

# Idrottshallar

ENERGIEFFEKTIVISERING MED STOR POTENTIAL



Sveriges  
Kommuner  
och Landsting



# Idrottshallar

ENERGIEFFEKTIVISERING MED STOR POTENTIAL

Upplysningar om innehållet:  
Magnus Kristiansson, SKL  
08-452 79 33, magnus.kristiansson@skl.se

© Sveriges Kommuner och Landsting, 2010  
ISBN 978-91-7164-577-7  
Text: Monica Gullberg  
Omslagsfoto: Conny Fridh/Johnér  
Foto inlaga: sid 40: Patrik Giardino/Scanpix;  
sid 6, 21, 80: Joakim Bergström; sid 52, 54: Monica Gullberg  
Produktion: forsbergvonesen  
Tryck: Ljungbergs Tryckeri

## Förord

Idrottsbyggnader är en lokalgrupp som använder mycket energi. Den typ av idrottsbyggnader som ingår i detta projekt är inomhushallar för allmän idrott så som bollspel, gymnastik m.m, ishallar och inomhusbad. Totalt i Sverige används ungefär 1 TWh energi för dessa byggnader, varav hälften är elektricitet.

Totalt för Sverige uppskattas att om 50 miljoner kronor investeras i enkla energibesparandeåtgärder i befintliga idrottsbyggnader kan energikostnaden för byggnaderna minska med 100 miljoner varje år i åtminstone tio år framöver.

Att planera och genomföra energieffektiviseringar i en eller flera anläggningar är inte alltid lätt. Det är inte heller lätt att i ett enskilt fall bedöma kostnadseffektiviteten för en åtgärd. Några råd på vägen som utvecklas i denna rapport är:

- › Att ställa krav i ett tidigt skede inför en nybyggnad eller annan större förändring.
- › Att mäta och kartlägga sin egen energianvändning för att kunna prioritera och följa upp.
- › Att ha en inblick i vilka tekniska möjligheter som finns.
- › Att prioritera och utveckla en strategi.
- › Att engagera rätt personer och att ge dem ansvar.
- › Att finansiera åtgärderna.

Målgrupp för denna rapport är energiansvariga inom kommunernas fastighets- och fritidsorganisationer och syftet är att genom goda råd och exempel stötta ett effektivt energieffektiviseringsarbete för denna typ av byggnader.

Projektet har initierats av Sveriges Kommuner och Landstings FoU-fond för fastighetsfrågor

Skriften är författad av Monica Gullberg ÅF Engineering AB. Till sin hjälp har författaren haft en styrgrupp bestående av Kenth Lundgren Jönköpings kommun, Birgitta Andersson Stockholms stad, Åsa Forsberg Karlstads kommun, Leif Backman Bodens kommun, Roger Johansson SKL. Ulf Sandgren och Frida Foley SKL har varit projektledare.

Stockholm i september 2010

Gunilla Glasare, Göran Roos  
Sveriges kommuner och Landsting  
*Avdelningen för tillväxt och samhällsbyggnad*

# Innehåll

- 7 Sammanfattning
- 10 Energieffektiv fritid - är det viktigt?
- 12 Statistik om energianvändning i våra mest energikrävande inomhusanläggningar
- 13 Hur mycket energi används?
- 15 Värmeanvändning
- 15 Elanvändning i inomhusanläggningar
  - 18 Fläktar
  - 19 Belysning
  - 19 Kylmaskiner
  - 20 Annan elanvändning
- 22 Trenden för energianvändning i inomhusanläggningar
- 24 Energibesparingspotentialen i inomhusanläggningar
- 27 Kostnadseffektiva åtgärder
- 29 Planering, genomförande och drift
- 29 Ansvar, organisation och kompetens
- 30 Inventering
- 31 Prioritering
- 31 Finansiering
- 32 Driftstyrning, kontroll och uppföljning
  - 32 Driftstyrning
  - 33 Kontroll och uppföljning
- 34 Datorisering av styr- och övervakningssystem
- 34 Att relatera energianvändningen till nyttan
- 35 Nyckeltal
- 35 Energiekonomi som planeringsverktyg
  - 36 Livscykelkostnadsanalys
  - 39 Pay-Off
  - 39 Annuitetsberäkning
- 41 Belysning och energi
- 41 Belysning i idrottsmiljöer
- 42 Krav på belysning
- 43 Belysning vid evenemang
- 43 Effektiv belysning
  - 43 Belysningsplanering
  - 44 Sänk effekten
  - 45 Begränsa drifttiden
  - 45 Sektionering
- 46 Ventilation och energi

47	Värmeåtervinning
47	Behovsstyrning
48	Drifftid och varvtalsstyrning
49	Sektionering
49	Energieffektiv utrustning
49	Energieffektiva fläktar och motorer
49	Tryckfall
51	<b>Ishallar och energi</b>
52	Drifftid och iskvalitet
52	Drifftid
52	Iskvalitet
54	Luftkvalitet och luftfuktighet
54	Luftkvalitet
54	Luftfuktighet
55	Kylanläggningens funktion
56	Anläggningens energibalans
57	Värmeåtervinning
58	Att tänka på vid nyproduktion av ishallar
61	<b>Simhallar och energi</b>
61	Luft- och vattentemperatur
62	Snålspolande duschmunstycken
62	Vattenrening och hälsoaspekter
62	Energieffektiv vattenrening
63	Legionella
63	Luftkvalitet och luftfuktighet i simhallar
64	Simhallsventilation
65	Föroreningar
65	Tillförsel av luft
65	Avfuktare
67	Pooltäckning
67	Att tänka på vid nyprojektering av simhallar
69	<b>Goda exempel</b>
69	Rögle Ishall (Lindab arena) och Gripenhallen i Ängelholm
71	Västerviks bad och sporthall
72	Nordpoolen i Boden
72	Tingvallahallarna
74	<b>Behovet av erfarenhetsutbyte</b>
76	<b>Sammanfattning och prioritering</b>
80	<b>Mer kunskap</b>
90	<b>Bilagor</b>





# Sammanfattning

Idrottsanläggningar är en lokalgrupp som använder mycket energi. Det visar om inte annat den statistik om energianvändningen i idrottshallar som Energimyndigheten publicerade år 2009, genom STIL2<sup>1</sup>. Idrottsanläggningar är inte den största gruppen lokaler till antalet eller totala byggnadsarean sett, men varje hall använder relativt mycket energi. Statistiken sammanfattas i kapitel 2.

Den typ av idrottsanläggningar som ingår i STIL2 är inomhushallar för allmän idrott så som bollspel, gymnastik m.m, ishallar och inomhusbad. Totalt i Sverige används ungefär 1 TWh energi för dessa anläggningstyper, varav hälften är elektricitet.<sup>2</sup>

STIL2-statistiken redovisar den specifika elanvändningen för olika elanvändningsområden och per byggnadsarea. Det vill säga hur mycket elektricitet används till belysning, avfuktning, med flera områden, per kvadratmeter ishall eller badhus. Motsvarande värden har också tagits fram för andra lokal-kategorier, till exempel skolor, kontor och vårdlokaler.

En vanlig idrottshall för bollspel eller gymnastik, använder normalt inte mer elektricitet än till exempel skolor eller kontor gör, men både badhus och ishallar är mer energikrävande.

---

<sup>1</sup> STIL2-projektet (STatistik I Lokaler) är ett av flera projekt inom Energimyndighetens program Förbättrad energistatistik i lokaler.

<sup>2</sup> Avser energidata för 2008.

De stora elanvändningsområdena är belysning, kylmaskiner och luftbehandlingsaggregatens fläktar. Särskilt i ishallar är kylmaskinernas elanvändning stor.

Trenden för energianvändning i inomhusanläggningar beskrivs i kapitel 3. Fjärrvärme-användningen har ökat markant och i princip fasat ut oljeanvändning och även en del elvärme. På det hela taget har elanvändningen minskat. Även om den totala elanvändningen minskat så har elanvändningen exklusive el-värmen ökat. Bidragande till det är bland annat ventilationen. Belysningens och kylmaskinernas elanvändning har däremot minskat under de senaste 20 åren.

De inventerade hallarna jämförs också med de bästa förekommande hallarna och de bästa tekniska lösningarna. På detta sätt uppskattas att energianvändningen kan minskas med 30 %, varav ungefär hälften kan åstadkommas mer eller mindre omgående genom enkla och kostnadseffektiva åtgärder. Potentialen beskrivs närmare i kapitel 4.

Totalt för Sverige uppskattas att om 50 miljoner kronor investeras i enkla energibesparandeåtgärder i befintliga idrottsanläggningar kan energikostnaden för anläggningarna minskas med 100 miljoner varje år i åtminstone tio år framöver.

Att planera och genomföra energieffektiviseringar i en eller flera anläggningar är inte alltid lätt. Det är inte heller lätt att i ett enskilt fall bedöma kostnadseffektiviteten för en åtgärd. För att ge råd på vägen ges i kapitel 5 en del viktiga faktorer i sammanhanget. Dessa är i sammandrag:

- › Att ställa krav i ett tidigt skede inför en nybyggnad eller annan större förändring.
- › Att mäta och kartlägga sin egen energianvändning för att kunna prioritera och följa upp.
- › Att ha en inblick i vilka tekniska möjligheter som finns.
- › Att prioritera och utveckla en strategi.
- › Att engagera rätt personer och att ge dem ansvar.
- › Att finansiera åtgärderna.

Några av de mest elkrävande områdena är luftbehandlingsaggregatens fläktar och belysningen. Dessa teknikområden presenteras i varsitt kapitel. I båda fallen betyder behovsstyrning mycket och tekniska lösningar för olika typer av styrning beskrivs översiktligt, till exempel närvarostyrning och CO<sub>2</sub>-styrning.

Belysningen kan i allmänhet förbättras i Sveriges befintliga idrottsanläggningar. Belysning behandlas i kapitel 6. Om T5-lysrör konsekvent används

istället för äldre lysrörstyper, har förändringen kommit en bra bit på väg. Styrning och behovsanpassning ger också besparingar. Anläggningar med mycket matcher och ibland TV-sändningar behöver tänka igenom sin policy avseende olika belysningsstyrkor, vem som bestämmer och vad det kostar.

Energieffektiva ventilationssystem beskrivs allmänt i kapitel 7 och ger en förståelse för vilka faktorer som påverkar fläktarnas energianvändning, så som tryckfall, fläktmotorns energieffektivitet, och flexibiliteten hos fläktmotorn (för att kunna behovsstyras). Det är också tydligt att dimensioneringen av luftflödena i idrottsanläggningar kan bli bättre.

Energieffektiv drift av ishallar ställer stora krav på kunskaper om bland annat iskvalitet och lufrörelser och system för värmeåtervinning. I kapitel 8 beskrivs ishallar mer ingående.

Badhus är också svårskötta och kan lätt bli onödigt energislukande. Kapitel 9 ger mer inblick i vilka faktorer som påverkar energianvändningen i badhus.

I slutet av rapporten finns en del verkliga exempel på idrottsanläggningar där energianvändningen har hållits i schack, från början eller genom förändringar (kapitel 10).

Men inte heller de kan alltid enkelt peka ut vilken åtgärd som givit vad och vilken kostnad åtgärden ska förknippas med. Ofta har åtgärderna gjorts som en del av en restaurering eller tillbyggnad. Det finns ett stort behov av uppföljning och erfarenhetsutbyte, vilket befästs i kapitel 11.

En lista över flertalet möjliga energieffektiviseringsåtgärder finns i kapitel 12. Där görs också en uppskattning av om återbetalningstiden är kort medellång eller lång.

# Energieffektiv fritid – är det viktigt?

Idag finns cirka 35 000 idrottsanläggningar i Sverige. Det är framförallt kommuner och föreningar som finansierar, äger och driver anläggningarna.<sup>3</sup>

Idrottsanläggningar ser väldigt olika ut. Det kan vara badhus, ishallar, idrotts-hallar, fotbollsplaner med grus, gräs eller konstgräs, isbanor och bassänger utomhus, ridhus, golfbanor och skidanläggningar. Säsongen varierar också mellan olika verksamheter. Dels på grund av själva verksamhetens natur, dels beroende på var anläggningen ligger och utomhusklimatet.

I idrottsanläggningar skapas inomhusmiljöer som liknar vinter eller tropisk miljö. Uppvärmning av badvatten, tillverkning och kylning av is samt kraftiga belysningsinstallationer kräver mycket energi. Många idrottsanläggningar har även komplicerade värme- och ventilationssystem som kräver lika komplicerade driftsystem för att fungera som de ska.

Energieffektivare anläggningar ger lägre driftskostnader, pengar som kan användas till annat inom kommunen, till exempel till idrottsverksamheten. Mindre energi betyder också mindre negativ påverkan på miljön från idrottsverksamhet.

Anläggningarna kan i de flesta fall energieffektiviseras, vilket betyder att de kan kosta mindre att driva. Tillsammans med brukarna kan man spara energi genom att duscha kortare, stänga dörrar och släcka.

---

<sup>3</sup> SKL:s hemsida [www.skl.se](http://www.skl.se)

Det finns energieffektiviseringsåtgärder som är relativt enkla och billiga och ger snabba resultat.

Men det finns också installationer som är svåra och kostsamma att byta ut till mer energieffektiva system och där återbetalningstiden kan vara lång.

Flera ishallar och bad-anläggningar har nyprojekterats under 2000-talet och fler är på väg. I flera kommuner är det aktuellt med ombyggnad eller nybyggnad som en konsekvens av att anläggningar som ursprungligen byggdes på 60- och 70-talen nu behöver upprustas. Särskilt simhallar från den eran är idag föremål för större restaureringar eller i många fall rena nyprojekteringar.

Idrottsanläggningarna är ofta en av de största energislukarna i kommunens fastighetsbestånd. Det finns flera anledningar till detta. Idrottsanläggningar förblir sannolikt mer energikrävande per kvadratmeter area än till exempel bostäder och skolor.

Kommunerna har med få undantag energieffektiviseringsmål. Idrottsanläggningar blir ändå ofta bortglömda, bland annat för att ansvaret för dem skiftar från fritidsansvarig till fastighetsansvarig mellan olika perioder.

# KAPITEL 2

## Statistik om energianvändning i våra mest energikrävande inomhusanläggningar

Energimyndighetens projekt ”STIL2”<sup>4</sup> publicerade statistik om idrottsanläggningars energianvändning i början av 2009. Det är främst dessa resultat som sammanfattas i det här kapitlet. I STIL2-statistiken innefattas endast inomhusanläggningar.

Idrottar gör vi på många sätt och aktiviteterna kräver olika typer av lokaler. Med vad är då en idrottslokal? Det kan vara svårt att dra gränsen mellan exempelvis en pingislokal och en ungdomsgård eller mellan en hockeyarena och en evenemangsarena. I STIL2-urvalet ingår de typer av anläggningar som både anses vara representativa för idrottsverksamhet och är intressanta ur energisynpunkt:

- } badhus,
- } ishallar,
- } idrottshallar samt så kallade
- } kombianläggningar, dvs. anläggningar som innehåller flera av dessa verksamhetstyper.

Med hjälp från Statistiska centralbyrån (SCB) har anläggningar av dessa typer slumpmässigt valts ut i 30 olika kommuner.

Stora evenemangsarenor som Globen ingår inte, inte heller bowlinghallar, biljardhallar, ridhus eller golfklubbars hus.

---

<sup>4</sup> Statistik i lokaler (STIL). Tvåan kommer sig av att det gjordes en STIL-undersökning 1990 också.

Sammanlagt har detaljerade energiinventeringar gjorts i drygt 130 byggnader för att ge svar på hur mycket energi lokalerna använder samt hur elanvändningen fördelar sig på olika ändamål. Eftersom urvalet av byggnader görs med statistiskt säkerställda metoder kan materialet räknas upp till nationell nivå.

Tidigare har STIL2 på samma sätt undersökt kontor, skolor och sjukhus.

## Hur mycket energi används?

Totalt använder idrotten i Sverige varje år 1,0 TWh energi. Av detta är hälften elektricitet. Med de energipriser som gällde i slutet av 2009, kan motsvarande kostnad uppskattas till 900 miljoner kronor.

I hela Sverige uppmäter arean för inomhusanläggningar av de typer som studerats för STIL2-statistiken ungefär 3,8 miljoner kvadratmeter. För att beskriva hur mycket energi som används i olika lokaler presenterar STIL2 energianvändning per kvadratmeter och år (specifik energianvändning).

Idrottsanläggningar har generellt sett större specifik energianvändning än vad andra lokaler har, se Tabell 1. En anledning är att inomhustemperaturen i idrottsanläggningar är mer extrem, både kallare och varmare, än i andra typer av lokaler. En annan förklaring till att idrottslokaler har högre energianvändningen per areaenhet är att de ofta har högre takhöjd än vad andra lokaler har.

TABELL 1. Medelbehovet av energi per kvadratmeter och år för olika lokaltyper. Källa: STIL2

Lokaltyp	Medelbehov [kWh/m <sup>2</sup> , år]
Idrottsanläggningar	270
Vårdlokaler	218
Skolor	213
Kontorslokaler	195

Skillnaden i energibehov mellan olika anläggningstyper är dock stor, se Figur 1, och alla idrottsanläggningar använder inte mer energi än andra lokaler.

Badhusen använder mest energi, 403 kWh/m<sup>2</sup> och år. Det är främst uppvärmning av varmvatten som kräver energi. Mer än hälften av badhusens totala energibehov går till uppvärmning varav en stor del är varmvatten.

I Sverige används fjärrvärme i stor utsträckning för uppvärmningen.

Efter badhusen kommer kombianläggningarna som är en blandning av olika halltyper och kan ha både simhall, ishall och idrottshall i samma anläggning. Kombihallarnas energianvändning är 354 kWh/m<sup>2</sup> och år.

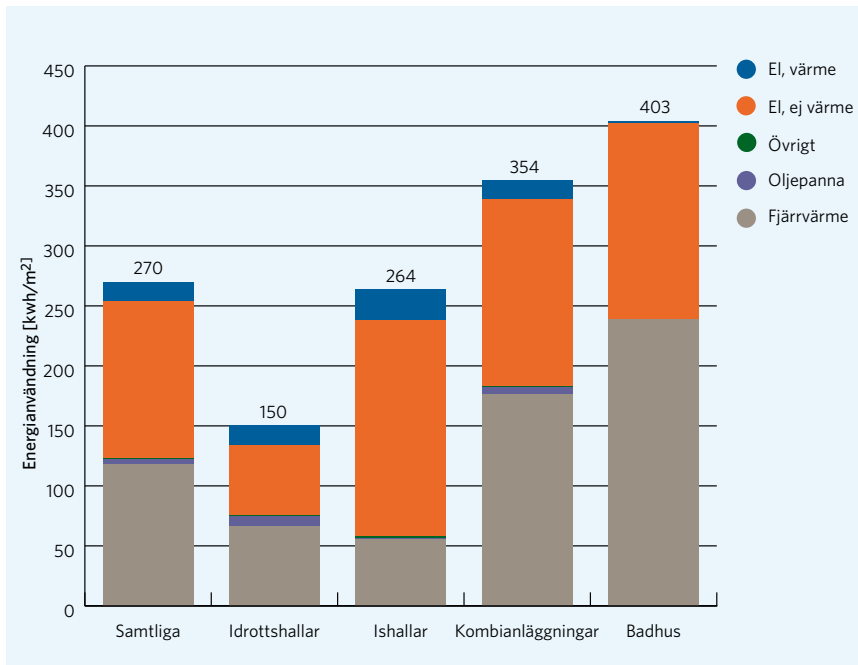
Därefter följer ishallarna som har ett energibehov strax under genomsnittet för idrottsanläggningar (264 kWh/m<sup>2</sup> och år). I ishallar som grupp utgörs ungefär en tredjedel av det totala energibehovet i anläggningen av el till kylmaskiner.

Lägst energibehov har boll- och gymnastikhallarna, här kallat idrottshallarna, med 150 kWh/m<sup>2</sup> per år vilket är betydligt lägre än de övriga anläggningstyperna.

Idrottshallarna klarar sig med mindre el för att de har relativt normalt inomhusklimat.

Som uppvärmningssätt är fjärrvärme dominerande för alla idrottsanläggningar, men elvärme förekommer och i vissa fall även olja eller stadsgas.

FIGUR 1: Energianvändning i olika typer av idrottslokaler, specifikt per areaenhet.



Källa: STIL2 Energianvändning i idrottsanläggningar (\* 2009 års energipriser)

En nackdel med att redovisa energianvändning per kvadratmeter och år är att det inte framgår hur mycket anläggningen är öppen och utnyttjas.

Idrottsanläggningar har inbördes väldigt olika säsonger jämfört med till exempel skolor där de flesta följer mer eller mindre samma årsplan. Även inom undergrupper finns stora variationer, framförallt för ishallar.



Generellt sett har idrottshallar öppet året runt medan inomhusbaden ofta har stängt en tid på sommaren. Ishallar har sin huvudsakliga säsong från och med oktober eller november till och med februari.

Men ishallars säsong varierar kraftigt. Framförallt börjar säsongen olika tidigt, se Figur 2 nedan.

FIGUR 2 Säsong för de undersökta anläggningarna.

Ishallar	100%	100%	59%	25%	16%	6%	9%	50%	81%	91%	94%	97%
Månad	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D

Källa: STIL2 Energianvändning i idrottsanläggningar

Öppettider har stor betydelse för de flesta energianvändningsområden med undantag för luftbehandling och avfuktning i simhallar som måste fortgå även då badet är stängt.

För att ge en chans till jämförelser baserat på antal öppettimmar per år, innehåller STIL2-materialet även energianvändning per öppettimme för alla undersökta anläggningar, på årsmedelbasis.

## Värmeanvändning

Värmeanvändningen i idrottsanläggningar är till stor del för varmvatten, och framförallt för badhus och simhallar. Värme används också för uppvärmning av lokalen i vanliga idrottshallar. Fjärrvärme är den mest förekommande lösningen för bad och idrottshallar.

För ishallar används däremot ofta elvärme. Värme behövs men bara för vissa delar i en ishall, till exempel vid läktardelen av hallen.

Då man ser till alla anläggningstyper används lika mycket värme som el.

## Elanvändning i inomhusanläggningar

El behövs till en rad ändamål inom såväl fastighetsdrift som verksamhet. När energimyndigheten gör statistik över elanvändningen, är de noga med att särskilja den el som används till värme från annan elanvändning. STIL2 redovisar därför i första hand el exklusive elvärme.

Idrottsanläggningar använder i genomsnitt 129 kWh elektricitet per kvadratmeter area [ $\text{kWh}_{\text{el}}/\text{m}^2$ ]. Elektriciteten används främst till drift av ventilationsaggregatens fläktar, belysning och kylmaskiner, men även till pumpar och bastur, se Tabell 2.

Idrottsanläggningar följer ungefär samma mönster som övriga lokaltyper i landet (kontor, skolor och vårdlokaler) gällande elanvändningens fördelning på olika ändamål.

Fläktar och belysning är de stora posterna, såväl för idrottsanläggningar som för skolor, kontor och vårdbyggnader. Utmärkande för idrottsanläggningar jämfört med andra undersökta lokaltyper är att en stor del av elanvändningen också går till kylmaskiner.

TABELL 2 Elanvändningens fördelning (exklusive elvärme) i hela gruppen idrottsanläggningar<sup>5</sup>

Användningsområde	Elanvändning [kWh/m <sup>2</sup> , år]
Fläktar	31
Kylmaskiner	31
Belysning	29
Pumpar	16
Bastu	10
Avfuktare	4
Övrigt specificerat	8
Summa	129

Källa: STIL2 Energianvändning i idrottsanläggningar

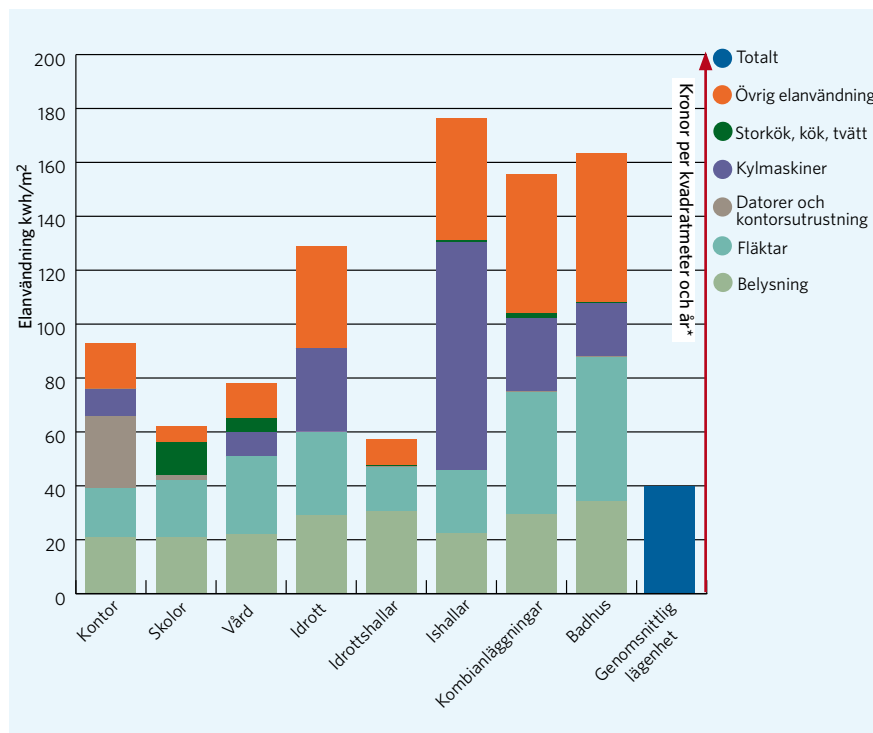
Ishallar använder mest el av de inventerade lokaltyperna, också om elvärmen räknas bort, ungefär 176 kWh<sub>el</sub>/m<sup>2</sup>. Därefter följer kombianläggningar och badhus med runt 160 kWh<sub>el</sub>/m<sup>2</sup>. Idrottshallarna har inte lika mycket energikrävande installationer som de övriga verksamheterna och använder strax under 60 kWh<sub>el</sub>/m<sup>2</sup>, se Figur 3.

Tidigare års STIL-studier har visat att kontor använder ca 90 kWh<sub>el</sub>/m<sup>2</sup>, skolor 60 kWh<sub>el</sub>/m<sup>2</sup> och vårdbyggnader 80 kWh<sub>el</sub>/m<sup>2</sup>. En normal elförbrukning i en trerumslägenhet ligger omkring 40 kWh<sub>el</sub>/m<sup>2</sup> <sup>6</sup>. Samtliga värden med elvärmen exkluderad, se Figur 3.

<sup>5</sup> I fördelningen finns en restpost på 2,2 kWh/m<sup>2</sup>, år som projektet inte lyckats att specificera (1,5 % av den totala elanvändningen). I fördelningen har restposten fördelats på alla övriga poster, inklusive elvärme.

<sup>6</sup> Energirådgivningen (<http://www.energiradgivningen.se>; i maj 2009).

FIGUR 3 Elanvändnings fördelning exklusive elvärme, specifikt per areaenhet i olika lokaltyper.



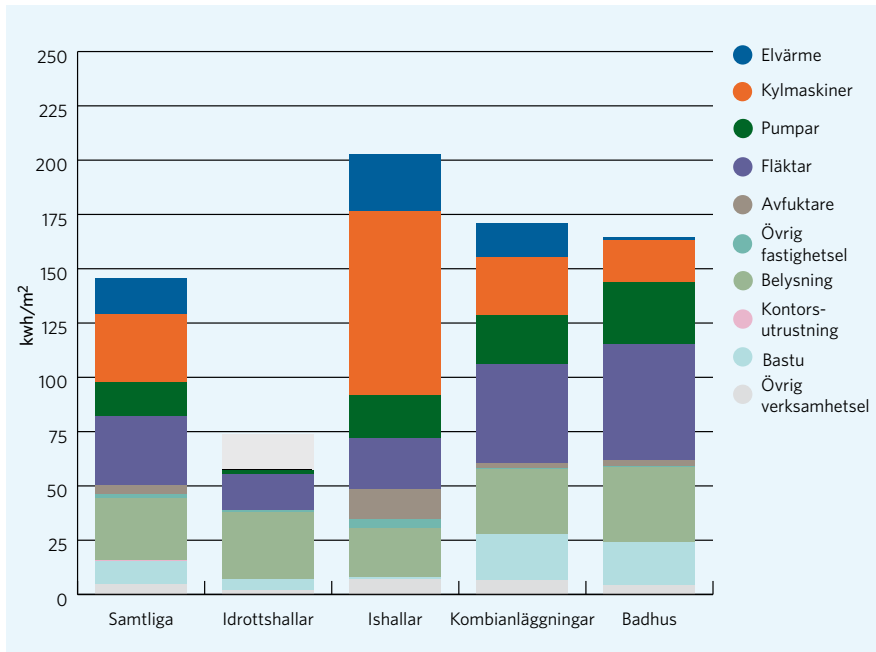
Källa: STIL2 Energieanvändning i idrottsanläggningar (2009), samt tidigare STIL2 rapporter från kontor (2006), skolor (2008), och vårdlokaler (2009). (\* 2009 års energipriser)

Av ishallarnas elanvändning, elvärmen borträknad, används hela 48 % till kylmaskiner ( $84 \text{ kWh}_{\text{el}}/\text{m}^2, \text{år}$ ). I övrigt används elen till fläktar i luftbehandlingsaggregat (18 %), belysning (16 %), pumpar (9 %), och luftavfuktning (7 %).

Ishallar är de idrottsanläggningar som använder mest elvärme också, vilket ger en sammanlagd specifik elanvändning på  $203 \text{ kWh}$  per kvadratmeter och år.

Elanvändningen exklusive elvärme i badhus är i genomsnitt  $164 \text{ kWh}/\text{m}^2$  och år. Elen används främst till fläktar (33 %) och belysning (21 %), samt pumpar (17 %). Även bastur (12 %) och kylmaskiner (12 %) använder mycket el.

FIGUR 4 Elanvändningens fördelning i olika typer av idrottslokaler, specifikt per areaenhet.



Källa: STIL2 Energianvändning i idrottsanläggningar.

Fördelningen mellan fastighetsel och verksamhetsel är jämn i idrottsanläggningarna. I ishallar är dock verksamhetselen något större, dit räknas bland annat kylmaskinerna. I badhus är fastighetselen större. Dessa lokaler kräver väldigt mycket ventilation och pumpenergi.

### Fläktar

Ventilationen i idrottsanläggningar är viktig. Luftväxlingen måste vara god då människor vistas i byggnaderna, men idrottsanläggningarnas verksamheter kräver också i många fall att ventilationen är i drift även utöver anläggningens öppettid. Detta gäller framförallt utrymmen med fuktig luft, så som i simhallar.

Luftbehandlingsaggregatens fläktar använder mycket el. Fläktarnas elanvändning står för en fjärdedel av den totala elanvändningen i dagens idrottslokaler (exklusive elvärme). Framförallt i badhus behövs mycket ventilation, stora luftflöden och långa drifttider. I badhus går ventilationen ofta dygnet runt, för att undvika fuktskador på byggnaden, men även i många idrottshallar är drifttiderna långa.

I snitt är fläktarna igång 6 595 timmar per år i svenska idrottsanläggningar. Läs mer om ventilation och dess energianvändning i kapitel 7.

## ***Belysning***

I genomsnitt går drygt en femtedel av elanvändningen till belysning i dagens idrottslokaler. Verksamheten i lokalerna kräver god belysning. Ibland krävs extra kraftiga belysningsinstallationer, exempelvis vid TV-sändningar. Den höga takhöjden bidrar också till att stark belysning behövs för att ge tillfredsställande ljusstyrka på golvet.

Olika ljuskällor är olika energieffektiva, de använder alltså olika mycket el för att ge samma ljusflöde. Därför beräknas den installerade effekten per area för olika ljuskällor i STIL-statistiken.

Den installerade effekten per kvadratmeter ligger i genomsnitt runt 10 W/m<sup>2</sup> i idrottslokaler.

Belysningen domineras av äldre lysrör. Armaturer som är omkring 20 år gamla eller äldre utgör 60 % av den installerade effekten. Modernare lysrör har ett betydligt lägre energibehov.

I de flesta anläggningar är belysningens drifttider relativt väl anpassade till verksamhetstiderna. Automatisk närvarostyrning är dock inte särskilt utbredd. I snitt är belysningen på 2 540 timmar per år i idrottsanläggningar. Detta genomsnitt kan dock vara något svårt att tolka då det i exempelvis simhallen lyser hela dagen medan det i städskrubben bara lyser några minuter.

Läs mer om belysning och dess energianvändning i kapitel 6.

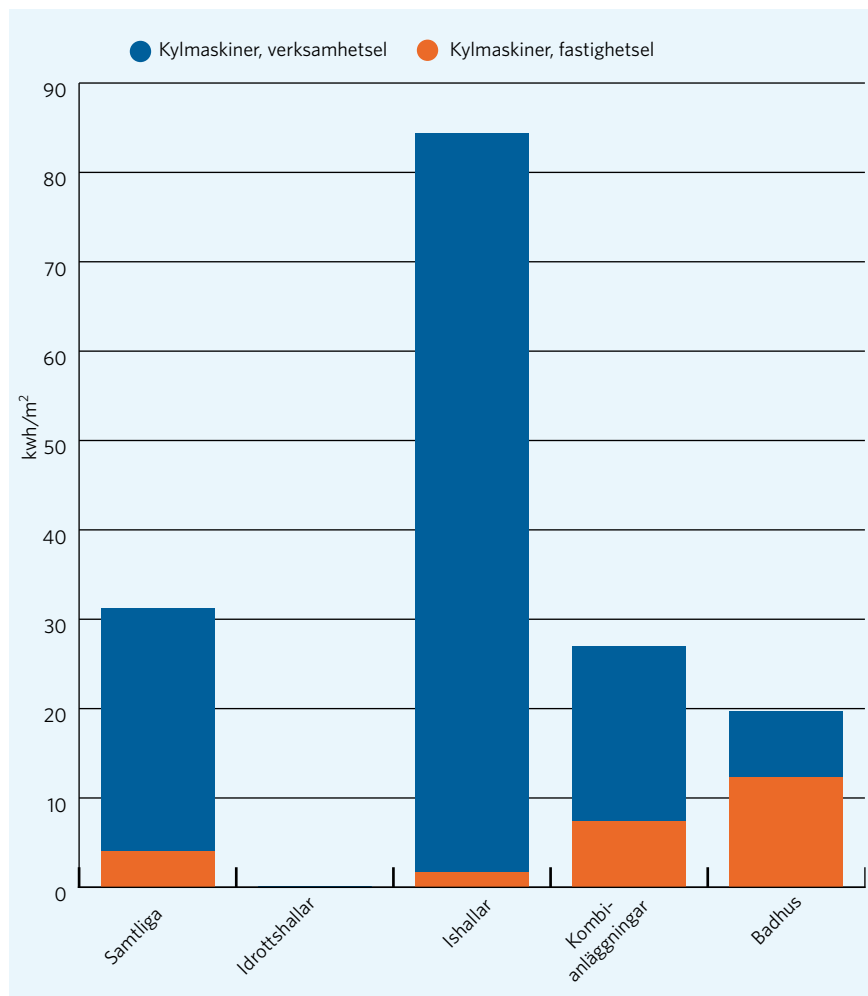
## ***Kylmaskiner***

Kylmaskiner förekommer framför allt i ishallar. Där går så pass stor del av elanvändningen till kylmaskiner att det påverkar resultatet för samtliga anläggningstyper.

Det är komplicerat att kyla en del av lokalen, isen, medan utrymmen omkring läktarna, ska värmas. Det kan lätt skapas sammanblandning mellan kyl- och värmesystemen. Ishallar är också de lokaler som använder mest el till både värme och kyla.

I badhus finns kylmaskiner för avfuktning i ventilationsaggregaten. Indelningen i verksamhetsel och fastighetsel är inte självklar vad gäller badmiljöer men relativt stor del måste anses vara fastighetsel, eftersom det gäller avfuktning för att skydda byggnaden från fuktskador.

Figur 5 Kylmaskinernas elanvändning i olika idrottsanläggningar, specifikt per areaenhet [kWh/m<sup>2</sup>, år]. Värdena är viktade med avseende på nationell vikt.



Källa: STIL2 Energianvändning i idrottsanläggningar

### ***Annan elanvändning***

Utöver de ovan redovisade posterna kan nämnas att drygt 10 % av elanvändningen går till pumpar. I badhus främst olika typer av processpumpar för basängerna och i ishallar köldbärarpumpar och kylmedelpumpar.

En annan stor post (strax under 10 %) i elanvändningen är bastuaggregaten. Bastu finns i ungefär hälften av alla anläggningar. I många anläggningar finns minst två bastur, ofta är dessa igång i princip hela dagarna.

Övrig elanvändning i idrottsanläggningar är bland annat solarium, hårtorkar, gymutrustning, motorvärmare, hissar och cirkulationsfläktar.



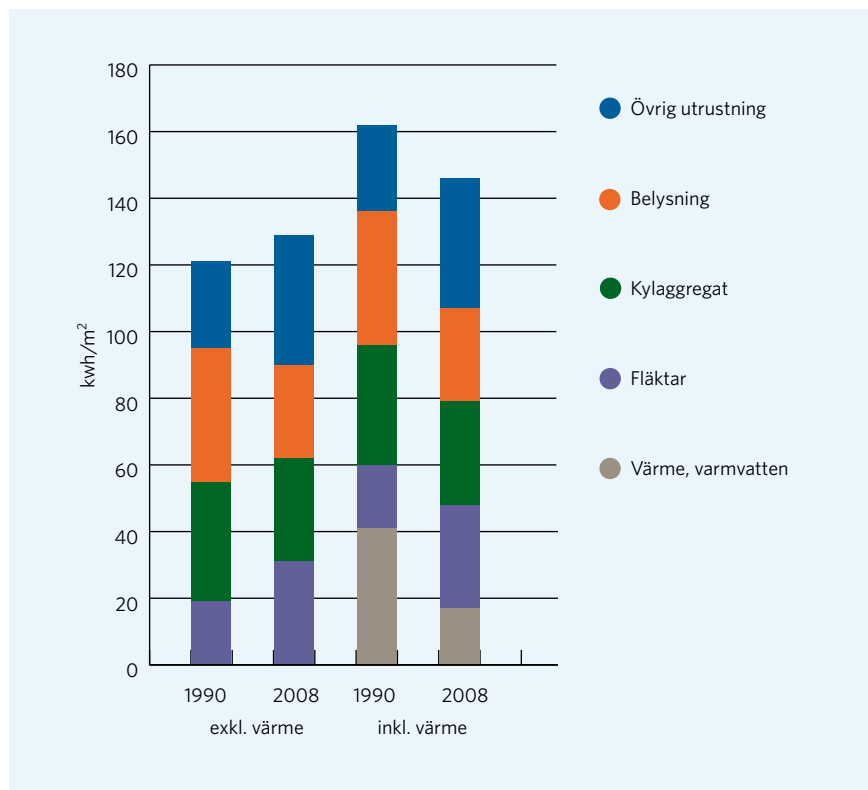
# KAPITEL 3

## Trenden för energianvändning i inomhusanläggningar

Inventeringen av idrottsanläggningar som gjordes inom projektet STIL2 ger en detaljerad bild av hur energianvändningen i olika typer av idrottsanläggningar fördelar sig på olika ändamål. Jämförs energianvändningen i Sveriges idrottsanläggningar idag med hur den såg ut för nästan 20 år sedan då den första STIL, Vattenfalls Uppdrag 2000, gjordes har mycket förändrats. Olja som uppvärmningssätt har nästan helt fasats ut medan fjärrvärme ökat. Den utökade användningen av fjärrvärme kan också vara anledning till att eluppvärmningen har minskat.



FIGUR 6 Elanvändningens fördelning i idrottslokaler 1990 och 2008, specifikt per areaenhet.



Källa: STIL 2 Energianvändning i idrottsanläggningar

Även om den totala elanvändningen har minskat har elanvändningen exklusive elvärme däremot ökat. El till ventilation har ökat med närmare 50 %. En trolig orsak till detta är de regler för kontroll av luftkvalitet i byggnader som infördes under 90-talet (OVK, Obligatorisk ventilationskontroll). Idrottsanläggningar idag har nästan uteslutande någon typ av mekanisk ventilation, vanligast är FTX-system, vilket är från- och tilluftssystem med värmeåtervinning.

Belysningens elanvändning har minskat med ungefär 30 % sedan 1990. Nya energisnålare ljuskällor och styrningssystem har fått visst genomslag. Dock finns det fortfarande mycket energi och pengar att spara på bättre belysning. Ungefär 60 % av all installerad belysningseffekt är i form av äldre, icke-energieffektiva, lysrör och många lampor lyser fortfarande i utrymmen där ingen befinner sig.

# KAPITEL 4

## Energibesparingspotentialen i inomhusanläggningar

Energi kan sparas genom att minska uppvärmningsbehovet och elbehovet. I projektet STIL2 undersöktes vilka elbesparande åtgärder som är möjliga i idrottsanläggningar.

Bedömningar har gjorts på två olika sätt. Genom beräkningar och genom bedömningar på plats i form av åtgärdsförslag. Inte oväntat ger beräkningarna högre besparingspotential eftersom åtgärdsförslag på plats väger in en bedömning av lämpligheten att genomföra åtgärden nu och vad de kostar. Beräkningen däremot ser till hur det skulle kunna vara, med den teknik som finns att tillgå på marknaden.

I projektet kom man fram till att om elbesparande åtgärder utfördes inom de stora elanvändningsområdena skulle det vara möjligt att på bara några år minska elanvändningen i idrottslokaler med hela 35 %.

Elanvändningen för belysning och ventilation kan minskas med åtminstone 33 kWh<sub>el</sub> per kvadratmeter och år i landets idrottsanläggningar enligt beräkningar inom STIL2.

Därutöver är den tekniska potentialen för minskad elanvändning i kylmaskiner omkring 15 kWh<sub>el</sub> per kvadratmeter och år. Då landets idrottsanläggningar<sup>7</sup> omfattar 3,8 miljoner m<sup>2</sup>, motsvarar dessa minskningar ungefär 180 GWh<sub>el</sub> per år.

Beräkningarna för ventilation och belysning är gjorda så att varje byggnad i STIL2 materialet behandlats separat.

---

7 Av den typ som undersökts inom STIL2.

Installerad effekt per typ av belysning finns på byggnadsnivå, liksom belysningens genomsnittliga driftstid i timmar per år.

För ventilationen baseras analysen på kännedom om anläggningens verksamhet, genomsnittligt luftflöde per år och byggnad, genomsnittligt SFP-tal per byggnad och genomsnittlig öppetid per år och byggnad. När potentialen för varje enskild byggnad beräknats görs en uppräknings till nationell nivå.

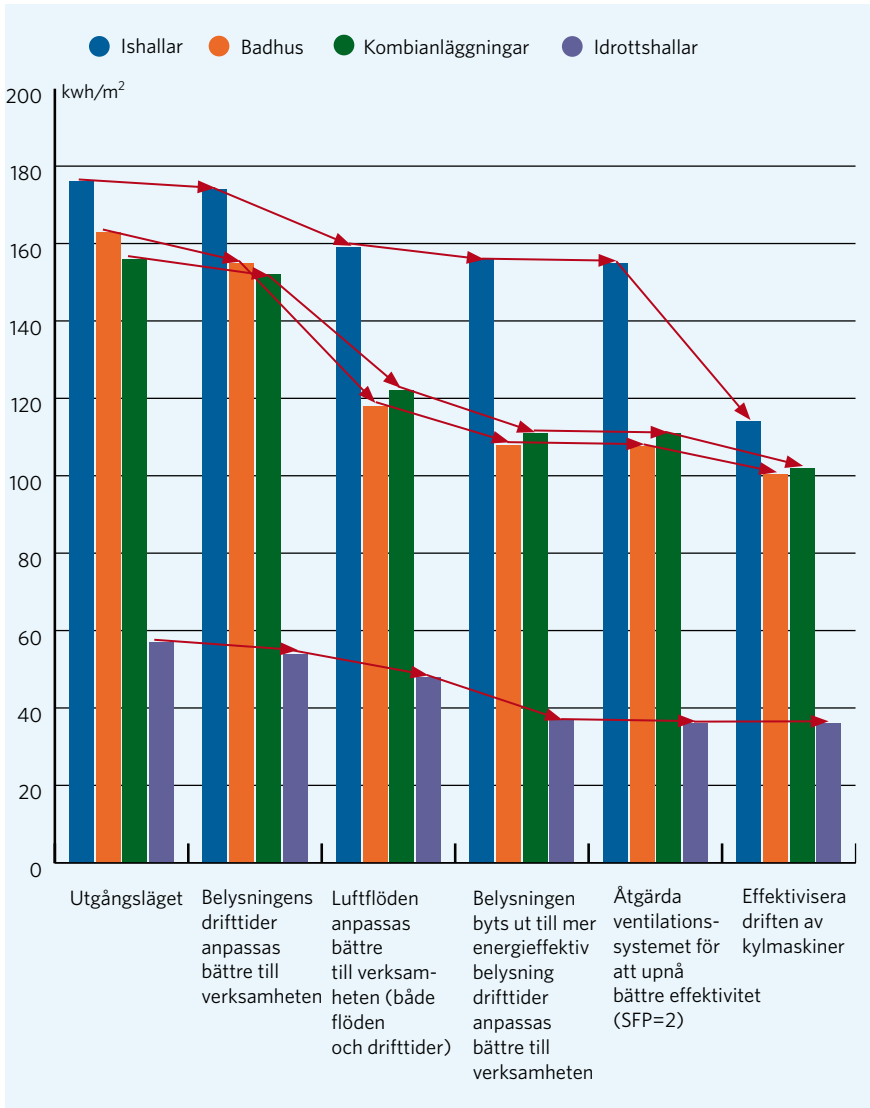
I Figur 7 presenteras en sammanställning av de olika åtgärderna och dess bedräknade minskning av elanvändningen för olika typer av anläggningar.

I en anläggning påverkas enregiflöden av varandra. Kylbehovet och därmed kylmaskinernas drift och specifika elanvändning påverkas av de andra åtgärderna. Beroende på hur tilluft sprids i lokalen och från luft förs ut, kan ett ökat luftutbyte ge ökad omrörning vis isen.

Ett ökat luftflöde kan å andra sidan föra bort överskottsvärme effektivt. Det är därför svårt att generellt bedöma på vilket sätt ventilation och iskyla samverkar när man studerar ett statistiskt urval som man gjort i STIL2.

I nedan bedömningar av potentialen har antagandet gjorts att kylbehovet ökar då ventilationsflödena minskar, och därför är potentialen i varje fall inte mindre än den här beräknade.

Figur 7: Olika åtgärders beräknade minskning av specifik elanvändning [ $\text{kWh}_{\text{el}}/\text{m}^2, \text{år}$ ]



Källa: STIL<sub>2</sub>

Första gruppen staplar i figuren visar utgångsläget i Sverige vad gäller olika idrottsanläggningars specifika elanvändning [ $\text{kWh}_{\text{el}}/\text{m}^2$  och år]. Åtgärderna kommer i ordningen 'lättast först' enligt en bedömning baserad på både kostnader och arbetsinsats. Åtgärderna kan förstås också utföras i en annan ordning, eller så kan endast en del av åtgärderna utföras. Åtgärderna är:

- › Anpassa belysningens drifttider.
- › Anpassa luftflöden (både drifttider och flöden).
- › Byt till mer energieffektiv armatur.
- › Åtgärda ventilationssystemet för att uppnå SFP=2.
- › Effektivisera driften av kylmaskiner (uppskattningen avseende badhus och kombihallar är osäker).

## Kostnadseffektiva åtgärder

I ungefär 60 % av STIL2 byggnaderna har möjligheten att kostnadseffektivt minska energianvändningen i idrottsanläggningar uppskattats i samband med inventeringen.

Resultaten visar att mindre installationer och enkla, billiga åtgärder såsom anpassning av drifttider och luftflöden skulle kunna minska energianvändningen med 15 %, varav ungefär en tredjedel är minskad elanvändning.

Bedömningarna bygger på att besiktningsförrättaren har angett kostnadseffektiva åtgärdsförslag för såväl el- som värmeanvändningen i enlighet med reglerna för byggnaders energideklaration.

I många fall har åtgärdsförslag lämnats också för byggnader där energideklaration inte krävs enligt lag. Åtgärderna beskrivs i korta ordalag, den årliga energimängd som kan sparas anges i MWh (både värme och el), och investeringskostnaden uppskattas i kronor.

Utifrån dessa bedömningar kan vi sammanfatta vilka åtgärdsförslag som är de vanligaste för idrottsanläggningar, ungefär hur mycket energi som kan sparas och till vilket pris.

Av den besparingspotential som specificeras i åtgärdsförslag är en stor del värmebesparing (ungefär 76 % värme och 24 % el). De största energibesparingspotentialerna finns inom luftbehandling vilket är relevant för alla typer av inomhusanläggningar.

För de olika åtgärderna görs en förenklad investeringskalkyl och ett nuvärde baserat på besiktningsförrättarnas bedömningar.

En teknisk livslängd om tio år har antagits för alla investeringar utom de i klimatskalet, där tjugo år använts. Kalkylräntan har antagits vara 5 %. Energipriset har i dessa bedömningar antagits vara 1 krona per kWh<sub>el</sub> och 80 öre per kWh<sub>värme</sub>.

Inga andra faktorer, så som inflation, restvärde, miljökostnad eller förändringar i energipriset har tagits hänsyn till i den förenklade investeringsanalysen.

- › Enligt bedömningarna finns de mest kostnadseffektiva energisparåtgärderna inom luftbehandling i badhus, främst när det gäller driftstyrning och värmeåtervinning.

- › Andra relativt kostnadseffektiva åtgärder har bedömts vara på uppvärmningssidan där värmeåtervinning och injustering är vanliga förslag. Här ligger ishallar i topp för möjliga åtgärder.
- › Just driftstyrning kan vara riktigt kostnadseffektivt. Vissa justeringar kostar nästan ingenting och sparar stora mängder energi.
- › Viktigt är också åtgärder avseende ishallars kylmaskiner. Möjligheterna till att använda olika kylmaskiners spillvärme mer effektivt är en vanlig kommentar för ishallar och åtgärderna återbetalar sig snabbt.
- › Belysningen ger på sina håll en möjlighet att sänka elenergianvändningen, framför allt i boll- och gymnastikhallar (idrottshallar) där belysningsenergin är en stor andel.
- › Även om drift av belysning i idrottsanläggningar ofta är bättre anpassad till verksamheten än andra installationer är, finns utrymme för mer styrning (t.ex. närvarostyrning, frånvarostyrning, dagsljusstyrning, sektionsstyrning) och därmed kortare drifttider.
- › Byte av armaturer ger i många fall en påtaglig energibesparing, men investeringskostnaden är också högre än för driftoptimering allmänt.
- › Dyrare är också åtgärder i klimatskalet. De åtgärder i klimatskalet som nämns gäller nästan uteslutande bättre fönster, men i något fall även takisolering.

**Baserat på de bedömningar** som gjorts avseende kostnadseffektiva åtgärder för både värme och el kan ungefär 140 GWh per år sparas i landets idrottsanläggningar, varav ungefär 50 GWh är el.

**Kostnaden för motsvarande investeringar** är uppskattad till totalt ungefär 50 miljarder kronor för hela landet.

**För en enskild anläggning** kan åtgärder i luftbehandlings- eller uppvärmningssystem ge flera miljoner kronor i vinst över en tioårsperiod.

**Totalt skulle besparingarna** innebära att energikostnaden för svenska idrottsanläggningar minskar med 100 miljarder kronor per år, i åtminstone tio år.

# Planering, genomförande och drift

Att energieffektivisera ett antal fritidsanläggningar inom exempelvis en kommun kräver strategisk planering. Genomförandet av åtgärderna måste integreras i övrig verksamhetsplanering och åtgärderna måste finansieras.

Att arbeta strategiskt innebär att veta vad man gör. Därför är det så viktigt att ha bra kunskap om anläggningarnas energianvändning och att kunna förklara vad som gör att energibehovet varierar i tiden och mellan anläggningar.

Ett beslut om ombyggnad, renovering eller nya rutiner är inte tillräckligt. I de flesta fall gäller att driftsansvariga behöver vara involverade i processen för att så småningom kunna sköta och hantera nya installationer på avsett sätt. Väl fungerande drift är i sin tur en förutsättning för att investeringen ska ge valuta för pengarna.

## Ansvar, organisation och kompetens

Olika aktörer har olika perspektiv. För att åstadkomma en energieffektiv idrottsanläggning krävs att någon ser och agerar utifrån helheten och långsiktigheten i anläggningen. En sådan samordnare behöver vara insatt redan i planeringsstadiet av anläggningen, och så småningom få återkoppling från de som ser detaljerna, i drift, i budget etc.

Det finns exempel på att idrottsföreningar själva bekostat anläggningar, men att föreningen snart måste överlåta anläggningen på kommunen för att

de inte längre har resurser att sköta den. Eftersom kommunen till sist ofta blir ansvarig, är det lika bra att se till att vara med och ställa krav redan i projekteringsstadiet. Annars kan en aktör med osäkrare ekonomi och kortare perspektiv på anläggningen, t.ex. en förening, lockas att välja lösningar som är kortsiktigt billigare, men som kanske ger höga driftskostnader i längden.

Vad gäller ansvar för energieffektiv drift och underhåll av idrottsanläggningar är kommunen en bra långsiktig lösning. Men även inom kommunen finns det ofta utrymme för förbättring vad gäller ansvarsfördelning. I kommunal drift av idrottsanläggningar är det till exempel vanligt att driftsbudget och investeringsbudget är på helt olika avdelningar. Här finns en utmaning i att redovisa på ett sätt som tydligt visar att lägre driftskostnader betalar investeringen på sikt.

Ett centralt beslut om en viss teknikinvestering eller driftslösning är inte tillräckligt för att nå hela vägen fram. Det krävs också att den som faktiskt sköter driften får nödvändig kompetensutveckling och på det hela taget utvecklar en förståelse för hur det är tänkt att fungera. Ansvar för en energieffektiv drift inbegriper alltså att ge förutsättningar för dem som sköter anläggningen att känna sig trygga med installationen och att göra ändringar i inställningarna. Annars kan det hända att de kör anläggningarna ”säkert” istället för ”optimalt” på grund av bristande kunskap gällande anläggningens energisystem.

## Inventering

För att veta vilka energieffektiviseringsåtgärder som är möjliga för en specifik anläggning måste man börja med att orientera sig vad gäller energianvändning för den egna anläggningen samt energianvändning för andra liknande lokaler.

Egen mätning är grundläggande för att kunna bilda sig en uppfattning om anläggningens energiegenskaper. Enkla metoder fungerar lika bra som avancerade. Det viktiga är att mätningen blir av, blir rätt och görs kontinuerligt.

Viktigt för energiinventeringen, och för att kunna analysera data, är att värdena korrigeras med avseende på olika klimat och utomhus temperaturförhållanden, så kallad graddagskorrigerering. Med hjälp graddagskorrigerering kan byggnader i olika län och mätvärden från olika år jämföras.

Nyckeltal för energianvändningen är bra att formulera. Dessa är väl definierade begrepp som går att jämföra mellan olika perioder, olika driftsfall eller olika anläggningar. Ett nyckeltal kan till exempel vara specifik energianvändning per antal besökare eller per kvadratmeter lokal.



## Prioritering

Då energianvändningen är känd, och möjligheterna till effektivisering någorlunda tydliga blir det viktigt att kunna prioritera. Genom klok prioritering kan en förvaltning finansiera sitt eget energieffektiviseringsarbete. Då gäller det att göra de åtgärder som har kortast återbetalningstid först, och på så sätt skapa ekonomiskt utrymme för att göra de mer långsiktiga sedan.

Vid sidan av energieffektivitet finns flera andra målsättningar och ambitioner med en fritidsanläggning. Att bedöma vilka energieffektiviseringsåtgärder som bör prioriteras kräver därför också en god insikt i andra planerade aktiviteter och aktuella frågeställningar. Prioritering av åtgärder blir beroende av finanser och andra planer (nybyggnation, nedläggning).

Alla energieffektiviseringsåtgärder med ingen eller kort återbetalningstid borde genomföras snarast, alla andra åtgärder blir en fråga för förhandling. Ofta är det själva finansieringen som är problemet, i nästa avsnitt finns ett antal förslag på hur finansieringen kan ske.

## Finansiering

För finansiering av åtgärder finns ett flertal möjligheter.

Ett exempel på en sådan möjlighet är samarbete via ett så kallat Energy Performance Contracting (EPC), där ett energibolag eller entreprenörer erbjuder sig att utföra en energibesparingsåtgärd. Förutom själva utförandet ingår även investeringen i avtalet.

Inom ramen för avtalet, som i regel är 5-10 år, bestäms hur resulterande besparingen delas mellan utföraren och kunden. Utföraren får på så sätt betalt med en del av besparingen och investeringsrisken delas mellan utförare och kund.

Ett annat alternativ är att utnyttja statliga bidrag, exempelvis: ROT, KLIMP, Solcellsstöd. Information om statligt stöd finns vanligtvis hos länsstyrelsen.

Andra former kan vara:

- › Energibolag som erbjuder leverans av klimat till fast kostnad.
- › Sponsring av anläggning (framförallt vid nybyggnation, men även möjligt vid ombyggnation eller enklare åtgärder).
- › Egen budgetering, fondering för egna program
- › Avsättning till energisparfond (liknande reparationsfond men dedikerad till energisparande åtgärder)

## Driftstyrning, kontroll och uppföljning

### *Driftstyrning*

Mycket energi kan sparas genom effektiv driftstyrning och driftoptimering. Med detta avses strukturerat driftarbete med byggnadens värme-, ventilations-, kyla- och elsystem. Målet är att dessa ska användas så energieffektivt som möjligt men samtidigt uppfylla gällande funktionskrav och klimatbehov.

För att kontrollera att vissa processer inte används i onödan är det möjligt att med dagens teknik behovsstyra driften av dessa. Det finns ett antal varianter av behovsstyrning som är lämpade till olika typer av installationer som ventilation, belysning, värme m.m.

- › Tidsstyrning, som är användbara till alla typer av processer och fungerar som så att de tidpunkter då den anslutna installationen ska användas inprogrammeras.
- › Närvarostyrning, är främst användbar för processer som reagerar snabbt som belysning och i viss mån ventilation. Det finns ett antal tekniska lösningar på sensorerna för närvarostyrning. Vanliga är att känna av värmeförändringar i en lokal, rörelse inom lokalen eller ljud. Sensorer som reagerar på ljud kan "se runt hörn" eller genom väggar och t.ex. tända belysningen innan personen ifråga klivit in i rummet.
- › Koldioxidavkännare används till att bestämma när ventilationsanläggningen i ett rum ska aktiveras. Ventilationssystem är relativt tröga system och det måste startas ganska tidigt.
- › Fuktmätning för styrning av simhallsventilation.
- › Sensorer som mäter halter av föroreningar i exempelvis badvatten och kan reglera reningsanläggningen därefter.
- › Termostater används för att reglera värmesystemet som är ett trögt system. Prognosstyrda system finns som reglerar värmebehovet efter hur utomhustemperaturen förväntas bli.

Har man installerat någon typ av driftstyrning är det viktigt att man även följer upp och ser till att börvärdena är korrekta och anpassade efter verksamheten i anläggningen. Fortlöpande kontroller av börvärdena måste göras så att inställningarna fortfarande gäller för de aktiviteter som pågår i anläggningen. Alla system bör kompletteras med manuella kontroller ifall man har behov av att t.ex. starta ventilationen tidigare då man på förhand vet att den kommer att behövas.

## ***Kontroll och uppföljning***

Att ha kontroll över hur olika processer fungerar i en lokal är viktigt för att det ska vara möjligt att driva processerna effektivt. En undersökning från 2006 visade att av 165 undersökta kyl- och värmepumpsanläggningar hade 87 % mer eller mindre allvarliga fel.<sup>8</sup>

Det är viktigt att när alla installationer är genomförda att man kontinuerligt undersöker att utfallet verkligen blev som man tänkt sig och att installationerna drivs korrekt. Detta gör man genom att göra mätningar på installationen och sedan jämföra med historiska data för liknande driftsfall.

För att uppnå bra resultat i energieffektiviseringsarbetet är det viktigt att ha tydliga krav. Kraven måste anpassas till rådande förhållanden och utvecklingen av en kravspecifikationslista ska fortgå löpande. Trots en utvecklad kravspecifikationslista kan resultatet avvika från det tänkta vilket kan förklaras av flera faktorer.

- › Komplicerad byggprocess där tekniska aspekter enbart utgör en liten del
- › Många aktörer inom olika områden på marknaden
- › Processen pågår under flera år, förutsättningar förändras, ansvariga sluta m.m.
- › Relationen mellan utförare och beställare förändras

Större anläggningar blir lätt komplexa, särskilt om de innefattar flera olika verksamheter. Behovet av en utförlig systemmanual som personalen på anläggningen är införstådda med är därför av stor vikt. Dokumentation till denna manual ska fortgående tas fram under hela byggprocessen och uppdateras så fort en förändring av anläggningen utförs. En person bör utses som ansvarig för att denna dokumentation utförs.<sup>9</sup> Glöm inte att arbetsuppgiften att manualföra tar lite tid och kräver ansvar.

Vid uppföljningen av energieffektiviserande åtgärder är det viktigt att inte enbart jämföra energibehovet innan med det efter. Processen att energieffektivisera tar lite tid och innan allt är injusterat och klart kan förhållandena i omgivningen förändrats.

För att ta hänsyn till detta behöver man använda sig av korrigeringsfaktorer, t.ex. graddagar med vilken energianvändningen beräknas för ett normalår. Utan att normalårskorrigera energianvändningen blir jämförelserna väldigt missvisande då energianvändningen varierar beroende på utomhustemperaturen som i sin tur varierar från år till år. Andra förhållanden som kan behöva normalårskorrigeras är säsongens längd, antal öppettimmar och antal besökare.

---

<sup>8</sup> John. A et al. Masters Program in Sustainable Energy Engineering, Royal Institute of Technology (KTH) Stockholm, Sweden. 2006 beskriven i Hela vägen fram, SKL 2007.

<sup>9</sup> (Hela vägen fram, 2007, SKL)

### ***Datorisering av styr- och övervakningssystem***

Många fastighetstekniska system styrs och regleras via äldre analoga reglercentraler med dålig reglerfunktion och bristande inställningsmöjligheter. Genom att byta till moderna datoriserade styr- och övervakningsinstallationer erhålls systemlösningar med bättre precision och fler inställningsmöjligheter än tidigare.

Kontrollen av systemet ökar avsevärt då det är möjligt att via sms få larm om felaktigheter i systemet. Ett datoriserat kontroll- och övervakningssystem ökar även möjligheten att följa upp hur energianvändningen förändras.

Det är viktigt att komma ihåg att ett datoriserat kontroll- och övervakningssystem bara är ett verktyg och att det är personen som programmerar in data i det som bestämmer hur väl systemet kommer drivas. Det är därför viktigt att kunskapen om de olika komponenterna är god för att man ska få ut systemets fulla potential.

Ett centraliserat system ger en överblick. Däremot måste man komma ihåg att 'gå omkring och titta' aldrig kan uteslutas helt. Det kommer alltid att vara viktigt, för även system kan ha fel, eller missuppfatta signaler ifall oväntade saker händer. Dessutom kan det i vissa fall vara lättare att justera inställningar på plats än i ett rum långt bort från installationen.

### ***Att relatera energianvändningen till nyttan***

Idrottsanläggningar använder mer energi per kvadratmeter area än andra lokaltyper. Det är inte samma sak som att det slösas med energi. Det går helt enkelt åt mer energi till upprätthålla bra förhållanden i en ishall eller simhall än vad det gör i t.ex. skolor och kontor. Men det är ändå viktigt att kunna övervaka, följa upp, jämföra och ifrågasätta energianvändningen i enskilda anläggningar.

När jämförelser ska göras ligger det i allas intresse att man relaterar till något eller några nyckeltal som speglar anläggningens betydelse eller nyttoaspekt. Idag finns inte några givna nyckeltal för jämförelser på nationell eller internationell nivå. Att jämföra specifik energianvändning per areaenhet är nog det vanligaste.

Ofta vill man också spegla anläggningens utnyttjandegrad, det vill säga hur mycket den används. Detta kan man tänka sig att mäta på många sätt, t.ex. genom att tala om hur mycket en anläggning är bokad, eller hur många som går in genom dörren, hur många som faktiskt badar eller hur många som har betalat inträde

Måtten kan ha olika för och nackdelar. I STIL2 eftersöktes ett nyckeltal som med tillfredsställelse kunde beskriva utnyttjandegraden och som man samtidigt kunde förvänta sig att bestämma för alla de slumpvis utvalda anläggningarna runt om i landet. Valet föll på antal öppettimmar per år.

Andra faktorer av betydelse är till exempel säsongens längd, samt vilka veckor eller månader som anläggningen inte används. Det har också betydelse vad som ingår i de olika begreppen ishall eller simhall. I vissa anläggningar finns inte stort mer än själva ispisten eller bassängen, medan det i andra finns bekvämt inredda biutrymmen, restauranger och annat som också ska tempereras, belysas och ventileras.

### ***Nyckeltal***

Nyckeltal används för att jämföra energianvändningen mellan olika lokaler. Bra nyckeltal är centralt för att lätt kunna följa upp målsättningar för energieffektiviseringsarbetet. Vanligtvis används kWh per m<sup>2</sup> och år men detta är inte alltid det lämpligaste att använda då anläggningarna har olika utformningar.

Till idrottsanläggningar vill man gärna försöka få något mått på nyttjandegraden som en anläggning har. Detta kan ske genom att man mäter energianvändningen per öppettimme.

Att man använder sig av kWh/öppettimme beror på att många av idrottsanläggningarna har liksom sporterna säsonger då de används. En stängd anläggning använder lite energi medan en i bruk använder mer. Ett exempel på detta är uppvärmda utomhusbad som har en kort säsong men kräver mycket energi när de används. För dessa är det även svårt att använda nyckeltalet kWh/m<sup>2</sup> då de även har stora ytor och man behöver göra en avgränsning för vad som ska inräknas.

Ett annat nyckeltal som kan vara av intresse är energianvändning per besökare. Nyckeltalet kan bli svårt att kontrollera då man på många anläggningar inte vet hur välutnyttjade de är.

## **Energiekonomi som planeringsverktyg**

En viktig aspekt för prioritering och planering av åtgärder i fastigheter är ekonomin.

Sänkta energikostnader är en direkt följd av effektivare energianvändning, men att utföra åtgärderna kan vara mer eller mindre kostsamt och omständligt. Kostnaderna består i allmänhet av:

- › Investeringar i ny teknik
- › Tid, det vill säga arbetskostnader för installation av ny teknik, eller utförande av justeringar i gamla installationer
- › Kostnader för utbildning, eller driftspersonalens inläring under arbete
- › Avbrott eller störning i verksamheten
- › Verksamhetens behov av utbildning eller inläring av nya rutiner

Här presenteras tre vanliga metoder för att beräkna kostnaderna och den långsiktiga vinsten av en energieffektiviseringsåtgärd:

- › Pay-off
- › Annuitetsberäkning
- › Livscykelkostnadsanalys

### ***Livscykelkostnadsanalys***

LCC är en förkortning av Life Cycle Cost och motsvarar köparens totala kostnader under en produkts livslängd. LCC-tänkandet syftar framför allt till att ”tänka efter före” och välja den lösning som ger önskad funktion till den lägsta kostnaden under hela livslängden.

Det vill säga en lösning som är dyrare att införskaffa kan mycket väl reducera framtida kostnader och bli det mest kostnadseffektiva alternativet i slutändan. Vid en LCC analys ska man inte bara beakta förvärvskostnaderna utan även till drifts-, underhålls- samt utrangeringskostnaderna under en produkts livslängd. Utgifter och besparingar under investeringens hela livslängd ska vägas ihop och jämföras.

En stor del av drift- och underhållskostnaderna för en byggnad är energikostnaderna och LCC fungerar mycket bra för att belysa hur dyrare investeringar kan ge lägre energikostnader. Byggnader står i flera decennier, men delar i konstruktionen och installationer förändras sannolikt under byggnadens tid.

### ***Hur kan LCC-analysen vara till nytta?***

När man bestämt sig för att bygga om, kommer byggprojektledaren att behöva ta många beslut om tekniska lösningar. Bygglidaren har ett ansvar gentemot såväl er som beställare som underentreprenörer och leverantörer. Det kan ibland vara svårt att prioritera mellan kortsiktiga lösningar och långsiktiga lösningar. LCC analysen hjälper er att bedöma vad som är den bästa lösningen på lång sikt, och tydliggör också vad värdet av denna långsiktiga lösning är på kortare sikt. På så sätt kan man tänka långsiktigt utan att lamslå aktörer med kortare perspektiv.

LCC-analys kan användas för att utvärdera flera alternativa lösningar vid:

- › val av alternativ design
- › detaljerad design
- › val mellan olika material, komponenter och system
- › ombyggnad, tillbyggnad (ex.vis fler våningar) och utbyggnad (i samma byggnadskropp, eller nytt annex).
- › förändrade driftsrutiner

Typiska problemformuleringar är:

- › val mellan två eller flera olika installationer med samma funktion för exempelvis uppvärmning, ventilation eller belysning.
- › övervägande om förbättringar i klimatskärmen till exempel isolering eller bättre fönster.

I princip är det den part som gör investeringen som gör analysen. Andra parter kan också vara intresserade, men det är ur ”köparens” perspektiv analysen görs. LCC analysen används för den tidsperiod som utgör investerarens perspektiv. Om en kortare tid än den tekniska livslängden beaktas kommer restvärdet att vara betydelsefullt. Restvärdet kan vara positivt eller negativt.

Exempelvis kan installationer med lång livslängd vara fullt funktionsdugliga även efter den period som köparen är intresserad av att analysera. Om byggnaden ska rivas, kan det ändå vara så att vissa delar kan tas till vara och säljas vidare. En typisk köpare vill endast betrakta fem kanske upp till tio år. Efter denna tid ska kanske byggnaden säljas. Då blir det förväntade priset vid försäljning det intressanta restvärdet. Men byggnaden kanske istället ska rivas. Då blir restvärdet istället en merkostnad för köparen – rivningskostnaderna.

Värdet av en väl fungerande och energieffektiv byggnad kommer vidare att läggas i dagen i och med införandet av energideklarering av byggnader. Den information som LCC analysen tillhandahåller blir intressant varje gång någon åtgärd ska göras i huset, varje gång hyresgäster byts eller vid försäljning.

Beroende på miljölagstiftningen och de ekonomiska styrmedel som finns, kan även miljökonsekvenser kvantifieras som en kostnad. Kostnaderna kan också utökas till att inkludera tänkta miljökostnader, genom att man till exempel känner till vilken miljöpåverkan en viss energianvändning har. LCC verktyget är alltså även användbart för att kalkylera en byggnads miljöpåverkan.

Vem bedömer kostnaden, beställaren eller leverantörerna? En bra och genomarbetad LCC-analys fungerar som en avstämning mellan de olika parterna där de tvingas konkretisera sina antaganden och komma överens.

Det är viktigt att beställaren funktionskrav uppnås, men ofta kan beställaren behöva vägledning ifråga om vad han/hon kan välja mellan.

Viktiga aspekter för alternativen är;

- › förändringar i funktionen – diskutera med andra liknande användare
- › designalternativ med helt olika lösningar – diskutera med arkitekt och konsult
- › tekniska komponenter som är mer eller mindre utbytbara inom en design-

lösning – diskutera med konsult och entreprenör

} renovera eller bygga nytt

Byggprocessen är under omvandling. Nya roller och samarbetsformer är på väg. Om aktörer under byggprocessen ser byggnaden ur ett helhetsperspektiv kan man medverka till bättre funktion i längden.

#### *Vilka är svårigheterna med LCC?*

Svårigheterna med att göra (eller beställa) en bra LCC analys, som verkligen hjälper dig att fatta rätt beslut är bland andra:

- } Att ställa rätt fråga – det vill säga att bedöma vilken funktion som ska analyseras och hur alternativen ska definieras. Vilka kostnader ska inkluderas i analysen – det vill säga vad härrör från att välja denna lösning och vad skulle ändå ha kostat pengar.
- } Att utgå från (ur komfort- och inommiljösynpunkt) helt jämförbara driftsförhållanden.
- } Att gissa rätt ränta.
- } Att gissa rätt vad gäller framtida kostnader. Till exempel kan energipriset förändras med tiden och kan vara svårt att gissa.

Du som beställare eller projektledare bör vara medveten om dessa svårigheter, och om du har möjlighet bör du försöka påverka att olika detaljanalyser gör samma antaganden.

Större förvaltningar kan välja att fatta centrala beslut för vilka värden som ska användas vid beräkningar med dessa parametrar. På så sätt går det att veta att olika investeringsalternativ alltid jämförs utifrån samma grundantaganden.

LCC-beräkningsmodellen beskrivs bland annat av Energimyndigheten och beställargruppen för lokaler, se [www.belok.se](http://www.belok.se). Där finns det också möjligheten att göra egna livscykelkostnadsanalyser med hjälp av beräkningsverktyg som de har lagt upp.

#### *Pay-Off*

I en pay-off kalkyl undersöks hur snabbt en merkostnad i en investering betalar sig genom att driftskostnaderna blir lägre. Kostnaden i dag delat med energinotans minskning per år ger pay-off tiden i år.



Metoden är enkel att använda men har en del brister.

Till exempel tas ingen hänsyn till investeringens tekniska livslängd (det vill säga den tid som effektiviseringsåtgärden är i funktion). Inte heller tar metoden hänsyn till kapitalräntor, inflation eller förändringar i energipriset.

Pay-Off - metoden lämpar sig för huvudräkning och ger en mer rättvisande bild för teknik med relativt kort teknisk livslängd.

### ***Annuitetsberäkning***

Vid en annuitetsberäkning beräknar man en årlig kapitalkostnad, för att ta reda på lönsamheten för en investering under dess livstid. Metoden går ut på att investeringskostnaden (alternativt skillnaden mellan investeringskostnaden och nuvärdet) multipliceras med en annuitetsfaktor som är beroende av avskrivningstiden och kalkylräntan. Annuitetsfaktorer ges i en tabell i Bilaga 2.

Till kapitalkostnaden lägger man energikostnaden, löpande kostnader för systemet och kostnaden för underhåll. Även denna metod är enkel att förstå. Svagheten är att den inte tar hänsyn till framtida prisförändringar. Detta kan man kompensera genom att välja priser som utgör ett förväntat medelvärde för kalkyltiden.

En fördel med annuitetskalkylen är att den kan ge svar på vad åtgärden kostar just i kalkylögonblicket, vilket är värdefullt för budgetering och ifall att kostnaden för nyinvesteringen ska faktureras på en användare.



## Belysning och energi

Belysningsarmaturer har utvecklats mycket sedan 70-talet. En modern installation kräver idag bara 20 % av den energi som äldre varianter kräver tack vare effektivare ljuskällor och förbättrad drift.

Det är viktigt att energibesparing inte leder till försämrad belysning. Detta gäller såväl arbetsmiljö som säkerhet, komfort och visuell upplevelse.

Är energieffektiviseringen väl planerad leder det dock snarare till att belysningen inte bara blir energisnålare utan även bättre.

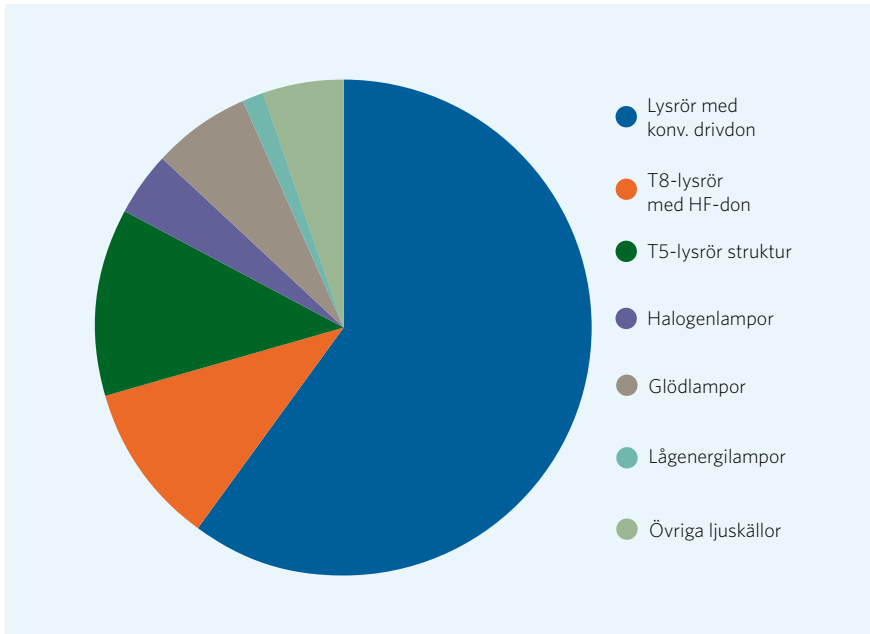
Belysningsguiden, utgiven av SKL, ger en mer utförlig beskrivning av belysning.

### Belysning i idrottsmiljöer

I idrottslokaler är det fortfarande vanligast med den gamla typen av belysningsarmaturer, främst T8-lysrör, men även i enstaka fall av T12-lysrör, med konventionella driftdon, vilka uppgår till 60 % av den totala installerade effekten, se Figur 8.

En modern installation, T5-lysrör med HF-don (högfrekvens-don) med behovsstyrning och dagsljusavkänning, kräver 80 % mindre el. T5-armatur står idag för 13 % av den installerade effekten på idrottsanläggningarna. För idrottsanläggningar som ofta har långa öppettider är det en stor besparingspotential att byta ut gamla lysrör till T5-rör.

FIGUR 8 Fördelning av installerad effekt för belysning för olika typer av ljuskällor.



Källa: STIL2 Energianvändning i idrottsanläggningar

### ***Krav på belysning***

Som anläggningsägare bör man kunna erbjuda olika nivåer på belysning, samt ha en policy för vad som gäller.

Många idrottsförbund har tagit fram egna skrifter med bestämmelser för vilka krav som finns för att en anläggning ska kunna användas vad matcher eller andra tävlingar. T.ex. har ishockeyförbundet tagit fram skriften *Ishall 2000* som bland annat beskriver hur stark ljusstyrkan måste vara för att en hall/arena ska få arrangera en viss typ av matcher.

Dessa krav finns, och anläggningsägare behöver förhålla sig till dem. Det betyder inte att man ska ge alla användare rätt oförbehållet. Men man bör ha en egen idé om vad som är rimligt och ha en tydlig kommunikation till brukaren angående vad olika driftsfall kostar.

Vid TV-sändningar till exempel, måste belysningen anpassas till detta och kan vara mycket dyrbart. Att föra ett resonemang med ansvariga för de olika TV-kanalerna kunde vara ett sätt att komma överens om vem som ska betala.

Finns stark belysning installerad permanent är det viktigt att anläggningens policy är tydlig angående när den får användas.

Den som kommer till en anläggning och påbörjar ett pass strax efter en besökare som haft stark belysning, blir man sannolikt missnöjd när ljuset dämpas.

Kan man då själv reglera ljusstyrkan kommer de flesta att slå på fullt igen.

### ***Belysning vid evenemang***

Vid större evenemang ökar kraven på belysning, både för att ge goda förutsättningar för de aktiva samt för publiken. Vid TV-sända evenemang ökar kraven på belysning ytterligare.

I Kungliga Tennishallen i Stockholm till exempel, har man, förutom ordinarie aktiviteter, 4-5 större evenemang per år. Av dessa är Stockholm Open det absolut största.

I normala fall används ungefär 4 000 – 5 500 kWh per dygn i total energianvändning, men vid Stockholm Open används mer än dubbelt så mycket, omkring 10 000 kWh per dygn i anläggningens egen elcentral.

Den ökade energikostnaden för detta evenemang är ungefär 5 000 kronor per dygn. Vid Stockholm Open används dessutom ytterligare en elcentral utöver den ordinarie.

Det ökade energibehovet beror bland annat på ökade krav på belysning. Normalt har man en ljusstyrka på cirka 500 Lux (ljusflöde per areaenhet), medan det vid Stockholm Open används 18 000 Lux på de banor där turneringen spelas, det vill säga Center Court och Bana Ett.

Övriga banor är nedsläckta under turneringen, för att möjliggöra högre effektuttag på de banor som används.

## **Effektiv belysning**

Armaturer och ljuskällor i idrottsanläggningar är inte sällan mer än 20 år gamla. De kan vara omoderna och slitna.

I många anläggningar finns gamla armaturer med gulnade plasthöljen som inte släpper igenom särskilt mycket ljus.

Lampor kan ha installerats i omgångar och kan ge onödigt mycket ljus på fel ställen istället för att samverka för en bra och anpassad ljussättning.

För att spara energi kan man ställa krav på rumslig belysningsplanering, sänka effekten på ljuskällorna, samt minska de antal timmar som belysningen är tänd.

### ***Belysningsplanering***

Belysningsplanering behöver göras av en kunning person om den ska bli bra, det vill säga ändamålsenlig och energieffektiv. Utmaningen ligger i att sprida ljus så att de väsentliga delarna av rummet lyfts fram. Dålig belysningsplanering kan vara för många ljuskällor i samma utrymme lika gärna som för få. Vidare kan dålig belysningen blanda eller skapa skuggor som förvillar ögat.

### ***Sänk effekten***

Nya energieffektiva lamptyper kan ge samma ljusstyrka (lux-tal) som en äldre men med ett lägre effektbehov. Skillnaden mellan lamporna är att lågenergilamporna har en effektivare drift där en mindre del av energibehovet blir förluster (värme eller induktiv effekt). För nya anläggningar som byggs idag är så kallade T5-armaturer standard.

T5, som har funnits i mer än tio år, är effektivare, men ändå används de inte fullt ut i befintliga anläggningar. Man byter inte ut gamla lampor som ”fungerar”. Lampan kan ha mycket värmeförluster och dålig ljuskvalitet, men det behöver inte vara det en elinstallatör traditionellt ser till, utan att den lyser och därmed fungerar.

LED<sup>10</sup>-baserade lösningar kommer in på marknaden mer och mer. Än så länge är produkterna inte helt etablerade och fungerar bäst för särskilda applikationer så som till exempel riktad belysning. Eftersom belysning är en stor del av världens energianvändning finns dock alla förutsättningar för en snabb produktutveckling.

Ljusutbytet per effekt anges i lumen per Watt och är ett mått på ljuskällans effektivitet. I de flesta fall anges värdet enbart avseende ljuskällan och någon hänsyn till förluster i driftdonen tas inte.

Driftdon kan ge förluster i storleksordningen 10-25%. Konventionella driftdon för lysrör, ej högfrekvensdon, är de som ger störst förluster.

Att byta belysningsarmaturen i en idrottshall betalar av sig relativt snabbt i sänkta energikostnader då belysningen är tänd under många timmar per år.

### ***Begränsa drifttiden***

Genom att styra driften av belysningen med tidsstyrning eller närvarosensorer är det möjligt att sänka antalet drifttimmar. Frånvarostyrning tänder ej automatiskt men släcker när ingen är närvarande.

Belysning går även att styra med dagsljusavkänning då donen i armaturerna är hf-don. Dagsljussensor inomhus förutsätter förstas fönster.

Med dagsljussensor är det möjligt att reglera så att belysningen lyser svagt om det är lite dagsljus och starkt om inte är något dagsljus. Detta gör att styrkan på belysningen hålls konstant under hela dagen oavsett hur starkt solen lyser.

### ***Sektionering***

Det går att dela in belysningen i lokaler i sektioner så det bara lyser i den del som används. Många gånger behöver inte hela anläggningen vara tänd, men erbjuds alternativet att bara tända den lilla del som behövs? Eller finns det bara en strömbrytare för hela huset?

---

<sup>10</sup> Light Emitting Diodes

I Energimyndighetens rapport Belysning i sporthallar, 2000, beskrivs åtgärder man kan genomföra för att spara energi samt vilka krav på belysningen som olika idrotter har. Bland annat föreslås att man bör ha ett svagt rörelsekänsligt ledljus som tänds när någon kommer in i lokalen. Sedan kan man styra övriga belysningen från en panel på väggen. Den övriga belysningen är också rörelsestyrd men på det sättet att den släcker om det inte varit någon aktivitet på 5 min.

## Ventilation och energi

Ventilation i byggnader har en huvuduppgift: att ta bort alla de föroreningar som alstras och ersätta den smutsiga luften med ren och syrerik luft. Onödigt hög ventilation orsakar inte bara ett onödigt högt energibehov för att driva fläktar. Den orsakar även att onödigt mycket luft ventileras ut ur lokalen, vilken är varm och måste ersättas av kallare tilluft antingen från en ventil i vägen eller från en tilluftskanal. Denna luft måste värmas upp av lokalens värmesystem till den önskade inomhustemperaturen för att önskat inomhusklimat ska bibehållas.

Boverkets byggregler, BBR, anger att ventilationsflödet i en lokal bör vara 0,35 l/s per m<sup>2</sup> när lokalen används. Därutöver arbetsmiljöverket föreskrifter och socialstyrelsen råd. Om Boverkets regler är ett minimum, försöker de båda senare att uppskatta vilket ventilationsflöde eller vilken luftomsättning som är lämplig för olika typer av lokaler med olika verksamhet (se även kapitel 13).

Socialstyrelsen uttrycker att man bör dimensionera ventilationen så att uteluftsflödet inte understiger 7 liter per sekund och person i skolor och lokaler för barnomsorg, medan man nöjer sig med 4 liter per sekund och person för bostäder.

Vidare anger Socialstyrelsen att bedömningar ska göras för speciella verksamheter. Det är sant, men mycket tyder tyvärr på att de bedömningarna inte riktigt uppdateras avseende idrottsanläggningar. Det finns ett behov av uppdaterade och oberoende rekommendationer inom branschen.



För många badanläggningar behöver luftombytena vara långt högre än vad som rekommenderas av Socialstyrelsen. Det är fukten och dess negativa effekt på byggnaden som driver upp ventilationsbehovet, och inte människors behov av luftombyte.

Även andra anläggningstyper har ventilationen för att lösa en rad andra problem – t.ex. att föra bort värme och fukt.

Resultatet blir att luftflödena, och särskilt uteluftflödena ofta är större än vad som skulle behövas för god komfort. För att spara energi i ventilationsanläggningar kan man exempelvis värmeåtervinna frånluften, behövsstyra driften och använda energieffektiv utrustning.

## Värmeåtervinning

Att föra ut varmluft från en lokal och ersätta den med kall, är dålig energihushållning. Särskilt på vintern är tilluften som tas utifrån väldigt kall och det krävs mycket energi att värma upp den till rumstemperatur.

För att förvärma tilluften och minska behovet av tillförd värme till lokalen är det idag vanligt att man utnyttjar den varma frånluften. Frånluften används till att värma den kalla tilluften i en värmeväxlare. Tilluften har efter värmeväxlaren en temperatur som bara är några grader under frånluften vilket sparar mycket energi. Plattvärmeväxlare ger normalt en återvinningsgrad på ca 50 %, medan roterande värmeväxlare kan ge omkring 60-70 % värmeåtervinning.

## Behovsstyrning

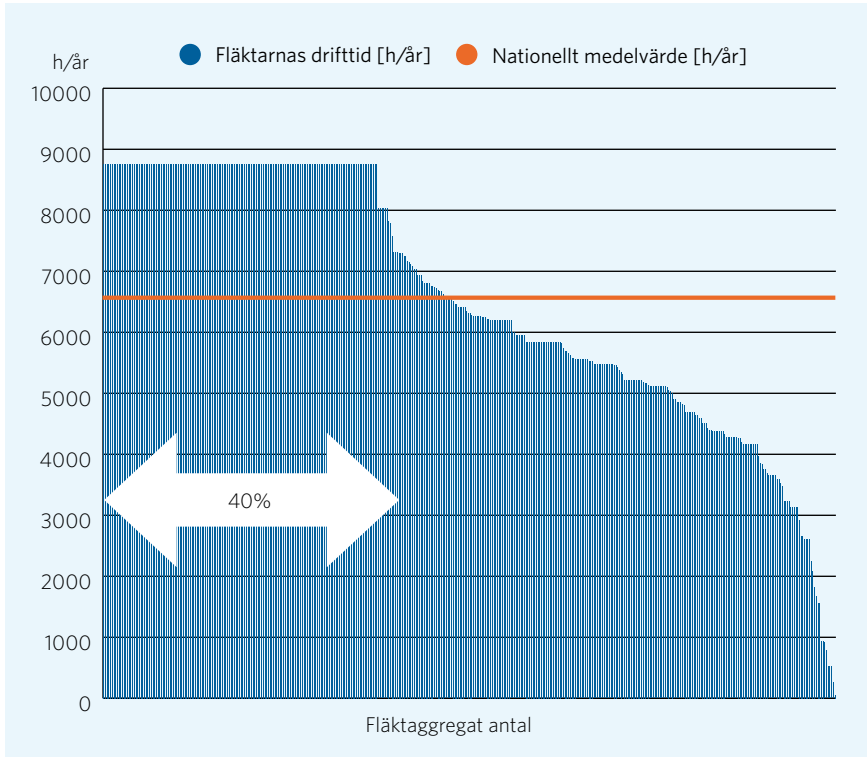
Att låta ventilationen vara i full gång när ingen har nytta av den, eller att ventileras onödigt mycket bör undvikas så långt det går. Luftkvalitetsgivare kan hjälpa att styra ventilationen så att den inte är igång onödigt mycket.

Fläktarna går i genomsnitt hela 6 595 timmar per år i svenska idrottsanläggningar, vilket motsvarar 18 timmar per dygn vardag som helg.

I badhus är fläktars genomsnittliga drifttid per år hela 8 050 och i idrottsanläggningar 5 915, se Figur 9. I figuren syns att nästan 40 % av de fläktar som finns installerade i svenska idrottsanläggningar är igång för jämn.

En komplikation för många badanläggningar är att de byggts för badvattentemperaturer som är flera grader lägre än det som bedöms lagom idag. Det gör att luften blir varmare och innehåller mer vatten.

Figur 9 Fläktarna drifttid per år i inomhusanläggningar uppdelat per aggregat.



Källa: STIL2 Energianvändning i idrottsanläggningar

### ***Drifttid och varvtalsstyrning***

Ventilation behövs framförallt när personer befinner sig i en lokal. Det är ändå vanligt att ventilationsanläggningar står på dygnet runt. Genom att tidsstyra eller behovsstyra driften av ventilationsanläggningarna går det att spara mycket energi och pengar. Se kapitel 7 för några olika former av behovsstyrning.

Ett ventilationssystem dimensioneras för att klara ett största tänkbara ventilationsbehov i den aktuella lokalen. Då ventilationsbehovet varierar beroende på hur mycket en lokal används och maxbehovet sällan inträffar, är det bra om det är möjligt att varvtalsstyra fläktarna i ventilationssystemet.

Det innebär att man kan sänka luftflödet från fläktarna och därmed effekten vilket sparar energi. Är ventilationsbehovet lågt behöver inte fläktarna gå mer än nödvändigt för att sedan öka om ventilationsbehovet blir större. Detta gäller i alla typer av lokaler, även badhus som måste ha ventilationen igång nästan alltid för att hålla nere luftfuktigheten.

## ***Sektionering***

Det är viktigt att i en större anläggning sektionera ventilationen, så att inte all ventilation behöver vara igång samtidigt, utan bara i de sektioner av byggnaden som för tillfället används. Olika utrymmen har olika behov av ventilation. T.ex. måste ett duschrum ventileras mer än ett omklädningsrum eller en idrottshall.

## **Energieffektiv utrustning**

Ventilation kan vara svårt att få bra. Hur energieffektiv ventilationen är, beror av många faktorer. För att bli riktig effektivt, behöver det vara lätt för luften att passera genom ventilationskanalerna. Det vill säga det får inte vara för mycket krökar och trånga sektioner i kanalerna som skapar tryckfall. Dessutom behöver fläktarna vara eleffektiva.

SFP (specifik fan power) är ett mått på hur energieffektivt ett ventilations-system är. Det är ett uttryck för eleffekten som används för fläktarna per transporterad luftmängd genom byggnaden.

I skriften Energihandboken från 2008 av Svensk Innemiljö, anges att SFP-talen i befintliga byggnader från 70 och 80-talet kan ligga mellan 3 och 4 kW/(m<sup>3</sup>/s). Vid ombyggnad av befintliga byggnader siktar man på att få ett SFP-tal på mellan 2 och 2,5. Nya byggnader bör ha ett SFP på mellan 1,5 till 2 eller lägre.

För att få ett lågt SFP-tal ska man fokusera på att ha så energieffektiva fläktar och motorer som möjligt samt minimera tryckfall i ventilationssystemet.

## ***Energieffektiva fläktar och motorer***

Ventilationssystem är en av de installationer i en byggnad som har längst drifttid. Det är därför särskilt viktigt att välja energieffektiva lösningar. Vid val av motor och fläkt måste man vara noggrann och veta hur stort luftflödesbehovet är.

Överdimensioneras fläktarna och motorerna, vilket är vanligt, kommer driften att bli ineffektiv och ett onödigt högt energibehov uppstår.

Mer energieffektiva fläktar och motorer har utvecklats under det senaste decenniet och möjligheten att byta ut gamla mot nya bör beaktas vid ombyggnation av en anläggning. Bland annat har varvtalsreglering utvecklats, vilket innebär att fläktens motor anpassar sitt varvtal till det aktuella luftflödesbehovet och därmed optimerar utbytet av tillförd el-energi.

## ***Tryckfall***

Tryckfall i ventilationskanaler och don orsakar att fläktarna måste producera ett högre initialt tryck vilket kräver mer energi. Tryckfall kan till exempel

vara skarvar eller krökar i kanalsystemet, men även filter och värmeväxlare orsakar tryckfall.

Eftersom ventilationen ofta installeras i slutet av byggnadens färdigställande får ventilationskanaler ibland 'knyckas till' på plats. Inte sällan har befintliga kanaler till synes helt obefogade böjar för att passas in med bjälkar, dörrar, vattenledningar eller annat som förmodligen inte var känt för den som dimensionerade ventilationen. Om ett system ska bli riktigt bra och energieffektivt kan sådana överraskningar på plats inte accepteras.

Tryckfall uppstår även i luftfilter som renar luften från partiklar. Filter som installeras bör orsaka ett lågt tryckfall samtidigt som de har god filtreringsförmåga. Det är ofta lönsamt att byta filter en gång per år istället för vartannat år. Detta då energibehovet till fläktarna minskar, dessutom minskar risken att dålig lukt sprids från orena filter.

Onödiga tryckfall orsakas av:

- › Dåligt konstruerade kanalsystem och luftdon
- › Läckande kanalsystem
- › Orena luftfilter, värmeväxlare och kanalsystem

Det är möjligt att sänka tryckfallet genom god konstruktion på kanalsystemet och komponenterna där i samt att se till att byta filter när så behövs.<sup>11</sup>

---

<sup>11</sup> Energihandboken, 2008;Svensk innemiljö

## Ishallar och energi

Medelstorleken på en ishall för hockey är 3500 m<sup>2</sup> och motsvarande 10 000 m<sup>2</sup> för en bandyhall. Totala behovet av köpt energi för att driva en ishall för hockey kan variera mellan knappt 500 MWh och 5000 MWh beroende på storlek och drifttid. Den typiska energiförbrukningen i en ishall i Sverige är enligt STIL materialet omkring 700 MWh per år.

Många faktorer påverkar driftskostnaden i dessa hallar men i detta kapitel kommer fokus att ligga på följande områden, gällande ishockey/konståkning:

- › Drifttid och iskvalitet
- › Luftkvalitet och luftfuktighet
- › Kylanläggningens funktion
- › Anläggningens energibalans
- › Värmeåtervinning

Antalet ishallar och isbanor i Sverige är stort. Vi uppskattar idag antalet ishallar (inklusive curling) till 370 st och utebanor till 200 st.

Figur 10. Ishall Zinkensdam, Stockholm



Många faktorer påverkar driftskostnaden i dessa hallar men i detta kapitel kommer fokus att ligga på följande områden, gällande ishockey/konståkning:

- › Drifttid och iskvalitet
- › Luftkvalitet och luftfuktighet
- › Kylanläggningens funktion
- › Anläggningens energibalans
- › Värmeåtervinning

## **Drifttid och iskvalitet**

### *Drifttid*

Självklart drar en ishäll som startas upp i juli månad mer energi än en hall som startar i september. Det är också svårare att starta i juli än i september, svårare att göra bra is. Bland annat påverkar öppettider och utnyttjandegrad hur svårt det blir. Om så få möjligt springer ut och in genom dörrarna till hallen blir det lättare.

Verksamheten påverkar säsong och öppettider, för hallen men för varje dag som starten kan förskjutas minskas förbrukningen av köpt energi med i genomsnitt 4 300 kWh. När det gäller utebandybanor är motsvarande siffra i genomsnitt 12 000 kWh per dag.

Styrningen av kylaggregatet i ishallen skall innehålla en möjlighet till olika driftfall beroende på verksamhet. Driftfallen kan vara normal-, natt- och matchdrift. Detta ger möjlighet till kortast möjliga drifttid med låg istemperatur. Drifttiden i matchläge är normalt mindre än 5 % av totala drifttiden.

### ***Iskvalitet***

Begreppet iskvalitet är väldigt individuellt och lite svårt att mäta och förklara. Det är de aktiva som bedömer och kommenterar iskvaliteten.

Iskvaliteten kan påverkas av istjockleken, istemperaturen, temperaturen på spolvattnet, renheten på spolvattnet, halltemperaturer och fukthalten i hallen.

Några av följande tumregler kan vara bra att känna till:

- › Istjockleken bör ligga mellan 30-40 mm. Tvingas man till tjockare is bör man kontrollera om ispisten lutar eller har lokala förhöjningar-gropar. När man gör ”isvård”, vilket man bör göra en stund varje dag, är det viktigt att skrapa av isytan för att hålla en bra istjocklek. 10mm tjockare is innebär 2-3 % högre energiförbrukning.
- › Istemperaturen, mätt i överkant betong eller sandyta, skall vara mellan -4,5°C och -6,5°C. Någon minusgrad på isytan önskas och därför varierar istemperaturen i isens underkant med tjockleken på isen. Ofta sänker man istemperaturen några grader inför en match för att kunna klara den ökade belastning på isytan som fås av publiken. En grad lägre istemperatur resulterar i 2-3 % ökad energiförbrukning.
- › Temperaturen på spolvattnet är mycket individuellt och väldigt olika i många hallar. Temperaturen kan variera mellan kallvatten, +15°C, och +65°C. Det är lättare att göra bra is med ett varmare vatten då det pålagda vattnet binder lättare med isytan. Tyvärr är det så att det kostar mer att värma vattnet och dessutom ökar det belastningen på isytan när det läggs på. Rekommendationen är att spola med så kallt vatten som möjligt, helst ej över +30°C, och självklart använda varmvatten som är återvunnet från kylanläggningen.
- › Renheten på spolvattnet är av vikt för att nå bra iskvalitet. Isytetemperaturen kan hållas vid -1°C då rent vatten används. Ett normalt tappvatten innehåller salter och tillsatser vilket innebär att isytetemperaturen måste sänkas till -3°C eller lägre för att uppnå samma iskvalitet.
- › Gällande halltemperatur och fukthalt, se vidare under rubriken luftkvalitet och luftfuktighet

FIGUR 11. Ishall Zinkensdam, Stockholm





## Luftkvalitet och luftfuktighet

### *Luftkvalitet*

Halltemperaturen kan variera mellan +5 till +15°C beroende på verksamhet. En högre halltemperatur ökar belastningen på isytan. Luft med högre temperatur har också förmågan att bära mer fukt. Temperaturen i hallen skall hållas så låg som möjligt för att ge en bra iskvalitet. Personal som arbetar i en ishall skall räkna med att arbeta i en miljö som håller 8-10°C lufttemperatur. En grads höjning av temperaturen i hallen ökar energiförbrukningen med 5 %.

Många hallar ventilerar alltför stora mängder uteluft. Detta gör man i tron att koldioxidhalten måste hållas inom vissa värden. En ishall är inte att jämföra med dagis eller annan verksamhet där CO<sub>2</sub> halten är viktig och klart beskriven i Boverkets regler. Försök att hålla intaget av uteluft till ett minimum för att undvika den varma fuktiga utluftens kraftiga påverkan på inneklimatet. Vid den dagliga verksamheten i hallen ligger CO<sub>2</sub> halten mellan 500-1000 ppm. Accepteras halter upp till 3-4000 ppm under matcher kan mycket energi sparas.

### *Luftfuktighet*

Att hålla rätt fukthalt i hallen är mycket viktig för iskvaliteten men även för att undvika korrosion och mögel. När vi talar om fukt är det viktigt att hålla isär begreppen.

Den relativa fukthalten är den aktuella fuktmängden uttryckt i procent av vattnets mättnadstryck vid den aktuella temperaturen. Ett värde i procent som varierar med temperaturen.

Absoluta fukthalten anger mängden vatten i g på 1 kg luft. Ett vanligt önskemål i ishallar är 50 % relativ fukthalt vid 10°C vilket motsvarar en absolut fukthalt på 4,5 g/kg.

Fukt transporteras in i en ishall på olika sätt t.ex. via hallens ventilationsaggregat som ofta tar in fukt via uteluften, ofrivillig ventilation (infiltration) av uteluft sker genom otätheter i väggar och tak, varje gång portar eller dörrar till hallen öppnas rusar en stor mängd fuktig luft in i hallen, publiken i hallen för in fukt via utandning och fuktiga kläder.

Mindre hallar som startar sin verksamhet efter augusti har normalt inte stora problem med fukt. Det är viktigt att hålla hallen tät och inte ventilerar i onödan.

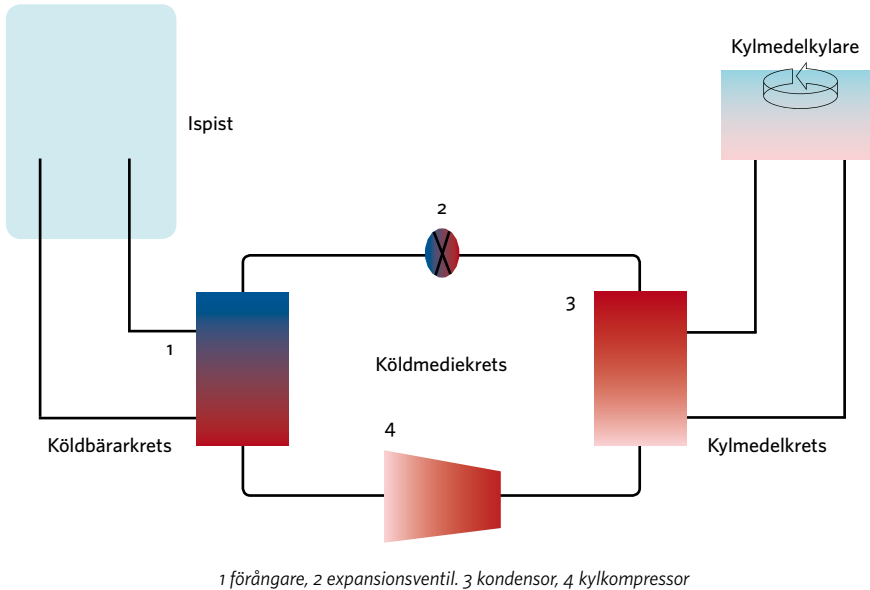
Större hallar och hallar som startar sin verksamhet under sommaren behöver en enkel avfuktningssystem.

Adsorptionsavfuktare eller kondensavfuktare kan väljas. Tänk på att dessa avfuktare drar en hel del energi då den avfuktade mängden vatten skall bort.

## Kylanläggningens funktion

Kylanläggningen är hjärtat i en ishall. Principen för kylcykeln visas i Figur 12.

FIGUR 12. En principskiss av kylcykeln för en kylanläggning.

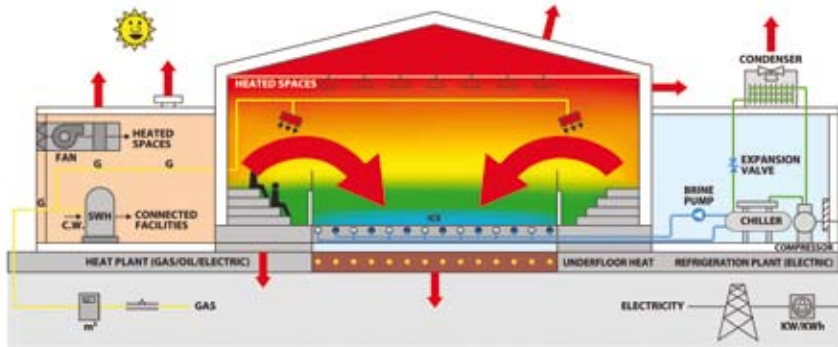


En köldbärarpump cirkulerar en köldbärare (Kaliumklorid,  $\text{CaCl}_2$  eller vatten,  $\text{H}_2\text{O}$ ) i ispistens banrör som tar upp värme från omgivningen. Värmen från köldbäraren avges via värmeväxling i förångaren(1) till köldmediet (Ammoniak,  $\text{NH}_3$ ) som förångas. Vid förångningen av köldmediet sker en sänkning av temperaturen på köldbäraren som via banrören kyler omgivningen.

Den förångade köldmediegasen komprimeras i kylkompressorn (4) till ett högt tryck och en hög temperatur. Den komprimerade gasen kyls i kondensorn (3), via uteluft eller indirekt genom ett kylmedel (glykol/vatten), och övergår i vätskeform. Köldmedievätskan expanderar, stryps, genom passagen av expansionsventilen (2) till ett lägre tryck. Köldmedievätskan med lågt tryck leds sedan in i förångaren och kylcykeln är sluten.

## Anläggningens energibalans

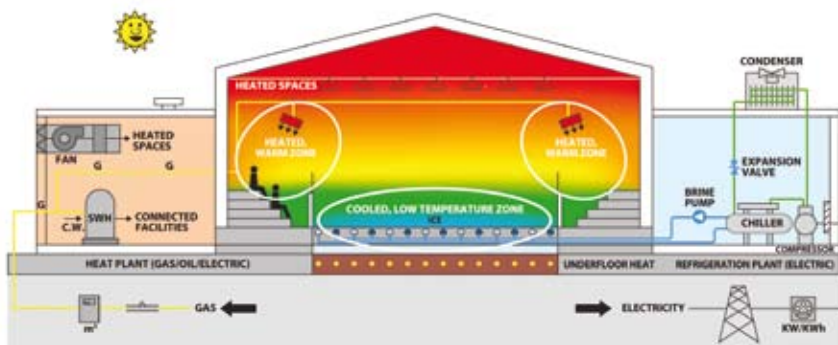
FIGUR 13. Princip över energianvändningen i en ishall.



Källa och illustration: Natural Resources Canada

Elenergi tillförs kylanläggningen, värmeanläggningen, belysning samt diverse övrigt. Utan värmeåtervinning avges mycket värme till uteluften via ventilationen. Vid enkla ishallar med sämre isolering läcker dessutom värme ut genom väggar och tak. Utan isolering och värmeslingor under ispist läcker även kyla ned i marken och skapar permafrost.

FIGUR 14. Princip över energianvändningen i en energioptimerad ishall.



Källa och illustration: Natural Resources Canada

Vid värmeåtervinning kan energiläckaget till omgivningen minskas. Skapas varma och kalla zoner inom ishallen minimeras sammanblandningen. Värmen i hallen skall tillföras där den gör mest nytta och inte stör den kalla ytan på isen. Luftcirkulationen i hallen skall utföras så att det skapas ett "lock" några meter över is ytan vilket då ger en naturlig indelning av varm och kall zon.

## Värmeåtervinning

Det finns stora mängder värme att återvinna från en kylanläggning till en ishall eller isbana. Innan man börjar planera återvinning är det viktigt att den inte får inverka på den ursprungliga funktionen. Det finns alltför många exempel på anläggningar som tvingas köra kylkompressorer på alltför höga tryck och temperaturer bara för att erhålla den återvinning man installerat. Försök att finna en balanspunkt där både värmeåtervinning och kylanläggning går optimalt.

Hur kan vi spara energi genom att värmeåtervinna?

- 3 } **Tappvarmvatten-** De flesta hallar har en stor förbrukning av duschvatten. Detta tillgodoser man genom att montera en hetgasvärmväxlare på kylkompressorerna som ger sin värme till tappvattnet. Vattentemperaturer mellan 55-80°C kan erhållas. Eftersom hetgasväxlarens värmeeffekt är liten skall man ackumulera mängden tappvarmvatten. 10-15 % av avgiven kyleffekt är ett mått på hur stor värmeeffekt som kan återvinnas. Viktigt är att veta hur mycket kyleffekt som används under ett dygn. Normalt går endast en kylkompressor dagtid och då finns det endast 15-25 kW värmeeffekt att tillgå. Görs detta rätt, och är anläggningen bestyckad med kolvkompressorer behövs ingen spetsvärme till tappvarmvatten under is säsong (kolvkompressorer ger högre tryckgastemperaturer i jämförelse med skruvkompressorer, som kylmaskiner).
- 3 } **Värmevatten-** Ishallar har behov av värme i radiatorsystem, ventilations-system, golvvärmesystem, spolvatten samt i vissa fall för snösmältning. Dessa värmebehov kan i första hand tillgodoses av återvunnen kondensorvärme från kylanläggningen. Även här är det viktigt att ackumulera en viss mängd för att jämna ut toppar i behovet. Hela kondensoreffekten kan återvinnas vilket under dagtid innebär 200-250 kW värme vid vattentemperaturer runt 25-35°C. Vid dessa temperaturnivåer kan behovet av spolvatten och golvvärme direkt tillgodoses. Värmevattentemperaturen för radiator- och ventilationssystem måste under uppvärmningssäsong spetsas med hjälp av annan värmekälla. Denna värmekälla kan vara en elpanna, fjärrvärme eller framförallt en värmepump.

## Att tänka på vid nyproduktion av ishallar

Det är mycket att tänka på när en ishall skall byggas. Bortser vi från de faktorer som omfattar geografiskt placering, arkitektur mm utan ser på installationerna i ishallen skall man tänka på att:

- › Se ishallen som en enhet vid projektering. Det är viktigt för framtida driftskostnad att balansera kyl-, värme och ventilationsbehov. Visst kan det vara kittlande och anses som nödvändigt att bara se till installationskostnaden, men då den endast utgör 20 % av totala kostnaden under ishallens livstid måste man se på helheten. Välj utifrån ett livscykelperspektiv. (Läs mer om Lifecycle Cost, LCC, i kapitel 5)
- › Välja en kylanläggning med beprövad konstruktion och med beprövade medier. Idag talas om höga beskattningar på syntetiska köldmedier vilket talar för ammoniak och andra naturliga lösningar. De flesta isbanor byggda i Sverige använder ammoniak som köldmedium och kalciumclorid/vatten lösning som köldbärare. Dessa lösningar har bra verkningsgrad med lång livslängd. Dagens luftkylda aggregat tillhör kategorin billig att installera. Att välja kolv- eller skruvkompressorer för kylanläggningen är en smaksak. Väljer man kolvkompressorer finns det fler tekniker som kan utföra service och kostnaden för denna kommer i stort sett vart annat år. Vid val med skruvkompressorer kommer renoveringskostnaden tidigast efter 30-35 000 timmars drift. Skruvkompressorer bör utrustas med frekvensstyrning för att få rimlig verkningsgrad (COP) vid dellastdrift. Platsbyggda kylanläggningar eller fabriksbyggda vätskekylaggregat är likvärdiga. Platsbyggda har den fördelen att de är oftast lättare att utföra service på.
- › Det är viktigt att ispisten byggs upp av kunnig personal. Betongplattan skall vara isolerad mot marken och värmeslingor skall vara installerade under isoleringen. Banrören skall förläggas tätt (80-100mm) med tunnast möjliga övergjutning. Vanligast är att man använder plaströr i ispisten men stålrör har bättre värmeöverföringsförmåga. Tyvärr är idag priset på stålrör mycket högre.
- › Värmen i ishallen kan i många fall tillgodoses med en luftvärmare (kylmedelkylare) som tar sin värme från kylmedelkretsen i kylanläggningen.
- › Ventilationen för de minsta hallarna kan bestå av endast frånluftfläktar som styrs på koldioxidhalt och temperatur. För större hallar väljes frånluft aggregat i kombination med separat adsorptionsavfuktare eller ”rooftop” aggregat med samtliga funktioner i en enhet.
- › Värmecentralen skall byggas upp så att kondensorvärmens från kylanläggningen, via värmeväxlare och ev. ackumulatortank, direkt används

till radiatorsystem i kontor, kansli, omklädningsrum mm. I cirkulationskretsen efter värmeväxlaren måste någon form av spetsvärme installeras. Denna värmekälla kan vara en luft/vatten värmepump, elpanna eller annat. En laddkrets, kopplad mot kylanläggningens hetgasvärmväxlare, med 2000-4000 liter ackumulerad tappvattenvolym, skall installeras för att säkerställa tappvarmvattenbehovet. Behovet av tappvattenvolym beräknas utifrån ishallens totala behov av tappvarmvatten. Duschblandare skall helst vara centrala med automatiskt frånslag och snålspolande.

- › Belysningen i ishallen och övriga utrymmen skall automatiseras så att den endast är i drift vid behov.
- › Slutligen och kanske det viktigaste att tänka på är att driftpersonal ges möjlighet att vara med i projekteringsprocessen från början. Driftpersonalen skall vara välutbildad på anläggningen och veta vilka parametrar som påverkar framtida driftekonomi. Detta ger en win-win situation för ägare och brukare.

# Simhallar och energi

Simhallar är den typ av idrottsanläggning som har störst energibehov enligt STIL2-projektet. Uppvärmningen av vattnet kräver mycket energi, men även ventilationen och avfuktning av luft är energikrävande.

Många av de svenska simhallarna byggdes på 60- och 70-talen och med de tekniska lösningar som fanns då, och för den komfort och de badtemperaturer som efterfrågades då.

Situationen idag ser annorlunda ut med högre komfortkrav parallellt med höjda energipriser och krav på energieffektivisering för att hindra det ökande klimathotet.

Att genomföra energisparåtgärder som kräver omfattande förändringar av simhallen kostar mycket pengar och bör genomföras i samband med större renoveringar eller nybyggnationer.

## Luft- och vattentemperatur

En simhall behöver ha högre temperatur än andra lokaler. Temperaturen bör hållas mellan 1 till 3°C högre än vattentemperaturen, så vida vattentemperaturen inte är högre än vanligt som i t.ex. en bubbelpool.

Lufttemperaturen är hög för att det inte ska upplevas obehagligt för de oklädda badgästerna att befinna sig i simhallen, även om de är blöta. Den högre temperaturen gör även att värme inte går från vattnet till luften och att avdunstningen från vattenytan minskar.

Många svenska simhallar är byggda för lägre vattentemperaturer. 23-24 grader var rekommendationen på 70-talet, medan 28-30 grader är vanligt nu.

Att höja vattentemperaturen en grad i en 25 x 10 m bassäng med 2 m djup kräver omkring 0,6 MWh<sup>12</sup>, eller ungefär 600 kronor. Detta är en bedömning och beror på flera faktorer<sup>13</sup>.

Höjda vattentemperaturer leder även till:

- › Mikroorganismer förökar sig snabbare
- › Badgästerna blir varmare vilket leder till att mer svett och fett samlas i vattnet
- › Lufttemperaturen höjs
- › Luftfuktigheten i lokalen ökar.

### *Snålspolande duschmunstycken*

Snålspolande duschmunstycken halverar energibehovet till duscherna enligt Energimyndigheten. Att installera tidintervall i duschar ger också stora besparingar.

## Vattenrening och hälsoaspekter

Att kunna erbjuda badgästerna ett rent och fräscht badvatten är ett krav som simhallarna måste uppfylla för att få återkommande badgäster samt att undvika att sjukdomar sprids.

En stor energibesparingspotential som finns i reningsanläggningar i simhallar är att hygien hos de som badar förbättras. Gratis tvål är en bra åtgärd.

Enkla åtgärder som att gästerna duschar och tvättar sig innan badet gör att reningsverken inte alls behöver användas i samma utsträckning. Man märkte bland annat på äventyrsbadet Nordpoolen i Boden att reningsverket fick jobba hårt när det arrangerades särskilda bad för de värnpliktiga, eftersom de är så många besökare samtidigt.

### *Energieffektiv vattenrening*

Det som kräver mest energi av processerna i vattenreningen är pumparbetet från vattenspumparna. Nya anläggningar är oftast behovsstyrda och används beroende på hur höga halterna av olika föroreningar är i poolen.

Halterna av föroreningar mäts kontinuerligt och reglerar hur mycket reningsverket måste arbeta. Trenden går tyvärr idag mot att man i nya anlägg-

---

<sup>12</sup> Källa: (Carbon Trust, Swimming pools - A deeper look at energy efficiency).

<sup>13</sup> Baserat på 1,2 kWh/m<sup>3</sup> och grad. Tar ej hänsyn till inblandning.



ningar använder mer pumpenergi för att höja trycket på vattnet och pressa det genom filtren.

Den nya typen av filter är mer kompakta och kräver inte lika mycket plats som de äldre sandfiltren. Däremot är nya pumpar mer energieffektiva än gamla. Man har börjat utnyttja vatten som kyler elmotorerna i reningsanläggningen till att värma bassängvattnet vilket ger ett litet tillskott.

I Tyskland finns det anläggningar där man utnyttjar våtmarker för att rena vattnet vilket gör att reningen blir helt fri från kemikalier. Vattnet renas biologiskt i en våtmark. Denna metod används främst till utomhusbad men det finns även simhallar som renar sitt vatten med denna metod.

Om man vill tillämpa denna metod men med begränsade volymer filtreringsmassa måste processen trycksättas. Det kan vara svårt och ge dåligt resultat.

Vattnet cirkulerar väldigt långsamt vilket gör att pumpeffekten blir låg. Denna typ av anläggning finns ännu inte i Sverige men ett utomhusbad i Sigtuna som håller på att byggas ska använda denna form av vattenrening. (*Källa: intervju med Michael Rössner*). Om en ny teknik som denna ska prövas i Sverige är det viktigt att vi ser till att följa upp resultat och erfarenheter på bästa sätt. Detta för att utveckla system som fungerar optimalt här.

### ***Legionella*<sup>14</sup>**

Legionellabakterier finns naturligt i sjöar och vattendrag. Vanligtvis utgör den ingen fara men vid olämpligt utformade vattensystem kan de växa till och spridas till lungorna via s.k. vattendimma som uppstår i ex. duschar. Legionellabakterier ger upphov till Legionärssjukan som drabbar ca 500 personer per år.

Bakterierna trivs bäst i stillastående vattensystem vid 40°C. För att undvika att problem med legionellabakterier uppstår bör man, enligt Boverket, hålla rörledningar rena samt hålla kallvattnet kallt (under 20°C) och varmvattnet varmt (över 50°C).

## **Luftkvalitet och luftfuktighet i simhallar**

Luften i en simhall är fuktigare än vad den är i andra lokaler på grund av det varma klimatet och den stora öppna poolytan varifrån vatten avdunstar till luften. Alltför torr luft inne i simhallen skulle orsaka att avdunstningen från de badande skulle bli stor och ge upphov till en så stor avkylande effekt att klimatet skulle upplevas som kallt. Samtidigt får inte luftfuktigheten bli så stor att vattnet kondenserar på byggnadens konstruktion och orsakar skador. Hög luftfuktighet gör även att en större mängd mikroorganismer från poolen med den fuktiga luften vilket kan vara skadligt för personerna i lokalen.

---

<sup>14</sup> Från Boverkets broschyr: Har du legionella i dina vattenledningar?

Luftfuktigheten i simhallar regleras av ventilationsanläggningen genom att torr tilluft ventileras in i lokalen alternativt att luften i simhallen cirkuleras via en lufttorkare.<sup>15</sup>

## Simhallsventilation

Ventilationsfläktar är dimensionerade efter det maximala ventilationsbehovet, vilket sällan inträffar. Är inte systemet reglerat så att det sänker effekten vid lägre ventilationsbehov slösas stora mängder energi, dels på grund av fläktarnas energibehov, dels på grund av ökat behov av tillförd lokalvärme om inte värmeväxling av frånluft och tilluft sker.

Kostnaden för att driva fläktarna blir hög vid överdimensionering särskilt i simhallar där antalet drifttimmar är många. Högeffektiva fläktar och motorer tillsammans med ett väl designat kanalsystem reducerar elbehovet vid fullast. Tillsammans med varvtalsstyrning av fläktarna är det möjligt att spara mer än 50 % av energibehovet till ventilationen.<sup>16</sup>

I simhallar är energibehovet till ventilationen lägre när:

- › Aktivitetsnivån är låg
- › Bra vattenreningsystem ger upphov till mindre lukt och föroreningar
- › Pooltäckning används<sup>17</sup>

Enligt den finska Social- och hälsovårdens produkttillsynscentral är det under varmare årstider när det inte finns människor i bassängrummet möjligt att spara energi genom att tillåta en högre luftfuktighet i simhallen. Man kan då låta börvärdet på luftfuktigheten stiga linjärt med utomhustemperaturen, eftersom man inte har samma problem med kondens på byggnadsstrukturen vid högre utomhustemperatur.

Ventilationsanläggningen ska även se till att de olika rummen i badanläggningen har rätt lufttryck. Grundprincipen för ventilationen i simhallar är att rummen där luften är mest fuktig har lägre tryck än övriga rum, för att hindra att fuktig luft ska vandra in i rum som ska vara torra.<sup>18</sup>

---

15 Källa: Sanitära anvisningar om inomhusluft och ventilation i simhallar och badanläggningar, 2008, STTV

16 Källa: Energy consumption guide 78 - Energy use in sports and recreation buildings, 2001, Best Practice Programme

17 Att pooltäckning spar energi gäller främst för varmare bassänger eller utomhusbassänger. Även denna källa är best practice programme

18 Källa: Sanitära anvisningar om inomhusluft och ventilation i simhallar och badanläggningar, 2008, STTV.

## ***Föroreningar***

Genom att ha en effektiv vattenrening är det möjligt att minska behovet av ventilation i simhallen. Många av föroreningarna i simhallens luft kommer från avdunstat bassängvatten, därför kan man minska mängden föroreningar med hjälp av bra vattenreningen. Effektiv vattenrening förhindrar bland annat att det bildas klorerade föroreningar som avdunstar till luften. Föroreningarna kan ge besvär med luftvägarna och drabbar främst de som vistas mycket i anläggningarna.

Här spelar även människors beteende en viktig roll då man som besökare bara genom att duscha ordentligt minskar behovet av rening och mängden tillsatt klor.<sup>19</sup>

## ***Tillförsel av luft***

Inloppsluften ska blåsas in i bassängrummet så att den tillför tillräcklig värme till kalla ytor som ex. ytterväggar, fönster och takpartier som gränsar mot utomhusluften. Om dessa ytor hålls kalla är risken stor att kondens bildas vilket ger skador på byggnads struktur.

Luften i bassängrummet ska dessutom blandas med hjälp av inloppsluften från inblåsningen så att luften inte kan skikta sig och att luftströmmen spolar bort föroreningar från bassängernas ytor. Å andra sidan ska inloppsluften föras in i hallen så att luftströmmen inte upplevs som drag.

## ***Avfuktare***

Alla badanläggningar behöver avfukta luften för att inte skada strukturerna i byggnaden. Detta går att göra antingen med ventilationen eller med luftavfuktare. Luften cirkulerar då genom en avfuktare som faller ut fukten ur luften och sedan återför den torrare luften till anläggningen. Nattetid är det möjligt att stänga av tillförseln av uteluften och enbart låta avfuktarna gå för att minska värmebehovet i lokalen. Kondensorluftavfuktare fungerar ungefär som värmepumpar vilket gör att värmen som fångas upp vid kondenseringen av den fuktiga luften kan användas för att värma luften i simhallen. Viktiga saker att tänka på vid användningen av luftavfuktare är<sup>20</sup>:

- › Att använda korrekt inställda kontroller.
- › Att återvunnen värme återförs till både simhall och bassäng.
- › Att den torra luften återförs till simhallen och inte släpps utomhus.
- › Att avfuktaren hålls ren.

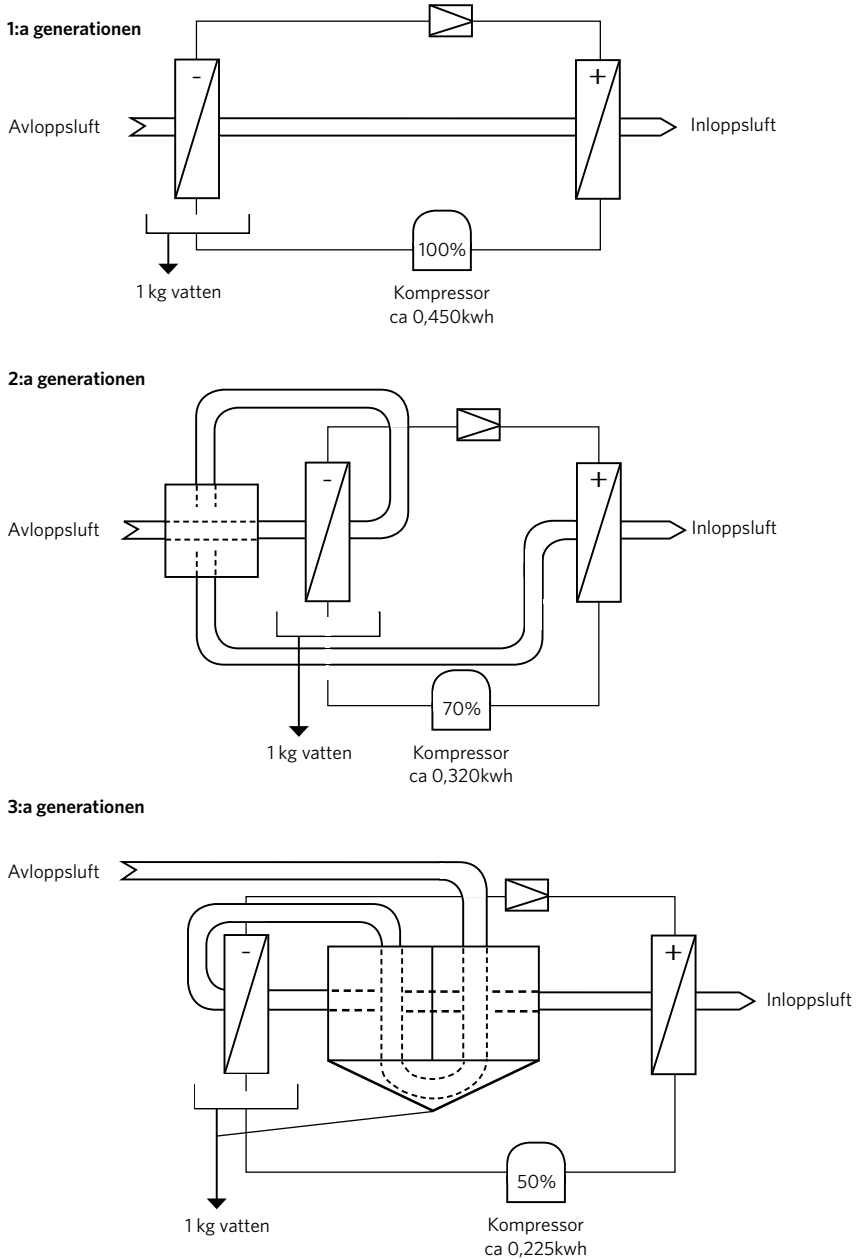
---

<sup>19</sup> Källa: Sanitära anvisningar om inomhusluft och ventilation i simhallar och badanläggningar, 2008, STTV.

<sup>20</sup> Carbon Trust, Swimming pools – A deeper look at energy efficiency

Figur 15 visar olika generationer av avfuktare som med hjälp av värmeväxling kan minska energibehovet.

FIGUR 15: Olika generationer av avfuktare



Källa: Sanitära anvisningar om inomhusluft och ventilation i simhallar och badanläggningar, 2008, STTV

## Pooltäckning

Pooltäckningen används idag främst till utomhuspooler men finns även på vissa badhus för täckning av mindre pooler som har högre temperatur än lufttemperaturen så som till exempel bubbelpooler.

Genom att använda pooltäckning minskar poolens bidrag av fukt till hallen under de tider då pooltäckningen är överdraget. Det gör att behovet av avfuktning av luften i lokalen minskar.

Då lufttemperaturen i en simhall vanligtvis är högre än vattentemperaturen ger inte täckningen i sig upphov till något minskat behov av uppvärmning pga. värmeförluster från poolvattnet.

En lugn vattenyta bidrar dock inte med så mycket fukt till luften varför poolskydd på större bassänger med normal vattentemperatur är ovanligt.

## Att tänka på vid nyprojektering av simhallar

Vid nyprojektering är det viktigt att ha en bra kravspecifikation. Denna bör inkludera både kvantitativa, och om möjligt kvalitativa kriterier som jämförelser med andra möjliga tekniska lösningar.

Kravspecifikationer bör utvecklas under byggprocessen med regelbunden granskning av kriterierna eftersom designen utvecklas och andra parametrar som kan påverka energibehovet. Några värden som bör specificeras är belysningseffekt, pumpenergi och fläktarbete.

Att bygga rätt från början är lättare än att ändra i efterhand. Se till att använda byggnadens form, orientering, skydd och material för att reducera energianvändningen.

Energibehovet reduceras även genom att byggnadens volym minskas samt att man utnyttjar så mycket gratis energi som möjligt. Detta kan ske genom att man tar tillvara på dagsljuset, naturlig ventilation, skuggning samt värme-lagring i byggnadens material. Även om naturlig ventilation är bra måste man se till att byggnadsskalet är tätt vilket inte alltid är fallet.

Det kan vara kostsamt att överskatta exempelvis behoven av ventilation och belysning, vilket är vanligt förekommande. Man bör inte heller styra inneklimatet för hårt då komfort inte är ett absolut begrepp. Det är bra om det finns möjlighet att individuellt styra inneklimatet.

De installerade systemen ska användas effektivt. Dimensionera inte systemet enbart efter värsta fallet och antag inte att anläggningens samtliga olika delar måste vara igång samtidigt. Det är viktigt att överväga möjligheter och lösningar som kan anpassas efter förändrade behov och krav. Exempelvis bör energieffektiv utrustning med varvtalsstyrning användas.

Överväg energiåtervinning och alternativa energikällor. Dimensionering och installation av dessa blir mer kostnadseffektiva om byggnader och system redan är effektiva. Börja alltså med att se till att byggnad och system är energieffektiva för att undvika överdimensionering av installationer för energitillförsel och energiåtervinning.

Värmeåtervinning av ventilationssystem är generellt kostnadseffektivt. Dock bör man vara observant på att ett ökat elbehov kan uppstå i form av fler fläktar eftersom tryckfallet i ventilationskanalerna ökar.

Styrutrustning för att driva anläggningen ska vara lättförståelig och användbar för användarna. Enkla reglage på plats gör att anläggningar ofta drivs mer effektivt än avancerade, centralt placerade styrfunktioner.

Första idrifttagning av entreprenören ska resultera i att alla system och deras styrutrustning arbetar effektivt med rimliga startinställningar. Är inte inställningarna korrekta finns risken att man går miste om stora besparingar. Utrustningar är överraskande ofta felinstallerade vilket leder till onödigt hög energianvändning. Det kan även handla om att automatisk styrutrustning inte fungerar fullt ut.

Byggnads- och fastighetsansvariga bör hållas uppdaterade om driften av anläggningen samt att utförliga instruktioner i driftmanualen skrivs i klarspråk. Ungefär 6 månader efter det att man är färdig med nyprojekteringen bör en uppföljning av systemen ske då man kontrollerar att allt fungerar som det ska.

## Goda exempel

### Rögle Ishall (Lindab arena) och Gripenhallen i Ängelholm

I Ängelholm finns två bra exempel på energieffektiva ishallar: Gripenhallen och Lindab Arena.

Gripenhallen, som är en träningshall och matchhall för Rögles ungdomslag, byggdes 2006 och har läktare som rymmer 150 personer. Hallen används flitigt och är under säsong uppbokad från kl 8.30 till kl 22 av skolor samt hockeyträningar för Rögles ungdomslag.

Lindab Arena, som är en evenemangsarena där Rögle spelar sina matcher i Elitserien, byggdes om 2008 (arenan hette tidigare Ängelholms Ishall). Vid planerandet av den nya arenan beslutade man att energianvändningen skulle vara 30 till 50 % lägre jämfört med den tidigare hallen.

Lindab Arena rymmer 5100 åskådare varav 3000 sittande. Den innefattar en restaurang som tar 700 ätande gäster vid match. Vid övriga tider används arenans restaurang (men då för 250 gäster) samt de 25 logerna, som ägarna har rätt att utnyttja från kl 8 till kl 22 varje dag för kundträffar m.m.

Båda hallarna ägs av ett arenabolag som hyr ut till Rögle. De energieffektiviseringsåtgärder som gjorts skedde i samband med att man byggde respektive byggde om hallen, eftersom det annars hade varit svårt att få ekonomin att gå ihop. För arenabolaget gäller att om en energieffektiviserande investering inte betalat av sig inom 5 år är den inte aktuell att göra.

En energisparandeåtgärd som man använt i båda hallarna är att man tar tillvara på spillvärmen från kylmaskinerna samt att man installerat värmepumpar. Detta gör att man kan tillgodose sitt eget värmebehov till lokalvärme och tappvarmvatten, så länge utetemperaturen ligger över -5°C.

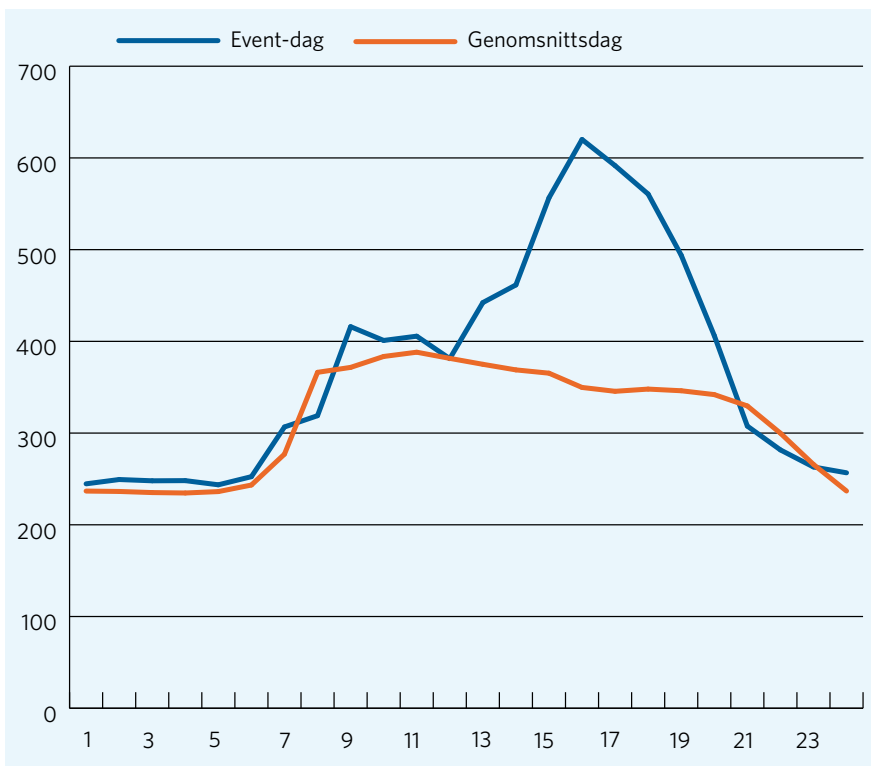
När det inte är säsong och ismaskinerna ej är i drift måste man komplettera uppvärmningen med en luftvärmepump för att få tillräckligt med tappvarm-

vatten. Något man ångrar i efterhand är att man inte valde att förvärma absorptionsavfuktaren då det kunnat göra att man även haft värmeåtervinning på denna.

Belysningen i hallarna ser lite olika ut. I Lindab Arena ställs hårdare krav vad gäller ljusstyrkan eftersom Ishockeyförbundet kräver att hallar som ska vara aktuella för Elitseriespel måste ha över 1000 lux i ljusstyrka. Detta krav finns för att ha bra kvalitet på tv-sändningarna. Den starkare belysningen samt ökad aktivitet i arenan orsakar att energianvändningen ökar kraftigt under tider när det är Elitseriematch.

Detta syns tydligt i variationen i energianvändningen mellan kvällar med match och de som är matchfria, se Figur 16.

FIGUR 16: Energiförbrukningen vid en genomsnittsdag och en event-dag, Lindab Arena & Gripenhallen



Källa: STIL<sub>2</sub>



Vid vanliga träningar sänks ljusstyrkan till mellan 600 och 700 lux.

För att spara på lysrören har man delat in dessa i sektioner så att bara de som behövs för stunden används. Varje ljusrör är kopplat till en tidsräknare som kontrollerar att alla använts lika mycket. Detta underlättar när det är dags att byta rören efter ca 18 000 timmars brinntid då alla kan bytas samtidigt.

Man är på Røgle mycket nöjda med utfallet av energieffektiviseringarna, särskilt i Gripenhallen. "Jag kan bara gratulera de som lyckas bättre" säger Lars Christiansson, driftchef på Røgle BK om energieffektiviseringen i Gripenhallen.

Gripenhallen har idag ett årligt energibehov på 530 000 kWh varav kylningen av isen står för 160 000 kWh vilket går att jämföra med den gamla kommunalägda hallen som hade ett årligt energibehov på 1 500 000 kWh. Lindab Arena är ännu inte riktigt intrimmad och man vet därför inte vad energibehovet kommer landa på.

## Västerviks bad och sporthall

Västerviks sporthall är en anläggning som innefattar en traditionell sporthall för innebandy, handboll och basket. Sedan finns det en budolokal, för karate och judo, och en brottningshall. På anläggningen finns även en simhall med 7 banor. Slutligen finns även en bowlinghall.

1999 fick kommunen bidrag från ett lokalt investeringsprogram, LIP, för att energieffektivisera anläggningen. Man valde, år 2005, att byta ut det gamla ventilationssystemet mot ett nytt mer energieffektivt med avfuktare och värmeväxlare i simhallen.

I bowlingen installerades ett värmeåtervinningsaggregat vilket saknats tidigare. Med dessa åtgärder lyckades man spara 830 MWh energi (el och fjärrvärme) per år.

Man har sedan dess fortsatt energieffektiviseringsarbetet och 2007 installerades nya frekvensstyrda cirkulationspumpar till reningsanläggningen i simhallen. Dessa är närvarostyrda vilket innebär att de endast går om det är någon på plats i simhallen.

År 2009 byttes de tidigare 2-glasfönstren på anläggningen mot nya 3-glasfönster med bättre energivärden. Man passade även på att tilläggsisolera taket för att minska värmeläcket ur byggnaden.

I och med energieffektiviseringen har kommunen sparat in pengar i minskade driftskostnader. Däremot spelar inte de minskade kostnaderna så stor roll för kommun och fritidsförvaltningen som på grund av de sänkta driftskostnaderna på sin anläggning fått en mindre budget till sin verksamhet.

Utöver de sänkta kostnaderna för driften, har anläggningen blivit modernare och enklare att sköta. Bland annat finns ett datoriserat kontrollsystem

som gör att fastighetsteknikerna kan driva anläggningen via en dator. Den ökade kontrollen har även inneburit att klimatet har förbättrats i anläggningen.

## Nordpoolen i Boden

Badhuset Nord Poolen är ett äventyrsbad i Boden som även innefattar en vanlig motionsbassäng, barnbassäng, relaxavdelning samt gym.

2008 bytte man ventilationssystem i byggnaden från den tidigare som var baserad på vädring till en annan mer energieffektiv ventilation. Med den gamla ventilationen hände det att dagar när luftfuktigheten utomhus var högre än den var inomhus så bara steg luftfuktigheten i simhallen.

Detta gjorde att byggnaden riskerade att få fuktskador och man beslutade därför att byta ventilationen mot en bättre. Man önskar ha en luftfuktighet mellan 50 till 55 % i hallen och det klarar man nu med det nya systemet. Det nya systemet är även snabbare att reglera värmebehovet vilket kan behövas i byggnader med stora glasade fasader, särskilt när solen lyser in. Tidigare var denna reglering långsam vilket kunde leda till höga inomhustemperaturer.

Bytet av ventilationen kostade 3 miljoner kr men för Tekniska förvaltningen på Bodens kommun var inte pay off tiden särskilt viktig då de främst var tvungna att säkerställa att byggnaden inte skulle få fuktskador.

Att den nya ventilationsanläggningen de valde var mer energieffektiv och billigare i drift var bara en bonus. Man klarar nu att avfukta 275 kg vatten per timme ur luften. Tyvärr är de osäkra på hur mycket de sparar på bytet av ventilationen då de samtidigt som de byggde om upptäckte en stor vattenläcka till utomhuspoolen vilken också lagades. Detta har gjort att energianvändningen innan och efter ombyggnaden skiljer markant.

För simanläggningar är besökarnas beteende extra viktigt då smutsiga besökare orsakar att reningsverket måste användas mycket samt att man får tillätta stora mängder kemikalier. Detta märkte man av i Boden särskilt under det s.k. "värnpliktsbadet" som anordnades för de värnpliktiga i staden. Under dessa tillställningar med många besökare under kort tid, blev reningsverket hårdare belastat än vanliga dagar.

## Tingvallahallarna

Karlstads kommun behövde bygga en ny idrottshall vilket resulterade i att man i september 2007 invigde Tingvallahallarna. Anläggningen innehåller tre fullstora innebandyplaner, en klättervägg och en boulebana. Den stora, A-hallen, har läktare som kan ta 850 personer medan de två mindre hallarna kan ta emot ungefär 300 åskådare var.

Från kommunen hade man som krav att energieffektiva installationer skulle användas och man ville gärna experimentera med solfångare och solceller som monterades på taken. Totalt har man installerat 170 m<sup>2</sup> solceller som producerar el samt 170 m<sup>2</sup> solfångare som producerar varmvatten till anläggningen.

Dessa ger ett tillskott av 20 000 kWh el och 120 000 kWh värme per år till anläggningen. Man har även installerat effektivbelysning med närvarostyrning som gör att användarna inte behöver tänka på att släcka lyset när de lämnar lokalen. Även ventilationen och den luftburna värmen är behovsstyrd men genom att man mäter temperaturen och koldioxidhalten i luften.

Att man använder ett luftburet värmesystem beror på att det snabbt regleras efter vilket värmebehov som finns. Man har även en central reglering av temperaturen i duschvattnet samt flödet vilket sparar både värme och vatten.

Enligt Jan Bergström, projektledare vid bygget av Tingvallahallarna, är kostnaderna att installera utrustning som behovsstyr de olika installationerna liten om man gör det i samband med nybyggnation eller renovering.

2007 utsåg Svenska Solenergiföreningen Tingvallahallarna till årets anläggning. Deras motivering till utnämning lød: "Idrottsanläggningar är väl lämpade för solenergitillämpningar. Tingvallahallarna har på ett föredömligt sätt försetts såväl med en solvärmeanläggning, som en solcellsanläggning, i syfte att introducera och demonstrera solenergitillämpningar i Karlstads kommuns anläggningar."

# KAPITEL 11

## Behovet av erfarenhetsutbyte

All kunskap finns inte nedskreven. Man har inte följt upp allt heller och det finns behov av mätning, tester i verklig miljö, m.m. Fördelarna och vinsterna med att utbyta erfarenheter från såväl lyckade som mindre lyckade projekt är naturligtvis stora.

Oavsett om det rör sig om en nybyggnation eller om en mindre renovering av en idrottsanläggning så är det nästan alltid stora kostnader och mycket arbete involverat. Att få ta del av vad som har fungerat i andra liknande sammanhang kan därför både spara pengar och bidra till ett bättre resultat.

Kompetenscentrum för Idrottsmiljöer, som är ett samarbete mellan Sveriges kommuner och landsting och riksidsrottsförbundet, ser ett behov av och intresse för ett ökat samarbete från Sveriges idrottsanläggningar. Organisationen kommer förhoppningsvis att bidra till att fylla detta behov. Konkreta exempel är viktiga.

Andra källor till erfarenheter är de branschorganisationer som finns inom området. Genom exempelvis seminarier som de arrangerar finns det möjligheter att få kunskap om branschen och vad andra har gjort tidigare. Det är dock viktigt att komma ihåg att branschorganisationer oftast har en egen agenda för vad de vill åstadkomma.

En annan form av erfarenhetsutbyte som är viktig är kunskapsöverföring inom en specifik anläggning. Detta gäller såväl vid byggprocessen som då anläggningen är i drift. I U.F.O.S skrift *Hela vägen fram – Uppföljning av energikrav i byggprocessen* nämns behovet av en systemmanual som ger en övergripande sammanställning av funktioner och driftfall i en anläggning. Detta saknas i många fall och skulle kunna utgöra ett värdefullt bidrag till kontinuiteten vid driften av en anläggning.

Tänk på att många idrottshallar kan förbättras och bli mer energieffektiva. En utmärkt tidpunkt att genomföra sådana förändringar är i samband med ett allmänt restaureringsbehov och många hallar behöver restaureras.

När en idé eller ny lösning testas finns alltid ett värde i att studera vad som händer, följa upp och beskriva, så att andra kan ta del av denna erfarenhet.

# KAPITEL 12

## Sammanfattning och prioritering

I detta kapitel presenteras en lista med ett urval av effektiviseringsåtgärder som kan genomföras i idrottsanläggningar för att minska energiförbrukningen.

Åtgärd	Att tänka på	Ungefärlig kostnad	Avbetalnings-tid
Kvalitetssäkra energistatistiken		Beror till stor del på utgångsläget.	Beror till stor del på utgångsläget.
Port- och dörrstängare		Från 1000 kr/dörr.	Kort
Termostatventiler		100-300 kr/radiator.	Kort
Pumpstoppautomatik	Pumparna bör motionsköras regelbundet under perioder då de ej är i drift. Exempelvis 5 minuter per dygn.	Låg eller ingen kostnad.	Kort
Optimera inomhus-temperaturen	För kraftiga sänkningar riskerar att skada byggnad eller inventarier samt minska trivseln.	Låg.	Kort
Energieffektiva ljuskällor	Vissa lampor är olämpliga att använda vid korta driftintervall. Vissa lågenergiljuskällor innehåller kvicksilver som är miljöskadligt.	Själva inköpet är jämförelsevis dyrare men kompenseras av lägre driftkostnader samt längre utbytesintervaller.	Kort
Eleffektiva motorer	Även små motorer som är i drift mycket kan ge stora besparingar.	Högeffektiva motorer är omkring 10 -30 % dyrare.	Kort
Installation av vattensnåla armaturer		Från 3000 kr/dusch.	Kort
Prognosstyrd reglering	Marknaden för prognosmottagare är begränsad.	Prognosmottagare omkring 5000 kr, abonnemang för prognoser omkring 2,5-3 kr/kvm och år.	Kort
Åtgärda otätheter i byggnadsskalet	Tänk på att ventilationen kan påverkas av dessa åtgärder.	10-30 kr/löpmeter.	Kort - medel
Spillvattenvärmeväxlare		Omkring 3000 kr/dusch.	Kort - medel
Behovsanpassad drift av ventilation	Eventuella fördelar med detta är debatterat.	Låg kostnad för enklare varianter.	Kort-medel
Värmeåtervinning		Svårbedömd.	Kort-medel
Luftflödesinjusterings		Svårbedömd.	Kort-medel
Välj filer med låga tryckfall	Kom ihåg att byta filer regelbundet.	Låg kostnad.	Kort-medel
Energieffektiv snösmältningssystem/läggning/takvärme	Det är viktigt att systemet kan övervakas så att det inte är i drift då det inte finns behov av det.	Reglercentraler för takvärme kostar från 2000 kr.	Kort-medel

Åtgärd	Att tänka på	Ungefärlig kostnad	Avbetalnings-tid
Självstängande spolarmaturer	Risk för legionellatillväxt finns alltid vid varmvatteninstallationer.	Från 3000 kr/enhet.	Kort-medel
Driftoptimering		Låg, framför allt personalkostnader.	Kort-medel
Organisera för driftoptimeringen		Låga kostnader.	Kort-medel
Energiinventering	Besparingar uppnås först om resultatet leder till faktisk handling.	500-1000 kr/timme.	Kort-medel
Datorisering av styr- och övervaknings-system	Kräver kompetens att hantera driften.	Från 20000 kr/apparatskåp.	Kort-medel
Skapa besparingsincitament	För stora besparingar kan försämma inneklimatet och till och med skada byggnaden.	Låg kostnad.	Beror till stor del på utgångsläget
Tilläggsisolering, fasad	Kostnad och lönsamheten beroende av byggnadens ursprungliga utformning. Värmesystemet bör justeras då värmebehovet kommer att minska.	Svårbedömd.	Medel
Tilläggsisolering, bjälklag/vind	Kostnad och lönsamheten beroende av byggnadens ursprungliga utformning. Värmesystemet bör justeras då värmebehovet kommer att minska.	100-200 kr/kvm bjälklagsarea.	Medel
Ökad effektivitet i värmeväxlare		Värmeväxlare 50-100 tkr, rengöring 2-10 tkr/vvx.	Medel
Belysningsautomatik	Stora minskningar i belysningen kan sänka trivselen i lokalen.	-	Medel
Varvtalsreglering genom frekvensstyrning	Frekvensomriktare kan störa annan utrustning.	Från 3000 kr.	Medel
Reglering med referensgivare	Givarens placering kan ha stor påverkan.	1000-5000 kr/givare.	Medel
Kompetensutveckla driftspersonalen	Avvägning måste göras ifall det är bäst att satsa på spetskompetens eller bredd. Viktigt att inte bara ha internutbildning utan att ta till sig av resten av branschen.	Kursavgifter från 3000 kr/dag.	Medel



Åtgärd	Att tänka på	Ungefärlig kostnad	Avbetalnings- tid
Solenergi	Risk för legionellatillväxt med fördämning av tappvatten.	Omkring 5000 kr/kvm solfångararea.	Medel - lång
Värmepumpar	Användningen av el ökar vid byte till värmepump.	Svårbedömd.	Medel-lång
Biobränsle	Kräver ofta stora lagerplatser.	Beror på omfattningen av installationen.	Svårbedömd
Översyn av klimatskal med termografi		Konsulttjänst som kostar omkring 7-8000 kr/1000 kvm lokalarea.	Svåruppskattad
Fjärrvärme		200-400 tkr för abonnentcentral	Svårbedömd
Byte/komplettering av fönster	Dyrt att byta fönster enbart av energibesparingsskäl, komplettering mer lönsamt. Bygglov kan krävas om åtgärden medför större synliga förändringar.	Nya fönster 3500-5000 kr/kvm, komplettering 500-1000 kr/kvm (fönsterarea karmyttermått).	Lång i de flesta fall



## Mer kunskap

För den som vill fördjupa sig mer inom detta område följer här ett antal tips på kunskapskällor:

### **Arbetsmiljöverket**

Arbetsmiljöverket (AV) bildades 2001. Detta skedde genom att Yrkesinspektionen och Arbetarskyddsstyrelsen gick samman och bildade en myndighet. AV har regeringens och riksdagens uppdrag att se till att arbetsmiljö- och arbetstidslagstiftningar följs. Arbetsmiljölagen (AML) är en ramlag. Mera detaljerade bestämmelser finns i de föreskrifter, som Arbetsmiljöverket utfärdar och som också är juridiskt bindande. Dessa föreskrifter innefattar krav på exempelvis belysning, ventilation, luftkvalité och temperatur vilket påverkar energianvändningen på en arbetsplats.

### **Arbetarskyddsstyrelsens författningssamling AFS 1999:3 byggnads- och anläggningsarbete**

#### *Ventilation och belysning*

”18 § Arbetslokaler och personalutrymmen skall vara så ordnade och ha sådana ventilationssystem för luftväxling och uppfångande av luftföroreningar som alstras i lokalerna, att luftkvaliteten i vistelsezonen är tillfredsställande. Luftväxlingen skall ordnas så att spridning av luftföroreningar begränsas. I lokaler där luftföroreningar huvudsakligen uppkommer genom personbelastning kan koldioxidhalten användas som en indikator på om luftkvaliteten är tillfredsställande. I sådana lokaler skall en koldioxidhalt under 1 000 ppm eftersträvas.”

”Utrymmena bör ventileras så effektivt som möjligt. Det är viktigt att placera tilluftsdon och frånluftsdon så att inte kortslutning mellan tilluft och frånluft uppstår. Luftutbyteseffektiviteten bör vara minst 40 %. För att få tillfredsställande luftkvalitet, temperatur, hastighet, renhet och fuktighet är det ofta nödvändigt med ett ventilationssystem med fläktstyrd från- och tilluft. I personalutrymmen i bodar utanför fast driftsställe och där el finns att tillgå, bör det finnas fläktstyrd frånluftsventilation. Ventilationen ordnas då ofta med frånluftsflyktar som ger en luftomsättning av 1–3 oms/h. Vid ventilation med självdrag i bodar kan det vara lämpligt att vädra via taklucka.”

### *Belysning*

”42 § Arbetsplatser och andra utrymmen samt förbindelse- och tillträdesleder skall där så är möjligt anordnas så att de får tillräckligt dagsljus. Då dagsljuset inte är tillräckligt skall artificiell belysning anordnas. När det behövs skall flyttbar, stötsäker arbetsplatsbelysning användas.”

### **Arbetskyddsstyrelsens författningssamling**

#### **AFS 2000:42 arbetsplatsens utformning**

Föreskriften innehåller regler om utformning av arbetslokaler, arbetsplatser och personalutrymmen. Det gäller t.ex. krav på **belysning, ventilation, luftkvalitet, termiskt klimat**, buller, akustik och utrymning.

”Tilluften kan behöva förvärmas under den kalla årstiden för att inte ge upphov till dragproblem. Problemet med drag bör framför allt beaktas i arbetslokalens vistelsezoner. Erfarenhetsmässigt har det visat sig att lufthastigheter under 0,15–0,2 m/s, beroende på t.ex. årstid, av de flesta uppfattas som dragfria.”

### *Temperatur*

”Till 32 § Värmeeffektbehovet bör vara beräknat så att man i arbetslokal normalt kan upprätthålla en lufttemperatur i vistelsezonen på minst

- a) 20 °C vid stillasittande, fysiskt mindre ansträngande arbete,
- b) 14–15 °C vid rörligt eller fysiskt mera ansträngande arbete.

I vissa lokaler kan det av produktionstekniska skäl vara nödvändigt att hålla annan temperatur än vad som anges ovan, t.ex. i vissa livsmedelslokaler eller lokaler där ugnsarbeten utförs.”

## Socialstyrelsen och ventilation

Socialstyrelsen allmänna råd<sup>21</sup> säger:

”I bostäder bör det specifika luftflödet (luftomsättningen) inte understiga 0,5 rumsvolym per timme (rv/h). Uteluftsflödet bör inte understiga 0,35 liter uteluft per sekund per kvadratmeter (l/s per m<sup>2</sup>) golvarea eller 4 l/s per person.

I skolor och lokaler för barnomsorg bör uteluftsflödet inte understiga ca 7 l/s per person vid stillasittande sysselsättning. Ett tillägg på minst 0,35 l/s per m<sup>2</sup> golvarea bör göras så att hänsyn också tas till föroreningar från andra källor än människor. Om koldioxidhalten i ett rum vid normal användning regelmässigt överstiger 1 000 parts per million (ppm), bör detta ses som en indikation på att ventilationen inte är tillfredsställande.

I bostäder och lokaler för allmänna ändamål, där människor vistas stadigvarande, bör inte skillnaden i absolut luftfuktighet ute/inne under vinterförhållanden regelmässigt överstiga 3 g/m<sup>3</sup>.”

## Energimyndigheten

### Energianvändning i idrottsanläggningar, ER2009:10 (STIL2)

#### *Belysning i sporthallar – Programkrav*

#### *Belysning i sporthallar – Exempel.*

Rapporterna skrevs år 2000 och tekniken har gått framåt sedan dess men det går fortfarande att hitta tips om hur man kan förbättra sin belysning. Den innehåller rekommendationer för komfort och ljuskvalitet, installation och underhåll, energieffektivitet, miljöanpassning samt avslutningsvis ekonomisk utvärdering.

Rapporterna kan användas som vägledning vid ny- eller ombyggnad av en idrottsanläggning.

## Miljöstyrningsrådet

Tabell 4 redovisar för vilka produkter Miljöstyrningsrådet (MSR) har tagit fram kriteriedokument. MSR:s kriterier innefattar kravnivåer när det finns vedertagna nationella eller internationella överenskommelser om energikrav.<sup>22</sup> Det obligatoriska Ekodesigndirektivet omfattas i samtliga fall där kriterier finns, och där de trätt i kraft. För vitvaror och ljuskällor finns även EU:s energimärknings-system<sup>23</sup>, för vilka MSR:s kriterier motsvarar vissa nivåer av EU-kraven, dvs.

---

21 SOSFS 1999:25. Socialstyrelsens allmänna råd om tillsyn enligt miljöbalken - ventilation.

22 Exempelvis så omfattar MSR:s kriterier för IT-och kontorsutrustning även kraven i TCO- märkningen och Energy Star.

23 Klassningssystem inom EU där produkternas energieffektivitet visas på en skala från A till G, och där A motsvarar högsta kraven.

## en nivå för baskrav, lite effektivare för avancerad nivå och så vidare.

Tabell 4 Produkter som omfattas av Miljöstyrningsrådets kriterier samt andra miljömärkningssystem som innehåller energikriterier

Produkter	MSR-kriterier	Svanen	TCO-märkningen	Energy STAR	EU Energi-märkningen	Eco-design
IT- och kontorsutrustning	X	X	X	X		
Vitvaror	X	X			X	X <sup>24</sup>
AV-produkter	X					X <sup>25</sup>
Batterier	X	X				
Elektricitet	X					
EPC-vägledning	X					
Belysning (inomhus) <sup>26</sup>	X				X	X <sup>27</sup>
Belysning (utomhus)	X					X <sup>28</sup>
Storköksutrustning	X					
Telekomprodukter	X					
Vendingautomater	X					
Byggentreprenader <sup>29</sup>	X					
Väg- och anläggnings-entreprenad	X					
Pappersprodukter <sup>30</sup>	X	X				

24 Gäller kyl- och frys för hushålls bruk. Träder i kraft 1 juli 2010.

25 Ekodesignkraven för standby och off-mode är en funktion som gäller för en rad olika produkter. Produktkraven träder i kraft 7 januari 2010.

26 Belysningskriterier ska uppdateras i och med förbudet av glödlampor inom ekodesign.

27 Ekodesignkraven för inomhusbelysning gäller hem- och kontorsbelysning.

28 Gäller både utomhus- och kontorsbelysning. De första kraven träder i kraft 13 april 2010.

29 Miljöstyrningsrådets kriterier på byggentreprenader omfattar idag nybyggnation av flerbostadshus. Under 2009 kommer kriterier att omfatta även lokaler och ombyggnation av flerbostadshus och lokaler. 2010 kommer kriterier för förvaltning och drift. Dessa kriterier kommer att omfatta även styr- och reglerutrustning.

30 Produktgruppen känns ej relevant i detta sammanhang eftersom papper som produkt inte har någon egen energianvändning. Dock har den tagits med av miljöskäl.

## U.F.O.S

Utveckling av Fastighetsföretagande i Offentlig Sektor <http://www.offentligfastigheter.se/>

U.F.O.S har bland annat gett ut följande skrifter om energieffektivisering:

### *Belysningsguiden*

Rapporten, från 2007, beskriver vilken potential det finns i att energieffektivera belysningen i en lokal. Syfte med rapporten är att ge bred och allmän information om ny och effektiv belysningsteknik och ett antal goda exempel på belysningslösningar från verkligheten där man lyckats sänka energikostnaderna genom att byta ut belysningen. Den riktar sig till fastighetsägare och förvaltare som har intresse av att energieffektivera och sänka sina kostnader för belysningen. Rapporten beskriver vilka nya typer av ljuskällor som finns samt hur stora besparingar de ger upphov till. Metoder för att behovsstyra belysningen presenteras även bland annat med olika typer av givare. Avslutningsvis beskrivs hur man kan gå till väga för att på ett systematiskt sätt genomföra en energieffektivisering av sin belysning.

### *När resultat räknas*

#### *– Optimering av egen driftverksamhet i offentliga fastighetsföretag, 2007*

Rapporten skrevs 2007 och riktar sig offentliga fastighetsföretag. Tanken är att den ska fungera som en inspirationskälla genom att redovisa resultat och erfarenheter från genomförda driftoptimeringar. Rapporten är till stora delar en uppföljning av U.F.O.S.-rapporten ”Inte för kråkorna” som skrevs 1999. Rapportens frågeställning är ”Vilken betydelse har organisationens utformning eller engagemang?”. Den går inte in på några tekniker för att driftoptimera energisystemen undersöker hur energieffektiviseringsarbetet bör organiseras och viktiga faktorer för framgång. Resultat för energieffektiviseringsarbetet hos fem landsting under perioden 1999 – 2005 presenteras och visar att 25 % av effektiviseringen kan göras till låga kostnader. Av dessa bedöms 90 % vara resultat av driftoptimering.

Rapportens slutsats pekar på vikten av att hela organisationen arbetar målmedvetet och strukturerat i energieffektiviseringsarbetet. Om inte finns risken att energieffektiviseringsmålet bara nås halvägs på grund av bristande engagemang eller att andra arbetsuppgifter tar över.

### *Hela vägen fram - Uppföljning av energikrav i byggprocessen, 2007*

Skriften, som främst vänder sig till projektledare och energiansvariga, beskriver hur man ska gå tillväga för att följa upp intallationstekniska energikrav i olika skeden av en byggprocess.

Då en stor del av kostnaden för en installation under dess livstid beror på energianvändningen, är det viktigt att den blir korrekt installerad. Det poängteras även att beställaren måste vara noggrann med att kräva provning och kontroll av installationen innan arbetet är klart. Det slutliga budskapet är att det krävs en systemmanual som beskriver helheten för driften av installationen samt någon person som är ansvarig för att följa upp att energikraven hålls.

### ***Något att deklarerera***

#### ***– Stöd för upphandling och förarbeten inför energideklarationer, 2007***

Rapporten Något att deklarerera? - Stöd för upphandling och förarbeten inför energideklarationer gavs ut av U.F.O.S (Utveckling av Fastighetsföretagandet i Offentlig Sektor) år 2007. Rapporten syftar till att beskriva lagen om energideklarationer av byggnader, vad den innehåller, vilken nytta den har, tänkbara strategiska överväganden, samt att ge råd och verktyg till de fastighetsägare som på olika sätt berörs av detta. Denna vägledning är riktad till såväl fastighetsägare som organisationer som vill delta i att ta fram underlag för energideklarationerna, eller som själva vill ackreditera sig för att utföra energideklarationer. Det finns ett flertal mallar och checklistor för hur arbetet ska bedrivas, och ett kapitel ägnas särskilt åt upphandling av energideklarationsarbete. Då rapporten författades hade energideklarationerna precis startat. Det fanns därför inga konkreta exempel att ta lärdom av, varför detta bör ses som ett stöd i arbetets inledande fas.

### ***Energisparguiden***

#### ***– Erfarenheter av energieffektivisering i offentliga lokaler, 2006***

Syftet med skriften är att inspirera, väcka nyfikenhet och visa på goda exempel. Praktiska exempel och modell för planering och styrning av energieffektiviseringsarbetet inom fastighetsorganisationer.

Rapporten är tänkt som en inspirationskälla för fastighetsägare som vill energieffektivisera sina fastigheter. Den är indelad i tre delar där den första delen behandlar energieffektiviserande åtgärder uppdelade i sex steg. Från insamlande av information till utförande och driftoptimering av systemen. Del två beskriver hur man bör följa upp energibesparingsåtgärderna och skapa stödande åtgärder, som t.ex. utökad kompetens hos personalen, för att energieffektiviseringsarbetet ska bli en löpande del av driftverksamheten. Del tre presenterar ett antal energieffektiviseringsåtgärder med en kortfattad beskrivning av alla med ungefärliga kostnader och skattade pay off tider.

Fortlöpande i rapporten presenteras exempel från verkligheten där man effektiviserat med lyckat resultat.



## **Boverket**

Boverket är en förvaltningsmyndighet som bildades 1988 genom en sammanslagning av Bostadsstyrelsen och Statens planverk. De är lokaliserade i Karlskrona och lyder under regeringen (Miljödepartementet). Arbetet grundar sig i plan- och bygglagen, byggnadsverklagen, delar av miljöbalken samt bostadsförsörjningslagen. De arbetar med frågor som rör byggd miljö, hus hållning med mark- och vattenområden, fysisk planering, byggande och förvaltning av bebyggelse och boendefrågor, samt administration av statligt stöd inom dessa områden.

[www.boverket.se](http://www.boverket.se).

## **Idrottens kompetenscentrum, SKL**

Kompetenscentrum för idrottsmiljöer startades i mars 2008 med främsta syfte att underlätta kunskapsutbytet om idrottsmiljöer till kommunerna och idrottsrörelsen. Det bildades i samarbete mellan Sveriges Kommuner och Landsting (SKL) och Riksidrottsförbundet efter att de identifierat en efterfrågan av detta hos Sveriges 35 000 idrottsanläggningar. Kompetenscentret kommer bland annat att arbeta med att bygga upp nätverk, erbjuda expertkunskap, arrangera seminarier, studiebesök och utbildningar, driva det elektroniska nätverket Teknikringen samt årligen publicera Måttboken med faktauppgifter för idrotts- och fritidsanläggningar. Det första verksamhetsåret arbetar de bland annat med energieffektiviseringar samt att bygga upp en referensdatabas.

[www.idrottsmiljoer.se](http://www.idrottsmiljoer.se).

## **Branschorganisationer**

Det finns i Sverige ett antal branschorganisationer som arbetar för att föra fram de frågor de vill ska belysas. Exempel på branschorganisationer är Belysningsbranschen, Svensk Ventilation, Svensk Fjärrvärme, Svensk Energi (el) m.fl. Dessa går det bra att vända sig till om man vill ha information eller hjälp. Då de representerar sina respektive branscher är de partiska men har informationsmaterial om man har behov av att läsa på.

## **Idrottsförbund**

Det är idag 68 specialidrottsförbund som ingår i Riksidrottsförbundet som fungerar som en paraplyorganisation. Totalt ingår 20 000 klubbar och 3 miljoner medlemmar i de 68 förbunden. Arbetet med energifrågor varie-

rar kraftigt mellan olika förbund, ett som kan nämnas är Bilspportförbundet som jobbat mycket med särskilt miljöfrågor på grund av de krav de har på sig utifrån. Andra förbund som jobbar med energifrågor är de som har ett högt energibehov för driften av sina anläggningar så som Ishockeyförbundet och Bandyförbundet.

## eNyckeln

Fastighetsägare eller förvaltare kan föra in data för sina anläggningar i eNyckelnns databas och få möjlighet att jämföra sin byggnads energistatistik med andra byggnader inom samma lokalkategorier. Uppgifterna som förs in i eNyckeln går sedan att använda till energideklarationen. För att registrera energidata för sin byggnad går man in på eNyckelnns hemsida ([www.enyckeln.se](http://www.enyckeln.se)) och anger byggnadens energistatistik.

## EU

På EUs hemsida om energieffektivisering i byggander ([http://ec.europa.eu/energy/efficiency/buildings/buildings\\_en.htm](http://ec.europa.eu/energy/efficiency/buildings/buildings_en.htm)) finns en information om gällande direktiv och lagar samt pågående projekt och initiativ. Ett sådant initiativ är EPBD Buildings Platform eller Build-up portalen som den också kallas.

Build-Up portalen ([www.buildup.eu](http://www.buildup.eu)) är en portal för professionella bygare, lokala myndigheten och de som utnyttjar/hyr en byggnad och som är intresserade av att dela med sig av sina erfarenheter kring hur man kan minska energiförbrukningen i byggnader. Här finns rapporter, goda exempel, tips om events och verktyg för energiberäkningar. En nackdel med sidan är att mycket handlar om uppvärmning och hantering av enskilda värmeanläggningar, något som endast är aktuellt för ett fåtal lokaler i Sverige eftersom de flesta har fjärrvärme. En annan nackdel är att idrottsanläggningar ännu inte får så stort utrymme på sidan.

## Best Practice Programme, Energy Efficiency (Great Britain)

Energy Efficiency Trust är en oberoende brittisk organisation, som finansieras av den brittiska regeringen, vars syfte är att förespråka förnyelsebar energi, energieffektivisering samt minskade utsläpp av koldioxid.

De ger råd och informerar kostnadsfritt om metoder att spara energi och vatten. Programmen de jobbat med behandlar bland annat effektiv energianvändning och hur man bygger energismart.

Rapporterna som de olika programmen resulterar i är tillgängliga att ta del av gratis på [www.energysavingtrust.org.uk](http://www.energysavingtrust.org.uk).

## Carbon trust

Carbon Trust grundades av den brittiska regeringen 2001. Det är en oberoende organisation med målsättningen att minska koldioxidutsläppen i Storbritannien. De hjälper företag och organisationer att hitta och utnyttja möjligheter att minska sin miljöpåverkan på ett kostnadseffektivt sätt. Detta sker främst genom energibesparande åtgärder, men också genom att utveckla och använda teknik som ger lägre koldioxidutsläpp. Carbon Trust har största delen av sin verksamhet i Storbritannien men många kunder är globala företag och därför har de nu en även en mer internationell inriktning.

Carbon Trust har under åren givit ut ett antal publikationer som behandlar koldioxid utsläpp och energibesparingsåtgärder inom olika branscher som t.ex. simhallar.

## Måttboken

Måttboken är en publikation som ges ut av Kompetenscentrum för Idrottsmiljöer. Den har tidigare givits ut av SKL som har arbetat med den i samarbete med idrottsrörelsen sedan mitten av 1970-talet. En uppdatering av boken sker varje år. Måttboken består av en allmän del med övergripande information, samt ett häfte för varje idrott, sport eller grupp av närbesläktade verksamheter. 2009 års utgåva består av 58 olika häften. Syftet med boken är att fungera som stöd till arkitekter, anläggningsägare, idrottsföreträdare och andra som är intresserade av nybyggnation eller renovering av idrottsanläggningar. Måttbokens allmänna del är indelad i följande kapitel; Regler, normer, standard; Belysning; Färger, ljusreflektans, glans; Ljudmiljö; Förråd för idrotter.

[www.ordfornradet.se/bok](http://www.ordfornradet.se/bok).

## Bilagor

89	Bilaga 1	Intervjufrågor
91	Bilaga 2	Källförteckning
92	Bilaga 3	Annuitetstabell
93	Bilaga 4	Nuvärdestabell
94	Bilaga 5	LCC-teori

# Bilaga 1

## Utomhusanläggningars energibehov enligt SKL:s översiktliga studie av utomhusanläggningar 2009

Anläggningens namn	Energi kWh/öppetimme	EI (kWh/år)	Fjärrvärme (kWh/år)	Öppet-timmar (h/år)	Kommun	Typ av anläggning
Lövstabadet	1 536	138 000	630 000	500	Östersund	tempererat utomhusbad
Ruddalen	1 427	2 157 000		1 512	Göteborg	konstfrusen bandyplan, hockeyrink utomhus, taktäckt skrin-narbana
Ullevi	1 031	192 000	138 000	320	Göteborg	fotbollsarena, uppvärmt naturgräs
Ume Lagun	1 002		860 680	859	Umeå	tempererat utomhusbad
Rosengårds-badet	878		711 000	810	Malmö	tempererat utomhusbad
Björknäs-badet	874		664 601	760	Boden	tempererat utomhusbad
Framnäsba-det	685	71 000	710 000	1 140	Lidköping	tempererat utomhusbad
Tingvalla Is	681	905 244	413 710	1 936	Karlstad	konstfrusen bandyplan
Björknäs-vallen	651	1 658 000		2 548	Boden	konstfrusen bandyplan
Sävstaås IP	644	1 100 000	60 000	1 800	Bollnäs	konstfrusen bandyplan
Kantarell-badet	591	374 000	300 000	1 140	Kristianstad	tempererat utomhusbad
Framnäs IP	507	15 000	1 000 000	2 000	Lidköping	fotboll, uppvärmt konstgräs
Bandybanan	467	840 000		1 800	Lidköping	konstfrusen bandyplan
Gränsby	357	1 000 000		2 800	Uppsala	konstfrusen bandyplan

Anläggningens namn	Energi kWh/ öppetimme	El (kWh/år)	Fjärrvärme (kWh/ år)	Öppet- timmar (h/år)	Kommun	Typ av anläggning
<b>Lundbybadet</b>	308		308 000	1 000	Göteborg	tempererat utomhusbad
<b>Studenternas IP</b>	192	1 300	536 530	2 800	Uppsala	konstfrusna bandyplaner
<b>Gamliavallen</b>	189	30 000	514 000	2 880	Umeå	fotbollsplan, uppvärmt konstgräs
<b>Bälungebadet</b>	175	141 781		810	Uppsala	tempererat utomhusbad
<b>Lilla isbanan i Raoul Wallenbergs park</b>	97	195 000		2 016	Malmö	konstfrusen isbana
<b>Hofvallsrinken</b>	82	150 013		1 840	Östersund	konstfrusen ishockeyrink, utomhus

## Bilaga 2

### Annuitetsfaktorer beroende på avskrivningstid och räntesats.

År [n]	Räntesats [r]								
	3%	4%	5%	6%	8%	10%	12%	15%	20%
1	1,030	1,040	1,050	1,060	1,080	1,100	1,120	1,150	1,200
2	0,523	0,530	0,538	0,545	0,561	0,576	0,592	0,615	0,655
3	0,354	0,360	0,367	0,374	0,388	0,402	0,416	0,438	0,475
4	0,269	0,275	0,282	0,289	0,302	0,315	0,329	0,350	0,386
5	0,218	0,225	0,231	0,237	0,250	0,264	0,277	0,298	0,334
6	0,185	0,191	0,197	0,203	0,216	0,230	0,243	0,264	0,301
7	0,161	0,167	0,173	0,179	0,192	0,205	0,219	0,240	0,277
8	0,142	0,149	0,155	0,161	0,174	0,187	0,201	0,223	0,261
9	0,128	0,134	0,141	0,147	0,160	0,174	0,188	0,210	0,248
10	0,117	0,123	0,130	0,136	0,149	0,163	0,177	0,199	0,239
11	0,108	0,114	0,120	0,127	0,140	0,154	0,168	0,191	0,231
12	0,100	0,107	0,113	0,119	0,133	0,147	0,161	0,184	0,225
13	0,094	0,100	0,106	0,113	0,127	0,141	0,156	0,179	0,221
14	0,089	0,095	0,101	0,108	0,121	0,136	0,151	0,175	0,217
15	0,084	0,090	0,096	0,103	0,117	0,131	0,147	0,171	0,214
16	0,080	0,086	0,092	0,099	0,113	0,128	0,143	0,168	0,211
17	0,076	0,082	0,089	0,095	0,110	0,125	0,140	0,165	0,209
18	0,073	0,079	0,086	0,092	0,107	0,122	0,138	0,163	0,208
19	0,070	0,076	0,083	0,090	0,104	0,120	0,136	0,161	0,206
20	0,067	0,074	0,080	0,087	0,102	0,117	0,134	0,160	0,205

Källa: Kalkyler som beslutsunderlag, (2001), Andersson, G

## Bilaga 3

Nuvärden beroende på avskrivningstid och räntesats. .

År [n]	Räntesats [r]								
	3%	4%	5%	6%	8%	10%	12%	15%	20%
1	0,971	0,962	0,952	0,943	0,926	0,909	0,893	0,870	0,833
2	0,943	0,925	0,907	0,890	0,857	0,826	0,797	0,756	0,694
3	0,915	0,889	0,864	0,840	0,794	0,751	0,712	0,658	0,579
4	0,888	0,855	0,823	0,792	0,735	0,683	0,636	0,572	0,482
5	0,863	0,822	0,784	0,747	0,681	0,621	0,567	0,497	0,402
6	0,837	0,790	0,746	0,705	0,630	0,564	0,507	0,432	0,335
7	0,813	0,760	0,711	0,665	0,583	0,513	0,452	0,376	0,279
8	0,789	0,731	0,677	0,627	0,540	0,467	0,404	0,327	0,233
9	0,766	0,703	0,645	0,592	0,500	0,424	0,361	0,284	0,194
10	0,744	0,676	0,614	0,558	0,463	0,386	0,322	0,247	0,162
11	0,722	0,650	0,585	0,527	0,429	0,350	0,287	0,215	0,135
12	0,701	0,625	0,557	0,497	0,397	0,319	0,257	0,187	0,112
13	0,681	0,601	0,530	0,469	0,368	0,290	0,229	0,163	0,093
14	0,661	0,577	0,505	0,442	0,340	0,263	0,205	0,141	0,078
15	0,642	0,555	0,481	0,417	0,315	0,239	0,183	0,123	0,065
16	0,623	0,534	0,458	0,394	0,292	0,218	0,163	0,107	0,054
17	0,605	0,513	0,436	0,371	0,270	0,198	0,146	0,093	0,045
18	0,587	0,494	0,416	0,350	0,250	0,180	0,130	0,081	0,038
19	0,570	0,475	0,396	0,331	0,232	0,164	0,116	0,070	0,031
20	0,554	0,456	0,377	0,312	0,215	0,149	0,104	0,061	0,026

Källa: Kalkyler som beslutsunderlag, (2001), Andersson, G



## Bilaga 4

Nuvärdessumma beroende på avskrivningstid och räntesats.

År [n]	Räntesats [r]								
	3%	4%	5%	6%	8%	10%	12%	15%	20%
1	0,971	0,962	0,952	0,943	0,926	0,909	0,893	0,870	0,833
2	1,913	1,886	1,859	1,833	1,783	1,736	1,690	1,626	1,528
3	2,829	2,775	2,723	2,673	2,577	2,487	2,402	2,283	2,106
4	3,717	3,630	3,546	3,465	3,312	3,170	3,037	2,855	2,589
5	4,580	4,452	4,329	4,212	3,993	3,791	3,605	3,352	2,991
6	5,417	5,242	5,076	4,917	4,623	4,355	4,111	3,784	3,326
7	6,230	6,002	5,786	5,582	5,206	4,868	4,564	4,160	3,605
8	7,020	6,733	6,463	6,210	5,747	5,335	4,968	4,487	3,837
9	7,786	7,435	7,108	6,802	6,247	5,759	5,328	4,772	4,031
10	8,530	8,111	7,722	7,360	6,710	6,145	5,650	5,019	4,192
11	9,253	8,760	8,306	7,887	7,139	6,495	5,938	5,234	4,327
12	9,954	9,385	8,863	8,384	7,536	6,814	6,194	5,421	4,439
13	10,635	9,986	9,394	8,853	7,904	7,103	6,424	5,583	4,533
14	11,296	10,563	9,899	9,295	8,244	7,367	6,628	5,724	4,611
15	11,938	11,118	10,380	9,712	8,559	7,606	6,811	5,847	4,675
16	12,561	11,652	10,838	10,106	8,851	7,824	6,974	5,954	4,730
17	13,166	12,166	11,274	10,477	9,122	8,022	7,120	6,047	4,775
18	13,754	12,659	11,690	10,828	9,372	8,201	7,250	6,128	4,812
19	14,324	13,134	12,085	11,158	9,604	8,365	7,366	6,198	4,843
20	14,877	13,590	12,462	11,470	9,818	8,514	7,469	6,259	4,870

Källa: Kalkyler som beslutsunderlag, (2001), Andersson, G.

## Bilaga 5

### Att beräkna Life Cycle Cost (LCC)

Att göra en LCC- analys är ofta en tidskrävande process. Arbetsgången kan göras mer eller mindre omfattande beroende på den aktuella verksamheten. Ett företag som ofta och sedan en längre tid gör LCC analys av sina produkter kommer naturligtvis också att utveckla bättre indata och gissningar av olika parametrar så som teknisk livslängd och driftskostnader. Nedan arbetsplan är generell och inte skraddarsydd för ett specifikt system eller företag.

Arbetsgången vid LCC-analys kan indelas i följande moment:

1. *Identifiering av uppgiften.* // Ska vara klart när byggprojektledare kommer in i bilden//.
2. *Formulera mål och avgränsa.* // Kräver av projektledaren att denne har en god uppfattning om byggnadens helhet och kraven på olika funktioner och kan kommunicera detta till den som gör LCC analysen//.
3. *Planera arbetet.* // Har du synpunkter? I vilken ordning vill du ha uppgifterna, vissa resultat kanske ska vara indata för andra. Ställ krav på tidsplanen.//
4. *Bestäm förutsättningar.* // Här kan du som projektledare vara tydlig med vilka förutsättningar du vill att olika parter ska anta för god jämförbarhet, exempelvis ränta och framtida energikostnader.//
5. *Skapa analysmodellen.* //Säkert finns många paralleller för olika parter i byggprocessen och alla kanske inte behöver utveckla en egen modell, det finns handböcker och mallar...//
6. *Rådatainsamling.* //Du som projektledare tjänar på att ha inblick i vilka indata som använts, och kanske bör du se till att fråga andra sakkunniga om data är rimliga.//
7. *Beräkning.*
8. *Känslighetsanalys.*
9. *Värdera resultatet.* // Fatta rätt beslut!//

En LCC beräkning går ut på att alla kostnader, nu och i framtiden räknas om till jämförbara siffror. Tillexempel kan en LCC kostnad bestå av:

$$LCC = wx + ky + ez + m$$

där  $w$  = lönekostnad (kr/h)  
 $x$  = arbetstid (h)  
 $k$  = enhetskostnad för komponenter (kr/enhet)  
 $y$  = förbrukad mängd material (enheter)  
 $e$  = energikostnad (kr/kWh)  
 $z$  = förbrukad mängd energi (kWh)  
 $m$  = miljökostnad (kr)

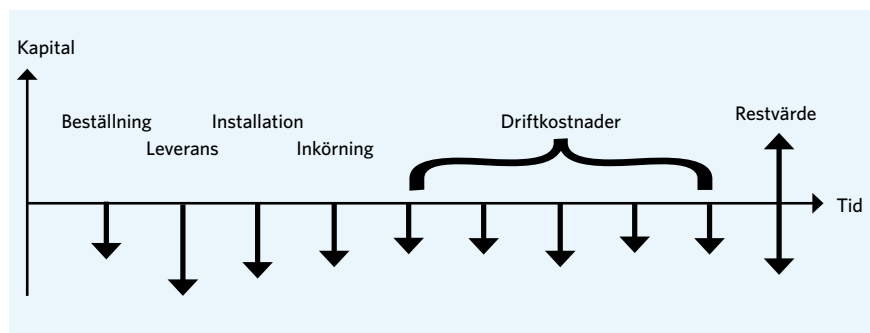
Det finns olika metoder som använder diskonteringar av belopp i tiden, för att få in- och utbetalningar jämförbara.

Vanligast för LCC analyser är att nuvärdet av alla kostnader beräknas.

Att nuvärdesberäkna innebär att räkna om alla betalningarna till nuvärde och jämföra in- och utbetalningarnas storlek.

Metoden bygger på diskontering av framtida betalningsströmmar, vilka kan variera över tiden. Se till exempel Figur 17.

FIGUR 17 Exempel på kostnader under en längre tidsperiod som ska jämföras.



Ur en teoretisk synpunkt är metoden densamma som annuitetsmetoden då en investering som är lönsam enligt annuitetsmetoden alltid är det enligt nuvärdesmetoden med. För både annuitetsberäkningar och nuvärdesberäkningar finns tabeller med omräkningsfaktorer för olika livslängder och kalkylräntor.

Summan av alla kostnader omräknade till nutid blir nuvärdet.

Utmärkande för en LCC analys är att man bestämmer **investeringar** och **framtida kostnader** för en **given period**, inklusive **drifts och underhållskostnader** under perioden samt **restvärdet** vid periodens slut.

Framtida kostnader kan vara av två slag: engångskostnader eller löpande kostnader.

Löpande kostnader är sådana som uppstår varje år under den period som analyseras. De flesta driftskostnader är löpande. Energikostnader är löpande.

Engångskostnader är sådana som uppstår vid några tillfällen i framtiden. Det kan till exempel röra sig om byte av någon komponent i det analyserade systemet.

För att göra LCC analysen något mer praktisk brukar man hänföra alla löpande och engångskostnader till slutet av det år då de uppstår.

För att bestämma nuvärdet av en engångskostnad som uppstår i framtiden används följande formel:

$$NV = K_t \cdot 1/(1+r)_t$$

Där:

NV = Nuvärdet

$K_t$  = Kostnaden vid tiden t

r = Kalkylräntan

t = tiden (uttryckt i år)

För att bestämma nuvärdet av löpande kostnader som uppstår i framtiden används följande formel:

$$NV = K_{\text{löp}} \cdot (1+r)_t - 1/(r \cdot (1+r)_t)$$

Där:

NV = Nuvärdet

$K_{\text{löp}}$  = Den årliga kostnaden

r = Kalkylräntan

t = tiden (uttryckt i år)

Se även tabeller för nuvärde och nuvärdessumma i bilagorna 3 och 4.

Exempel på nuvärdesberäkningar är att 1000 kr om 5 år (med räntefoten 10 %) idag motsvarar ett belopp på  $1000 \cdot 0,621 = 621$  kr. Eller att 1000 kr som utfaller i slutet av varje år under 5 år med 10 % ränta idag är värda sammanlagt  $= 1000 \cdot 3,791 = 3791$  kr.





## Idrottshallar

### Energieffektivisering med stor potential

Idrottshallar är en lokalgrupp som använder mycket energi. Den typ av idrottshallar som ingår i detta projekt är inomhushallar för allmän idrott så som bollspel, gymnastik m.m, ishallar och inomhusbad. Totalt i Sverige används ungefär 1 TWh energi för dessa byggnader, varav hälften är elektricitet.

Totalt för Sverige uppskattas att om 50 miljoner kronor investeras i enkla energibesparandeåtgärder i befintliga idrottshallar kan energikostnaden för byggnaderna minskas med 100 miljoner varje år i åtminstone tio år framöver.

Att planera och genomföra energieffektiviseringar i en eller flera idrottsbyggnader är inte alltid lätt. Det är inte heller lätt att i ett enskilt fall bedöma kostnadseffektiviteten för en åtgärd. Några råd på vägen som utvecklas i denna rapport är:

- › Att ställa krav i ett tidigt skede inför en nybyggnad eller annan större förändring.
- › Att mäta och kartlägga sin egen energianvändning för att kunna prioritera och följa upp.
- › Att ha en inblick i vilka tekniska möjligheter som finns.
- › Att prioritera och utveckla en strategi.
- › Att engagera rätt personer och att ge dem ansvar.
- › Att finansiera åtgärderna.

Målgrupp för denna rapport är energiansvariga inom kommunernas fastighets- och fritidsorganisationer och syftet är att genom goda råd och exempel stötta ett effektivt energieffektiviseringsarbete för denna typ av byggnader.

Projektet har initierats av Sveriges Kommuner och Landstings FoU-fond för fastighetsfrågor.

Beställ eller ladda ner på [www.skl.se/publikationer](http://www.skl.se/publikationer) eller på telefon 020-31 32 30.

ISBN 978-91-7164-577-7

