

# Använd energi mer effektivt i ditt gjuteri

*Tips på åtgärder för:*

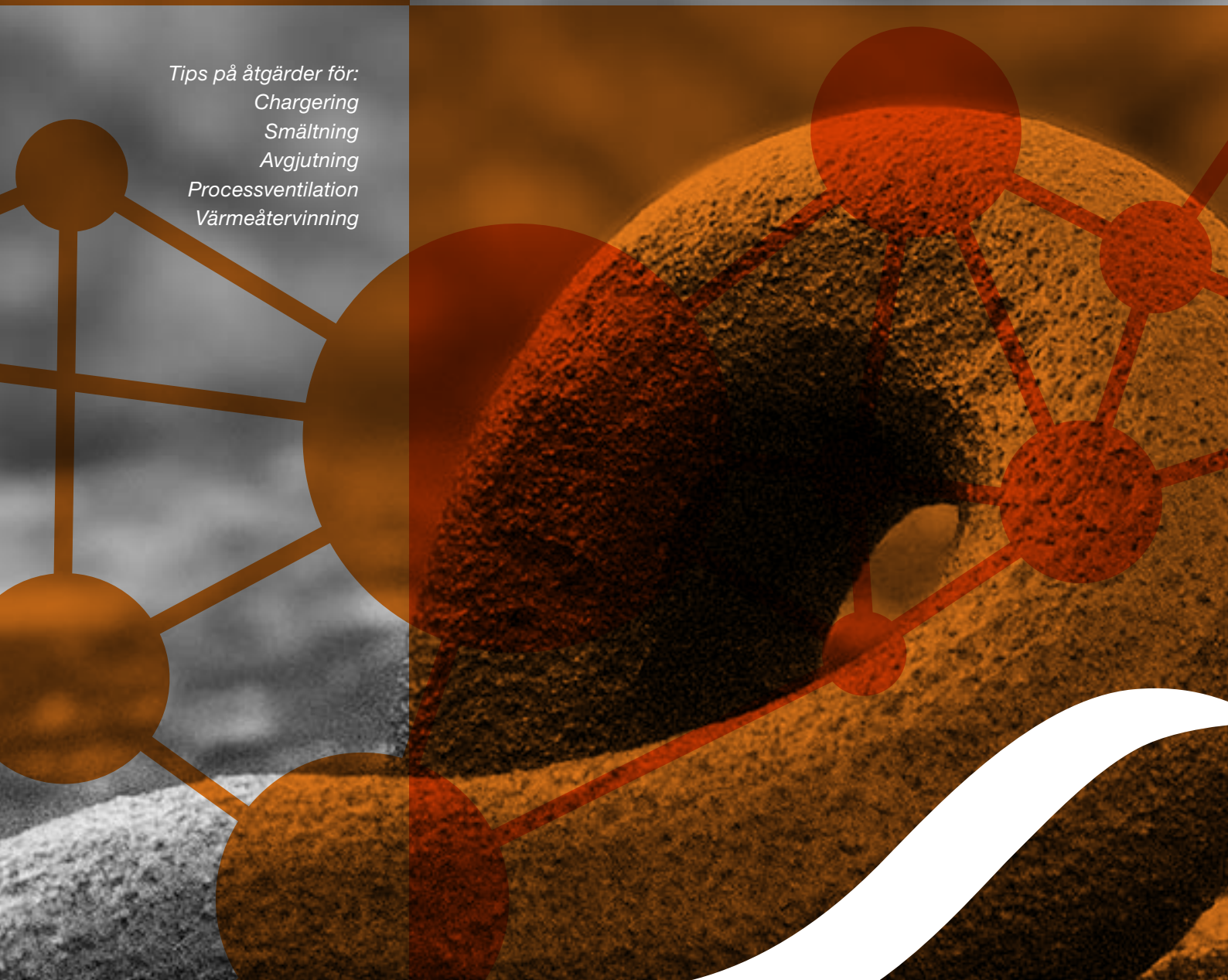
*Chargering*

*Smältning*

*Avgjutning*

*Processventilation*

*Värmeåtervinning*





Energimyndighetens publikationer kan beställas eller laddas ner via [www.energimyndigheten.se](http://www.energimyndigheten.se), eller beställas via e-post till [energimyndigheten@arkitektkopia.se](mailto:energimyndigheten@arkitektkopia.se).

© Statens energimyndighet

ET 2017:25

ISSN 1404-3343

November 2017

Upplaga: 1 500 ex

Grafisk form: Granath

Tryck: Arkitektkopia, Bromma

Omslagsbild: Kristine Olsson

Övriga bilder: Camilla Zilo, Shutterstock

Illustrationer: Granath

# Inledning

Energieffektivisering är både en ekonomiskt och miljömässigt bra satsning för ditt företag. Med enkla åtgärder och rätt val vid nyinvesteringar går det att effektivisera energianvändningen på företaget. I denna vägledning finns information och tips på vad du kan göra för att använda energi mer effektivt i ditt gjuteri.

Förslagen gäller produktionsprocesser som har en hög energianvändning hos gjuterier. Du hittar förslag på åtgärder för energieffektivisering för charging, smältning, avgjutning, processventilation och värmeåtervinning.

Vill du veta mer om åtgärder för energieffektivisering inom gjuteri, förutom det som finns i denna vägledning, se det fördjupade materialet **Energieffektivisering i gjuterier - en vägledning för bästa teknik** som finns på [www.energimyndigheten.se/metodstod](http://www.energimyndigheten.se/metodstod)

## **Energieffektivisering ger mer!**

Att energieffektivisera innebär inte bara effektivare energianvändning och sparade pengar. Ofta är det andra mervärden som följer av energiarbetet som blir de mest värdefulla vinsterna. Till exempel kan du få bättre arbetsmiljö, stärkt varumärke, ökad produktivitet och lättare att leva upp till krav från lagar och kunder.

## **Uppfyll lagkrav – ha koll på din energianvändning**

Miljöbalken säger att du som driver ett företag ska hushålla med energi och i första hand använda förnybara energikällor. För att uppfylla lagkravet behöver du ha koll på företagets energianvändning och genomföra ständiga förbättringar. I vissa fall kan du som får besök från en tillsynsmyndighet få krav på att genomföra åtgärder för att uppfylla miljöbalkens regler.

Miljöbalken säger även att du som företagare måste använda bästa möjliga teknik. Det innebär att du, så långt som det är ekonomiskt och praktiskt möjligt, ska använda energieffektiva tekniker och metoder. I denna vägledning finns exempel på åtgärder som du kan göra på ditt företag och som går i linje med bästa möjliga teknik. Bästa möjliga teknik innebär i det här fallet inte bara ren teknik i form av utrustning utan också beteende och rutiner.

### **Energianvändning för gjuterier**

Gjuteriindustrin är en energiintensiv bransch och i Sverige finns ungefär 100 gjuterier. Svenska gjuteriers energianvändning uppgår årligen till ungefär en terawattimme (TWh). Den huvudsakliga energiåtgången går till produktionsprocesserna och främst för att smälta och gjuta metallen. I dessa processer genereras stora mängder spillvärme som behöver kylas bort. Trots den stora mängden spillvärme i produktionen visar energikartläggningar att gjuterier i snitt använder ungefär 15 procent av sin köpta energi till uppvärmning av lokaler. Gjuteribranschens potential för energieffektivisering består bland annat av att minska och omhänderta mängden spillvärme och minska den mängd energi som köps in för uppvärmning.

Processer med betydande energianvändning i ett gjuteri utgörs av:

- smältning och ugnar
- uppvärmning
- processventilation
- belysning och tryckluft.

### **Kartlägg din verksamhet**

För att få ett underlag för vilka åtgärder som är lämpliga att göra på ditt företag kan du göra en energikartläggning. Den visar var i verksamheten mest energi används och ger förslag på lönsamma åtgärder för ditt företag. Mer information om energikartläggning och vilka stöd som finns att söka finns på [www.energimyndigheten.se](http://www.energimyndigheten.se)

### **Nyckeltal – ett verktyg för att följa upp företagets utveckling**

När du arbetar med energieffektivisering är det bra att kunna följa upp arbetet, och nyckeltal är ett bra verktyg för det. Ett nyckeltal för energi är ett mått på energianvändningen i förhållande till exempelvis det som produceras. Genom att beräkna nyckeltal för din energianvändning kan du utvärdera den över tid och i viss mån även jämföra med andra företag. I tabell 1 finner du exempel på nyckeltal för gjuterier.



**Tabell 1** Exempel på nyckeltal för gjuterier

Nyckeltal	Enhet
Total energianvändning per ton gott gods	kWh/ton
Total energianvändning per ytenhet och år	kWh/m <sup>2</sup>
Total energianvändning per omsättning	kWh/kr
Total energianvändning per anställda	kWh/person
Total energianvändning per värdeförädlingsgrad	kWh/procent
Energianvändning per smälta	kWh/ton
Uppvärmning per uppvärmd yta	kWh/m <sup>2</sup>
Energianvändning ventilation per producerad mängd	kWh/ton
Energianvändning tryckluft per producerad mängd	kWh/ton
Återvunnen energi per total energianvändning	procent
Energianvändning efterbehandling per behandlad mängd	kWh/ton

## Åtgärdsförslag i olika nivåer

Åtgärder för energieffektivisering kan vara olika kostsamma, kan kräva mer eller mindre planering och kan ibland innebära omfattande ombyggnation. När du ska utföra åtgärder är det viktigt att utgå från din egen verksamhet för att se vilka åtgärder som bör prioriteras. I denna vägledning finns åtgärdsförslag på områden som är vanliga inom gjuterier, och de är indelade i olika nivåer. Nivåerna är inte i prioriteringsordning utan ska snarare ses som ett smörgåsbord där man plockar åtgärder beroende på företagets aktuella förutsättningar.

### **1. Rutiner och beteende**

Åtgärder som leder till ändrat beteende och en ökad medvetenhet om var det är möjligt att minska energianvändningen i den dagliga verksamheten. Ofta behöver denna typ av åtgärder inte kosta någonting.

### **2. Enkla investeringar**

Åtgärder som handlar om att köpa in eller byta ut enstaka komponenter, maskiner eller maskindelar för att minska energianvändningen. Det är åtgärder som medför en viss investering men inte kräver så mycket planering.

### **3. Förändringar på systemnivå**

Åtgärder som handlar om byte av system, som oftast innebär större investeringar och som ofta görs i samband med om- och nybyggnation.

Tänk på att ställa krav på energiprestanda vid inköp av ny utrustning. Se beräkningsverktyget för livscykelkostnad (LCC) för att få hjälp med att räkna på investeringar. Du hittar verktyget på [www.energimyndigheten.se/metodstod](http://www.energimyndigheten.se/metodstod)

## Exempel på åtgärder för charging

Under chargingen finns de största energibesparande åtgärderna i hur packningen av råmaterialet går till. Det är en viktig del för att få en effektiv uppvärmning i ugnen och hög verkningsgrad. Packningsdensiteten av materialet påverkar smältningens energianvändning. Försök visar att energianvändningen sjunker med stigande packningsdensitet.

### 1. Rutiner och beteende

- Ta tillvara på ugnens spillvärme genom att fylla den varma ugnen vid skiftets slut, till exempel på kvällen. Vid nästa skift är ugnen fortfarande varm och chargen är varm och torr. Det gör att nästa skift kan starta smältningen snabbare. Detta gäller för induktionsugn.
- Kontrollera att chargen inte bildar ett ”lock”. Det kan göra att smältan överhettas.
- Charger i rätt ordningsföljd. Lägg lättsmält material som exempelvis tackjärn i botten. Ugnens energieffektivitet ökar när den har en smälta att arbeta med.
- Minimera tiden som ugnslöcket på smältugnen inte är på plats genom en effektiv chargingprocess.

### 2. Enkla investeringar

- Återför spånor till smältningen från bearbetningen.
- Pressa briketter av spånor från bearbetning. Briketterna minskar chargingstiden jämfört med lösa spånor och ger även en viss sänkning av energianvändningen vid smältning. Detta är framförallt intressant för aluminium men kan inte användas med alla ugnar.
- Säkerställ rätt sammansättning på smältan från början så att få justeringar behöver göras. Använd till exempel rätt kolhalt i smältan från början för att uppnå lägst smältpunkt. Det tar tid och kräver ofta en förhöjd temperatur att lösa in mer kol i redan smält material.

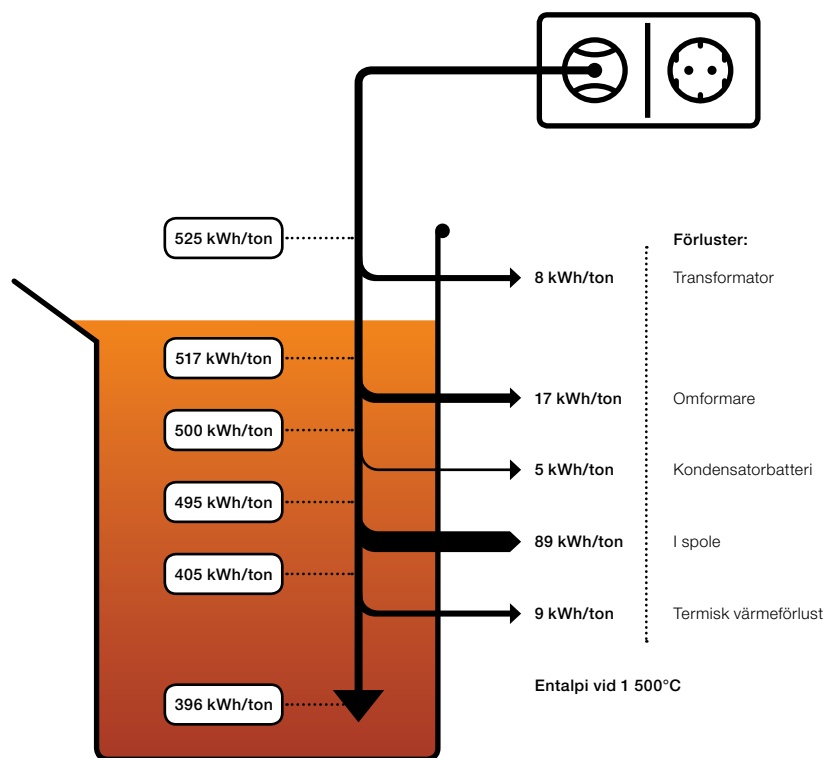
### 3. Förändringar på systemnivå

- Använd en chargingvagn med skakpackning för en effektiv och snabb charging som minskar värmeförluster. Jämfört med charging för hand eller med magnet är chargingvagn en mer energieffektiv lösning.

## Exempel på åtgärder för smältning

Smältprocessen är den mest energikrävande processen i ett gjuteri och är dessutom den process som genererar störst energiförluster. Beroende på vilken energikälla som används skiljer man på elektriska ugnar, ugnar för fast bränsle (kupolugnar) samt ugnar för flytande eller gasformigt bränsle. I figur 1 visas den tillförda energin i en modern induktionsugn och var förlusterna kan ske.

Figur 1 Energibalans i en induktionsugn



Källa: Svensson, et al., (2012) Energieffektiv smältning. Rapportnr 2012-010. Swerea SWECAST.  
Anm: Vattenkylningen av spolen transporterar bort den största mängden energi. Om företaget tar in 525 kWh/ton från elnätet så är det bara 396 kWh som verkligen smälter metallen.

### 1. Rutiner och beteende

- Ge företagets medarbetare mer inblick i hur energianvändningen kan effektiviseras i smältningsprocessen. Det kan resultera i bättre rutiner genom hela processflödet från skrothantering till avtappning.
- Möjliggör för personalen att se energianvändning, temperatur och chargevikt för varje smälta. Det ökar deras kunskap om orsaker till att energianvändningen är högre för vissa smältor och deras möjlighet att påverka energianvändningen.



- Förbered och synkronisera gjuteriförloppet med så kort tid som möjligt för smältprocessen, då kan en stor del energi sparas.
- Utför faktiska test för att ta reda på hur mycket det kostar att övertemperera smältan kWh/grad och ton och informera personalen för att optimera gjutningen.
- Dokumentera rutiner för smältningens optimala driftförhållanden.
- Optimera driftcykeln och hanteringen av ugnen genom att korta tiden för processerna. Detta gäller speciellt för schaktugn.
- Växla frekvens på ugnen med hänsyn till smältans vikt, storlek på råmaterial och önskad styrka på badrörelserna. Detta gäller för induktionsugn.
- Undvik övertemperering i den mån som är möjlig. Informera personal om energiåtgången vid övertemperering.
- Undvik för höga effektuttag i produktionen med en effektvakt. Var dock uppmärksam på att inte ligga på gränsen så att effektvakten slår till ofta. Det kan orsaka ökad tillförd energi per ton smälta eftersom smältans temperatur sjunker när effektvakten går in.
- Vid smältning av järn och stål med kupolugn kan en addering av syre med två till tre procent i förbränningsprocessen minska behovet av förbränningsgaser och koks.
- Minimera mängden syre som kan lösas in i smältan för att minska kassation och omsmältning.

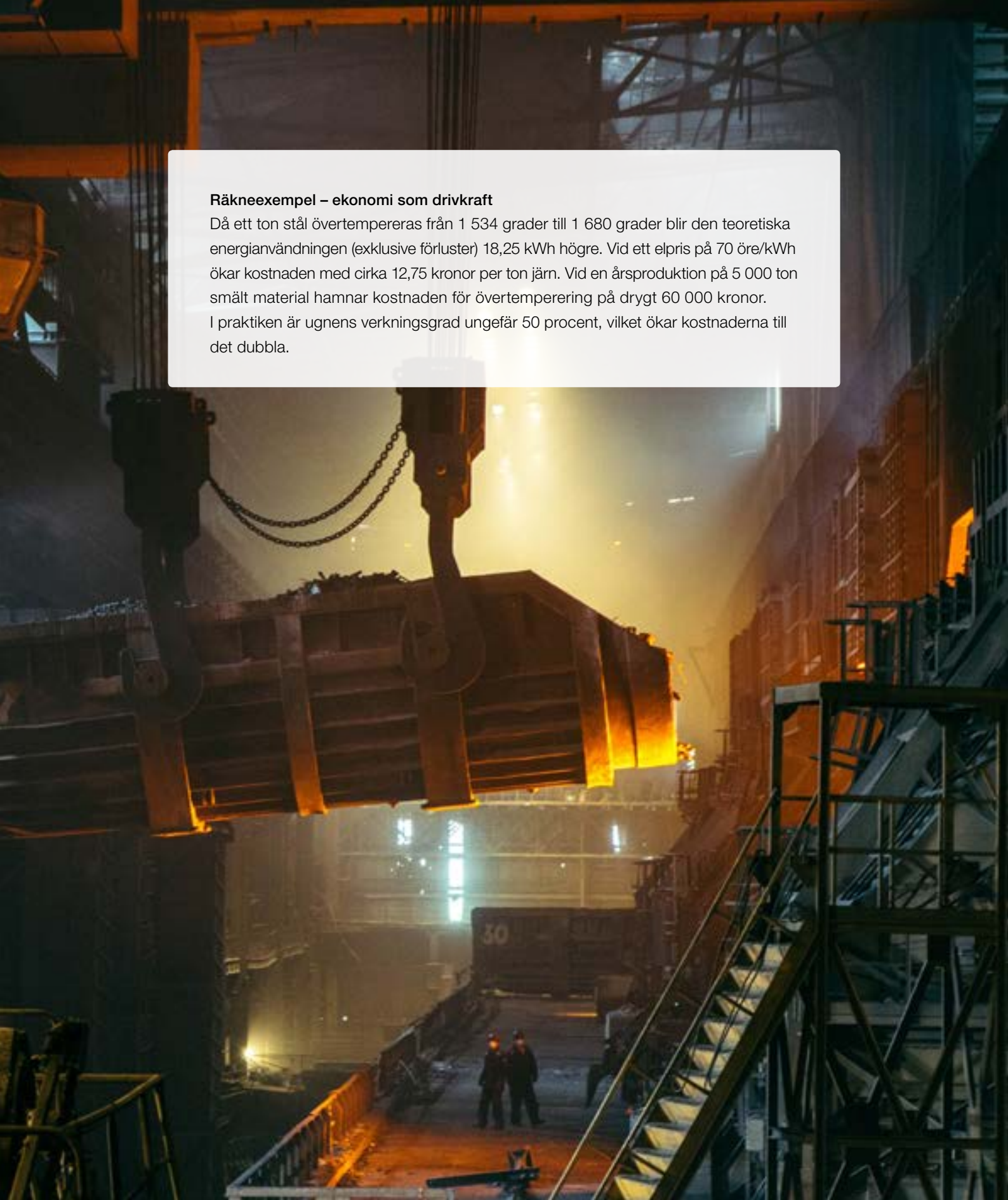
## **2. Enkla investeringar**

- För god energihushållning är en optimerad processtyrning och ett bra styrsystem nödvändigt.
- Investera i ett lock till smältugnen. Det finns allt från manuella lock till styrbara lock med inbyggt utsug med möjlighet till värmeåtervinning. Anpassa locken utifrån ugn och produktionssätt.
- Se till att ugnen, smältan och skänkarna är tillräckligt isolerad.
- Installera värmeväxlare på kylvattnet som utnyttjar värmen som leds bort från ugnen.
- Pressgjutare kan använda värmekamera för att kontrollera verktygen mellan varje skott och kunna anpassa kylningen så det blir optimalt.

### **Räkneexempel – ekonomi som drivkraft**

Då ett ton stål övertempereras från 1 534 grader till 1 680 grader blir den teoretiska energianvändningen (exklusive förluster) 18,25 kWh högre. Vid ett elpris på 70 öre/kWh ökar kostnaden med cirka 12,75 kronor per ton järn. Vid en årsproduktion på 5 000 ton smält material hamnar kostnaden för övertemperering på drygt 60 000 kronor.

I praktiken är ugnens verkningsgrad ungefär 50 procent, vilket ökar kostnaderna till det dubbla.



### **3. Förändringar på systemnivå**

- Använd "Twin Power" -styrssystem som reglerar och förser två eller fler ugnar med ström, så kallad tandemstyrning. Det ger möjlighet att varmhålla i en ugnskropp och smälta i en annan. Det gör att tiden från smältning till tappning kan minskas och utnyttjandegraden av ugnarna ökas.
- Använd ett automatiskt avgjutningssystem som kan reducera övertappning av smälta. Genom att optimera avgjutningsprocessen kan mängden smälta minskas och därmed minska ugnens energianvändning.
- Nyttja värmeåtervinning från avgaser från schaktugn och kupolugn.

### **Exempel på åtgärder för avgjutning**

När gjutgodset tappas från ugn till skänk förloras värme i form av strålning och uppvärmning av skänkens infodringsmaterial. Detta medför att gjutgodset måste övertempereras i ugnen för att kompensera för energiförlusterna i avtappningskedet. För avgjutningsprocessen är det trots vidtagna effektiviserande åtgärder svårt att komma ifrån energiförluster och en viss övertemperering kan krävas.

#### **1. Rutiner och beteende**

- Utför regelbundet underhåll av utrustningen.
- Använd låg tapphöjd för att minska värmeavgången.
- Anpassa storlek på skänken utifrån mängden smälta som används till godset.
- Använd simulering för att minska kassation.
- Designa produkten på sådant sätt att rensningen minimeras.

#### **2. Enkla investeringar**

- Förvärm skänkarna för att minska energiförluster och övertemperering.  
Tänk på att endast förvärma skänkarna när de ska användas i produktionen, så att de inte värms upp i onödan.
- Optimera avgjutningsprocessen. Det finns olika tekniker som kan användas.  
Med ett automatiskt avgjutningssystem kan övertappning minskas.
- Isolera och använd lock på transportsränkar för att minska energiförlusterna.
- Överför smältan så fort som möjligt utan att göra avsteg på säkerheten.

## Exempel på åtgärder för processventilation

Sandgjuterier nyttjar ungefär 25 procent av sin totala energianvändning för uppvärmning och ventilation. Motsvarande siffra för pressgjuterier är ungefär 15 procent. Gjuterier har ett stort uppvärmningsbehov trots mycket spillvärme. En anledning till det är processventilationen och det stora utbytet av luft som krävs under produktionen för att upprätthålla en bra arbetsmiljö och inomhusklimat.

### 1. Rutiner och beteende

- Genomför injustering och kontroll av ventilationsflöden för att säkerställa att systemet är anpassat efter verksamhetens behov. Ofta används samma uppvärmnings- och ventilationssystem som installerades decennier tidigare trots att produktionsutrustningen har flyttats eller bytts ut flera gånger.
- Utför regelbundet underhåll av utrustningen, bland annat filter och utsug.
- Säkerställ prestandan på ventilationsutrustningen så att den är optimalt inställd utifrån produktionen och behovet.
- Minska ventilationens tomgång.

### 2. Enkla investeringar

- Använd behovsstyrd ventilation med frekvensstyrning vid produktionen. Fläktar regleras utifrån temperatur och luftkvalitet.
- Använd närvarostyrd ventilation i de övriga lokalerna. Om ingen är närvarande i lokalerna kan ventilationen vara avstängd.

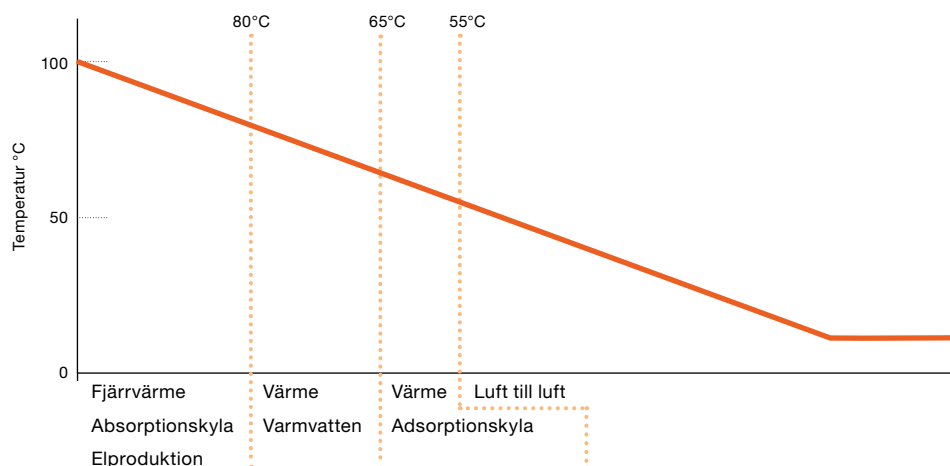
### 3. Förändringar på systemnivå

- En effektiv ventilation behöver vara anpassad efter rådande verksamhet och det är lämpligt att se över systemen och därefter anpassa flöden efter behov.
- Installera värmeväxlare på frånluften från gjuterilokalen avsedda för industri-miljöer med stoftmängd, frätande eller korrosiv miljö. Återvunnen värme kan kopplas till tilluftsaggregat.

## Exempel på åtgärder för värmeåtervinning

Det finns stor potential att använda värmeåtervinning för gjuteriers produktionsprocesser, exempelvis från kylvatten, frånluft och från svalnande gjutgods. Innan återvinning av restenergier sker, ska energi- och processoptimering genomföras. Genom att undvika slöseri av värme kan investeringen för återvinningsanläggningen bli mindre och därmed mer kostnadseffektiv. Beroende på spillvärmens temperaturnivå kan den användas på olika sätt och lämpar sig för olika typer av värmeåtervinning, så som komfortvärme, tappvarmvatten och fjärrvärme. I figur 2 visas olika återvinningsmetoder beroende på utgående temperatur.

**Figur 2** Exempel på hur återvunnen energi kan nyttjas vid olika temperaturer



Källa: Svensson, E. (2011) Värmeåtervinning från svalnande gjutgods, Rapportnr 2011-003: Swerea SWECAST.

Anm: Grafen visar olika återvinningsmetoder beroende på utgående temperatur. Vid högre temperaturer lämpar sig fjärrvärme, absorptionskyla eller elproduktion. Vid lägre temperaturer lämpar sig luft till luft bättre.

### 1. Rutiner och beteende

- Ta reda på var i företaget outnyttjad värmeenergi finns och kartlägg hur stor mängd som finns tillgänglig och vid vilken temperatur. Bedöm därefter vilket system för värmeåtervinning som är möjligt och vad avsättningen kan användas till.

### 2. Enkla investeringar

- Det finns olika system för värmeåtervinning. Till exempel genom fjärrvärme, nålvärmväxlare och värmepumpsystem. Anpassa systemet beroende på företagets förutsättningar. En nålvärmväxlare är inte lika känslig för igensättning av smutsig luft och kan därför vara mer lämplig i gjuteriers produktionsmiljö.
- Nyttja värmeåtervinning ur kylvattnet på induktionsugnar.
- Nyttja värmeåtervinning ur rökgaserna från bränsleeldade ugnar.
- Torka och värm upp råmaterialet med hjälp av återvunnen spillvärme från produktionen. Till exempel från gjutsand eller uppslaget gjutgods.

### 3. Förändringar på systemnivå

- Undersök möjligheten om närliggande byggnader kan värmas upp med ett närvärmenät eller sälj spillvärmen/överproduktion av värme till fjärrvärmenätet.
- Se över möjligheterna för ett borrhålslager som skapar förutsättningar för aktiv säsongslagring av värme och kyla där spillvärme värmer upp bergmassan.
- Lagra spillvärmen från produktionsprocesserna i en ackumulatortank, likt en stor termos. Beroende på dess storlek och mängd spillvärme kan den dimensioneras i olika storlekar. I de flesta fall fungerar den som ett korttidslager för till exempel lokalvärme under helger.

### Finns det fler processer med stor energianvändning i ditt företag?

På [www.energimyndigheten.se/metodstod](http://www.energimyndigheten.se/metodstod) hittar du **Energieffektivisering i gjuterier – en vägledning för bästa teknik**. En vägledning med mer djupgående information om energieffektivisering vid gjuterier och lästips. Här hittar du också andra vägledningar såsom **Energieffektivisering i företag – en vägledning för bästa teknik**, där du bland annat får tips om hur du kan energieffektivisera belysning, ventilation, uppvärmning och tryckluft.

Läs mer

På [www.energimyndigheten.se/smf](http://www.energimyndigheten.se/smf) hittar du information om Energimyndighetens energikartläggningsstöd. Här finns även tips och råd för vad du ska tänka på vid en energikartläggning.

Läs mer om hur gjuteriers smältning kan energieffektiviseras i Swerea SWECAST rapport **Energieffektiv smältning** från 2012.

Mer information om bästa tillgängliga teknik för gjuterier hittar du i **Nordic Foundries, Best Available Techniques (BAT)** från 2017 av Nordiska ministerrådet.

Du hittar mer information om värmeåtervinning i **Värmeåtervinning i svalnande gjutgods** från 2011 av Swerea SWECAST samt information om värmelagring i **Värmelagring för energiintensiva SMF med fokus på svensk gjuteriindustri** från 2011 av Swerea SWECAST.



Denna produkt är framtagen inom projektet Incitament för energieffektivisering, som ska stötta de små och medelstora företag som omfattas av miljötillsyn i arbetet med energieffektivisering. För att göra det har metodstöd tagits fram som innehåller branschvisa vägledningar för bästa teknik, en guide för bättre åtgärdsplaner och en vägledning för strukturerat och systematiskt energiarbete. Utöver detta finns även filmer som visar på goda exempel inom energieffektivisering. Metodstöden ska vara ett stöd för företagen i energiarbetet, oavsett hur långt de har kommit, och kan även vara till nytta för företag som inte omfattas av miljötillsyn.

Metodstöden finns på [www.energimyndigheten.se/metodstod](http://www.energimyndigheten.se/metodstod)

Projektet Incitament för energieffektivisering medfinansieras av Europeiska regionala utvecklingsfonden via Nationella regionalfondsprogrammet.



Energimyndigheten, Box 310, 631 04 Eskilstuna  
Telefon 016-544 20 00, Fax 016-544 20 99  
E-post [registrator@energimyndigheten.se](mailto:registrator@energimyndigheten.se)  
[www.energimyndigheten.se](http://www.energimyndigheten.se)



EUROPEISKA  
UNIONEN  
Europeiska  
regionala  
utvecklingsfonden

I samverkan med



Länsstyrelserna