

Energieffektivisering i gjuterier

En vägledning för bästa teknik

Förslag på åtgärder för:
Råmaterialhantering
Chargering
Smältning
Avgjutning
Processventilation
Värmeåtervinning





Energimyndighetens publikationer kan beställas eller laddas ner via www.energimyndigheten.se, eller beställas via e-post till energimyndigheten@arkitektkopia.se.

© Statens energimyndighet

ET 2017:24

ISSN 1404-3343

November 2017

Upplaga: 1 500 ex

Grafisk form: Granath

Tryck: Arkitektkopia, Bromma

Omslagsbild: Kristine Olsson

Övriga bilder: Camilla Zilo, Shutterstock, Mike Alonzo, Ant Rozetsky

Illustrationer: Granath

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Inledning	4
Definitioner och begrepp.....	5
Potential för energieffektivisering	6
Ta reda på fakta – kartlägg.....	6
Potential för gjuterier.....	7
Nyckeltal – ett verktyg för att följa upp företagets utveckling	10
Lagstiftning	11
Vad säger miljöbalken och för vem gäller den?.....	11
Energitillsyn i praktiken.....	12
Vad är bästa tillgängliga teknik och bästa möjliga teknik?.....	13
Vad är referensdokument med bästa tillgängliga teknik (BREF)?	14
BREF-dokument för gjuteri	14
Exempel på bästa teknik	16
Åtgärdsförslag indelat i olika nivåer	16
Råmaterialhantering.....	17
Chargering	18
Smältning	20
Avgjutning	26
Processventilation.....	28
Värmeåtervinning.....	30
Energitillförsel	34

Författare: Frida Simonson och Elin Einarson Lindvall (Länsstyrelsen i Jönköpings län) Lina Tillby och Susanne Claesson (Länsstyrelsen i Östergötlands län).
Medverkat vid framtagning och faktagranskning: Lovisa Larsson (WSP), Pontus Halldin (WSP) och Martin Wänerholm (Swerea SWECAST). Tack till medverkande i referensgrupp, branschgrupp och företagsbesök.

Inledning

Denna vägledning riktar sig till dig som arbetar med tillsyn enligt miljöbalken på en kommun eller länsstyrelse men också till dig som arbetar på ett gjuteri. Förutom denna finns ytterligare vägledningar i samma serie. En för ytbehandling och en som rör de processer som är generella för alla branscher, även kallat stödprocesser.

Syftet med vägledningen är att lyfta fram möjligheter med energieffektivisering, lagkrav och tillämpning av bästa teknik. Materialet är tänkt att användas som vägledningsmaterial vid dialog mellan tillsynsmyndighet och företag.

Utgångspunkten för vägledningen är miljöbalkens bestämmelser om energihushållning. Det vill säga att effektivisera energianvändningen, minska användningen av fossila bränslen och att övergå till förnybara energikällor. Vägledningen omfattar de produktionsprocesser som har en hög energianvändning hos företag med olika slags gjutning. I kapitlen med bästa teknik finns åtgärdsförslag på energieffektivisering för råmaterialhantering, chargering, smältning, avgjutning, processventilation, värmeåtervinning och energitillförsel. Med produktionsprocesser menas de processer som används för att producera produkterna. För att få ett helhetsperspektiv på möjligheterna med energieffektivisering i företaget, se även **Energieffektivisering i företag - en vägledning för bästa teknik**, som berör stödprocesser så som belysning, ventilation, uppvärmning, tryckluft med mera.

Vägledningen är indelad i tre huvudområden: **Potential**, **Lagstiftning** och **Exempel på bästa teknik**. I vägledningen finns förslag på frågeställningar som kan användas som diskussionsunderlag. Under varje kapitel finns också tips på fördjupad läsning.

Eftersom det skiljer sig från verksamhet till verksamhet vilken teknik som är krav och vilken som är vägledning har vi valt att använda uttrycket bästa teknik istället för de två förekommande begreppen från lagstiftningen: bästa möjliga teknik (BMT) och bästa tillgängliga teknik (BAT). I de fall viss teknik pekas ut som bästa tillgängliga teknik (BAT) enligt EU:s Industriutsläppsdirektiv (IED) är stycket markerat med en "BAT-symbol" och under "Läs mer" i respektive kapitel finns en förklaring om var du kan hitta originaltexterna. För de företag som inte omfattas av IED är dokumenten vägledande. Därför är informationen intressant även för dessa företag.

Materialet har tagits fram efter samråd med branschorganisationer, företag och myndigheter. Vägledningarna ingår i ett informationspaket där även material om systematiskt och strukturerat energiarbete, åtgärdsplaner för energieffektivisering och branschvisa filmer som visar på goda exempel ingår. Du hittar dem på www.energimyndigheten.se/metodstod

Definitioner och begrepp

BAT



Best Available Techniques, bästa tillgängliga teknik. Begreppet används inom EU:s industriutsläppsdirektiv 2010/75/EU (IED) och förklaras på sidan 13.

BAT-slutsatser

Kapitel i BREF-dokument med slutsatser om vad som är bästa tillgängliga teknik enligt industriutsläppsdirektivet (IED). För industriutsläppsverksamheter är BAT-slutsatser bindande krav som fastställs av EU-kommissionen och publiceras i Europeiska unionens officiella tidning (EUT).

BMT

Bästa Möjliga Teknik. Begreppet används i miljöbalken och förklaras på sidan 13.

BREF

BAT-reference document. Branschvis sammanställning av miljöskyddsteknik.

Energieffektivisering

Innebär att man använder mindre energi för att uträtta samma arbete eller producera samma sak. Alltså att man får ut mer av varje insatt kilowatt-timme (kWh).

Energikartläggning

Genomgång för att identifiera hur mycket energi som årligen tillförs och används för att driva företagets verksamhet. Den visar hur energin är fördelad i verksamheten, kostnader för den och ger förslag på åtgärder som kan effektivisera energianvändningen.

IED

Industrial Emissions Directive. EU:s industriutsläppsdirektiv 2010/75/EU.

Produktionsprocesser

De processer som behövs för att framställa produkterna, så som processventilation, smältning, torkning, nerkylning/frysning, packning, beläggning, gjutning med mera.

Stödprocesser

De processer som behövs för att stödja produktionsprocesserna såsom belysning, tryckluft, ventilation, pumpning, lokalvärme, lokalkyla och tappvarmvatten (energianvändning som inte behövs för produktionsprocesser).

Potential för energieffektivisering

Hur ser energi-
användningen ut
på företaget?
Har företaget
genomfört en
energikartläggning?

Ta reda på fakta – kartlägg

Ett företags potential att effektivisera sin energianvändning beror på utgångsläget. Energikartläggning är en viktig startpunkt för att ta reda på hur energianvändningen ser ut i företaget och vilka möjligheter som finns. Energikartläggningen kan utföras av det egna företaget, en energikonsult eller av en certifierad energikartläggare. Utifrån energikartläggningen kan företaget sedan upprätta en åtgärdsplan.

För att gjuterier enkelt ska kunna komma igång med energiarbetet kan företaget söka ekonomiskt stöd via Energimyndigheten för att göra en energikartläggning.

För att få en bild av företagets energimognad finns ett självskattningsverktyg på www.energimyndigheten.se/metodstod. Här hittar du också vägledningen [Bättre åtgärdsplaner för energieffektivisering](#) som bland annat beskriver hur företag kan räkna på kostnader och återbetalningstider.

Beroende på var företaget befinner sig i sitt energiarbete, och hur stor och komplex verksamheten är, kan olika åtgärder genomföras. Se exempel på åtgärdsförslag under kapitlet **Bästa teknik** på sidorna 16–34.

Har företaget
tagit fram en
åtgärdsplan?

Läs mer

På www.energimyndigheten.se/smf hittar du information om Energimyndighetens energikartläggningsstöd. Här finns även tips och stöd för vad företag ska tänka på vid en energikartläggning.

Energi- och klimatrådgivare ger kostnadsfri och opartisk rådgivning om energieffektivisering i din kommun. Du hittar mer information på www.energimyndigheten.se

Information om Klimatklivet, som är Naturvårdsverkets klimatinvesteringsstöd, hittar du på www.naturvardsverket.se/klimatklivet

Potential för gjuterier

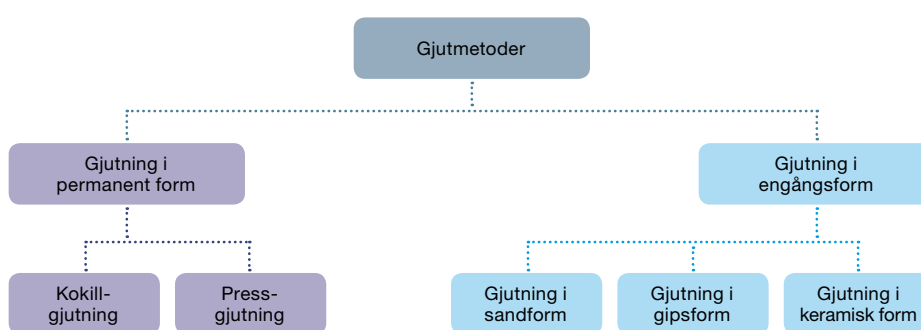
Gjuteriindustrin är en energiintensiv bransch och i Sverige finns ungefär 100 gjuterier¹. Av dessa är ungefär 80 stycken små och medelstora företag. Svenska gjuteriers energianvändning uppgår årligen till ungefär en terawattimme (TWh). Den huvudsakliga energiåtgången går till produktionsprocesserna och 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 lokaler², vilket motsvarar ungefär 150 gigawattimmar (GWh) per år. 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 tryckluft³.

Vilken potential ser företaget med att effektivisera sin energianvändning?
Ser företaget möjliga mervärden?

De grundläggande skillnaderna inom branschen är slaget av metall (järn eller icke-järnmetall) samt vilken typ av gjutform som används (engångsform eller permanent form). Inom dessa grundläggande processtyper finns det en mängd olika varianter beroende på ugnstyp, system för form- och kärntillverkning samt gjutsystem och efterbehandlingsmetoder⁴. En översiktlig bild över olika gjutmetoder visas i figur 1.

Figur 1 Olika gjutmetoder



Källa: Ursprunglig figur hämtad från Gjuteriföreningen – Gjuteriteknisk handbok, www.gjuterihandboken.se/handboken

Anm: En översiktlig bild över olika gjutmetoder. Det finns ytterligare nivåer där gjutmetoderna delas in beroende på vilket formmaterial och material i formverktyget som används. Se källan för mer detaljerad bild. Avvikelse kan förekomma.

¹ SCB (2017) Statistikdatabasen, www.scb.se

² Sommarin och Arvidsson (2011) Värmelagring för energiintensiva SMF med fokus på svensk gjuteriindustri, Rapportnr 2011-006; Swerea SWECAST.

³ Se Energieffektivisering i företag – en vägledning för bästa teknik för förslag på energieffektiviserande åtgärder kopplat till uppvärmning, belysning och tryckluft. Du hittar den på www.energimyndigheten.se/metodstod

⁴ EU kommissionen (2005) Smitheries and foundries best available techniques reference document.

Fördelningen av energianvändning mellan produktions- och stödprocesser skiljer sig beroende på typ av gjuteri. I ett press- eller kokillgjuteri används ungefär 60–75 procent av energin inom produktionsprocesserna och främst inom smältprocessen. Stödprocesserna står totalt för ungefär 25–40 procent av energianvändningen. För ett järngjuteri är energianvändningen för de produktions-specifika processerna ungefär 65 procent och stödprocesserna utgör ungefär 35 procent⁵. Se en mer detaljerad fördelning av energianvändningen i tabell 1.

Tabell 1 Fördelning av energianvändningen vid sand-, press- och kokillgjutning

	Sandgjutning	Press- och kokillgjutning
	Medelvärde (procent)	Medelvärde (procent)
Värmeanvändning	13 %	16 %
Ventilation	9 %	8 %
Tryckluft	6 %	5 %
Kyla	1 %	4 %
Produktionsprocesser	60 %	62 %
Övrigt	11 %	5 %

Källa: Sommarin och Arvidsson (2011) Värmelagring för energiintensiva SMF med fokus på svensk gjuteriindustri, Rapportnr 2011-006: Swerea SWECAST.

Anm: Energianvändningen är baserad på siffror från svenska gjuterier, 10 sandgjutier och 8 press- och kokillgjuterier.

Mäter företaget sin energianvändning?
Vilka processer använder mest energi?

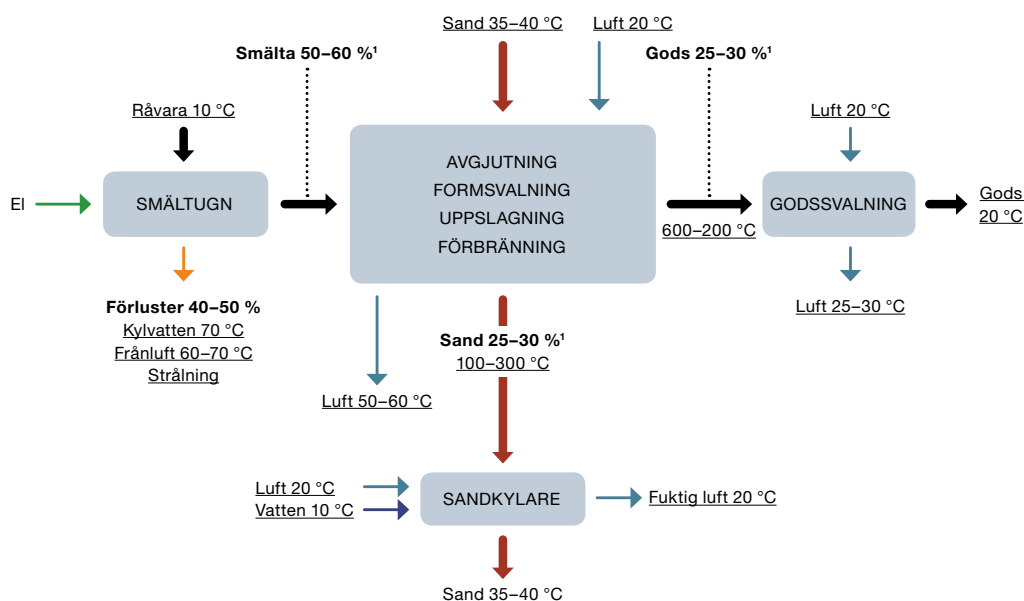
Tidigare studier har visat att 40–60 procent av energin som tillförs smältugnen återfinns i den smälta metallen. Denna mängd energi avges i senare led under produktionsprocessen. Den största mängden energi avges under formsvalningen, det vill säga tiden mellan avgjutning och urslagning då formen får svalna, och är i snitt 20 procent av den tillförda energin.⁶

För att kunna tillgodogöra sig spillvärme från produktionsprocesserna är det viktigt att kunna sektionera och förvalta spillvärmens energi. Beroende på temperaturen lämpar sig spillvärmens från olika produktionsprocesser för olika återvinningsmetoder. Dessa återvinningsmetoder kan vara olika lönsamma. I figur 2 beskrivs ett exempel på värme- och temperaturfördelningen hos ett sandgjuteri i form av en energibalans.

⁵ Swärd, M. (2000) Nyckeltal och kvantifierade Energimål. Energikontor Sydost. Sommarin och Arvidsson (2011) Värmelagring för energiintensiva SMF med fokus på svensk gjuteriindustri. Rapportnr 2011-006.

⁶ Sommarin och Arvidsson (2011) Värmelagring för energiintensiva SMF med fokus på svensk gjuteriindustri. Rapportnr 2011-006. Swerea SWECAST.

Figur 2 Exempel på energibalans i ett sandgjuteri



Källa: Sommarin och Arvidsson (2011) Värmelagring för energiintensiva SMF med fokus på svensk gjuteriindustri. Rapportnr 2011-006. Swerea SWECAST.

Anm: Figuren visar hur värmeavgivningen och temperaturfördelningen normalt ser ut i ett sandgjuteri. ¹Andel värmeenergi jämfört med tillförd energi i smältugn.

Enligt en studie är ungefär hälften av gjuteriernas ugnar äldre än 20 år. En fortsatt uppgradering av ugnsparken är av stor vikt för att kunna åstadkomma en energieffektiv gjuteriindustri. Studien visar även att det finns stor potential för att spara mycket energi genom beteende- och rutinförändringar, men också i att investera i ny teknik, till exempel så som att återvinna energi från kylvatten och frånluft.⁷ För gjuterier finns många åtgärder som inte kostar pengar, utan handlar om förändringar i handling och beteende som bidrar till ett mer energieffektivt gjuteri. Det är viktigt att se processkedjan som en helhet och eliminera all onödig drifttid i gjuteriet, eftersom totalverkningsgraden oftast är låg.

En utvärdering av Energieffektiviseringsprogrammet för energiintensiv industri (PFE) visar att 30 procent av den identifierade potentialen i samtliga företag bestod i åtgärder kopplade till ett förändrat beteende⁸.

⁷ Svensson, et al., (2012) Energieffektiv smältning, Rapportnr 2012-010: Swerea SWECAST.

⁸ Paramonova, et al. (2015) Quantifying the extended energy efficiency gap-evidence from Swedish electricity-intensive industries. Elsevier, volume 51, s 472-483.

Hur följer företaget upp energi-användningen?
Kan man se några trender?

Nyckeltal – ett verktyg för att följa upp företags utveckling

Ett nyckeltal för energi är ett mått på energianvändningen i förhållande till exempelvis det som produceras. Nyckeltal kan användas för att utvärdera företagets energianvändning över tid och i viss mån även jämföra den med andra företag. Användning av nyckeltal kan vara en utgångspunkt för företagets egen bedömning av sin energianvändning, som drivkraft att förbättras och som beslutsunderlag för kommande åtgärder.

Nyckeltal kan också vara ett bra verktyg för myndigheter att använda vid tillsyn för uppföljning av företagets energianvändning över tid. När energianvändningen jämförs med produktionen finns möjlighet att mäta om företaget har blivit effektivare i sin energianvändning.

Erfarenheter av arbete med nyckeltal visar att variationen mellan företag är väldigt stor. Om nyckeltalen ska kunna användas till att jämföra olika företag är det viktigt att ta fram nyckeltalen på samma sätt. Det ställer bland annat krav på samma avgränsningar mellan processer och beräkningsmetoder för att fördela energianvändningen mellan olika processer i företaget. I tabell 2 nedan finns några exempel på nyckeltal.

Tabell 2 Exempel på nyckeltal för gjuterier

Nyckeltal	Enhet
Total energianvändning per ton gott gods	kWh/ton
Total energianvändning per ytenhet och år	kWh/m ²
Total energianvändning per omsättning	kWh/kr
Total energianvändning per anställd	kWh/person
Total energianvändning per värdeförädlingsgrad	kWh/procent
Energianvändning per smälta	kWh/ton
Uppvärmning per uppvärmd yta	kWh/m ²
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

Använder sig företaget av nyckeltal?



Viktiga moment i implementeringen av bästa tillgängliga teknik är att ta fram nyckeltal för att kunna få en fingervisning om företagets energianvändning. Det är bästa tillgängliga teknik att kontinuerligt effektivisera energianvändningen i förhållande till sina nyckeltal.⁹

Läs mer

I SF BREF¹⁰ beskrivs det som är bästa tillgängliga teknik för gjuteribranschen. Mer information om nyckeltal och energieffektivisering hittar du i avsnitt 5.1 i SF BREF.

⁹ Läs mer om begreppet Bästa tillgängliga teknik (BAT) på sidan 13.

¹⁰ EU kommissionen (2005) Smitheries and foundries best available techniques reference document.



Lagstiftning

Vad säger miljöbalken och för vem gäller den?

Energihushållning finns med redan i miljöbalkens första kapitel. Där står att ett av syftena med lagstiftningen är att ”främja hushållning med material, råvaror och energi så att ett kretslopp bildas”. Det visar att energifrågan är av stor betydelse och är viktig att ta hänsyn till vid tillämpningen av miljöbalken.

All miljöfarlig verksamhet i Sverige omfattas av miljöbalkens bestämmelser. Med miljöfarlig verksamhet menas all användning av byggnader, mark eller anläggningar som på något sätt kan innebära utsläpp till mark, luft eller vatten, eller som kan bidra till olägenhet för människors hälsa och miljön. Beroende på storlek och omfattning kategoriseras verksamheten i miljöprövningsförordningen. Även verksamheter som inte finns med där, omfattas av miljöbalkens bestämmelser, men saknar kravet på att exempelvis ha en dokumenterad egenkontroll.

I andra kapitlet i miljöbalken finns de allmänna hänsynsreglerna. De gäller alla som bedriver eller avser att bedriva en verksamhet, och ska också användas vid tillsyn. Det betyder att tillsynsmyndigheten kan använda dessa bestämmelser för att ställa krav, både när det gäller verksamhetsutövarens kunskap om sin egen energianvändning och för att se till att bästa möjliga teknik används.

Alla verksamheter som faller in under begreppet ”miljöfarlig verksamhet” ska själva ha kunskap om sin energianvändning och hur den kan effektiviseras. Hushållningsprincipen är en av hänsynsreglerna och den säger uttryckligen att alla verksamhetsutövare även ska hushålla med energin och så långt det är möjligt använda förnybara energikällor. Detta gäller oavsett storlek på verksamhet.

I domen MÖD M9668-14 fastställdes tillsynsmyndighetens krav om att oljeuppvärmningen av en industrifastighet ska bytas ut mot en värmekälla med lågt eller inget inslag av ej förnybara energikällor. I fallet framhölls att det saknar betydelse vid tillämpningen av aktuella delar av miljöbalken, om ett byte av värmekälla i det enskilda fallet endast leder till försumbart minskade utsläpp jämfört med den totala mängden utsläpp. Det bedöms också vara tillräckligt att en åtgärd innebär en ökad energieffektivisering eller att användningen av ej förnybar energi byts ut till förnybar energi för att främja resurshushållningen.

Enligt skälighetsprincipen ska en avvägning göras utifrån vad som är tekniskt möjligt, miljömässigt motiverat och ekonomiskt försvarbart.

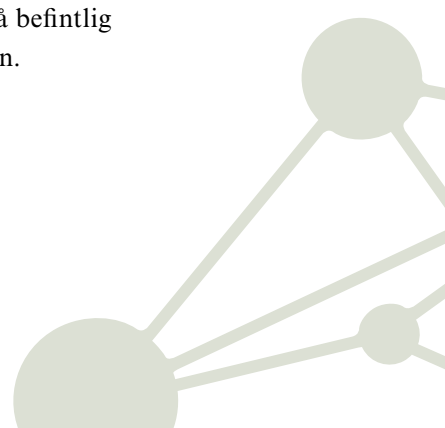
Förordningen (1998:901) om verksamhetsutövarens egenkontroll kräver att varje miljöfarlig verksamhet har en egenkontroll. Det innebär att verksamhetsutövaren regelbundet ska kontrollera verksamheten och dess påverkan på miljön. Det görs genom att planera, genomföra, följa upp, dokumentera och kontinuerligt förbättra. På www.energimyndigheten.se/metodstod kan du läsa vidare om egenkontroll i **Företagets energitrappa – börja på rätt nivå för ett strukturerat arbete**.

Energitillsyn i praktiken

Inspektörer arbetar både med förebyggande åtgärder och med operativ kontroll av efterlevnaden av miljöbalkens krav. Balansen mellan dessa två roller kan vara svår, men enligt **Naturvårdsverkets allmänna råd** (2001:3) bör den rådgivande rollen användas som ett komplement, och inte som ersättning för den operativa kontrollen. Inspektörens fokus i den rådgivande rollen är att förmedla och förtydliga miljöbalkens krav. Inspektören kan ge råd om metodik men bör inte fördjupa sig i detaljer som till exempel vilka rutiner eller tekniska lösningar som är lämpliga.

Uppföljningen av egenkontrollen är en central del i tillsynen, till exempel att det finns en åtgärdsplan och att den används. Med stöd av miljöbalken och kunskapskravet kan inspektören ställa krav på att verksamheten skaffar sig kunskap om sin energianvändning, till exempel genom en energikartläggning, och att verksamheten upprättar en åtgärdsplan och på sikt också genomför åtgärderna.

Vilka åtgärder som kan vara skäligen och inom vilken tid ska bedömas i varje enskilt fall. En rimlighetsavvägning bör alltid göras där miljönyttan vägs mot kostnaden och verksamhetens storlek. Innan inspektören ställer krav på kostnadskrävande åtgärder ska också återstående teknisk livslängd på befintlig utrustning och hur stor energibesparingen blir vägas in i bedömningen.



Områden som kan tas upp vid tillsyn

Kunskap – verksamhetsutövaren ska till exempel kunna redogöra för energisituationen på företaget, hur energianvändningen ser ut och vilka energislag som används.

Energikartläggning – En energikartläggning för att uppfylla kunskapskravet kan generellt sett krävas hos både små, medelstora och stora företag. Finns det en kartläggning kan man samtala om resultatet och de åtgärder som föreslås.

Egenkontroll – Verksamheter som är extra energiintensiva har som regel högre krav på energihushållning. Även kunskapskravet och bevisbördan blir viktigare då verksamhetsutövaren måste visa att de aktivt arbetar med frågan, har en ansvarsfördelning och en plan framåt.

Åtgärder – Om en åtgärdsplan saknas, och en energikartläggning visar att det finns energieffektiviserande åtgärder att utföra som är rimliga, kan det vara rimligt att ställa krav på att en flerårig åtgärdsplan upprättas.

Hur bedriver
företaget
egenkontroll?

Läs mer

Vill du ha exempel och inspiration kring checklistor för energitillsyn, formuleringar till inspektionsrapporter och hur ett föreläggande kan utformas, finns bland annat **Miljösamverkan Sveriges Handläggargrupp vid energitillsyn** från 2015.

För vägledning kring energi i provningsfrågor, läs mer i **Vägledning- Energifrågor i miljöprovning** från Länsstyrelsen i Östergötland år 2015.

Vad är bästa tillgängliga teknik och bästa möjliga teknik?

I lagstiftningen används begreppen bästa tillgängliga teknik (BAT – best available techniques) och bästa möjliga teknik (BMT). Begreppen är närbesläktade men betyder inte riktigt samma sak. BAT enligt industriutsläppsdirektivet (IED) utgör en minimireglering och Sverige har en striktare tillämpning av kravet på bästa möjliga teknik genom miljöbalken.



Begreppet bästa tillgängliga teknik (BAT) används i industriutsläppsdirektivet (IED) som gäller för större industrier och andra punktutsläppskällor inom EU. BAT syftar till att hindra och, när detta inte är möjligt, minska utsläpp och påverkan på miljön som helhet. För att en teknik ska vara just BAT ska den ha utvecklats i sådan utsträckning att den kan tillämpas inom den berörda branschen på ett ekonomiskt och tekniskt genomförbart sätt.

I miljöbalken används begreppet bästa möjliga teknik. I 2 kap. 3 § miljöbalken ställs krav på att den som bedriver yrkesmässig verksamhet ska tillämpa bästa möjliga teknik, vilket utgör utgångspunkten för att bedöma frågan om vilka

skyddsåtgärder och försiktighetsmått som kan krävas. I uttrycket ryms både själva tekniken som används och det sätt som anläggningen konstrueras, utformas, byggs, underhålls, leds och drivs på samt även hur den avvecklas och tas ur bruk. Vad som anses vara bästa möjliga teknik bedöms vid prövning eller tillsyn av den enskilda verksamheten.

För företag som inte är "industriutsläppsverksamheter", däribland flera små och medelstora företag, kan BAT och BAT-slutsatser användas som vägledning vid tillsyn och eventuell prövning.

Vad är referensdokument med bästa tillgängliga teknik (BREF)?

År 2010 ersattes EU:s IPPC-direktiv¹¹ med industriutsläppsdirektivet IED. I IED finns begreppet BAT-slutsatser, som är en del av de BAT-referensdokument (BREF) som tas fram och uppdateras kontinuerligt. BAT-slutsatserna fastställs av EU-kommissionen och preciserar vilken teknik som utgör BAT inom varje bransch. Inom EU pågår ett arbete med att revidera äldre BREF-dokument och fastställa BAT-slutsatser. I de BREF-dokument som togs fram före 2010 under IPPC-direktivet ska BAT ses som vägledande dokument och användas som referens vid tillståndsprövning av anläggningar till dess att BREF-dokumenterna uppdateras enligt IED. I och med införandet av IED har reglerna skärpts och BAT-slutsatserna har blivit bindande.

Verksamheter som berörs av IED anges i miljöprövningsförordningen (2013:251) med "i" (industriutsläppsverksamhet). I industriutsläppsförordningen (2013:250) anges när och hur BAT-slutsatser ska följas. BAT-slutsatser gäller parallellt med verksamhetens villkor. Det innebär att verksamhetsutövaren måste följa både villkoren i sitt tillstånd och de krav som följer av BAT-slutsatserna.

I BREF-dokumenterna finns mycket bra information om branschen, samt tips och beskrivningar om tekniker som kan vara till stor nytta, bland annat vid energieffektivisering. Mer information om BAT hittar du i respektive kapitel för de olika processerna från sidan 17.

BREF-dokument för gjuteri

Det branschspecifika BREF-dokument som berör verksamheter med gjutning är SF BREF¹² och innefattar gjutning av järnmetaller och icke-järnmetaller. Det är järnmetaller så som gråjärn, segjärn (nodulärt järn) och stål. Icke-järnmetaller innefattar aluminium, magnesium, koppar, zink, bly och legeringar av dem.

¹¹ IPPC-direktivet (96/61/EG) står för Integrated Pollution Prevention and Control directive. Idag ersatt med IED.

¹² EU kommissionen (2005) Smitheries and foundries best available techniques reference document.



Hur berörs
företaget av BAT?
Krav enligt IED
eller vägledande?

SF BREF från 2005 berör bland annat verksamheter med:

"Järn- och stål gjuterier med en produktionskapacitet som överstiger 20 ton per dygn."

"Anläggningar för smältning, inklusive framställning av legeringsmetaller, av icke-järnmetaller inklusive återvinningsprodukter, (färskning, formgjutning etc.) med en smältningskapacitet som överstiger 4 ton per dygn för bly och kadmium eller 20 ton per dygn för övriga metaller."

Det innebär att järn- och stål gjuterier med en tillståndsgiven produktionsmängd som är mer än 20 ton per dygn eller 5 000 ton per kalenderår berörs av SF BREF. För bly- eller kadmium gjuterier berörs verksamheter med en produktion som är mer än 4 ton per dygn eller mer än 1 000 ton per kalenderår. Utöver SF BREF kommer verksamheterna även att beröras av de branschöverskridande BREF-dokumenterna, däribland ENE BREF¹³ om energieffektivisering. SF BREF och ENE BREF är framtagna under IPPC-direktivet och ska ses som vägledningsdokument till dess att de uppdateras enligt IED.

Läs mer

Mer information om BMT, BAT och BREF-dokument hittar du på Naturvårdsverkets webbsida www.naturvardsverket.se

Mer information om IED i svensk lagstiftning går att läsa i Naturvårdsverkets rapport 6702 - **Vägledning om industriutsläppsbestämmelser**.

Du hittar mer om bästa tillgängliga teknik i avsnitt 5 i SF BREF. Se även avsnitt 4 i ENE BREF för bästa tillgängliga teknik om energieffektivisering kopplat till stödprocesser.

¹³ EU kommissionen (2009) ENE BREF; Reference document on best available techniques for energy efficiency.

Exempel på bästa teknik

Åtgärdsförslag indelat i olika nivåer

I följande avsnitt beskriver vi de processer som använder mycket energi hos gjuterier och där det finns stor potential till energieffektivisering. För respektive process finns exempel på åtgärder för vad bästa teknik kan vara. Exempel på åtgärder är hämtade från EU-kommissionens BREF-dokument om bästa tillgängliga teknik men också från annat informationsmaterial framtaget för gjuteribranschen.

Vid diskussion om åtgärder och bästa teknik: kom ihåg att en åtgärd som är lönsam på ett gjuteri inte behöver vara lönsam på ett annat gjuteri.

Olika typer av åtgärder kan vara olika kostsamma, kan kräva mer eller mindre planering och kan ibland innebära omfattande ombyggnation. För att underlätta läsningen har vi delat in åtgärderna i tre 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 handlar om planering, underhåll och uppföljning. Det kan vara att ändra ett beteende och att bli mer medveten 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 som minskar 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.

Har företaget genomfört åtgärder för att effektivisera energianvändningen? Vilka?

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



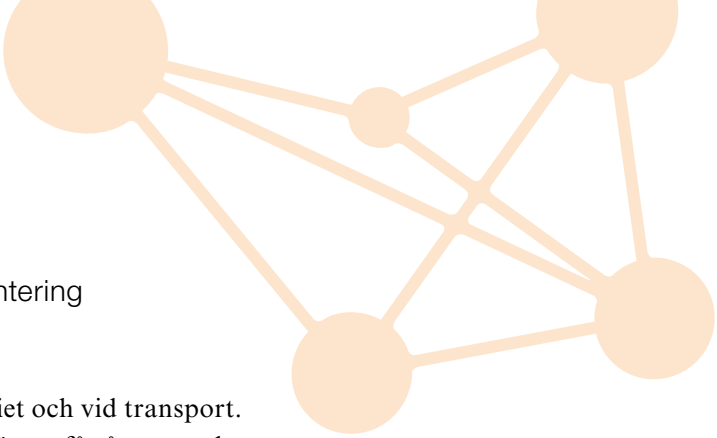
Råmaterialhantering

Hur råmaterialet hanteras innan det chargeras¹⁴ samt materialets storlek har betydelse för energianvändningen i smältningen. Om råmaterialet innehåller fukt krävs mer energi för att torka det. På grund av säkerhetsrisken är det mycket viktigt att inte få in fukt i smältan. Om skrot används som råvara påverkar skrotets renhet hur mycket slagg som bildas. Ökad mängd slagg ger högre energianvändning utan att tillföra nytta. Ett annat exempel är att förorenat skrot kan innebära högre emissioner till luft, vilket då måste renas, vilket i sin tur leder till högre energianvändning.

Det är bästa tillgängliga teknik att hantera råmaterialet inomhus för att hindra att det utsätts för fukt. Nyttja värmeåtervinning från ventilationen, kylvatten från ugnar eller kompressorer för att torka och värma råmaterialet.



¹⁴ Att chargera betyder att ladda eller fylla ugnen med råmaterial.



Exempel på åtgärder för råmaterialhantering

1. Rutiner och beteende

- Förvara råmaterialet under tak på gjuteriet och vid transport.
- Samarbeta med råmaterialeleverantören för att få så torrt och rent material som möjligt.
- Kontrollera råmaterialets kvalitet vid mottagandet.

2. Enkla investeringar

- Torka och värm upp råmaterialet med hjälp av återvunnen spillvärme från produktionen. Till exempel från gjutsand eller uppslaget gjutgods. Ett exempel är att förvärma råmaterialet med hjälp av värmeslingor i golv. Värmeslingorna kan försörjas med spillvärme från kylvatten från ugnarna eller kompressorer.
- Krossa skrot och större delar av råmaterial för att förenkla charging-processen och förbättra packningen i ugnen. Det ger en högre packdensitet i ugnen och kan även minska antalet transporter internt. (Potentiell besparing fyra procent)

3. Förändringar på systemnivå

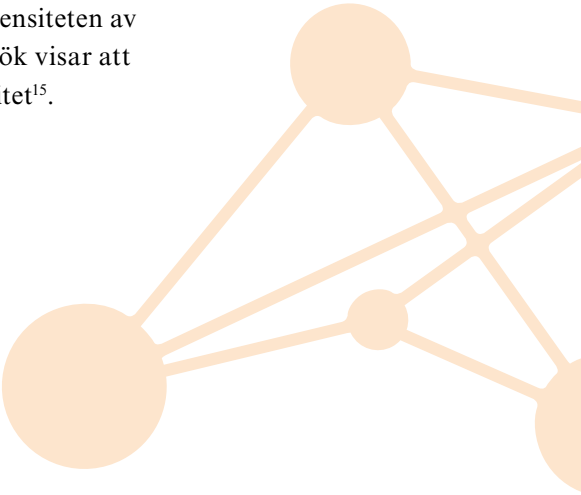
- Ställ krav på energieffektivisering vid inköp av ny utrustning. Se LCC-verktyget för att få hjälp med att räkna på investeringar. Du hittar det på www.energimyndigheten.se/metodstod

Läs mer

Fler åtgärder och detaljer om energieffektiviserande åtgärder för råmaterialhanteringen hittar du i rapporten **Energieffektiv smältning** utgiven år 2012 av Swerea SWECAST.

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 packningsdensitet¹⁵.



¹⁵ Intelligent Energy Europe (2011) Foundrybench – Good practice guide on energy saving potentials and opportunities for foundries.

Exempel på åtgärder för charging

Hur kan företaget effektivisera energianvändningen vid chargingen?

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. Lagg 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 chargerings-tiden 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. Ett datorprogram kan användas för att räkna ut vilken blandning som ger rätt kolhalt. Detta gäller för järn och stål.

3. Förändringar på systemnivå

- Ställ krav på energieffektivisering vid inköp av ny utrustning. Se LCC-verktyget för att få hjälp med att räkna på investeringar. Du hittar det på www.energimyndigheten.se/metodstod
- 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.

Läs mer

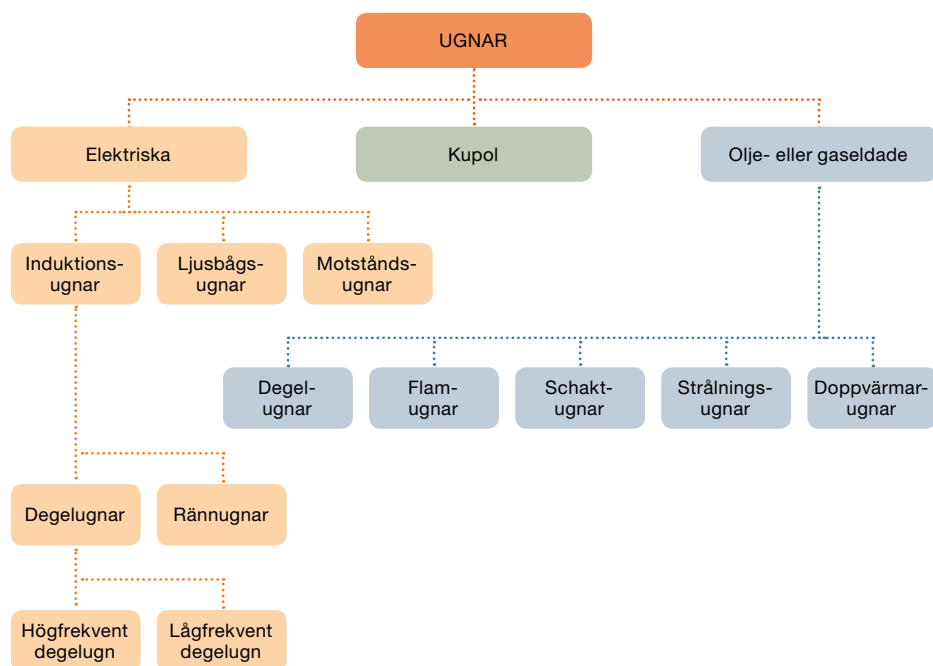
Mer ingående beskrivningar av de energieffektiviserande åtgärderna vid charging finns i rapporten **Energieffektiv smältning** utgiven år 2012 av Swerea SWECAST.

Läs mer om bästa tillgängliga teknik för charging i **Nordic Foundries, Best Available Techniques (BAT)** från Nordiska ministerrådet med rapportnr TN2017:562.

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. Uppdelningen framgår av figur 3.

Figur 3 Uppdelning av olika ugnstyper för gjuterier



Källa: Gjuteriföreningen – Gjuteriteknisk handbok, www.gjuterihandboken.se/handboken

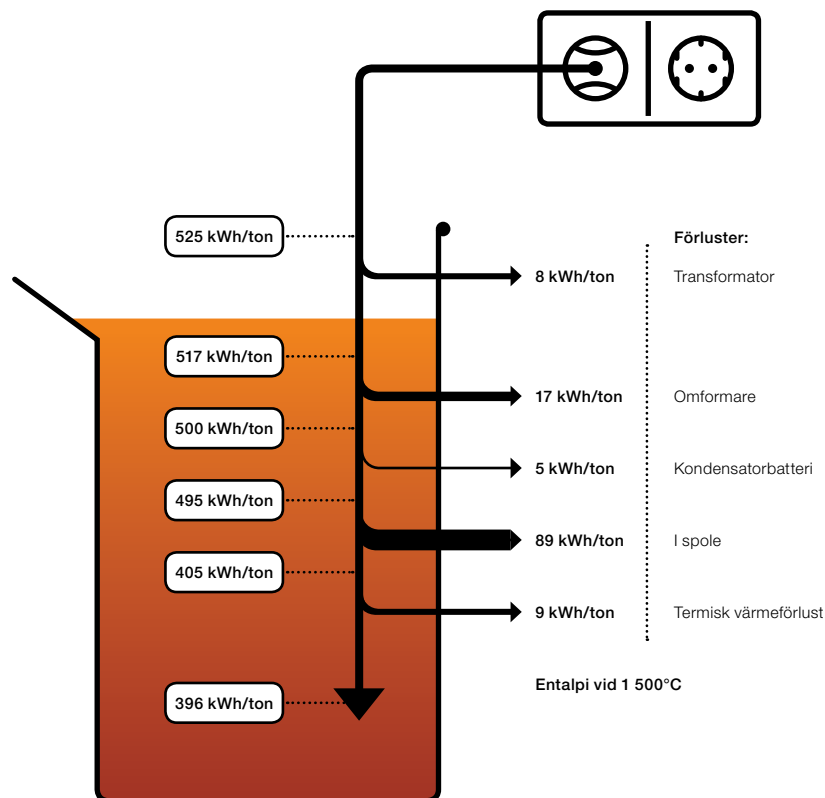
I dagens mindre gjuterier dominerar de elektriska smältugnarna och på större gjuterier dominerar elektriska smältugnar och kupolugn. I Sverige används kupolugnar på ett fåtal ställen och används främst för smältning av gråjärn. Mängderna är dock stora vilket gör att kupolugn används till en betydande andel av gjutgodset. Verkningsgraden i kupolugnar är ungefär 50 procent.

Induktionsugn

Av den tillförda energin till en induktionsugn är det bara cirka 40–75 procent som kommer chargin till nytta. Det beror på systemförluster inom induktionsugnen, som till största delen sker i spolen. Många av förlusterna är ofrånkomliga, men det finns många olika nivåer av åtgärder som kan minska dem och ge en lägre energianvändning per ton smälta. I figur 4 visas den tillförda energin i en modern induktionsugn och var förlusterna kan ske. Den faktiska energin som nyttjas är ofta lägre i praktiken på grund av olika förutsättningar så som ugnens ålder, infodring och storlek.



Figur 4 Energibalans i en induktionsugn



Källa: Svensson, et al., (2012) Energieffektiv smältning. Rapportnr 2012-010. Swerea SWECAST.
 Anm: Figuren visar den tillförda energin i en modern induktionsugn och var förlusterna sker. 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.

Energianvändningen per ton smälta i en induktionsugn varierar beroende på mängden sump som används. En studie visar att en minskad sumpmängd även minskar energianvändningen.¹⁶

Olja eller gaseldade ugnar

Ett stort antal olika olje- eller gaseldade ugnar används inom icke-järnmetallgjuterier. Dessa kan delas upp i degelugnar, flamugnar, schaktugnar, strålningsugnar och doppelvärmugnar. Den idag dominerande ugnstypen är schaktugn, som kan anses vara en vidareutveckling av flamugn. I en schaktugn sker charging i schaktets övre ände. Materialet passerar nedåt och möter de heta avgaserna som leds in i schaktet i dess botten. Avgaserna avger energi till materialet som förvärms, torkas, smälts och rinner ner till en hållugn. Verkningsgraden för denna ugnstyp är relativt hög eftersom motströmsprincipen används. Schaktugnen har en verkningsgrad på 35–60 procent.

¹⁶ Svensson, et al., (2012) Energieffektiv smältning. Rapportnr 2012-010. Swerea SWECAST



Elektrisk motståndsgugn

En motståndsvärmd degelugn används för smältning av aluminium, magnesium och zink. Verkningsgraden i en motståndsgugn är högst när inget uttag av smälta pågår och ugnen är full. Verkningsgraden faller snabbt vid chagering och när ugnen inte är helt fylld.

Styrning och reglering

Genom att använda ett väl fungerande intrimmat styrsystem till processerna finns stor potential för energibesparing. Ofta används enkla system för smältugnsdelen och ett mer komplext för hållugnen. En fördel är att styrsystem ofta har en integrerad automatisk registrering av driftsdata. På så sätt kan en dålig smälta analyseras i efterhand utifrån använda parametrar och energianvändningen per smälta kan optimeras.

Används styrsystem för att optimera smältprocessen?

Vanligtvis har gjuterier ett avtal med elleverantören att endast göra ett visst totalt effektuttag per timme. En effektvakt används ofta för att inte överstiga maxuttaget av effekt. Effektvakten kan dock ha negativa konsekvenser på energianvändningen per ton smälta. När effektvakten slår till sjunker smältans temperatur i ugnen och måste därefter hettas upp igen. Trots att den totala energianvändningen per timme begränsas inom samma nivå, så ökar energianvändningen per ton smälta. Det är mer energieffektivt att varmhålla vid lägre temperaturer och sedan snabbt överhätta till tapptemperatur, än att som en del leverantörer menar, varmhålla så nära tapptemperatur som möjligt för att sedan snabbt kunna tappa då tillgänglig effekt återgår. Därför bör gjuteriets maxnivå för effektuttag per timme ses över och eventuellt ökas om effektvakten ofta behöver sänka eller slå av effekten.¹⁷

Viktiga moment i implementeringen av bästa tillgängliga teknik är att etablera ett kort och effektivt processflöde för att uppnå en effektiv energianvändning. En kort smälttid, med en snabb övertemperering och direkt genomföra avgjutningen för att undvika onödig väntetid.



Exempel på åtgärder för smältning

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. Det är viktigt att mätinstrumenten är rätt kalibrerade för att ge personalen korrekt information.
- 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.
- Ta fram en energibalans som tydliggör ugnens energianvändning och värmeförluster. Se exempel i figur 4.
- 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 verksamheten inte ligger på gränsen till 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.
- Pressgjutare bör korta tiden som smältan finns i skopan innan den förs in i pressgjutmaskinen.

Har företaget genomfört åtgärder för att effektivisera energianvändningen vid smältningen?

Vilka?

2. Enkla investeringar

- För god energihushållning är en optimerad processtyrning och ett riktigt styrsystem nödvändigt.
- Investera i ett lock till smältugnen (potentiell besparing tio procent). 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.

3. Förändringar på systemnivå

- Ställ krav på energieffektivisering vid inköp av ny utrustning. Vid nyinvestering är det viktigt att ta hänsyn till att storlek och frekvens på induktionsugnen för att den ska anpassas efter planerad produktion. Se LCC-verktyget för att få hjälp med att räkna på investeringar. Du hittar det på www.energimyndigheten.se/metodstod
- Använd ”Twin Power” -styrsystem 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.

Läs mer

Beroende på vilken ugn företaget använder kan det variera vilka åtgärder som är lämpliga. I rapporten **Energieffektiv smältning** utgiven år 2012 av Swerea Swecast, diskuteras energieffektiviseringsåtgärder beroende på material och ugnstyp.

Läs mer om möjligheter till att minska energiförlusterna i samband med smältning och gjutningsprocessen i avsnitt 4.7 i SF BREF.

Mer information om bästa tillgängliga teknik inom smältning hittar du i **Nordic Foundries, Best Available Techniques (BAT)** från Nordiska ministerrådet med rapportnr TN2017:562.

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 avtappningsskedet. För avgjutningsprocessen är det trots vidtagna effektiviserande åtgärder svårt att komma ifrån energiförluster och en viss övertemperering kan krävas. Exempel på nyckeltal för värmebehovet hos gjuterier finns i tabell 3.

Det är bästa tillgängliga teknik att planera förvärmningen av skänken och beredningen av formarna så att de är redo samtidigt som smältan. Använd lock på skänken eller placera den upp och ner mellan användning. Alternativ är att placera den på isolerat underlag för att minska värmeavgången till omgivningen.



Tabell 3 Nyckeltal för gjutning av järn, stål och aluminium

Nyckeltal	Järn/stål	Aluminium
Energianvändning ugn/smält metall	500–1000 kWh/ton	400–800 kWh/ton
Total energianvändning/producerat gods	2000–3000 kWh/ton	2000–5500 kWh/ton

Källa: Sommarin och Arvidsson (2011) Värmelagring för energiintensiva SMF med fokus på svensk gjuteriindustri, Rapportnr 2011-006: Swerea SWECAST.

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.

Vid en producerad mängd smälta på 30 000 ton/år och en avtappningsvikt på 25 kg/detalj skulle den automatiska avgjutningen spara cirka 1100 ton smälta per år. En smälta på ungefär 1100 ton motsvarar teoretiskt ett energiinnehåll på ungefär 500 MWh (för järn). En verkningsgrad på 50 procent på ugnen ger en besparingspotential på 1000 MWh/år¹⁸.

¹⁸ Svensson, et al., (2012) Energieffektiv smältning. Rapportnr 2012-010. Swerea SWECAST.

Vad kostar övertempereringen gjuteriet?
Använd gjuteriets egna siffror i exemplet.



Exempel på bästa teknik

Exempel på åtgärder för avgjutning

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 transportskänkar för att minska energiförlusterna.
- Överför smältan så fort som möjligt utan att göra avsteg på säkerheten.

3. *Förändringar på systemnivå*

- Ställ krav på energieffektivisering vid inköp av ny utrustning. Se LCC-verktyget för att få hjälp med att räkna på investeringar. Du hittar det på www.energimyndigheten.se/metodstod

Läs mer

Läs mer om bästa tillgängliga teknik för avgjutning i **Nordic Foundries, Best Available Techniques (BAT)** från Nordiska ministerrådet med rapportnummer TN2017:562.

Processventilation

Sandgjuterier nyttjar ungefär 25 procent av sin totala energianvändning för uppvärmning och ventilation¹⁹. 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.

Under formsvalningen avgår 20 procent av den smälta metallens energi i lufttuset. Temperaturen på den utgående luften är 30–35 grader. För att ta tillvara energin i ventilationsluften med en värmeväxlare måste stofthalt och kondensat utredas så att värmeväxlaren kan dimensioneras på rätt sätt. Vid uppslagningen går det också att återvinna energi ur ventilationsluften då den uppgår i gynnsamma temperaturer, cirka 50 grader. Dock måste stofthalten beaktas precis som i fallet med formsvalning.²⁰

¹⁹ Swärd, M. (2000) Nyckeltal och kvantifierade Energimål. Energikontor Sydost

²⁰ Svensson, E. (2011) Värmeåtervinning från svalnande gjutgods, Rapportnr 2011–003: Swerea SWECAST

Exempel på åtgärder för processventilation

1. Rutiner och beteende

- Genomför injustering och kontroll av ventilationsutrustning och ventilationsflöden för att säkerställa att systemet är anpassat efter verksamhetens produktion och 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.
- Minska ventilationens tomgång.

Hur utför företaget underhåll av ventilationsdon?

Hur ofta?

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 industrimiljöer med stoftmängd, frätande eller korrosiv miljö. Återvunnen värme kan kopplas till tilluftsaggregat.
- Ställ krav på energieffektivisering vid inköp av ny utrustning. Se LCC-verktyget för att få hjälp med att räkna på investeringar. Du hittar det på www.energimyndigheten.se/metodstod

Hur har ventilationsutformning och driftstider anpassats till de verkliga behoven?

Läs mer

Mer information om energieffektiviserande åtgärder kopplat till ventilation finns i **Energieffektivisering i företag – en vägledning för bästa teknik**. Du hittar den på www.energimyndigheten.se/metodstod



Värmeåtervinning

I ett gjuteri finns oftast stora möjligheter att återvinna betydande mängder energi, exempelvis ur frånluft, kylvatten och från svalnande gjutgods. Kvaliteten på den återvunna energin är viktig att tänka på. Det vill säga att den tillgängliga temperaturen från återvinningskällan bör hållas så hög som möjligt. Innan återvinning av restenergier sker, ska energi- och processoptimering genomföras i de system som är aktuella för återvinning. Genom att undvika slöseri av värme kan investeringen för återvinningsanläggningen bli mindre och därmed mer kostnadseffektiv.²¹

I princip har alla gjuterier större mängd spillvärme än det interna energibehovet för uppvärmning av lokaler och varmvatten. Det är viktigt att översiktligt se hela företagets energipotential ur ett systemperspektiv för att kunna totaloptimera de olika processerna. Ett exempel på utökat systemperspektiv är att se över möjligheterna till industriell symbios, som innebär samverkan mellan flera företag eller övriga energiflödet i samhället. Ett företag kan till exempel nyttja ett närliggande företags spillvärme genom värmeåtervinning.

Kan företaget återvinna värme från energikrävande processteg med mycket spillvärme?

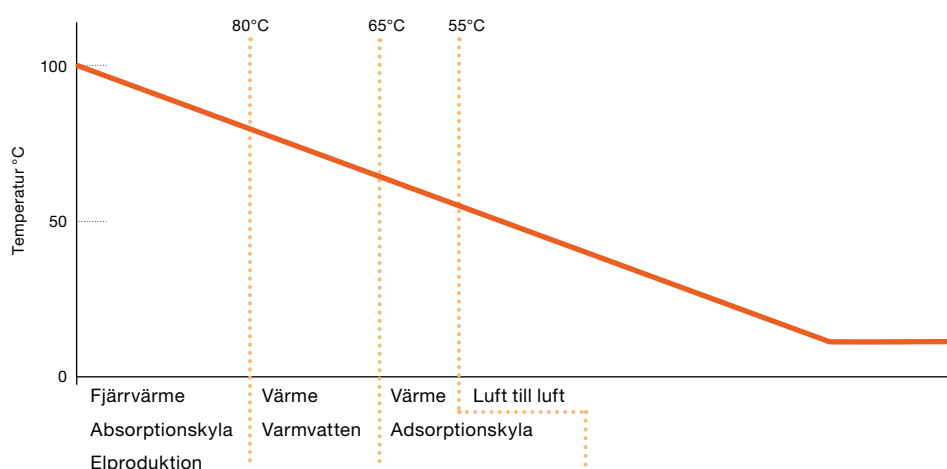
Det finns stor potential att använda värmeåtervinning för gjuteriers produktionsprocesser. I tabell 4 finns exempel på nyckeltal för värmeåtervinningspotentialen. Beroende på restenergins temperaturnivå kan den användas på olika sätt och lämpar sig för olika typer av värmeåtervinning, så som komfortvärme, tappvarmvatten och fjärrvärme. I figur 5 visas olika återvinningsmetoder beroende på utgående temperatur.

²¹ Gjuteriföreningen - Gjuteriteknisk handbok – 21.3.5 Restenergier. www.gjuterihandboken.se/handbokenhandbok

Tabell 4 Exempel på nyckeltal för värmeåtervinning, som procentsats av total energianvändning

Process	Sandgjuterier	Press- och kokillgjuterier
Elektrisk ugn	12 %	12 %
Bränsleeldad ugn	8 %	8 %
Kompressor	5 %	4 %
Form och gods	5 %	N/A

Figur 5 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.

I processerna för formsvalning och uppslagning avger den smälta metallen mycket energi till den omgivande luften. Dessa processer lämpar sig för värmeåtervinning genom ventilationssystem. Vid vätskekylda gjutformar finns det ännu större möjligheter att återvinna värme. En kombinerad kylning av sand och gods i samband med uppslagning bedöms vara det effektivaste sättet att återvinna så mycket energi som möjligt.²²

Vid inköp av ny utrustning för sandkylning kan företaget ställa krav på vilket temperaturspann som utrustningen för sandkylning ska arbeta inom. Vid en högre utgående temperatur på kylvattnet, till exempel 85 grader, ges möjlighet till direktväxlad värmeåtervinning. Alternativ till att återvinna energi från sandkylaren är att förvärma uteluften i ett ventilationsaggregat. I vissa gjuterier transporteras sanden utomhus innan den når sandkylaren. Då förloras mycket av sandens värmeenergi utan möjlighet till värmeåtervinning. Ett alternativ som möjliggör värmeåtervinning är om sanden istället transporteras i en kyltunnel.

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

Värmelager för värmeåtervinning

Kartläggningar av flera gjuterier visar att det finns potential att med effektiv energiåtervinning täcka lokalernas årliga totala uppvärmningsbehov. Dock varierar uppvärmningsbehovet mycket under året medan genereringen av värme är relativt konstant under produktionstid. För att undvika att värme går till spillo under sommarhalvåret kan det vara aktuellt att införa ett effektivt säsongslager för värme. Värmelagring kan genomföras på flera olika sätt och innebär ofta en stor investering som främst lämpar sig för större gjuterier.

Exempel på värmelagring är:

- ackumulatortankar
- groplager och bassänger
- bergrumslager
- akvifärer
- borrhålslager
- saltlager
- fjärrvärme.

Det första steget för företag som överväger att införa någon form av värmelager för att använda spillvärme från produktionsprocessen bör inleda sitt arbete med att genomföra en energikartläggning. Detta för att ta reda på var värmeenergin finns att tillgå och dess kvalitet och kvantitet. Med kvalitet avses vilken temperatur som till exempel kylvattnet har. Efter en energikartläggning bör företaget fråga sig om det finns avsättning för värmen i ett värmelager, hur lagret kan dimensioneras (säsong-/korttidslager) och hur stort det ska vara. Dessutom behöver företaget titta på vilken kostnad ett anpassat lager kan kosta och vilka besparingsmöjligheter det medför.²³

Exempel på åtgärder för värmeåtervinning

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.
- Installera nålvärmväxlare istället för en vanlig värmväxlare. En nålvärmväxlare är inte lika känslig för igensättning av smutsig luft och kan därför vara mer lämplig i gjuteriers produktionsmiljö. Inköpspriset för nålvärmväxlare är högre än för lamellvärmväxlare men har samtidigt ett lägre tryckfall.
- Nyttja värmeåtervinning ur kylvattnet på induktionsugnar (potentiell energiåtervinning ungefär 30 procent).
- Nyttja värmeåtervinning ur rökgaserna från bränsleeldade ugnar (potentiell energiåtervinning ungefär 20 procent).



Finns intilliggande verksamhet med värmebehov eller överskottsvärme?

3. Förändringar på systemnivå

- Ställ krav på energieffektivisering vid inköp av ny utrustning. Se LCC-verktyget för att få hjälp med att räkna på investeringar. Du hittar det på www.energimyndigheten.se/metodstod
- Undersök möjligheten om närliggande byggnader kan värmas upp med ett närvärmenät eller sälj spillvärmen till fjärrvärmenätet.
- Se över möjligheterna för ett borrhålslager som skapar förutsättningar för aktiv säsongslagring av värme och kyla där spillvärme värmer upp bergmassan. Dimensioneringen av systemet beror på värmebehov och de geologiska förutsättningarna²⁴.
- 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 korttids-lager för till exempel lokalvärme under helger. Det finns två typer av tankar, trycksatta och trycklösa. I trycksatta tankar kan vatten med högre temperaturer än 100 grader lagras.

²⁴ Erlström, M. o.a., (2016) Geologisk information för geoenergianläggningar - en översikt, Uppsala: Sveriges geologiska undersökning. SGU rapport 2016:16.

Läs mer

En kombinerad sand- och godskylning ger flera produktionstekniska effekter, läs mer i **Värmeåtervinning i svalnande gjutgods** från 2011 av Svensson, E från Swerea SWECAST.

Läs mer om möjligheterna för nyttjande av spillvärme från induktionsugn och kupolugn i avsnitt 4.7 i SF BREF.

Du hittar mer information om olika varianter av värmelager i rapporten **Värmelagring för energiintensiva SMF med fokus på svensk gjuteriindustri**, 2011 av Sommarin och Andersson från Swerea SWECAST.

Hur ser energitillförseln ut idag?
Vilka möjligheter finns att förbättra systemet, till exempel med förnybara energikällor?

Energitillförsel

För gjuteribranschen kommer produktionsprocessernas energitillförsel huvudsakligen från el. Utöver detta används olika energislag för uppvärmningen, till exempel fjärrvärme, olja eller el.

Användningen av fossila bränslen behöver minska, då de har en stor påverkan på växthuseffekten och är en ändlig resurs. Undersök möjligheten att i större grad använda förnybara energikällor både för uppvärmning och el. Tänk även på att ta tillvara på spillvärme och nyttja den energi som annars kan bli en förlust.

Läs mer

Mer information om energieffektiviserande åtgärder kopplat till energitillförseln finns i **Energieffektivisering i företag – en vägledning för bästa teknik**. Du hittar den på www.energimyndigheten.se/metodstod

Läs mer om åtgärder för energieffektivisering i avsnitt 5 i SF BREF och avsnitt 4 i ENE BREF.

Mer information om gjuteriindustrins energifrågor hittar du i **Gjuteriteknisk handbok** på gjuterihandboken.se/handboken



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

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
www.energimyndigheten.se



EUROPEISKA
UNIONEN
Europeiska
regionala
utvecklingsfonden

I samverkan med



Länsstyrelserna