



Energikartläggning av idrottsanläggningar

Fallstudie av en ishall och ett badhus i norra Landskrona

Mårten Berdenius
Ingvil Aron Thorkelsson

Examensarbete på Civilingenjörsnivå
Avdelningen för Energihushållning
Institutionen för Energivetenskaper
Lunds Tekniska Högskola | Lunds Universitet



Energikartläggning av idrottsanläggningar

Fallstudie av en ishall och ett badhus i norra
Landskrona

Mårten Berdenius
Ingvi Aron Thorkelsson

Maj 2015, Lund

Föreliggande examensarbete på civilingenjörsnivå har genomförts vid Avd. för Energihushållning, Inst för Energivetenskaper, Lunds Universitet - LTH samt vid Landskrona Energi AB, AB Landskronahem och LSR AB i Landskrona.Handledare på Landskrona Energi AB: Axel Johansson och handledare på AB Landskronahem Thomas Sjöholm; handledare på LU-LTH: biträdande lektor Kerstin Sernhed; examinator på LU-LTH: professor Jurek Pyrko.

Projektet har genomförts i samarbete med Landskrona stads fritids- och kulturförvaltning.

Examensarbete på Civilingenjörsnivå

ISRN LUTMDN/TMHP-15/5331-SE

ISSN 0282-1990

© 2015 Mårten Berdenius, Ingvi Aron Thorkelsson samt Energivetenskaper

Energihushållning

Institutionen för Energivetenskaper

Lunds Universitet - Lunds Tekniska Högskola

Box 118, 221 00 Lund

www.energy.lth.se

Förord

Som avslutning på våra studier på civilingenjörsprogrammet vid Lund Universitet – Lunds Tekniska Högskola har detta examensarbete genomförts vid avdelningen för Energihushållning, institutionen för Energivetenskaper. Examensarbetet har utförts vid Green Hub Landskrona som är ett samarbete mellan Landskrona Energi AB, AB Landskronahem och LSR AB.

Vi vill tacka våra handledare Axel Johansson (Landskrona Energi AB) och Thomas Sjöholm (AB Landskronahem) för deras expertishjälp samt tillgång till mätutrustning. Vi vill även tacka vår handledare vid universitetet, Kerstin Sernhed för hennes rationella handledande. Vi vill också tacka Tomas Larsson, Helena LeanerSSon, Christer Andersson, Jørgge Pedersen, Kerstin Garpvall samt Petrit Parduži vid Fritids- och kulturförvaltningen i Landskrona stad för deras hjälp med datainsamlingen vid alla platsbesök på anläggningarna. Tack till Eccoguard för deras bidrag med mätutrustning. Vi vill även tacka Rickard Alexandersson för all data rörande anläggningarna från Landskrona Energi AB.

Lund, maj 2015

Mårten Berdenius & Ingvi Aron Thorkelsson

Abstract

This Master's thesis is a part of the project Green Hub Landskrona (GHL), a collaboration between three municipally owned companies in Landskrona and a number of institutions within the faculty of engineering at Lund University. The aim of GHL is to transform the neighbourhood Karlslund, northern Landskrona, to a sustainable district, through innovative solutions for energy, waste management and housing.

As a first step towards this transformation, the aim of this thesis is partly to carry out energy audits of two of the neighbourhood's facilities with particularly high energy consumption. These facilities are the city's only ice rinks, Landskrona ishall, and the city's main public swimming pool, Karlslundsbadet. The second aim is to evaluate existing guidelines for energy audits based on how well they match with each other, which aspects they emphasize, what their limitations are and how well they can be applied to sports facilities. Four guidelines were evaluated and the energy audits of the facilities were performed according to guidelines from the Swedish Energy Agency (SEA), with certain adjustments to available data.

The indoor ice rink is relatively simple, with audience capacity of 1400 people and includes an adjacent outdoor ice rink. The swimming pool is, however, somewhat more sophisticated, with a small outdoor pool and features water play areas, such as slides and whirlpools indoors. According to the staff in charge of the facilities' operation, the emphasis on energy economisation had been very limited prior to the execution of this thesis. Earlier efforts to reduce the energy consumption of the facilities have mainly been motivated by maintenance requirements.

The energy audits were carried out through a number of site visits where staff members of the facilities were interviewed, the control systems studied and the components' installed electric power surveyed etc. The results for each facility were compared to the average outcome of similar facilities in a study of different facilities energy consumption by the SEA from 2008, called STIL2. It was shown that the facilities used everything from 20% to four times more energy than similar facilities in Sweden. The results did, however, vary greatly depending on which indicators were used.

The main focus of the energy audits was on the distribution of the electricity consumption in the facilities. In the case of Landskrona ishall nearly half of all electricity was used by the chillers. The second largest consumer of electricity was the dehumidifier with 17%, followed by various pumps with 9%. The distribution in Karlslundsbadet was quite different, where fans used 36%, saunas used 26% and various pumps used 25% of the electricity consumption. In both facilities, the electricity consumption of equipment, that for various reasons could not be identified, was

quantified by assumptions based on data from the STIL2 study. In the case of Karlslundsbadet this consumption accounted for 4,6% but for 12% in Landskrona ishall.

The facilities' lighting systems were studied more thoroughly than other systems. The results showed that Karlslundsbadet performed better than the average of similar facilities in Sweden, even though the potential for improvement was great. For Landskrona ishall the situation was somewhat worse than in similar facilities.

In accordance with the report's second aim the guidelines from SEA were evaluated on the basis of how reliable the results for the two facilities were. The guidelines recommended that available data should be used primarily. In its absence, data on components' installed electric power and operation time should be used to calculate the energy consumption. The effect of using this methodology has been evaluated within the framework of this study. The evaluation revealed that it led to an overestimation of the facilities' electricity consumption to an extent that greatly exceeded the actual consumption. In the case of Landskrona ishall the overestimation amounted to 140% of the actual consumption, whilst it was only 35% in the case of Karlslundsbadet. The reasons for this inaccuracy were both fluctuations in the components' electrical power and difficulties in quantifying their operation time correctly. The overestimations affected the different systems to a varying extent and thereby the relative distribution of the electricity consumption. This has mainly been supported by data collected, over a short period of time, for the electrical power of the chiller's compressors in Landskrona ishall.

The analysis of the presented guidelines for energy audits revealed great differences in structure, extent and accuracy of description. Even in respect to the collection of data and the selection of energy efficiency improvement opportunities, the differences were significant. The inaccuracy caused by the use of components' installed electric power and operation time was not mentioned in the guidelines.

For the selection of energy efficiency improvement opportunities, the guidelines from SEA recommended further studies of systems that account for a significant share of the facilities' energy consumption. This focus was presented as a problem in a book published by SEA, *Energikoll i små och medelstora företag*. The focus on economic indicators, during the selection process, was great in all the studied guidelines. Only the guidelines in the ISO standard highlighted the importance of the additional aspects in the selection process.

Based on this case study it was concluded that the studied guidelines for energy audits were not well suited for facilities like Karlslundsbadet and Landskrona ishall.

Keywords: energy audit, energy economisation, sport facilities

Sammanfattning

Detta examensarbete är skrivet inom ramen för Green Hub Landskrona (GHL), som är ett samarbete mellan tre kommunala företag i Landskrona och flera institutioner inom Lunds Universitet - LTH. Syftet med samarbetet är att driva omställningen av stadsdelen Karlslund till en hållbar stadsdel genom innovativa lösningar för energi, avfall och boende.

Detta examensarbete utförs som ett första steg i denna omställning. Arbetets syfte är delvis att kartlägga energianvändningen av två energikrävande anläggningar i området, nämligen Landskrona ishall och Karlslundsbadet. Det andra syftet är att utvärdera befintliga riktlinjer för energikartläggningar utifrån hur väl de stämmer överens med varandra, vilka aspekter de lyfter fram, vilka begränsningar de har samt hur väl de kan appliceras på idrottsanläggningar. Fyra riktlinjer har analyserats i arbetet varav Energimyndighetens riktlinjer har använts i de genomförda kartläggningarna på idrottsanläggningarna, men vissa Anpassningar har gjorts utifrån tillgänglig data.

Anläggningarna var dels en ishall, av typen mindre publikhall, med en utomhusbana och ett äventyrsbad med en liten utomhusbassäng. Båda anläggningarna var försörjda med el från det koncessionspliktiga nätet och med fjärrvärme. I början av kartläggningsprocessen berättade anläggningarnas driftpersonal att det aktiva arbetet med energihushållning i anläggningarna tidigare varit mycket begränsat och främst utförts i samband med underhållsbehov.

Energikartläggningarna utfördes bland annat genom en rad platsbesök där intervjuer hölls med personal, styrsystem studerades och installerad effekt avlästes från de olika komponenterna. Kartläggningarnas resultat jämfördes med genomsnittsdata för liknande anläggningar i Sverige, från Energimyndighetens inventering av energianvändningen i olika lokaler, benämnd STIL2. Det visade sig att anläggningarna använde allt från 20 % till fyra gånger mer energi än genomsnittet i STIL2. Karlslundsbadet avvek betydligt mer från genomsnittet än ishallen, men avvikelsernas storlek berodde på om energianvändningen jämfördes utifrån uppvärmd area, verksamhetsarea eller efter antal öppettimmar.

Energikartläggningarna fokuserades på elanvändningens fördelning utifrån dess olika användningsområden, såsom pumpar, fläktar och kylmaskiner. I ishallen visade kartläggningen att kylmaskinerna stod för nästan 50 % av elanvändningen, avfuktare för cirka 17 % och diverse pumpar för runt 9 %. I Karlslundsbadet stod fläktar för 36 %, bastur för 26 % och diverse pumpar för 25 % av elanvändningen. I både Karlslundsbadet och Landskrona ishall antogs elanvändningen för utrustningen som av olika anledningar inte kunnat inventeras, främst utifrån data från STIL2 studien, vara 4,6 % respektive 12 %.

Även belysningen för de två anläggningarna inventerades. Inventeringen visade att Karlslundsbadets installerade effekt var lägre än genomsnittet för badhus medan ishallens installerade effekt var högre än genomsnittet för ishallar. Det kan dock konstateras att båda anläggningarna har en stor förbättringspotential vad gäller åtgärder för att minska elanvändningen för belysning.

I enlighet med rapportens andra syfte utvärderades Energimyndighetens riktlinjer utifrån hur tillförlitligt resultatet blev för de två studerade idrottsanläggningarna. I riktlinjerna föreslås att energianvändningen för respektive komponent beräknas utifrån installerad effekt och drifttider där befintlig data inte finns. Storleken på de differenser som kan föreligga mot uppmätta värden, vid användning av denna metodik, har utvärderats inom ramen för denna studie. Utvärderingen har visat att den använda metodiken leder till att den beräknade elanvändningen överskattas grovt i vissa fall. I Karlslundsbadet överskattades den med 35 % och i ishallen med 140 %. Källan till överskattningen var avvikelser i komponenternas aktuella effekt från den installerade effekten och skillnader i total och effektiv drifttid. Dessa överskattningar påverkade de olika användningsområdena i varierande grad, vilket i sin tur ledde till snedfördelningar av respektive användningsområdes andel av elanvändningen. Detta har styrkts bl.a. genom mätningar av kompressorernas eleffekt över en kortare tid i ishallens kylmaskin och är viktigt att ha i åtanke när resultaten tolkas.

Analysen av de befintliga riktlinjerna för energikartläggningar visade på stora skillnader i deras struktur, omfattning och detaljnivå. Variationerna var även stora vad gäller deras beskrivning av insamlande av data och valet av åtgärder. Riktlinjerna tar däremot inte upp något om vilka felkällor som kan uppstå vid användandet av installerad effekt och drifttider eller hur dessa ska hanteras vid en genomförd kartläggning utifrån riktlinjerna.

Riktlinjerna från Energimyndigheten uppger att de användningsområden som står för en betydande del av energianvändningen är de som borde studeras vid sökandet efter möjliga åtgärder. Detta angreppssätt går Energimyndigheten själv emot i sin bok, *Energikoll i små och medelstora företag*.

Generellt för alla riktlinjer var att de lägger stor vikt vid de ekonomiska kalkylerna för en åtgärd. ISO-standarderna var den enda som även lyfte fram vikten av att andra aspekter än ekonomi kan anses vara viktiga vid valet av åtgärder.

Utifrån genomförda fallstudie konstaterades att var och en av riktlinjerna i sin helhet inte fungerar för anläggningar motsvarande Karlslundsbadet och Landskrona ishall.

Nyckelord: energikartläggning, energihushållning, idrottsanläggningar

Innehållsförteckning

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Introduktion | 1 |
| 1.1 | Syfte och mål | 4 |
| 1.2 | Avgränsningar | 4 |
| 2 | Teori | 7 |
| 2.1 | Energihushållning | 7 |
| 2.1.1 | Att arbeta med energihushållning | 7 |
| 2.1.2 | Energikartläggningar som en del i arbetet med energihushållning | 10 |
| 2.1.3 | Styrmedel för energihushållning och energikartläggningar | 11 |
| 2.1.4 | Riktlinjer för energikartläggningar | 13 |
| 2.1.5 | En jämförelse av presenterade riktlinjer | 23 |
| 2.2 | Benchmarking | 26 |
| 2.2.1 | Energianvändning | 27 |
| 2.2.2 | Elanvändning | 30 |
| 3 | Metod | 37 |
| 3.1 | Litteraturstudie | 37 |
| 3.2 | Energikartläggning | 37 |
| 3.2.1 | Platsbesök | 37 |
| 3.2.2 | Intervjuer | 38 |
| 3.2.3 | Datainsamling | 38 |
| 4 | Utförande av energikartläggningar | 41 |
| 4.1 | Ursprunglig metodik för datainsamling och beräkningar | 41 |
| 4.2 | Val av riktlinjer och kartläggningarnas struktur | 42 |
| 4.3 | Metodik för utförande av energikartläggningarna | 43 |
| 4.3.1 | Energistatistik | 43 |
| 4.3.2 | Energianvändningens fördelning efter energibärare | 43 |
| 4.3.3 | Energianvändningens fördelning efter användningsområde | 44 |
| 4.3.4 | Datainsamling | 46 |
| 4.4 | Energikartläggning av Landskrona ishall | 49 |

| | |
|---|------------|
| 4.4.1 Beskrivning av anläggningen | 49 |
| 4.4.2 Kartläggning av aktuell energianvändning | 52 |
| 4.4.3 Sökande efter energihushållningsåtgärder..... | 67 |
| 4.5 Energikartläggning av Karlslundsbadet | 70 |
| 4.5.1 Beskrivning av anläggningen | 70 |
| 4.5.2 Kartläggning av aktuell energianvändning | 72 |
| 4.5.3 Sökande efter energihushållningsåtgärder..... | 84 |
| 5 Utvärdering av energikartläggningsmetodik | 89 |
| 5.1 Steg 1 – Beskrivning av anläggningarna | 89 |
| 5.2 Steg 2 – Kartläggning av anläggningens aktuella energianvändning | 89 |
| 5.3 Steg 3 och 4 – Anläggningens energianvändning på kort och lång sikt | 94 |
| 5.4 Steg 5 - Sökande efter åtgärder..... | 94 |
| 6 Diskussion | 97 |
| 6.1 Resultatens tillförlitlighet | 97 |
| 6.2 Huvudsaklig kritik mot riktlinjerna..... | 98 |
| 6.3 Varför genomföra energikartläggningar? | 98 |
| 7 Slutsatser | 101 |
| 7.1 Energikartläggningen | 101 |
| 7.2 Utvärdering av riktlinjerna | 102 |
| 7.3 Framtida studier | 104 |
| 8 Referenser..... | 105 |
| Bilaga A : Tankekartor över respektive anläggning..... | 107 |
| Bilaga B : Energiinventeringar av respektive anläggning | 109 |
| Bilaga C : Belysningsinventering för respektive anläggning | 116 |

1 Introduktion

I detta kapitel presenteras studiens bakgrund, syfte, mål och avgränsningar.

Detta examensarbete är skrivet inom ramen för Green Hub Landskrona (GHL), som är ett samarbete mellan de kommunalt ägda bolagen Landskronahem, Landskrona Energi och Landskrona Svalöv Renhållnings (LSR) samt Institutionen för Energivetenskaper på Lunds Universitet - LTH. Samarbetet syftar på att omvandla stadsdelen Karlslund i norra Landskrona till en hållbar stadsdel genom ökad kommunal samhällsnytta, där aktörer från näringslivet samarbetar med aktörer från universitetet. Projektet ska fungera som ett säte för forskning kring boende, energi och avfall och hur dessa ska anpassas till framtiden. Initialt ligger fokus främst på en rad examensarbeten som ska samverka för att främja utvecklingen och hitta innovativa lösningar för bl.a. miljö- och effektiviseringsåtgärder. Dessa arbeten utförs på ett projektkontor mitt i stadsdelen. Utöver examensarbeten planeras ett kunskapscenter för de boende på området, LTH, grundskolan och barnfamiljer från Landskrona och andra kommuner.

Karlslund är ett så kallat miljonprogramområde som byggdes mellan åren 1962 och 1975. Området utgör cirka en femtedel av Landskrona stads totala yta och består av ett 2000-tal bostäder i ett flertal bostadsområden. Det innefattar även stadens idrottsområde, Sveriges största koloniområde, en park från 1800-talet, samt ett något begränsat bälte med skolor och service. Områdets läge är något isolerat från övriga stadsdelar, men ligger strategiskt mellan tågstationen och havet.



Figur 1: Flygbild av Karlslundsområdet och dess olika områden, inklusive idrottsområdet. Foto: Bertil Hagberg

Under tiden som stadsdelen har funnits har den genomgått en rad stora förändringar. Parallellt med stadsdelens utbyggnad började Landskronas industriella framgångar att dala och strax därefter avvecklades stadens största arbetsplats, Öresundsvarvet. Detta ledde till ett stort antal lägenhetsvakanser och en negativ utveckling av stadsdelen (Klein, 2015).

Sommaren 2010 var en socialt orolig sommar i stadsdelen. Till följd av denna initierades under 2011 ett strukturerat samarbete mellan stadens förvaltningar, Landskronahem, polisen, föreningsliv och samhällsinstitutioner som kallades Karlslundsgruppen. Samarbetets syfte var att skapa en positiv utveckling av stadsdelen. Gruppens eftersökningar visade på en rad faktorer som kunde tänkas ha orsakat oron i området. Ekonomiskt stöd från Delegationen för hållbara städer söktes och beviljades 2012. Detta medförde att deltagandet i projektet ökade betydligt (Klein, 2015).

Stödet användes till en förstudie vars målsättning var att utveckla en 10-årig handlingsplan för en hållbar omvandling av området. Projektet drevs av stadsbyggnadsförvaltningen tillsammans med områdets största fastighetsägare, Landskronahem, och kom att kallas Hållbara Norr.

Hållbara Norr hette ursprungligen Hållbara Karlslund, men projektgruppen valde att byta namnet till Hållbara Norr, delvis för att komma ifrån stadsdelens dåliga rykte. Projektets syfte beskrivs på följande sätt i rapporten, Lägesrapport för planeringsprojektet: Hållbara Karlslund – en viktig pusselbit i en expansiv region.

”Projektets målsättning är att med utgångspunkt i områdets befintliga kvaliteter och genom fokus på boendedialog, näringslivsutveckling samt synliggörande ta fram en handlingsplan för en hållbar omvandling av Karlslund. Därmed skapas förutsättningar för en hållbar utveckling av Landskrona stad – och i förlängningen en hållbar region.”
(Stadsbyggnadsförvaltningen, Landskrona, 2014)

Utifrån detta syfte valdes tre insatsområden (Stadsbyggnadsförvaltningen, Landskrona, 2014):

- hållbar omvandling av bostadsområdet
- hållbar utveckling av entréer och stråk
- hållbar utveckling av idrott, odling och hälsa.

Dessa insatsområden har alla en rad olika delmål. Ett av dessa är synliggörandet av förnybar energi och energibesparing inom områdets offentliga idrottsanläggningar (Landskrona Stad, 2012 a, Stadsbyggnadsförvaltningen, Landskrona, 2014).

Utifrån bl.a. ovan nämnda delmål skapades en projektgrupp, Energigruppen, för att ansvara för målen rörande energifrågor. Gruppens huvudsakliga uppgift blev Green Hub Landskrona, som beskrivits ovan. Förhoppningen är att projekten Hållbara Norr och Green Hub Landskrona ska bidra till utveckling av Karlslund och Landskrona.

För att långsiktigt uppnå en omställning av en hel stadsdel krävs det samarbete mellan många olika aktörer inom kommunen. Miljöpolicy Landskrona är ett viktigt styrdokument som dessa aktörer gemensamt kan förhålla sig till. Den innehåller riktlinjer för hur Landskrona stad även långsiktigt ska arbeta med miljö- och

hållbarhetsfrågor. Den lyfter även fram vikten av kommunens ansvar att agera som förebild i arbetet med en hållbar utveckling. I policyn går att läsa att:

”Kommunen ska i sin verksamhet vara förebild för andra genom beslut och åtgärder som leder i riktning mot kretsloppssamhället. Inget steg mot kretsloppssamhället är för litet. Även om misstag kan komma att ske i arbetet mot kretsloppssamhället är det viktigt att kommunen prövar nya vägar mot en hållbar utveckling. Kommunen ska underlätta för andra att pröva nya vägar.” (Landskrona stad, 2012 b)

Som en del i detta ska kommunen aktivt arbeta med att bl.a. minska energianvändningen i sin egen verksamhet och konvertera från fossila till förnybara bränslen. Ett sätt att göra detta på är genom energieffektiviseringar vilket understryks i ett av miljöpolicyns delmål, se nedan.

“Genomföra besiktningar av de kommunala byggnaderna för att identifiera möjliga tekniska energieffektiviseringsåtgärder.” (Landskrona stad, 2012)

Minskningen av energianvändningen ska även uppnås genom att stimulera nytänkande kring energiåtervinning genom lokala kretslopp (Landskrona stad, 2012 b).

Med dessa förutsättningar i åtanke studerades området olika byggnadstyper.

I Karlslundsområdet finns en del kommunala byggnader. Som nämnts ovan ska dessa besiktigas ur ett energiperspektiv. Bland dessa finns en rad stora idrottsanläggningar såsom badhus, fotbollsanläggning, ishall med flera. Enligt målen för Hållbara Norr ska dessa synliggöras ur ett energiperspektiv.

Enligt en stor nationell inventering av energianvändningen i lokaler, STIL2, utförd av Energimyndigheten, är idrottsanläggningar den lokalgrupp som använder mest energi av alla studerade lokalkategorier. Utav fyra studerade kategorier av idrottsanläggningar är badhus den kategori som använder mest energi per areaenhet och ishallar den kategori som använder mest el per areaenhet (Energimyndigheten, 2009).

Idrottsanläggningarna i Karlslund har höga energikostnader vilket gav ytterligare incitament till att titta närmare på anläggningarnas energieffektivitet i form av energikartläggningar. Idrottsanläggningarna är även offentliga miljöer med ett stort antal besökare per år från hela Landskrona med omnejd. Av denna anledning kan synliggörande av energihushållningsarbete vara ett sätt för staden att visa upp sitt arbete för hållbarhet och att Karlslundsområdet är ett område som prioriteras och som det arbetas aktivt med.

Genom en energikartläggning av idrottsanläggningarna kan Landskrona stad få en överblick över hur deras anläggningar presterar ur ett energiperspektiv. De får ett grundläggande underlag för framtida investeringar och möjliga effektiviseringsåtgärder samt råd om hur de effektivt och långsiktigt kan arbeta med energihushållning.

Hur en energikartläggning ska utföras är inte entydigt då det finns en rad olika metodiker att följa. För att säkerställa kartläggningens tillförlitlighet bör dessa metodiker först studeras och jämföras med varandra. Metodikerna bör sedan även utvärderas utifrån en genomförd kartläggning.

1.1 Syfte och mål

Syftet med detta examensarbete är i princip tvådelat. Grundsytet är att utföra energikartläggningar av tre idrottsanläggningars energianvändning under 2014 i området Karlslund i Landskrona. Detta genom energikartläggningar som främst är baserade på faktiska mätningar. Det andra delsyftet är att utvärdera befintliga riktlinjer för energikartläggningar utifrån hur väl de stämmer överens med varandra, vilka aspekter de lyfter fram, vilka begränsningar metodiken har och hur väl de kan appliceras på idrottsanläggningarna.

Målen med studien är att:

- Få en bättre uppfattning av idrottsanläggningarnas energisystem och hur de drivs samt vilka delar av dessa som använder en onödigt stor mängd energi.
- Visa på vikten av energihushållningsarbete vid idrottsanläggningar, främst inom kommunal verksamhet.
- Visa på potentialer för sänkt energianvändning i anläggningarna.
- Få ett underlag till framtida arbete med energihushållning i anläggningarna.
- Få en uppfattning av vilket underlag en energikartläggare har att tillgå samt dess kvalitet.

1.2 Avgränsningar

Fallstudien har avgränsats till att analysera Karlslundsbadet, Läktarbadet samt Landskrona ishall. Anläggningarna är alla belägna i området Karlslund i norra Landskrona. Energikartläggningen har fokuserat på att beskriva hur energianvändningen ser ut i de tre anläggningarna och därför görs inga ekonomiska bedömningar. Eftersom ett av arbetets mål är att få underlag till framtida arbete med energihushållning i anläggningarna, ligger en fullständig genomgång och utvärdering av möjliga energihushållningsåtgärder utanför ramarna för denna studie.

Litteraturstudien syftar till att få ett referensmaterial för liknande anläggningar i Sverige. Avgränsningen till svenska anläggningar har gjorts eftersom klimatet påverkar anläggningarnas energianvändning genom förändrade energibalanser, en effekt som inte studeras i detta arbete.

På grund av tekniska svårigheter och bristande finansiella möjligheter valdes att inte göra några faktiska mätningar av fjärrvärmens energianvändning fördelat på specifika användningsområden. Då fjärrvärmeanvändningen var svår att härleda till ett specifikt användningsområde utan faktiska mätningar, valdes att främst rikta in energikartläggningen på anläggningarnas elanvändning.

En bit in i fallstudien valdes att utesluta Läktarbadet från studien. Detta då det inte ansågs möjligt att, med hjälp av data som fanns att tillgå, skilja Läktarbadets energianvändning ifrån den sammanlänkade läktaren och övriga utrymmens energianvändning. Detta beslut togs då det inte fanns tillräckligt med tid eller ekonomiska resurser, inom ramen för examensarbetet, för att utföra de mätningar som krävdes för att kunna särskilja energianvändningen.

Studien är även begränsad till att utvärdera fyra olika riktlinjer för energikartläggningar. Valet av riktlinjer gjordes utifrån att de tagits fram på fyra olika nivåer i samhället. De olika nivåerna är internationell, nationell och regional nivå samt riktlinjer från ett svenskt dotterbolag till ett internationellt konsultbolag. Dessa riktlinjer jämfördes och utvärderades dels med varandra men även utifrån fallstudien som genomfördes inom ramen för detta examensarbete.

2 Teori

I detta kapitel presenteras teori kring arbete med energihushållning, energikartläggningars roll i arbetet och riktlinjer för hur de ska utföras. Utöver detta presenteras nationella resultat för energianvändningen i anläggningar med samma verksamhet och de styrmedel som finns för utförandet av energikartläggningar.

2.1 Energihushållning

Energihushållning är en relativt bred vetenskap. Den omfattar kunskap om energiteknik, energieffektivisering och samhällets förutsättningar för miljövänlig försörjning och användning av energi. Energihushållning har tre dimensioner, *energieffektivisering, energibesparing och substitution*. Dessa begrepp kan beskrivas på följande sätt:

- Energieffektivisering: *"Att med minskad energianvändning uppnå samma nytta som tidigare eller att med samma energianvändning uppnå en större nytta än tidigare."* (Energimyndigheten, 2010 c)
- Energibesparing: *"Innebär en faktisk minskning av energianvändningen som kan leda till bibehållen eller förändrad nytta."* (Energimyndigheten, 2014 a)
- Substitution: Innebär ett byte av energibärare t.ex. ett byte till förnybara energibärare (Sernhed, 2008).

2.1.1 Att arbeta med energihushållning

Energimyndigheten publicerade år 2010 en handbok om hur företag effektivt kan arbeta med energihushållning, *Energikoll i små och medelstora företag – vägledning och checklistor för mer effektiv energianvändning!*. Boken är främst riktad till små och medelstora företag, men tillvägagångssättet kan mycket väl appliceras på de studerade idrottsanläggningarna och på andra verksamheter där arbetet med energihushållning inte är särskilt etablerat. De delar av bokens information som är mest tillämpbara på idrottsanläggningarna presenteras nedan.

Ett genomgående argument i handboken är vikten av att arbetet är en långsiktig process där hela företaget involveras. För att undvika att arbetet blir en punktinsats är det viktigt att det integreras i företagets verksamhet exempelvis genom policyer, ledningssystem och mål enligt SMART-principen. SMARTa mål är specifika, mätbara, accepterade, realistiska och tidsatta. Arbetets resultat är även i hög grad beroende av den högsta ledningens uttalade stöd. För ett företag är det även viktigt att uppmärksamma kopplingen mellan energifrågor och andra viktiga aspekter som kvalitet, arbetsmiljö och miljö (Energimyndigheten, 2010 c).

Från ett företagsperspektiv binder ineffektiv energianvändning upp kapital som annars skulle vara tillgängligt för övriga verksamheter. Ett vanligt åtgärdsförsök för minskade energikostnader är byte till billigare energislag, vilket i sig inte innebär någon energi-besparing eller energieffektivisering. Detta kallas för energiekonomisering.

Långsiktigheten i energihushållningsåtgärder påverkas av osäkerheten kring framtida energipriser. Denna osäkerhet medför ett ökat intresse av effektivisering och besparing, det vill säga att minska behovet av köpt och tillförd energi. På detta sätt kan kostnader undvikas för varje sparad kilowattimme. All energianvändning påverkar miljön, även om utsträckningen beror på en rad variabler. Potentialen för att både sänka energikostnaderna och minska miljöpåverkan är därför stor då behovet av energi minskas (Energimyndigheten, 2010 c).

I de flesta företag finns det potential för att utföra energihushållningsåtgärder som är företagsekonomiskt lönsamma. Att dessa ofta inte genomförs beror på en rad hinder, som dessa (Energimyndigheten, 2010 c):

- kostnader för produktionsstörningar eller andra problem
- brist på tid eller andra prioriteringar
- tillgång på kapital
- marknadsosäkerheter
- energimål inte integrerade i produktions-, underhålls- eller inköpsrutiner
- avdelningen får inte ta del av vinsten vid en minskning av energikostnaden
- personalens bristande medvetenhet, tekniska färdigheter och information om energieffektiviseringsmöjligheter
- kostnader för att ta in ny, omskola eller pensionera personal.

Listan visar endast ett begränsat antal exempel som beskriver hinder som kan leda till att energihushållningsåtgärder inte genomförs. Många av dessa hinder är av ekonomisk natur medan andra beror på bristande information och kunskap och ytterligare andra på bristande strategier eller tillämpningar av dessa.

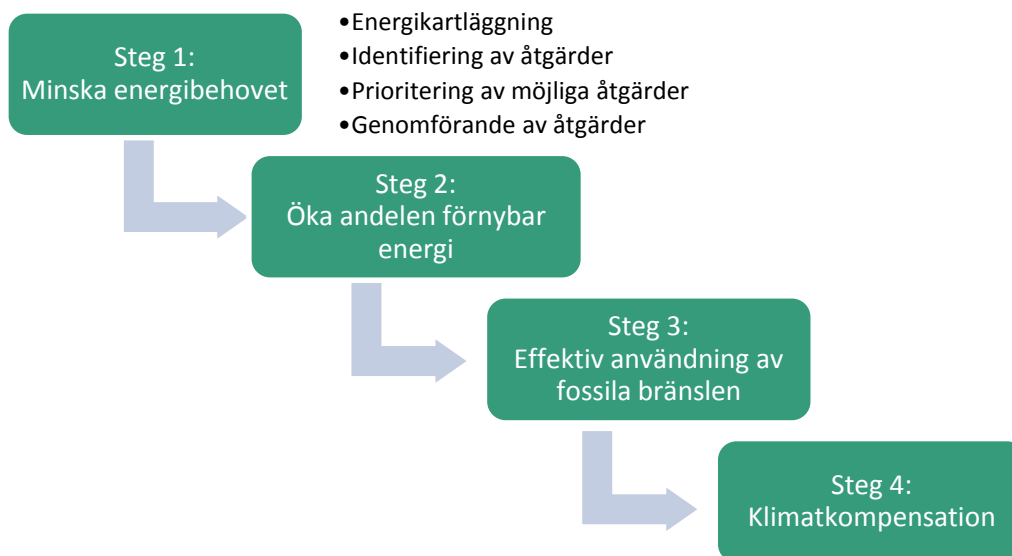
På motsvarande sätt finns det faktorer som driver på arbetet för energihushållning. Exempel på sådana drivkrafter listas nedan (Energimyndigheten, 2010 c):

- en eldsjäl med makt över investeringsbeslut
- långsiktig strategi avseende energieffektiv utrustning
- kunskap om anläggningen och dess effektiviseringsmöjligheter
- miljövärdering
- tillgång till kapital.

Som båda listorna visar är sambanden mellan hinder och drivkrafter ofta starka. Ett exempel på detta är att *tillgång till kapital* både är ett stort hinder och en drivkraft för energihushållning. Bristen på tillgängligt kapital kan vara ett mycket stort hinder för energihushållning då större investeringar blir svåra. Samtidigt frigörs kapital bundet i form av onödigt höga energikostnader då energihushållningsåtgärder utförts. Bristen kan därför anses vara en stor drivkraft istället för ett hinder. Medvetenheten om sådana samband hos företagsledning och företagens medarbetare är avgörande för hur hinder långsiktigt kan undvikas eller omvandlas till drivkrafter (Energimyndigheten, 2010 c).

Enligt handboken är det vanligt att för stort fokus läggs på de system och processer som använder mest energi vid identifiering av möjliga åtgärder. Processer som står för en mindre del av energianvändningen har ibland mycket stor besparingspotential. En annan vanlig fälla vid identifiering av åtgärder är att förändrade drifrutiner, beteenden och attityder glöms bort, även om de kan påverka energianvändningen mycket (Energimyndigheten, 2010 c).

Arbetet med energihushållning inom företag är därför inte en enkel process. Det långsiktiga arbetet kan grovt delas upp i fyra steg som presenteras i Figur 2 nedan.



Figur 2: Arbetet med energihushållning uppdelad i fyra steg för små och medelstora företag (Energimyndigheten, 2010 c)

Figur 2 visar hur företag effektivt och långsiktigt kan arbeta med energihushållning. Genom att följa stegens ordning undviks kortsiktiga ekonomiseringsåtgärder. Detta främst då tillförseln ses över först då energibehovet redan är reducerat och därmed kan tillförseln dimensioneras utifrån den nya energianvändningen. När dessa steg är genomförda och ytterligare ökning av förnybar energi inte är försvarbar, ska kvarstående fossil andel av energitillförseln användas så effektivt som möjligt. När alla dessa tre steg är slutförda kan företagen även välja att kompensera deras kvarstående utsläpp genom köp av reduktionsenheter. Utöver dessa fyra steg i handboken visar Figur 2 att energikartläggningar är ett verktyg som används för att initiera arbetet med energihushållning. Det första steget i figuren, *Minska energibehovet*, uppnås endast delvis genom utförandet av en energikartläggning.

2.1.2 Energikartläggningar som en del i arbetet med energihushållning

Energikartläggningar genomförs genom ett systematiskt tillvägagångssätt och resulterar i energitillförselns och energianvändningens fördelning mellan olika processer, system, komponenter och/eller byggnader. Principen är ganska enkel; ”Analysera de olika processerna och systemen för att se var all energi tar vägen” (Energimyndigheten, 2010 c). Lokala förutsättningar kan dock komplicera genomförandet betydligt. Energikartläggningar genomförs genom analys av energistatistik, processanalyser, mätningar, platsbesök och manuella beräkningar. Utöver detta ska förslag till effektivisering av processer och kringutrustning tas fram och systemets befintliga tillstånd dokumenteras (Svensk författningssamling, 2014 c).

Utöver den enkla principen ovan kan en energikartläggning definieras på ett antal olika sätt. Enligt lagen om energikartläggning i stora företag definieras en energikartläggning på följande sätt.

”Ett systematiskt förfarande i syfte att få kunskap om den befintliga energianvändningen för en byggnad eller en grupp av byggnader, en industriprocess, en kommersiell verksamhet, en industrianläggning eller en kommersiell anläggning, eller privata eller offentliga tjänster och för att fastställa kostnadseffektiva åtgärder och rapportera om resultaten” (Svensk författningssamling, 2014 c)

Istället för strikta definitioner används ofta översiktliga beskrivningar när det gäller energikartläggningar. Detta framgår av bl.a. Energimyndighetens hemsida där energikartläggningar beskrivs på följande sätt.

”En energikartläggning ska vara ett beslutsunderlag för att optimera företagets energianvändning. Kartläggningen ger svar på hur mycket energi som årligen tillförs och används för att driva företagets verksamhet, byggnaderna, interna transporter med mera. Den visar hur energin är fördelad i olika delar av anläggningen och vilka kostnaderna är för energi. Du får också förslag till hur du kan energieffektivisera processer och hjälputrustning.” (Energimyndigheten, 2015 c)

Definitionen från lagen är i stora drag överens med Energimyndighetens beskrivning. Beskrivningen innehåller dock en djupare analys av begreppets innebörd, utöver att få kunskap om den befintliga energianvändningen. I båda fallen berörs kartläggningens nytta för rapportering och/eller som beslutsunderlag, att åtgärdsförslag för energi-effektivisering ska tas fram och kostnaden för energianvändningen.

En energikartläggning visar alltså utgångsläget för energihushållningsarbetet inom ett företag eller organisation. Den utgör därmed ett beslutsunderlag för framtida arbete samt utveckling av mål, strategier, rutiner och ledningssystem (Energimyndigheten, 2010 c).

Det finns inga allmängiltigt accepterade riktlinjer för hur företag ska välja vilka åtgärder som bör genomföras. I Energimyndighetens handbok rekommenderas att urvalet baseras på ekonomiska och tekniska analyser av respektive åtgärd. I urvalsprocessens tidiga skede är det däremot viktigt att inte lägga för stor vikt på noggrann kvantifiering av ekonomisk inverkan av respektive åtgärd. I samma handbok formuleras ett antal frågor som är viktiga att ha i åtanke, de flesta rörande tekniska och ekonomiska förutsättningar. En av dessa lyfter fram vikten av att ta hänsyn till

åtgärdens effekter på övriga system. Dessa effekter glöms ofta bort vilket kan ha stor påverkan på resultatet. (Energimyndigheten, 2010 c).

Även om det inte finns allmänt accepterade riktlinjer för urvalet av åtgärder så finns det en rad olika riktlinjer för hur en energikartläggning bör utföras. Dessa kan både vara generella eller specifika för olika byggnads- och verksamhetstyper. I Kapitel 2.1.4, *Riktlinjer för energikartläggningar*, beskrivs och jämförs fyra olika generella riktlinjer för energikartläggningar.

2.1.3 Styrmedel för energihushållning och energikartläggningar

Det finns ett antal direktiv, lagar och förordningar som syftar till att driva på arbetet med energihushållning i samhället. En del av dessa syftar specifikt på energikartläggningar i form av lagkrav och stöd, speciellt för större energianvändare, medan andra är mer generella krav på energihushållning för samtliga verksamhetsutövare.

Miljöbalkens hänsynsregler

Ett krav på energihushållning har lagstadsats sedan implementeringen av Miljöbalken år 1998. Artikel 5 i Miljöbalkens andra kapitel, allmänna hänsynsregler, är följande:

”5 § Alla som bedriver en verksamhet eller vidtar en åtgärd ska hushålla med råvaror och energi samt utnyttja möjligheterna till återanvändning och återvinning. I första hand ska förnybara energikällor användas.” (Svensk Författarsamling, 1998)

Sedan lagen trädde i kraft är energihushållning alla verksamhetsutövares ansvar och ett krav ställs även på att de i första hand använder förnybara energikällor. Utöver artikel 5 ställer miljöbalken krav på att alla ska utföra egenkontroll på sin verksamhet. Egenkontroll i detta sammanhang innebär att verksamhetsutövare ska utföra följande fyra steg (Svensk Författarsamling, 1998):

1. Skaffa kunskap om energianvändningen i verksamheten.
2. Identifiera möjliga effektiviseringsåtgärder.
3. Fortlöpande genomföra skäliga åtgärder.
4. Följa upp energianvändningen och resultat av vidtagna åtgärder.

Dessa steg innebär att samtliga verksamhetsutövare aktivt ska arbeta med energieffektivisering där möjligheten till nya åtgärder utreds, genomförs och följs upp.

Energieffektiviseringsdirektivet (EED)

Hösten 2012 infördes ett nytt direktiv i EU rörande energieffektiviseringar, Energieffektiviseringsdirektivet 2012/27/EU (EED). Direktivet sätter ramarna för arbetet med energieffektivisering inom EU. Direktivet togs fram för att säkra att EU når sitt mål på 20 % förbättring av energieffektiviteten inom EU till 2020. För att nå denna förbättring infördes en rad bestämmelser i och med direktivet. Dessa bestämmelser ska hjälpa till att öppna upp energimarknaden samt bidra till att marknadsmisslyckanden undviks. Kraven som ställs i direktivet sätter en minimigräns på vad varje medlemsstat ska bidra med. Det sätter däremot ingen övre gräns på hur hårda bestämmelser varje medlemsstat inför (Europaparlamentet, 2012).

Energieffektiviseringsdirektivet har medfört en rad nya lagförslag i Sverige. Några av dessa är lag om energikartläggning i stora företag, lag om frivillig certifiering för vissa energitjänster, lag om energimätning i byggnader och lag om vissa kostnadsnyttoanalyser på energiområdet (Regeringen, 2014). Lag om energikartläggning i stora företag trädde i kraft den 1 juni 2014 och beskrivs närmare nedan.

Ny lag om energikartläggning i stora företag

Den nya lagen om energikartläggning i stora företag implementerar artikel 8 i EU:s energieffektiviseringsdirektiv (EED), 2012/27/EU. Den innebär att alla företag med fler än 250 anställda samt en årlig omsättning på minst 50 miljoner euro eller en balansomsättning på minst 43 miljoner euro per år, ska utföra en energikartläggning över sin verksamhet. En ny energikartläggning ska sedan göras kontinuerligt vart fjärde år (Svensk författningssamling, 2014 c). Inom lagen definieras ett företag på följande sätt.

”Ett företag är varje enhet, oberoende av juridisk form, som bedriver ekonomisk verksamhet. Ekonomisk verksamhet tolkas som all verksamhet som består i att erbjuda varor eller tjänster på en viss marknad. Det saknar betydelse att verksamheten bedrivs utan vinstsyfte. Även offentliga verksamheter kan räknas som företag.” (Energimyndigheten, 2015 a)

Även kommuner och landsting kan här räknas som företag så länge de uppfyller kriterierna ovan.

Energimyndigheten har fått i uppdrag av regeringen att utöva tillsyn över att den nya lagen följs. Genom sin roll som tillsynsmyndighet planerar Energimyndigheten att införa lagen i tre olika steg. Steg 1 innebär att berörda företag ska ha informerat energimyndigheten om att de omfattas av lagen senast den 5 december 2015. Det andra steget i processen är att företagen ska rapportera in att de tagit kontakt med en certifierad energikartläggare och att underlag för energikartläggningen tagits fram. Detta ska ske under 2016. Sista steget ska genomföras under 2017 och innebär att berörda företag ska rapportera in energikartläggningen till Energimyndigheten. Energikartläggningen ska utföras av en certifierad energikartläggare och ska antingen följa internationell ISO-standard, europeisk EN-standard eller svensk SS-standard (Energimyndigheten, 2015 b).

Energikartlägningscheckar

Även före implementeringen av EU's energieffektiviseringsdirektiv fanns det styrmedel för energieffektivisering i Sverige, exempelvis programmet för energieffektivisering i energiintensiv industri (PFE). Under perioden 2010-2014 kunde även vissa företag som inte ingick i PFE söka stöd för att utföra en energikartläggning av sin verksamhet. Stödet kallades ”Energikartlägningscheck” och syftade på att uppnå effektiv användning av energi samt att öka svenska företags konkurrenskraft på den internationella marknaden. Stödet reglerades av förordning (2009:1577) om statligt stöd till energikartläggning. Förordningen har sedan januari 2015 reviderats (Energimyndigheten, 2015 c).

Enligt den gamla förordningen kunde företag med en energianvändning över 0,5 GWh per år söka stödet. Undantag gjordes från detta krav för företag med verksamhet inom produktion av jordbruksprodukter omfattande minst 100 djurenheter. Stödet kunde inte tilldelas de företag som deltog i PFE eller byggnadsägare skyldiga enligt lagen om energideklarationer. Stödet fick högst uppgå till 50 procent av stödberättigade kostnader, dock högst 30 000 kronor. Ett ytterligare krav på de företagare som hade beviljats stöd var att de skulle utforma en energiplan. Planen skulle innehålla samtliga åtgärder som föreslogs i energikartläggningen samt en lista på de åtgärder som företaget hade för avsikt att genomföra inom två år (Svensk författningssamling, 2009).

I januari 2015 pågick en översyn inför ett nytt energikartläggningsstöd och som tidigare nämnts skedde en revidering av förordning 2009:1577 den 1 januari 2015. Enligt Energimyndighetens hemsida kan mer information om stödet till små- och medelstora företag förväntas komma under våren 2015. Exempel på förändringar i den reviderade förordningen är att kravet på slutlig energianvändning på 0,5 GWh per år har sänkts till 0,3 GWh per år. Stödets maximala belopp har också höjts från 30 000 till 50 000 kronor. Detta stöd ska inte gälla företag som omfattas av skyldigheten att göra en energikartläggning enligt lagen (2014:266) om energikartläggning i stora företag (Svensk författningssamling, 2014 b).

2.1.4 Riktlinjer för energikartläggningar

I detta delkapitel beskrivs generella riktlinjer för energikartläggningar. Dessa har tagits fram på internationell, nationell och regional nivå, samt vid ett svenskt dotterbolag till ett internationellt konsultbolag. I Kapitel 2.1.5, *En jämförelse av presenterade riktlinjer*, görs en jämförelse av dessa riktlinjer och riktlinjerna utvärderas med avseende på hur väl de stämmer överens med varandra samt vilka aspekter de lyfter fram. Detta görs för att ge en övergripande bild av vad dagens företag har att utgå från när de påbörjar energihushållningsarbetet i företaget. Det görs också för att påvisa eventuella konflikter mellan de olika riktlinjerna samt för att studera hur väl riktlinjerna fungerar i praktiken.

Nedan redovisas vilka riktlinjer som ingår i jämförelsen och varifrån dessa är hämtade:

- De internationella riktlinjerna utgörs av ISO-standarderna *Energikartläggning 1 – Generella krav (ISO SS-EN 16247-1:2012)* (Swedish Standards Institute, 2012).
- De nationella riktlinjerna är hämtade från Energimyndighetens bok, *Handbok för kartläggning och analys av energianvändning – Tips och råd från Energimyndigheten* (Energimyndigheten, 2004).
- De regionala riktlinjerna är från Miljösamverkan Östergötland (MÖTA); ett samarbete mellan tretton av Östergötlands kommuner och länsstyrelsen. De är hämtade från dokumentet, *Arbetsbeskrivning och mall för energikartläggning och energiplan – för verksamhetsutövare* (Miljösamverkan Östergötland, 2009).

- De senast beskrivna riktlinjerna är från konsultbolaget Dalkia AB och är hämtade från examensarbetet *Analys av energikartläggningar och framställning av metodik för Dalkia AB* av Björn Holm och Mikael Göransson vid Linköpings Universitet (Björn Holm, Mikael Göransson, 2013).

Internationellt vedertagna riktlinjer

ISO-standarder är internationellt vedertagna dokument som ställer krav, uttrycker specifikationer och karaktäristik eller sammanställer riktlinjer. Standarderna används för att säkerställa att material, processer, produkter eller tjänster är lämpliga för sitt ändamål. Det finns över 19 500 internationella ISO-standarder. (ISO, u.d.) En av dessa, som gäller energikartläggningar, är ISO SS-EN 16247-1:2012 *Energikartläggning 1 – Generella krav*. Denna standards huvudmoment beskrivs i texten nedan.

Utöver de generella kraven finns även standarder för energikartläggning av byggnader, transporter samt processer. Det finns däremot ingen standard specifikt för idrottsanläggningar. Informationen nedan är hämtad från ovan nämnda ISO-standard om inget annat anges.

Enligt standarden ska en energikartläggning utföras av en kvalificerad energikartläggare i enlighet med befintliga lokala riktlinjer och rekommendationer. Den ska även uppfylla vissa specifika krav och vara anpassad till parternas överenskommelse. Kartläggningen ska vara fullständig och representativ vad gäller datainsamling. Det ska gå att spåra hur all information i kartläggningen tagits fram. Kartläggningen ska även innehålla kostnadsförslag rörande de åtgärder som har identifierats möjliga.

En energikartläggning går att dela in i följande steg:

- inledande kontakt
- uppstartsmöte
- platsbesök och datainsamling
- analys av data
- slutrapport
- avslutande möte.

Steg 1 – Inledande kontakt

Innan uppstarten av kartläggningen är det viktigt att en rad steg genomförs. Bland annat bör företagets mål med kartläggningen tas upp, samt vilka behov och förväntningar som företaget har på kartläggningen. Innan kartläggningen påbörjas behöver företaget och energikartläggaren även vara överens om en rad andra punkter, såsom

- på vilken detaljnivå som kartläggningen ska vara på,
- arbetsinsats i form av mantimmar,
- vilka finansiella krav företaget har för att en åtgärd ska genomföras, t.ex. krav på återbetalningstid,
- vilken typ av information som finns tillgänglig och dess tillförlitlighet,
- eventuella mätningar och inspektioner som det redan vid uppstarten finns vetskap om att de kommer behöva genomföras.

Energikartläggaren bör även ta del av information kring företaget såsom

- företagets framtidsplaner som kan påverka energianvändningen,
- regelmässiga hinder som kan påverka åtgärdsförslag,
- ifall företaget har något energiledningssystem eller liknande,
- redan framtagna åtgärdsförslag inom ramarna för energikartläggningen,
- slutrapportens önskade struktur.

Steg 2 – Uppstartsmöte

Nästa steg, enligt standarden, är att ha ett uppstartsmöte. Mötets syfte är att informera alla inblandade på företaget om vad som kommer att hända under energikartläggningens gång samt att försäkra sig om att alla inblandade kommer att samarbeta. Under mötet bör det, om det inte gjorts tidigare, utses en person på företaget som blir ytterst ansvarig för kartläggningen. Energikartläggaren bör även bli införstådd i en rad olika punkter, så som gällande säkerhetsföreskrifter och tillvägagångssätt för installation av mätutrustning med flera.

Steg 3 - Platsbesök och datainsamling

Det tredje steget i kartläggningen är att samla in information. Informationen som samlas in ska innehålla en lista över alla de olika system, processer och utrustning som använder energi i någon form och som ligger inom ramarna för energikartläggningen.

Även historisk information om energianvändningen tidigare år, tillsammans med andra faktorer som kan ha påverkat energianvändningen just de åren, bör samlas in. Det kan röra sig om väderdata, inomhustemperatur och liknande samt historik över hur anläggningen körts under tidsperioden för datainsamlingen. Detta kan till exempel röra eventuella driftstopp eller byten av utrustning eller liknande.

Annat material som också bör samlas in är manualer rörande underhåll, drift och design för respektive system eller maskin. Tidigare gjorda energikartläggningar, ekonomiska data samt information rörande styrsystem och liknande bör även de samlas in.

Energikartläggaren ska även utföra platsbesök på den studerade anläggningen. Vid dessa platsbesök bör energikartläggaren ha en person från företaget med sig som har befogenhet att styra de olika systemen och maskinerna som ska studeras. Vid platsbesöken ska bland annat användarrutiner och personalens beteende studeras, med hänsyn till hur dessa faktorer påverkar energianvändningen i stort.

Energikartläggaren bör föra protokoll över vilka processer som kan komma att behöva extra datainsamling. Möjliga förbättringspotentialer som kan finnas i systemet ska även dokumenteras. Det är viktigt att säkerställa att de mätningar och observationer som utförs är under normala driftförhållanden.

Steg 4 – Analys av data

När all data är insamlad ska den analyseras. Analysen ska leda till en bild över anläggningens energiprestanda. Denna ska sedan fungera som en referens mot vilka olika energisparåtgärder kan ställas. Analysen ska innehålla en rad olika parametrar. Dessa är bland annat

- en uppdelning av energianvändningen per energislag,
- var i anläggningen energin konsumeras,
- energibalanser över anläggningen,
- effektprofiler över tid,
- förhållandet mellan yttre faktorer och energianvändningen,
- olika former av nyckeltal.

När bilden över anläggningen är färdig är nästa steg att identifiera potentiella energibesparingsåtgärder. Energikartläggaren ska sedan utvärdera varje åtgärd för sig utifrån nedanstående aspekter:

- den ekonomiska besparingen som åtgärden ger
- vilken investeringskostnad som krävs
- vad återbetalningstiden blir
- vilka övriga vinster som kan erhållas utöver ekonomiska och energimässiga vinster
- möjliga synergieffekter mellan olika åtgärder
- jämförelse av åtgärden med andra åtgärder utifrån ett energianvändningsperspektiv såväl som ett ekonomiskt perspektiv.

När detta har gjorts ska alla åtgärder rangordnas utifrån de tidigare bestämda kriterierna för energikartläggningen. För åtgärder som uppfyller kriterierna, ska energikartläggaren även redovisa ett eventuellt behov av nya mätningar.

I slutet av analyssteget ska energikartläggaren utvärdera tillförlitligheten och pålitligheten i den använda informationen, samt dokumentera gjorda antaganden och använda metoder. I detta steg ska även regelverk och andra faktorer som kan påverka de föreslagna energisparåtgärderna ses över.

Steg 5 - Slutrapport

Som ett sista steg i själva kartläggningen skrivs en rapport. I rapporten ska det framgå vilken typ av information som använts, samt vilken kvalitet den höll. Det ska även framgå hur resultaten har tagits fram. Är resultaten baserade på uträkningar, simuleringar eller uppskattningar? Det ska även framgå med vilken noggrannhet de ekonomiska beräkningarna är gjorda.

Steg 6 – Avslutande möte

Vid sista mötet med företaget ska energikartläggaren lämna över den slutgiltiga rapporten och samtidigt presentera sina resultat.

Nationella riktlinjer

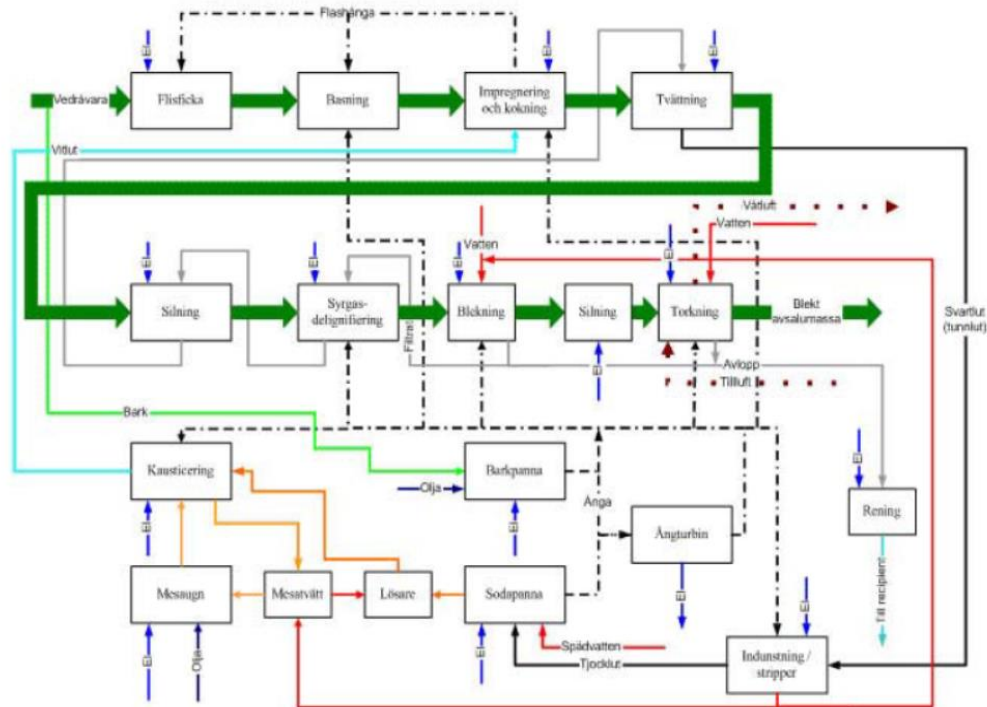
Energimyndigheten är en statlig myndighet som har hand om frågor rörande energitillförsel och energianvändning i Sverige. Ett av myndighetens uppdrag är bl.a. att styra Sverige mot en effektivare och hållbarare användning av energi. (Svensk författningssamling, 2014 a) Energimyndigheten har på sin hemsida en beskrivning av energikartläggningar, vad de tjänar för syfte och hur de bör utföras. För mer detaljerad information om kartläggningarnas utförande hänvisar myndigheten till sin handbok för energikartläggningar, *Handbok för kartläggning och analys av energianvändning – Tips och råd från Energimyndigheten* (Energimyndigheten, 2004). Denna handbok kan anses gammal, men eftersom myndigheten vid utförandet av examensarbetet fortfarande hänvisar till den, beskrivs den utförligare nedan. Om inget annat anges är informationen hämtad från ovan nämnda handbok.

Enligt handboken kan en energikartläggning delas upp i fem huvudmoment, där de fyra första momenten handlar om datainsamling och det sista momentet är en analys av den insamlade informationen i syfte att hitta energieffektiviseringsåtgärder, se nedan:

- beskrivning av anläggningarna
- kartläggning av anläggningens aktuella energianvändning
- anläggningens energianvändning på kort sikt
- anläggningens energianvändning på lång sikt
- sökande efter åtgärder för energieffektivisering.

Steg 1 - Beskrivning av anläggningarna

Det första momentet är en beskrivning av anläggningarna, vilken anläggning kartläggningen behandlar samt vad som ska ingå i kartläggningen. I det initierande momentet sätts även systemgränserna för kartläggningen. Om analysen bara berör vissa delar av en anläggning ska även detta framgå.



Figur 3: Exempel på strukturen av ett blockschema (Energimyndigheten, 2004)

Enligt handboken är det bra att beskriva en anläggning med hjälp av ett blockschema. Ett exempel på hur ett blockschema kan se ut principiellt visas i figuren ovan. Figuren syftar endast till att informera om hur ett blockschema kan utformas. I schemat kan olika material-, produkt- samt energiflöden ingå samt anläggningarnas olika energianslutningar som fjärrvärmeanslutningar och dylikt.

Steg 2 - Kartläggning av anläggningens aktuella energianvändning

Steg två i processen utgörs av den faktiska kartläggningen av anläggningens energianvändning. Kartläggningen ger en helhetsbild över anläggningens användning av energi. Den gör det därmed möjligt att identifiera de system och den utrustning som är mest energiintensiv.

Kartläggningen bygger oftast på redan befintliga data som finns tillgängliga. Det kan t.ex. vara installerad effekt, drifttider, bränsleförbrukning och elanvändning. Då befintliga data inte räcker till kan kompletterande mätningar och beräkningar behöva genomföras.

Steg två bör mynna ut i en kartläggning som visar alla energiflöden i anläggningen, samt sambanden mellan de olika systemen. Den bör även visa netto- och bruttotillförsel av energi uppdelad på de olika energibärarna, en uppdelning av tillförd energi på de olika systemen i anläggningen samt eventuella större variationer i energianvändningsmönstret. I detta steg krävs oftast inga mätningar då noggrannheten endast behöver vara

tillräcklig för att kunna fördela energianvändningen mellan de olika energianvändarna i anläggningen. För de delar av anläggningen som är av betydande vikt kan däremot en högre noggrannhet krävas och då kan det bli aktuellt att utföra egna mätningar. I denna del av kartläggningen bör även faktorer som kan ha påverkat energianvändningen specifikt under året som kartläggningen pågått tas med.

När den grundläggande kartläggningen är gjord ska de system eller den utrustning som använder en betydande del energi identifieras. Vad som ska anses utgöra ”en betydande del” kan variera men enligt handboken är utrustning och system som använder mer än 5 % ett bra riktmärke.

Nästa del i steg två i handboken är att ställa upp energibalanser över respektive system. I detta tidiga stadiet kan balanserna baseras på befintlig information. Sista delen i steg två är att sammanställa energianvändningen för de system och den utrustning som använder en betydande del av energin. Denna sammanställning mynnar ut i de separata energibalanserna för de olika systemen och utrustningen. Dessa energibalanser behöver sedan kompletteras med information rörande systemens variation i energianvändning över året, månaden, veckan eller dygnet. Detta för att få en helhetsbild över systemens och utrustningens energianvändning. I detta moment kan kompletterande mätningar behöva göras.

Steg 3 - Anläggningens energianvändning på kort sikt

Syftet med steg tre är att kunna ta hänsyn till kommande planerade förändringar i anläggningen som man tror kommer att påverka energianvändningen på något sätt. Dessa förändringar måste tas hänsyn till, då energieffektiviseringsförslag kan komma att få olika utslag, beroende på vad som planeras ske i framtiden.

Den framtida energianvändningen på kort sikt bör enligt handboken beskrivas med utgångspunkt från den aktuella energianvändningen men med anpassningar som tar hänsyn till antagna förändringar. Exempel på förändringar som bör tas med är större produktionsförändringar, installationer av nya system som har en stor påverkan på energianvändningen, eller förändringar i anläggningens omgivning som kan ha påverkan på dess energianvändning. Handboken påpekar även att noggrannheten blir något lägre när energianvändningen studeras på kort sikt, men att det ändå ger en korrektare bild att utgå ifrån då olika energieffektiviseringsåtgärder analyseras

Steg 4 - Anläggningens energianvändning på lång sikt

I det fjärde steget tas anläggningens långsiktiga planer i beaktande. Detta görs huvudsakligen för att ta med ett långsiktigt perspektiv vid planering av de kortsiktiga förändringarna. Genom att ta hänsyn till förväntade framtida förhållanden för anläggningen erhålls ett underlag till en handlingsplan som går att använda vid planeringen av anläggningens framtida energianvändning. Här ligger fokus på större förändringar, såsom att nya produktionslinjer tillkommer, eller att något i företagets omgivning förändras som påverkar företagets energianvändning.

Steg 5 - Sökande efter åtgärder för energieffektivisering

Det sista steget i en kartläggning, enligt handboken, är sökandet efter energieffektiviseringsåtgärder. Vilka åtgärder som anses rimliga att gå vidare med kan variera utifrån syftet med energikartläggningen. Syftet kan till exempel variera beroende på om företaget har ett miljöledningssystem eller om det deltar i ett program, exempelvis programmet för energieffektivisering i energiintensiv industri (PFE). Oavsett syftet med kartläggningen är det viktigt att anläggningens hela energianvändning tas i beaktande när åtgärder tas fram. En åtgärd som ger en stor förbättring när den är isolerad från sitt system kan i ett systemperspektiv ge upphov till negativa effekter i andra delar av systemet.

I handboken har Energimyndigheten delat upp sökandet efter åtgärder i tre etapper. Processen går ut på att allt eftersom utesluta de mindre intressanta åtgärderna medan detaljnivån för de mer intressanta förslagen ökar.

I den första etappen studeras den tekniska potentialen hos företagets utrustning och olika tekniska system för energieffektiviseringar. Den första etappen är en grov uppskattning och där görs oftast inte några kvantitativa bedömningar av potentialen. Det handlar istället mer om att rangordna åtgärderna. I denna etapp är det viktigt att se åtgärderna ur ett systemperspektiv och att försöka komma fram till systemlösningar, då dessa är svårare att ta fram i etapp två och tre. Med utgångspunkt i energianvändningen på kort sikt, tas de system och den utrustning fram som står för en betydande energianvändning. Den tekniska potentialen för effektiviseringar för dessa systems energianvändning studeras sedan.

Den andra etappen består av att göra en rimlighetsbedömning av de tekniska potentialer som ansågs lämpliga att gå vidare med efter genomgång av praktiska och ekonomiska aspekter. Utifrån rimlighetsbedömningen bestäms sedan vilka åtgärder som ska gå vidare till nästa etapp. Det kan med andra ord vara så att en åtgärd med stor potential inte är tekniskt möjlig att genomföra på grund av olika orsaker och därför väljer företaget att inte gå vidare med den.

I den sista etappen görs kvantitativa kostnadsberäkningar på de åtgärder som gått vidare från etapp två. Då dessa uträkningar ska ligga till grund för framtida investeringsförslag kan det krävas noggrannare mätningar och olika typer av risk- och känslighetsanalyser. I detta läge tas även offerter in från olika leverantörer för de åtgärder som väljs att gå vidare med. Enligt handboken bör förslagen som går vidare från etapp tre innehålla en rad punkter som åtgärdens tekniska beskrivning, berörda system, investeringskostnad, energibesparing och rak återbetalningstid.

Regionala riktlinjer

Som tidigare har beskrivits är Miljösamverkan Östergötland (MÖTA) ett samarbete mellan länsstyrelsen och tretton av länets kommuner. Organisationen har tagit fram en mall och en arbetsbeskrivning som stöd för verksamheter som planerar att utföra en energikartläggning, *Arbetsbeskrivning och mall för energikartläggning och energiplan – för verksamhetsutövare* (Miljösamverkan Östergötland, 2009). Arbetsbeskrivningen innehåller kortfattade riktlinjer att utgå ifrån vid en kartläggning samt att den innehåller

enklare exempel. Informationen nedan är hämtad från ovan nämnda arbetsbeskrivning om inget annat anges.

Arbetsbeskrivningen är uppdelad i fem olika steg som beskrivs i grova drag nedan:

- Steg 1 Samla in statistik
- Steg 2 Analysera
- Steg 3 Inventera installerad effekt
- Steg 4 Dra slutsatser
- Steg 5 Utför mätningar i särskilda fall.

Steg 1 – Samla in statistik

Arbetsbeskrivningens första steg är att samla in statistik från de senaste åren rörande köpt energi i olika former. Denna statistik ska helst fås elektroniskt då den är lättare att bearbeta. Statistiken ska sedan sammanställas i enklare diagram över till exempel vecko- och dygnstillförsel.

Steg 2 - Analysera

Andra steget är en analys av den insamlade statistiken från steg 1 samt studier av anläggningens effekttoppar. Genom att sänka effekttopparna går det enligt MÖTA att göra en kostnadsbesparing. Diverse nyckeltal tas fram i detta steg och förslag ges även på fortsatt analys genom stängning av anläggningens olika delar samt studier av hur det påverkar energianvändningen. På så sätt fås en bild av hur mycket energi respektive del i anläggningen använder. Ett ytterligare steg i analysen är att studera tomgångs-användningen av energi. Tomgångs-användningen är energianvändningen då anläggningen inte är i drift, till exempel nattetid.

Steg 3 – Inventera installerad effekt

Det tredje steget innefattar en inventering av den installerade effekten för olika system och maskiner i anläggningen. I detta steg uppskattar energikartläggaren respektive systems energianvändning genom att läsa av märkeffekten och multiplicera den med en uppskattad eller uppmätt drifttid.

Steg 4 – Dra slutsatser

Det fjärde steget i arbetsbeskrivningen är att dra slutsatser, där energianvändningen presenteras uppdelad på olika verksamhetsområden som ofta är belysning, ventilation osv.

Steg 5 – Utför mätningar i särskilda fall

Det femte och sista steget är att utföra mätningar i särskilda fall. Inom de områden i verksamheten där det har upptäckts att det finns en besparingspotential, men inte hur stor den är, bör vidare mätningar utföras. Dessa mätningar bör utföras av en energikonsult eller utbildad personal inom området.

Riktlinjer från ett konsultföretag

Dalkia AB är ett nordiskt dotterbolag till det multinationella franska konsultföretaget Dalkia, som i sin tur är dotterbolag till Veolia Environment. Företaget arbetar med effektivisering av företags energianvändning och produktionsprocesser, genom att erbjuda ett flertal tjänster av varierande karaktär både för industrier och fastigheter. En av dessa tjänster är energikartläggning av olika verksamheter.

För att studera Dalkia AB's tillvägagångssätt vid genomförandet av energikartläggningar valdes examensarbetet, *Analys av energikartläggningar och framställning av metodik för Dalkia Ab*, skrivet 2013 av Björn Holm och Mikael Göransson vid Linköpings Universitet. Syftet med detta arbete var att studera momenten i en energikartläggning för att hitta förbättringspotentialer i tillvägagångssättet åt Dalkia AB. I examensarbetet beskrivs Dalkia AB's dåvarande process vid genomförandet av en energikartläggning enligt nedan. Informationen nedan är hämtad från ovanstående examensarbete om inget annat anges.

Nedan beskrivna arbetssätt gäller för mindre företag och fastighetsbolag, men Dalkia AB utför även energikartläggningar för större industrier. Då industrier över lag kan se väldigt olika ut har Dalkia AB inget standardiserat tillvägagångssätt när de utför en energikartläggning för dessa kunder. Däremot följer de i princip samma steg som vid en kartläggning för mindre företag och fastighetsbolag. Energikartläggningar över industrier tar normalt sätt mycket längre tid att utföra och kan pågå i månader och ibland över ett år. Under denna period arbetar energikartläggaren aktivt med industrin och kan även vara med och driftsätta nya energieffektiviseringsåtgärder. Kartläggningar för mindre företag och fastighetsbolag utförs ofta på en till två dagar. Dessa kartläggningar blir dock inte speciellt noggranna.

För mindre företag och fastighetsbolag består Dalkia AB's arbetssätt gällande energikartläggningar av 6 steg. Dessa steg är:

- inledande kontakt
- uppstartsmöte
- platsbesök och datainsamling
- analys av data
- avslutande rapportering
- avslutande möte.

Steg 1 – Inledande kontakt

Vid den inledande kontakten med företaget som ska kartläggas kommer Dalkia AB, tillsammans med dess kund, överens om vad syftet är med kartläggningen samt dess mål och avgränsningar. I den inledande kontakten bestäms även tidplanen för projektet.

Steg 2 – Uppstartsmöte

Efter den inledande kontakten hålls ett uppstartsmöte på plats hos företaget som ska kartläggas. Ett problem vid dessa möten var, enligt examensarbetarna, att personalen

på plats ofta inte hade de tekniska kunskaper som krävdes kring byggnadens energisystem.

Steg 3 – Platsbesök och datainsamling

Nästa steg i processen är att besöka objektet som ska energikartläggas, samt samla in relevant data. Det är främst ventilation och värme till byggnaden som studeras vid dessa besök då det gäller mindre kartläggningar för fastigheter. Vid dessa besök används ett Excellark som stöd för kartläggarna. Under platsbesöken tittar kartläggarna även på förslitningsgraden av komponenter även om detta inte är en del av själva energikartläggningen. Det som begränsar datainsamlingen är vanligtvis bristen på dokumentation och ritningar.

Steg 4 – Analys av data

Dalkia analyserar den insamlade informationen i två egenutarbetade Excel-blad. Med hjälp av dessa räknar energikartläggaren ut diverse besparingspotentialer för olika åtgärdsförslag. Det behöver även göras en del antaganden då datainsamlingen kan ha varit bristfällig. För att genomföra analysen hämtas information kring nyckeltal, prissättningar mm. från diverse faktaböcker. Med hjälp av de tidigare nämnda Excelbladen samt den egna erfarenheten från tidigare projekt tar energikartläggaren sedan fram förväntade besparingar för de olika åtgärdsförslagen.

Steg 5 – Avslutande rapportering

Den avslutande rapporten vid mindre energikartläggningar är i form av ett Exceldokument. Rapporten innehåller information kring byggnaden och dess tillhörande ventilation- och värmesystem. Rapporten innehåller även information angående anläggningens el- och styrdon. Avslutningsvis presenteras en rad åtgärder för energibesparingar. Vid tiden för examensarbetet redovisades inga beräkningar rörande åtgärder m.m. för kunden.

Steg 6 – Avslutande möte

Vid det avslutande mötet presenteras slutrapporten för kunden.

2.1.5 En jämförelse av presenterade riktlinjer

De presenterade riktlinjerna har valts så att de kan anses beskriva synen på energikartläggningar utifrån fyra olika nivåer i samhället. Detta har gjorts för att försöka ge en övergripande bild av vad en energikartläggare har att utgå ifrån. I detta kapitel jämförs de valda riktlinjerna med varandra, utifrån de olika aspekterna av en energikartläggning, som de lyfter fram. T.ex. skiljer sig de valda riktlinjerna åt vad gäller upplägg, omfattning, ålder och innehåll. Nedan beskrivna jämförelse innehåller författarnas egna värderingar och åsikter.

Ålder

Energimyndighetens riktlinjer från 2004 har hunnit få några år på nacken, men eftersom Energimyndigheten själva valt att hänvisa till dessa via sin hemsida ansågs de ändå relevanta i sammanhanget. Övriga riktlinjer som granskats är betydligt nyare där riktlinjerna från MÖTA är från 2009, ISO-standarden är från 2012 och examensarbetet som studerat Dalkias riktlinjer är från 2013.

Omfattning

Riktlinjerna skiljer sig stort vad gäller deras omfattning. Riktlinjerna från Energimyndigheten och den internationella standarden är båda väldigt omfattande. Dessa beskriver noga processens gång, vilka steg som ingår, vilken information som behövs osv. Här skiljer de sig stort från riktlinjerna på regional nivå då dessa endast kan ses som en enklare handbok. Även riktlinjerna från Dalkia är mer kortfattade. Riktlinjerna från Dalkia är hämtade från ett examensarbete om företaget och inte från företaget direkt. Detta gör att det inte går att säga något om ifall Dalkia själva endast använder sig av dessa riktlinjer eller om de har en mer sofistikerad arbetsmetod som inte beskrivits inom ramen för det studerade examensarbetet.

Upplägg

Vad gäller upplägg, struktur och innehåll skiljer de sig även här på en rad punkter. Både riktlinjerna från ISO-standardens och från Dalkia AB har en struktur som gör det enkelt att följa med och ger en klar bild över hur en energikartläggning fortskrider. De beskriver båda arbetsgången för en energikartläggning från början till slut på ett överskådligt sätt. Riktlinjerna från Energimyndigheten är mer detaljerade i vissa avseenden, vad gäller datainsamling och analys. Däremot kan de ge ett ostrukturerat intryck då de inte beskriver det faktiska förloppet av en energikartläggning. Riktlinjerna från MÖTA kan anses ofullständiga då de endast ger ett axplock av tillvägagångssätt vid en energikartläggning. De följer heller inte en tydlig röd tråd i upplägget. Då dessa riktlinjer är relativt kortfattade ger de ändå en övergripande bild av en energikartläggning, trots att de inte följer någon uttalad röd tråd.

Begränsningar

Andra faktorer, än riktlinjernas ålder, kan begränsa riktlinjernas tillförlitlighet. Eftersom Dalkia är ett konkurrensutsatt konsultföretag, kan delar av informationen om deras arbetssätt vara sekretessbelagd. Informationen om deras arbetsmetod kan därför vara begränsad och ge en felaktig bild av tillvägagångssättet.

Innehåll

Datainsamling

Enligt de internationella riktlinjerna bör data rörande en rad olika variabler samlas in. Som nämnts ovan kan det röra allt från utetemperaturer historiskt till manualer över enskilda komponenter eller större system. Energimyndighetens riktlinjer är inte lika

specifika i valet av data som bör samlas in. Istället skriver de att data som finns tillgänglig bör samlas in. Detta kan anses väldigt ospecificerat. Dock ger de ett fåtal exempel över vilken typ av information som kan komma att behövas. Bland annat nämner de installerad effekt och drifttider som information som bör samlas in. Detta anses även behöva samlas in enligt riktlinjerna från MÖTA. MÖTA är överlag mer restriktiva med vilken mängd information som bör samlas in mot vad de nationella och internationella riktlinjerna är. Ur riktlinjerna från Dalkia går det däremot inte att utläsa vilken typ av information de samlar in under en kartläggning. Däremot ger de en del kritik mot den bristande dokumentationen hos företag över lag. Detta visar delvis på problematiken kring att samla in sådana mängder data som de internationella och nationella riktlinjerna menar behövs. Utifrån detta resonemang kan antas att de mer restriktiva riktlinjerna från MÖTA bör vara enklare att följa. Däremot kvarstår frågan om denna datainsamling är tillräcklig för att ge en rättvisande kartläggning.

Platsbesök

Förutom Energimyndighetens riktlinjer ställer samtliga krav på platsbesök. I de internationella riktlinjerna läggs även vikt på att personal med befogenhet att styra anläggningarnas system följer med på platsbesöken. Där ska kartläggaren även studera personalens beteende och användarrutiner för att se hur dessa kan påverka energianvändningen. I MÖTA är besökens fokus att läsa av installerade effekter medan Dalkia lyfter upp vikten av att undersöka komponenternas förslitningsgrad, även om det inte direkt påverkar energikartläggningen.

Analys

Den internationella standardens riktlinjer ger en helhetsbild av vilka punkter som bör vara med i en analys av energianvändningen i en anläggning. Energimyndighetens riktlinjer visar på liknande aspekter som den internationella standarden men med tillägget att de även menar att netto- och bruttotillförseln av energi bör redovisas. Detta är inget som tas upp i någon av de andra riktlinjerna. Energimyndigheten anser inte heller att några mätningar bör krävas i detta steg av kartläggningen. Vidare anser Energimyndigheten att resultaten bör presenteras för hur energianvändningen ser ut nu, hur den kan komma att se ut i en snar framtid samt hur den kan komma att se ut på längre sikt. Därmed anser Energimyndigheten att en djupare analys av energianvändningen behövs än vad övriga riktlinjer förespråkar. Riktlinjerna från MÖTA tar endast upp att energianvändningen bör presenteras uppdelad på verksamhetsområde samt att diverse nyckeltal bör tas fram medan riktlinjerna från Dalkia endast nämner att informationen analyseras i ett internet Excelark. De beskriver även att en del antaganden ofta behöver göras på grund av bristfällig information.

Sökande efter åtgärder

I ISO-standardens riktlinjer ges ingen förklaring till vilka system en kartläggare bör rikta in sig på. Riktlinjerna från Energimyndigheten uppger däremot att kartläggaren bör rikta in sig på de system som använder en betydande del av energin för att hitta möjliga åtgärder. Detta är något som Energimyndigheten själva går emot i sin bok,

Energikoll i små och medelstora företag. Där skriver de istället att alltför stort fokus tycks läggas på de system som använder mest energi och inte de med störst besparingspotential.

Ingen information presenteras om hur Dalkia söker efter potentiella åtgärder, bara att de tas fram och presenteras för kund. I rapporten från MÖTA berörs steget inte alls medan Energimyndigheten beskriver tillvägagångssättet relativt noga. Enligt myndighetens riktlinjer ska sökningen ske utifrån ett systemperspektiv. Urvalsprocessen beskrivs i en trestegsmodell där detaljnivån för de mer intressanta förslagen ökar. Åtgärderna ska utvärderas utifrån praktiska, tekniska och ekonomiska aspekter, men fokus ligger på kvantifiering av konstadseffekterna, i de senare etapperna. Även ISO-standarden beskriver urvalsprocessen relativt väl. Den pekar på att kartläggaren bör studera en rad olika ekonomiska aspekter rörande varje åtgärd. Utöver dessa bör kartläggaren även utvärdera åtgärden utifrån övriga eventuella vinster en åtgärd kan ha, förutom ekonomiska och energimässiga vinster. Detta kan ses som ett steg mot att få in hela konceptet ”Hållbar Utveckling” vid urvalet av åtgärder.

Möjliga förändringar

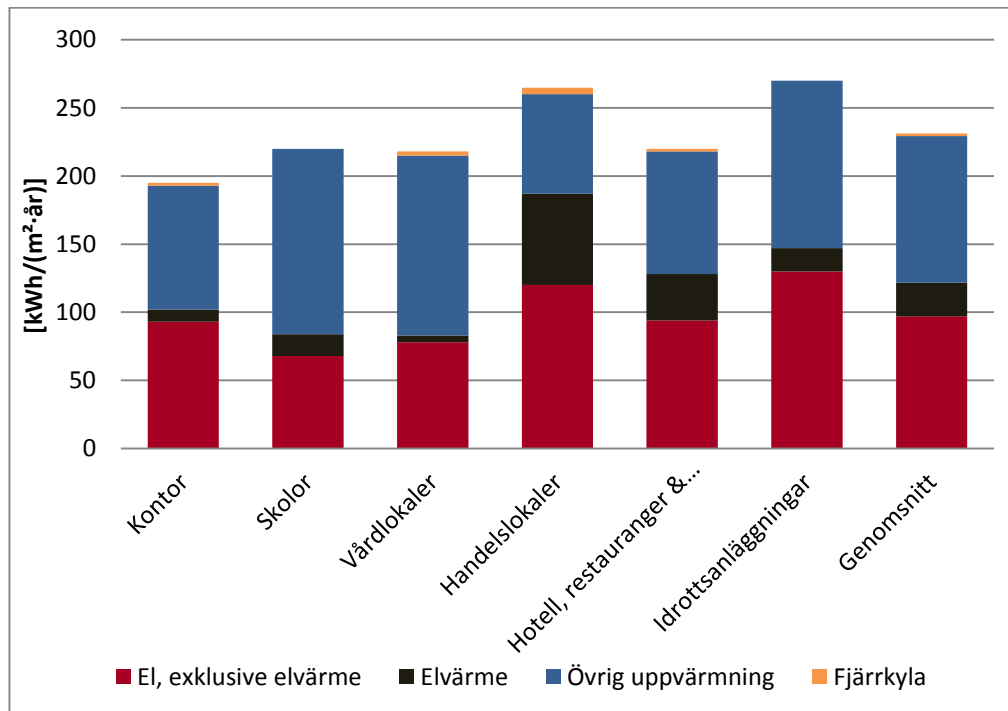
Införandet av den nya lagen om energikartläggning i stora företag, som beskrivits tidigare, kan ses som början till en mer strukturerad och organiserad bransch då certifierade energikartläggare kommer att krävas samt att det ställs hårdare krav på företag att aktivt arbeta med energihushållning. Kravet på en certifierad energikartläggare kan jämföras med att de internationella riktlinjerna ställer krav på att en kvalificerad energikartläggare ska utföra arbetet. Detta krav är däremot inget som lyfts fram i någon av de andra riktlinjerna.

2.2 Benchmarking

För att underlätta tolkningen av resultaten från de undersökta anläggningarnas energikartläggningar görs här en genomgång av Energimyndighetens STIL-studie. Energimyndigheten bedrev under sex år projektet STIL2 där energianvändningens fördelning på olika användningsområden undersöktes för lokaler av olika slag. I hela projektet inventerades cirka 1000 lokaler såsom kontor, skolor, vårdlokaler, idrottsanläggningar, handelslokaler, hotell, restauranger och samlingslokaler. En del av detta projekt är rapporten, *Energianvändning i idrottsanläggningar*, där detaljerad statistik om energianvändningen i idrottsanläggningars byggnader presenteras, med fokus på elanvändningen. Studien utfördes år 2008 och omfattar 107 anläggningar så som badhus, ishallar, idrottshallar och kombianläggningar (totalt 134 byggnader). Studiens resultat presenteras nedan, med särskilt fokus på ishallar och badhus. Vid utförandet av examensarbetet är studiens resultat nästan sju år gamla. Ökat engagemang i energi-frågor, hållbarhet, ändrade marknadsförutsättningar och teknikutveckling har förhoppningsvis lett till en något bättre situation än den som presenteras nedan (Energimyndigheten, 2014 b).

2.2.1 Energianvändning

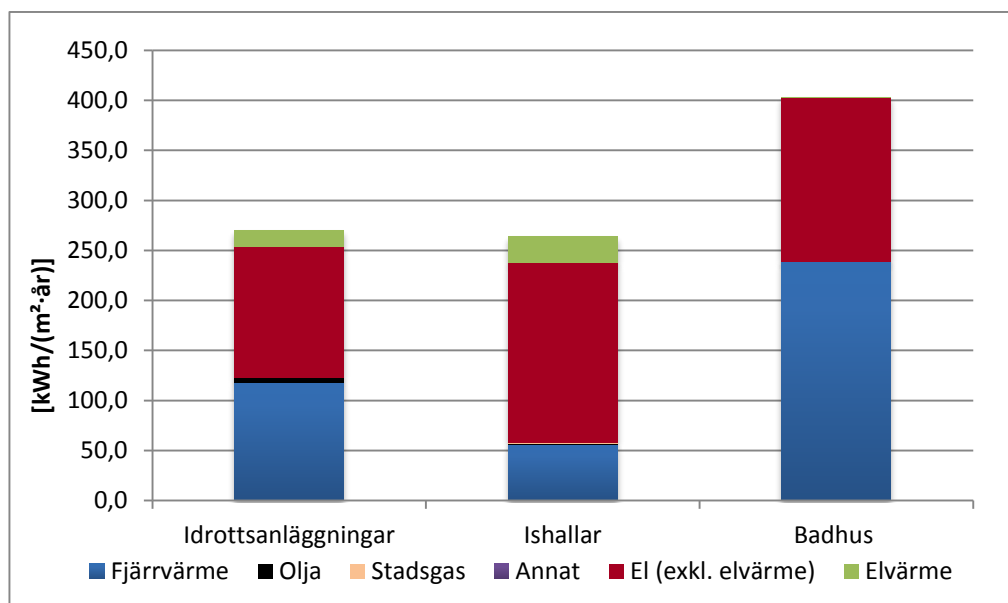
Studien *Energianvändning i idrottsanläggningar* visar att idrottsanläggningar som grupp använder mer energi än någon av de andra studerade lokalkategorierna inom STIL2. I Figur 4 nedan, presenteras den totala energianvändningen för respektive lokalkategori grovt indelad efter energibärare.



Figur 4: Energianvändningen i respektive studerade lokalkategori inom STIL2 samt genomsnittet för alla dessa. (Energimyndigheten, 2009, Energimyndigheten, 2010 a, Energimyndigheten, 2010 b, Energimyndigheten 2011)

Figur 4 sammanfattar information från STIL2-studiens olika delrapporter där en jämförelse görs av olika lokalkategoriernas energianvändning. Figuren visar att idrottsanläggningar som lokalkategori, har en total energianvändning per areaenhet, på 270 kWh/(m²·år). Om man bortser från handelslokaler, så använder idrottslokaler 50-75 kWh/(m²·år) mer än de andra lokalkategorierna. Figuren visar även att elanvändningen per areaenhet är högst i idrottsanläggningar. Fjärrvärmeanvändningen ligger även den något över snittet för samtliga lokalkategorier medan elvärmeanvändningen ligger under genomsnittet för idrottsanläggningar.

Statistik finns även för undergrupperna ishallar och badhus, vilket utgör en intressant jämförelsegrund för detta examensarbete. I Figur 5 nedan visas anläggningarnas energianvändning per areaenhet fördelat på energibärare, för ett normalår. I denna figur visas även en mer detaljerad uppdelning av energibärarna för uppvärmning gentemot i Figur 4.



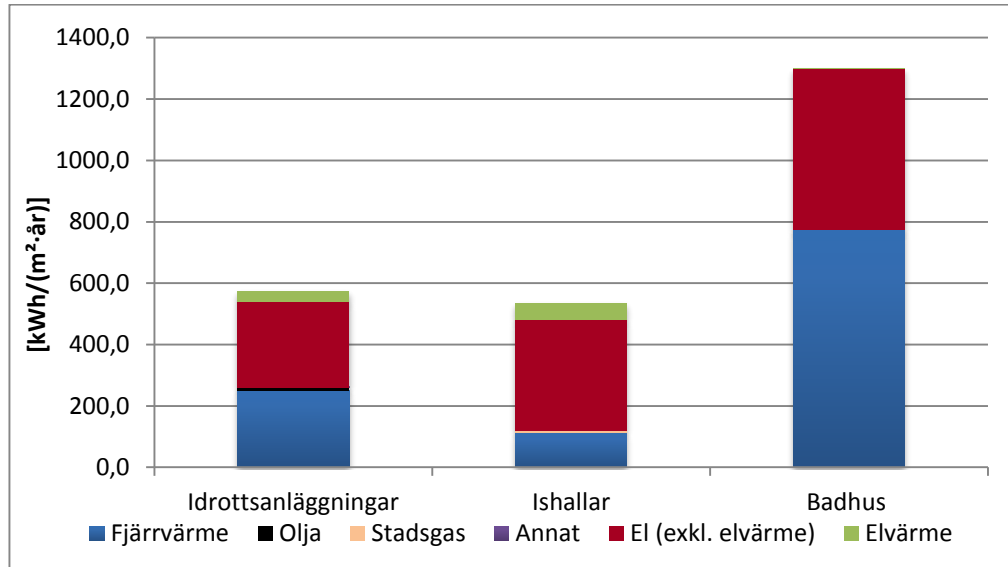
Figur 5: Slutlig energianvändning per areaenhet och normalår, uppdelad efter energibärare, för idrottsanläggningar som lokalgrupp, ishallar och badhus (Energimyndigheten, 2009)

Figur 5 visar att utöver el är fjärrvärme den vanligaste energibäraren. Av den totala energianvändningen för idrottsanläggningar på 270 kWh/(m²·år) används 118 kWh/(m²·år) fjärrvärme och kWh/(m²·år) andra värmekällor, bland annat olja och stadsgas. Elanvändningen, exklusive elvärme, är i snitt 129 kWh/(m²·år) och elvärmerna, som även innefattar värmepumpar, uppgår till 17 kWh/(m²·år). Figuren visar också att badhus använder mest energi per areaenhet av de presenterade anläggningskategorierna, 403 kWh/(m²·år). De använder betydligt mer fjärrvärme än gruppen i genomsnitt, 239 kWh/(m²·år). Badhus använder även betydligt mindre elvärme men något mer el än övriga. Ishallar använder däremot mest el av samtliga kategorier, 179 kWh/(m²·år) exklusive elvärme. De använder också betydligt mer elvärme, 26 kWh/(m²·år) men avsevärt mindre fjärrvärme (Energimyndigheten, 2009).

Indikatorer

Att jämföra energianvändningen i idrottsanläggningar med övriga lokaltyper eller med varandra genom energianvändning per enhet uppvärmd area ger inte alltid en rättvisande bild. Anledningarna är att idrottsanläggningar har allmänt högre takhöjder och inomhustemperaturen varierar stort. När det gäller badhus och ishallar är även den totala ytan i förhållande till bassäng eller isyta också av stor betydelse. Detta gör att det kan vara svårt att jämföra olika anläggningar utifrån deras yta. För att stödja sådana jämförelser, speciellt för energi- och miljöstrategier inom idrottssektorn, fick rapportens referensgrupp i uppdrag att ta fram andra indikatorer för idrottens energianvändning. Detta arbete resulterade i indikatorer där energianvändningen presenterades i relation till antalet öppettimmar och verksamhetsytans area. Dessa resultat presenteras nedan (Energimyndigheten, 2009).

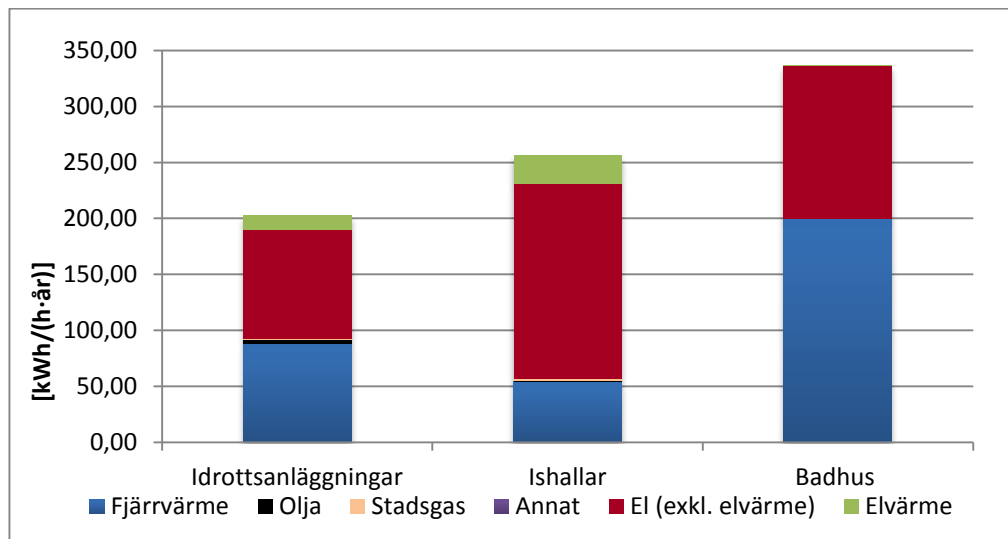
Energianvändning per areaenhet verksamhetsarea



Figur 6: Slutlig energianvändning per enhet verksamhetsarea och normalår, uppdelat efter energibärare, för idrottsanläggningar som lokalgrupp, ishallar och badhus (Energimyndigheten, 2009)

Figur 6 visar att förhållandet mellan gruppen idrottsanläggningar och gruppen ishallar är relativt oförändrat när verksamhetsyta används istället för uppvärmd area. För badhus ökar skillnaden från de andra kategorierna vid förändringen. Uttryckt som funktion av genomsnittlig verksamhetsyta använder idrottsanläggningar i genomsnitt $574 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{verksamhetsarea}} \cdot \text{år})$, ishallar $535 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{isyta}} \cdot \text{år})$ och badhus $1302 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{bassängyta}} \cdot \text{år})$.

Energianvändning per öppettimme

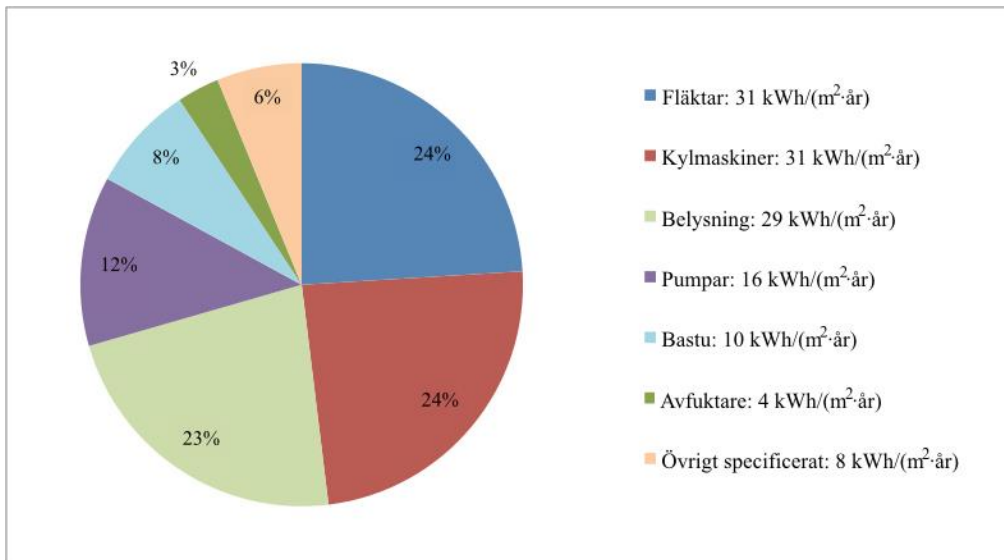


Figur 7: Slutlig energianvändning per öppettimme och normalår, uppdelat efter energibärare, för idrottsanläggningar som lokalgrupp, ishallar och badhus (Energimyndigheten, 2009)

Figur 7 visar att, när energianvändningen per öppettider används istället för energianvändningen per area, ändras förhållandet mellan gruppen idrottsanläggningar och gruppen ishallar betydligt, medan förhållandet med gruppen badhus är ungefär detsamma som när uppvärmd area används. Energianvändningen per öppettimme för ishallar som grupp överstiger även genomsnittet för gruppen idrottsanläggningar. Uttryckt som funktion av årliga öppettimmar använder idrottsanläggningar i genomsnitt 202 kWh/(h·år), ishallar 256 kWh/(h·år) och badhus 337 kWh/(h·år).

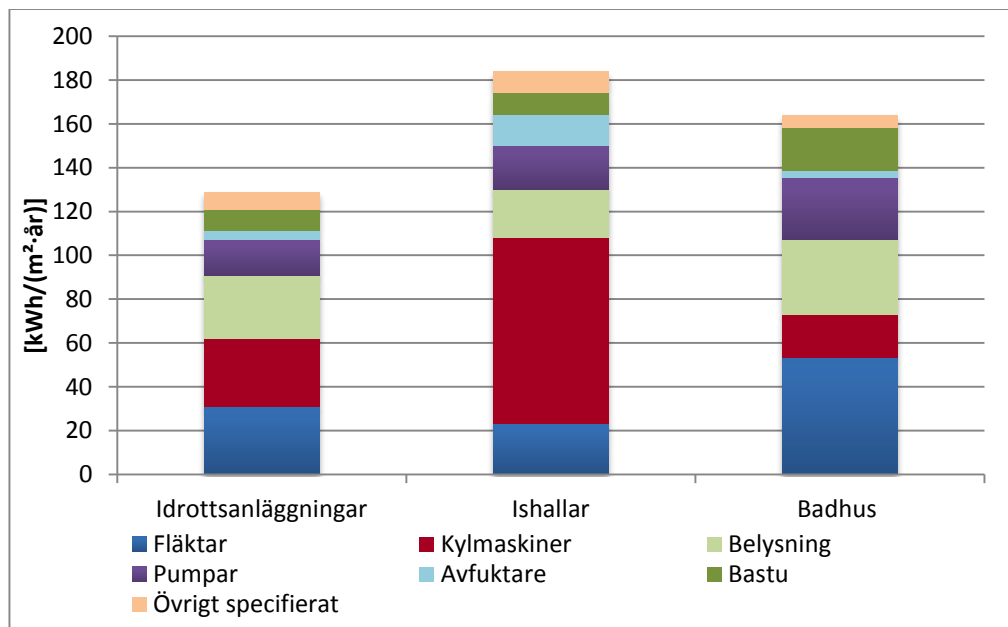
2.2.2 Elanvändning

STIL2-studiens syfte var främst att studera elanvändningen och dess fördelning mellan olika användningsområden. För idrottsanläggningar som lokalgrupp användes mest el för fläktar, kylmaskiner och belysning. Vidare fördelning av elanvändningen på användningsområden visas i Figur 8.



Figur 8: Idrottsanläggningars elanvändning, exklusive elvärme, fördelat på användningsområde (Energimyndigheten, 2009)

Fördelningen i Figur 8 ovan innehåller även en ospecificerad restpost på 2,2 kWh/(m²·år) som har fördelats på samtliga användningsområden. I Figur 9, nedan, illustreras denna fördelning grafiskt, även för undergrupperna badhus och ishallar.



Figur 9: Elanvändning per areaenhet uppdelat på användningsområden i idrottsanläggningar som lokalgrupp, ishallar och badhus (Energimyndigheten, 2009)

Figur 9 ovan visar att elanvändningen i både ishallar och badhus är högre än i idrottsanläggningar som lokalkategori.

Ishallar använder mycket elektricitet, 184 kWh/(m²·år) exklusive elvärme. Elanvändningen består till störst del av el till kylmaskiner, 84 kWh/(m²·år), som motsvarar 48 % av energianvändningen och är, liksom elanvändningen för avfuktare, omkring tre gånger högre än det generella snittet för idrottsanläggningar. Utöver informationen i Figur 9 är ishallar också de idrottsanläggningar som använder mest elvärme. Sammanlagt resulterar detta i en elanvändning på 203 kWh_{el}/(m²·år) (Energimyndigheten, 2009).

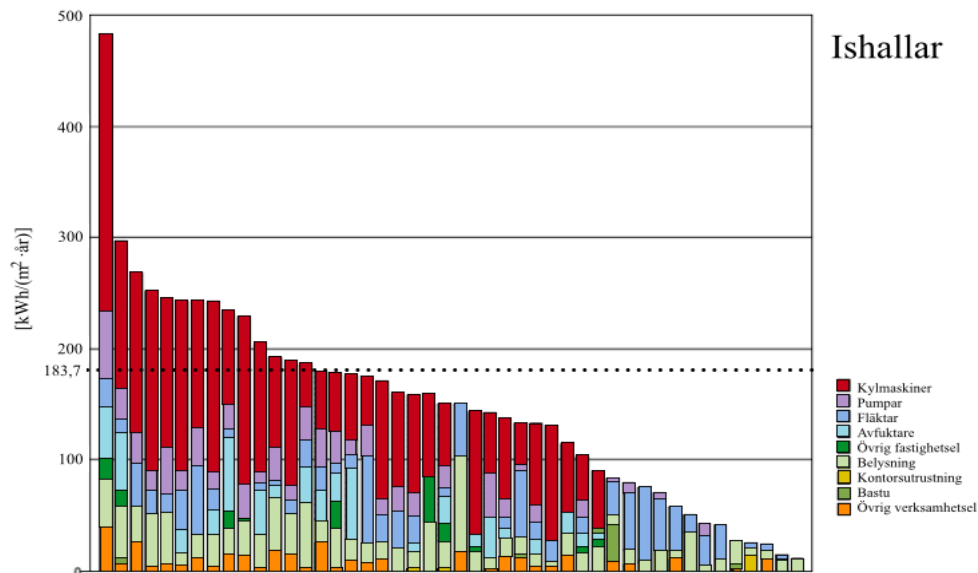
För badhus är elanvändningen, exklusive elvärme, i genomsnitt 164 kWh/(m²·år). Användningen är fördelad enligt ungefär samma mönster som de flesta andra lokalkategorier inom STIL studierna. Skillnaden ligger framför allt i elanvändningen för fläktar, pumpar och bastur som är cirka två gånger högre än snittet. Elanvändningen domineras av fläktar i luftbehandlingsaggregat (33 %), följt av belysning (21 %), pumpar (17 %) och bastur (12 %) (Energimyndigheten, 2009).

Elanvändningen på anläggningsnivå

Hittills presenterad information i stapeldiagrammen har uttryckts i form av genomsnittsvärden för respektive kategori. För att få en bättre bild av variationer som kan finnas i elanvändningen på olika anläggningar presenteras här elanvändningen och dess fördelning på anläggningsnivå och användningsområden för att visuellt visa variationer på nationell nivå.

Ishallar

I Figur 10 presenteras elanvändningen, exklusive elvärme, fördelat på användningsområde för var och en av de 46 studerade ishallarna (Energimyndigheten, 2009).

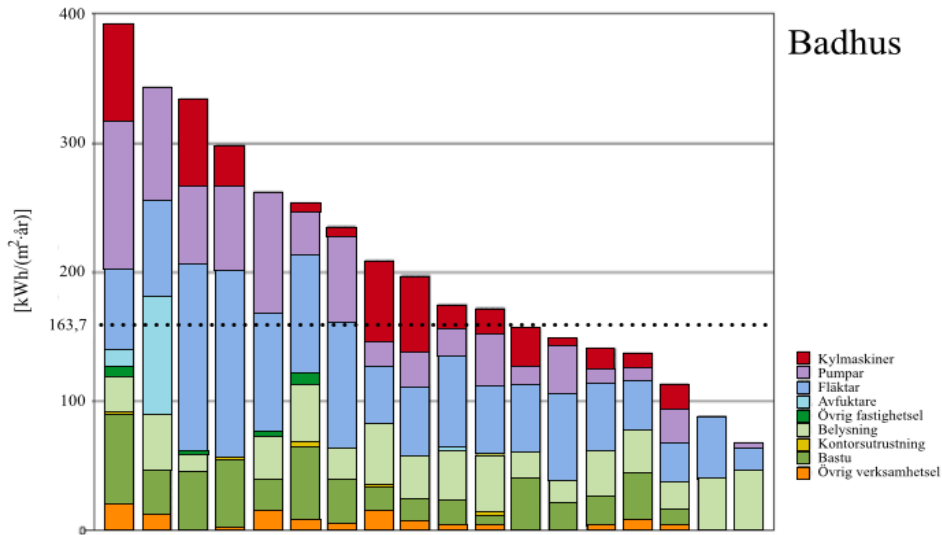


Figur 10: Elanvändningen, exklusive elvärme, per areaenhet i enskilda ishallar studerade i *Energianvändning i idrottsanläggningar* (Energimyndigheten, 2009)

Figuren visar att elanvändningen varierar rätt mycket kring genomsnittet. En av anläggningarna avviker betydligt från övriga 45 anläggningar, med en elanvändning på ungefär 45 % högre än nästa anläggning. Bortsett från denna följer anläggningarna en någorlunda jämn trend. Figuren visar att 14 anläggningar inte använder någon el till kylmaskiner under året som studien omfattar, vilket bidrar till en låg genomsnittlig elanvändning för anläggningar i drift. För övriga anläggningar dominerar kylmaskiner elanvändningen, men den varierar mycket mellan anläggningar. El till avfuktare är ett annat användningsområde som kan skilja betydligt mellan anläggningarna.

Badhus

I Figur 11 nedan presenteras motsvarande resultat för de 18 badhus som studerades i STIL2-studien.



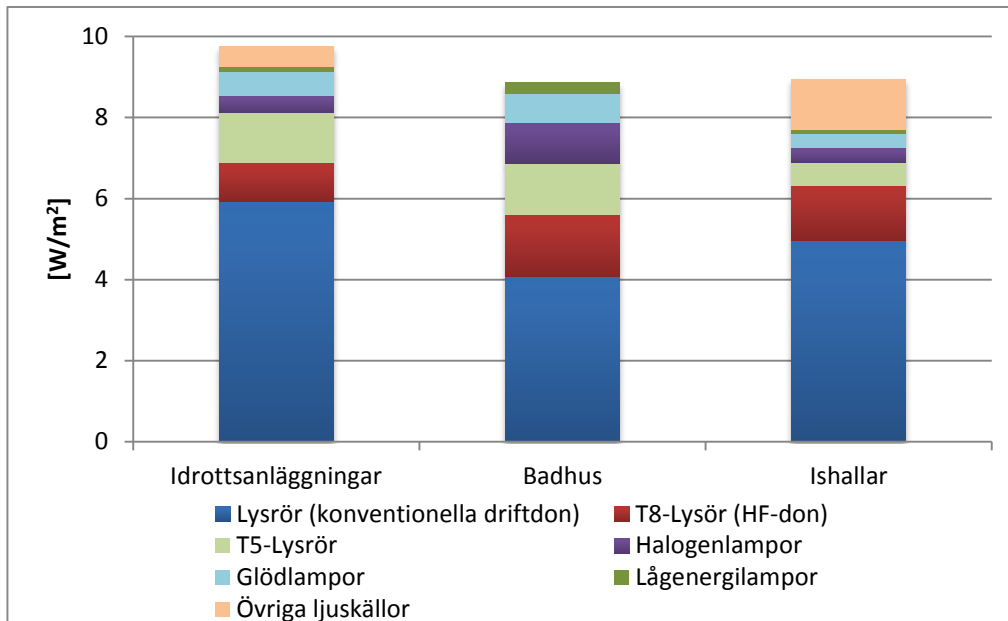
Figur 11: Elanvändningen, exklusive elvärme, per areaenhet i enskilda badhus studerade i Energianvändning i idrottsanläggningar (Energimyndigheten, 2009)

Som för ishallar varierar elanvändningen hos badhus rätt mycket kring genomsnittet, men med en jämnare trend. Ingen anläggning avviker från trenden på samma sätt som för ishallarna.

Figuren visar även att inget av användningsområdena visar samma dominans som kylmaskiner gör i ishallar. De största skillnaderna mellan anläggningarna är om avfuktare har använts och i vilken utsträckning kylmaskiner utnyttjades. De två anläggningarna som har lägst elanvändning verkar ha varit stängda under perioden för undersökningen, eftersom pumparna inte använde någon el.

Belysning

Då belysning är ett område vars energianvändning enkelt kan uppskattas, styras och påverkas genom enkla åtgärder, presenteras den för respektive lokalkategori. I Figur 12 presenteras den i form av installerad effekt per areaenhet för de använda ljuskällorna.



Figur 12: Installerad effekt per areaenhet för olika ljuskällor i idrottsanläggningar som lokalgrupp, ishallar och badhus (Energimyndigheten, 2009)

Figur 12 visar att lysrör var den vanligaste ljuskällan i idrottsanläggningar när undersökningen gjordes 2009. Den ljuskälla som utgör över 55 % av den installerade effekten per areaenhet i samtliga anläggningskategorier är lysrör med konventionella driftdon, oftast T8. De olika ljuskällorna är olika energieffektiva och samma gäller driftdonen, där konventionella driftdon använder mer än dubbelt så mycket el som HF-don. Eftersom lysrör med konventionella driftdon är ineffektiva, utgör de en större del av stapeln än samma antal T5-lysör med HF-don eller lågenergilampor med samma ljusflöde. Studien visade även att de lokaler som hade den lägsta installerade effekten per areaenhet använde nästan uteslutande T5-lysör med HF-don eller lågenergilampor.

Styrning av belysning är också en mycket viktig faktor för att minska energi-användningen. Sådana åtgärder kommer däremot inte att ge någon förändring på staplarna i figuren ovan, då figuren endast beaktar installerad effekt per areaenhet och inte systemens drifttider.

Teknikutvecklingen inom energieffektiv belysning har varit mycket snabb de senaste åren, främst inom LED-teknologin. Marknadsförutsättningarna har även ändrats rejält, till viss del på grund av olika EU-direktiv, som t.ex. förbud mot glödlampor. Resultaten ovan skulle därför antagligen se annorlunda ut om undersökningen utfördes i dagsläget.

3 Metod

I detta kapitel presenteras kortfattat de arbetsätt som använts inom denna studie.

3.1 Litteraturstudie

Två separata litteraturstudier genomfördes under energikartläggningens gång.

Den första studien rörde metodik och bestämmelser kring genomförande av energikartläggningar. Under litteraturstudien identifierades fyra olika riktlinjer/metodiker som alla tagits fram på olika nivåer i samhället. De representerar därmed fyra olika synsätt på energikartläggningar och ansågs därför intressanta att studera vidare.

Litteraturgenomgången av riktlinjer genomfördes för att få en bild av hur en energikartläggning bör utföras. Metodikerna studerades också för att kunna utvärdera dem utifrån fallstudien där ishallen och äventyrsbadets energianvändning kartlades.

I den andra delen av litteraturstudien undersöktes studier om idrottsanläggningars energianvändning i syfte att hitta underlag och eventuella nyckeltal för jämförelser av Karlslunds idrottsanläggningars energianvändning i förhållande till liknande anläggningars energianvändning. Litteraturstudien avsåg teori rörande badhus och ishallars olika funktioner samt rapporter rörande genomförda energikartläggningar över liknande anläggningar. Även större nationella rapporter rörande svenska badhus och ishallars generella energiprestanda granskades. Detta för att kunna använda deras resultat i en jämförande studie gentemot de specifika anläggningar som studerats i denna rapports fallstudie.

3.2 Energikartläggning

3.2.1 Platsbesök

Under projektperioden genomfördes kontinuerliga besök på anläggningarna. Syftet med dessa var att få en uppfattning om hur respektive anläggnings energisystem och styrsystem fungerade samt att kartlägga dessa. Under platsbesöken har diverse olika information inhämtats, vilken beskrivs nedan.

Anläggningarnas skick samt annan viktig information samlades in. Denna information kan sedan ligga till grund för framtida underhållsplaner. Dessa resultat presenteras inte i denna rapport utan ges direkt till driftansvariga.

Respektive anläggnings styrsystem har studerats. Detta gjordes för att enklare kunna få en bild av respektive anläggning samt för att få data om drifttider och annan information som påverkar energianvändningen. De två anläggningarna använder sig av varsitt styrsystem. Karlslundsbadet använder sig av systemet TAC, utvecklat av Schneider, och Landskrona ishall använder DESIGO INSIGHT, utvecklat av Siemens. Dessa system

har studerats noga då de ger momentan information om systemens olika variabler. De har även möjligheten att spara data över tid, men denna funktion var inte aktiverad vid examensarbetets utförande.

Utifrån kartläggningen togs en strukturerad illustration fram som beskriver anläggningarnas energisystem på komponentnivå. Denna illustration togs fram för att ge en helhetsbild av energisystemens funktion samt för att ligga till grund för planeringen av datainsamlingen på komponentnivå.

3.2.2 Intervjuer

Intervjuer har hållits med anläggningarnas personal, samt med Fritid- och kulturförvaltningens drifttekniker. Detta gjordes för att bilda en uppfattning om hur anläggningarnas energisystem sköts, vilka potentiella åtgärder personalen har funderat kring, vilka mervärden av energihushållningsåtgärder personalen skulle uppskatta och vad de tror användarna har för önskemål. Intervjuerna har även varit den främsta källan till information om systemens drifttider, då dessa inte funnits dokumenterade vid tiden för examensarbetets utförande.

3.2.3 Datainsamling

För att få en överblick över respektive anläggnings energiprestanda har diverse data samlats in från de olika anläggningarna. Dessa data har sedan sammanställts för att ge en överblick över de olika anläggningarnas energianvändning och driftförhållanden. Data som samlats in kommer från en rad olika källor beskrivna nedan.

Information om el- och fjärrvärmeanvändningen för respektive anläggning har samlats in från både Landskrona Energis interna system MActor och från Fritid- och kulturförvaltningens interna driftstatistikprogram, Vitec E4. Från E4-systemet har historisk statistik över månadsanvändningen i respektive anläggning sammanställts, både för el och fjärrvärme. Statistiken för elanvändningen bygger på manuella avläsningar av undermätare i varje anläggning. Detta eftersom endast en gemensam anslutningspunkt finns till det koncessionspliktiga elnätet och därmed en gemensam debiterande huvudmätare för Karlslundsbadet, Läktarbadet, ishallen och idrottshallen. Från Landskrona Energi har 2014 års timvärden samlats in för respektive anläggnings fjärrvärmeanvändning och elanvändningen i den gemensamma anslutningspunkten.

Under besöken på anläggningarna har installerade effekter avlästs från respektive komponent i energisystemet. I samband med inventeringen samlades, i så stor utsträckning som möjligt, ytterligare information in om respektive komponents modellnamn, årsmodell, tekniska specifikationer samt förslitningsgrad.

För belysningen har en ännu utförligare inventering utförts. Detta gjordes för att samla underlag för framtida energihushållningsarbete samt planering av underhåll.

Information om respektive komponents drifttid samlades in som tidigare beskrivits, från anläggningarnas styrsystem men främst genom intervjuer med deras personal. Utöver det utfördes tidsstudier för att uppskatta drifttider för Karlslundsbadets äventyrsutrustning. Tomgångsanvändningen i anläggningarna, dvs. energi-

användningen då anläggningen inte är i drift, studerades även genom två nattvandringar.

För att få en överblick över driften av kylmaskinerna i ishallen och variationer i energianvändningen efterfrågades loggning över en längre tid. Dessvärre var detta inte möjligt då det ansågs vara en stor kostnad. Istället loggades kylmaskinernas två kompressorer i en timme vardera. För att ytterligare undersöka potentialen för energieffektivisering av kylmaskinerna mättes temperaturen till och från kylmedelkylaren under fyra månader. Detta gjordes med hjälp av temperaturgivare från Ecoguard och resultaten har studerats i Ecoguards programvara Curves.

Med utrustningen ovan loggades temperaturen i två av Karlslundsbadets ventilationssystem. Detta gjordes för att få en överblick över ventilationsaggregatens funktionalitet och för att studera eventuella variationer i dess drift. För att få en ännu tydligare bild av ventilationssystemet och dess funktion efterfrågades en tidigareläggning av den obligatoriska ventilationskontrollen. På grund av tidsbrist hos företaget som utförde kontrollen var detta ej möjligt.

Resterande metodik kring energikartläggningen beskrivs i Kapitel 4, *Utförande av energikartläggningar*.

4 Utförande av energikartläggningar

I detta kapitel presenteras den använda metodiken för utförandet av energikartläggningarna samt utfallet från respektive energikartläggning.

4.1 Ursprunglig metodik för datainsamling och beräkningar

Grundtanken med examensarbetet var att utföra kompletta energikartläggningar över de tre anläggningarna. Med en komplett kartläggning menas i detta fall att kartläggningen utförs på komponentnivå och bygger till största delen på uppmätta värden. Detta innebär att varje komponents energianvändning beräknas, antingen från befintliga mätvärden eller utifrån mätningar som utförs i samband med examensarbetet. Som exempel kan det innebära att eleffekten över en pump mäts vid olika driftförhållanden och drifttider dokumenteras eller uppskattas. Från denna information beräknas komponentens totala energianvändning över t.ex. ett år. Det kan även röra sig om att alla olika flöden och temperaturer mäts och övervakas över en längre tid i t.ex. ventilations- eller fjärrvärmesystemen.

Utifrån energiberäkningarna på komponentnivå, samt statistik över anläggningarnas energitillförsel, beräknas sedan varje användningsområdes energianvändning. Därmed kan en helhetsbild av energianvändningen erhållas för de tre anläggningarna.

Såväl ishallen och de båda badanläggningarna är utrustade med styrsystem som ger momentana värden över systemens olika flöden, temperaturer, tryck och i vissa fall energianvändning. Det ansågs därför rimligt att denna information var något som lagrades över tid och att denna data skulle kunna utgöra underlag till kartläggningens beräkningar.

Under projektets gång uppstod en rad hinder gällande datainsamlingen. Några av dessa hinder var följande:

- Fritids- och kulturförvaltningen ansåg att kostnaderna för att spara mätdata i de redan befintliga styrsystemen var för stora, och därför kunde inte mätdata erhållas härifrån.
- Data kring energianvändning från ventilation hade kunnat erhållas från den obligatoriska ventilationskontrollen (OVK), men tyvärr var det inte möjligt att tidigarelägga denna kontroll.
- Effektmätningar av energisystemets trefaskkomponenter hade kunnat ge komponenternas aktuella effekt. Dock ansågs dylika mätningar innebära för stora störningar på anläggningarnas drift för att kunna utföras under öppettider, vilket gjorde att dessa inte utfördes.

Med utgångspunkt från dessa hinder, ansågs det inte genomförbart att utföra en såpass detaljerad energikartläggning, som önskades, inom tidsramen och budgeten för detta examensarbete.

Genom en litteraturstudie togs de matematiska formler fram som krävdes för att beräkna samtliga komponenters energianvändning samt förluster i ventilations- och värmesystemet. Utifrån dessa formlers nödvändiga indata togs planer fram för hur datainsamlingen skulle gå till. Planerna dokumenterades i tankekartor (Mind Maps) där respektive anläggnings energisystem delades upp efter användningsområden, energibärare och komponenter.

För varje komponent redovisades vilka variabler som skulle dokumenteras och hur de skulle samlas in. T.ex. dokumenterades om mätningar skulle utföras, om variabeln skulle uppskattas eller om information från styrsystemen skulle kontrolleras för att försäkra informationens tillförlitlighet.

Dessa kartor presenteras för respektive anläggning i Bilaga A, *Tankekartor över respektive anläggning*.

4.2 Val av riktlinjer och kartläggningarnas struktur

Som nämnts ovan var det inte möjligt att följa grundidén för energikartläggningen inom ramen för detta projekt. Istället valdes att, i största mån, följa en av de gällande riktlinjerna för energikartläggningar. Eftersom riktlinjerna från ISO-standarderna och Energimyndigheten är de mest utförliga föredrogs dessa framför de andra två vid utförandet av energikartläggningarna. Enligt ISO-standarderna ska nationella föreskrifter användas för en energikartläggning och därför utgår kartläggningarna från Energimyndighetens riktlinjer. Dessa riktlinjer beskrevs i Kapitel 2.1.4, *Riktlinjer för energikartläggningar*, och följde en uppdelning enligt nedan:

- beskrivning av anläggningarna
- kartläggning av anläggningens aktuella energianvändning
- anläggningens energianvändning på kort sikt (utgång)
- anläggningens energianvändning på lång sikt (utgång)
- sökande efter åtgärder för energieffektivisering.

Denna uppdelning används även för denna energikartläggning med ändringen att anläggningarnas energianvändning på kort och lång sikt utgår. Dessa utgår på grund av att det, utöver nödvändigt underhåll, inte finns några faktiska framtida planer för energihushållningsåtgärder eller planer på renoweringar av energisystemet. Även om det finns idéer om att t.ex. förnya ventilationssystemet i Karlslundsbadet inom de närmsta tre åren, har inget formellt beslut fattats och åtgärden har inte beviljats ekonomiska medel. Den och andra liknande åtgärder ansågs därför inte kvalificerade som planer värda att beakta vid dessa kartläggningar.

De två energikartläggningarna har utförts enligt samma metodik och struktur. Dessa presenteras, var för sig, senare i detta kapitel. För att undvika onödiga upprepningar diskuteras information gällande båda anläggningarna endast i första kartläggningen, av

Landskrona ishall. Felkällors påverkan på resultatet som uppkommit på grund av den använda metodiken utvärderas främst i ishallens kartläggning.

4.3 Metodik för utförande av energikartläggningarna

4.3.1 Energistatistik

Som beskrivits i Kapitel 3, *Metod*, samlades information om el- och fjärrvärmeanvändningen in via Landskrona Energis mätsystem, MActor, och Fritid- och kulturförvaltningens interna driftstatistikprogram, Vitec E4. Historisk statistik för både el och fjärrvärme i respektive anläggning samlades från E4 systemet, som bygger på manuella avläsningar av undermätare i varje anläggning. Värden mätta per timme för år 2014 samlades från MActor, både för fjärrvärmeanvändningen i respektive anläggning och för elanvändningen i den gemensamma anslutningspunkten för Karlslundsbadet, Läktarbadet, ishallen och idrottshallen.

Tillförlitligheten av den avlästa informationen från E4 kontrollerades genom jämförelse med årsanvändningen från MActor. Då skillnaden blev mindre än 0,1 % ansågs den avlästa informationen vara tillförlitlig.

4.3.2 Energianvändningens fördelning efter energibärare

Vid utförandet av examensarbetet hade varken badet eller ishallen någon egenproduktion av el eller värme. Därmed var det ingen skillnad på netto- och bruttotillförseln av energi.

För att kunna utnyttja jämförelsenormerna som presenterades i Kapitel 2.2, *Benchmarking*, presenteras kartläggningens resultat genomgående med nyckeltalet $kWh/(m^2 \cdot \text{år})$, om inget annat anges. Med arean i nyckeltalet menas anläggningarnas uppvärmda area.

Eftersom lokala förutsättningar kan påverka energianvändningen, vilket kan göra att jämförelse med normvärden kan vara svårt att dra några slutsatser kring, undersöktes vilken skillnad användningen av två alternativa nyckeltal gav. Detta gjordes genom en jämförelse av anläggningarnas energianvändning gentemot genomsnittet i Sverige utifrån de två alternativa nyckeltalen.

Dessa är $kWh/(m^2_{\text{versamhetsyta}} \cdot \text{år})$ och $kWh/(\text{öppettimme} \cdot \text{år})$ vilka togs fram som lämpliga nyckeltal för idrottsanläggningar av STIL2 referensgrupp.

Uppdelningen utifrån energibärare bygger på mätvärden som samlats in enligt den metod som beskrivits ovan. Eftersom fördelningen mellan el och fjärrvärme inte bygger på några uppskattningar eller antaganden anses felmarginalerna försumbara. Presentationen av resultaten genom de beskrivna nyckeltalen kan däremot leda till något missvisande resultat. Anledningen är att dokumentationen av verksamhetsareor och öppettider var något bristfällig, vilket krävde vissa enklare antaganden såsom uppskattning av bassängytan i Karlslundsbadet utifrån gamla ritningar.

4.3.3 Energianvändningens fördelning efter användningsområde

För att vidare undersöka var energin används, fördelades den utifrån anläggningarnas olika användningsområden för energin, såsom fläktar, pumpar och kylmaskiner. För att kunna fördela fjärrvärmeanvändningen behövdes bl.a. flödets fördelning. Denna fördelning var mycket svårkvantifierad utan mätvärden och en installation av mätinstrument krävde för stora ingrepp i systemet för att mätningar skulle kunna göras under bibehållen drift. Någon ytterligare uppdelning av fjärrvärmeanvändningen kunde därför inte göras för de undersökta anläggningarna.

Befintlig data om elanvändningens fördelning på användningsområden fanns inte vid utförandet av examensarbetet. Den kunde däremot fördelas på användningsområden genom att använda ett antal olika, relativt enkla, metoder, t.ex. produkten av drifttider och effekt.

Begränsningar i metodiken från riktlinjerna

Enligt Energimyndighetens riktlinjer ska anläggningarnas aktuella elanvändning fördelas på användningsområden genom befintlig mätdata eller genom inventering av installerad effekt och systemens drifttider. Felmarginalen av elanvändningens beräkning genom direkt multiplikation av installerade effekter och drifttider kan bli förhållandevis stor.

Felkällorna i metoden är främst tre stycken. Den första felkällan är den installerade effekten den maximala effekten en elektrisk komponent kan åstadkomma. För många komponenter, t.ex. kompressorer i kylmaskiner och pumpar, varierar effektuttaget relativt mycket beroende på driftförhållanden. Att använda installerad effekt för denna typ av utrustning leder därför nästan uteslutande till överskattningar av elanvändningen. För andra komponenter såsom ljuskällor är effektuttaget relativt konstant och ligger nära den installerade effekten, varför felkällorna inte blir lika stora.

Den andra stora felkällan är att det kan vara mycket svårt att uppskatta drifttiderna rätt, i de fall där dessa inte dokumenteras. Detta gäller speciellt för komponenter som inte används regelbundet eller som är periodiserade.

Den tredje felkällan är, att i fall där drifttider dokumenteras, loggas vanligtvis den totala drifttiden. Med total drifttid menas i detta examensarbete den tid komponenten är driftsatt, vilket inte är likställt med att den aktivt utför arbete. Ett exempel på detta är temperaturstyrda bastuaggregat som endast utför aktivt arbete när temperaturen understiger en viss temperatur. Att utreda en komponents effektiva drifttid kan vara mycket svårt och användning av den totala drifttiden kan leda till överskattning av elanvändningen. Kombinationen av samtliga felkällors inflytande på resultatet leder till att den beräknade elanvändningen i de flesta fallen blir högre än den faktiska.

Anpassning av metodik

För att minimera felkällornas effekt på kartläggningens resultat har metodiken anpassats till tillgången på mätdata, genom att delvis använda verkliga data istället för beräknade data. En metod som användes för att undvika felskattningar i elanvändningens magnitud var att varje komponents andel av den totala beräknade elanvändningen togs fram. Den uppmätta elanvändningen för anläggningarna fördelades sedan utifrån de framräknade andelarna. Felkällornas effekt på användningsområdenas fördelning, relativt varandra, kvarstår dock, eftersom installerad effekt och total drifttid har använts i beräkningarna av andelarna.

Energianvändningens fördelning på användningsområden

Vid energianvändningens fördelning på användningsområden adderas komponenternas andelar och summan representerar användningsområdets andel av uppmätt energianvändning. Detta förutsätter dock att energisystemens samtliga komponenter har inventerats. För att hantera systemets delar, som av olika anledningar inte har kunnat inventeras, tillkommer därför ett restområde, vars andel av den totala energianvändningen måste uppskattas. Mer detaljerad redovisning av dess uppskattning kommer nedan, under rubriken *Datainsamling*.

Vid utförandet av kartläggningarna över respektive anläggning delades energisystemen upp i användningsområden. För att kunna utnyttja jämförelsenormerna presenterade i Kapitel 2.2, *Benchmarking*, summerades de detaljerade områdena i största mån till följande användningsområden:

- Fläktar
- Kylmaskiner
- Belysning
- Pumpar
- Avfuktare
- Bastur
- Övrigt specificerat.

I STIL2 har den oväsentliga elanvändning, som inte har specificerats, redovisats i en restpost som fördelats jämt över samtliga användningsområden. I kategorin *övrigt specificerat* redovisas däremot energianvändningen för övrig utrustning som köks-, tvätt- och kontorsutrustning samt laddning av ismaskiner, ljudsystem osv.

I de utförda kartläggningarna har den ospecificerade energianvändningen inte fördelats på samtliga användningsområden. Istället har den redovisats i kategorin *övrigt specificerat*. För att kvantifiera denna energianvändning utnyttjas data från kategorin *övrigt specificerat* samt restposten i STIL2. Anledningen är att den utrustning som utgör dessa områden i STIL2 stämmer väl överens med den utrustning som inte inventerades i de utförda energikartläggningarna.

Utöver den ospecificerade energianvändningen redovisas övriga specificerade områden som t.ex. UV-behandling i vattenreningssystemet, i kategorin *övrigt specificerat*.

För att kunna utnyttja jämförelsenormerna från STIL2-studien, redovisas el-användningens fördelning på användningsområden, exklusive elvärme. I elvärme ingår även el till värmepumpar. Karlslundsbadets två värmepumpar i ventilationssystemet anses i kartläggningen vara avfuktare, eftersom det är deras huvudsakliga uppgift och inte uppvärmning.

4.3.4 Datainsamling

Komponenters drifttider

Tillgången på dokumentation av de olika systemens drifttider var nästan helt obefintlig på anläggningarna. De enda undantagen gällde ett fåtal system som var tidsstyrda i anläggningarnas två styrsystem. Exempel på dessa är bastuaggregat i omklädningsrum och ventilation i ishallens omklädningsrum som nattsänktes. På grund av denna brist uppskattades de allra flesta drifttiderna utifrån intervjuer med anläggningarnas personal och förvaltningens drifttekniker. Både uppskattningarna och informationen från styrsystemen ger komponenternas totala drifttid och inte den effektiva drifttiden, det vill säga den drifttid som komponenterna verkligen är igång under den totala drifttiden.

Det enda system där effektiv drifttid kunde utredas var Karlslundsbadets äventyrsutrustning. De flesta pumpar och blåsare, som producerar bubblor i äventyrsbadet, går enligt förprogrammerade intervaller, vars styrvärden dock inte var tillgängliga. För dessa komponenter, uppmättes förhållandet mellan effektiv drifttid och vilotid manuellt. Utifrån intervjuer med personal om systemens totala drifttid och öppettider, beräknades den årliga effektiva drifttiden för respektive komponent.

Samtliga drifttider redovisas i Bilaga B, *Energiinventeringar av respektive anläggning*.

Komponenters installerade effekt

Vid platsbesök i respektive anläggning samlades relevant information in om varje inventerad komponent i energisystemen. Den mest väsentliga informationen för respektive komponent var den installerade effekten. Utöver denna dokumenterades information rörande komponenternas ålder, skick, modellnummer och andra relevanta tekniska specifikationer så som dimensionerat flöde. Denna dokumentation kan bl.a. utnyttjas vid förvaltningens underhållsplanering. Informationen överlämnas till Fritids- och kulturförvaltningen, men presenteras inte i detta examensarbete.

Vid inventeringen av installerade effekter avlästes märkeffekten i de flesta fall direkt från komponenten. Där effekten inte uppgavs, gjordes eftersökningar på internet genom dokumenterade modellnamn eller annan specifikation. För de fåtal komponenter där information om installerad effekt inte kunde fastställas uppskattades effekten utifrån liknade komponenter i energisystemet. Där det var möjligt, kontrollerades antagandena genom förhållandet mellan spänning och ström.

För variabla pumpar, med begränsat antal driftlägen, beräknades pumpens installerade medeleffekt. Anledningen till att detta angreppssätt valdes, var att varje driftläge kan anses ha en viss installerad effekt, inom vilket effekten varierar utifrån externa förhållanden. Effekterna för alla variabla pumpar var relativt små.

Samtliga installerade effekter redovisas i Bilaga B, *Energiinventeringar av respektive anläggning*. I denna redovisning markeras genomsnittliga eller uppskattade effekter genom att dessa siffror är färglagda.

Ospecificerad energianvändning

Den utrustning som i STIL2-studien tillhörde användningsområdet *övrigt specificerat*, samt *restposten* har till stor del inte inventerats i denna studie. Dessa poster innehåller bl.a. tvätt- och kontorsutrustning, fikarum samt ismaskinen i ishallen. Inventeringen har även begränsats något av tillgänglighetsproblem, främst i ishallen. Där har vissa klubblokaler och förråd inte varit tillgängliga att inventera under utförandet av examensarbetet.

I Karlslundsbadet var tillgängligheten bättre och restposten motsvarade bättre posterna *övrigt specificerat* och *restposten* i STIL2-studien. Då data inte fanns specifikt för badhus i STIL2-studien rörande dessa poster, presenteras energianvändningen för dessa, samt deras andelar av den totala elanvändningen i idrottsanläggningar nedan.

Tabell 1: Elanvändningen för användningsområdet *övrigt specificerat* och *restposten* för idrottsanläggningar och deras andel av den totala elanvändningen (Energimyndigheten, 2009)

| | Övrigt specificerat | Restpost | Sammanlagt |
|---|---------------------|----------|------------|
| Elanvändning [kWh/(m ² ·år)] | 3,7 | 2,2 | 5,9 |
| Andel av total [%] | 2,9 | 1,7 | 4,6 |

I brist på verkliga mätningar för posterna *övrigt specificerat* och *restposten* antogs för Karlslundsbadet att denna post låg på 4,6 %.

För ishallen utgår uppskattningen av restområdet från motsvarande data för de inventerade ishallarna i STIL2-studien. Nedan presenteras energianvändningen för dessa samt deras andelar av den totala elanvändningen.

Tabell 2: Elanvändningen för användningsområdet *övrigt specificerat* och *restposten* för ishallar och deras andel av den totala elanvändningen (Energimyndigheten, 2009)

| | Övrigt specificerat | Restpost | Sammanlagt |
|---|---------------------|----------|------------|
| Elanvändning [kWh/(m ² ·år)] | 7,7 | 2,2 | 9,9 |
| Andel av total [%] | 4,7 | 1,4 | 6,1 |

Tabell 2 visar att elanvändningen för användningsområdet *övrigt specificerat* är betydligt högre i ishallar än för övriga idrottsanläggningar, vilket till största delen beror på elanvändningen vid laddningen av ismaskiner.

För ishallen var problemet med tillgängligheten till diverse utrymmen mer betydande och andelen övrig utrustning som inte inventerades var större än i Karlslundsbadet. Detta medförde att restområdet innehöll utrustning utöver den som redovisas i *övrigt specificerat* och *restposten* i STIL2. Exempel på sådan utrustning är enklare ventilationsfläktar i ett externt omklädningsrum, belysning i klubblokal och el till verktyg i förvaltningens verkstäder. Utifrån kännedom om detta och informationen i tabellen ovan antogs andelen för Landskrona ishalls restområde vara 10 %.

Belysningsinventering

Enligt Energimyndighetens riktlinjer för energikartläggningar från 2004 ska djupare analyser göras av de system som använder en betydande del energi. För vad som är en betydande del energi användes ett riktvärde på 5 % eller mer av energianvändningen. Enligt myndighetens handbok från 2010 om effektivt arbete med energihushållning, är det dock vanligt att alltför stort fokus läggs på de system som använder mest energi. Där nämns det att system som använder en mindre del av energin kan ha en stor besparingspotential. Ett användningsområde som enkelt kan uppskattas, styras och påverkas genom andra enkla åtgärder är belysningen. Därför valdes att utföra inventeringar av belysningen oavsett om dess elanvändning kan sägas utgöra en betydande del av elanvändningen eller ej. Utöver detta kan inventeringens resultat utnyttjas för att utvärdera metodikens tillförlitlighet.

Vid inventeringen utfördes stickprov med datainsamling från respektive belysnings-system som använder flera likadana ljuskällor. Vid varje stickprov dokumenterades information såsom antalet armaturer, lampor per armatur, ljuskällans typ, installerad effekt samt modellnummer för både ljuskällan och eventuellt driftdon. Den totala installerade effekten, inklusive driftdonsförluster, beräknades för respektive system och multiplicerades med systemets uppskattade drifttid. Inventeringens resultat presenteras både som installerad effekt per areaenhet för respektive typ av ljuskälla och som andelar av energianvändningen.

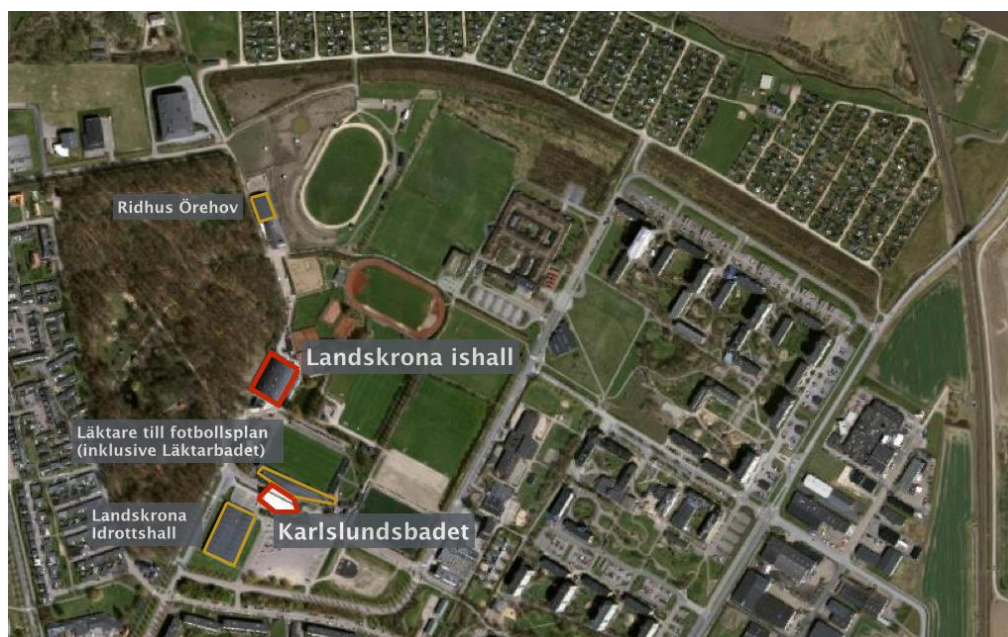
Driftdonens effektförluster antogs schablonmässigt vara 25 % för konventionella driftdon och 10 % för HF-driftdon (Energimyndigheten, 2009). Vid kontroll av antagandets tillförlitlighet visade specifikationerna för fyra av anläggningarnas HF-driftdon att förlusterna varierade mellan 9,6 % och 10,9 %. Antagandet ansågs därför godtagbart och användes för samtliga inventerade driftdon. Samma kontroll utfördes inte för konventionella driftdon, då produktspecifikationerna inte var tillgängliga för de don som inventerades.

4.4 Energikartläggning av Landskrona ishall

4.4.1 Beskrivning av anläggningen

Gemensam information

De anläggningar som studerats i rapporten är Landskronas ishall samt Karlslundsbadet och Läktarbadet i Landskrona. Dessa ägs av Landskrona stad och förvaltas av fritids- och kulturförvaltning.



Figur 13: Karlslundsområdets idrottsanläggningar. Skärmdump från Google Maps

Anläggningarna är belägna i norra Landskrona i stadsdelen Karlslund. Från Figur 13 ses att de studerade anläggningarna ligger i nära anslutning, både till varandra men även till andra idrottsanläggningar. De två studerade baden är ihopbyggda och kan anses höra till en och samma byggnad. Denna byggnad innefattar även fotbollsarenans läktare och omklädningsrum.

Anläggningarna har, tillsammans med bl.a. Landskrona idrottshall, ett gemensamt elabonnemang, men skilda fjärrvärmeabonnemang. För att förvaltningen ska kunna få en överblick över respektive anläggnings elanvändning finns det analoga undermätare i respektive anläggning. Dessa avläses manuellt månadsvis och sammanställs i systemet Vitec E4. Den avlästa datan ger därför endast information om den totala elanvändningen för föregående månad. Samma procedur genomförs månadsvis för anläggningarnas fjärrvärmesystem. De skilda fjärrvärmeanslutningarna möjliggör djupare analyser av fjärrvärmeanvändningens variationer över t.ex. dygnet eller veckan. Anledningen är att Landskrona Energi loggar energianvändning, temperaturer och flöde på timnivå för respektive anläggning.

2007 startade Landskrona Stad, tillsammans med Siemens, ett projekt rörande energieffektiviseringar bland Fastighetsförvaltningens fastigheter. Inom ramen för detta projekt utförde Siemens även energideklarationer över ishallen, Läktarbadet och Karlslundsbadet.

Landskrona Ishall

Landskrona ishall byggdes 1958 och var en av Skånes första utomhusisbanor. Denna blev 1962 överbyggd och blev därmed en inomhusisbana. Kring 20 år senare byggdes ishallen ut med omklädningsrum, förråd och domarrum. I slutet av 90-talet renoverades taket på ishallen, utan tilläggsisolering. Någon gång i mitten av 00-talet byggdes läktarna i ishallen om. I samband med ombyggnaden tilläggsisolerades även väggarna i hallen. Läktarna har numera plats för upp till 1 400 personer. Under hösten 2012 invigdes den nya utomhusisbanan och i dagsläget består hela anläggningen av en inomhus- och en utomhusisbana. Inomhusisbanan är öppen nio månader om året och utomhusisbanan fyra månader på vintern. I ishallen finns det också två klubblokaler, en för konståkning och en för ishockey. Det finns även en rad omklädningsrum och flertalet förråd.

I nära anslutning till ishallen finns diverse övriga verksamheter och byggnader. Bland annat finns en kontorsbyggnad för fritids- och kulturförvaltning, en byggnad kallad "Röda paviljongen" bestående av en rad omklädningsrum samt diverse verkstads- och förrådsbyggnader. Alla dessa byggnader har, tillsammans med ishallen, ett gemensamt fjärrvärmeabonnemang. Bortsett från fritids- och kulturförvaltningen har dessa byggnader även en gemensam intern elmätare.



Figur 14: Landskronas ishall med Lejonets klubblokal i bakgrunden. Bild från Landskrona Stads hemsida

Energisystem

Ishallen har ingen större ventilation över isbanan, förutom en avfuktare. Avfuktaren tar in 15 % friskluft och har ett fjärrvärmeförsörjt värmebatteri kopplat till sig. Avfuktaren är relativt ny och används för att förhindra fuktskador på grund av avdunstningen från isen. Utöver avfuktaren finns det tre relativt nya temperaturstyrda från- och

tilluftsggregat med värmeväxlare (FTX), som tekniskt även kan hantera fuktstyrning. Denna funktion var däremot inte driftsatt vid tidpunkten för kartläggningen. Två av dessa aggregat försörjer omklädningsrummen och det tredje försörjer klubblokalen. Trots att det sistnämnda var inköpt år 2012 var det fortfarande inte driftsatt under 2014. Utöver dessa system fanns det enklare tilluftssystem med fjärrvärmeförsörjda värmebatterier för förrådslokaler samt enkla frånluftssystem för mindre utrymmen.



Figur 15: Kollage över ishallens läktarvärmesystem (a), utomhuskylmaskin (b) samt inomhuskylmaskin (c)

I Figur 15 syns diverse komponenter i ishallens energisystem. För att kyla isen finns en äldre kylmaskin med två stycken äldre kolvkompressorer som ses i figuren ovan längst ned till höger. De drivande elmotorerna till dessa har en installerad effekt på 75 kW vardera. Utöver detta finns det, sedan 2012, en kylmaskin för en utomhusisbana, vilken syns i figuren ovan längst ned till vänster. Denna köptes begagnad och har två stycken skruvkompressorer vars elmotorer har en installerad effekt på 66 kW vardera.

Ishallens omklädningsrum samt klubblokal värms upp via ett vattenburet radiator-system. Hallens läktare värms upp med hjälp av ett mycket gammalt system för värmeåtervinning från kylmaskinerna. Värmeåtervinningssystemet består av två värmebatterier inomhus, ett antal fläktar och en kanal som leder delar av den varma luften över läktaren, resten blåses upp mot taket. Värmebatterierna kan ses överst i Figur 15. Systemet styrs så att lufttemperaturen över läktaren alltid håller cirka 11°C. Resterande värme från kylmaskinerna kyls i dagsläget bort i två värmebatterier utomhus.

Energisystemet beskrivs mer detaljerat i form av en tankekarta i Bilaga A, *Tankekartor över respektive anläggning*.

Utförda renoveringar, ändringar och åtgärder

I början av det tidigare beskrivna projektet tillsammans med Siemens installerades nuvarande styr- och övervakningssystem till ishallen. Dessa installationer gjordes gemensamt med Siemens inom ramen för det tecknade avtalet.

2006 och 2008 installerades två nya ventilationsaggregat. Båda dessa försörjer omklädningsrummen i hallen. Utöver dessa installerades ännu ett aggregat i början av 2015. Detta aggregat försörjer klubblokalen i hallen.

Planerade renoveringar

Vid tillfället för energikartläggningen fanns inga planer på större renoveringar, förutom underhåll på kylmaskinernas kolvkompressorer. Ishallens tak, tillsammans med andra delar av konstruktionen samt värmeåtervinningssystemet, har däremot relativt stora renoveringsbehov.

4.4.2 Kartläggning av aktuell energianvändning

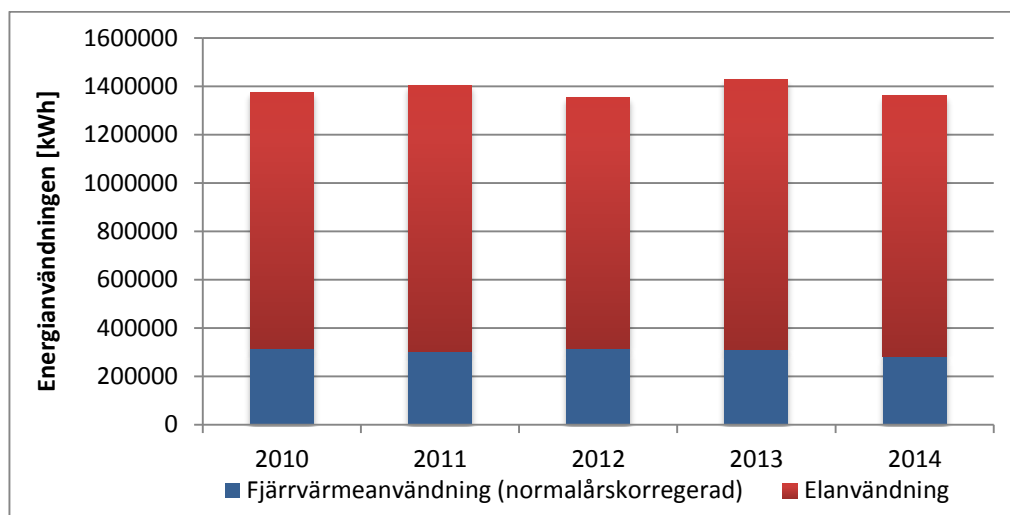
Med utgångspunkt i ovan beskrivna metodik kartläggs Landskrona ishalls energianvändning för år 2014. Genom energistatistik, även historisk, analyseras trender i energianvändningen och genom beräkningar fördelas elanvändningen efter användningsområden. Tillsammans med beräkningar av lämpliga nyckeltal och jämförelser med andra liknande anläggningar, visar kartläggningen utgångsläget för energihushållningsarbetet i anläggningen.

Analys av statistik

Enligt Energimyndighetens riktlinjer ska variationer i energianvändningen över året, månaden, veckan eller dygnet presenteras. I detta delkapitel presenteras och analyseras dessa variationer för året kartläggningen avser, år 2014. För att undersöka hur väl kartläggningen speglar anläggningens historiska energianvändning och för att studera effekterna av tidigare utfört arbete, presenteras och analyseras även säsongsvariationerna för tidigare år.

Historiska värden

Den tillgängliga historiska statistiken för energianvändningen i anläggningarna är begränsad till fem år, vilket begränsar analyser av eventuella trender. Data fanns däremot fördelad efter ishallens två energibärare, el och fjärrvärme.

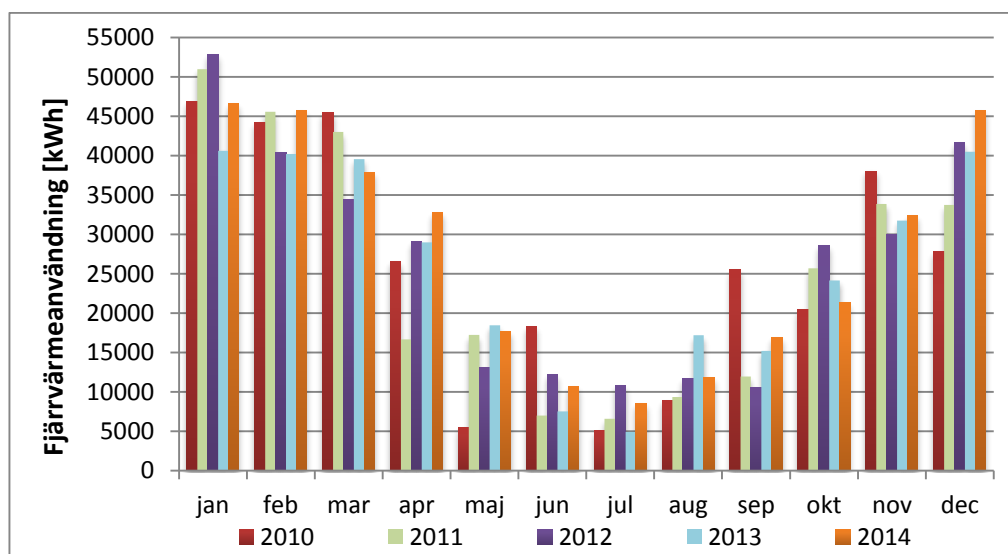


Figur 16: Årlig energianvändning i Ishallen uppdelat på energibärarna el och fjärrvärme

Figur 16 visar energianvändningens historiska fördelning av el och fjärrvärme på årsbasis. Figuren visar ishallens totala energianvändning vilken har varit runt 1,4 GWh per år, för de fem presenterade åren. Den använder till största delen el som energibärare, nästintill 80 % av anläggningens totala energianvändning 2014. Denna andel är relativt konstant för alla åren, även om den var några procent lägre för åren innan 2014. Fjärrvärmeanvändningen består av tappvarmvatten till duschar, uppvärmning av omklädningsrum, klubblokaler och förråd, främst via radiatorsystem men även värmebatterier i ventilationsaggregaten. Elanvändningens fördelning på ishallens användningsområde presenteras senare i detta kapitel.

Säsongsvariationer

Möjliga analyser av data över energianvändningen på årsbasis är mycket begränsade. Nedan presenteras data för månadsanvändningen av både fjärrvärme och el, för att studera dess säsongsvariationer.

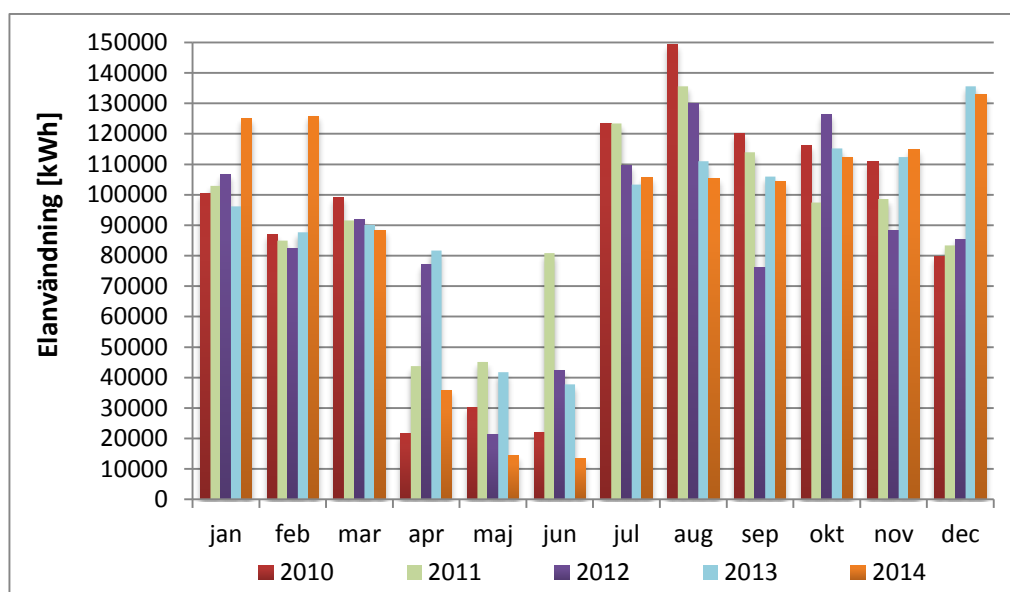


Figur 17: Normalårskorrigerad fjärrvärmeanvändning per månad i Ishallen

Figur 17 visar en återkommande generell trend över året där fjärrvärmeanvändningen sjunker under sommarmånaderna och stiger på vintern. Avvikelserna från den generella trenden är inte betydande, förutom för juni och september månad år 2010 och april månad år 2011. Förklaringarna till dessa avvikelser var okända vid utförandet av examensarbetet.

Trenden kan delvis förklaras av att värmebehovet i omklädningsrum och klubblokaler stiger med sjunkande utomhustemperaturer under vinterhalvåret. Tappvarmvatten för duschar och handfat används även mindre under sommarhalvåret då hallen används mindre, speciellt under de tre vårmånaderna då den är stängd. Anledningarna till att fjärrvärmeanvändningen inte är noll när ishallen är stängd är flera. Utöver själva ishallen innehåller fjärrvärmeabonnemanget även förvaltningens kontor och omklädningsrum samt omklädningsrum för områdets fotbollsplan. Dessa anläggningar använder tappvarmvatten under sommarhalvåret, då uppvärmningsbehovet annars är obefintligt. Hallens avfuktare, som försörjs av fjärrvärme, går året runt.

Enligt intervjuer med Fritids- och kulturförvaltningens drifttekniker har inga betydande åtgärder utförts på hallens värmesystem de senaste fem åren. En åtgärd som kan ha påverkat hallens uppvärmningsbehov är installationen av omklädningsrummets FTX-aggregat. Båda dessa installerades däremot innan 2010, vilket gör att deras påverkan inte kan analyseras i den tillgängliga datan. Vid utförandet av examensarbetet upptäcktes även onödigt höga framledningstemperaturer till hallens radiatorsystem, vilket först åtgärdades efter årsskiftet.



Figur 18: Elanvändning per månad i Ishallen

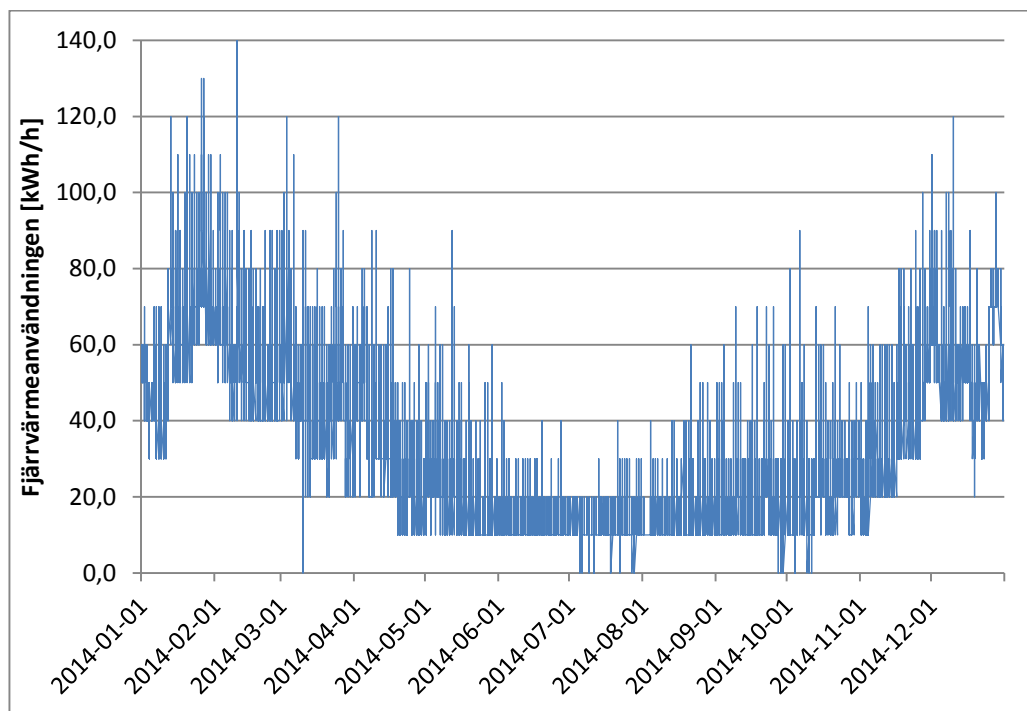
Som för fjärrvärmeanvändningen ovan visar Figur 18 elanvändningens månadsvisa variationer. Figuren visar inte på en lika tydlig säsongsvariation som för fjärrvärmeanvändningen. En tydlig variation är dock minskningen av elanvändningen mellan april och juni, även om den varierar något mellan åren. Detta är perioden då ishallen är stängd och isen får tina, vilket medför att alla system kopplade till kylmaskinerna stängs av. Under denna period är även större delen av belysningen i hallen släckt. Detta innebär att en stor del av elanvändningen faller bort, vilket syns i figuren. Under 2011 är elanvändningen relativt hög i juni och åren 2012 och 2013 är den relativt hög i april. Detta skulle kunna förklaras av att öppettiderna var något annorlunda under dessa år jämfört med år 2014. Eftersom information rörande öppettider för dessa år inte samlades in går detta inte att fastställa.

En annan något diffus trend är att elanvändningen minskade allmänt från augusti till december mellan åren 2010 och 2012. Denna trend kan bero på ett minskat kylbehov när utomhustemperaturen sjunker. År 2013 och 2014 skedde ingen sådan minskning, tvärtom så ökade elanvändningen något under perioden. Denna förändring förklaras troligtvis av hallens nya utomhustisbana som öppnades under hösten 2013 och var öppen till och med februari 2014. Utomhustisbanans kylmaskin driftsattes sedan igen i november 2014, vilket syns som höjning av orange stapel för december månad i Figur 18.

I juli och augusti månad år 2014 var elanvändningen något lägre än för tidigare år. Denna minskning skulle kunna bero på renovering av inomhuskylmaskinens ena kompressor, vilken utfördes under vårstängningen. Data för september och oktober månad stödjer dock inte detta antagande.

Timvariationer

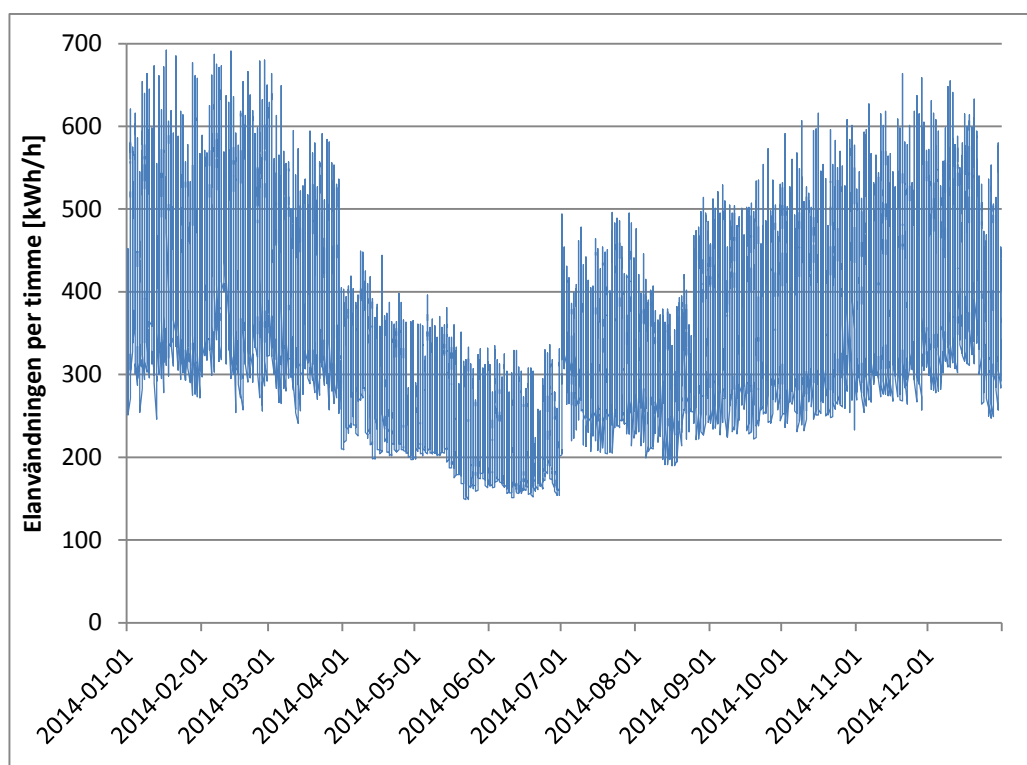
Utifrån data om energianvändningen på månadsbasis kan det vara svårt att se vad vissa variationer beror på. Mer detaljerad information, som timvärden, kan visa variationer som enklare kan kopplas till specifika aktiviteter och rutiner. Nedan presenteras timvärden både för fjärrvärme- och elanvändning.



Figur 19: Belastningskuva för fjärrvärme i ishallen 2014

Figur 19 visar fjärrvärmeanvändningens timvariationer under år 2014. Som tidigare figurer också har visat ökar belastningen under vintertid för att sedan sjunka under sommaren.

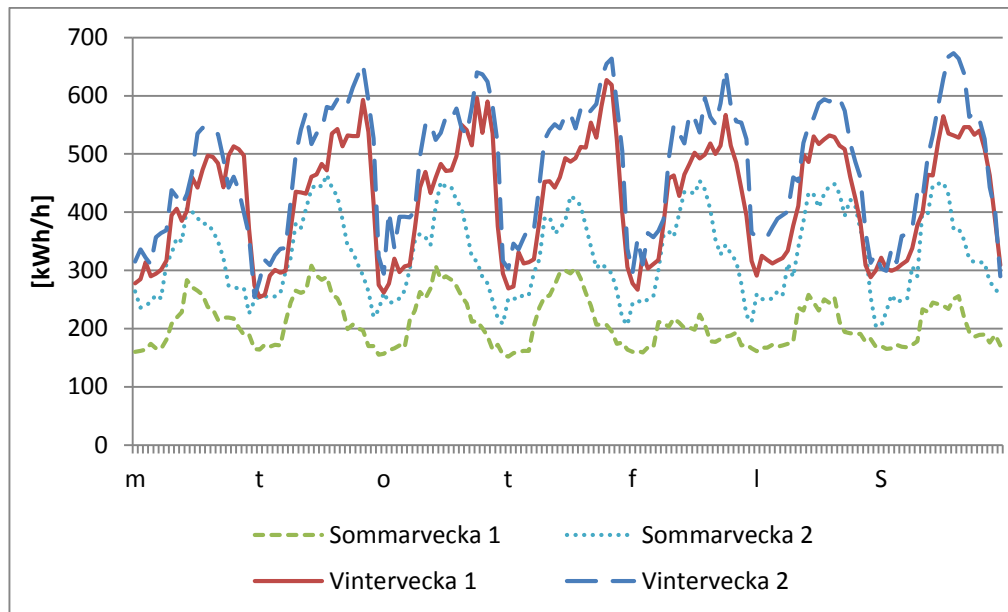
Utöver det visar figuren att effektuttaget varierar stort under kortare tidsintervaller. Denna intermittens skulle kunna utgöras av varmvattenuttag vid t.ex. användandet av duschar, medan kurvans form mer påverkas av värmebehovet i anläggningen. Figuren visar att topparna i effektuttaget kan avvika mycket från den generella trenden, där de vid vissa tillfällen är mer än dubbelt så höga. Eftersom dessa toppar påverkar fjärrvärmepriset kan en minskning av dessa minska energikostnaderna även om energimängden är oförändrad.



Figur 20: Belastningskva för el för den gemensamma anslutningspunkten för baden, ishallen och idrottshallen år 2014

Figur 20 visar timvariationerna över elanvändningen för alla anläggningar som delar på elabonnemanget. Eftersom det inte finns ett elabonnemang per anläggning är det svårt att tolka några trender utifrån figuren. Att idrottshallens energisystem inte alls har studerats vid detta examensarbete försvårar tolkningarna ytterligare. Däremot syns ett tydligt skifte nedåt i kurvan mellan april till och med juni. Detta är den period som ishallen höll stängt under 2014, vilket kan förklara skiftet.

Timvärden kan vara bra att studera då de ger en uppfattning om hur driften av en anläggning ser ut över t.ex. en dag eller vecka. Data möjliggör avslöjanden av eventuella effekttoppar, vilka kan anknytas till vissa aktiviteter eller rutiner, som ofta enkelt kan ändras för att undvika dessa. En annan viktig aspekt är att data kan visa hur hög anläggningens tomgångsanvändning är, dvs. energianvändningen då anläggningen inte är i drift. För att undersöka tomgångsanvändningen presenteras timvärden för anläggningarnas gemensamma elanvändning över fyra utvalda veckor nedan.



Figur 21: Belastningskuva för elanvändningen för fyra typveckor i baden, ishallen och idrottshallen år 2014, där bokstäverna under x-axeln betecknar veckodagarna

Figur 21 visar den gemensamma elanvändningens timvariationer för fyra utvalda veckor under år 2014. Vintervecka 1 är en vecka i början av november, innan kylmaskinerna för utomhusbanan driftsätts. Vintervecka 2 är däremot i början av januari, då utomhusbanan är öppen. Sommarvecka 1 är en vecka, sent i juni, när ishallen är stängd medan ishallen har öppnat igen sommarvecka 2, i mitten av juli.

Figuren visar en ganska tydlig och regelbunden trend över veckan där elanvändningen stiger under dagtid för att sedan sjunka under natten. Det syns även en tydlig förskjutning av kurvan uppåt mellan sommar- och vinterveckorna, men även för veckorna inom respektive säsong då kylmaskinerna är i drift.

Variationerna mellan säsonger kan delvis förklaras av en ökad aktivitet i anläggningarna under vinterhalvåret, vilket insamlad användarstatistik visar. Eftersom baden och idrottshallen värms med hjälp av fjärrvärme bör elanvändningens temperaturberoende för dessa anläggningar vara minimalt, i jämförelse med ishallen. Elanvändningens temperaturberoende i ishallen beror främst på kylmaskinerna, samt annan utrustning som pumpar och fläktar kopplade till dessa, som är eldrivna. Av denna anledning analyseras elanvändningens säsongsvariationer främst utifrån ishallens perspektiv, där övriga anläggningars elanvändning antas vara konstant över året.

Antagandets tillförlitlighet kontrollerades genom undersökning av månadsstatistik för elanvändningen i idrottshallen, Karlslunds- och Läktarbadet under berörda månader. Undersökningen visade att elanvändningen i anläggningarna varierade betydligt mindre under året än den gör i ishallen. Inga tydliga variationer upptäcktes mellan november och januari månad för någon av anläggningarna. För juni och juli månad var

elanvändningen något lägre än för övriga månader. I Karlslundsbadet var variationerna relativt små och berodde troligtvis främst på en minskad aktivitet. I både idrottshallen och Läktarbadet sjönk elanvändningen betydligt mer för dessa månader, då anläggningarna helt eller delvis är stängda. Antagandet kan därför anses godtagbart för en jämförelse av vinterveckorna med varandra. Vid analys av sommarveckornas förhållande till vinterveckorna, eller varandra, kan antagandet vara något begränsande för analysen.

Belastningskurvornas förskjutning uppåt mellan sommarvecka 1 och 2 beror troligtvis till största delen på att kylmaskinerna tas i drift under denna period. Förskjutningen mellan sommarvecka 2 och vintervecka 2 är däremot något svårare att förklara. Ishallens elanvändning förväntas minska under vintertid i och med ett minskat kylbehov, i samband med lägre utomhustemperaturer. Skillnaderna är största på kvällstid, vilket tyder på att effekterna av ökad aktivitet är större än temperaturberoendet. Ett annat tecken på effekten av ökade aktiviteter är att helgernas profiler är jämnare än vardagarna, då anläggningarna används mer på dagtid. Den sista förskjutningen av belastningskurvan uppåt mellan vintervecka 2 och 1 beror troligtvis på utomhusbanans elanvändning. Belastningskurvorna för dessa två veckor är mycket lika, där den största skillnaden är ökad elanvändning mitt på dagen för vecka 1. Med stor sannolikhet beror denna ökning på utomhusbanans känslighet för direkt solinstrålning och på att temperaturtrögheten är mycket mindre än för inomhusbanan.

Nattvandring

Med syfte att undersöka anläggningarnas tomgångsanvändning, alltså den energianvändning som inte direkt bidrar till verksamheten, utfördes nattvandringar i samtliga anläggningar. Nattvandringarna utfördes mellan kl. 21 och 23 då alla anläggningar hade stängt och personalen hade slutat för dagen.

Vandringarna visade att en del system är i drift även nattetid, då inga besökare utnyttjade anläggningarna. Största delen av dessa system, såsom ventilation, uppvärmning och cirkulationspumpar för vattenrening och vattenuppvärmning i baden, måste vara i drift nattetid, även om vissa driftförändringar skulle vara möjliga.

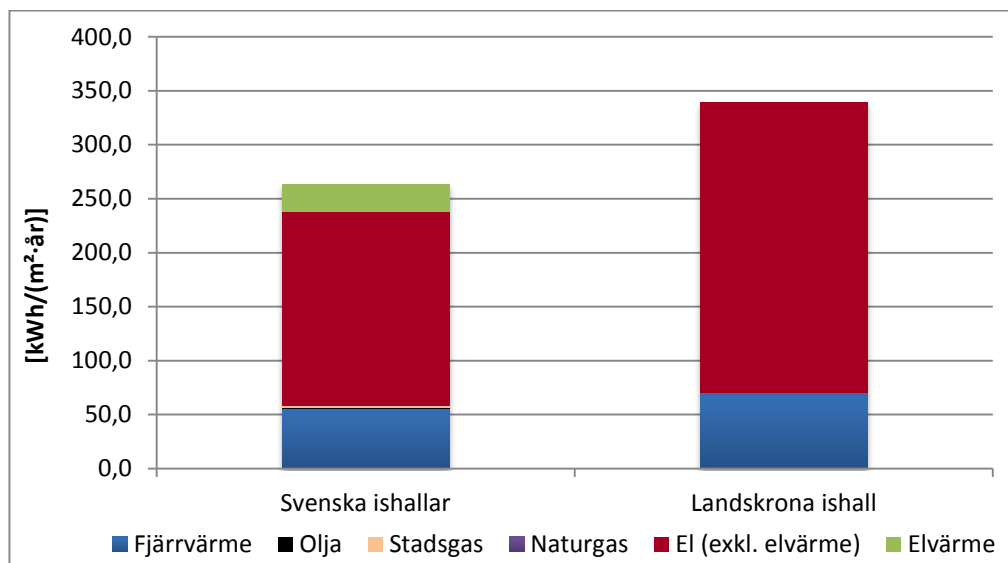
Vad gäller ishallen så var en del belysning igång även nattetid, såsom all läktarbelysning. Denna fyller ingen funktion och skulle lika gärna kunna vara avstängd. I övrigt var även läktarens värmesystem igång. Systemets funktion är främst att hålla en viss temperatur på läktaren då det finns publik i hallen och behöver alltså inte vara igång nattetid.

Energianvändningen uppdelat efter energibärare

Som beskrivits i metoden bygger fördelningen efter energibärare på insamlade mätvärden, vilket gör att fördelningens felmarginaler kan anses försumbara. Presentationen av resultaten med använda nyckeltal kan däremot innebära små felmarginaler, speciellt jämfört med informationen från STIL2-studien. Anledningarna är att de olika areorna kan betraktas på olika sätt samt att dokumentationen av

öppetider var något bristfällig, vilket krävde antagandet att ordinarie öppetid gällde för samtliga öppetdagar.

Samtliga nyckeltal jämförs med genomsnittet för de 46 inventerade anläggningarna från STIL2. Energianvändningen i olika anläggningar kan variera mycket från genomsnittet, utan att det behöver vara särskilt anmärkningsvärt. Figur 10 i Kapitel 2.2, *Benchmarking*, visar på sådana variationer även om den endast gäller elanvändningen.



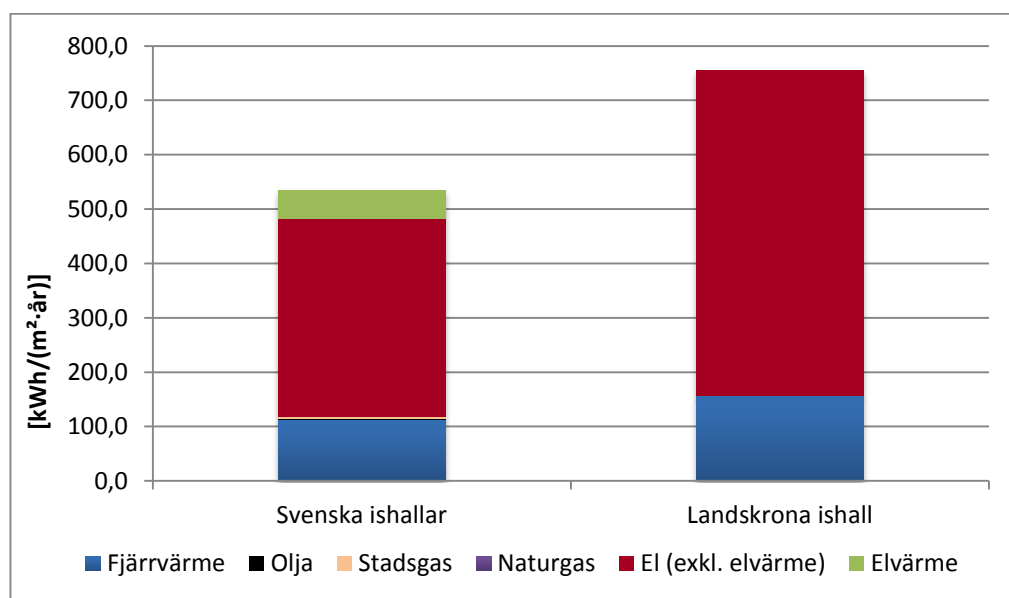
Figur 22: Slutlig energianvändning per areaenhet och normalår för Landskrona ishall och genomsnittet från STIL2 studien

Figur 22 visar energianvändningen per enhet uppvärmd area. Begreppet uppvärmd areaenhet inkluderar här även arean runt om inomhusisbanan trots att denna inte kan anses vara uppvärmd. Eftersom utomhusisbanan inte har någon uppvärmd area bidrar dess storlek inte till nyckeltalet. I figuren ses att Landskrona ishall använder cirka 80 kWh/(m²·år) mer än genomsnittet i Sverige. Detta motsvarar att ishallen ligger cirka 30 % över snittet. Det går även att se att denna skillnad till största del beror på en högre elanvändning gentemot snittet. Denna skillnad skulle kunna bero på att Landskrona ishall är mindre än snittanläggningen och därmed har den energikrävande verksamhetsarean större andel av den uppvärmda arean. För jämförelse av fjärrvärmeanvändningen i ishallar är uppvärmd area ett relativt rättvisande nyckeltal, som inte påverkas av externa elanvändare såsom uteisbanor. Eftersom ishallens fjärrvärmeanvändning per uppvärmd area inte är så mycket större än snittet i Sverige, beror skillnaden förmodligen inte på areans variation från snittet.

En mer sannolik förklaring till skillnaden är utomhusisbanans bidrag till elanvändningen, som beaktas av nyckeltalet. En annan möjlig förklaring är att potentialen för energieffektiviseringar är större i Landskronas inshall än den är i en genomsnitts-anläggning i Sverige.

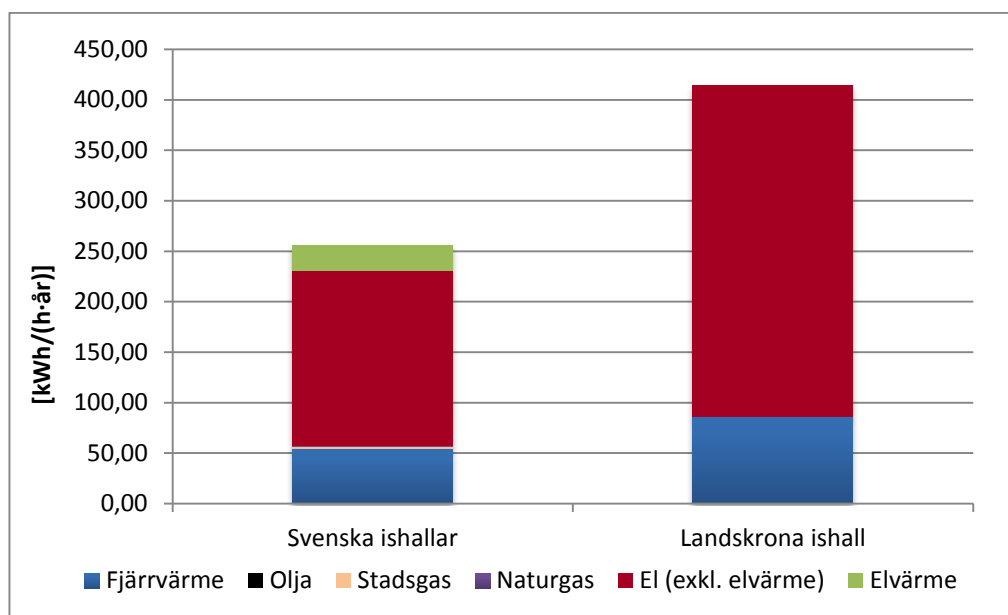
Indikatorer

Eftersom energianvändningen per enhet uppvärmd area kan, som tidigare beskrivits, anses vara ett olämpligt nyckeltal för jämförelser av idrottsanläggningar, presenteras den även per enhet isyta och öppettimme här nedan.



Figur 23: Slutlig energianvändning per enhet isyta och normalår för Landskrona ishall och genomsnittet från STIL2 studien

Figur 23 visar energianvändningen utifrån istytan, men i Landskronas ishall ingår endast isytan för inomhusbanan. Anledningen till att utomhusbanans storlek inte är beaktad är att den endast är öppen en mindre del av året. I figuren ses att Landskrona ishall använder cirka 200 kWh/(m²·år) mer än snittet vilket är 40 % mer energi per kvadratmeter isyta än det nationella snittet. Detta är en ökning med 10 % gentemot energianvändningen per kvadratmeter uppvärmd yta. Eftersom ishallars isyta är någorlunda standardiserad innebär denna ökning att Landskronas ishall har en större uppvärmd yta än snittet. Detta stödjer ytterligare att den förhöjda energianvändningen beror på en annan faktor än ishallens area. Som nämnts ovan kan dessa faktorer vara utomhusbanans elanvändning, ineffektiva energisystem delvis på grund av onödig uppvärmning av läktare, en kombination av dessa eller eventuella okända anledningar.



Figur 24: Slutlig energianvändning per öppettimme och normalår för Landskrona ishall och genomsnittet från STIL2 studien

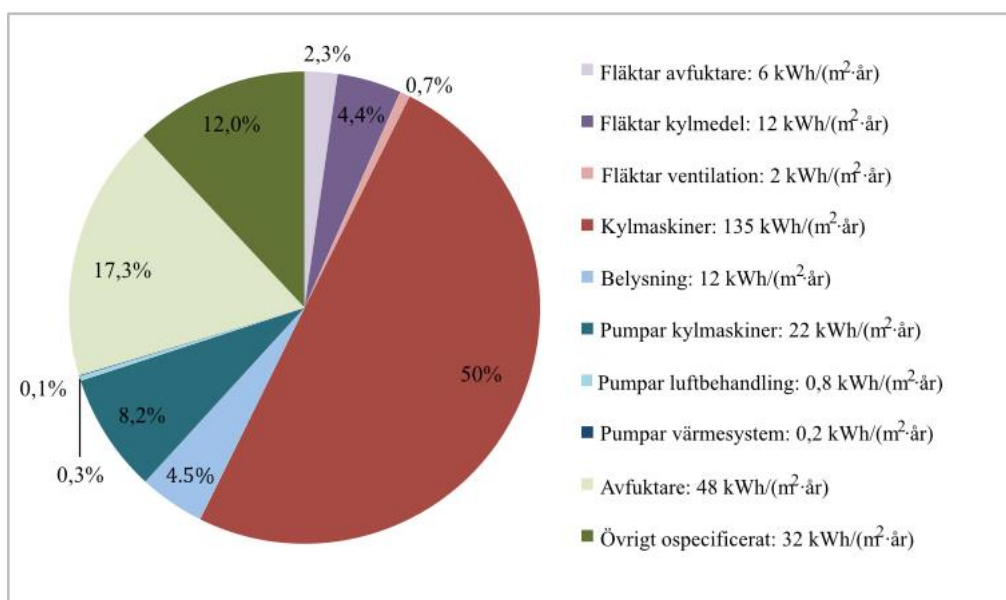
I Figur 24 visas energianvändningen uppdelad per öppettimme för Landskrona ishall och för snittet i Sverige. Som går att se i figuren ligger den studerade ishallen även här högre än snittet i Sverige, cirka 60 % högre. Detta är en större skillnad än för båda de ovan visade nyckeltalen. En möjlig förklaring till denna relativa ökning skulle kunna vara att öppettiderna i Landskrona är kortare än för övriga anläggningar i Sverige. En annan möjlig förklaring är att en större andel av Landskrona ishalls öppettider ligger under sommarhalvåret, från och med juli. Då gör kylmaskinernas temperaturberoende att mer energi krävs för varje öppettimme.

Inget av de tre nyckeltalen presenterade ovan uttrycker utomhusbanans elanvändning på ett rättvisande sätt. Anledningen är främst skillnaden i öppettider mellan de två isytorna. En mer lämplig jämförelsenorm för olika ishallar skulle därför vara om energianvändningen fördelades på den sammanlagda produkten av respektive isyta och dess öppettider.

Elanvändningen uppdelat efter användningsområde

Som beskrivits i metodiken ovan beräknades elanvändningens fördelning utifrån användningsområden enligt den anpassade metodiken. Detta medför att felkällorna i elanvändningens totala magnitud blir försumbara medan de kvarstår i användningsområdenas fördelning relativa varandra. Användningen av den icke-anpassade metodiken leder till en beräknad elanvändning som är nästan 140 % större än den uppmätta elanvändningen. Detta tyder på att de analyserade komponenternas effekt och/eller drifttider är överskattade. Dessa felkällor har olika stora utslag på olika användningsområden vilket analyseras nedan.

Liksom elanvändningens fördelning efter energibärare jämförs resultaten endast med den genomsnittliga fördelningen av anläggningarna inventerade i STIL2-studien. Jämförelsenormen kan anses begränsande då benchmarkingkapitlet har visat att avvikelser från snittet inte behöver vara speciellt anmärkningsvärda.



Figur 25: Landskrona ishalls elanvändning per areaenhet fördelad på användningsområden

Figur 25 visar resultatet av elanvändningens fördelning utifrån användningsområde. I figuren ses att kylmaskiner står för halva energianvändningen, avfuktare för 17 % och övrigt ospecificerat kategorin för 12 %, enligt antagandet i metodiken. Diverse pumpar står för 13 %, där det största användningsområdet är pumpar för kylmedel, 8 %. Endast dessa poster överstiger Energimyndighetens riktmärke för en betydande del av energianvändningen, 5 % av total energianvändning. För ishallen motsvarar det dryga 6 % av elanvändningen. Enligt riktlinjerna bör dessa användningsområden studeras vidare.

Utöver dessa dominerande poster står belysning för knappt 5 % av elanvändningen och diverse fläktar för drygt 7 %, där fläktar för kylning av kylmedel dominerar. Trots att belysningens andel inte uppnår riktmärket inventeras den senare i detta kapitel, enligt motiveringen i metodkapitlet ovan.

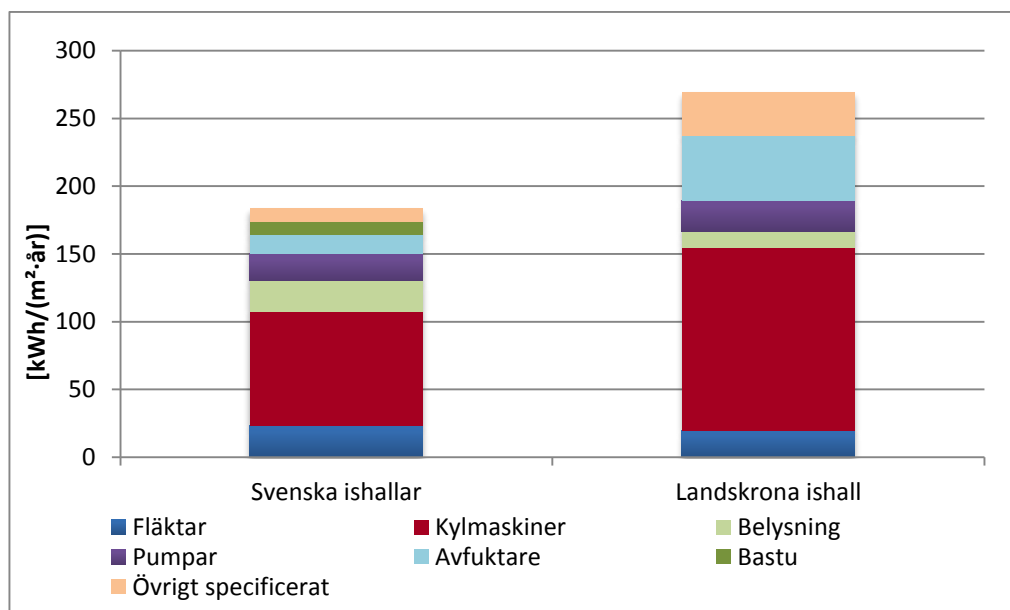
Fördelningen presenterad ovan påverkas av metodikens felkällor. För kylmaskinerna är felkällornas inverkan stor då deras driftförhållande varierar mycket. Detta gör att skillnaderna på effektiv och total drifttid samt aktuell och installerad effekt blir stora. Metodiken leder därför till en överskattning av kylmaskinernas andel av den totala energianvändningen. Situationen är liknande för hallens avfuktare, även om variationerna troligen inte är lika stora. En stor andel av hallens pumpar ska hålla ett konstant flöde, vilket gör att drifttiderna inte påverkar resultatet märkvärt men effekten avviker troligen något från den installerade.

Jämfört med användningsområdena ovan är felkällan i belysningens beräknade elanvändning mycket liten, givet att drifttiderna anses tillförlitliga. Anledningarna är att om ingen behovsstyrning används är skillnaden mellan effektiv och total drifttid, samt den aktuella effektens avvikelse från den installerade, oftast obetydliga, om eventuella driftdonsförluster inkluderas. Trots detta leder anpassningen av metodiken till en underskattning av belysningens andel av total elanvändning. Anledningen är överskattningen av övriga användningsområdens andelar, som beskrivits ovan.

Dessa felkällor utvärderas vidare med empiriska studier i Kapitel 5, *Utvärdering av energikartläggningsmetodik*. Utöver dessa påverkar kategorin *Övrigt specificerat* fördelningen, då denna bygger på ett grovt antagande.

Beräkningar av samtliga användningsområdens energianvändning redovisas i Bilaga B, *Energiinventeringar av Landskrona ishall*, där gjorda antaganden är färglagda och förklarade i texten.

För att kunna jämföra elanvändningens fördelning med den genomsnittliga fördelningen i STIL2 studien presenteras den nedan för mer generellt definierade användningsområden.



Figur 26: Elanvändning per areaenhet för Landskrona ishall och genomsnittet från STIL2-studien

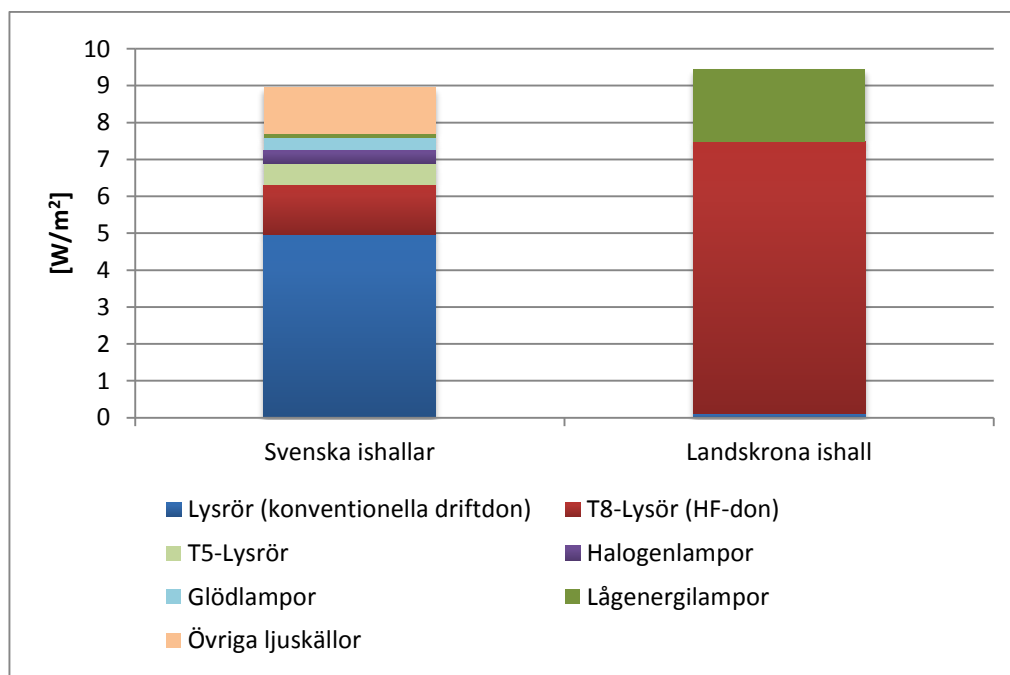
Figur 26 visar att elanvändningen per areaenhet i Landskrona ishall är runt 50 % högre än snittet i Sverige. Kylmaskinerna står, som tidigare presenterats, för hälften av denna elanvändning, medan motsvarande andel för snittet är drygt 45 %. Trots detta är kylmaskinernas elanvändning kring 60 % högre än snittets. En möjlig förklaring till denna skillnad kan vara ishallens utomhusisbana. En annan förklaring skulle kunna vara kylmaskinernas ålder, styrning och effektivitet. Denna skillnad, liksom för alla andra

användningsområden, skulle även kunna bero på skillnader i metodiken vid el-användningens fördelning på användningsområden och dess felkällor som bekrivits ovan.

För övriga användningsområden förhåller sig Landskrona ishall till den nationella genomsnittsfördelningen på följande sätt. Avfuktaren i Landskrona ishall står för 18 % av elanvändningen, medan denna endast står för omkring 8 % av genomsnittets elanvändning. Posten övrigt specificerat är betydligt större i Landskrona än för snittet i Sverige. Denna skillnad beror främst på antagandet förklarad i metodiken ovan. Det är även viktigt att upmärksamma att oidentifierad energiavändning har fördelats på alla användningsområden i genomsnittsfördelningen, men denna ingår i övrigt specificerat för Landskronas ishall. Elanvändningen för pumpar och fläktar stämmer relativt bra med snittet. Den minsta posten för Landskrona ishall är belysningsposten som endast står för knappt 5 % av elanvändningen. Detta kan jämföras med att belysningen för snittet står för cirka 12 %. Denna minskning skulle kunna bero på användningen av effektivare ljuskällor, men belysningsinventeringen nedan motsäger detta, antaget att ljusnivån i alla anläggningar är relativt konstant. Troligtvis beror skillnaden till störst delen på metodikens begränsningar beskrivna ovan.

Belysningsinventering

Nedan presenteras resultaten för inventering av Landskrona ishalls belysningsystem.



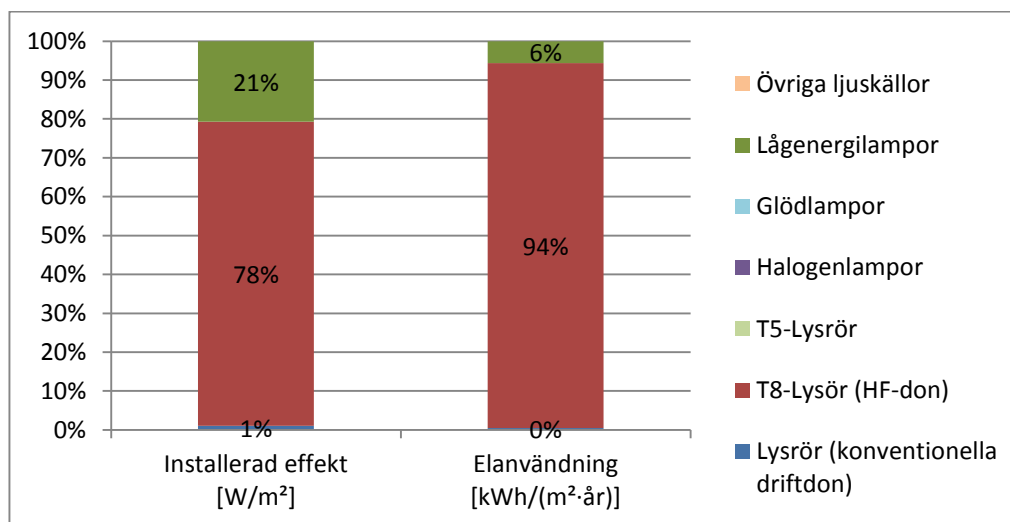
Figur 27: Installerad effekt per areaenhet för Landskrona ishall och genomsnittet från STIL2 studien

Figur 27 ovan visar att installerade effekten per areaenhet för Landskrona ishall är något högre än genomsnittet i Sverige, trots vissa problem med tillgängligheten. Dessa problem borde leda till oförtjänt låga värden för nyckeltalet, då arean för de otillgängliga rummen ingår.

Som nämnts i Kapitel 2.2, *Benchmarking*, har det hänt mycket vad gäller belysnings-teknik under de senaste åren. Därför kan det vara svårt att uttala sig om hur ishallen ligger till gentemot snittet i dagsläget.

Figuren visar att fördelningen mellan ljuskällorna är väldigt olika för genomsnittet och Landskrona ishall, där den största skillanden är att väldigt få lysrör med konventionella driftdon används i Landskrona ishall. Dessa använder energi, även när de inte lyser. Utöver konventionella lysrör används främst T8 lysrör med HF-don samt en större andel lågenergilampor än i snittet. Besparingspotentialen för ett byte från T8 lysrören är betydlig.

Den installerade effekten är inte alltid proportionerlig mot belysningens energi-användning. Anledningen är att denna, till stor del, beror på ljuskällornas drifttider och därmed dess användningsmönster eller den ljusstyrning som finns. Belysningens energianvändning tillsammans med den installerade effekten visas nedan i Figur 28.



Figur 28: Jämförelse av installerad effekt och elanvändning för de inventerade ljuskällorna i Landskrona ishall

Figur 28 visar att, trots att lågenergilampor står för 21 % av den installerade effekten i ishallen, står de endast för 6 % av energianvändningen. Den främsta anledningen till detta är att största delen av dessa är installerade i hallens omklädningsrum och är närvarostyrda. Detta leder till betydligt lägre drifttider än för övriga manuellt styrda system. T8-Lysrören står för 78 % av den installerade effekten, men för hela 94 % av energianvändningen. Största delen av dessa används för att belysa isytan och läktarna. Dessa tänds manuellt på morgonen och är tända till sista person lämnar på kvällen. Systemen har ingen närvarostyrning eller behovsstyrning som anpassar ljusnivån efter

aktiviteten i hallen. Nattvandringarna har även visat att läktarbelysningen ibland är tänd nattetid. Hänsyn har tagits till detta i beräkningarna av systemets drifttid.

Övriga resultat från ishallens belysningsinventering finns i Bilaga C, *Belysningsinventering över respektive anläggning*.

4.4.3 Sökande efter energihushållningsåtgärder

Vad säger riktlinjerna?

Som beskrivits i riktlinjerna, framtagna av Energimyndigheten, i Kapitel 2.1.4, *Riktlinjer för energikartläggningar*, bör sökandet efter åtgärder ske i tre etapper. Den första etappen ser endast till den tekniska potentialen för energieffektiviseringar hos de olika systemen och utrustningen. Etapp två och tre består av djupare analyser av de system och den utrustning där potential finns. Den djupare analysen bygger främst på ekonomiska kalkyler och rimlighetsbedömningar.

Förutom de rent ekonomiska aspekterna av en åtgärd kan där även finnas andra aspekter som, enligt författarna, borde tas hänsyn till vid valet av åtgärder att gå vidare med. Dessa andra aspekter rör de resterande två benen inom begreppet hållbar utveckling, sociala och ekologiska aspekter. Genom att belysa fler aspekter utöver de ekonomiska som kan anses driva på hållbar utveckling är förhoppningen att även andra värden ska tas i beaktande vid valet av åtgärder. Detta kan vara aspekter såsom förändringar av primärenergifaktorn, komfortförändringar, förändringar i arbetsmiljö och förändringar i användarvänlighet.

Eftersom ett av målen för examensarbetet är att få ett underlag, för både kommunen och för framtida examensarbete inom GHU valdes det att inte gå vidare med steg två och tre utan istället se till bredden av möjliga åtgärder i steg ett. Detta medför även att inga detaljerade åtgärdsförslag har tagits fram. Istället ges generella beskrivningar av områden där författarna tror att det finns en potential för effektivisering som presenteras nedan.

Energimyndighetens riktlinjer menar också att ett systemperspektiv bör beaktas när åtgärder tas fram. Nedan följer en kort beskrivning av de system där det finns potential för förbättringar.

Generellt ishall

Ishallen har generellt en stor potential för energieffektiviseringsåtgärder. Ishallens olika system och komponenter har en blandad ålder där vissa endast är några år gamla medan andra är betydligt äldre. Kylmaskinen till inomhusbanan är en av de komponenter som tillhör de äldre, drygt 20 år gammal, men dess kompressorer renoverades i examensarbetets slutskede. Denna tillhör även det användningsområde som står för cirka hälften av elanvändningen i ishallen. Då detta är en så pass stor energianvändare borde denna ses över och ett byte till en nyare modell utredas. Generellt behöver även diverse områden i ishallen isoleras. Som ett exempel på detta bör ishallens tak isoleras då detta motverkar kondens. Kondens i ishallar är ett problem då det ger en oönskad isbildning vilket ökar kylbehovet samt en ökad användning av

ismaskinen. Även isrinkens intilliggande område behöver isoleras då onödig isbildning förekommer där. I nära anslutning till isrinken finns uppvärmda utrymmen vars skiljeväggar från isrinken bör isoleras.

Belysning

Ishallen använder sig generellt av en föråldrad belysningsteknik vad gäller styrning, armaturer och ljuskällor. Som exempel är den ljusstarka belysningen över isbanan i regel igång från tidig morgon till sen kväll, oavsett om banan används eller inte. Genom att styra ljusstyrkan efter hallens aktivitet och byta ut armaturer och ljuskällor till nyare teknik kan energi sparas. Då hallens ljuskällor är ineffektiva producerar de även en stor mängd värme. Genom att byta ljuskällor och ändra styrningen hade denna onödiga värmeproduktion minskat och därmed kylbehovet.

Värme

Ishallen har inget stort värmebehov då det generellt ska vara kallt i en ishall. Som beskrivits tidigare finns ett system som levererar värme till läktarna. Dessa värms upp av varmluft som sprutas ut från taket ner över läktarna. Värmesystemet använder kylmaskinernas spillvärme för att värma luften. Systemet är till för att hålla publiken varm under matcher, men står på dygnet runt då systemet endast styrs av temperaturen i hallen. Systemet är inställt på att alltid hålla läktartemperaturen kring 11°C, där en del av den uppvärmda luften blåses direkt upp mot taket och inte till läktaren. Denna styrning leder till att energianvändningen ökar då ishallens temperatur höjs, vilket värmer upp isen och ökar kylbehovet, även när ingen vistas i hallen.

Temperaturen över isen behöver dock hållas något högre än isens temperatur för att undvika att fukt kondenserar. Kondensering bidrar som tidigare beskrivit till oönskad tillväxt av is och därmed ett ökat kylbehov. Enligt riktlinjer från Svenska Ishockeyförbundet bör lufttemperaturen vara kring 5°C, 1-2 m över isen, om relativ luftfuktighet är 55-60 % och hallen har normala driftförhållanden. När sittande eller stillastående publik vistas i hallen bör en läktartemperatur kring 8°C eftersträvas för enklare ishallar. Inställningarna på uppvärmningen av läktaren i Landskrona ishall kan därför anses vara för höga, speciellt då publik inte vistas i lokalen. Enklare justeringar av dessa inställningar var möjliga redan vid utförandet av examensarbetet (Svenska Ishockeyförbundet, 2014).

Ventilation

Ishallen har inget renodlat ventilationssystem till själva isbanan. Däremot har hallen en avfuktare som ger en viss ventilation. Avfuktaren har ett värmebatteri som drivs av fjärrvärme. Värmebatteriet skulle kunna drivas av spillvärmen från kylmaskinerna istället för att den används till uppvärmningen av läktaren.

Till övriga utrymmen finns det tre nyare temperaturstyrda FTX-aggregat i ishallen. Dessa kan tekniskt sett även hantera fuktstyrning men denna var dock inte driftsatt när energikartläggningen genomfördes. Två av aggregaten försörjer omklädningsrummen och ett försörjer klubblokalen. Det sistnämnda var inte driftsatt under 2014. Dessa

aggregat är avstängda nattetid. Genom att driftsätta fuktstyrningen skulle aggregaten bli behovsstyrda istället för att stå på under hela dagen.

Kyla

Som nämnts ovan kyls isen med hjälp av två kompressorer. Dessa genererar värme när de kyler isen, och denna värme måste kylas bort. Detta görs delvis med hjälp av läktarvärmaren, som beskrivits ovan, men resterande värme kyls bort med hjälp av en kylmedelkylare. Denna spillvärme skulle kunna användas för att värma upp något annat system istället för att kylas bort utomhus. Då ishallen ligger relativt nära de två badhusen och med goda förutsättningar för att lägga en kulvert mellan anläggningarna, skulle ett användningsområde kunna vara att förvärma inkommande vatten till simbassängerna. Badvattnet behöver även värmas under sommarhalvåret då kylbehovet är som störst i ishallen vilket tar vara på restvärmens potential på ett bättre sätt än vad som görs idag.

Här är det viktigt att se till systemperspektivet då ett alltför stort uttag av energi ur spillvärmens kan sänka effekten för läktarvärmens. Detta måste tas hänsyn till vid utvärderingen av möjliga åtgärder. Däremot kan läktarvärmens behov av restvärmens ifrågasättas.

4.5 Energikartläggning av Karlslundsbadet

4.5.1 Beskrivning av anläggningen

Karlslundsbadet är ett äventyrsbad som byggdes 1994 i anslutning till Läktarbadet. Badet är öppet året runt, förutom 21 dagar i augusti då underhåll och service utförs. Det är stängt för allmänheten på måndagar, då skolor och andra grupper utnyttjar badet. På helgerna och under sommarmånaderna är det inte heller öppet för morgonsimning. Badets totala bassängyta är cirka 450 m² och består av en 25-meters motionsbassäng, ihopkopplat med en rad olika mindre bassänger med olika äventyrsfunktioner så som strömmar, rutschbanor och bubbelkaskader. Kopplat till äventyrsbadet är även en 32 m² stor utomhusbassäng som är öppen året runt. Utöver äventyrsbadets bassäng finns även en barnpool, en varmpool, två bubbelpooler samt en ångbastu. Äventyrsbadet har två omklädningsrum med en bastu vardera. Förutom äventyrsbadet finns även en s.k. ”Relaxavdelning”. Denna består av en bubbelpool, en ångbastu, två torrbastur samt en spa- och massageavdelning innehållande två badkar. Karlslundsbadet har även ett café samt diverse förråds- och kontorsutrymmen.

Karlslundsbadet har en uppvärmd yta på 2 550 kvadratmeter och en varierande rumshöjd på 4 – 10 meter. Badet är byggt i betong med 2-glas fönster och en fasad av plåt.



Figur 29: Delar av Karlslundsbadets äventyrsbad. Bild från Landskrona Stads hemsida

Energisystem

Badvatten, tappvarmvatten och andra värmebehov i Karlslundsbadet försörjs endast av fjärrvärme. Vattenreningen består av tre system som innehåller stora sandfilter, en rad pumpar, ventiler och sedan 2012 har två av dessa även UV-reningssteg. För att rengöra sandfiltren backspolas dessa en gång i veckan. Backspolning innebär att flödet genom filtren vänds för att spola rent dem från smuts. Detta görs med uppvärmt badvatten. Vattnet som används för backspolning spolas sedan ut i avloppet. I dagsläget finns

ingen värmeåtervinning i vattenreningsystemet även om interna utredningar kring olika typer av värmeåtervinning har genomförts.



Figur 30: Kollage över Karlslundsbadet ventilationssystem (a), fjärrvärmecentral (b) samt cirkulationspumpar (c)

Ventilationen i Karlslundsbadet består av en rad olika system. Det största systemet, som försörjer badavdelningen med luft och värme, samt systemet som försörjer relaxavdelningen, är FTX-aggregat med motströmsvärmväxlare, eftervärmningsbatterier och värmepumpar. Det största systemet syns överst i Figur 30. Värmepumparna använder den värme som finns kvar i frånluften efter att den har värmväxlats till att förånga mediet i värmepumpen. Mediet värmer sedan upp inkommande luft efter att luften har värmväxlats mot frånluften. Resterande värme i värmepumpens medium kyls sedan ytterligare mot badvattnet tills det kondenserar. De tre övriga större ventilationssystemen är också FTX-aggregat, med eftervärmningsbatterier, men dessa har inga värmepumpar. Utöver dessa aggregat finns det en rad mindre frånluftfläktar för utrymmen som kräver extra ventilation.

Energisystemet beskrivs mer detaljerat i form av en tankekarta (mind map) i Bilaga A, *Tankekartor över respektive anläggning*.

Utförda renoveringar

Inga större renoveringar har genomförts utöver löpande underhåll av anläggningen.

Planerade renoveringar

Utöver nödvändigt underhåll, som lagning av läckor och trasiga komponenter finns inga beslutade planer för renoveringar. Alla de fem stora ventilationsaggregaten är original från att badet byggdes 1994. Dessa är, vid tiden för examensarbetet, dryga 20 år gamla och har orsakat en rad problem under de senaste åren. Möjligheten att byta ut de största aggregaten under nästkommande år diskuterades vid tidpunkten för examensarbetet.

4.5.2 Kartläggning av aktuell energianvändning

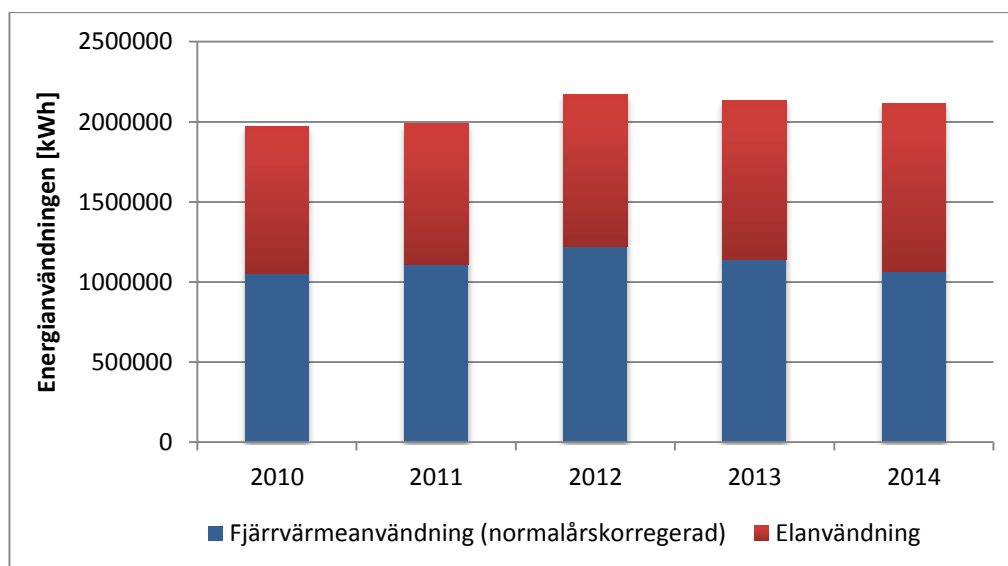
Med utgångspunkt i kartläggningens metodik beskriven ovan, och utförd analys av dess felkällor i kartläggningen av ishallen, presenteras resultaten för Karlslundsbadet nedan.

Analys av statistik

Nedan presenteras variationer i energianvändningen över året, månaden, veckan eller dygnet samt historiska värden för dessa.

Historiska värden

Liksom för ishallen är tillgången till historisk statistik begränsad till fem år bakåt i tiden. Detta begränsar möjligheten till en tillförlitlig analys av eventuella längre trender.

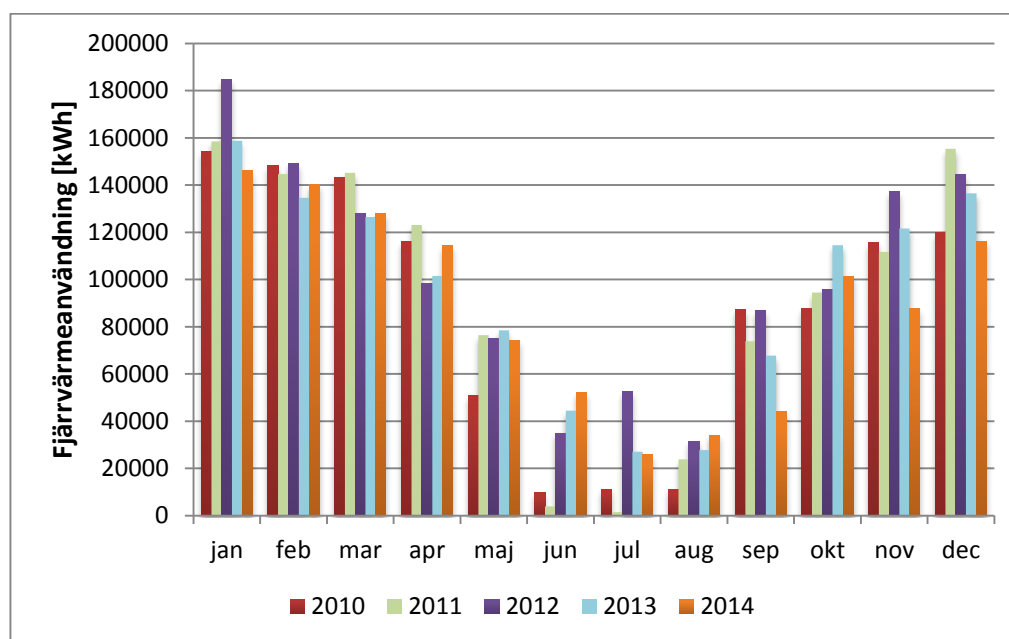


Figur 31: Årlig energianvändning i Karlslundsbadet uppdelat på energibärare år 2010-2014

Figur 31 visar att energianvändningen i Karlslundsbadet är kring 2 GWh per år, men år 2012 ökade den något. Sedan dess har energianvändningen fortsatt vara högre än åren innan 2012. Figuren visar även att elanvändningen ökat något varje år från och med 2011 men att fjärrvärmeanvändningen minskade något efter 2012 års ökning. En anledning till dessa ökningarna är troligtvis att Karlslundsbadet börjat ha sommaröppet år 2012. Tidigare år har Karlslundsbadet varit stängt under sommaren och personalen har då flyttat över till Citadellbadet i Landskrona, ett sommaröppet utomhusbad. Från och med 2012 har samsällskapet i Landskrona tagit över driften av Citadellbadet och i och med detta valde kommunen att hålla Karlslundsbadet öppet även under sommaren. År 2014 var Karlslundsbadets energianvändning jämt fördelad mellan el och fjärrvärme. Detta skiljer sig marginellt från de tidigare åren som studerats då fjärrvärmeanvändningen varit något högre än elanvändningen.

Säsongsvariationer

För att möjliggöra en djupare analys av energianvändningen presenteras dess variationer över året, för år 2010-2014. Variationerna presenteras utifrån månadsanvändningen av både fjärrvärme och el.

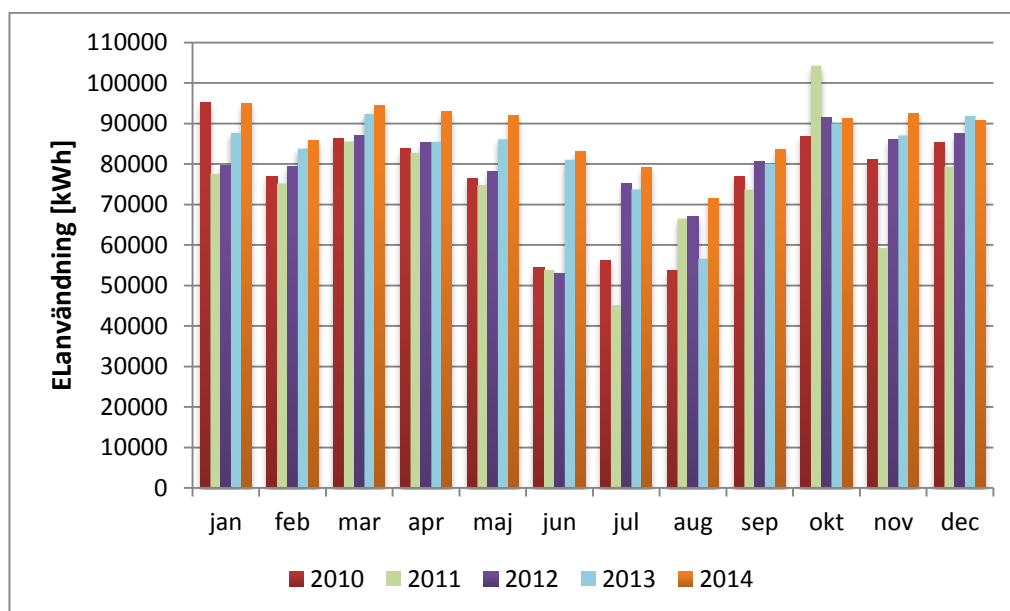


Figur 32: Normalårskorrigerad fjärrvärmeanvändning i Karlslundsbadet år 2010-2014

Figur 32 visar variationer i fjärrvärmeanvändningen per månad för samtliga fem åren. Här går det att se en ganska jämn trend över åren där fjärrvärmeanvändningen sjunker under sommaren och stiger på vintern. Denna trend kan anses motsvara värmebehovet i bassängerna och radiatorsystemen där högre utomhustemperaturer ger ett lägre värmebehov och vice versa. Vissa avvikelser från den generella trenden går att utläsa ur figuren, vilka analyseras nedan.

En av dessa avvikelser är en markant ökning av fjärrvärmeanvändningen under juni och juli månad, från och med 2012. Som nämnts ovan började Karlslundsbadet då hålla öppet under hela sommaren, vilket kan förklara denna ökning av fjärrvärmeanvändningen.

En annan avvikelse är att fjärrvärmeanvändningen var lägre än tidigare år från och med september 2014. Under våren 2014 slutade den dåvarande vaktmästaren och i augusti 2014 anställdes en ny. Vid tillträdet av den nya vaktmästaren utfördes en driftgenomgång och en översyn av rutiner, tillsammans med förvaltningens drifttekniker. Vid genomgången byttes till exempel trasiga pumpar ut i ventilationssystemets värmeåtervinning och backspolningstiden halverades. Dessa åtgärder kan alla ha en minskande påverkan på fjärrvärmeanvändningen och skulle kunna vara en anledning till minskningen av fjärrvärmeanvändningen i figuren ovan.



Figur 33: Elanvändning per månad i Karlslundsbadet år 2010-2014

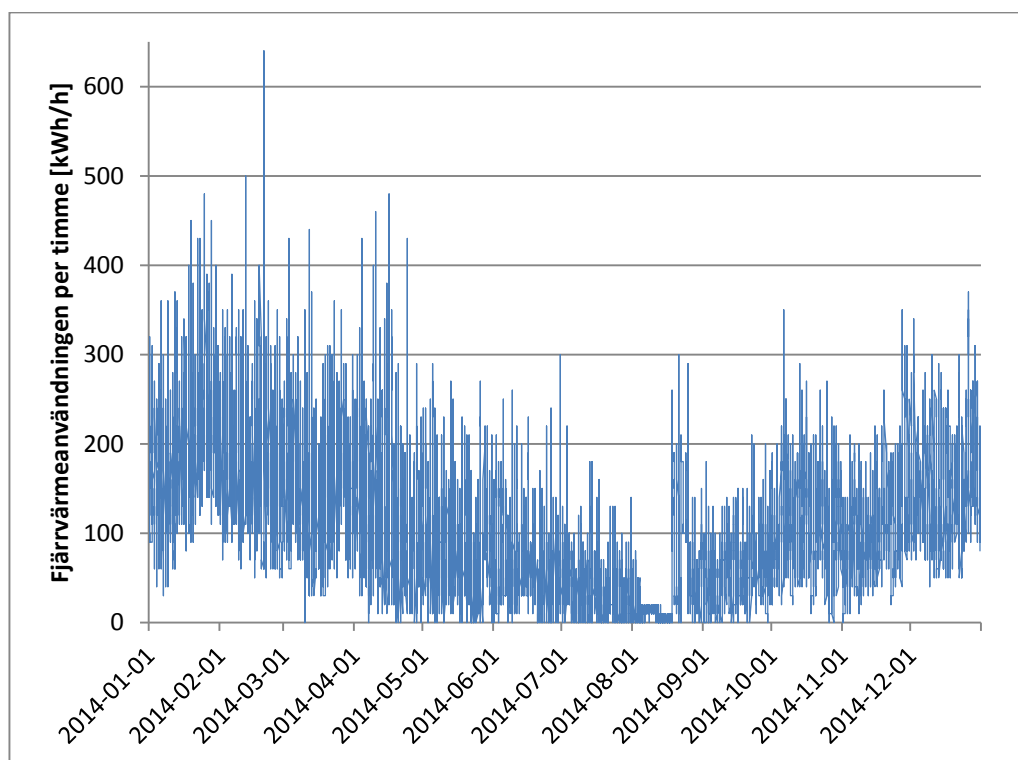
Figur 33 visar variationer i elanvändningen per månad för samtliga fem åren. I den syns inga lika tydliga säsongsvariationer som i fjärrvärmeanvändningen. Detta beror troligtvis till stor del på att de flesta system som är temperaturberoende försörjs av fjärrvärme. För åren då badet höll sommarstängt minskade elanvändningen betydligt under sommarmånaderna. Sedan 2012 har denna variation minskat, men den något lägre elanvändningen beror troligtvis på minskad aktivitet under sommarmånaderna.

I övrigt syns en nedgång i elanvändningen under augusti månad från och med 2012. Detta beror på att badet då håller stängt för service och underhåll under tre veckor. Under denna tid är alla system rörande badvatten avstängda vilket även ger utslag på elanvändningen då pumpar och blåsare står stilla.

Utöver säsongsvariationer visar figuren att elanvändningen generellt har ökat de senaste två åren. Ökningen under sommarmånaderna kan förklaras av sommaröppetiderna. För övriga månader var förklaringen oklar vid utförandet av examensarbetet.

Timvariationer

För att undersöka energianvändningens vecko- och dygnsvariationer presenteras timvärden för fjärrvärmeanvändningen nedan. Informationen kan visa kopplingen till speciella aktiviteter och rutiner samt visa tydliga störningar i användningsmönstret. Elanvändningens timvärden presenteras däremot inte eftersom mätvärden endast finns för den gemensamma anslutningspunkten och dess variationer studerades vid kartläggningen av ishallen.



Figur 34: Belastningskuva för fjärrvärme i Karlsundsbadet år 2014

Figur 34 visar fjärrvärmeanvändningen per timme i badet. Utifrån figuren är det svårt att säga något generellt utöver säsongsvariationerna. I figuren syns däremot att användningen sjunker markant under augusti månad, vilket beror på den tidigare nämnda service- och underhållsperioden. Med hög upplösning som i Figur 34 syns driftstopp som detta tydligt, samt andra kortare avbrott och avvikelser från vanlig drift. Sådana avvikelser syns inte i de mer översiktliga figurerna över månadsanvändningen. För att kunna utläsa effekter av sådana händelser från figurer 32 och 33, krävs det kännedom om dessa.

Kurvan i Figur 34 har en väldigt varierande amplitud, även under kortare tidsintervall. Denna variation beror delvis på hur duscharna används i omklädningsrummen men skulle också kunna bero på uppvärmningen av bassängerna t.ex. i samband med backspolning eller tömning av barnbassängen. Troligtvis orsakas de största topparna av kombinationer av sådana faktorer. Detta går det dock inte att säga något konkret om, då ingen djupare analys har gjorts över badvattenuppvärmningens styrsystem.

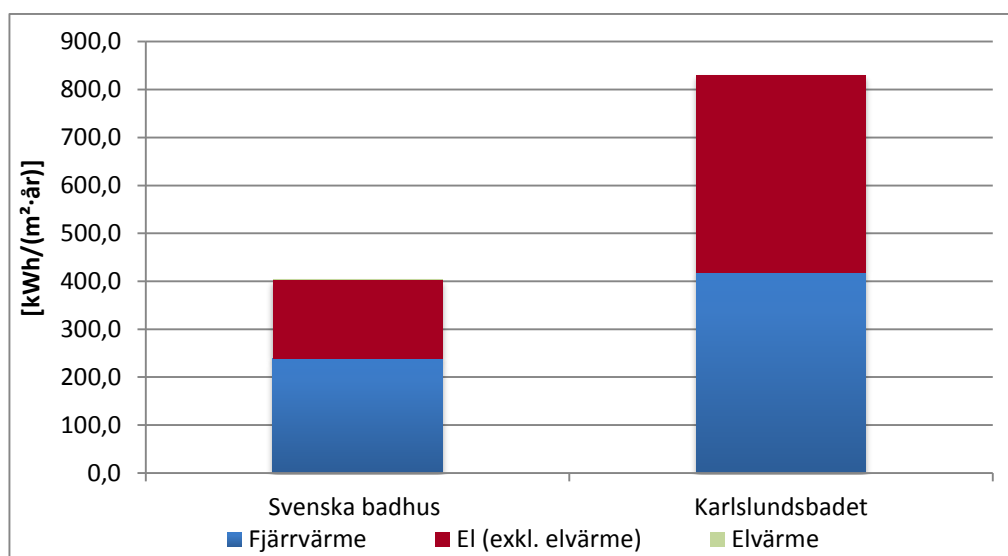
Nattvandring

Som nämnts i metoden ovan utfördes nattvandringar i Karlslundsbadet, med syfte att undersöka dess tomgångsanvändning av energi. Förutom badvattencirkulation, ventilationssystem och liknande var där en rad olika funktioner igång som inte fyllde någon uttalad funktion nattetid. En stor del av dessa funktioner var olika typer av belysning. Karlslundsbadet har stora fönsterytor vilket medför att viss belysning under nattetid kan minska risken för inbrott. Utöver belysningen var även TV-skärmar och kortsystem igång i entrén samt ett flertal bastuaggregat, trots att de skulle vara avstängda enligt styrsystemet. Eftersom bastuaggregat är mycket effektkrävande påverkar varje onödig drifttimme energianvändningen betydligt.

Energianvändningen uppdelat efter energibärare

För att få en uppfattning om hur stor energianvändning Karlslundsbadet har presenteras den, utifrån en rad olika nyckeltal, i förhållande till genomsnittet för de 15 inventerade anläggningarna från STIL2.

Som i kartläggningen av ishallen bygger fördelningen utifrån energibärare på insamlade mätvärden. Presentationen av resultaten med nyckeltalen kan däremot leda till något missvisande resultat, speciellt eftersom information om bassängernas totala yta saknades och därför fick uppskattas utifrån ritningar.

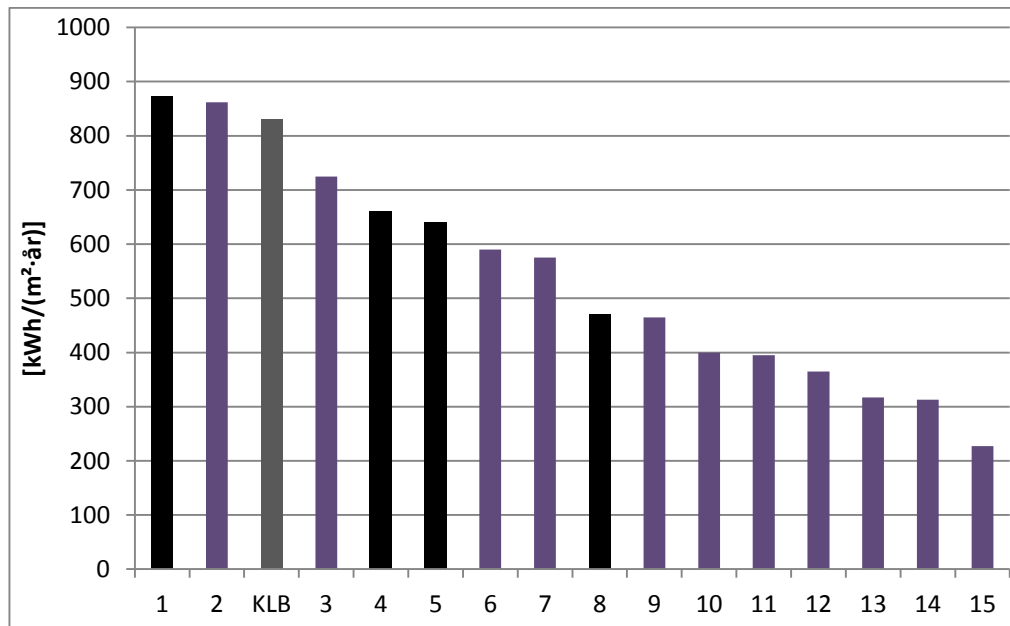


Figur 35: Energianvändning per areaenhet och normalår, uppdelad efter energibärare, för Karlslundsbadet och genomsnittet från STIL2 studien. Elvärme ingår i energianvändningen för svenska badhus även om den endast är 0,9 kWh/(m²·år)

Figur 35 visar att energianvändningen per enhet uppvärmd area i Karlslundsbadet är ungefär dubbelt så stor som genomsnittet. Då energianvändningen är uppdelad per enhet uppvärmd area spelar det stor roll hur stora extrautrymmen badhuset har, såsom uppvärmda förrådsutrymmen, omklädningsrum mm. En förklaring till den höga energianvändningen per areaenhet skulle därför kunna vara att Karlslundsbadet har väldigt få övriga utrymmen gentemot genomsnittet i Sverige. Detta är dock endast funderingar då inga studier har gjorts i denna rapport över olika badhus generella storlekar. En annan förklaring skulle kunna vara att en del av verksamhetsarean är utomhus, vilket inte kräver en omgivande uppvärmd area.

I figuren syns även att Karlslundsbadet använder ungefär lika mycket el som fjärrvärme medan genomsnittet använder omkring 60 % fjärrvärme. Karlslundsbadets jämförelsevis höga elanvändning kan bero på att Karlslundsbadet är ett äventyrsbad med en rad energikrävande pumpar och luftblåsare till äventyrsavdelningen.

Badhus kan bl.a. variera i storlek och utformning. Genomsnittlig energianvändning per areaenhet för badhus i Sverige kan därför anses vara en svag jämförelsenorm för Karlslundsbadet som är ett äventyrsbad med utomhusbassäng. Som Figur 11 i benchmarking kapitlet visar varierar elanvändningen relativt kraftigt för de 15 inventerade badhusen i STIL2. Samma figur visar att Karlslundsbadet har kring 20 kWh/(m²·år) högre elanvändning än något av de inventerade badhusen i STIL2. Beroende på de andra badhusens utformning behöver avvikelser från genomsnittet därför inte vara särskilt anmärkningsvärd. I Figur 36 nedan jämförs Karlslundsbadets energianvändning per areaenhet med alla 15 badhus som inventerades inom STIL2, där äventyrsbad och andra bad med stor bassängyta utmärks.

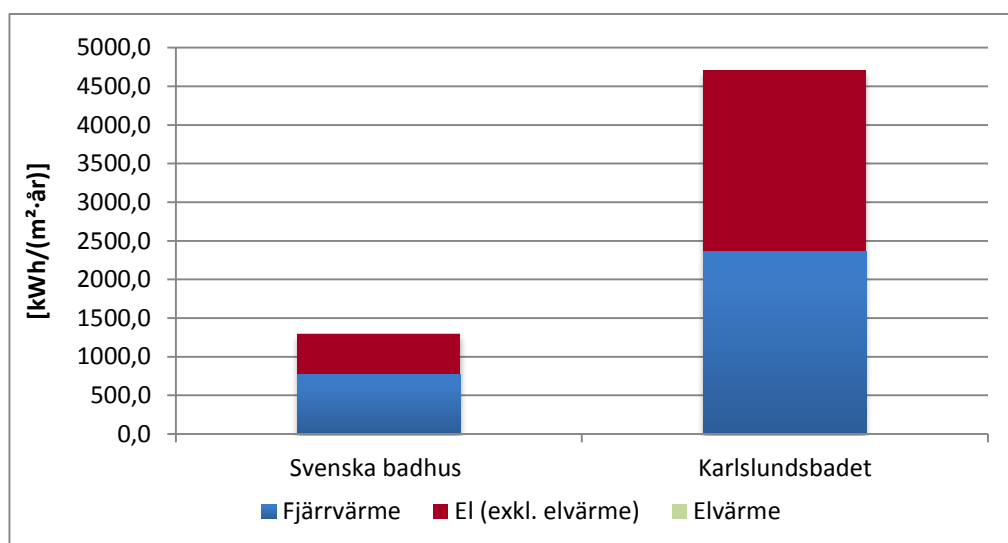


Figur 36: Total energianvändningen per areaenhet i de 15 badhus som inventerades i STIL2 studien, samt Karlslundsbadet (KLB), där svarta staplar är äventyrsbad eller badhus med stor bassängyta (Energimyndigheten, 2009)

Figuren ovan visar att Karlslundsbadet är den tredje största energianvändaren jämfört med alla badhus som ingått i STIL2 studien. Karlslundsbadet ligger även högt om man endast ser till äventyrsbad eller badhus med stor bassängyta. Utifrån detta går det att anta att Karlslundsbadet har en stor potential vad gäller energieffektiviseringsarbete.

Indikatorer

Eftersom energianvändningen per enhet uppvärmd area kan, som tidigare beskrivits, anses vara ett svagt nyckeltal för jämförelse av badhus presenteras den även per enhet bassängyta och öppettimme.

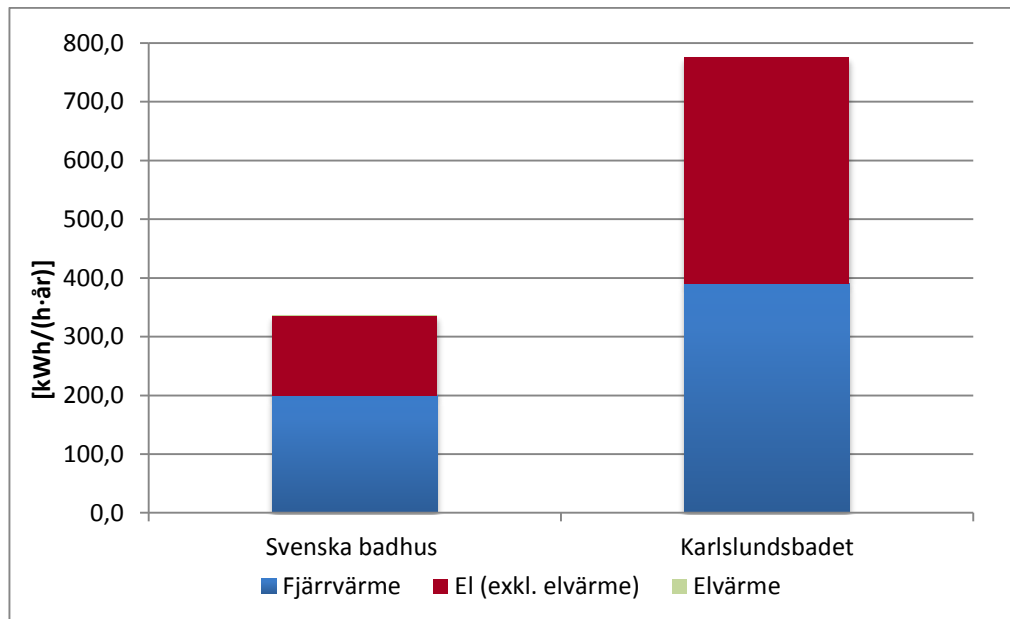


Figur 37: Energianvändning per enhet bassängyta och normalår, fördelad efter energibärare, för Karlslundsbadet och genomsnittet från STIL2 studien

Figur 37 visar energianvändningen uppdelad på bassängarea istället för uppvärmd area. Som nämnts i Kapitel 2.2, *Benchmarking*, kan detta anses vara ett mer rättvisande nyckeltal än per uppvärmd area. I figuren ses att Karlslundsbadet använder runt tre gånger så mycket energi per verksamhetsarea som snittet i Sverige. Elanvändningen för Karlslundsbadet är cirka fyra gånger så hög som genomsnittet medan fjärrvärmeanvändningen är cirka tre gånger så hög.

Detta är en ökning gentemot energianvändningen per enhet uppvärmd area vilket visar att Karlslundsbadet är mindre effektivt i förhållande till bassängyta än vad genomsnittet i Sverige är. Det är i sig inte så konstigt då Karlslundsbadet är ett äventyrsbad och därmed har en rad olika vatteneffekter som alla är energikrävande. Vatteneffekterna har däremot endast en påverkan på elanvändningen.

Även fjärrvärmeanvändningen är betydligt högre än snittet i Sverige, vilket skulle kunna bero på att Karlslundsbadet har flera bubbelpooler och varmooler (som alla har en högre vattentemperatur än vad som brukar användas i en vanlig bassäng för motionssimning). Dessutom har utomhusbassängen en kraftigt avkylande effekt på badvattnet, framförallt vintertid. Utebassängen har även bubbelkaskader, som ytterligare ökar värmeförluster genom avdunstning. Även faktorer såsom dåligt underhållna värmeväxlare och värmeförluster vid backspolning skulle kunna vara en del av förklaringen till den höga energianvändningen i Karlslundsbadet.

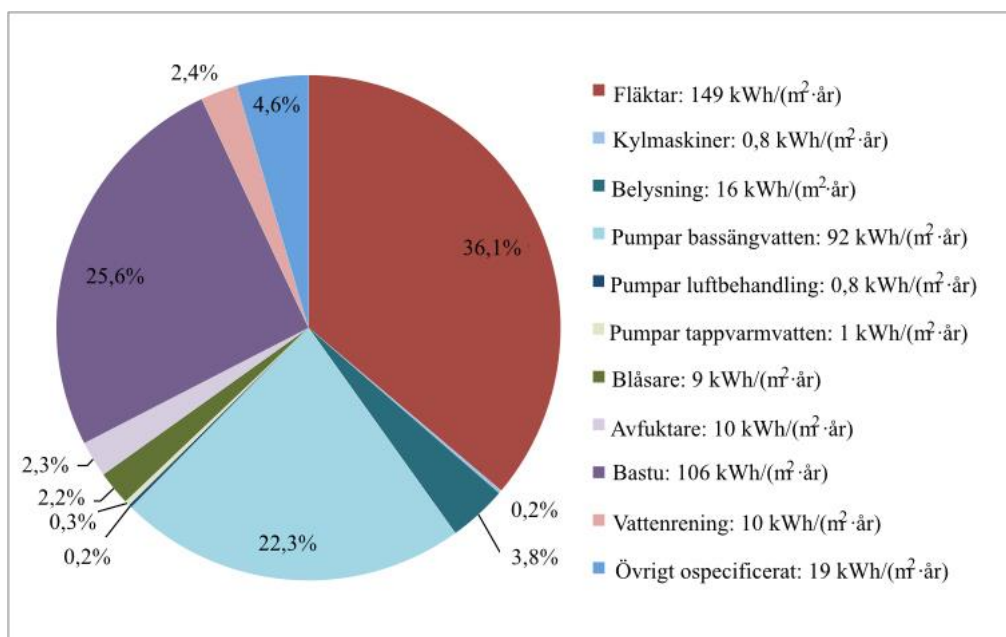


Figur 38: Energianvändning per öppettimme och normalår, uppdelad efter energibärare för Karlsundsbadet och genomsnittet från STIL2 studien

Figur 38 visar energianvändningen uppdelad över anläggningarnas öppettider. Här kan ses att Karlsundsbadet använder drygt två gånger så mycket energi som genomsnittet. Fjärrvärmeanvändningen är dubbelt så hög medan elanvändningen är nästan tre gånger så hög. En förklaring till varför energianvändningen uttryckt per öppettimme visar bättre resultat än när den uttrycks per enhet bassängyta skulle kunna vara att Karlsundsbadet har längre öppettider än genomsnittet i Sverige. Då Karlsundsbadet endast har stängt tre veckor om året kan detta antagande anses rimligt.

Elanvändningen uppdelat efter användningsområde

För att få en övergripande bild av de olika systemens elanvändning presenteras resultaten av elanvändningens uppdelning på användningsområde, enligt den använda metodiken. Som i fallet med ishallen skiljer sig den beräknade elanvändningen från den uppmätta elanvändningen. Skillnaden är nästan 35 % vilket är mindre än för ishallen.

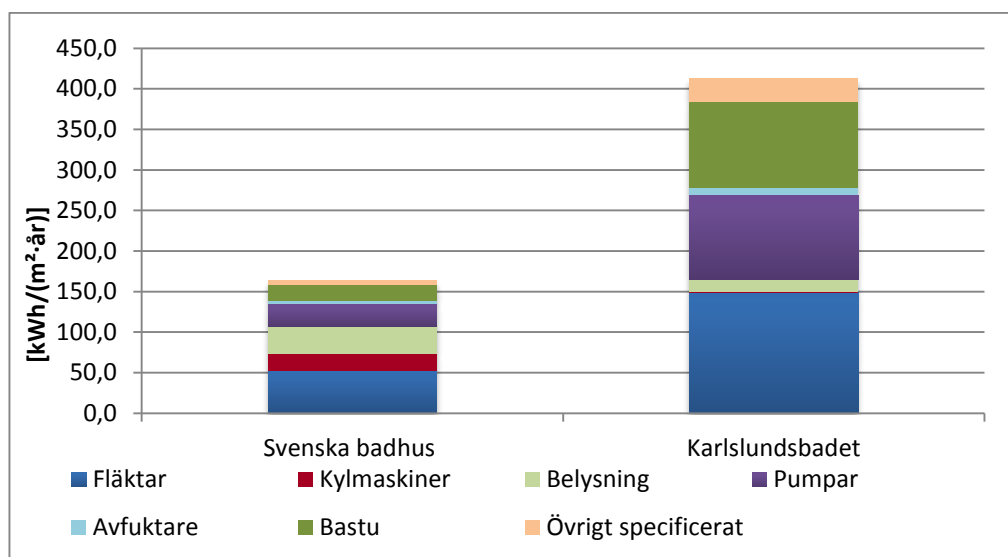


Figur 39: Karlsundsbadets elanvändning per areaenhet fördelad på användningsområden

Figur 39 visar fördelningen av elanvändningen utifrån dess användningsområde. Här kan ses att fläktar är den största elanvändaren med drygt en tredjedel av elanvändningen. Vidare står bastuaggregaten och pumpar till bassängvatten för ungefär en fjärdedel. Dessa är de tre överlägset största posterna och är de enda posterna som överstiger det föreslagna riktmärket från Energimyndigheten för betydande del av anläggningens totala energianvändning. Föreslaget riktmärke för betydande del är 5 % energianvändningen, vilket motsvarar 10 % av elanvändningen i Karlsundsbadets fall. Som beskrivits i Kapitel 2.1.4, *Riktlinjer för energikartläggningar*, i Energimyndighetens riktlinjer, är det dessa användningsområden som bör studeras vidare. Belysningen står endast för 3,7 % vilket gör att denna post inte hade undersökts vidare enligt Energimyndighetens riktlinjer. Trots detta inventeras belysningen senare i detta kapitel, enligt motiveringen i metodkapitlet ovan.

Tidigare beskrivna begränsningar och felkällor i metodiken påverkar även i detta fall den resulterande fördelningen. Felkällornas effekt på de olika användningsområdena varierar mycket.

För att kunna jämföra elanvändningens fördelning med den genomsnittliga fördelningen i STIL2-studien presenteras den nedan utifrån mer generella kategorier.



Figur 40: Elanvändningen per areaenhet fördelad på användningsområden för Karlslundsbadet och genomsnittet från STIL2 studien

Figur 40 visar Karlslundsbadets uppdelade elanvändning i förhållande till genomsnittet i Sverige. Karlslundsbadet har en betydligt större elanvändning än snittet vad gäller de dominerande användningsområdena; fläktar, pumpar och bastuaggregat. Metodbegränsningarna tillsammans med många bastuaggregat, med onödigt långa drifttider, kan tänkas orsaka skillnaden för bastukategorin. Pumparnas stora skillnad från snittet kan delvis förklaras av äventyrsavdelningens kraftiga pumpar och blåsare, som har ingått i användningsområdet. Även pumparnas och blåsarnas höga ålder, kan påverka deras verkningsgrader och därmed elanvändning. Anledningen till fläktarnas skillnad från snittet skulle kunna vara en kombination av en rad faktorer. Samtliga ventilationssystem är från badets byggnation, vilket kan påverka deras verkningsgrader och detta har lett till en rad problem. Utöver detta använder aggregaten mycket enkla temperaturstyrda reglersystem och flödet är inte behovsstyrt eller nattsänkt.

Karlslundsbadet har däremot en något lägre elanvändning till belysning än snittet för de inventerade anläggningarna. Detta skulle kunna förklaras av en rad faktorer. En av dessa är att Karlslundsbadet är ett äventyrsbad med en dämpad belysning istället för väl upplysta tränings- eller tävlingsbassänger. En annan faktor är den snabba utvecklingen mot energisnålare ljuskällor de senaste åren. En tredje viktig faktor är metodikens begränsning vid fördelningen av den uppmätta elanvändningen.

Även elanvändningen för kylmaskiner är lägre gentemot snittet. Anledningen till det är att ingen direkt kylning finns i badets ventilationssystem. Användningsområdet innehåller endast ett luftkonditioneringsaggregat i entrén som togs i drift under sommaren 2014.

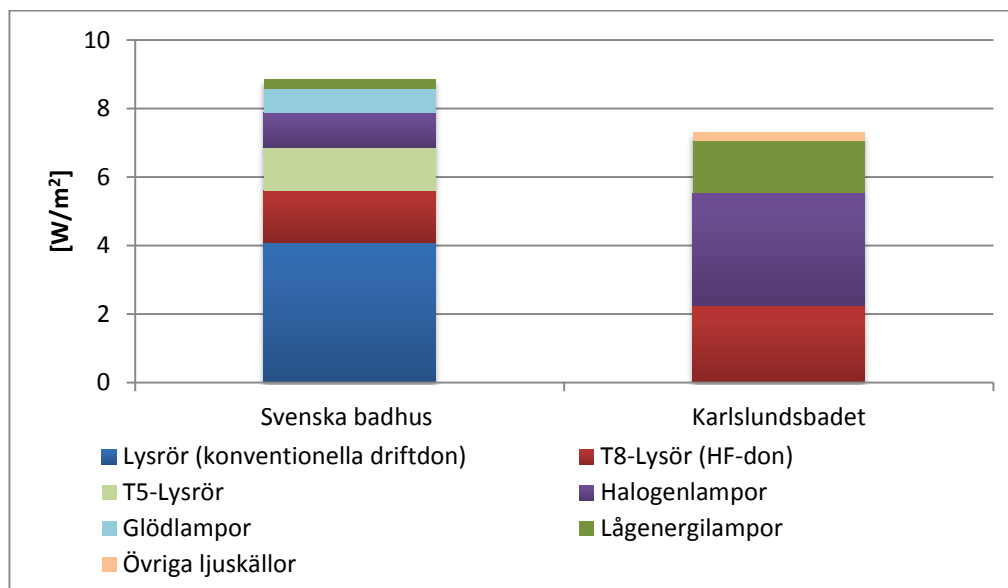
Karlslundsbadet har tre gånger så hög energianvändning för posten avfuktare gentemot snittet i Sverige. I användningsområdet ingår de två värmepumparna som ingår i badets ventilationsaggregat. De anses i kartläggningen vara avfuktare eftersom det är deras

huvudsakliga uppgift, inte uppvärmning, och därför redovisas deras elanvändning inte som elvärme. Deras styrning gör även att fördelningen är känslig för metodbegränsningarna.

Posten *övrigt specificerat* är betydligt större för Karlslundsbadet än för genomsnittet. Anledningen är tredelad. För det första gör antagandet för kategorin att dess elanvändning delvis bygger på information från *övrigt specificerat* kategorin i snittet. Utöver det innehåller användningsområdet den energianvändning som i STIL2 var oidentifierad och där fördelades på samtliga användningsområden i snittfördelningen. Ytterligare innehåller kategorin den beräknade energianvändningen för UV-behandlingen av bassängvattnet.

Belysningsinventering

Nedan presenteras resultaten från inventeringen av Karlslundsbadets belysnings-system.



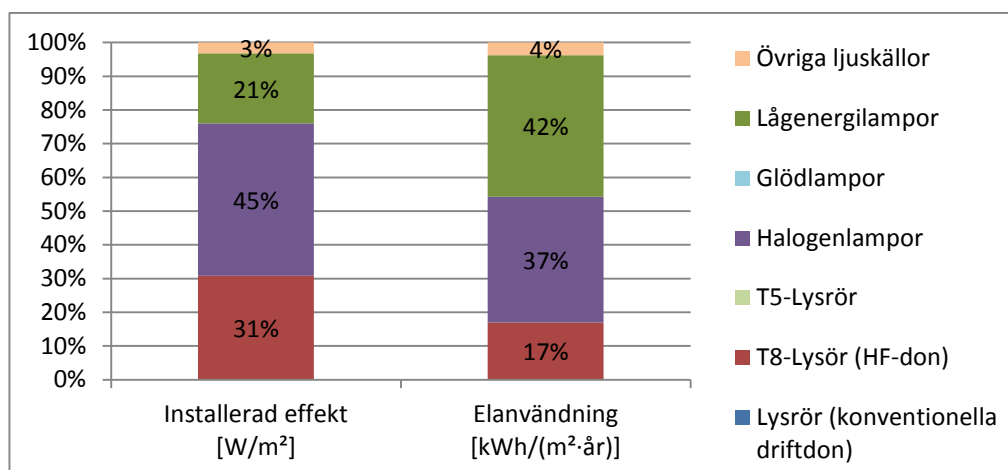
Figur 41: Installerad effekt per areaenhet för olika ljuskällor för Karlslundsbadet och genomsnittet från STIL2 studien

Figur 41 visar den installerade effekten per enhet uppvärmd area för Karlslundsbadets belysning. Här kan ses att Karlslundsbadet har en lägre installerad effekt än snittet i Sverige. Detta beror troligen främst på att effektivare ljuskällor används i större utsträckning än i ett genomsnittligt badhus. Belysningen kan även vara mer dämpad än i andra badhus, som beskrivits ovan. Jämförelsenormens ålder gör det även svårt att säga något om hur Karlslundsbadet ligger till gentemot snittet i dagsläget.

Figuren visar däremot att inga lysrör med konventionella driftdon används, som använder energi även när de inte är igång. Det ska även nämnas att Karlslundsbadets

halogenlampor, samt vissa lågenergilampor, höll på att bytas ut mot energieffektivare LED-belysning under tiden som energikartläggningen gjordes.

Eftersom den installerade effekten inte alltid är proportionerlig mot belysningens energianvändning, presenteras dessa tillsammans i Figur 42 nedan.



Figur 42: De olika ljuskällornas andelar av installerad effekt per areaenhet och elanvändning

Figuren visar att trots att T8-Lysrören bidrar med cirka 30 % av den installerade effekten står de endast för omkring 18 % av energianvändningen. En anledning till detta kan vara att en stor del av dessa är installerade i källaren och styrs av en rörelsevakt. Detta gör att de inte är igång lika ofta som t.ex. belysningen i simhallen. Vidare står lågenergilamporna för cirka 20 % av den installerade effekten medan de svarar för omkring 40 % av energianvändningen. Detta kan förklaras av att större delen av belysningen i simhallen är lågenergilampor. En del av denna belysning är även på dygnet runt. Halogenlamporna står för 45 % av all installerad effekt i badet men endast för 37 % av elanvändningen. Detta beror på att en stor del av halogenlamporna, som är placerade i taket i simhallen, aldrig används. Resterande halogenlampor har under våren 2015 bytts till LED-lampor vilket troligen dragit ner både elanvändningen och den installerade effekten per areaenhet ännu mer.

Övriga resultat från ishallens belysningsinventering finns i Bilaga C, *Belysningsinventering för respektive anläggning*.

4.5.3 Sökande efter energihushållningsåtgärder

Karlsundsbadet består generellt av äldre system där de flesta är från tiden när badet byggdes 1994. Dessa system saknar i de flesta fall den typ av styrning som är tillgänglig i dagsläget. Då dessa komponenter är drygt 20 år gamla kan även nyare modeller ha en högre verkningsgrad vilket minskar energianvändningen generellt. Vad gäller byggnadens konstruktion finns en rad uppenbara köldbryggor såsom kopplingen till utebassängen eller vattenrutschbanornas in- och utgångar ur anläggningen.

Belysning

Belysningen bestod generellt av äldre typer av armaturer och ljuskällor vid tillfället för kartläggningen. T.ex. belystes bassängerna underifrån med hjälp av energikrävande *halogenlampor*. Dessa skulle kunna bytas mot nyare energisnåla LED-lampor. Under slutskedet av examensarbetet började detta även testas i badet med gott resultat. Vid slutet av examensarbetet började även resterande belysning i badet bytas ut mot nyare energisnålare teknik. Vid byte av teknik bör även ljuskvaliteten beaktas så att den nya tekniken kan leverera en likvärdig kvalitet.

Ventilation

Ventilationsaggregaten i Karlslundsbadet installerades när badet öppnades 1994 och är relativt enkla jämfört med dagens teknik. De har ett konstant flöde och styrs endast av temperatur och luftfuktighet. Vissa aggregat sänker även temperaturen under nattetid. Om ventilationsaggregaten byts ut kan en mer sofistikerad styrning installeras som inte enbart styrs av temperatur och fuktighet. En mer avancerad styrning skulle t.ex. kunna styra flödet av luft utifrån mängden koldioxid och triklorammin. Detta skulle möjliggöra ett lägre luftflöde under framförallt nätter och övriga tillfällen med få badande och mindre avdunstning. Lägre luftflöde minskar energianvändningen för fläktar och andra komponenter i ventilationssystemet samtidigt som värmeförluster minskas och därmed uppvärmningsbehovet.

Genom att byta ut ventilationsaggregaten skulle även verkningsgraden hos värmeväxlarna kunna ökas. Nya aggregat kan ha en verkningsgrad över 80 % medan de gamla motströmsväxlarna i Karlslundsbadets ventilation har en verkningsgrad runt 50 %.

Via intervjuer med badets personal framkom det att inomhusklimatet i Karlslundsbadet har upplevts som obehagligt, framförallt under sommaren. Anledningen var enligt personalen både på grund av höga inomhustemperaturer, upp emot 40°C, och problem med klorföroreningar i luften. Ett nytt ventilationssystem skulle även kunna förbättra arbetsmiljön i badet.

Kyla

Som en del i att lösa problemen med ett alltför varmt inomhusklimat installerades ett luftkonditioneringsaggregat i entrén. Detta är den enda separata kylutrustning som finns i Karlslundsbadet. Den har löst problemet med för höga inomhustemperaturer i receptionen men har samtidigt ökat elanvändningen. Aggregatet är igång dygnet runt vilket inte fyller något syfte då ingen personal är där nattetid. Vid en eventuell renovering av de större ventilationsaggregaten borde även klimatet i entrén tas i beaktande. Därigenom hade det blivit en bättre styrning av inomhusklimatet.

Bassängvatten

Som visades i kartläggningen står badvattencirkulationen för mer än 5 % av elanvändningen och bör därmed ses som ett av de större systemen att studera vidare. Då de flesta system som berör bassängvattnet är från tiden då badet byggdes finns här en stor potential för energieffektiviseringar. Effektiviseringarna rör både enklare åtgärder

såsom styrning och beteendeförändringar men även större ingrepp såsom byten av pumpar och liknande. Några exempel beskrivs här nedan.

Karlslundsbadet har en rad olika vatteneffekter såsom virvlar, bubblor osv. i äventyrsdelen av badet. Några av dessa styrs i dagsläget manuellt av personalen när badande gäster efterfrågar den specifika äventyrseffekten. Resterande effekter är igång med ett visst tidsintervall under hela dagen oavsett om det finns badande gäster som efterfrågar effekten eller ej. Genom att införa en behovsbaserad styrning till dessa skulle energianvändningen kunna minska.

Vattencirkulationen i de tre olika badvattensystemen går dygnet runt med konstant flöde. Genom att sänka flödet när badet är stängt skulle en besparing kunna göras. Här måste dock vattenreningen tas i beaktande samt eventuella lagar och regler rörande badvattencirkulation.

I vattencirkulationssystemen finns tre sandfilter. Dessa backspolas en gång i veckan med varmt bassängvatten. Det smutsiga bassängvattnet spolans sedan direkt ut i avloppet och nytt vatten tas in i systemet för att fylla upp. För att utnyttja värmen som finns i bassängvattnet som spolans ut hade denna kunnat värmväxlas mot inkommande vatten. Ett alternativ hade även varit att undersöka möjligheten till att spola filtren med kallvatten istället för bassängvatten.

Karlslundsbadet har en mindre utebassäng som ingår i det stora vattencirkulationssystemet som försörjer äventyrsdelen och motionssimningsdelen med vatten. Denna är öppen året om för besökare och därmed är den en stor källa till energiförluster, framförallt vintertid. En enkel åtgärd hade varit att stänga av denna del av bassängen under vintern och avskilja den från vattencirkulationen under denna tid. Detta hade även möjliggjort att luftslussen hade kunnat stängas vintertid. Genom att stänga utebassängen hade därmed värmeförlusterna, både från badvattnet och luften, kunnat minskas. Enligt personalen används utomhusbassängen dock mycket av besökare under vintertid vilket även måste tas i beaktande.

Utomhusbassängen saknar även en komplett bassängtäckning. I dagsläget används en bassängtäckning som endast täcker delar av bassängen efter stängning på kvällarna. Enligt personalen är den inte användarvänlig och har varit problematisk. En ny bassängtäckning hade gjort att hela bassängen kunde täckas vilket hade isolerat poolen bättre och därmed sparat energi. Även inomhusbassängen skulle kunna täckas när bassängen inte används, vilket kan leda till minskade värmeförluster och sänkt luftfuktigheten och därmed minskad energianvändning för ventilationen.

Övrigt

Som nämnts ovan var en rad bastuaggregat igång vid tillfället för nattvandringen. Bastuaggregaten i Karlslundsbadet står för cirka 25 % av elanvändningen och är därmed en betydande energianvändare. En ändring av bastuaggregatens drifttider till att endast vara igång under anläggningarnas öppettider skulle drastiskt kunna minska deras energianvändning.

Personalen har tidigare försökt isolera rutschbanornas in- och utlopp när dessa inte används med egenbyggd isolering. Åtgärder som dessa kan minska uppvärmningsbehovet i anläggningen. Då dessa inte var tillräckligt användarvänliga, slutade de användas. Mer användarvänlig design av isolering kan därför vara en enkel åtgärd.

5 Utvärdering av energikartläggningsmetodik

I detta kapitel utvärderas Energimyndighetens riktlinjer för energikartläggningar, utifrån ovan genomförda fallstudie.

Nedan utvärderas Energimyndighetens riktlinjer utifrån deras tillämpbarhet vid de ovan genomförda energikartläggningarna av de två idrottsanläggningarna i Karlslund. Riktlinjerna utvärderas systematiskt utifrån deras struktur och uppdelning, där fokus ligger på datainsamling och beräkningsmetodik.

5.1 Steg 1 – Beskrivning av anläggningarna

Som nämnts i Kapitel 2.1.4, *Riktlinjer för energikartläggningar*, ska i ett första steg, systemgränser för kartläggningen sättas. Genom de genomförda kartläggningarna kan vikten av systemgränser styrkas. Anledningen är att hantering av energiflöden utanför gränserna måste tydliggöras. Denna hantering kan dock vara mycket besvärlig. Ishallens kartläggning är ett exempel på detta. Där skulle energikartläggningens systemgränser dras runt hallen, med tillhörande omklädningsrum och klubblokaler. Dock ingick en rad verkstäder och omklädningsrum till fotbollsplaner i både el- och fjärrvärmeabonnemanget. Fritids- och kulturförvaltningens kontor ingick även i ishallens fjärrvärmeabonnemang. Att skilja dessa lokalers energianvändning från ishallen i kartläggningen hade krävt installationer av ny mätutrustning eller uppskattningar och antaganden. För att inte påverka mätvärdens tillförlitlighet, vad det gäller energianvändningens magnitud, valdes istället att sätta systemgränsen så att dessa byggnader inkluderades i kartläggningen. Genom detta påverkar dessa lokaler endast elanvändningens fördelning på användningsområden. Deras andel uppskattades och inkluderades i kategorin övrigt specificerat, vilket har beskrivits utförligare i Kapitel 4.3, *Metodik för utförande av energikartläggningarna*.

Riktlinjerna tar även upp att ett blockschema eller liknande bör tas fram för att bilda en uppfattning om systemets omfattning och utformning. Detta fungerade bra i de utförda kartläggningarna, där tankekartor togs fram över respektive anläggnings energisystem.

5.2 Steg 2 – Kartläggning av anläggningens aktuella energianvändning

Som beskrivits i Kapitel 2.1.4, *Riktlinjer för energikartläggningar*, ska all information rörande anläggningens energianvändning samlas in i detta steg, som statistik rörande elanvändningen och bränsleförbrukningen. För system där befintlig data inte räcker till ska informationen samlas in om bl.a. installerad effekt och drifttider för samtliga komponenter.

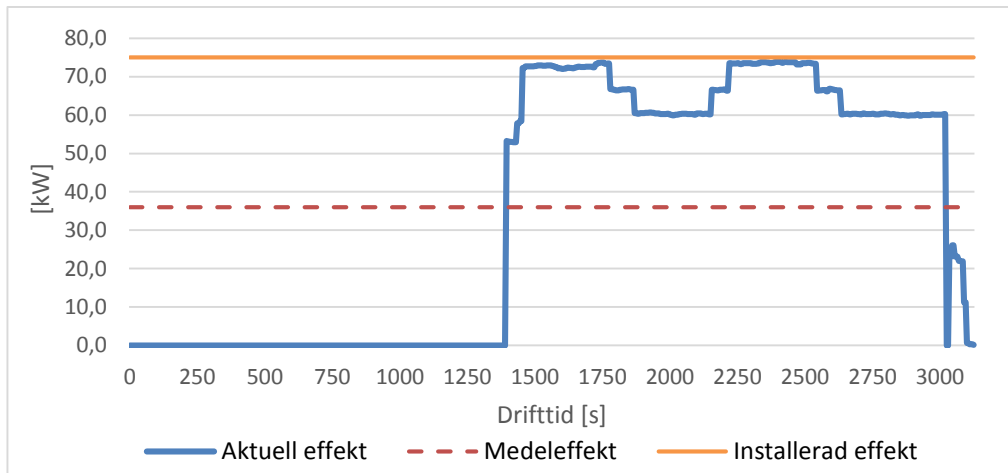
Utifrån ovan genomförda kartläggningar kan det konstateras att befintlig data om elanvändningen var mycket begränsad, vilket förmodligen inte är unikt för dessa anläggningar. Information om komponenters installerade effekt och drifttider behövde därför samlas in. Dokumentation av tekniska specifikationer av energisystemets

komponenter var även begränsad, speciellt för äldre utrustning. Installerad effekt gick ofta att avläsa direkt från komponenterna, men i fall där den inte framgick samlades annan åtkomlig information in, exempelvis modellnummer. Dessa uppgifter användes sedan för att söka märkeffekten på internet, vilket ofta saknades för äldre komponenter. Begränsningar av befintlig data, som de ovan beskrivna, leder till att uppskattningar måste göras, vilket ytterligare försämrar arbetets kvalitet. I de genomförda kartläggningarna uppskattades de kvarstående effekterna utifrån liknande komponenter i systemet eller information om ström och spänning.

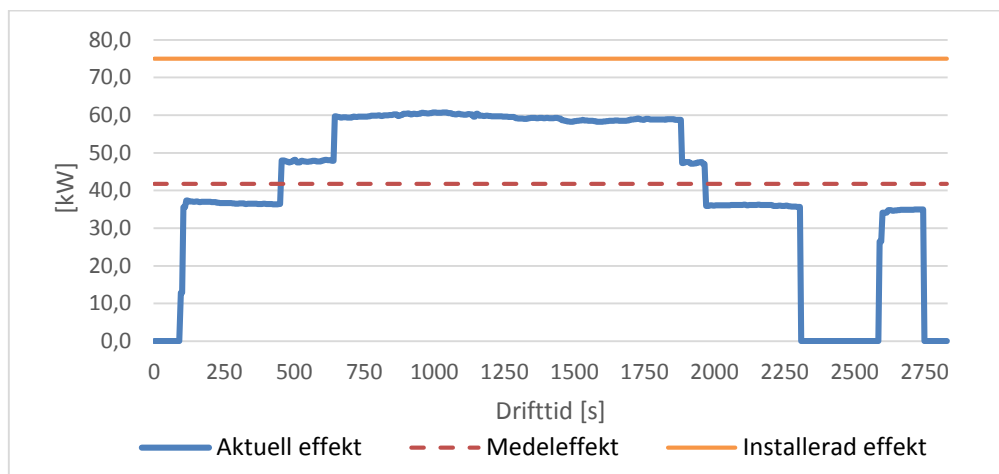
Insamling av information om drifttider kan, vid en första anblick, verka relativt okomplicerat. Detta var däremot inte fallet då flertalet komponenter antingen är automatiskt periodiserade, manuellt styrda utifrån behov eller styrda av t.ex. temperaturförändringar. Det medförde att drifttider i många fall uppskattades med varierande noggrannhet. Komponenter som är automatiskt periodiserade är relativt enkla att uppskatta drifttider för, då det oftast endast krävs en tidsstudie över deras periodtider. Drifttider för t.ex. temperaturstyrda komponenter är däremot svåra att ta fram utan faktiska ström- eller effektmätningar, då dessa inte följer något regelbundet mönster. Även komponenter med manuell styrning kan vara svåra att uppskatta drifttider för, då dessa inte följer något regelbundet mönster. Ett exempel på sådana är äventyrsutrustning i Karlslundsbadet. Vissa av dessa styrs manuellt av personalen och startas då besökare vill använda utrustningen. Uppskattandet av drifttider för dessa äventyrseffekter bygger till största del på intervjuer med personalen där de får uppskatta hur ofta dessa effekter har använts i genomsnitt över t.ex. ett års tid. Dessa uppskattade drifttider är svåra att kontrollera och säkerställa.

Om syftet med en energikartläggning är att få en grov fördelning av energi-användningen på olika användningsområden, kan beräkningar utifrån installerade effekter av olika komponenter vara ett bra första steg. Däremot är det viktigt att kartläggaren är medveten om begränsningarna med metoden, som har beskrivits i kartläggningarna ovan.

Kartläggningen visar på felkällornas effekter på resultaten där den beräknade elanvändningen för de båda anläggningarna överstiger den uppmätta elanvändningen i varierande grad. Dessa resultat visar däremot inte om det är variationer i den installerade effekten eller drifttiden som är orsaken till feluppskattningen. För att vidare undersöka problematiken presenteras nedan mätvärden gällande kylmaskinen för ishallens inomhussbana



Figur 43: Driftförhållandet under en knapp timme för elmotorn till kompressor 1



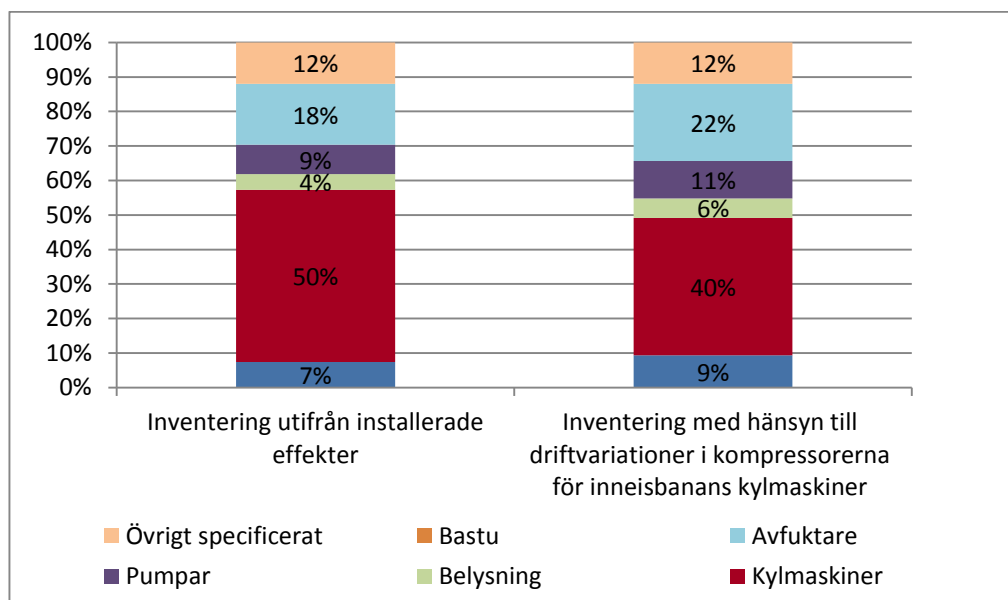
Figur 44: Driftförhållandet under en knapp timme för elmotorn till kompressor 2.

Figur 43 och 44 visar kylmaskinens två kompressorers driftförhållande under knappt en timme vardera, uppmätta i november 2014. Utifrån dessa figurer framgår det att ingen av kompressorernas elmotorer arbetar utifrån sin installerade effekt under hela drifttiden, som metoden förutsätter. Elmotorn till kompressor 2 når aldrig upp till sin installerade effekt utan har en maxeffekt på 60 kW, vilket beror på att renovering av kompressorn resulterade i bättre COP (Coefficient Of Performance) värde dvs. högre kyleffekt per enhet elektrisk effekt. Kompressor 1 når däremot upp till den installerade effekten under kortare tidsintervall. Figurerna visar även att effekten varierar betydligt under den uppmätta drifttiden. Den streckade linjen i de två figurerna visar medeleffekten under den aktuella timmen för de två motorerna. Denna är, i båda fallen, endast cirka hälften av den installerade effekten. Detta visar att användningen av den installerade effekten vid beräkningen av kompressorernas elanvändning, leder till en stor överskattning. För de uppmätta perioderna motsvarade överskattningen en faktor två.

Kompressorerna kan anses vara drastiska exempel på dessa variationer men även mindre pumpar och fläktar kan ha en aktuell effekt som avviker från den installerade. Som exempel på detta har ventilationsaggregaten till omklädningsrummen i ishallen en installerad effekt på 1.6 kW medan de, enligt tillverkarens produktblad, har en aktuell effekt på 0.85 kW vid normal drift (Swegon, 2011). Den aktuella effekten är, som i fallet för kompressormotorerna, hälften av den installerade effekten. Båda dessa exempel styrker problematiken med användandet av installerade effekter vid energikartläggningar, även för en mindre fläkt i systemet.

Utifrån figurerna syns även att den effektiva drifttiden avviker betydligt från den totala dvs. hela perioden som kylmaskinerna är igång. Kylmaskin 1 är endast igång drygt halva den studerade tiden medan kylmaskin 2 arbetar under större delen av det studerade tidsintervallet. Detta visar att användning av total drifttid, som i ovan genomförda kartläggning, ger upphov till en relativt stor felkälla. Detta gäller alla typer av komponenter som styr eller påverkas av variabler såsom temperatur, tryck eller luftfuktighet. Anledningen är att dessa system ändrar den aktuella effekten över korta tidsintervall. I och med att allt fler styr- och reglersystem installeras, delvis för att spara energi, leder användning av denna metod till alltmer missvisande resultat. Därmed kan det konstateras att riktlinjernas angreppssätt kan anses fungera för enklare system med regelbundna driftförhållanden. Däremot kräver mer avancerade system regelbundna mätningar och övervakningssystem för att kunna skapa en rättvisande bild över deras energianvändning.

För att undersöka vilken påverkan det skulle ha på elanvändningens fördelning i ishallen att använda kompressormotorernas aktuella effekt istället för den installerade, togs följande figur fram.



Figur 45: Elanvändningen fördelad, dels utifrån installerad effekt och dels med hänsyn till driftvariationer i kompressorerna för inomhusisbanans kylmaskiner

Figur 45 visar förändringen i elanvändningens fördelning på de olika användningsområdena vid substitution av kompressormotorernas installerade effekt med den aktuella. I beräkningarna antas respektive motors uppmätta medeleffekt gälla för hela drifttiden, vilket resulterar i en ny årlig elanvändning. Antagandets tillförlitlighet kan inte fastslås, då inga mätningar har gjorts på dygns- och säsongsvariationer. Eftersom syftet med figuren endast är att påvisa hur övriga användningsområden påverkas av metodikens felkällor, anses antagandet inte vara av större betydelse.

Figuren visar att kompensering av den överskattade energianvändningen för kylmaskinerna ger även utslag i andra användningsområden i Figur 45, då fördelningen är relativ. Det syns att alla andra användningsområdens relativa andel ökar när effekterna av överskattningen kompenseras. Liknande överskattningar av energianvändningen kan antas gälla även för andra användningsområden, dock i varierande utsträckning.

De användningsområden som dessa överskattningar får minst utslag på, är områden som belysningen där den installerade effekten motsvarar den aktuella effekten. Detta medför att sådana områden kommer få en större relativ andel om ovan beskrivna metodik används vid hela energikartläggningen.

Effekten av metodikens felkällor på elanvändningens fördelning kan avgöra om en viss åtgärd studeras vidare eller inte. Enligt Energimyndighetens riktlinjer ska endast de system som använder en betydande del av energin studeras vidare. Som ett riktmärke för vad en betydande del energi innebär, nämns att system som står för mer än 5 % av energianvändningen kan anses använda en betydande del av energin. Givet denna 5 % gräns kan den nya metodiken flytta olika system både över och under detta gränsvärde. Oavsett vilket riktmärke som används påverkar metodiken fördelningen mellan användningsområden och därmed vilka användningsområden anses som betydande.

Ovan har problematiken rörande Energimyndighetens tillvägagångssätt vid datainsamling beskrivits. Denna problematik beskrivs däremot inte i riktlinjerna, därmed kan de anses missvisande då resultatet som fås av att inventera installerad effekt och uppskatta drifttider inte behöver spegla den verkliga energianvändningen. Hanteringen av felmarginaler är inte heller något som nämns i de övriga riktlinjerna.

De olika användningsområdena i anläggningarna kan definieras på olika detaljnivå. I STIL2 är pumpar en egen kategori medan de i energikartläggningen ovan även är uppdelade utifrån vilket system pumparna tillhör, t.ex. pumpar i luftbehandlings-systemet. I Karlslundsbadets fall skulle även en uppdelning på badvattencirkulationspumpar och äventyrseffektpumpar vara möjlig. Badvattencirkulationspumparna skulle sedan kunna delas upp utifrån vilket vattencirkulationssystem de försörjer. Valet av detaljnivå är därmed avgörande för huruvida ett system har en betydande energianvändning eller inte.

Energimyndighetens riktlinjer har ett stort fokus på elanvändningen, vad gäller analyser och datainsamling. De nämner däremot inget om vilka parametrar som bör studeras för att få en bild av värmebehovets fördelning på respektive system. För att få en rättvisande bild av energisystemen i en anläggning och för att kunna ställa upp korrekta energibalanser behöver även värmen i anläggningen kunna fördelas. Denna fördelning

utfördes inte heller i ovan genomförda energikartläggning. Anledningen var problematiken kring installationen av mätutrustning. Detta skulle även kunna vara en anledning till att detta inte tas upp i riktlinjerna då det, i ett första steg, skulle kunna anses för komplicerat och kostsamt. Energimyndighetens riktlinjer är även länkade till programmet för energieffektivisering i energiintensiv industri, vilket förklarar dess fokus på elanvändningen. Däremot förväntades att de övriga riktlinjerna skulle ha lyft fram värmeanvändningen i byggnader men detta är inget som gjorts.

Vidare tar riktlinjerna inte upp något om energiförluster i form av värme- eller kylförluster till omgivningen genom klimatskal. Dessa förluster behöver tas fram för att kunna ställa upp de kompletta energibalanserna över anläggningarna som riktlinjerna menar att en kartläggning ska mynna ut i. Dessa beräkningar görs vanligtvis i simuleringsprogram, vilka generellt kräver indata i form av t.ex. schabloner för byggnadstyper. Detta kan anses för komplicerat för att studeras på djupet inom ramen för riktlinjerna, däremot skulle riktlinjerna kunna kompletteras med en punkt rörande köldbryggor och dess påverkan på klimatskalet och värmesystemet.

Denna analys av kartläggningarnas resultat visar att Energimyndighetens riktlinjer i sin helhet inte fungerar för anläggningar motsvarande Karlslundsbadet och Landskrona ishall.

5.3 Steg 3 och 4 – Anläggningens energianvändning på kort och lång sikt

I dessa steg, som utgick i de genomförda kartläggningarna, ska anläggningens energianvändning på kort och lång sikt studeras. Här ska hänsyn tas till planerade förändringar inom den närmaste framtiden som kan ha en påverkan på energianvändningen.

Anledningen till att stegen utgick i de genomförda kartläggningarna var att inga konkreta kort- eller långsiktiga planer fanns för energihushållningsåtgärder. På grund av detta går det inte att utvärdera dessa punkter utifrån ovan utförda kartläggningar. Däremot är framtida planer och renoveringsbehov ändå viktiga att ha i åtanke när åtgärder senare ska tas fram. Detta oavsett om de är planerade eller inte. Ett exempel kan vara en komponent som har en onormalt hög energianvändning, men inte tillräckligt hög för att den ska bytas ut. Har denna komponent även ett relativt stort renoveringsbehov kan kostnaden eventuellt fördelas på både underhåll och energieffektivisering vilket kan bidra till att det blir lönsamt att byta ut komponenten.

5.4 Steg 5 - Sökande efter åtgärder

Enligt riktlinjerna ska sökandet efter åtgärder, för vidare utvärdering, ske i tre etapper. I första etappen studeras endast den tekniska potentialen för en åtgärd. Då ett av målen med denna rapport var att få ett underlag för fortsatta studier av anläggningarna, valdes att inte gå vidare från den första etappen. Därför utvärderas riktlinjerna främst utifrån denna etapp.

Som nämns i Kapitel 2.1.4, *Riktlinjer för energikartläggningar*, menar Energimyndigheten att det är viktigt att hela anläggningens energianvändning tas i beaktande när möjliga åtgärder tas fram. Ett flertal av de möjliga åtgärderna,

presenterade i respektive energikartläggningskapitel ovan, har eller kan ha en påverkan på andra system, vilket ytterligare förstärker relevansen av Energimyndighetens påpekande.

Enligt riktlinjerna bör de system och komponenter som använder en betydande del energi, vara de områden som studeras vidare och möjliga åtgärder utredas. Som nämnts ovan kan denna punkt ses som problematisk. Dels utifrån resonemanget kring vilken detaljnivå användningsområdena ska delas upp i och dels då även mindre energikrävande användningsområden kan ha en stor potential för effektivisering. Ett tydligt exempel är användningsområdet belysning där relativt enkla åtgärder kan ge stora utslag på användningsområdets energianvändning. Detta fokus på de användningsområden som använder mest energi lyfts även fram som ett problem i boken *Energikoll i små och medelstora företag – vägledning och checklistor för mer effektiv energianvändning!* publicerad av Energimyndigheten.

Vid sidan om de utförda energikartläggningarna gjordes ett försök att ta fram ett verktyg för urvalet av energihushållningsåtgärder som lyfter fram och tar hänsyn till hållbarhet utöver de ekonomiska aspekterna. Utifrån detta arbete utvärderas Energimyndighetens riktlinjer nedan.

Arbetet med verktyget visade att det är positivt att ekonomiska aspekter inte tas upp i första och andra etappen av val av åtgärder i Energimyndighetens riktlinjer. Riktlinjerna ser endast till den tekniska potentialen i den första etappen vilket ökar antalet åtgärder att gå vidare med. Utifrån ovan genomförda kartläggning kan det även konstateras att det ökar kreativiteten vid framtagandet av möjliga åtgärder genom att inte sätta ekonomiska begränsningar i ett första steg.

Däremot är de ekonomiska aspekterna avgörande för vilka åtgärder som implementeras sett utifrån riktlinjerna. Utifrån arbetet med kartläggningarna framkom, att det kan finnas en rad andra aspekter såsom arbetsmiljö, komfort, renoveringsbehov, synliggörande av hållbarhetsarbete osv som också borde vägas in i investeringskalkylen. Vilka aspekter och vilken vikt dessa ska ha i kalkylen beror på syftet med kartläggningen och anläggningsägarnas roll i samhället.

I fallet ovan där Landskrona stad står som ägare till de studerade anläggningarna, som dessutom är placerade i en mindre attraktiv del av Landskrona, skulle t.ex. samhällsnyttan med åtgärderna vägas in. En åtgärd som kan synliggöra att kommunen satsar på området kanske borde utföras, även om den inte är ekonomiskt lönsam då den kan få området i sig att bli mer attraktivt.

6 Diskussion

I detta kapitel diskuteras rapportens metodik och dess begränsande påverkan på resultatet.

Eftersom examensarbetets inriktning ändrats under tiden för dess utförande, har metodiken och datainsamlingen endast kunnat anpassas i en begränsad utsträckning. Om projektets avgränsningar, systemgränser och andra förutsättningar varit tydliga från början hade en lämpligare metodik kunnat utvecklas.

Ett enkelt exempel på detta är anpassningen av beräkningsmetodik för att undvika överskattningar av anläggningens totala elanvändning. Anpassningen leder till fel i den relativa fördelningen mellan användningsområdena. Om den totala beräknade elanvändningen däremot tillåts överstiga den uppmätta elanvändningen, blir elanvändningens fördelning på vissa användningsområden mer rättvisande. Belysningen är som tidigare beskrivits ett sådant område.

Med examensarbetets nuvarande syfte som utgångspunkt hade exempelvis följande metodik kunnat tillämpas. Mätningar, motsvarande de som utförts på kylmaskinen, hade kunnat utföras på alla övriga användningsområden. Samlade mätvärden hade möjliggjort en anpassning av beräkningarna resulterande i en mycket mer tillförlitlig fördelning av elanvändningen efter användningsområden.

6.1 Resultatens tillförlitlighet

Bristen på faktiska mätvärden för användningsområdenas energianvändning och begränsade resurser, uteslöt möjligheten att utföra en kartläggning som ger en korrekt bild av energianvändningens fördelning i anläggningarna. Alternativet som riktlinjerna föreslår, och även förespråkar för energikartläggningens inledande skede, är att utföra beräkningar utifrån befintlig statistik eller installerad effekt och drifttider. Faktiska mätningar rekommenderas endast för vidare studier av de användningsområden som står för en betydande del av energianvändningen.

En jämförelse av befintlig statistik över energianvändningen med resultaten, utifrån den använda metodiken, visar på felkällornas effekt på det totala resultatet. Ytterligare analys av mätvärden för en komponent inom användningsområdet tyder på att elanvändningens fördelning på de olika användningsområdena inte ger en rättvisande bild av den aktuella situationen. Hur stor påverkan felkällorna har på respektive användningsområde har däremot inte kunnat kontrolleras.

Utöver beräkningsmetodikens begränsningar har svårigheter i datainsamlingen för vissa komponenter i energisystemet begränsat resultatets tillförlitlighet, då vissa antaganden har krävts.

Kombination av dessa effekter begränsar resultatets tillförlitlighet betydligt.

6.2 Huvudsaklig kritik mot riktlinjerna

Utvärderingen av Energimyndighetens riktlinjer för energikartläggningar har präglats av kritik mot kartläggningarnas bristande noggrannhet och resultatens tillförlitlighet. Bristen på information om detta i samtliga riktlinjer är även något som anses speciellt anmärkningsvärt. Utifrån riktlinjerna är det svårt att utföra en korrekt energikartläggning för så pass komplicerade anläggningar som de studerade idrottsanläggningarna. För att kunna utföra korrekta energikartläggningar för dessa anläggningar behövs nya mätsystem installeras. Dessa mätsystem behöver kunna spara data över tid för att sedan kunna användas för djupare analyser.

6.3 Varför genomföra energikartläggningar?

Eftersom en energikartläggning endast är ett första steg i arbetet med energihushållning, kan vikten av dess resultats noggrannhet ifrågasättas. Svaret på frågan beror på kartläggningens syfte och förutsättningarna i verksamheten som ska kartläggas.

Om syftet är att få en grov översikt av energisystemet, främst för att öka driftpersonalens förståelse för energisystemet, kan energikartläggningar i stil med de genomförda vara tillräckligt noggranna. Om en energikartläggare är medveten om metodikens begränsningar vid utförandet av en energikartläggning, kan processen vara väldig lärorik, även om resultaten blir något missvisande. Det är därför väldigt viktigt att personalen som ansvarar för anläggningarnas drift är inblandad i hela processen. Huvudnyttan med kartläggningen blir därmed utbildning av driftpersonal, vilket i många fall behövs. Detta kan leda till en ökad medvetenhet och ett ökat engagemang i arbetet med energihushållning.

Om konsulter eller andra externa aktörer utför en kartläggning som inte är särskilt noggrann, finns det risk för att kartläggningens felkällor leder till felaktiga beslut och åtgärder. Utöver det krävs det ofta någorlunda djup kunskap om energifrågor för att tolka kartläggningarnas resultat.

En ytterligare fråga som uppstår är hur mycket tid och resurser som ska läggas på en detaljerad energikartläggning som ändå ger en felaktig fördelning. En energikartläggning som följer Energimyndighetens riktlinjer kan anses vara relativt tids- och resurskrävande, men som ovan genomförda kartläggningar visar kan resultatet variera i kvalitet.

Frågan får ytterligare relevans om energikartläggningarna ska utgöra beslutsunderlag för energihushållningsåtgärder. Enligt riktlinjerna kan noggrannare mätningar samt risk- och känslighetsanalyser krävas innan sådana beslut tas. Ett intressant alternativ till energikartläggningar kan vara att tillsammans med insatta personer resonera kring vilka områden som kan ha stor potential för förbättringar utifrån ett systemperspektiv och leda till önskvärda mervärden. För dessa områden kan mätutrustning installeras, vars värden utgör beslutsunderlag för framtida åtgärder.

Situationen är annorlunda för verksamheter där energikostnader, miljöpåverkan eller andra aspekter som påverkas av energianvändningen är av stor betydelse.

Energikartläggningar av sådana verksamheter kräver ytterligare anpassningar av metodiken vilket kan leda till noggrannare resultat. Även i dessa fall är driftpersonalens medverkan mycket viktig, speciellt för att kunna uppnå önskad noggrannhet. Anledningarna är bl.a. att personalens beteende och kunskap om drifrutiner kan påverka resultaten i stor utsträckning.

För sådana verksamheter kan även noggranna energikartläggningar ha en begränsad tillämplighet. Oavsett hur noggranna de blir ger en energikartläggning endast en bild av verksamhetens ”dåvarande” energianvändning. För att kunna följa upp åtgärders effekter och optimera dessa för lokala förutsättningar, krävs det mätsystem som kontinuerligt mäter och loggar energianvändningen. För vissa verksamheter behövs endast kompletteringar av befintliga styrsystem för att aktivera sådana funktioner. Mätsystemen möjliggör även kontinuerliga analyser av energianvändningen, vilket kan leda till upptäckter av enkla åtgärder, såsom ändringar i olika systems driftläge efter behov. Detta förutsätter dock att driftpersonalen har den kunskap och det engagemang som krävs för utförandet av analyserna.

7 Slutsatser

I detta kapitel sammanfattas arbetes slutsatser samt en sammanställning av förslag till framtida studier inom området.

7.1 Energikartläggningen

Resultaten från energikartläggningen visar att anläggningarna haft en relativt oförändrad energianvändning på årsbasis, för de år som data har funnits tillgänglig. Däremot har den mer detaljerade presentationen av resultaten visat att aktiva punktinsatser, såsom genomgångar av driftsystem, har resulterat i en minskad energianvändning. Utifrån intervjuer med drifttekniker framgick att det aktiva arbetet med energihushållning i anläggningarna var mycket begränsat. De energibesparande åtgärder som har genomförts har oftast utförts på grund av dess underhållsbehov och har samtidigt påverkat energianvändningen positivt.

Utifrån kartläggningen framkommer även att de båda anläggningarna, speciellt Karlslundsbadet, använder betydligt mycket mer energi än genomsnittet för liknande anläggningar i Sverige. Nedan presenteras en sammanfattning av anläggningarnas energianvändning i förhållande till genomsnittet.

Tabell 3: Sammanställning av Landskrona ishalls energianvändning uppdelad på energibärare och de tre presenterade nyckeltalen

Energianvändning

| | Per areaenhet [kWh/(m ² ·år)] | Per enhet isyta [kWh/(m ² ·år)] | Per öppettimme [kWh/(h·år)] |
|-----------------------------------|---|---|--------------------------------|
| Fjärrvärme (normalårkorrigerad) | 70,6 | 156,9 | 86,1 |
| El | 269,4 | 598,8 | 328,8 |
| Summa | 340,0 | 755,6 | 415,0 |
| Summa nationellt | 263,7 | 535,4 | 256 |
| Skillnad från genomsnittet | +29% | +41% | +62% |

I Tabell 3 ovan ses en sammanställning av Landskrona ishalls energianvändning uppdelad på de tre presenterade nyckeltalen. Oavsätt vilket nyckeltal som studeras har ishallen i Landskrona mellan 20 – 60 % högre energianvändning än genomsnittet i Sverige.

En vidare fördelning av elanvändningen utifrån användningsområden visade att kylmaskinerna står för nästan 50 % av elanvändningen. Nästkommande användningsområde var avfuktare som stod för cirka 17 % av elanvändningen följt av diverse

pumpar som upptog runt 9 %. Utöver dessa områden antogs även den oinventerade utrustningen stå för 12 % av elanvändningen. Antagandet gjordes främst utifrån data rörande liknande anläggningar.

Tabell 4 nedan visar en sammanställning av Karlslundsbadets energianvändning i förhållande till genomsnittet, uppdelad på de tre presenterade nyckeltalen.

Tabell 4: Sammanställning av Karlslundsbadet energianvändning uppdelad på energibärare och de tre presenterade nyckeltalen

Energianvändning

| | Per areaenhet [kWh/(m ² ·år)] | Per enhet bassängyta [kWh/(m ² ·år)] | Per öppettimme [kWh/(h·år)] |
|-----------------------------------|---|--|--------------------------------|
| Fjärrvärme (normalårkorrigerad) | 417,3 | 2365,0 | 390,3 |
| El | 412,5 | 2337,6 | 385,8 |
| Summa | 829,9 | 4702,6 | 776,1 |
| Summa nationellt | 403,0 | 1302,7 | 336,8 |
| Skillnad från genomsnittet | 2,1 ggr | 3,6 ggr | 2,3 ggr |

Tabell 4 visar att Karlslundsbadet har två till fyra gånger högre energianvändning än det nationella genomsnittet.

I Karlslundsbadet fanns inget lika utmärkande användningsområde såsom i ishallen. Där stod fläktar för 36 % av elanvändningen, bastur för 26 % och diverse pumpar för 25 %. För Karlslundsbadet antogs den oinventerade delen stå för 4,6 %.

Även belysningen för de två anläggningarna inventerades och inventeringen visade, att i förhållande till genomsnittet för liknande anläggningar, hade Karlslundsbadet kommit längre i arbetet med energieffektivisering än ishallen. Potentialen för förbättringar är dock stor i båda anläggningarna.

Som förklarats i Kapitel 5, *Utvärdering av energikartläggningsmetodik*, leder den använda metodiken till att användningsområdenas andelar överskattas i flertalet fall, dock i varierande utsträckning för olika användningsområden. Detta leder i sin tur till snedfördelningar vid framtagandet av de olika användningsområdenas relativa elanvändning, vilket är viktigt att ha i åtanke när resultaten tolkas.

7.2 Utvärdering av riktlinjerna

Både Energimyndighetens och ISO-standardens riktlinjer är omfattande i sin beskrivning av en energikartläggnings tillvägagångssätt medan riktlinjerna från MÖTA och Dalkia är mer kortfattade. Riktlinjerna från Dalkia var hämtade från ett examensarbete som utvärderat dessa vilket gör att de inte beskrevs på ett sätt motsvarande övriga riktlinjer.

ISO-standardens riktlinjer, tillsammans med riktlinjerna från Dalkia har en tydlig struktur, något som saknas i riktlinjerna från Energimyndigheten och MÖTA.

ISO-standardens riktlinjer är även detaljerade i beskrivningen av vilken data som bör samlas in medan Energimyndighetens riktlinjer hänvisar till all tillgänglig data. Utvärderingen av Dalkias riktlinjer säger inget om datainsamling. Det framkommer även i riktlinjerna från Energimyndigheten och från MÖTA att den installerade effekten och drifttider för olika komponenter ska samlas in.

Energimyndigheten menar att energianvändningen ska utredas utifrån den aktuella användningen samt dess förändringar på kort och lång sikt. Detta är de ensamma om där övriga endast ser till den aktuella användningen.

ISO-standardens riktlinjer är de enda som lyfter fram att övriga aspekter utöver de ekonomiska och tekniska bör beaktas vid utvärderingen av åtgärder. Enligt författarna skulle motsvarande aspekter lyftas fram i övriga riktlinjer, då det kan ses som ett steg mot att integrera andra aspekter av hållbar utveckling vid energikartläggningar. Energimyndighetens riktlinjer menar att de användningsområden som använder en betydande del energi bör studeras vid valet av åtgärder. Detta går de själva emot i sin bok, *Energikoll i små och medelstora företag*. Där skriver de istället att alltför stort fokus läggs på de användningsområden som använder mest energi och inte de med störst besparingspotential.

Erfarenheten av genomförandet av energikartläggningarna utifrån Energimyndighetens riktlinjer möjliggjorde utvärderingen av deras tillämpbarhet och begränsningar. Riktlinjerna pekar på vikten av systemgränser för behandlingen av energiflöden inom det studerade området. Utan faktiska mätningar är det däremot svårt att hantera flöden som hamnar utanför systemgränserna. Detta medför att systemgränserna inte kan sättas fritt, utan hänsyn till tillgängliga mätdata.

Utifrån fallstudien kan även konstateras att insamlandet av data, som förespråkas av Energimyndigheten, både var tidskrävande och krånglig. Detta berodde på en brist på både dokumentation av information om energisystemets komponenter och mätvärden för anläggningarna.

Angående förespråkad beräkningsmetodik anses studier av den installerade effekten och uppskattade drifttider ge ett missvisande resultat. Detta konkretiseras av att den uträknade elanvändningen, via installerade effekter och drifttider, drastiskt överstiger den uppmätta elanvändningen för respektive anläggning. Denna problematik styrks även av den separata studien som genomförts över kylmaskinens aktuella effekt. Resultat har visat att medeleffekten för en driftimme var betydligt lägre än den installerade effekten för kylmaskinen, vilket bidrar till den förhöjda uträknade elanvändningen.

Som nämnts ovan, menar Energimyndigheten att användningsområden som använder en betydande del energi ska studeras vidare. Ovan nämnda snedfördelning, som uppkommer utifrån metodiken, kan leda till att fel användningsområden studeras vidare. Energimyndigheten definierar inte heller hur noggrant komponenterna ska delas in i olika användningsområden.

Samtliga ovan nämnda begränsningar med metodiken och dess effekt på kartläggningens resultat nämns inte heller i riktlinjerna. Detta kan leda en kartläggare

att tro att en kartläggnings resultat, utifrån ovan nämnda metodik, är mer exakt än vad som faktiskt är fallet. Riktlinjerna tar inte heller upp hur värmesystemets fördelning bör utföras samt hur energiförluster på grund av klimatskal bör hanteras.

Utifrån den genomförda fallstudien kan det konstateras att Energimyndighetens riktlinjer i sin helhet inte fungerar för anläggningar motsvarande Karlslundsbadet och Landskrona ishall.

7.3 Framtida studier

I de studerade anläggningarna finns en rad användningsområden som har potential att förbättras ur ett energiperspektiv. Det finns även möjliga synergieffekter att utnyttja mellan anläggningarna. Som ett fortsatt arbete till denna rapport skulle dessa effekter kunna studeras vidare mer djupgående. T.ex. hade en studie av möjligheterna att återvinna restvärmen ifrån de två kylmaskinerna till uppvärmning av badvattnet i Karlslundsbadet kunnat vara av intresse. Denna studie kräver dock en större tillgång till mätvärden över en längre tidsperiod.

De studerade riktlinjerna är alla generella riktlinjer för energikartläggningar. Dessa är därmed inte anpassade till studier av idrottsanläggningar. Idrottsanläggningar är relativt komplexa anläggningar med ett stort antal fläktar, pumpar och kompressorer. En vidare studie av dessa komponenter, i syfte att ta fram schablontal för användning tillsammans med installerade effekter och drifttider, skulle därmed kunna komplettera riktlinjerna för denna typ av anläggningar. Resultaten från detta arbete skulle kunna användas till att korrigera elanvändningens fördelning i de genomförda energikartläggningarna.

De studerade anläggningarna har, tillsammans med idrottshallen och Läktarbadet, ett gemensamt elabonnemang. Anläggningarna har även en relativt hög elanvändning över sommaren och stora takytor utan märkbara skuggningseffekter. En utredning om möjligheterna till mikroproduktion av förnybar el skulle därför vara av intresse. Utredningen kan utgå från de korrigerade resultaten rörande elanvändningen i denna rapport.

Den utförda fallstudien ovan fokuserade till största del på elanvändningen. En fortsatt studie över anläggningarnas värmesystem samt deras förluster genom klimatskalet skulle därför kunna komplettera denna studie.

8 Referenser

Björn Holm, Mikael Göransson, 2013. Analys av energikartläggningar och framställning av metodik för Dalkia AB, Linköpings universitet Tekniska Högskolan IEI. Rapport LIU-IEI-TEK-A--13/01730—SE

Energimyndigheten, 2004. Handbok för kartläggning och analys av energianvändning, Statens energimyndighet.

Energimyndigheten, 2009. Energianvändning i Idrottsanläggningar - Förbättrad statistik för lokaler, STIL2, Statens energimyndighet. Rapport ER 2009:10.

Energimyndigheten, 2010 a. Energianvändning i handelslokaler - Förbättrad statistik för lokaler, STIL2, Statens energimyndighet. Rapport ER 2010:17.

Energimyndigheten, 2010 b. Energin i våra lokaler - resultat från Energimyndighetens STIL2-projekt, Statens energimyndighet. Rapport ET 2010:08.

Energimyndigheten, 2010 c. Energikoll i små och medelstora företag – vägledning och checklistor för mer effektiv energianvändning!, Statens energimyndighet. Rapport ET 2010:29.

Energimyndigheten, 2011. Energianvändning i hotell, restauranger och samlingslokaler - Förbättrad statistik för lokaler, STIL2, Statens energimyndighet. Rapport ER 2011:11.

Energimyndigheten, 2014 a. Definitioner. [Elektronisk]
Tillgänglig: <http://www.energimyndigheten.se/Offentlig-sektor/Energieffektiva-myndigheter/Definitioner/> [Använd 18 januari 2015].

Energimyndigheten, 2014 b. Statistik i lokaler (STIL2). [Elektronisk]
Tillgänglig: <https://www.energimyndigheten.se/Statistik/FESTIS/Statistik-i-lokaler/> [Använd 22 november 2014].

Energimyndigheten, 2015 a. *Energikartläggning i stora företag - Frågor och svar*, Statens energimyndighet.

Energimyndigheten, 2015 b. *Energikartläggning i stora företag PP*, Statens energimyndighet.

Energimyndigheten, 2015 c. Energikartläggningscheckar. [Elektronisk]
Tillgänglig: <http://www.energimyndigheten.se/energikartlaggning> [Använd 30 januari 2015].

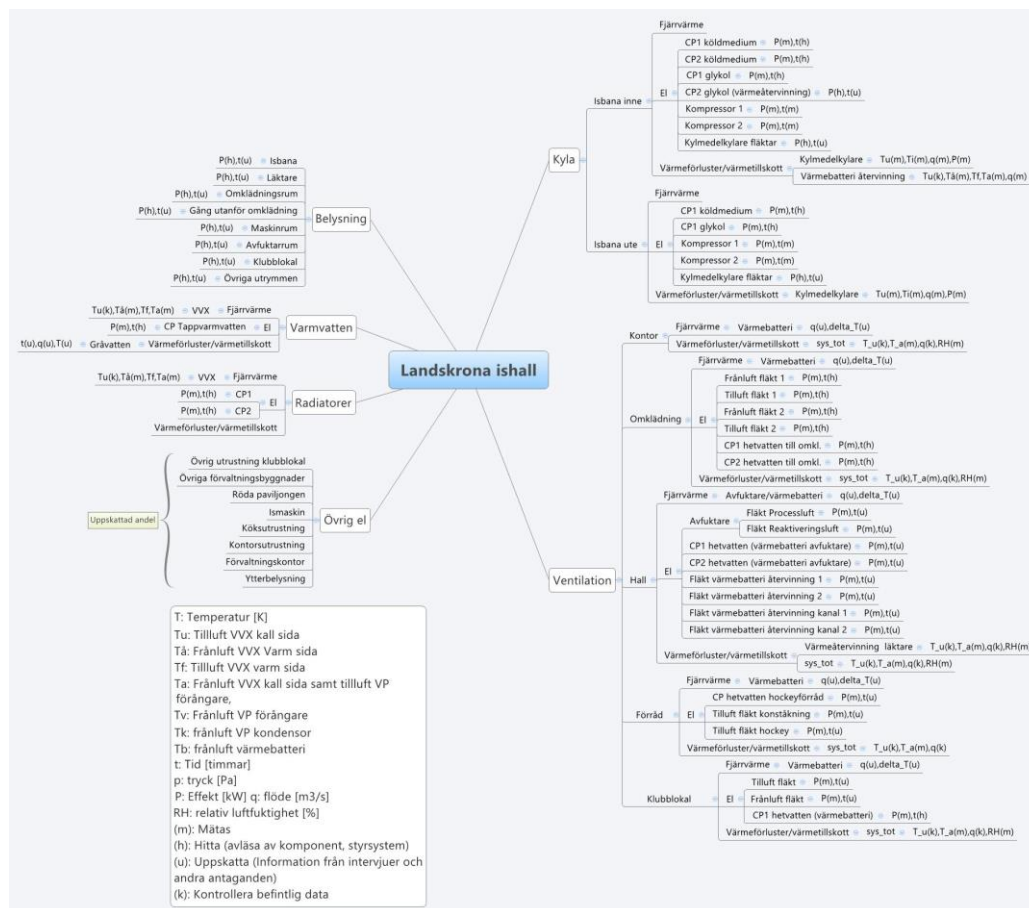
Europaparlamentet, 2012. Europaparlamentets och rådets direktiv 2012/27/EU av den 25 oktober 2012 om energieffektivitet, om ändring av direktiven 2009/125/EG och 2010/30/EU och om upphävande av direktiven 2004/8/EG och 2006/32/EG. Europaparlamentet.

Referenser

- ISO, 2015. ISO. [Elektronisk] Tillgänglig: <http://www.iso.org/iso/home/standards.htm> [Använd 25 februari 2015].
- Klein, H., 2015. Arkitekt MSA Stadsbyggnadsförvaltningen Landskrona Stad [Intervju] (11 mars 2015).
- Landskrona Stad, 2012 a. Karlslund, Statligt stöd för att utveckla. [Elektronisk] Tillgänglig: <http://www.landskrona.se/Nyheter/Statligt-stoed-foer-att-utveckla-Karlslund.aspx?showAllNews=1> [Använd 12 februari 2015].
- Landskrona stad, 2012 b. Landskrona stads miljöpolicy - med lokala miljömål 2012 - 2020, Landskrona stad.
- Miljösamverkan Östergötland, 2009. Arbetsbeskrivning och mall för energikartläggning och energiplan - För verksamhetsutövare, Miljösamverkan Östergötland, Linköping
- Regeringen, 2014. Genomförande av energieffektiviseringsdirektivet i Sverige. Sveriges Regering.
- Sernhed, K., 2008. Energy Services in Sweden - Customer Relations towards Increased Sustainability, Lunds Universitet-LTH Energivetenskaper. Rapport LUTMDN/TMHP--08/1060--SE
- Stadsbyggnadsförvaltningen, Landskrona, 2014. Lägesrapport för planeringsprojektet: Hållbara Karlslund - en viktig pusselbit i en expansiv region, Landskrona stad.
- Swedish Standards Institute, 2012. Energikartläggning - Del 1: Generella krav. Swedish Standards Institute, Stockholm
- Swegon, 2011. Teknisk specifikation. Bardufoss: Swegon.
- Svensk Författarsamling, 1998. Miljöbalk (1998:808). Sveriges Riksdag.
- Svensk författningssamling, 2009. Förordning om statligt stöd till energikartläggning. Sveriges Riksdag.
- Svensk författningssamling, 2014 a. Förordning (2014:520) med instruktion för Statens energimyndighet. Sveriges Riksdag.
- Svensk författningssamling, 2014 b. Förordning om ändring i förordningen (2009:1577) om statligt stöd till energikartläggning. Sveriges Riksdag.
- Svensk författningssamling, 2014 c. Lag om energikartläggning i stora företag. Sveriges Riksdag.
- Svenska Ishockeyförbundet, 2014. Bygga Ishall, en faktabok för byggnation av ishallar. Svenska Ishockeyförbundet, Stockholm

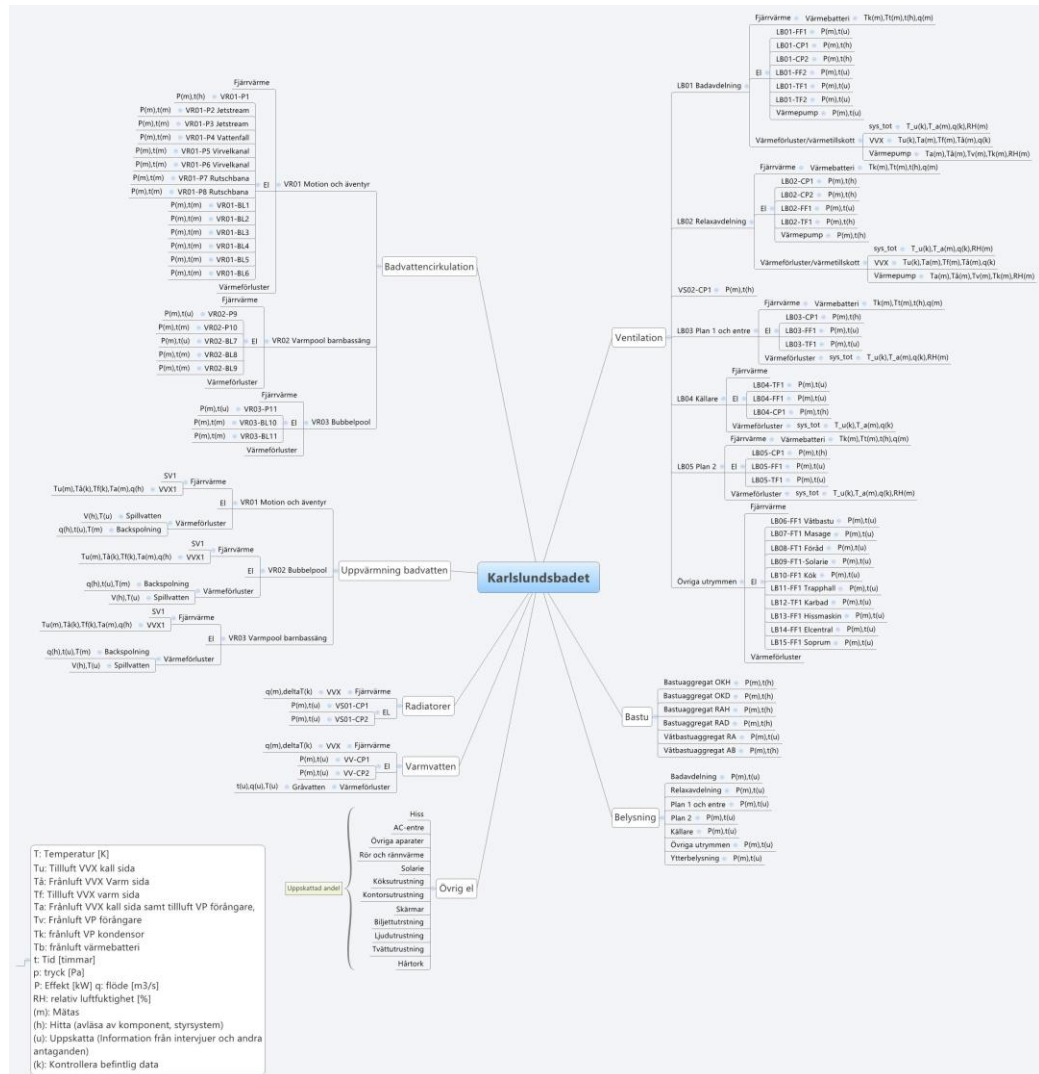
Bilaga A: Tankekartor över respektive anläggning

Landskrona Ishall



Figur A: Tankekartor över Landskrona ishalls energisystem på komponentnivå samt innehåller information om hur datainsamlingen var planerad för respektive komponent

Karlslundsbadet



Figur B: Tankekartor över Karlslundsbadet, som beskriver anläggningens energisystem på komponentnivå samt innehåller information om hur datainsamlingen var planerad för respektive komponent

Bilaga B: Energiinventeringar av respektive anläggning

Landskrona ishall

Tabell A: Energiinventering av Landskrona ishall på komponentnivå där blå färg innebär att värdet är antagit utifrån liknande komponenter i systemet, röd färg innebär att värdet är medeleffekten av variabla pumpar och grön färg innebär att informationen kommer från anläggningens styrsystem

| Användningsområde | Aggregat | Installerad effekt [kW] | Drifttid [h/år] | Beräknad årlig energi [kWh/år] |
|----------------------------|-----------------------------|-------------------------|-----------------|--------------------------------|
| Fläktar avfuktare | Avfuktare processluft | 5,5 | 8 760 | 48 180 |
| | Avfuktare reaktiveringsluft | 1,1 | 8 760 | 9 636 |
| Fläktar kylmedel | Kylmedelkylare inomhus | 6,1 | 6 576 | 39 982 |
| | Kylmedelkylare utomhus | 6,2 | 2 232 | 13 727 |
| | Värmebatteri 1 återvinning | 3,0 | 6 576 | 19 991 |
| | Värmebatteri 2 återvinning | 3,0 | 6 576 | 19 991 |
| | Kanal 1 återvinning | 1,5 | 6 576 | 9 864 |
| | Kanal 2 återvinning | 1,5 | 6 576 | 9 864 |
| Fläktar ventilation | Frånluft klubblokal | 1,6 | 0 | 0 |
| | Tilluft klubblokal | 1,6 | 0 | 0 |
| | Frånluft 1 omklädningsrum | 1,6 | 2 215 | 3 543 |
| | Tilluft 1 omklädningsrum | 1,6 | 2 215 | 3 543 |
| | Frånluft 2 omklädningsrum | 1,6 | 2 215 | 3 543 |
| | Tilluft 2 omklädningsrum | 1,6 | 2 215 | 3 543 |
| | Tilluft hockeyförråd | 0,20 | 8 760 | 1 752 |
| | Tilluft konståkningsförråd | 0,20 | 8 760 | 1 752 |
| Kylmaskiner | Kompressor 1 inomhus | 75,0 | 6 576 | 493 200 |
| | Kompressor 2 inomhus | 75,0 | 6 576 | 493 200 |
| | Kompressor 1 utomhus | 66,0 | 2 232 | 147 312 |
| | Kompressor 1 utomhus | 66,0 | 2 232 | 147 312 |
| Belysning | Isbanan | 27,6 | 3 568 | 98 338 |
| | Läktare | 1,6 | 5 352 | 8 323 |
| | Entré | 0,26 | 5 352 | 1 387 |
| | Avfuktarrum | 0,16 | 113 | 18 |
| | Kylmaskinrum (vaktmästare) | 0,05 | 1 356 | 61 |
| | Kylmaskinrum | 0,36 | 1 356 | 488 |
| | Korridor längs is | 0,34 | 3 568 | 1 225 |
| | Korridor omklädningsrum | 1,1 | 3 568 | 4 082 |
| | Omklädningsrum | 5,7 | 188 | 1 071 |
| | Klubbrum | 0,63 | 188 | 119 |

Bilaga B: Energiinventering av respektive anläggning

| | | | | |
|------------------------------|----------------------------|------|---------------|------------------|
| Pumpar kylmaskiner | CP1 köldmedium inne | 11,0 | 6 576 | 72 336 |
| | CP2 köldmedium inne | 11,0 | 6 576 | 72 336 |
| | CP1 glykol inne | 5,5 | 6 576 | 36 168 |
| | CP1 köldmedium ute | 7,5 | 2 232 | 16 740 |
| | CP1 glykol ute | 5,5 | 2 232 | 12 276 |
| Pumpar luftbehandling | CP1 hetvatten klubblokal | 0,01 | 8 760 | 105 |
| | CP1 hetvatten avfuktare | 0,16 | 8 760 | 1 415 |
| | CP2 hetvatten avfuktare | 0,10 | 8 760 | 854 |
| | CP1 hetvatten hockeyförråd | 0,03 | 8 760 | 250 |
| | CP1 hetvatten omklädning. | 0,01 | 8 760 | 250 |
| | CP2 hetvatten omklädning. | 0,01 | 8 760 | 105 |
| | CP2 glykol inomhus | 0,75 | 6 576 | 4 932 |
| Pumpar värmesystem | CP1 tappvarmvatten | 0,04 | 8 760 | 356 |
| | CP1 radiatorer (komfort) | 0,13 | 5 840 | 759 |
| | CP1 radiatorer (ekonomi) | 0,01 | 2 920 | 26 |
| | CP2 radiatorer (komfort) | 0,13 | 5 840 | 759 |
| | CP2 radiatorer (ekonomi) | 0,01 | 2 920 | 26 |
| Avfuktare | Avfuktaren | 51,6 | 8 760 | 452 016 |
| | | | Summa: | 2 256 757 |

Tabell B: Energiinventering av Landskrona ishall uppdelad efter användningsområden

| Användningsområden | Beräknad årlig energi [kWh/år] | Andel | Fördelad elanvändning [kWh/år] | Fördelad elanvändning [kWh/(m ² ·år)] |
|-----------------------|--------------------------------|-------|--------------------------------|--|
| Fläktar avfuktare | 57 816 | 2,3% | 24 299 | 6,1 |
| Fläktar kylmedel | 113 419 | 4,4% | 47 667 | 11,9 |
| Fläktar ventilation | 17 677 | 0,7% | 7 429 | 1,9 |
| Kylmaskiner | 1 281 024 | 50,0% | 538 382 | 134,6 |
| Belysning | 115 111 | 4,5% | 48 378 | 12,1 |
| Pumpar kylmaskiner | 209 856 | 8,2% | 88 197 | 22,0 |
| Pumpar luftbehandling | 7 910 | 0,3% | 3 325 | 0,8 |
| Pumpar värmesystem | 1 927 | 0,1% | 810 | 0,2 |
| Avfuktare | 452 016 | 17,6% | 189 971 | 47,5 |
| Övrigt ospecificerat | 307 740 | 12,0% | 129 335 | 32,3 |
| Totalt | 2 564 496 | | 1 077 793 | 269,4 |

Bilaga B: Energiinventering av respektive anläggning

Tabell C: Energiinventering av Landskrona ishall uppdelad efter användningsområden från STIL2-studien

| Användningsområden | Fördelad elanvändning [kWh/år] | Fördelad elanvändning [kWh/(m²·år)] | Andel [%] |
|----------------------------|---------------------------------------|---|------------------|
| Fläktar | 79 395 | 19,8 | 7,4% |
| Kylmaskiner | 538 382 | 134,6 | 50,0% |
| Belysning | 48 378 | 12,1 | 4,5% |
| Pumpar | 92 332 | 23,1 | 8,6% |
| Avfuktare | 189 971 | 47,5 | 17,6% |
| Bastu | 0 | 0,0 | 0,0% |
| Övrigt specificerat | 129 335 | 32,3 | 12,0% |

Bilaga B: Energiinventering av respektive anläggning

Karlslundsbadet

Tabell D: Energiinventering av Karlslundsbadet på komponentnivå där blå färg innebär att värdet är antagit utifrån liknande komponenter i systemet, röd färg innebär att värdet är medeleffekten av variabla pumpar och grön färg innebär att informationen kommer från anläggningens styrsystem

| Användnings- område | Beteckning | Installerad effekt [kW] | Drifttid [h/år] | Beräknad årlig energi [kWh/år] |
|------------------------|-----------------|----------------------------|--------------------|-----------------------------------|
| Fläktar | LB01-TF1 | 12,00 | 8 760 | 105 120 |
| | nattsänkning | 3,30 | 0 | 0 |
| | LB01-FF1 | 12,00 | 8 760 | 105 120 |
| | nattsänkning | 3,30 | 0 | 0 |
| | LB01-TF2 | 12,00 | 8 760 | 105 120 |
| | nattsänkning | 3,30 | 0 | 0 |
| | LB01-FF2 | 12,00 | 8 760 | 105 120 |
| | nattsänkning | 3,30 | 0 | 0 |
| | LB02-TF1 | 1,50 | 8 760 | 13 140 |
| | nattsänkning | 0,37 | 0 | 0 |
| | LB02-FF1 | 1,50 | 8 760 | 13 140 |
| | nattsänkning | 0,37 | 0 | 0 |
| | LB03-TF1 | 2,30 | 7 280 | 16 744 |
| | LB03-FF1 | 2,30 | 7 280 | 16 744 |
| | LB04-TF1 | 1,00 | 6 916 | 5 533 |
| | LB04-FF1 | 1,00 | 6 916 | 5 533 |
| | LB05-TF1 | 0,80 | 6 448 | 5 158 |
| | LB05-FF1 | 0,80 | 6 448 | 5 158 |
| | LB06-FF1 | 0,08 | 8 760 | 657 |
| | LB07-TF1 | 0,08 | 8 760 | 657 |
| LB08-TF1 | 0,08 | 8 760 | 657 | |
| LB09-TF1 | 0,08 | 8 760 | 657 | |
| LB10-FF1 | 0,08 | 8 760 | 657 | |
| LB11-FF1 | 0,08 | 8 760 | 657 | |
| LB12-TF1 | 0,08 | 8 760 | 657 | |
| LB13-FF1 | 0,08 | 8 760 | 657 | |
| LB14-FF1 | 0,08 | 8 760 | 657 | |
| LB15-FF1 | 0,08 | 8 760 | 657 | |
| Kyla | AC-ENT | 0,56 | 5 110 | 2 851 |
| Belysning | Bad-bassäng | 5,95 | 3 310 | 19 694 |
| | Bad-tak | 1,37 | 8 760 | 12 026 |
| | Bad-tak | 2,45 | 0 | 0 |
| | Bad-vägg | 0,16 | 8 760 | 1 388 |
| | Bad-vägg | 0,93 | 3 310 | 3 080 |
| | Bad-Rutschbanor | 0,04 | 8 760 | 308 |
| | Bad-bubbelpool | 0,23 | 3 310 | 757 |
| | Omkl. Herr | 0,63 | 3 310 | 2 097 |

Bilaga B: Energiinventering av respektive anläggning

| | | | | |
|----------------------------------|------------------|-------|-------|---------|
| | Omkl. Dam | 0,63 | 3 310 | 2 097 |
| | Omkl. Korridor | 0,63 | 3 310 | 2 097 |
| | RA omkl. Herr | 0,09 | 3 310 | 298 |
| | RA omkl. Herr v. | 0,01 | 3 310 | 46 |
| | RA-omkl. Dam | 0,09 | 3 310 | 298 |
| | RA-omkl. Dam v. | 0,01 | 3 310 | 46 |
| | RA-korridor | 0,11 | 3 310 | 350 |
| | RA-korridor | 0,05 | 3 310 | 179 |
| | RA-vägg | 0,01 | 8 760 | 123 |
| | RA-tak | 0,36 | 3 310 | 1 205 |
| | Entré-tak | 0,17 | 8 760 | 1 503 |
| | Entré-tak | 0,34 | 3 310 | 1 136 |
| | Entré-Café | 0,23 | 3 310 | 757 |
| | Entré-Kök | 0,06 | 3 310 | 200 |
| | Entré-Kök | 0,18 | 3 310 | 596 |
| | Entré-Reception | 0,12 | 3 310 | 393 |
| | Ventilation | 0,95 | 450 | 428 |
| | Vattenrening | 1,58 | 900 | 1 426 |
| | Tvätt | 0,24 | 180 | 43 |
| | Hiss korridor | 0,48 | 180 | 86 |
| | Fjärrvärme | 0,32 | 180 | 57 |
| | Inspektionsgång | 0,07 | 180 | 13 |
| | Bassängkorridor | 0,08 | 180 | 14 |
| Pumpar bassängvatten | VR01-P1 | 15,00 | 8 760 | 131 400 |
| | VR02-P9 | 7,50 | 8 760 | 65 700 |
| | VR03-P11 | 7,50 | 8 760 | 65 700 |
| | VR01-P2 | 4,00 | 674 | 2 696 |
| | VR01-P3 | 4,00 | 674 | 2 696 |
| | VR01-P4 | 4,80 | 1 696 | 8 142 |
| | VR01-P5 | 11,00 | 421 | 4 634 |
| | VR01-P6 | 15,00 | 421 | 6 319 |
| | VR01-P7 | 5,50 | 2 035 | 11 195 |
| | VR01-P8 | 7,50 | 2 035 | 15 266 |
| | VR02-P10 | 0,37 | 84 | 31 |
| Pumpar luftbehandling | VS02-CP1 | 0,07 | 5 270 | 350 |
| | LB01-CP1 | 0,01 | 5 270 | 55 |
| | LB02-CP1 | 0,01 | 5 270 | 55 |
| | LB03-CP1 | 0,01 | 5 270 | 55 |
| | LB04-CP1 | 0,01 | 5 270 | 55 |
| | LB05-CP1 | 0,01 | 5 270 | 55 |
| | LB01-CP2 | 0,37 | 2 920 | 1 080 |
| | LB02-CP2 | 0,37 | 2 920 | 1 080 |
| Pumpar tappvarmvatten | VV-CP1 | 0,28 | 8 760 | 2 409 |
| | VV-CP2 | 0,10 | 8 760 | 832 |
| | VS01-CP1 | 0,15 | 8 760 | 1 270 |
| Blåsare | VR01-BL01 | 2,20 | 1 018 | 2 239 |
| | VR01-BL02 | 2,20 | 1 018 | 2 239 |
| | VR01-BL03 | 2,20 | 339 | 746 |

Bilaga B: Energiinventering av respektive anläggning

| | | | | |
|---------------------|-----------|-------|-------|---------------|
| | VR01-BL04 | 2,20 | 1 357 | 2 985 |
| | VR01-BL05 | 2,20 | 1 454 | 3 199 |
| | VR01-BL06 | 2,20 | 1 163 | 2 559 |
| | VR02-BL07 | 3,00 | 1 018 | 3 053 |
| | VR02-BL08 | 3,00 | 1 018 | 3 053 |
| | VR02-BL09 | 2,20 | 1 357 | 2 985 |
| | VR03-BL10 | 3,00 | 1 527 | 4 580 |
| | VR03-BL11 | 2,20 | 1 527 | 3 358 |
| Avfuktare | LB01-VP1 | 8,90 | 2 920 | 25 988 |
| | LB02-VP1 | 2,20 | 2 920 | 6 424 |
| Bastu | BA-OKH | 16,00 | 5 070 | 81 120 |
| | BA-OKD | 16,00 | 5 070 | 81 120 |
| | BA-RAH | 16,00 | 5 070 | 81 120 |
| | BA-RAD | 16,00 | 5 070 | 81 120 |
| | VBA-ÅB | 7,50 | 2 492 | 18 688 |
| | VBA-RAB | 7,50 | 2 191 | 16 429 |
| Vattenrening | VR01-UV1 | 1,80 | 8 760 | 15 768 |
| | VR02-UV1 | 2,00 | 8 760 | 17 520 |

Tabell E: Energiinventering av Karlslundsbadet uppdelad efter användningsområden

| Användningsområde | Beräknad årlig energi [kWh/år] | Andel | Fördelad elanvändning [kWh/år] | Fördelad elanvändning [kWh/(m ² ·år)] |
|------------------------------|--------------------------------|-------|--------------------------------|--|
| Fläktar | 508 200 | 36,1% | 380 268 | 149,1 |
| Kyla | 2 851 | 0,2% | 2 134 | 0,8 |
| Belysning | 52 740 | 3,8% | 39 463 | 15,5 |
| Pumpar bassängvatten | 313 778 | 22,3% | 234 789 | 92,1 |
| Pumpar luftbehandling | 2 788 | 0,2% | 2 086 | 0,8 |
| Pumpar tappvarmvatten | 4 511 | 0,3% | 3 376 | 1,3 |
| Blåsare | 30 997 | 2,2% | 23 194 | 9,1 |
| Avfuktare | 32 412 | 2,3% | 24 253 | 9,5 |
| Bastu | 359 597 | 25,6% | 269 073 | 105,5 |
| Vattenrening | 33 288 | 2,4% | 24 908 | 9,8 |
| Övrigt ospecificerat | 64 668 | 4,6% | 48 389 | 19,0 |
| Totalt | 1 405 831 | | 1 051 933 | 412,5 |

Bilaga B: Energiinventering av respektive anläggning

Tabell F: Energiinventering av Karlslundsbadet uppdelad efter användningsområden från STIL2-studien

| Användningsområde | Fördelad elanvändning [kWh/år] | Fördelad elanvändning [kWh/(m²·år)] | Andel |
|----------------------------|---------------------------------------|---|--------------|
| Fläktar | 380 268 | 149,1 | 36,1% |
| Kylmaskiner | 2 134 | 0,8 | 0,2% |
| Belysning | 39 463 | 15,5 | 3,8% |
| Pumpar | 263 444 | 103,3 | 25,0% |
| Avfuktare | 24 253 | 9,5 | 2,3% |
| Bastu | 269 073 | 105,5 | 25,6% |
| Övrigt specificerat | 73 297 | 28,7 | 7,0% |

Bilaga C: Belysningsinventering för respektive anläggning

Landskrona ishall

Tabell G: Belysningsinventering av Landskrona ishall på systemnivå uppdelat efter ljuskällor

| Område | Ljuskälla | Installerad effekt [W] | Beräknad årlig energi [kWh/år] |
|----------------------------|-----------------------------------|------------------------|--------------------------------|
| Isbanan | Lysrör T8 | 27,56 | 98338 |
| Läktare | Lysrör T8 | 1,56 | 8323 |
| Entré | Lysrör T8 | 0,26 | 1387 |
| Avfuktarrum | Lysrör T8 | 0,16 | 18 |
| Total | Lysrör T8 | 29,5 | 108066 |
| Kylmaskinrum (vaktmästare) | Lysrör T8 | 0,05 | 61 |
| Kylmaskinrum | Lysrör T8 | 0,36 | 488 |
| Total | Lysrör T8 (konv. driftdon) | 0,41 | 549 |
| Korridor längs is | Kompaktlysrör | 0,34 | 1225 |
| Korridor omklädning | Kompaktlysrör | 1,14 | 4082 |
| Omklädningsrum | Kompaktlysrör | 5,70 | 1071 |
| Klubbrum | Kompaktlysrör | 0,63 | 119 |
| Total | Kompaktlysrör | 7,8 | 6496 |

Tabell H: Belysningsinventering av Landskrona ishall på uppdelat efter ljuskällor som i STIL2

| Ljuskälla | Installerad effekt [W/m ²] | Elanvändning [kWh/(m ² ·år)] |
|---|--|---|
| Lysrör (konventionella driftdon) | 0,10 | 0,14 |
| T8-Lysör (HF-don) | 7,38 | 27,02 |
| T5-Lysrör | 0,00 | 0,00 |
| Halogenlampor | 0,00 | 0,00 |
| Glödlampor | 0,00 | 0,00 |
| Lågenergilampor | 1,96 | 1,62 |
| Övriga ljuskällor | 0,00 | 0,00 |
| Summa | 9,44 | 28,78 |

Bilaga C: Belysningsinventering för respektive anläggning

Karlsundsbadet

Tabell I: Belysningsinventering av Karlsundsbadet på systemnivå uppdelat efter ljuskällor

| Område | Ljuskälla | Installerad effekt [W] | Beräknad årlig energi [kWh/år] |
|-----------------------|----------------------|------------------------|--------------------------------|
| Omkl. Herr | Lysrör T8 | 634 | 2097 |
| Omkl. Dam | Lysrör T8 | 634 | 2097 |
| Omkl. Korridor | Lysrör T8 | 634 | 2097 |
| Kök | Lysrör T8 | 180 | 596 |
| Ventilationsrum | Lysrör T8 | 950 | 428 |
| Vattenreningsrum | Lysrör T8 | 1584 | 1426 |
| Tvätttrum | Lysrör T8 | 238 | 43 |
| Hissmaskinkorridor | Lysrör T8 | 475 | 86 |
| Fjärrvärmecentralrum | Lysrör T8 | 317 | 57 |
| Bassängkorridor | Lysrör T8 | 79 | 14 |
| Total | Lysrör T8 | 5724 | 8940 |
| Bad – bassäng | Halogen | 5950 | 19694 |
| Bad – tak | Halogen | 2450 | 0 |
| Total | Halogen | 8400 | 19694 |
| Bad – tak | Kompaktlysror | 1373 | 12026 |
| Bad – Storbollar | Kompaktlysror | 158 | 1388 |
| Bad – Storbollar | Kompaktlysror | 931 | 3080 |
| Bad - Rutschbanor | Kompaktlysror | 35 | 308 |
| Bad - bubbelpool | Kompaktlysror | 229 | 757 |
| Relax korridor | Kompaktlysror | 106 | 350 |
| Entré - tak | Kompaktlysror | 172 | 1503 |
| Entré - tak | Kompaktlysror | 343 | 1136 |
| Cafeteria | Kompaktlysror | 229 | 757 |
| Kök | Kompaktlysror | 61 | 200 |
| Reception | Kompaktlysror | 119 | 393 |
| Relax omkl. Herr vägg | Lågenergi | 14 | 46 |
| Relax omkl. Dam vägg | Lågenergi | 14 | 46 |
| Relax vägglampor | Lågenergi | 14 | 123 |
| Inspektionsgång | Lågenergi | 73 | 13 |
| Total | Kompaktlysror | 3869 | 22127 |
| Relax omkl. Dam | LED | 90 | 298 |
| Relax korridor | LED | 54 | 179 |
| Relax tak | LED | 364 | 1205 |
| Relax omkl. Herr | LED | 90 | 298 |

Bilaga C: Belysningsinventering för respektive anläggning

| | | | |
|--------------|------------|------------|-------------|
| Total | LED | 598 | 1979 |
|--------------|------------|------------|-------------|

Tabell J: Belysningsinventering av Landskrona ishall på uppdelat efter ljuskällor som i STIL2

| Ljuskälla | Installerad effekt [W/m ²] | Elanvändning [kWh/(m ² ·år)] |
|----------------------------------|---|--|
| Lysrör (konventionella driftdon) | 0 | 0 |
| T8-Lysör (HF-don) | 2,24 | 3,51 |
| T5-Lysrör | 0,00 | 0,00 |
| Halogenlampor | 3,29 | 7,72 |
| Glödlampor | 0,00 | 0,00 |
| Lågenergilampor | 1,52 | 8,68 |
| Övriga ljuskällor | 0,23 | 0,78 |
| Summa: | 7,29 | 20,68 |