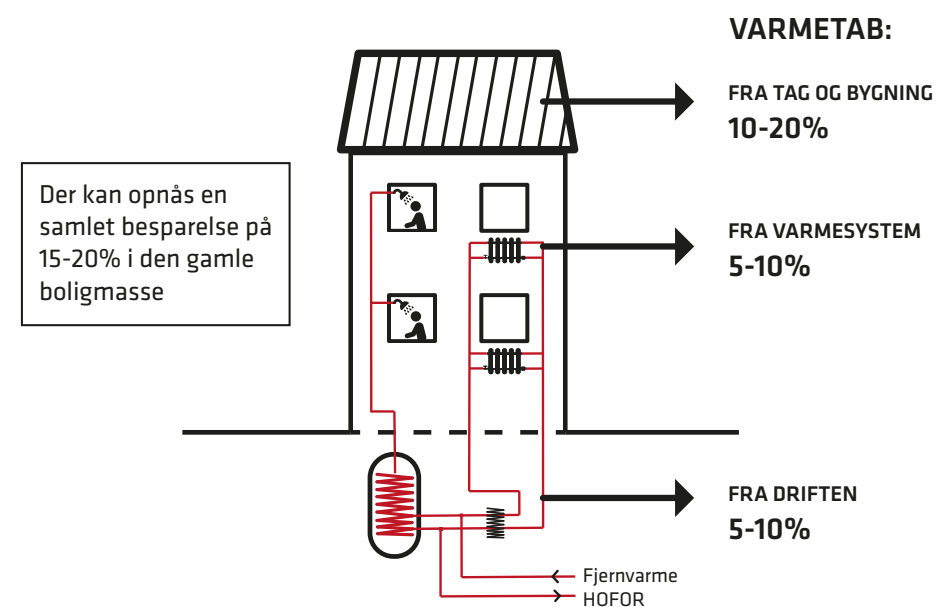
Til dette formål stiller det program for analyse, sammenligning og rådgivning, som projektet har skitseret sig til rådighed som et godt bud på en videre og skalerbar indsats. Som et første trin kan det ske ved at flere ejendomme i Sydhavnen og i den nye Områdefornyelse i Bavneshøj benyttes til at opstarte et samlet program.

” Det foreslåede program udfylder det gab, mellem de overvejelser og ønsker, som ejendomme og beboere har til energiforbedringer og opstilling af krav til rådgivning omkring renovering af varmesystem og bygninger. ”

Finansieringen af et fremadrettet program vil omfatte dækning af udgifter til en første del omfattende de målinger, analyser og en første rådgivning om en prioriteret indsats, som beskrevet ovenfor, fulgt af gennemførelsen af de umiddelbare (gratis) driftsmæssige forbedringer og optimeringer. Derpå skal programmet finansiere en andel del med den opfølgende indsats med støtte til integreret renovering af bygninger og varmesystem, som for en dels vedkommende kan hentes i de eksisterende støtteordninger for bygningsrenovering, men også bør udbygges med finansiering af en mere fokuseret energirenoveringsindsats.

I denne sammenhæng vil det være muligt evt. at trække på en programsatsning med det EU finansierede Climate KIC, som ønsker at støtte en indsats for at gennemføre eksemplariske energibesparelser i 1 million boliger i løbet af de kommende år. Dette sker som et led i at accelerere klimaindsatsen og det vil være nærliggende, at tilsvarende indsatser gennemføres i København med støtte fra kommunen og på landsplan med støtte fra staten.

Mens den første del af det foreslåede program kan gennemføres på tværs af, hvem der ejer ejendommene blot der også sker en inddragelse af beboere og de ansvarlige for driften af varmesystemerne, så vil den andel del af programmet skulle gennemføres under hensyntagen til de forskellige ejerformer. Som tidligere påpeget, så er finansieringen af investeringer og besparelser ved driften af varmesystemet fordelt forskelligt mellem bygningsejere og beboere afhængigt af ejerformen, hvilket lægger op til at der gennemføres finansielle støtte, der tager hensyn til og tilpasses de forskellige ejerformer og deres forskellige adgang til finansiering af de integrerede forbedringer af varmesystemer og bygninger. Behovet for at skabe finansielle incitamenter for alle ejerformer er begrundet i, at ejerformen spiller en stor rolle for, hvor meget der sættes på varmeeffektivisering (Realdania 2017).



Figur 13 - Bygningen og energisystemet skal ses som en helhed, hvis man vil opnå besparelser

KONKLUSIONER PÅ UNDERSØGELSEN OG ANBEFALINGER

Vores konklusioner fra projektet kan sammenfattes i de tre følgende emner:

Besparelsespotentiallet

For ældre ejendomme i København er der et betydeligt energibesparelsespotential, men besparelsespotentiallet afhænger selvfølgelig af, hvilke forbedringsarbejder på energianlæg og bygninger, der allerede er gennemført, samt hvad der er økonomiske og tekniske muligheder for at gennemføre besparelser.

Overordnet set er det ældre murede etagebyggeri rent bygningsmæssigt meget ens, og typisk opført med et beregnet forbrug, svarende til et D eller E energimærke (i bedste fald et C mærke og værste tilfælde et F mærke). Hvilket energimærke bygningerne har i dag, hænger tæt sammen med udgangspunktet og de typer af energiforbedringsarbejder, der er lavet gennem byggeriets levetid.

Det beregnede forbrug for disse ejendomme er i dag typisk 100 og 150 kWh/m² om året på baggrund af de energimærker, der er tilgængelige i Energistyrelsens database. Ifølge HOFOR er det gennemsnitlige målte forbrug af fjernvarme 116 kWh/m² for ejendomme fra før 1960, jf. figuren på side 8. Der er på denne baggrund et besparelsespotential, der samlet set ligger på 10-20% af det samlede energiforbrug. En besparelse, som er væsentlig for realiseringen af Københavns klimaplan.

Varmebesparelser i Sydhavnen?

På grundlag af vores undersøgelser af de 5 ejendomme i Sydhavnen og HOFOR's erfaringer i øvrigt, kan man med relativt begrænsede investeringer i varmeanlægget nedbringe varmekonsumet med 5-10%. Det handler om at optimere varmecentralen og sikre en god drift.

En yderligere analyse af en ejendoms varmekonsum baseret på opsætning af de 6 ekstra målere, som projektet har haft installeret kan synliggøre yderligere muligheder for energibesparelser, som f.eks. udskiftning af varmeveksler, pumper og varmtvandsbeholder, som kan bidrage til at forbedre varmeanlæggets effektivitet, ligesom der kan være behov for isolering af varmerør i kelder og på loftet. Det kan øge omkostninger til investeringer, men som udgangspunkt vil der være tale om investeringer med en tilbagebetalingstid på under 5 år, og som dermed er rentable.

De næste skridt for at realisere varmebesparelser handler om at nedbringe bygningernes varmebehov. Har en ældre bygning et varmekonsum på 100 kWh/m² om året, hvilket den bedste af de 5 bygninger vi har set på har, er det forbundet med betydelige investeringer at få energiforbruget yderligere ned. For den bygning gælder det, at de har fået 3-lags energiruder, efterisoleret loftet, karnapper og brystninger, mm. Derudover er varmeanlægget optimeret og driften af anlægget er god. En stor del af det arbejde er sket med byfornyelsesstøtte, hvilket betyder op til 30% tilskud, og var nok ikke sket i samme omfang uden den støtte.

De øvrige ejendomme som typisk har et forbrug på 120 til 150 kWh/m² i Sydhavnen kan med en målrettet indsats nok også komme ned på niveau med den bedste, men det kræver efterisolerings-

arbejde og udskiftninger af vinduer. En enkelt af ejendommene har udsugningsventilation, uudnyttede lofter og gavle der ikke er isolerede, og har nu et energimærke E. For denne ejendom vil der være behov mere opfattende investeringer, men væsentlige varmebesparelser kan også realiseres her.

Der er dog også grænser for, hvor langt energiforbruget kan nedbringes, idet udvendig isolering af klimaskærmen er vanskelig for bygninger i København og for det murede byggeri. Ofte er der ikke plads på facaderne, og det er forbundet med store omkostninger som følge af facadernes udformning. Gavle er typisk lettere at renovere fordi der kan lægges et ekstra lag på muren, så det for relativt få midler er muligt at nedbringe energitabet her.

Anbefalinger til en generel indsats i den gamle boligmasse

At bringe det gennemsnitlige varmekonsum for byggeriet fra før 1960 fra de nuværende 116 kWh/m² om året til 100 kWh/m², er helt klart muligt, hvilket ville svare til en besparelse på 14% totalt set. Der er ikke forbundet med tekniske vanskeligheder, og det ligger helt klart også inden for realistiske tider for tilbagebetaling, men vil kræve en forsat støtte til en prioriteret og målrettet energirenovering. Det har ført os til at konkludere, at en målrettet indsats, der skaber det analytiske grundlag for en integreret energirenovering vil være fordelagtig og kunne nedbringe det samlede varmekonsum med en 10-20% over de næste 10 år.

Et sådant scenarie kan yderligere understøttes med initiativer, der fremmer etableringen af tagboliger, som vil udvide det udnyttede areal i ejendommen samtidig med, at de kan sikre en god isolering. Tagboliger kan i princippet finansiere sig selv, og sikre at klimaskærmen opadtil bliver velisoleret, og varmeinstallationer i form af centralvarmerør og brugsvandinstallationer kommer ind bag klimaskærmen. Det er mere et spørgsmål om det er muligt at tage en sådan beslutning af ejeren eller ejerne.

Rapporten anbefaler, at det program, som Energiforum har iværksat sammen med HOFOR, fortsættes og evt. også udbygges med de tilføjelser, som vi har angivet i afsnittet med 'Beskrivelse af måleprogrammet' (side 19), så der kan arbejdes for at iværksætte et mere omfattende program, der udbreder de metoder, som vi har foreslået, ved at inddrage et meget større antal ejendomme. Det skal baseres på det standardiserede måleprogram og den opfølgende dataanalyse, der så kan kvalificere ejere, administratorer og beboere i ejendommene til mere målrettet at efterspørge rådgivning om varmebesparelser og energirenovering.

Finansieringen af programmet skal omfatte dækning af udgifter til en første del omfattende de målinger, analyser og en første rådgivning om en prioriteret indsats, som beskrevet ovenfor, fulgt af gennemførelsen af de umiddelbare (gratis) driftsmæssige forbedringer og optimeringer. Derpå skal programmet finansiere en andel del med den opfølgende indsats med støtte til integreret renovering af bygninger og varmesystem, som for en dels vedkommende kan hentes i de eksisterende støtteordninger for bygningsrenovering, men også bør udbygges med finansiering af en mere fokuseret energirenoveringsindsats.

Bygherreforeningen. 2018. »Hvidbog om bygningsdrift.« <https://bygherreforeningen.dk/hvidbog-om-bygningsdrift/>.

Energistyrelsen. u.d.. »Find dit energimærke.« SperEnergi.dk. <https://sparenergi.dk/forbruger/vaerktoejer/find-dit-energimaerke>

Energispring. u.d. »Energjadfærd - vej til at undgå spild af varme.« Præsentation. Energispring.

Jensen, O. M. 2004. »Barrierer for realisering af energibesparelser i bygninger.« Statens Byggeforskningsinstitut. <https://sbi.dk/Pages/Barrierer-for-realisering-af-energibesparelser-i-bygninger.aspx>

Københavns Kommune. 2012. »KBH 2025 Klimaplan.« Teknik og Miljøforvaltningen. www.kk.dk.

Realdania. 2017. »Energirenovering af den private boligmasse.« Udarbejdet af CONCITO. https://realdania.dk/publikationer/faglige-publikationer/energirenovering-af-privat-boligmasse_25012018

SBI. 2013. »Varmebesparelser ved løbende bygningsrenovering frem til 2050« Netværk for energirenovering. SBI rapport 2013:08

Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen. 2014. »Bygningsreglementet afsnit 7.2.4.2.« https://historisk.bygningsreglementet.dk/br10_05_id161/0/42.

Weilbach Kunstnerleksikon. Se link: <https://www.kulturarv.dk/kid/VisWeilbach.do?kunstnerId=7315&w-sektion=alle>

BILAG 1: DEN ALMENE BOLIGAFDELING 'ENGHOLMEN'

Engholmen – almene ældreboliger, Engholmen 4-64, m.fl

<https://www.bo-vest.dk/beboer/find-din-afdeling/engholmen/>



Engholmen Almene ældreboliger er fra 1949 og består af 228 boliger fordelt på 8 bygninger.

Boligerne består 1 og 2 rumms lejligheder på henholdsvis 53-72 kvm, alle med køkken. Ejendommen har tidligere været administreret af Lejerbo, men administreres nu af Bo-Vita. Københavns Kommune står for anvistning af boligerne, og som noget nyt er det muligt at leje boligerne, hvis man er studerende.

Der er tale om en åben bebyggelse i form af 6 parallelt liggende stokke og en enkelt vinkelretliggende bygning. De er opført af Københavns Kommune i 1946-1949 som aldersrenteboliger. Bygningerne er opført i røde sten, og har fremskudte murede karnappartier. 6 af bygningerne er i 3 etager og en enkelt i 4 etager op til Mozarts Plads. Alle har uudnyttede tagetage. Ejendommen har ikke bagtrapper, men har skiftevis trappeopgang på den ene og anden side af bygningen. Dvs. de første 6 boliger har opgang på den ene side og de næste 6 på den anden side og så fremdeles. I bygningen op til Mozarts Plads i fire etager er der altaner i gavlen skåret ind i facaden.

Ejendommen har bevaringsværdi 3, 'Høj bevaringsværdi'. Der er tale om tungt fuldmuret byggeri, der har energimærke E.

Tekniske installationer

- **Ventilation:** Ejendommen er født med naturlig ventilation bestående af ventilationskanaler fra køkken og bad, der er ført til taget. Senere er monteret mekanisk udsugning på loftet via de eksisterende ventilationskanaler.
- **Varmeanlæg:** Ejendommen har centralvarmeanlæg og havde tidligere egne kul- eller oliefyrede varmecentraler, som nu er omlagt til fjernvarme. Ejendommen har et tostrengt centralvarmeanlæg med radiatorerne placeret i brystningerne under vinduerne. Varmefordelingsrør er udført som 1" stålør. Rørene er isoleret med 30 mm isolering.
- **Brugsvand:** Ejendommen har varmt brugsvand i bad og køkken med cirkulation. Brugsvandsrør og cirkulationsledning er udført som 1" stålør. Rørene er isoleret med 30 mm.

| Opførelsesår/ antal boliger m. køkken | Bebygget areal/ antal etager | Samlet byg- ningsareal / boligareal | Samlet tag- areal/ udnyttet | Kælder | Erhvervs- areal |
|---|------------------------------------|---|-----------------------------------|--------------|--------------------|
| 1949 / 48 | 707 / 4 | 2828 / 2760 | 490 / 0 | 700 | 0 |
| 1949 / 18 | 537 / 3 | 1611 / 1192 | 358 / 0 | 706 | 631 |
| 1949 / 24 | 534 / 3 | 1602 / 1554 | 358 / 0 | 527 | 0 |
| 1949 / 24 | 534 / 3 | 1600 / 1554 | 360 / 0 | 527 | 86 |
| 1949 / 24 | 527 / 3 | 1600 / 1554 | 360 / 0 | 527 | 48 |
| 1949 / 24 | 528 / 3 | 1605 / 1554 | 358 / 0 | 528 | 0 |
| 1949 / 12 | 275 / 3 | 825 / 798 | 175 / 0 | 272 | 0 |
| 1949 / 54 | 896 / 3 | 2688 / 2700 | 539 / 0 | 879 | 0 |
| 1949 / 0 | 99 / 1 | 99 / 0 | 0 / 0 | 0 | 0 |
| 1949 / 228 | 4637 / 3-4 | 14.458 / 13.666 | 2998 / 0 | 4.666 | 765 |

Tabel 7 - Informationer fra BBR om de 7 bygninger, samt en mindre bygning der ikke anvendes til beboelse

Tilstand og reovering

Ejendommens vinduer er blevet udskiftet til plastvinduer med tolags termoruder, og vinduerne er formodentligt mindst 30 år gamle. Renoveringen er sket i begyndelsen af 1980'erne eller tidligere, og i forbindelse med dette har den måske også fået mekanisk udsugningsventilation. Der er i øvrigt ikke sket renoverings- eller efterisoleringsarbejder af betydning for energiforbruget. Ejendommen har tidligere været administreret af Lejerbo, men administreres nu af Bo-Vita. De har oplyst, at de forventer, der skal ske en renovering i løbet af de kommende år.

| Energimærke | Varmeanlæg og ventilation | Bygning og klimaskærm | Vinduer | Tag |
|-------------|---|--|--|-----------------------------------|
| E | To-strengt varme- anlæg, udsugnings- ventilation bad og køkken | Tung grundmuret bygning i tre og fire etager. Uud- nyttet tagetage. | PVC vinduer med to-lags termoruder. | Teglsten. Isolering: 75 mm. |

Tabel 8 - Informationer fra energimærket

Ejendommen har energimærke E. Der er ikke sket efterisolering af ejendommen siden dens opførelse, og vinduerne er relativt dårlige rent energimæssigt ligesom udsugningsventilation resulterer i et højt energiforbrug.

Analyseresultater

Med udgangspunkt i HOFORs gennemgang af varmecentral baseret på målinger og besigtigelse kan der peges på følgende områder for en opfølgende indsats:

- Centralvarmeveksler bør undersøges for tilsmudsning eller underkapacitet pga. temperaturtab over veksler ved belastning (koldt).
- Kun en varmtvandsbeholder var i drift; svært med kun en beholders kapacitet til forsyning af de mange lejligheder. Giver dermed høj returtemperatur. Meget lav afkøling over beholder. Det skal undersøges om beholder bør skiftes eller det kan klares med begge beholdere i drift med optimal lastfordeling.
- Legionelladrift sker dagligt, men fungerer ikke hensigtsmæssigt. Daglig drift bør slås fra, men skal undersøges nærmere for at vurdere løsning.
- Varmekurven bør ændres om sommeren, når der ikke sommerlukkes, så tab og overforbrug hindres.
- Ved generel bygningsrenovering mht. vinduer, tagisolering og kælderisolering vil det to-strengede centralvarmeanlæg have tilstrækkelig varmekapacitet og bedre afkøling kan opnås.
- Cirkulationsrør bør generelt isoleres bedre for at undgå energispild.
- Det kan overvejes om en udnyttelse af tageetagen vil give en samlet bedre energi- og driftøkonomi i ejendommen.

BILAG 1-1: FORSYNOMETERRAPPORT

HOFOR forbrugsrapport

0033027466

2019

Forbrugsrapport - Fjernvarme 2450 København SV / Engholmen / 4 -64 m.fl.



"Budget" angiver det forventede energiforbrug ud fra tidligere eller beregnede forbrug.

"Kor. budget" angiver det beregnede energiforbrug, set i forhold til hvor koldt den pågældende måned har været.

"Aflæst forbrug" er det faktiske fjernafleste forbrug i den pågældende måned.

Vurdering af budget gores ved at sammenligne "Budget" og "Aflæst forbrug".

Vurdering af energiforbrug gores ved at sammenligne "Kor. budget" med "Aflæst forbrug", som bør ligge tæt på hinanden.

Afkøling er forskellen i temperatur mellem frem og retur til HOFOR
Afvigelser reguleres en gang årligt ved bonus eller efterregulering.

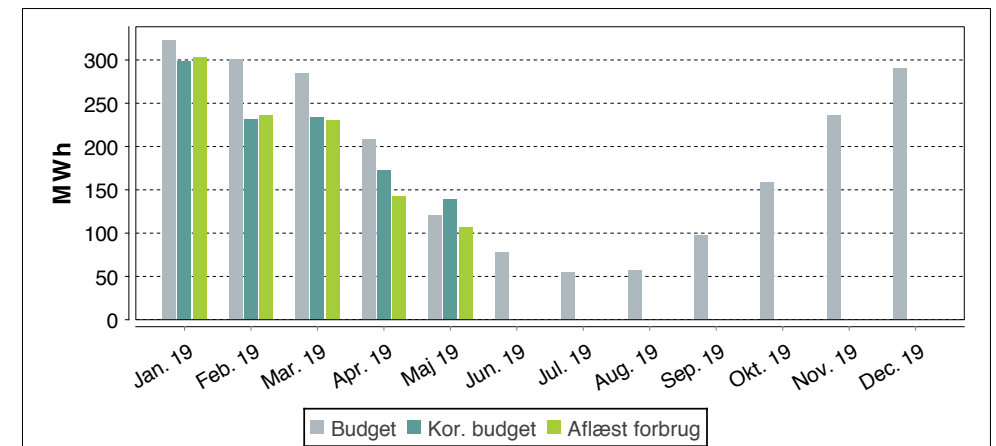
| Periode | Budget | Kor. budget | Aflæst forbrug | Afkøling |
|--------------------|-----------|-------------|----------------|----------|
| Måned | MWh | MWh | MWh | °C |
| Jan. 19 | 322,227 | 298,976 | 303,090 | 32,2 |
| Feb. 19 | 301,140 | 231,168 | 235,980 | 30,9 |
| Mar. 19 | 285,048 | 233,665 | 230,420 | 30,2 |
| Apr. 19 | 207,917 | 172,681 | 142,209 | 23,9 |
| Maj 19 | 120,243 | 139,720 | 107,410 | 21,6 |
| Jun. 19 | 77,516 | | | |
| Jul. 19 | 55,320 | | | |
| Aug. 19 | 57,539 | | | |
| Sep. 19 | 97,492 | | | |
| Okt. 19 | 158,531 | | | |
| Nov. 19 | 236,217 | | | |
| Dec. 19 | 290,597 | | | |
| Total til periode | 1.236,576 | 1.076,209 | 1.019,109 | 28,6 |
| Total hele året | 2.209,788 | 2.049,421 | 1.992,321 | |
| kWh/m ² | 153,1 | 142,0 | 138,1 | |

1 MWh (Mega Watt Timer) = 1000 kWh

Energiforbrug, som er uafhængig af udetemperaturen (fx til varmt vand) betegnes **graddageuafhængigt forbrug**

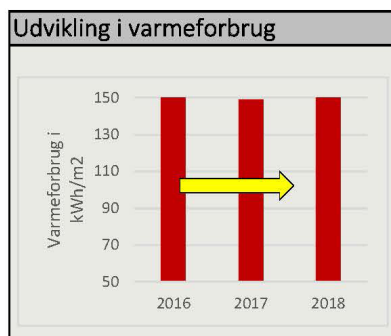
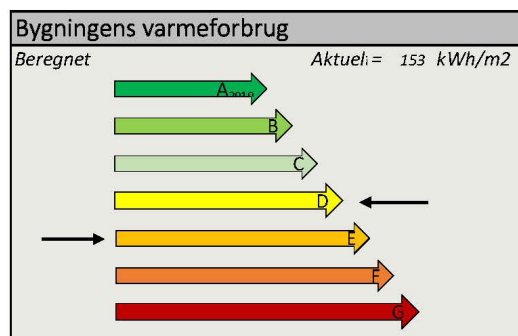
Det graddageuafhængige forbrug pr. år vurderes til: 524 MWh

Arealgrundlag: 14.431 kvadratmeter



BILAG 1-2: ENERGIOVERBLIK – BENCHMARK

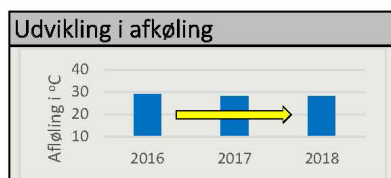
| Ejendommens beliggenhed | | BBR-oplysninger | |
|-------------------------|-------------------------------------|-----------------|----------------------|
| Navn | Almennyttig Boligforening Engholmen | Anvendelse | Etagebolig |
| Adresse | | Opvarmet areal | 13666 m ² |
| Postnr. | 2450 København SV | Opførelsesår | 1946-49 |
| | | Bevaringsværdi | |
| | | Forsyning | Fjernvarme |
| | | Varmefordeling | 2-strengt |



Årsafkøling af fjernvarmevandet

Bygningens årlige afkøling var i 2018: 28 °C

Den nuværende afkøling medfører: ingen afgift



Sammenfattende beskrivelse

Ejendommens vinduer er blevet udskiftet til plastvinduer med tolags termoruder, og vinduerne er formodentlig mindst 30 år gamle. Renoveringen er sket i begyndelsen af 1980'erne eller tidligere, og i forbindelse med dette har den måske også fået mekanisk udsugningsventilation. Der er i øvrigt ikke sket renoverings- eller efterisoleringsarbejder af betydning for energiforbruget.

Anbefalinger til den videre indsats for varmeoptimering

Driften af varmecentralen

Centralvarmeveksler bør undersøges for tilsmudsning eller underkapacitet pga. temperaturtab over veksler ved belastning (koldt). Legionelladrift sker dagligt, men fungerer ikke hensigtsmæssigt. Varmekurve bør ændres om sommeren, når der ikke sommerlukkes, så tab og overforbrug hindres.

Forbedringer i varmesystemet

Kun en varmtvandsbeholder var i drift; svært med kun en beholders kapacitet til forsyning af de mange lejligheder. Giver dermed høj returtemperatur. Meget lav afkøling over beholder. Det skal undersøges om beholder bør skiftes eller det kan klares med begge beholdere i drift med optimal lastfordeling. Cirkulationsrør bør generelt isoleres bedre for at undgå energispild.

Bygningsmæssige ændringer

Ved generel bygningsrenovering mht. vinduer, tagisolering og kælderisolering vil det to-strengede centralvarmeanlæg have tilstrækkelig varmekapacitet og bedre afkøling kan opnås. Det kan overvejes om en udnyttelse af tageetagen vil give en samlet bedre energi- og driftøkonomi i ejendommen.

Bygningens varmeforbrug

Mærkningen af varmeforbruget er sket ud fra opdelingen nedenfor. Pilene for hhv. det teoretiske beregnede forbrug, som fremgår af ejendommens energimærke, og det aktuelle, graddage-korrigerede forbrug. Værdien angiver det maksimale varmeforbrug for mærket.

Mærkerne A2015 og A2020 er ikke relevante for den ældre boligmasse og er derfor ikke medtaget på skemaet.

| | | |
|-------|----------------------------|--------------------------|
| A2020 | : ≤ 20 / areal = | 20 kWh/m ² |
| A2015 | : ≤ 30 / areal + 0,1 = | 30,1 kWh/m ² |
| A2010 | : ≤ 52,5 / areal + 0,165 = | 52,6 kWh/m ² |
| B | : ≤ 70 / areal + 0,22 = | 70,2 kWh/m ² |
| C | : ≤ 110 / areal + 0,32 = | 110,2 kWh/m ² |
| D | : ≤ 150 / areal + 0,42 = | 150,3 kWh/m ² |
| E | : ≤ 190 / areal + 0,52 = | 190,4 kWh/m ² |
| F | : ≤ 240 / areal + 0,65 = | 240,5 kWh/m ² |
| G | : > 240 / areal + 0,65 = | 240,5 kWh/m ² |

Udvikling i varmeforbrug

Det er også vigtigt at vise udviklingen i energiforbruget for at følge om styringen bliver bedre eller dårligere. Figuren viser Pilen angiver, om forbruget er voksende eller faldende, hvor

- en grøn pil viser et faldende forbrug
- en gul pil viser stort set uændret forbrug
- en rød pil viser et voksende forbrug

Årsafkøling af fjernvarmevandet

Kølingen af returvandet i fjernvarmesystemet for større og større betydning for den samlede energieffektivitet. Her spiller ejendommens afkøling en afgørende rolle og HOFOR har indført en afgift (straf) for dårlig afkøling.

Udvikling i afkøling

Figuren viser afkølingen over de sidste 3 år med grøn pil for bedre afkøling, gul for uændret og rød for dårligere afkøling.

Sammenfattede beskrivelse

Dataene om varmeforbrug og køling skal suppleres med en kort beskrivelse af bygningens historik og særlige forhold, der gør sig gældende for netop denne bygning. Herunder bygningernes arkitektur og bevaringsværdighed samt de bygningsmæssige forbedringer, der allerede er foretaget.

Anbefalinger til den videre indsats for varmeoptimering

Driften af varmecentralen

Med udgangspunkt i varmekælderen beskrives om der er forhold i styringen og den daglige drift af varmesystemet, som kan gøre bedre og hvilke forhold, der særligt bør være opmærksomhed omkring.

Forbedringer i varmesystemet

Med udgangspunkt i analysen af varmesystemet beskrives her hvilke forbedringer, der kan foretages af dette for at mindske energiforbruget, såsom bedre isolering af rør, udskiftning af varmevekslere og varmtvandsbeholdere, etc. Evt. kan der også peges på større omlægninger af centralvarmesystemet, hvis det giver økonomisk mening.

Bygningsmæssige ændringer

Her angives med udgangspunkt i analysen af varmesystemet hvilke bygningsmæssige ændringer, der vil give en forbedret energiøkonomi og som i øvrigt investeringsmæssigt er mest fordelagtige. Det kan dreje sig om udskiftning af vinduer, isolering af karnapper og gavle, isolering mod loft og kælder og evt. bedre udnyttelse af tagetager.

BILAG 2: EJERFORENINGEN 'TJØRNEGÅRDEN'

EF Tjørnegården, Offenbachs vej 22-32, m.fl.

<http://tjoernegaarden.dk/>



Ejerforeningen Tjørnegården 1, beliggende Offenbachsvej 22-32 samt Mozartsvej 22-24, består af 73 lejligheder. Lejlighederne omfatter både 2-, 3- og 4-værelses lejligheder. EF Tjørnegården er en del af en karré, der også omfatter tre andelsforeninger. De har et samarbejde om vedligeholdelse af deres fælles gårdanlæg, og i øjeblikket er de i en proces med at blive en af Københavns kommunes fremtidige gårdhaver, med stor fokus på vandhåndtering. EF Tjørnegården er udpeget som bygning med "Høj Bevaringsværdi", kategori 3.

| Opførelsesår/ antal boliger m. køkken | Bebygget areal / antal etager | Samlet bygningsareal / boligareal | Samlet tagareal/udnyttet | Kælder | Erhvervsareal |
|---------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|--------|---------------|
| 1937 / 71 | 1137 / 3 | 3411 / 4209 | 892 / 727 | 1137 | 237 |

Tabel 9 - Informationer fra BBR

| Energi-mærke | Varmeanlæg og ventilation | Bygning og klimaskærm | Vinduer | Tag |
|--------------|----------------------------------|---|--|--------------------------------------|
| D | Et-strengt, naturlig ventilation | Tung fuldmuret bygning i tre etager med boliger under taget | Variere: Energiruder, termoruder og forsatsvinduer | Røde teglsten. Isolering 100-150 mm. |

Tabel 10 - Informationer fra energimærket

Tekniske installationer

- **Ventilation:** Bygningen har naturlig ventilation, samt emhætter i køkken.
- **Varmeanlæg:** Varmeanlægget er enstrengt med centralt placerede radiatorer med termostatventiler. Varmefordelingsrør i de uopvarmede tagrum er udført i stålør, som er isoleret med ca. 15 mm. Det vurderes at der på tagrummet er hvad der svarer til 15 meter rør mm. uden isolering, og visse steder er rørene delvis dækket af isoleringslaget. Varmefordelingsrør i kælder, varmecentral og stigstreng til tagrum er udført i stålør, som til dels er isoleret med ca. 15-40 mm i kælderetagen.
- **Brugsvand:** Tilslutningsrør til varmtvandsbeholder er udført med stålør isoleret med ca. 40 mm. Varmvandsrør i kælderen og på tagrummet er udført med stål enten med let isolering eller uden isolering.

Tilstand og renovering

- Taget er blevet skiftet for ca. 25 år siden og er isoleret med 100-150 mm. mineraluld i bjælkelaget, skråvægge med 100 mm. og kviste med 75-100 mm.
- Vinduer og vinduesudskiftning er den enkelte ejers ansvar, og dermed er vinduer i meget forskellige stand, og varierer med forsatsvinduer, termoruder og energiruder.
- Der er ikke nogle særlige planer om renoveringer af betydning for energiforbruget.
- Fjernvarmeforbruget har over de sidste fem år varieret fra 125 – 134 kWh/m² om året med 125 kWh/m² i 2018. Afkølingen ligger på 23-30 grader over de sidste fem år, og med et fald i afkølingen som tendens.

Analyseresultater

Med udgangspunkt i HOFORs gennemgang af varmecentral baseret på målinger og besigtigelse kan der peges på følgende områder for en opfølgende indsats:

- Centralvarmeveksler bør undersøges for tilsmudsning eller underkapacitet pga. temperaturtab over veksler.
- Formentlig store tab i varmtvandssystem og bør tjekkes for optimal isolering. Manglende tilstrækkelig isolering af varmt brugsvandsrør er sandsynlig årsag til for høj brugsvandscirkulation til varmt vand og medvirker dermed væsentligt til dårlig afkøling.
- Ældre beholder uden diffusor kan ødelægge afkølingen. Kan måske trimmes med korrekt justering af reguleringsventils åbningsgrader (og lavere flow i brugsvandscirkulation som nævnt ovenfor).
- Føler i afgang af beholder har ikke optimal placering.
- Generel isolering af tag og vinduer vil medvirke til lavere forbrug og bedre afkøling af fjernvarmevandet pga. forbedret kapacitet af eksisterende radiatorer (1-strengsanlæg).

BILAG 2-1: FORSYNOMETERRAPPORT

HOFOR forbrugsrapport

0033025462

2019

Forbrugsrapport - Fjernvarme 2450 København SV / Mozartsvej / 22 - 24 m.fl.



"Budget" angiver det forventede energiforbrug ud fra tidligere eller beregnede forbrug.

"Kor. budget" angiver det beregnede energiforbrug, set i forhold til hvor koldt den pågældende måned har været.

"Aflæst forbrug" er det faktiske fjernafleste forbrug i den pågældende måned.

Vurdering af budget gøres ved at sammenligne "Budget" og "Aflæst forbrug".

Vurdering af energiforbrug gøres ved at sammenligne "Kor. budget" med "Aflæst forbrug", som bør ligge tæt på hinanden.

Afkøling er forskellen i temperatur mellem frem og retur til HOFOR
Afvigelser reguleres en gang årligt ved bonus eller efterregulering.

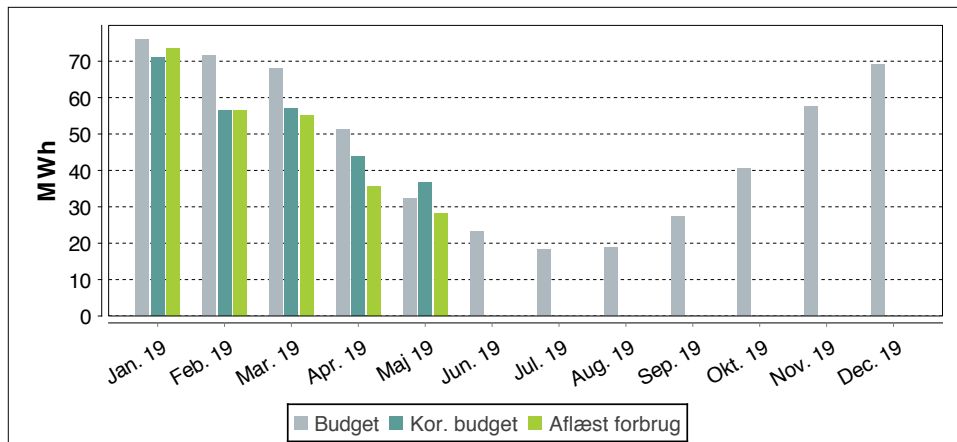
| Periode | Budget | Kor. budget | Aflæst forbrug | Afkøling |
|--------------------|---------|-------------|----------------|----------|
| Måned | MWh | MWh | MWh | °C |
| Jan. 19 | 76,042 | 71,017 | 73,550 | 28,8 |
| Feb. 19 | 71,484 | 56,360 | 56,407 | 27,6 |
| Mar. 19 | 68,006 | 56,900 | 55,089 | 27,2 |
| Apr. 19 | 51,335 | 43,719 | 35,636 | 22,8 |
| Maj 19 | 32,385 | 36,595 | 28,245 | 21,4 |
| Jun. 19 | 23,150 | | | |
| Jul. 19 | 18,352 | | | |
| Aug. 19 | 18,832 | | | |
| Sep. 19 | 27,467 | | | |
| Okt. 19 | 40,660 | | | |
| Nov. 19 | 57,452 | | | |
| Dec. 19 | 69,206 | | | |
| Total til periode | 299,252 | 264,590 | 248,927 | 26,2 |
| Total hele året | 554,370 | 519,708 | 504,045 | |
| kWh/m ² | 124,7 | 116,9 | 113,4 | |

1 MWh (Mega Watt Timer) = 1000 kWh

Energiforbrug, som er uafhængig af udetemperaturen (fx til varmt vand) betegnes **graddageuafhængigt forbrug**

Det graddageuafhængige forbrug pr. år vurderes til: 190 MWh

Arealgrundlag: 4.446 kvadratmeter



5. juni 2019 08:51

2450 København SV / Mozartsvej / 22 - 24 m.fl.

1

HOFOR

BILAG 2-2: ENERGIOVERBLIK - BENCHMARK

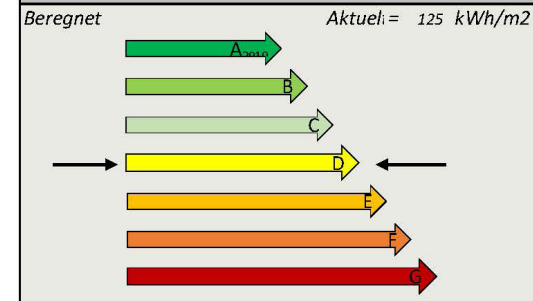
Ejendommens beliggenhed

Navn Ejerforeningen Tjørnegården
Adresse
Postnr. 2450 København SV

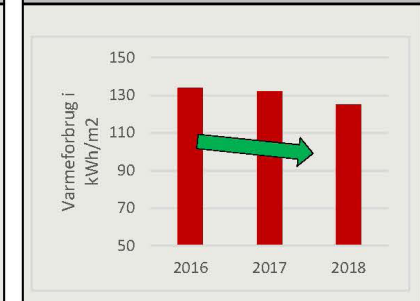
BBR-oplysninger

Anvendelse : Etagebolig
Opvarmet areal : 4209 m²
Opførelsesår : 1937
Bevaringsværdi :
Forsyning : Fjernvarme
Varmefordeling : 1-strengt

Bygningens varmeforbrug



Udvikling i varmeforbrug



Årsafkøling af fjernvarmevandet

Bygningens årlige afkøling var i 2018: 23 °C
Ringe afkøling

Den nuværende afkøling medfører: afgift (straf)

Udvikling i afkøling



Sammenfattende beskrivelse

Taget er blevet skiftet for ca. 25 år siden og er isoleret med 100-150 mm. mineraluld i bjælkelaget, skråvægge med 100 mm. og kviste med 75-100 mm. Vinduer og vinduesudskiftning er den enkelte ejers ansvar, og dermed er vinduer i meget forskellige stand, og varierer med forsatsvinduer, termoruder og energiruder. Der er ikke nogle særlige planer om renoveringer af betydning for energiforbruget.

Anbefalinger til den videre indsats for varmeoptimering

Driften af varmecentralen

Centralvarmeveksler bør undersøges for tilsmudsning eller underkapacitet pga. temperaturtab over veksler. Ældre beholder uden diffusor kan ødelægge afkølingen. Kan måske trimmes med korrekt justering af reguleringsventils åbningsgrader (og lavere flow i brugsvandscirkulation som nævnt ovenfor). Føler i afgang af beholder har ikke optimal placering.

Forbedringer i varmesystemet

Formentlig store tab i varmtvandsystem og bør tjekkes for optimal isolering. Manglende tilstrækkelig isolering af varmt brugsvandsrør er sandsynlig årsag til for høj brugsvandscirkulation til varmt vand og medvirker dermed væsentligt til dårlig afkøling.

Bygningsmæssige ændringer

Generel isolering af tag og vinduer vil medvirke til lavere forbrug og bedre afkøling af fjernvarmevandet pga. forbedret kapacitet af eksisterende radiatorer (1-strengsanlæg).

BILAG 3: PROJEKTEJENDOM 3 - 'SØNDERSTRANDHUS'

<https://soenderstrandhus.probo.dk/>



Andelsforeningen Sønderstrandhus, beliggende Mozartsvej 5, Beethovensvej 2-14, Wagnersvej 2-4, Glucksvej 1-13 samt Mozarts Plads 3, består af i alt 117 boliger.

Sønderstrandhus, der har facade mod Mozarts Plads, er tegnet af arkitekt Elliot Hjuler (1893-1968). Bygningen, der fremtræder med stor dominans på pladsen, er opført med pudsede facader og rødt tegltag. Huset er opført i 1934. De seneste ejere var bl.a. Sparekassen SDS, Nordea og PFA. Andelsboligforening fra marts 2000. Bygningen har 'høj bevaringsværdi', kategori 3 ifølge SAVE atlas.

Arkitekten Elliot Hjuler havde stor passion for konstruktive og arkitektoniske former. Han ønskede ikke at hans tegnestue skulle blive større end at han selv kunne være med helt ned i de mindste detaljer af tegningerne. På trods af at de bygherre han ofte tegnede for ønskede at bygge billigt mulige boliger, som derfor typisk fik et skrabt præg, havde hans design optimal udnyttelse af kvadratmeterne. Hjuler fulgte udviklingen fra Bedre Byggeskik over Bauhuas til den funktionelle tradion og han fulgte den traditionelle, danske teglstensarkitektur. (Weilbach Kunsterleksikon)

| Opførelsesår/ antal boliger m. køkken | Bebygget areal / antal etager | Samlet bygningsareal / boligareal | Samlet tagareal/udnyttet | Kælder | Erhvervsareal |
|---------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|--------|---------------|
| 1934 / 117 | 2361 / 3 | 7083 / 8394 | 1778 / 1778 | 2361 | 628 |

Tabel 11 - Informationer fra BBR

| Energi-mærke | Varmeanlæg og ventilation | Bygning og klimaskærm | Vinduer | Tag |
|--------------|---|---|---|--|
| C | Et-strengt varmeanlæg, naturlig ventilation | Tung grundmuret bygning i tre etager med boliger under taget. Hulmur isoleret. Pudsede facader. | Nye energiruder - tre-lag i boliger, to-lag i trappe- og kældervinduer. | Teglsten, helt nyt. Isolering: 200-300 mm. |

Tabel 12 - Informationer fra energimærket

Tekniske installationer

- **Ventilation:** Ejendommen er født med naturlig ventilation bestående af ventilationskanaler fra køkken og bad, der er ført til taget. Nogle beboere har selv eftermonteret ventilatorer på bad og i køkken, der benytter de eksisterende kanaler. Der er ikke lavet en registrering af, hvor mange der har mekaniske ventilatorer.
- **Varmeanlæg:** Ejendommen har centralvarmeanlæg og havde tidligere egne kul- eller oliefyrede varmecentraler, som nu er omlagt til fjernvarme. Ejendommen har et enstrengt anlæg med centralt placerede radiatorer. Varmefordelingsrør i kælder er isoleret med 20-40 mm isolering, og på loft med 30-50 mm. Det formodes at alle radiatorer har termostatventiler.
- **Brugsvand:** Ejendomme har varmt brugsvand i bad og køkken med cirkulation. Brugsvandsrør og cirkulationsledning er isoleret med 20-40 mm isolering i kælder, og med 30-50 mm på loft. Stigstrengene er fremført uisolerede.

Tilstand og renovering

Bygningen har for nyligt gennemgået en gennemgribende renovering, med støtte fra Bygningsfornyelsen i Københavns Kommune. I dag fremstår bygningen som en tung fuldmuret bygning, der er energioptimeret med 200-300 mm. isolering af tagboligerne, hulmurene er efterisoleret, vinduerne er udskiftet til 2-3 lags energiruder samt kuldebroer er minimeret omkring karnapper og altaner. Ejendommen har energimærke C og må forventes at have en god varmekapacitet.

Tilsagnet om byfornyelsesstøtte på 5.322.000 kr. (1/3 af projektøkonomien) i 2015 omfattede følgende:

- Udskiftning af nedslidt tegltag med kviste.
- Etablering af nyt tegltag med fast undertag
- Isolering i skunk og kviste
- Udskiftning og udvendig isolering af facadebeklædning på altaner og karnapper
- Udskiftning af eksisterende vinduer i gadefacade og kviste til 3-lags lavenergi træ/alu-vinduer med støjdæmpning.
- Udskiftning af trappe og kældervinduer til 2-lags lavenergi vinduer
- Udskiftning af eksisterende altandøre mod gadesiden til 3-lags lavenergi træ/alu-vinduer med støjdæmpning
- Kælderdøre udskiftes til trædøre
- Isolering af etageadskillelse mod loft

De energimæssige forbedringer har flyttet bygningen fra energimærke E til C. Fjernevarmeforbruget er over de sidste 5 år gået fra 125 kWh/m² om året til 100 kWh/m² om året. Afkølingen har ligget mellem 35-38 grader i hele perioden.

Analyseresultater

- Med udgangspunkt i HOFORs gennemgang af varmecentral baseret på målinger og besigtigelse kan der peges på følgende områder for en opfølgende indsats:
- Flot styring af varmecentral og generelt godt afstemt varmesystem med bygningens isoleringstilstand. Forbrug er ligeledes nydeligt. Enhedsforbrug og afkøling flot.
- Kun et opmærksomhedspunkt på lav cirkulationstemperatur på det varme vand og temperaturen i toppen af beholderen. Kan give risiko for legionella.
- Ikke alarmerende højt varmetab for det varme brugsvand og cirkulation, men det bør vurderes om den relativt lave fremløbstemperatur og cirkulationstemperatur kan være årsag til det lave varmetab for brugsvand. Man bør prøve at øge brugsvandstemperatur fremløb og flow i cirkulationspumpen på brugsvandet for at se hvor meget tabet øges (og hvad returtemperatur stiger til) – og så vurdere om der er så højt tab fra de varme brugsvandsledninger, at der bør tjekkes for mulig efterisolering af fx stigrør (muligvis anvendes varme brugsvands som delvis opvarmning i køkken og badeværelse og så blive det svært at reducere tab yderligere). Derved giver det mening med lave temperaturer i varmt vandsystem, og der bør måske arbejdes med kun at køre et legionella program hver uge.



BILAG 3-1: FORSYNOMETERRAPPORT

HOFOR forbrugsrapport

0033025450

2019

Forbrugsrapport - Fjernvarme
 2450 København SV / Beethovensvej / 2 -14 m.fl.


"Budget" angiver det forventede energiforbrug ud fra tidligere eller beregnede forbrug.

"Kor. budget" angiver det beregnede energiforbrug, set i forhold til hvor koldt den pågældende måned har været.

"Aflæst forbrug" er det faktiske fjernafleste forbrug i den pågældende måned.

Vurdering af budget gøres ved at sammenligne "Budget" og "Aflæst forbrug".

Vurdering af energiforbrug gøres ved at sammenligne "Kor. budget" med "Aflæst forbrug", som bør ligge tæt på hinanden.

Afkøling er forskellen i temperatur mellem frem og retur til HOFOR
Afvigelser reguleres en gang årligt ved bonus eller efterregulering.

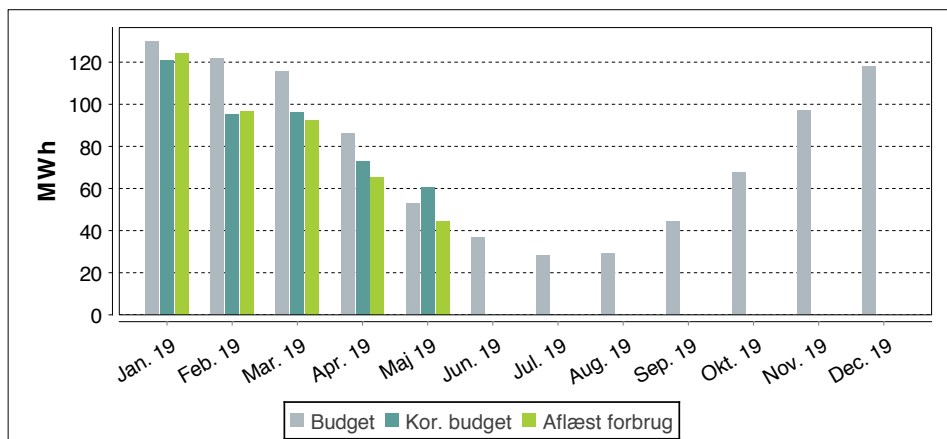
| Periode | Budget | Kor. budget | Aflæst forbrug | Afkøling |
|--------------------|---------|-------------|----------------|----------|
| Måned | MWh | MWh | MWh | °C |
| Jan. 19 | 129,929 | 121,067 | 124,210 | 36,0 |
| Feb. 19 | 121,892 | 95,220 | 96,740 | 33,3 |
| Mar. 19 | 115,758 | 96,172 | 92,460 | 33,6 |
| Apr. 19 | 86,358 | 72,927 | 65,170 | 27,2 |
| Maj 19 | 52,939 | 60,363 | 44,280 | 24,9 |
| Jun. 19 | 36,652 | | | |
| Jul. 19 | 28,192 | | | |
| Aug. 19 | 29,038 | | | |
| Sep. 19 | 44,267 | | | |
| Okt. 19 | 67,533 | | | |
| Nov. 19 | 97,145 | | | |
| Dec. 19 | 117,873 | | | |
| Total til periode | 506,875 | 445,748 | 422,860 | 31,9 |
| Total hele året | 927,574 | 866,447 | 843,560 | |
| kWh/m ² | 102,8 | 96,0 | 93,5 | |

1 MWh (Mega Watt Timer) = 1000 kWh

Energiforbrug, som er uafhængigt af udetemperaturen (fx til varmt vand) betegnes **graddageuafhængigt forbrug**

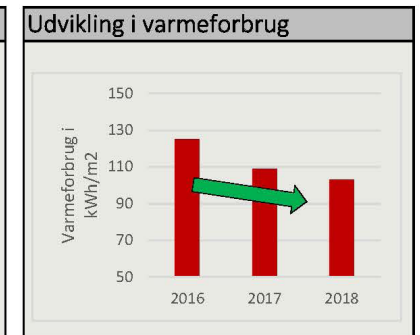
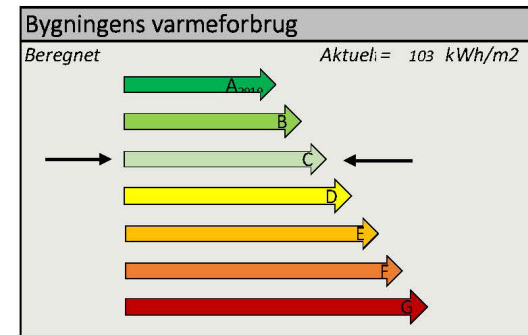
Det graddageuafhængige forbrug pr. år vurderes til: 285 MWh

Arealgrundlag: 9.022 kvadratmeter

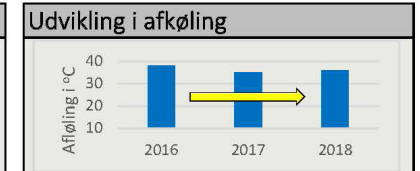


BILAG 3-2: ENERGIOVERBLIK - BENCHMARK

| Ejendommens beliggenhed | | BBR-oplysninger | |
|-------------------------|----------------------------------|-----------------|---------------------|
| Navn | Andelsforeningen Sønderstrandhus | Anvendelse | Etagebolig |
| Adresse | | Opvarmet areal | 8394 m ² |
| | | Opførelsesår | 1934 |
| Postnr. | 2450 København SV | Bevaringsværdi | Høj |
| | | Forsyning | Fjernvarme |
| | | Varmefordeling | 1-strengt |



| Årsafkøling af fjernvarmevandet | |
|--|--------------|
| Bygningens årlige afkøling var i 2018: | 36 °C |
| OK afkøling. | |
| Den nuværende afkøling medfører: | ingen afgift |



Sammenfattende beskrivelse
Sønderstrandhus har 'høj bevaringsværdi'. Bygningen har for nyligt gennemgået en roovering med støtte fra Københavns Kommune. Bygningen er fuldmuret bygning og med isolering på 200-300 mm af tagboligerne, hultmurene er efterisoleret, vinduerne er udskiftet til 2-3 lags energiruder samt kuldebroer er minimeret omkring karnapper og altaner.

Anbefalinger til den videre indsats for varmeoptimering

Driften af varmecentralen
Flot styring af varmecentral og generelt godt afstemt varmesystem med bygningens isoleringstilstand. Forbrug er ligeledes nydeligt. Enhedsforbrug og afkøling flot. Kun et opmærksomhedspunkt på lav cirkulationstemperatur på det varme vand og temperaturen i toppen af beholderen. Kan give risiko for legionella.

Forbedringer i varmesystemet
Varmetab for det varme brugsvand og cirkulation skal vurderes. Kan relativt lave fremløbstemperatur og cirkulationstemperatur kan være årsag til det lave varmetab for brugsvand. Man bør prøve at øge brugsvandstemperatur fremløb og flow i cirkulationspumpen på brugsvandet for at se hvor meget tabet øges. Det høje tab fra de varme brugsvandsledninger bør føre til tjek for mulig efterisolering af fx stigrør.

Bygningsmæssige ændringer
Der er gennemført en prioriteret bygningsrenovering, som evt. kan suppleres med isolering mod kælder og nogle forbedringer mod gården.

BILAG 4: DEN PRIVATE UDLEJNINGSEJENDOM 'STRANDHOLMHUS'



Strandholmhus er opført som privatudlejningsejendom i 1935 og beliggende Wagnersvej 18, Offenbachsvej 2-20 og Mozartsvej 17, og består 85 boliger. I 2008 gik udlejeren konkurs (Sandgården) og AB Strandholmhus blev stiftet af en lille gruppe lejere i september 2008. I dag er det igen en privatudlejningsejendom med 85 beboelseslejligheder og 3 erhvervslejemål.

Tekniske installationer

- **Ventilation:** Ejendommen er født med naturlig ventilation bestående af ventilationskanaler fra køkken og bad, der er ført til taget. Der er i større eller mindre grad eftermonteret ventilatorer i bad og køkken, der benytter de eksisterende kanaler. Der er ikke lavet en registrering af, hvor mange der har mekaniske ventilatorer.
- **Varmeanlæg:** Ejendommen har centralvarmeanlæg og havde tidligere egne kul- eller oliefyrede varmecentraler, som nu er omlagt til fjernvarme. Ejendommen har et enstrenget anlæg med centralt placerede radiatorer.
- **Brugsvand:** Ejendomme har varmt brugsvand i bad og køkken med cirkulation.

Tilstand og reovering

Bygningen er i 2010 blevet efterisoleret og fået energiruder, og har energimærke C. Varmeanlægget er et-strengt og bygningen har naturlig ventilation.

I 2018 fik denne ejendom tilsagn om byfornyelsesstøtte på 8.837.000 kr. (Dette er fordelt anderledes end 1/3, da det er en privat udlejningsejendom). Den samlede projektøkonomi var sat til 22.466.000 kr.

Tilsagnet er givet til:

- Isolering mod beboelse og asbestsanering på loft
- Udbedring af skader på fundament og i kælder
- Fugtsikring af fundament

- Udskiftning af bærejern og vederlag på karnapper og altaner. Samt herefter malerbehandling
- Isolering af karnapper og vinduesbrystninger med 100-150 mm.
- Udskiftning af vinduer i erhverv
- Istandsættelse og malerbehandling af døre
- Asbestsanering i etageadskillelse
- Asbestsanering og isolering af rør i forbindelse med varmeanlægget

Fjernvarmeforbruget har i de sidste 5 år ligget mellem 111-142 kWh/m² om året med en faldende tendens. Afkølingen har varieret mellem 20-28 grader og med 20 grader i 2018.

| Opførelsesår/ antal boliger m. køkken | Bebygget areal / antal etager | Samlet bygningsareal / boligareal | Samlet tagareal/udnyttet | Kælder | Erhvervsareal |
|---------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|--------|---------------|
| 1935 / 85 | 1407 / 3 | 4322 / 529 | 1407 / 1049 | 1407 | 236 |

Tabel 13 - Informationer fra BBR

| Energi-mærke | Varmeanlæg og ventilation | Bygning og klimaskærm | Vinduer | Tag |
|--------------|---|--|-----------------|--|
| C | Et-strengt varmeanlæg, naturlig ventilation | Tung grundmuret bygning i tre etager med boliger under taget | Nye energiruder | Teglsten, relativt nyt. Isolering: 125-250 mm. |

Tabel 14 - Informationer fra energimærket

Analyseresultater

Med udgangspunkt i HOFORs gennemgang af varmecentral baseret på målinger og besigtigelse kan der peges på følgende områder for en opfølgende indsats:

- Vær opmærksom på sommerlukning. Formentlig fejlbetjening ved sommerluk af centralvarme (pumpe stoppet men ikke lukket afspærringsventil) – undersøg automatik eller fejlbetjening.
- For høj fremløbstemperatur om natten i overgangsperiode til sommerluk. Varmekurve bør justeres efter det.
- Rimelig efterisolering og nyere vinduer bør give tilstrækkelig radiatorkapacitet – indikation på at der ikke kræves høj fremløbstemperatur til radiatorer om vinteren. Men meget lille afkøling over radiatoranlæg – selv for et et-strengs anlæg. Bør undersøges for omløb på centralvarmesiden og evt. følerfejl.
- Varmt brugsvands temperaturer lige i underkanten, som burde give mulighed for rimelig afkøling for brugsvandsopvarmningsanlæg. Der er dog meget lav afkøling over beholder/ladeveksler. Evt. ny beholderløsning bør overvejes. Der kan muligvis være meget høj brugsvandscirkulation, som kan ødelægge lagdeling. Dette er dog vanskeligt pt med beholder/ladekredsløsning.

Bilag 4-1: FORSYNOMETERRAPPORT

HOFOR forbrugsrapport

0033025461

2019

Forbrugsrapport - Fjernvarme

2450 København SV / Wagnersvej / 18 m.fl.



"Budget" angiver det forventede energiforbrug ud fra tidligere eller beregnede forbrug.

"Kor. budget" angiver det beregnede energiforbrug, set i forhold til hvor koldt den pågældende måned har været.

"Aflæst forbrug" er det faktiske fjernlæste forbrug i den pågældende måned.

Vurdering af budget gøres ved at sammenligne "Budget" og "Aflæst forbrug".

Vurdering af energiforbrug gøres ved at sammenligne "Kor. budget" med "Aflæst forbrug", som bør ligge tæt på hinanden.

Afkøling er forskellen i temperatur mellem frem og retur til HOFOR
Afvigelse reguleres en gang årligt ved bonus eller efterregulering.

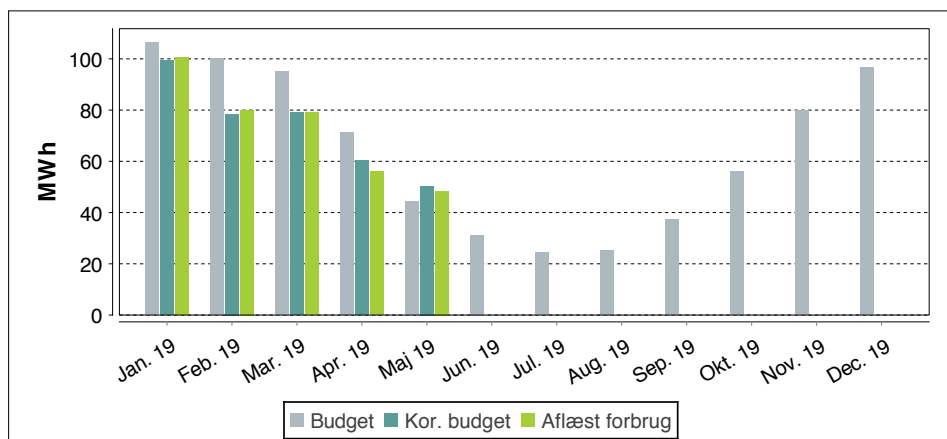
| Periode | Budget | Kor. budget | Aflæst forbrug | Afkøling |
|-------------------|---------|-------------|----------------|----------|
| Måned | MWh | MWh | MWh | °C |
| Jan. 19 | 106,447 | 99,301 | 100,624 | 25,3 |
| Feb. 19 | 99,966 | 78,460 | 80,036 | 24,3 |
| Mar. 19 | 95,020 | 79,228 | 79,092 | 23,8 |
| Apr. 19 | 71,315 | 60,485 | 55,857 | 20,0 |
| Maj 19 | 44,368 | 50,355 | 48,411 | 20,0 |
| Jun. 19 | 31,237 | | | |
| Jul. 19 | 24,415 | | | |
| Aug. 19 | 25,097 | | | |
| Sep. 19 | 37,376 | | | |
| Okt. 19 | 56,136 | | | |
| Nov. 19 | 80,012 | | | |
| Dec. 19 | 96,726 | | | |
| Total til periode | 417,116 | 367,829 | 364,020 | 23,0 |
| Total hele året | 768,115 | 718,827 | 715,019 | |
| kWh/m² | 111,7 | 104,5 | 104,0 | |

1 MWh (Mega Watt Timer) = 1000 kWh

Energiforbrug, som er uafhængig af udetemperatur (fx til varmt vand) betegnes **graddageafhængigt forbrug**

Det graddageafhængige forbrug pr. år vurderes til: 250 MWh

Arealgrundlag: 6.877 kvadratmeter



5. juni 2019 08:51

2450 København SV / Wagnersvej / 18 m.fl.

1

HOFOR

Bilag 4-2: ENERGIOVERBLIK - BENCHMARK

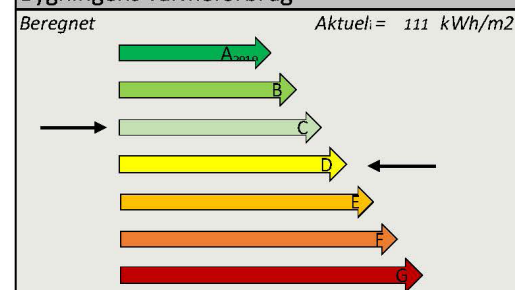
Ejendommens beliggenhed

Navn Udlejningsejendommen Strandholmhus
Adresse
Postnr. 2450 København SV

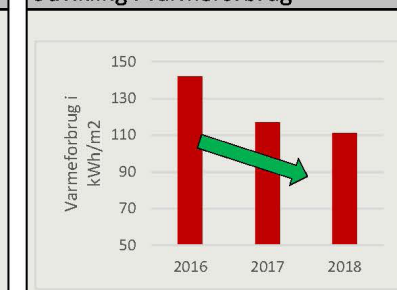
BBR-oplysninger

Anvendelse : Etagebolig
Opvarmet areal : 5299 m²
Opførelsesår : 1935
Bevaringsværdi :
Forsyning : Fjernvarme
Varmefordeling : 1-strengt

Bygningens varmeforbrug



Udvikling i varmeforbrug

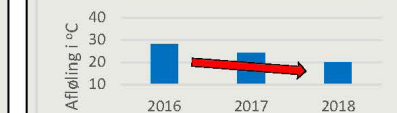


Årsafkøling af fjernvarmevandet

Bygningens årlige afkøling var i 2018: 20 °C
Meget ringe afkøling

Den nuværende afkøling medfører: afgift (straf)

Udvikling i afkøling



Sammenfattende beskrivelse

Ejendommen er i 2010 blevet efterisoleret og har fået energiruder. Varmeanlægget er enstrengt og der benyttes naturlig ventilation. I 2018 har ejendommen fået tilsagn om byfornyelsesstøtte, som bl.a. omfatter isolering mod beboelse, udbedring af skader og fugtsikring, isolering af karnapper og udskiftning af nogle vinduer samt asbestsanering.

Anbefalinger til den videre indsats for varmeoptimering

Driften af varmecentralen

Vær opmærksom på sommerlukning. Formentlig fejlbetjening ved sommerluk af centralvarme (pumpe stoppet men ikke lukket afspærringsventil) – undersøg automatik eller fejlbetjening.
For høj fremløbstemperatur om natten i overgangsperiode til sommerluk. Varmekurve bør justeres efter det.

Forbedringer i varmesystemet

Rimelig efterisolering og nyere vinduer bør give tilstrækkelig radiatorkapacitet – indikation på at der ikke kræves høj fremløbstemperatur til radiatorer om vinteren. Men meget lille afkøling over radiatoranlæg – selv for et et-strengs anlæg. Undersøges for omløb på centralvarmesiden og følerfejl.

Bygningsmæssige ændringer

Ved generel bygningsrenovering mht. vinduer, tagisolering og kælderisolering vil det to-strengede centralvarmeanlæg have tilstrækkelig varmekapacitet og bedre afkøling kan opnås. Det kan overvejes om en udnyttelse af tageetagen vil give en samlet bedre energi- og driftøkonomi i ejendommen.

BILAG 5: EJERFORENINGEN 'SEIERØEHUS'

<https://seieroehus.probo.dk/>



Ejerforeningen Seierøehus, beliggende på Sjælør Boulevard 20-42, Mozartsvej 26-30, Offenbachsvej 19-39 samt Borgmester Christiansens Gade 2-4, består af en lukket karrebebyggelse, der er opført i 1936/1937. Bygget af to omgange og med to varmecentraler. I alt er der 234 boliger. Primært af toværelseslejligheder på ca. 40-55 m², men også af tre- og fire- værelseslejligheder. De større lejligheder ligger især på 3. sal. EF Seierøehus er udpeget som 'Middel bevaringsværdi, kategori 5.

Tekniske installationer

- **Ventilation:** Ejendommen er født med naturlig ventilation bestående af ventilationskanaler fra køkken og bad, der er ført til taget. Der er i større eller mindre grad eftermonteret ventilatorer i bad og køkken, der benytter de eksisterende kanaler. Der er ikke lavet en registrering af, hvor mange der har mekaniske ventilatorer.
- **Varmeanlæg:** Ejendommen har centralvarmeanlæg og havde tidligere egne kul- eller oliefyrede varmecentraler, som nu er omlagt til fjernvarme. Ejendommen har et to-strengt anlæg med centralt placerede radiatorer. Varmefordelingsrør i kælder er isoleret med 10-20 mm.
- **Brugsvand:** Ejendomme har varmt brugsvand i bad og køkken med cirkulation. Varmtvandsrør i kælder er isoleret med 20-40 mm. Varmtvandsrør på loft er isoleret med ca. 10 mm. Varmtvands stigstrenge er fremført uisolerede.

| Opførelsesår/ antal boliger m. køkken | Bebygget areal / antal etager | Samlet bygningsareal / boligareal | Samlet tagareal/udnyttet | Kælder | Erhvervsareal |
|---------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|--------|---------------|
| 1936 / 234 | 3753 / 3 | 11259 / 13429 | 2526 / 2526 | 3815 | 475+88+88 |

Tabel 15 - Informationer fra BBR

| Energi-mærke | Varmeanlæg og ventilation | Bygning og klimaskærm | Vinduer | Tag |
|--------------|---|--|--|---|
| D | To-strengt varmeanlæg, naturlig ventilation | Tung grundmuret bygning i tre etager med boliger under taget | Udskiftes til energiruder (formodentligt to-lag) | Teglsten relativt nyt. Isolering: 100-200 mm. |

Tabel 16 - Informationer fra energimærket

Tilstand og renovering

I forbindelse med generalforsamlingen 2014, indførte bestyrelsen en 10-årig vedligeholdelsesplan, baseret på tilstandsrapporten for ejendommen. Ejerforeningens bestyrelse har via administrator (BoligExperten) tilknyttet faglig rådgivning fra SBS Rådgivning.

I 2017 besluttede foreningen at gå videre med et stort energirenoveringsprojekt, med bygningsfornyelsesstøtte fra Københavns kommune. Tilsagnet er givet til følgende:

- Etablering af omfangsdræn
- Tætning af facader ved omfugning og udskiftning af defekte sten
- Udskiftning af 1-lags vinduer i fællesarealer - altså trapper og kælder.
- Istandsættelse/udskiftning af kælderdøre
- Isolering af portloft og portvægge med 200 mm isolering
- Isolering af kælderloft med 150 mm
- Optimering af varmeanlæg og udskiftning af cirkulationspumpe samt ventilset. Herunder asbest sanering af varmecentral. Rør efterisoleres
- Efterisolering af vandværk
- Bevægelsesfølere på lys i kælder iht. energimærkning

Projektstart var midt november 2018 startende med opgangene Sjælør Boulevard nr. 30-40. Renoveringsarbejderne udbredes ved at flytte stilladset rundt om ejendommen i urets retning. Arbejdet ventes afsluttet medio 2019.

Med projektet forbedres isoleringsniveauet partielt, og byggeskader udbedres. Bygningen omfuges og klimaskærmen optimeres ift. kuldebroer ved altaner. Der foretages kun partiel vinduesudskiftning for de lejligheder, der ønsker dette (20-40 boliger).

Fjernvarmeforbruget har ligget mellem 141-152 kWh/m² om året for den ene central og 125-132 kWh/m² om året for den anden. Afkølingen henholdsvis 21-32 grader og 27-32 grader uden nogen klar tendens.

Analyseresultater

Med udgangspunkt i HOFORs gennemgang af varmecentral baseret på målinger og besigtigelse kan der peges på følgende områder for en opfølgende indsats:

Seierøehus har to varmecentraler. For den ene (Offenbachsvej):

- Perioder med natsækning har givet udfordringer med afkøling og genopvarmning. Skal undgås fremover.
- I forbindelse med overgangsperioderne, hvor høj udetemperatur stopper cirkulationspumpe til centralvarme, åbner reguleringsventil og ødelægger afkøling. Der skal kigges på styring.
- Der bør sommerlukkes helt i sommerperioder.
- Der er indikation på høje varmetab fra de varme brugsvandsledninger og cirkulationsledninger. Skal gennemgås. Kan forbedre afkøling på varmtvandsproduktionsanlæg

Og for den anden (Sjælør Boulevard 36):

- 2-strengsanlæg, men lille afkøling over centralvarme. Veksler ok. Kan klare sig med lave fremløbtemp., så på den måde ikke kritisk for afkøling, men er der omløb? Test ved høj temp. så det kan vurderes om der er omløb der skader afkøling.
- Der var ikke helt sommerlukket for centralvarmeveksler i 2018. Styring åbner ventil, selv om pumpe er stoppet. Ventil på primærside skal lukkes. Gik ikke helt galt, da returvand blev brugt til forvarmning af vand.

BILAG 5-1: FORSYNOMETERRAPPORT

HOFOR forbrugsrapport

0033027469

2019

Forbrugsrapport - Fjernvarme

2450 København SV / Sjælør Boulevard / 34 -42 m.fl.



"Budget" angiver det forventede energiforbrug ud fra tidligere eller beregnede forbrug.

"Kor. budget" angiver det beregnede energiforbrug, set i forhold til hvor koldt den pågældende måned har været.

"Aflæst forbrug" er det faktiske fjernafleste forbrug i den pågældende måned.

Vurdering af budget gøres ved at sammenligne "Budget" og "Aflæst forbrug".

Vurdering af energiforbrug gøres ved at sammenligne "Kor. budget" med "Aflæst forbrug", som bør ligge tæt på hinanden.

Afkøling er forskellen i temperatur mellem frem og retur til HOFOR
Afvigelser reguleres en gang årligt ved bonus eller efterregulering.

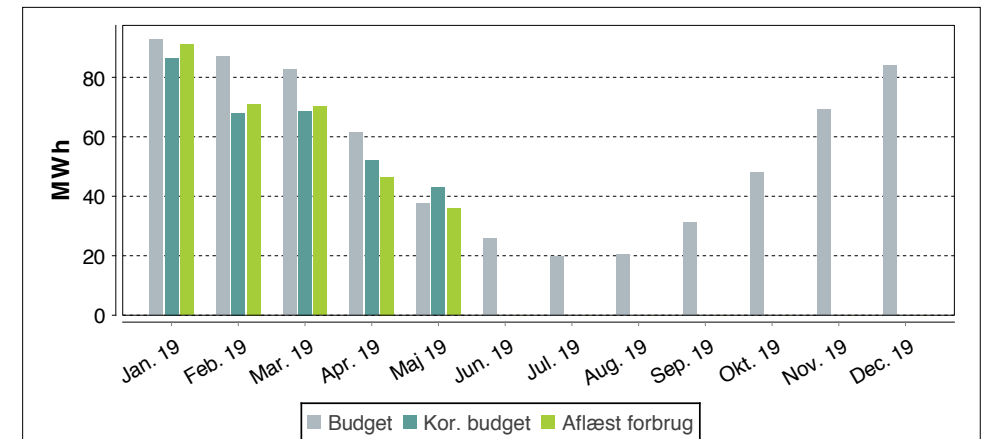
| Periode | Budget | Kor. budget | Aflæst forbrug | Afkøling |
|--------------------|---------|-------------|----------------|----------|
| Måned | MWh | MWh | MWh | °C |
| Jan. 19 | 92,819 | 86,463 | 91,070 | 33,7 |
| Feb. 19 | 87,054 | 67,925 | 71,020 | 32,9 |
| Mar. 19 | 82,655 | 68,608 | 70,120 | 31,9 |
| Apr. 19 | 61,569 | 51,936 | 46,520 | 27,5 |
| Maj 19 | 37,601 | 42,926 | 35,890 | 25,2 |
| Jun. 19 | 25,920 | | | |
| Jul. 19 | 19,852 | | | |
| Aug. 19 | 20,459 | | | |
| Sep. 19 | 31,381 | | | |
| Okt. 19 | 48,068 | | | |
| Nov. 19 | 69,306 | | | |
| Dec. 19 | 84,172 | | | |
| Total til periode | 361,699 | 317,858 | 314,620 | 30,9 |
| Total hele året | 660,858 | 617,017 | 613,779 | |
| kWh/m ² | 124,9 | 116,6 | 116,0 | |

1 MWh (Mega Watt Timer) = 1000 kWh

Energiforbrug, som er uafhængig af udetemperaturen (fx til varmt vand) betegnes **graddageuafhængigt forbrug**

Det graddageuafhængige forbrug pr. år vurderes til: 200 MWh

Arealgrundlag: 5.291 kvadratmeter



Forbrugsrapport - Fjernvarme

2450 København SV / Offenbachsvej / 19 -31



"Budget" angiver det forventede energiforbrug ud fra tidligere eller beregnede forbrug.

"Kor. budget" angiver det beregnede energiforbrug, set i forhold til hvor koldt den pågældende måned har været.

"Aflæst forbrug" er det faktiske fjernafleste forbrug i den pågældende måned.

Vurdering af budget gøres ved at sammenligne "Budget" og "Aflæst forbrug".

Vurdering af energiforbrug gøres ved at sammenligne "Kor. budget" med "Aflæst forbrug", som bør ligge tæt på hinanden.

Afkøling er forskellen i temperatur mellem frem og retur til HOFOR

Afvigelser reguleres en gang årligt ved bonus eller efterregulering.

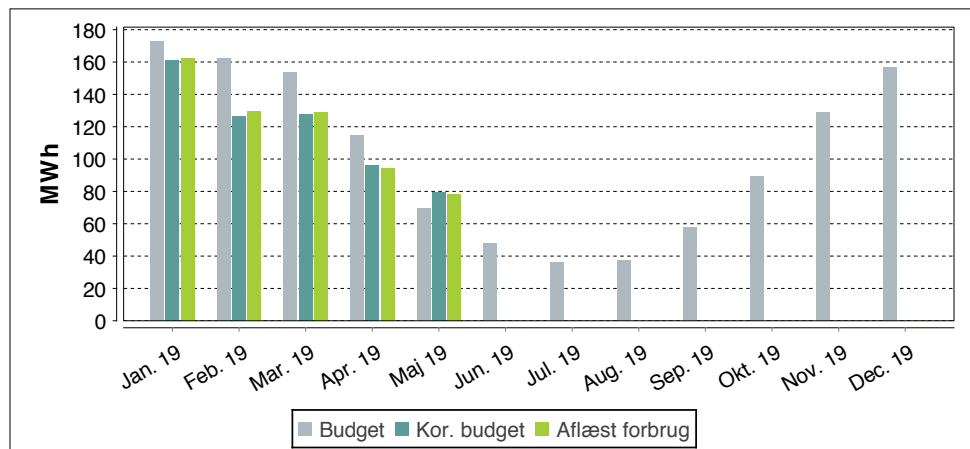
| Periode | Budget | Kor. budget | Aflæst forbrug | Afkøling |
|--------------------|-----------|-------------|----------------|----------|
| Måned | MWh | MWh | MWh | °C |
| Jan. 19 | 172,923 | 161,028 | 162,430 | 31,6 |
| Feb. 19 | 162,135 | 126,338 | 129,690 | 28,0 |
| Mar. 19 | 153,903 | 127,616 | 128,910 | 26,3 |
| Apr. 19 | 114,444 | 96,418 | 94,380 | 20,2 |
| Maj 19 | 69,592 | 79,556 | 78,359 | 18,0 |
| Jun. 19 | 47,733 | | | |
| Jul. 19 | 36,378 | | | |
| Aug. 19 | 37,514 | | | |
| Sep. 19 | 57,953 | | | |
| Okt. 19 | 89,179 | | | |
| Nov. 19 | 128,922 | | | |
| Dec. 19 | 156,742 | | | |
| Total til periode | 672,996 | 590,956 | 593,770 | 25,1 |
| Total hele året | 1.227,416 | 1.145,376 | 1.148,189 | |
| kWh/m ² | 141,1 | 131,6 | 132,0 | |

1 MWh (Mega Watt Timer) = 1000 kWh

Energiforbrug, som er uafhængig af udetemperaturen (fx til varmt vand) betegnes **graddageuafhængigt forbrug**

Det graddageuafhængige forbrug pr. år vurderes til: 365 MWh

Arealgrundlag: 8.701 kvadratmeter



BILAG 5-2: ENERGIOVERBLIK - BENCHMARK (CV1)

| Ejendommens beliggenhed | BBR-oplysninger |
|---|---|
| Navn Udlejningsejendommen Strandholmhus Adresse Postnr. 2450 København SV | Anvendelse : Etagebolig Opvarmet areal : 4728 m ² Opførelsesår : 1936-37 Bevaringsværdi : Forsyning : Fjernvarme Varmefordeling : 2-strengt |
| Bygningens varmeforbrug | Udvikling i varmeforbrug |
| Beregnet Aktuel = 125 kWh/m² | |
| Årsafkøling af fjernvarmevandet | Udvikling i afkøling |
| Bygningens årlige afkøling var i 2018: 32 °C OK afkøling Den nuværende afkøling medfører: ingen afgift | |
| Sammenfattende beskrivelse | |
| Ejendommen har været i gang med at realisere en større 10-årig vedligeholdelsesplan, som i 2017 indebar starten på et stort energirenovationsprojekt med støtte fra Københavns Kommune. Det omfattede en række isolerings-, facade- og vinduesforbedringer samt optimering af varmeanlæg og efterisolering af rør. Ejendommen har to forskellige varmekældre: CV1 og CV2. | |
| Anbefalinger til den videre indsats for varmeoptimering | |
| Driften af varmecentralen Perioder med natsenkning har givet udfordringer med afkøling og genopvarmning. Skal undgås fremover. Der bør sommerlukkes helt i sommerperioder. | |
| Forbedringer i varmesystemet I forbindelse med overgangsperioderne, hvor høj udetemperatur stopper cirkulationspumpe til centralvarme, åbner reguleringsventil og ødelægger afkøling. Der skal kigges på styring. Der er indikation på høje varmetab fra de varme brugsvandsledninger og cirkulationsledninger. Skal gennemgås. Kan forbedre afkøling på varmtvandsproduktionsanlæg | |
| Bygningsmæssige ændringer Der er aktuelt en bygningsrenovering i gang, som vanskeliggør en vurdering af den videre indsats, men der er muligheder for en videre indsats. | |

CV2

| Ejendommens beliggenhed | | BBR-oplysninger | |
|---|------------------------------------|--------------------------|---------------------|
| Navn | Udlejningsejendommen Strandholmhus | Anvendelse | Etagebolig |
| Adresse | | Opvarmet areal | 8701 m ² |
| Postnr. | 2450 København SV | Opførelsesår | 1936-37 |
| | | Bevaringsværdi | |
| | | Forsyning | Fjernvarme |
| | | Varmefordeling | 2-strengt |
| Bygningens varmeforbrug | | Udvikling i varmeforbrug | |
| Beregnet | Aktuel = 141 kWh/m ² | | |
| | | | |
| Årsafkøling af fjernvarmevandet | | Udvikling i afkøling | |
| Bygningens årlige afkøling var i 2018: 26 °C OK afkøling | | | |
| Den nuværende afkøling medfører: ingen afgift | | | |
| Sammenfattende beskrivelse | | | |
| Ejendommen har været i gang med at realisere en større 10-årig vedligeholdelsesplan, som i 2017 indebar starten på et stort energirenovationsprojekt med støtte fra Københavns Kommune. Det omfattede en række isolerings-, facade- og vinduesforbedringer samt optimering af varmeanlæg og efterisolering af rør. Ejendommen har to forskellige varmekældre: CV1 og CV2. | | | |
| Anbefalinger til den videre indsats for varmeoptimering | | | |
| Driften af varmecentralen | | | |
| 2-strengsanlæg, men lille afkøling over centralvarme. Veksler ok. Kan klare sig med lave fremløbstemp., så på den måde ikke kritisk for afkøling, men er der omløb? Test ved høj temp. så det kan vurderes om der er omløb der skader afkøling. Der var ikke HELT sommerlukket for centralvarmeveksler i 2018. Styring åbner ventil, selv om pumpe er stoppet. Ventil på primærside skal lukkes. Gik ikke helt galt, da returvand blev brugt til forvarmning af vand. | | | |
| Forbedringer i varmesystemet | | | |
| Evt. må ventil udskiftes til varmtvandsbeholder. P.g.a. igangsværende ombygning var det vanskeligt at vurdere og der er kritiske tab i cirkulationen. | | | |
| Bygningsmæssige ændringer | | | |
| Der er aktuelt en bygningsrenovering i gang, som vanskeliggør en vurdering af den videre indsats, men der er muligheder for en videre indsats. | | | |

