



Delrapport - Spillvärme

Tilde Örn, Linda Brante

Maj 2024

Innehåll

Innehåll	2
1 Ishallar generellt	3
1.1 Värmeåtervinning	3
1.2 Ventilationsystem	4
2 Spillvärme generellt	5
2.1 Kylsystem	5
2.2 Kylmaskin	6
3 Spillvärmehantering hos olika ishallar	6
3.1 Tegera arena	6
3.2 Lugnet	7
3.3 Recoverhallen	7
4 Referenser	8
5 Bilagor	8

1 Ishallar generellt

Stoppsladd har i en slutrapport sammanställt data från 102 ishallar i Sverige och på så vis tagit fram en så kallad "medelishall". Medelishallen har ett energibehov på 1185 MWh energi årligen där kylsystemet är den mest energikrävande komponenten (Stoppsladd 2010). Enligt rapporten står uppvärmningsbehovet för cirka 70-80 kWh/m² (fig 1). Siffran är framtagen genom att addera ihop energianvändningen från fjärrvärme och el för uppvärmning samt med hänsyn till att ishallen är nybyggd (Energimyndigheten, 2011). Enligt en offert av NorthPower Ishall är standardutförandet för en ishall 2 421 m² markyta där isyta, åskådarplatser, omklädningsrum och andra faciliteter är inkluderade (NorthPower u.å).

Energianvändning

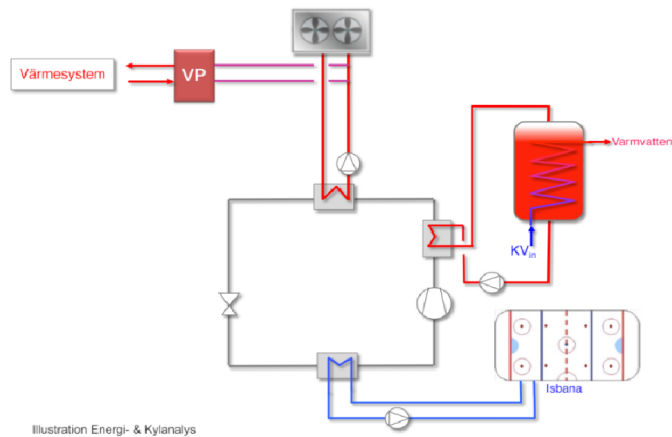
	kWh/m ² , år	kWh/h*	kWh/m ^{2**}
Fjärrvärme	55,7	54,1	113,1
Olja	0,6	0,6	1,2
Naturgas	0,1	0,1	0,1
Stadsgas	2,1	2	4,2
El utom för uppvärmning	179,2	174	364,1
El för uppvärmning	26	25,2	52,7
Summa	263,7	256	535,4

* öppettimme ** per verksamhetsyta

Figur 1: Energianvändning per kvadratmeter för medelishallen i Sverige (Energimyndigheten, 2011).

1.1 Värmeåtervinning

Kylsystemet står för hela 43 procent av den årliga energianvändningen. I rapporten konstateras det att ishallar överlag köper mycket värme. Efter kylsystemet rankas "köpt energi till värmesom näst störst energianvändare. Värmebehovet står för 26 procent vilket motsvarar 277 MWh per år. Dock konstateras det även att kylmaskinerna som ingår i kylsystemet producerar 5 gånger mer värme än ishallens behov och skulle kunna nyttjas genom värmeåtervinning. En del av ishallarna inkluderade i rapporten hade möjlighet att återanvända minst 150 MWh spillvärme per månad internt (Stoppsladd 2010).



Figur 2: Schematisk bild över VÅV-systemet i en ishall (Svenska ishockeyförbundet 2023).

1.2 Ventilationsystem

Enligt en studie gjord av Stoppsladd konstateras det att fläktar för ventilation är en av de tre största energianvändarna i idrottsanläggningar. Dock finns det variation beroende på anläggningens storlek och kategori. Majoriteten av idrottsanläggningarna i Sverige, fyra av fem, använder ett ventilations-system kallat FTX-ventilation. FTX-ventilation är även kallad till- och frånlufts växling och är en teknik som integrerar mekanisk ventilation med värmeåtervinning. 92 procent av anläggningarna har konstant flöde av luft och endast 8 har varierande. I ishallar har ventilationssystemet drifttider på ungefär 20 timmar per dygn med en sammantagen besparingspotential för ventilationssystemet, drifttiden samt flöden som uppgår till 65 procent (Energimyndigheten, 2011).

Nyckeltal för ventilation

	Ishallar
Elanvändning, kWh/m ²	23,4
Fläktarnas drifttid, h/år	7 301
SFP-tal, kWh/m ³ , s ⁻¹	2,3
Maximalt tilluftsflöde, l/s, m ²	1,53

Figur 3: Nyckeltal på ventilation för medelishallen i Sverige (Energimyndigheten, 2011).

2 Spillvärme generellt

År 2022 låg användningen av restvärme i fjärrvärmenätet på ungefär 9%. Restvärme är till största del spillvärme från industriella processer men det kan också vara värme från datahallar och kyldiskar (Energiföretagen, 2023). Med värmepumpar kan temperaturen på spillvärmens ökas vilket gör spillvärmets mer användbart och styrbart. Användningen av spillvärme sänker också fjärrvärmekostnader (Atlas Copco u.å).

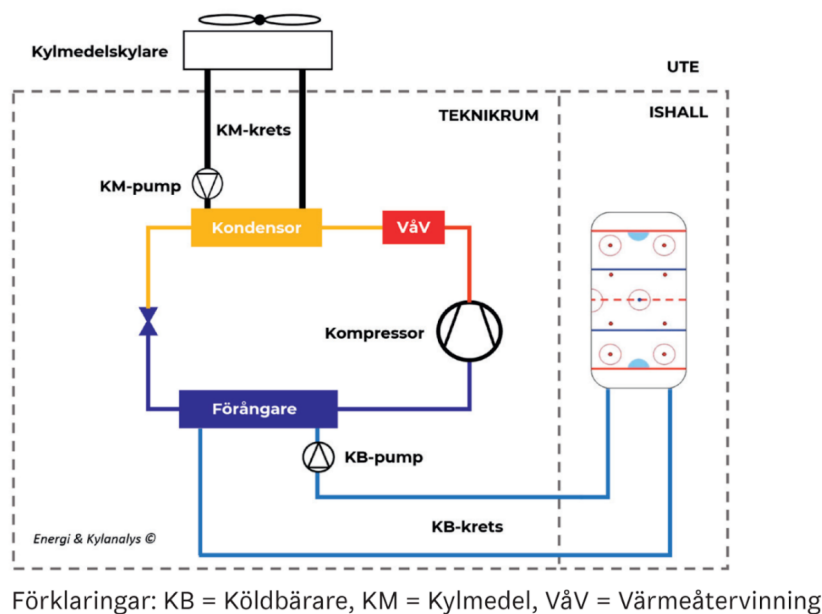
Många ishallar i Sverige har inte ett värmeåtervinningssystem eller något styrsystem som reglerar temperaturen. Avsaknad av ett sånt här system leder till stora mängder spillvärme som det inte finns en användning för. I medel producerar en ishall mer än 2000 kWh värmeenergi varje dag och det här motsvarar mer värmeenergi än vad ishallen behöver dagligen. Med installation av tekniker för återanvändning av värmen kan ett ishalls värmebehov minskas upp till 75% (Friendly Power, 2024). Fler och fler ishallar runt om i världen installerar CO₂-kylsystem som har hjälpt ishallar att mer än halvera sin energianvändning i jämförelse med äldre kylsystem (International Institute of Refrigeration, 2023). Installering av detta kylsystem leder till effektivare värmeöverföring vilket minskar mängden spillvärme som måste omhändertas.

Vid kylning av is i ishallar kan restvärmens från kylningsprocessen användas för uppvärmning av närliggande bostäder. Ett exempel på detta är en ishall i Örebro som tog fram ett energisystem som tar vara på den här energin i stället för att skicka ut den i atmosfären (Sveriges Miljömål, 2018). I andra ishallar används all spillvärme för ishalls eget värmebehov så det inte blir spillvärme över som kan användas till annat. I andra fall används inte spillvärmens alls.

2.1 Kylsystem

Kylsystemet i en ishall består av en kylmaskin, en kondensator eller kylmedelkylare, en ispist samt en värmeåtervinningskrets. Syftet med ett kylsystem i en ishall är att föra bort värmen från ispisten (en typ av ismaskin) och därigenom kyla isen. Enligt Svenska Ishockeyförbundet har ett typiskt kylsystem i en ishall en effekt på 300 kW. För ett sådant system finns det mellan 700 till 1500 MWh värme att återanvända internt årligen. Ishallen har behov av värme på två nivåer, 60°C och 20°C där det optimala är att producera så mycket högt tempererad värme som möjligt. Det är även möjligt att höja lågt tempererade värmen med hjälp utav en värmepump. Värmeåtervinningsystemet har olika möjliga ändamål, det kan nyttjas för till exempel varmvattengenerering, uppvärmning av lokaler samt lagring i borrhål för senare användning. Genom att inkludera en värmeåtervinningskrets i

kylsystemet och då återvinna värme kan fjärrvärme-behovet minimeras. Många anläggningar med ishallar har mycket överskottsvärme. Denna värme kan antingen användas internt, lagras eller exporteras till närliggande fastigheter. Exempelvis närliggande simhallar, sporthallar eller skolor med rätt förutsättningar skulle kunna nyttja denna värme för att skapa en kostnadseffektiv synergi. För moderna mindre ishallar med moderna värmeåtervinningssystem så täcker överskottsvärmen byggnadens uppvärmningsbehov vilket begränsar möjligheterna för de andra alternativen än intern återanvändning (Svenska ishockeyförbundet 2023).



Figur 4: Schematisk bild över kylsystemet i en ishall (Svenska ishockeyförbundet 2023)

2.2 Kylmaskin

En kylmaskins cykel fungerar som en omvänd värmepumps cykel. De båda apparaterna flyttar värme från en kall plats till en varmare plats men det som skiljer dem är deras syften. Kylmaskinens syfte är att kyla ned den kalla platsen genom att avlägsna värme medan en värmepump har som mål att värma den varma platsen. En kylmaskin består av fyra komponenter, en kompressor, en kondensator, en strypventil och en förångare, se Bilaga 1.

Kompressorn tillsätter elenergi för att komprimera gasen och öka energiinnehållet i mediet innan den kommer till kondensorn där kylmedlet kondenseras och avger värme till omgivningen. Denna del av cykeln fram till expansionsventilen kallas för högtryckssidan (Vestling, M 2016). I expansionsventilen sänks temperaturen samt trycket på mediet för att sedan gå vidare till förångaren där kylmedlet förångas samt absorberar värme från den kalla platsen, se Bilaga 1.

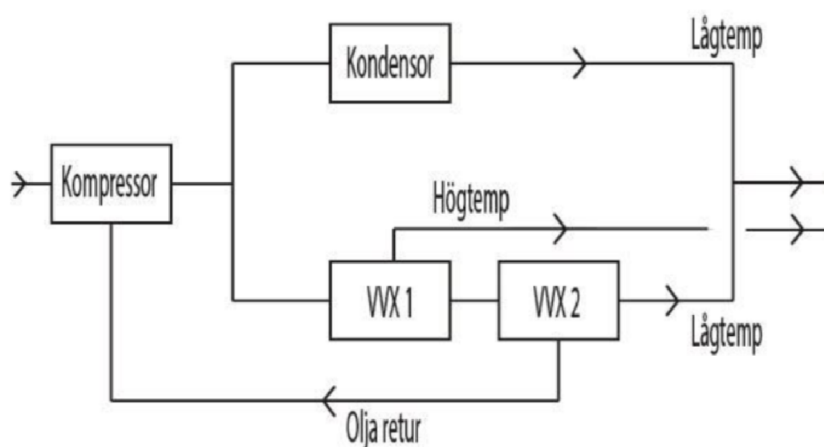
3 Spillvärmehantering hos olika ishallar

3.1 Tegera arena

Enligt en fallstudie om Tegera arena nyttjas spillvärmen i huvudsak från kylmaskinerna (Vestling, M 2016). Tegera arena är i huvudsak en ishockey arena men används även för andra evenemang så som konserter. Arenan har en publikkapacitet på 7650 personer vid en match (Leksand IF u.å.). För att veta var och vilka system som skulle ha användning för spillvärmen jämfördes temperaturerna som behövs för de olika systemen i byggnaden. Om temperaturen som behövs för värme-, ventilation respektive sanitetssystemet matchar temperaturen spillvärmen producerar så kan spillvärmen möjligtvis användas för att tillgodose behoven i nämnda system. Den högtempererade spillvärme går till uppvärmning av vatten i ackumulatortankar. Medan den lågtempererade fördelas mellan

uppvärmning av snögröp, permafrost samt ventilation och luft i byggnaderna. Studiens resultat visar att en tredjedel av spillvärmen som går att nyttjas används internt i nuläget, där andelen skulle kunna öka med nya installationer. Resultatet visade även att den lågtempererade spillvärmen skulle kunna distribueras till närliggande fastigheter med behov av varmvatten. Där spillvärmen primärt ska användas för förvärmning utan värmepump som stöttning (Vestling, M 2016).

Tegera Arena är placerad i Leksand, Dalarna och byggdes om år 2005. I samband med ombyggnationen installerades två kylmaskiner, VKA1 och VKA2. VKA1 ansvarar för att kyla isen och VKA2 står för komfortkylan. De båda kylmaskinerna har en värmeåtervinning på kondensatorsidan på upp till 40°C, men VKA1 har även värmeåtervinning från oljekylningnen som uppgår till 60°C. En värmeåtervinningskrets möjliggör att arenan förses med spillvärmen från kondensatorerna och rest-spillvärmen kyls av med kylmedelkylare. Kylmaskinen VKA1 illustreras i figuren nedan och beskriver en kylmaskin med en skruvkompressor där kompressorn är av olje-typ (Vestling, M 2016).



Figur 5: Kylmaskin med en skruvkompressor där kompressorn är av olje-typ (Vestling, M 2016).

3.2 Lugnet

“Lugnet” är en sportanläggning i Falun där en ishall ingår. Ishallen använder sig av ett vattenburet värmesystem som utnyttjar spillvärmen från kylmaskinerna. Som komplement finns även en värmepump installerad för att stötta upp under kalla perioder under året. Värmepumpen behöver inte vara i drift under månaderna september till april då ishallens värmebehov och uppvärmning av varmt tappvatten täcks av spillvärme som utvecklas från kylmaskinerna. Under månaderna maj till augusti krävs det dock att värmepumpen stöttar upp då Lugnets utomhusbad måste värmas upp. Kylvattnet från kompressorerna tas tillvara på och används för att spola isbanorna (Persson,S.E. 1987).

3.3 Recoverhallen

Recoverhallen i Gränby är av typ Spectator Arena C vilket innebär att den har både en isbana och åskådarplatser. Hallen används för hockey-och bandymatcher och även mindre evenemang. Recoverhallens plan-yta har måtten 105 x 62 meter.(källa drivedokument) Säsongen för isbanan är från september till mars, alltså är den stängd under sommarmånaderna (Uppsala arenor och fastigheter, 2024). Värdet på arean på ishallen som används i modelleringen är 8649 m² som uppskattades utifrån dess koordinater i Google Earth.

4 Referenser

A. Al-Adili, Technical Thermodynamics lecture notes, (2023), Department of Physics and astronomy, Uppsala University.

Atlas Copco.(u.å).*Använda spillvärme för högre effektivitet*.<https://www.atlascopco.com/sv-se/compressors/wiki/compressed-air-articles/using-waste-heat>

Energiföretagen.(2023).*Fjärrvärmeproduktion*.<https://www.energiforetagen.se/energifakta/fjarrvarme/fjarrvarmeproduktion/>

Energimyndigheten (2011).*Energi i idrottsanläggningar*. file:///C:/Users/user/Downloads/Energi%20i%20idrottsanl%C3%A4ggningar%20(1).pdf

Friendly power. (2024). *Ice Rinks*. <https://esource.bizenergyadvisor.com/article/ice-rinks>

International Institute of Refrigeration. (2023). *Reclaiming waste heat from ice rinks' refrigeration systems to save energy*. <https://iifiir.org/en/news/reclaiming-waste-heat-from-ice-rinks-refrigeration-systems-to-save-energy>

Leksand IF (u.å). *Tegera Arena*.<https://www.leksandsif.se/arena>

NorthPower (u.å).*Offert NorthPower Ishall*. <https://sammantrade.robertsfors.se/uploads/363/5e53d27c257f3-0ffert%20North%20Power.pdf>

Persson,S.E. (1987). *Lugnets sportanläggning i Falun: utvärdering av bandybana som solfångare i integrerat värmesystem*. file:///C:/Users/user/Downloads/gupea_2077_46808_1%20(2).pdf

Stoppsladd (2010).*Energianvändning i svenska isarenor*. http://www.stoppsladd.se/Slutrapport_Stoppsladd_fas_1.pdf

Svenska ishockeyförbundet (2023). *Energieffektivisering ISHALLAR*. https://www.ekanalys.se/_files/ugd/bbc3c3_539f82924a6d48278ac7da2abd647394.pdf?index=true

Sveriges miljömål.(2018).*Restvärme från isproduktion värmer omgivande fastigheter*.<https://www.sverigesmiljomal.se/larande-exempel/restvarme-fran-isproduktion-varmer-omgivande-fastigheter/>

Uppsala arenor och fastigheter.(2024).*Recoverhallen*.<https://arenorochfastigheter.uppsala.se/idrotts--och-fritidsanlaggningar/idrottsanlaggningar/granby-sportfalt/recoverhallen/>

Vestling, M (2016). *Barriärer och drivkrafter för effektivisering samt förutsättningar vid spillvärmeåtervinning: En fallstudie av Tegera Arena*.Akdem in för teknik och miljö, Högskolan i Gävle. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:937314/FULLTEXT02.pdf>

5 Bilagor

Bilaga 1: Tillhörande Delrapport Spillvärme
Föreläsningssanteckningar, Teknisk Termodynamik, A.Al-Adili.

Bilaga 1

Hur skiljer sig värmepumpens cykel från kylcykeln?

- Det är samma cykel men med olika ändamål!

Stämmer, både apparaterna agerar genom att konsumera ett arbete för att flytta värme från en kall plats (T_L) till en varmare plats (T_H). Däremot har de olika ändamål, eftersom kylskåpets mål är att kyla ner den kalla platsen (Q_L) medan värmepumpen syftar till att värma den varma platsen med (Q_H).

Både apparaterna agerar genom att konsumera ett arbete för att flytta värme från en kall plats (T_L) till en varmare plats (T_H). Däremot har de olika ändamål, eftersom kylskåpets mål är att kyla ner den kalla platsen (Q_L) medan värmepumpen syftar till att värma den varma platsen med (Q_H).

Kylcykeln innehåller en strypventil (throttling/expansion device) efter kondensorn.

Både kylcykeln och värmepumpen konsumerar arbete. Ingen av dessa producerar ett nettoarbete, såsom en värmemotor skulle ha gjort.

Både cyklerna agerar med ett kylmedium, t ex R134a. Vi kan inte anta att det är en ideal gas utan måste i båda fallen slå i tabeller för R134a.