

# RISE

SAMHÄLLSBYGGNAD  
INDUSTRIELL  
OMSTÄLLNING



Validering av energiprestanda i  
gjuteriprocessen

Per Sommarin, RISE, Anders Svensson, Scania

RISE Rapport 2023:115

# Validering av energiprestanda i gjuteriprocessen

Per Sommarin, RISE, Anders Svensson, Scania

# Abstract

## Validation of energy performance in the casting process

The case study has been based on, in collaboration with Scania's staff, developing a general methodology for validation of energy performance at object and system level. The case study has been carried out on the sand recycling system and that experiences from other parts that have been validated have been included. The validation has taken place based on the requirements placed on the equipment and the requirements set by affiliated processes / systems and condition-based requirements. The developed validation methodology (guideline) is based on the work carried out by Scania and is generalizable to be used throughout the foundry sector and its processes. It can also apply to validation of not only energy performance but also other issues.

Key words: Validation, Energy efficiency, Procurement

RISE Research Institutes of Sweden AB

RISE Rapport 2023:115

ISBN: 978-91-89896-01-7

# Innehåll

<b>Abstract</b> .....	<b>1</b>
<b>Innehåll</b> .....	<b>2</b>
<b>Förord</b> .....	<b>3</b>
<b>Sammanfattning</b> .....	<b>4</b>
<b>1 Beskrivning fallstudie</b> .....	<b>5</b>
1.1 Förutsättningar.....	5
1.2 Översikt system.....	5
<b>2 Metodik</b> .....	<b>6</b>
2.1 Metodbeskrivning.....	6
<b>3 Genomförande av fallstudie</b> .....	<b>8</b>
3.1 Förberedelser .....	8
3.2 Mätningar .....	8
<b>4 Guideline</b> .....	<b>11</b>
4.1 Systemperspektiv.....	12
4.2 Inre och yttre krav .....	12
4.3 Inköp.....	14
4.4 Validering.....	15
4.5 Återföring av kunskap.....	15
<b>5 Diskussion</b> .....	<b>15</b>
<b>6 Referenser</b> .....	<b>16</b>

# Förord

Projektet GRETA syftar till att ge Sveriges gjuteriindustri förutsättningar för en hållbar omställning med bibehållen konkurrenskraft. För en given gjuten produkt och en given framställningsprocess är målet att möjliggöra högre resurseffektivitet för energianvändningen. Bakom projektet står ett stort antal gjuteriföretag och det statliga forskningsinstitutet RISE. Det pågår 2020-2023 och finansieras av Svenska Gjuteriföreningen och det strategiska innovationsprogrammet Metalliska material, en gemensam satsning av Vinnova, Energimyndigheten och Formas.

Framställning av gjutna komponenter använder mycket energi. Att förnya och förbättra utnyttjandet av de metallurgiska processerna så att energianvändningen effektiviseras är ett ständigt och långsiktigt mål. Genom att utnyttja ny kunskap och utveckla allt bättre mät- och styrmetoder kan processteg optimeras för effektivare energianvändning. Det innebär inte bara att använda energi effektivt i ett specifikt processteg, utan framför allt att kunna identifiera rätt systemgränser, och för det krävs insikt om hur energi flödar mellan olika processteg.

## *Ur Agendan för Metalliska material, steg 6:*

En av utmaningarna för framtiden blir att värma med avsevärt reducerade koldioxidutsläpp. Utvecklingen kan gå i två riktningar. Den ena är att övergå till bränslen som ger låga koldioxidutsläpp och den andra är att använda el som framställts med låga koldioxidutsläpp. Miljöpåverkan över hela livscykeln måste också klargöras, till exempel risken för ökade utsläpp av partiklar och kväveoxider.

Gjuteriindustrin har en tydlig ambition att minska användningen av fossila bränslen. Här befaras dock att tillgången på el i allmänhet och fossilfri el i synnerhet i en snar framtid kommer att bli en begränsande faktor. Redan idag upplever gjuterier i södra Sverige tydliga tecken på kommande effektbrist. Det finns med andra ord mycket tungt vägande skäl att säkra produktionen inför framtida effektbrist. Alternativ till fossilbaserad kol, koks och gasol finns att tillgå eller under utveckling. Produktion av biogasol är etablerad och finns kommersiellt att tillgå.

Målet för projektet är att ge svenska gjuterier verktyg för en hållbar omställning till högre resurseffektivitet för energianvändning, materialanvändning och produktdesign. För att kunna prioritera och formulera förbättringsförslag på kort och lång sikt sammanställs tillgängligt vetande i en nulägesanalys inklusive internationell *state-of-the-art*. Därefter ska kunskapen konsolideras och implementeras genom att förbättringsförslag föreslås på kort och lång sikt, testas och utvärderas. Detta sker genom fallstudier och pilotprojekt kopplade till specifika investeringar i utrustning och kompetens hos utvalda gjuteriföretag. Kunskapsluckor identifieras och kompletterande forsknings- och utvecklingsarbete initieras. Slutligen diskuteras och kommuniceras vilka åtgärder som bör prioriteras i varje enskilt sammanhang.

# Sammanfattning

Fallstudien har gått ut på att i samverkan med Scantias personal ta fram en generell metodik för validering av energiprestanda på objekt- och systemnivå. Scania har i fallstudien varit ett bra case att studera då de har genomfört validering av system och processer i det nya gjuteri som byggts och i samband med det har utvecklat metodik för inköpsprocessen. Fallstudien har genomförts på sandåtervinnningssystemet och erfarenheter från andra delar som validerats har tagits med. Valideringen har skett utifrån de energikrav som ställts på utrustningen och de krav som ställts av anknutna processer/system och tillståndsbaserade krav. Den framtagna valideringsmetodiken (guideline) utgår från det arbete som Scania genomfört och är generaliserbar för att kunna nyttjas i hela gjuterisektorn och dess processer, och kan dessutom gälla validering av inte bara energiprestanda utan även andra områden.

# 1 Beskrivning fallstudie

Fallstudien som genomförts under 2021-2022 går ut på att i samverkan med Scantias personal i gjuteriet ta fram metodik för validering av energiprestanda på objekt- och systemnivå. Arbetet genomfördes parallellt med att det nya gjuteriet i Södertälje togs i drift. Fallstudien har genomförts på sandåtervinningssystemet och erfarenheter från andra delar som validerats har tagits med. Valideringen har skett utifrån de krav som ställts på utrustningen och de krav som ställts av anknutna processer och tillståndsbaserade krav. Valideringsmetoden kommer att kunna nyttjas i samband med inköp av utrustning och system samt för att ta fram kravbilder för befintliga system som står inför förändring. Den framtagna valideringsmetodiken (guidelinen) utgår från det arbete som Scania genomfört och är generaliserbar för att kunna nyttjas i hela gjuterisektorn och dess processer. Den kan dessutom gälla validering av inte bara energiprestanda utan även andra områden. För att en generalisering ska bli genomförbar behöver beskrivningen av metodiken ligga på en nivå som kan vara till nytta för en majoritet av gjuterierna i Sverige.

## 1.1 Förutsättningar

Scania har byggt ett helt nytt gjuteri med ambitionen att utifrån ekonomi-, miljö- och kvalitetsparametrar vara det ledande gjuteriet inom sitt segment. Kravspecifikationer för ökad energiprestanda har tagits fram och använts för de olika systemen och processerna. Fallstudiens syfte har varit att praktiskt validera ett tekniskt system och samtidigt utveckla, testa och skapa en generell metodik för detta. Metodiken presenteras och jämförs med andra utvärderingsmetoder som gjorts parallellt då det är upp emot 70 olika system som validerats i det nya gjuteriet. Syftet med att göra dessa valideringar är att kontrollera att leverantörer uppfyller satta energikrav och att återföra kunskap och erfarenheter till inköpsprocessen samt att kunna ta över en fungerande anläggning.

## 1.2 Översikt system

Sand genomgår en mekanisk reningsprocess efter urslagning och sandtransport. Systemet består av två sandkylare och två linjer med tre sandkvarnar vardera där bentonitlera och andra oönskade sammansättningar avskiljs från sanden som sedan förvaras i silos varifrån sanden sänds tillbaka till kärntillverkning och processen börjar om.

Sanden kyls i två steg. I steg ett kyls sanden för att uppfylla sandåtervinningens första steg där bentonitleran avskiljs från sanden via tre steg av kvarnar. Kylsteg två behövs för att uppfylla krav som finns i nästkommande processteg som är lagring av sanden innan den återförs till kärnskjutningen. Sandkylning sker genom att sanden förflyttas över ett kylbatteri, där kylmediet är anslutet till byggnadens KM2 (KM=kylmediasystem) system. KM2 är gjuteriets kylsystem för de processer som klarar högre kyltemperaturer och är designat för maximalt 32 grader inlopp och 40 grader returtemperatur. Kyleffekten till KM2 kan fås ur kylmediakylare placerade på byggnadens tak, alternativt användas till värmeåtervinning. Återvinnings- och kylsystemet på gjuteriet är uppdelat i tre olika system med olika temperaturnivåer för att kunna kyla och återvinna flertalet av gjuteriprocesserna och på så vis kunna ta tillvara maximalt av den restenergi som

uppstår i de olika processerna. Av de restsandflöden som uppstår går en del ut via stoft/dust filter och lite går tillsammans med den avskilda bentonitlerans flöde ut via gravitation till uppsamlingsbingar.

Styrningen av sandåtervinningsystemet sker via en PLC som sitter i tillhörande ställverk och som i sin tur opereras från ett centralt kontrollrum. I styrningen av anläggningen ingår även en automatiserad energibesparingsfunktion som stänger av de olika drifterna i turordning efter en viss tid, denna funktion kan på ett enkelt sätt optimeras för olika driftsfall.

## 2 Metodik

I fallstudien har erfarenheter från övriga pågående och avslutade valideringar på det nya gjuteriet använts. Ambitionen i fallstudien är att kunna presentera en metodik som är generell vilket är en utmaning då alla system är unika och inköpsrutiner och organisationerna likaså. Genom metodiken för valideringen ska även insikter och kunskap om vilka krav som kan ställas vid inköp och idrifttagning av nya system och utrustning fångas upp. Att ha en tydlig utvecklingsstrategi och valideringsmetodik ger förutsättningar att redan i ett upphandling/designskede kunna ställa validerbara krav och tillse att dessa kan följas upp i de olika stegen från design till det att processen, systemet eller maskinen tas i drift. De valideringspunkter som tas fram ska vara mätbara och spegla den prestanda som efterfrågas, viktigt är också att ta hänsyn till de prestanda/krav som omgivande system /processer och tillståndbaserade krav ställer för att rätt funktion ska uppnås.

### 2.1 Metodbeskrivning

Scanias projekt med att bygga ett helt nytt gjuteri från grunden kräver ett samspel mellan många olika funktioner som upphandlare, tekniska experter, projektutförare, projektledare och slutligen en drift- och underhållsorganisation. På Scania har därför en metodik i sju steg tagits fram för att validera och dokumentera energiprestanda för de inköpta utrustningarna och systemen ett så kallat SAT (Site Acceptance Test). Denna metodik har genomförts i avsikt att följa upp de krav som ställdes på leverantörerna i upphandlingsfasen av nya gjuteriet.



Figur 1 Arbetsprocess för att validera energiprestanda i Scanias Site Acceptance Test

I denna valideringsprocess har ett antal protokoll tagits fram där systemspecifikationer och mätresultat fångats upp och dokumenterats, protokollet har arkiverats på ett systematiskt sätt så att hela kedjan av funktioner har haft tillgång till detta dokument. Dokumentet har på så sätt en viktig kommunikativ funktion att fylla då avvikelser och andra kommentarer följer med ända fram till ett övertagande av anläggningen och på så sätt kan exempelvis garantier, avtal och ekonomiska frågor avgöras med dokumenterade fakta som grund.



## BP xxx\_energy\_test\_acceptance

Project	New foundry
Machine	
Date and Time	
Surveyor	Name, QFX

Energy requirements	Fulfilled	Not fulfilled	N/A	Comments or explanation
Energy Consumption*				The equipment should enter an energy saving mode and reduce idle losses when not in use. Energy consumption to be measured during following machine states: (adjust list to what is agreed) 1. Working 2. Waiting 3. Stand by 4. Energy saving mode 5. Maintenance mode 6. OFF Protocol: See <i>protocol_energy_consumption_states.docx</i>
Applicable Electrical motors is IE4 IE3 or better				
Cooling system				If the supplier installs a water/water heat exchanger, following should be measured: 1. Temperature of cooling water inlet and outlet on both sides of heat exchangers 2. Water flow through heat exchanger on both sides Protocol to fill out:
Heath recovery system				If the supplier installs a water/water heat exchanger, following should be measured: 3. Temperature of cooling water inlet and outlet on both sides of heat exchangers 4. Water flow through heat exchanger on both sides Protocol to fill out:
Compressed air				Describe agreed conditions and operation modes to control

Energy requirements	Fulfilled	Not fulfilled	N/A	Comments or explanation
Cooling system 19°C				Describe agreed conditions and operation modes to control
Cooling system 32°C				Describe agreed conditions and operation modes to control
Exhaust air				Exhaust air flow adjusted to the agreed air flow. xxxx m <sup>3</sup> /h Air flow measured and minutes OK

\*Adaptions can be requested and agreed together with Scania energy department and responsible commissioning leaders.

Other remarks:	
----------------	--

Figur 2 Beskrivning av system/processkrav

Den mer generella metod som har tagits fram utifrån fallstudien presenteras i ett guidelineformat som presenteras under kapitel 4. Valideringsmetodik och vilka krav som ställs samt var och när dessa krav ska uppfyllas är fördelaktigt att ha med redan i design- och upphandlingsprocessen vilket gör att valideringen och de mätningar som behöver göras kommer att förenklas samt att acceptansen för validerat resultatet av leverantör och brukare kommer att bli lättare. Innehåll av krav i en kravspecifikation kan exempelvis utgöras av nedanstående punkter.

- Absolut tal (ex kapacitet 4kW, eller 4kWh/styck, 4kWh/ton eller 4kWh/h medeleffekt, kWh/Cykeltid), - + 10% avvikelse ok eller inte?
- Funktion. Maskin ska stängas av automatiskt vid stillestånd, luft/vatten flöde ska regleras beroende på behov av processen, tryckluften ska automatiskt stängas av under helger etc.
- Hur det ska valideras. Visuell inspektion, specifik mätmetod, funktionsprov etc.
- Mät punkt och förutsättningar (driftsfall, omgivning), dvs. var och när gäller kravet?
- Mätdata, att mätdata ska finnas och loggas, mätare ska finnas och vara uppkopplade, erforderliga energidata ska finnas tillgänglig i PLC om den finns som driftdata, saknas data i PLC ska mobila mätningar göras under mättillfället, etc.

## 3 Genomförande av fallstudie

Validering och kontroll av system och processer behöver ställas mot det arbete som systemet/processen är avsedd att utföra samt önskade effekter vad gäller miljö och kostnad. Fallstudiens resultat ska inspirera och skapa kunskap om hur nya system och maskiner ska införskaffas utifrån miljö- och effektiviseringsperspektiv. I denna fallstudie har redan kraven ställts utifrån den bästa tillgängliga kunskapen och tanken är att valideringarna som genomförts efter idrifttagandet ska rendera i att kunskapen att ställa krav ska öka, genom exempelvis att redan i inköpsprocessen tillse att valideringspunkterna är mätbara.

### 3.1 Förberedelser

Då denna validering har skett av ett helt nytt system finns det ingen erfarenhetsbaserad kunskap på plats att luta sig emot utan det är inköpskrav och tekniska specifikationer som fått ligga till grund för valideringen. I förberedelserna har det ingått att samla inköpsbeskrivningar, kravspecifikationer, ritningar samt information om kringliggande system. Parallellt med datainsamlingsarbetet har mätpunkter för validering diskuterats och fastlagts. I förberedelserna har av Scania framtagen metodik gått igenom och studerats då lite anpassningar av metodiken har använts på andra system. I förberedelserna har kopplingarna till omkringliggande system gått igenom för att få en helhetsbild och för att valideringen ska kunna påvisa avvikelser som påverkar övriga delar i gjuteriet.

### 3.2 Mätningar

Mätningar som genomförts har varit vattenflöden och temperatur från sandkylarna där avsett flöde har validerats. Energimätningar har också genomförts på hela sandåtervinnningssystemet och validerats gentemot kraven som ställt vid inköp. Viktigt var att kontrollera den energisparfunktion som var beställd och som stänger av drifter i sekvens efter olika tider, dessa tider går att sätta i styrdatorn och som det ser ut kommer de med stor sannolikhet att optimeras vid full drift. Att sandåtervinnningssystemet arbetar mot ett buffertlager och inte är en kontinuerlig process utan en intermittent process gör att behovsstyrd energianvändning än viktigare. Det vill säga att när en funktion/drift inte behövs ska den stängas av. Baserat på de mätningar som gjordes finns det en grund för intrimning av energisparfunktionen. Resultaten från mätningarna och avsikten med valideringen gav återkoppling via en avvikelserapport till projektledningen som använde resultatet för att tillse att leverantörerna åtgärdar dessa avvikelser gentemot den uppsatta kravspecifikationen. I de fall där avvikelser har upptäckts kommer uppföljande mätningar att genomföras för att validera att åtgärderna har genomförts med avsett resultat. För inspiration presenteras nedan några exempel på mät- och uppföljningsprotokoll som Scania använt i sin valideringsprocess. Bra är att i ett protokoll även att få med grunddata med de parametrar och mätvärden som systemet och processen hade när valideringen genomfördes och använda dessa som en base-line vid kommande förbättring och optimeringsarbete.

**Protocol consumption of different operating states and sleep mode / Energy saving mode**

Energy saving mode active after, real time: \_\_\_\_ minutes (How long does it take until the mode is activated?)

Electricity to be measured on main power supply to machine/equipment. Note: Examples on next page.

SV _____	Processing/ working	Waiting/ Ready	Standby	Sleep mode/energy saving mode	OFF	Comments
Electrical power during measurement period (kW)						

→ Signals to be monitored on compressed air valve(s), exhaust air damper(s), cooling and heating from machine/equipment

SV _____	N/A	Processing/ Working (1/0) (ON/OFF) (True/False)	Waiting/ Ready (1/0) (ON/OFF) (True/False)	Standby (1/0) (ON/OFF) (True/False)	Sleep mode/energy saving mode (1/0) (ON/OFF) (True/False)	OFF (1/0) (ON/OFF) (True/False)	Comments
Status_Cooling_ON							
Status_Heating_ON							
Status_Exhaust_ON							
Status_Pneumatic_ON							

Surveyor:  
Date (year-mm-dd)

Figur 3 Exempel på mät/valideringsprotokoll

**Examples:**

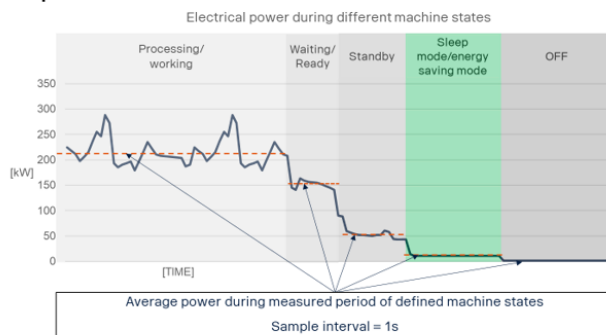


Figure 1 – Summary of measurement

**Sleep mode/Energy saving mode definition**  
A function which, during down time and/or unplanned stops (machine blocked, starved or failure), automatically shut off non needed equipment, components and/or support system to minimise energy consumption. The sleep mode function must also automatically wake up the equipment, components and/or support system once the machine or process should start again.

The sleep mode shall not interfere with safety and quality.

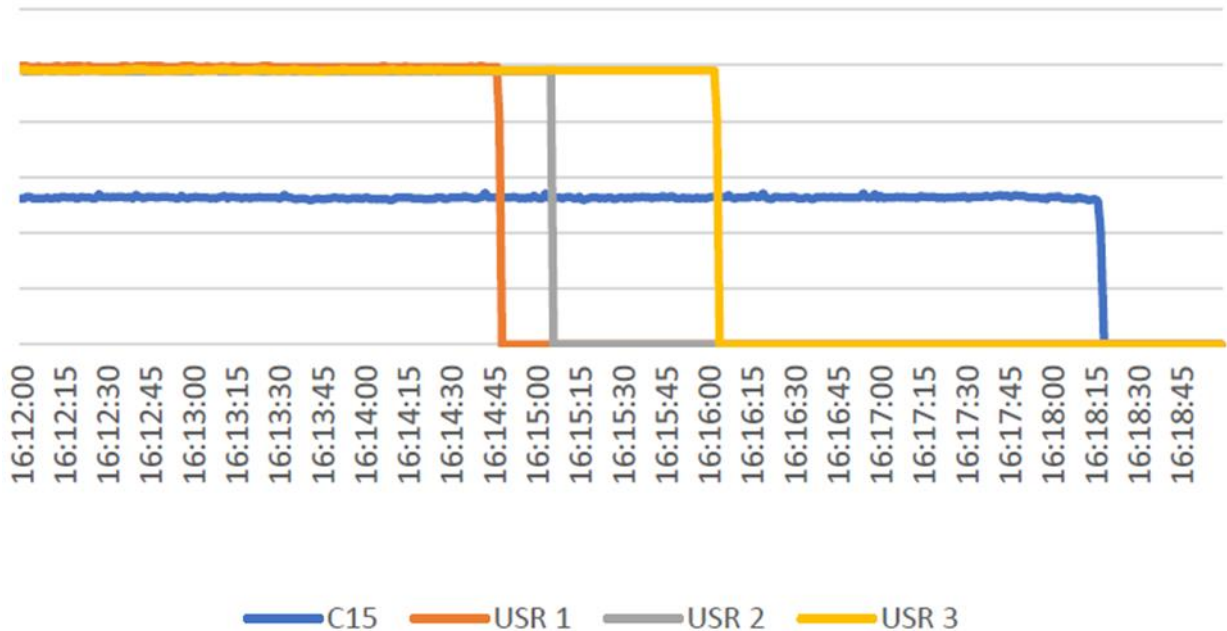
**Measurement conditions**  
The measurement period should reflect real production conditions. It is preferable that castings/cores/moulds etc. is to be processed during the measurement period.

Example energy consumer	Description	Working/ processing	Waiting/ Ready	Standby	Sleep mode/ Energy saving mode	OFF
Status_Cooling_ON	PLC signal Cooling circuit(s) is on ( '1' / TRUE )	TRUE	TRUE	TRUE	FALSE	FALSE
Status_Heating_ON	PLC signal heating circuit(s) is on ( '1' / TRUE )	TRUE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE
Status_Exhaust_ON	PLC signal Exhaust(s) is on ( '1' / TRUE )	TRUE	TRUE	TRUE	FALSE	FALSE
Status_Pneumatic_ON	PLC signal Pneumatic valve(s) is on ( '1' / TRUE )	TRUE	TRUE	TRUE	FALSE	FALSE
Status_Hydraulic_ON	PLC signal Hydraulic pump(s) is on ( '1' / TRUE )	TRUE	TRUE	FALSE	FALSE	FALSE

Figure 2 – Example signals monitoring

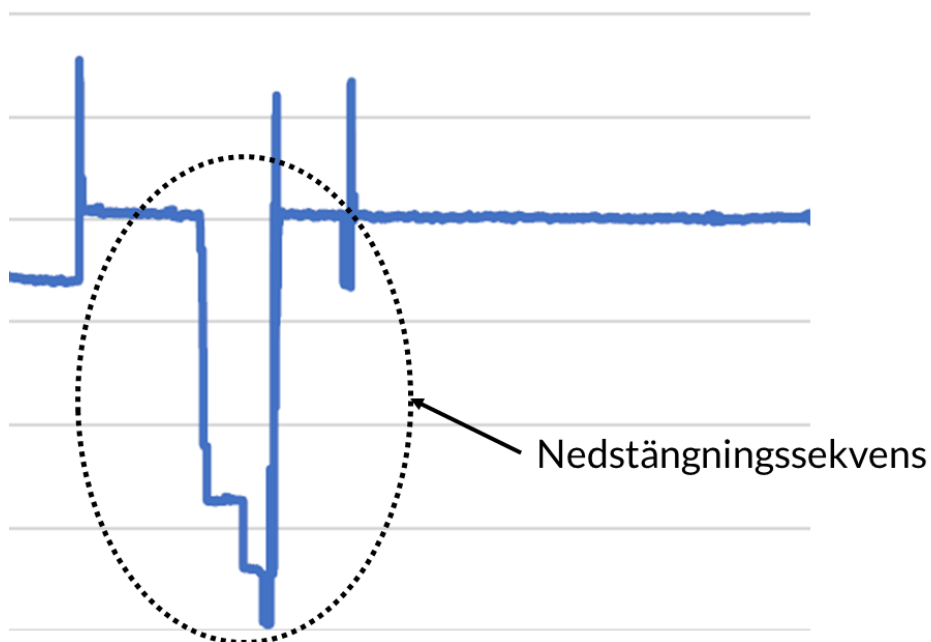
Figur 4 Exempel på mät/valideringsprotokoll

I fallstudien på Scania gjordes ett antal mätningar för att se om de kravställda funktionerna uppfylldes och som i ett senare läge om inte funktionen är ok kan presenteras för leverantören. I detta fall som presenteras nedan testades funktionen av nedstängnings-sekvensen av en av de två sandlinjerna, och fann att funktionen var acceptabel.



Figur 5 Mätning i fält av nedstängningssekvens

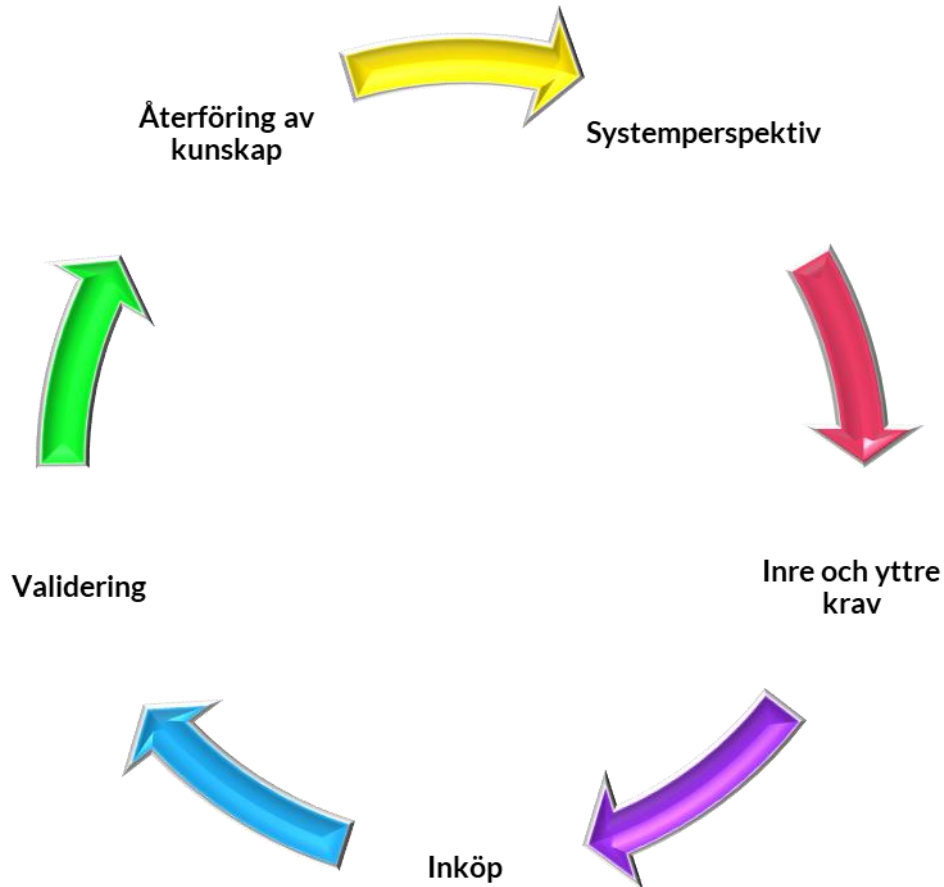
Samma funktion kan visualiseras på sättet nedan där de fyra funktionerna slås samman för att visualisera funktionen på en högre systemnivå.



Figur 6 Mätning i fält av nedstängningssekvens

## 4 Guideline

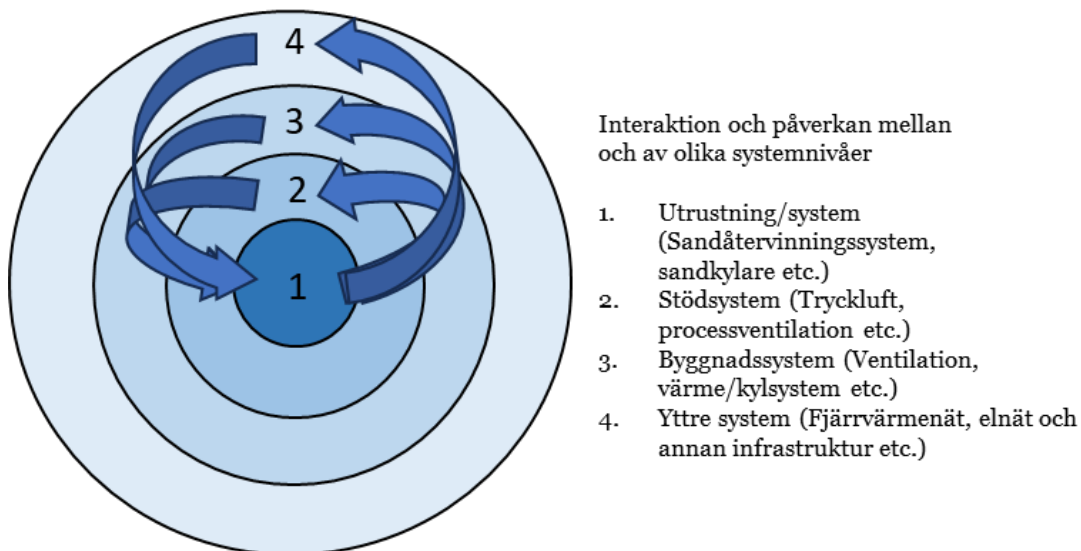
Nedan följer en guide som kan användas för validering av olika system. Denna guide är framtagen med avsikt att vara generell och kan behöva anpassas för olika specifika system och organisationsstrukturer.



Figur 7 Inköps- och valideringsprocess

## 4.1 Systemperspektiv

Vid inköp av en funktion är av största vikt att ta hänsyn till: hur funktionen ska interagera med andra funktioner och system och på olika nivåer? Detta visualiseras i fig. 8. Denna fråga ska ställas både ur ett produktions- och ur ett stödsystemperspektiv. Ska exempelvis en ny funktion in i ett redan befintligt system bör det tillföra en total förbättring av systemet, vilket kan medföra att det redan befintliga systemet behöver anpassas för denna förbättring vilket sannolikt kommer medföra ökade investeringskostnader. Dessa ökade investeringskostnader behöver i sin tur då ställas mot det ökade totala värdet kopplat till förändringen. Ett sätt att hantera dessa frågeställningar är att arbeta fram en förbättringsstrategi utifrån ett systemperspektiv som kontinuerligt uppdateras där produktions- och stödsystem ingår samt att system och funktioner analyseras utifrån olika perspektiv, ekonomi, miljö, produktion, energi etc.



Figur 8 Interaktion och påverkan mellan och av olika systemnivåer

## 4.2 Inre och yttre krav

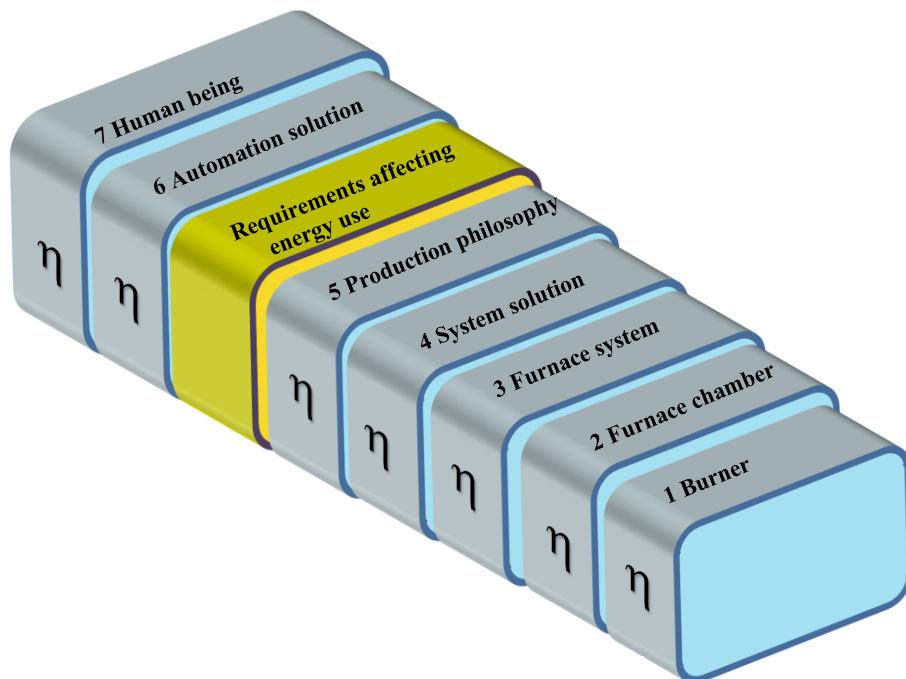
För att kunna tillgodose befintliga krav och kommande krav på den funktion och prestanda som ska upphandlas behöver en mängd data samlas och gå igenom, såsom relevant dokumentation (miljökonsekvensbeskrivning, tillståndshandlingar, arbetsmiljökrav m.m) ritningar, funktionsbeskrivningar, apparatbeskrivningar, inköphandlingar och beskrivningar av intilliggande system samt andra relevanta handlingar. Dessutom behövs

- Genomgång av systemets avsedda funktion, detta görs lämpligtvis i samverkan med kravställande funktion
- Identifiering av mätpunkter som är relevanta för leverans- och funktionskrav samt drift.

- Kontakt med och identifiering av de personer som är i behov av information från validering och kunskap för fortsatt drift (projektledare, inköpare, driftpersonal m.fl.)

Exempel på inre krav kan vara att ändra trycknivån i tryckluftssystemet från 7 till 5 bar och tillse att komponenter klarar avsedd prestanda med ett lägre tryck. Möjliggöra återvinning av värme med hög kvalitet, det vill säga att dela upp flödena efter temperaturnivåer och inte förstöra hög kvalitet med att blanda in låg kvalitet. Exempel på yttre krav kan vara bullernivåer och partikelutsläpp, men även krav från samarbetspartners som vill nyttja spill från verksamheten, ex industri, växthus eller energibolag som vill ta tillvara spillvärme.

Inför en förändring och reinvestering i befintliga system/processer kan med fördel en genomlysning med MOVE-metoden genomföras för att finna ”rätt” system/processkrav som stöd inför upphandling. Metoden utvecklades för effektivisering av motordrifter och utgår från sju systemnivåer (Figur 9) och kan anpassas för olika processer. Metoden bygger på workshops med berörd personal och beslutsfattare i direkt anslutning till processen. Metoden är relativt personalresurskrävande, men har fördelen att den skapar acceptans och helhetsyn och därmed undviker suboptimeringar och att allt för snävt ställda ramar begränsar identifiering av effektiviseringsåtgärder och genomförande. Då metoden är anpassningsbar för olika system och processer är den praktiskt användbar för gjuterier och andra tillverkningsföretag.

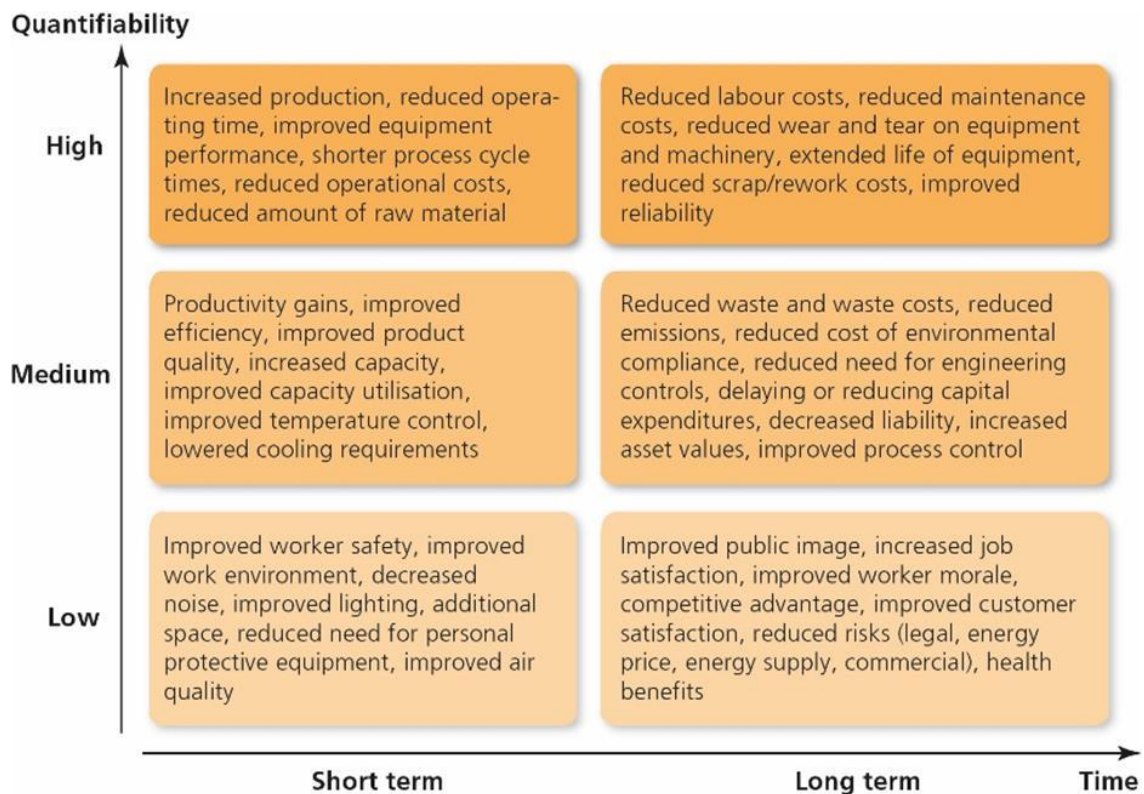


Figur 9 MOVEs 7 systemnivåer



## 4.3 Inköp

Utifrån den informationen som tagits fram i 4.1 och 4.2 sätts krav och önskemål ihop i en väl definierad offertförfrågan. I förfrågningsunderlaget ska de mätpunkter för inköpets prestanda och funktion som ska valideras beskrivas så att köpare och leverantör kan genomföra valideringen av maskinen eller systemet på ett transparent sätt för att ett godkännande av leveransen ska kunna utföras enligt avtal. Innan avtal ingås är anbudsgenomgång tillsammans med leverantör av stor vikt för att klargöra att förfrågningsunderlaget har uppfattats på rätt sätt och att anbudsgivaren har pris- och tidsatt korrekt. Detta minimerar risken för meningsskiljaktigheter efter leverans och uppstart. Inköp för en viss funktion där olika villkor sätts utifrån skallkrav och inte beskriver en exakt lösning kan ge en eventuell lägre kostnad och/eller en mer innovativ lösning. Mer information om detta kan fås via exempelvis upphandlingsmyndigheten. Vid inköp och val av lösning ska om möjligt de mervärden som kan kopplas till de olika lösningarna beaktas, då dessa kan utgöra ett stort värde och ligga till grund för vad och hur lösningen ska upphandlas. Nedan presenteras ett antal tänkbara mervärden som kan kopplas till den upphandlade lösningen och som kan vara avgörande för valet av lösning.



Source: Rasmussen, J. (2014) Energy-efficiency investments and the concepts of non-energy benefits and investment behaviour. *Proceedings ECEEE Industrial Summer Study – Retool for a Competitive and Sustainable Industry: 733-744.*

Figur 10 Mervärdesmatris



## 4.4 Validering

Validering av inköpet bygger på de krav och villkor som angetts i avtalet med leverantören och därav är det viktigt att alla mätpunkter där olika krav ska mätas är med i avtalet och överenskomna med leverantören. Viktigt när valideringen utförs är att maskinen/systemet opererar vid det driftsfall som kraven ställts för. Är kraven ställda för 100% drift så är det vid det fallet som mätning och validering ska utföras. Valideringen ska dokumenteras med en valideringsrapport där kravsatt data, mätdata och avvikelser noteras. En eller ett par färdiga mallar, se exempel fig. 2, 3 och 4, för validering beroende på system/process är en fördel att ha tillgång till och kan ingå i de dokument som leverantören och företaget baserar sin överenskommelse på. Involvera även de funktioner på företaget som ansvarar för drift och underhåll av den specifika processen för att bygga kunskap och skapa engagemang, se valideringsarbetet som en del i lärandet. Kunskapen om systemet och funktionen kan med fördel användas för att skapa och visualisera ett "normalläge" för den validerade funktionen och användas vid exempelvis utbildning av ny personal, men även för att träna organisationen i de krav som finns för att upprätthålla funktion och effektivitet över tid.

## 4.5 Återföring av kunskap

Kunskapen som erhållits i valideringen kan användas i direkt anslutning till idrifttagandet av maskinen/systemet för att påvisa avvikelser som ska åtgärdas. Ofta byter ansvaret för utrustning och system organisatorisk hemvist efter det att de tagits i produktion. Då är det viktigt att dessa avvikelser följs upp och noteras i ett eventuellt underhållssystem eller liknande system då garantier och avtal kan påverkas i ett senare skede. Återföring av valideringens resultat är också användbart i inköpsprocessen så att lärdomar kan dras i syfte att förbättra den, för att bland annat kunna ställa bättre krav och utvärderingar. Finns det någon form av utvecklingsstrategi på företaget är kunskapen från valideringen till nytta för att uppdatera och förnya denna strategi.

## 5 Diskussion

I fallstudien som genomfördes var syftet att genomföra en validering på sandåtervinnningssystemet och att studera det arbete som gjorts på Scania vid inköp och idrifttagning på det nya gjuteriet. Den guideline som presenteras i rapporten kan med fördel kopieras och anpassas efter företagets organisation och behov. I detta arbete som genomförts så inser man vikten av att vara proaktiv och att ha koll på de krav som olika utrustningar, system och processer har för att förenkla förändringsprocesser när de ska ske. Rekommenderas ta fram någon form av framtida vision och en utvecklingsstrategi för hela företaget, men även för enskilda processer samt att ha uppdaterade dokumenterade system och processkrav.

Till hjälp kan delar ur befintliga standarder användas, och hänvisning till dessa standarder vid upphandling och i design när det så är applicerbart kan vara en fördel. ISO-standard 14055 är utarbetad utifrån verktygsmaskiner och inte i alla delar anpassad för gjuteriindustrin, men det finns delar som kan vara till nytta om de anpassas till gällande situation (se referenslista).

## 6 Referenser

Swerea Swecast rapport nr 2012-010 Energieffektiv smältning

Anders Svensson m fl, Slutrapport för projektet MOVE, Energimyndighetens diarienummer 2013-005615, Swerea Swecast rapport nr 2015-006, Jönköping 2015.

Metodstöd Energieffektivisering i gjuterier [Energimyndighetens webbshop \(a-w2m.se\)](http://energimyndighetens.webbshop(a-w2m.se))

ISO 14955-1 Verktygsmaskiner – Miljöutvärdering av verktygsmaskiner – Del 1: Designmetodik för energieffektiva verktygsmaskiner

ISO 14955-1 Verktygsmaskiner – Miljöutvärdering av verktygsmaskiner Del 2: Metoder för mätning av energi som levereras till verktygsmaskiner och verktygskomponenter



Through our international collaboration programmes with academia, industry, and the public sector, we ensure the competitiveness of the Swedish business community on an international level and contribute to a sustainable society. Our 2,800 employees support and promote all manner of innovative processes, and our roughly 100 testbeds and demonstration facilities are instrumental in developing the future-proofing of products, technologies, and services. RISE Research Institutes of Sweden is fully owned by the Swedish state.

I internationell samverkan med akademi, näringsliv och offentlig sektor bidrar vi till ett konkurrenskraftigt näringsliv och ett hållbart samhälle. RISE 2 800 medarbetare driver och stöder alla typer av innovationsprocesser. Vi erbjuder ett 100-tal test- och demonstrationsmiljöer för framtids säkra produkter, tekniker och tjänster. RISE Research Institutes of Sweden ägs av svenska staten.



RISE Research Institutes of Sweden AB  
Box 857, 501 15 BORÅS  
Telefon: 010-516 50 00  
E-post: [info@ri.se](mailto:info@ri.se), Internet: [www.ri.se](http://www.ri.se)

Industriell omställning  
RISE Rapport 2023:115  
ISBN: 978-91-89896-01-7