

Jämförelse mellan två kärnbindemedel

Ulf Gotthardsson

RISE Rapport 2023:81

Jämförelse mellan två kärnbindemedel

Ulf Gotthardsson

Abstract

Comparison between two foundry core binders

The purpose of this study was to compare the environmental footprint from two foundry core binders, amine cured Coldbox and SO₂ cured epoxy.

The study was limited to the process inside the foundry and the main part was about what is generated and emitted from the binders when the cores are used. This was simulated in laboratory trials, where emissions from 150°C in air (simulation of drying refractory coatings) and 600°C (simulation of the actual casting) in oxygen free atmosphere were measured.

The evaluation was made with parameters used when an Environmental Product Declaration is produced. However, environmental and sustainability data for many substances were missing, which led to that the environmental effects were mainly determined by the amount of binders in the cores.

In order to receive more general results from this used method, there is a need for better knowledge about the climate effects from the emitted substances.

Key words: miljö kärnbindemedel bindemedel kärna gjutform gjutkärna epoxy SO₂ coldbox PUR polyuretan

RISE Research Institutes of Sweden AB

RISE Rapport 2023:81

ISBN: 978-91-89821-52-1

Jönköping 2023

Innehåll

Abstract	1
Innehåll	2
Förord	3
Sammanfattning	4
1 Inledning	5
2 Bakgrund	6
2.1 Kärnbindemedlen hos gjuterierna.....	6
2.1.1 Gashärdande bindemedel	7
2.1.2 Skillnader mellan kärnbindemedlen	7
2.2 Miljöavtryck	8
3 Genomförande	11
3.1 Metod och avgränsningar	11
4 Resultat	12
4.1 Tillverkning av kärnor	12
4.2 Kärnornas innehåll	12
4.3 Emissioner till luft	12
4.3.1 Simulering av blacktorkning	12
4.3.2 Simulering av avgjutningen.....	13
5 Utvärdering	14
6 Slutsatser och diskussion	16
7 Referenser	17
8 Bilaga 1. Analysprotokoll (3 sid)	19

Förord

Den här studien ingår som en del inom projekt GRETA – ett projekt som syftar till att ge Sveriges gjuteriindustri förutsättningar för en hållbar omställning med bibehållen konkurrenskraft. Medvetenheten är hög inom svensk gjuteriindustri om att denna omställning är både nödvändig och önskvärd och att den i hög grad kommer att påverka såväl energianvändning och koldioxidavtryck som hanteringen av råmaterial och restprodukter. Däremot varierar kunskapsläget hos olika företag och verksamheter kraftigt inom dessa områden. Det övergripande målet för projektet är att ge svenska gjuterier verktyg för en hållbar omställning genom mer effektiv resursanvändning.

Projekt GRETA samlar gjuteriföretag och företagens kunder och leverantörer. Projektet genomförs av RISE 2021-2023 och finansieras av Svenska Gjuteriföreningen och det strategiska innovationsprogrammet Metalliska material, en gemensam satsning av Vinnova, Energimyndigheten och Formas.

Denna fallstudie genomfördes under 2022 och 2023. RISE koordinerade arbetet och personal från Scania och Volvo deltog speciellt med insatser i form av praktiska erfarenheter och egen arbetstid.

Sammanfattning

Syftet med denna fallstudie var att jämföra miljöavtrycket från två kärnbindemedel, aminhärdad Coldbox och SO₂-härdad epoxy.

Studien begränsades till att omfatta vad som händer i processen innanför fabriksgrindarna och huvuddelen behandlade vad som genereras och emitteras från bindemedlen då kärnorna används. Detta simulerades i laboratorieförsök, där mätningar på emissioner från 150°C i luft (simulerade blacktorkning) och 600°C i syrefri miljö (simulerade avgjutning) utfördes.

Mätningarna utvärderades med parametrar som används då miljövarudeklarationer framställs. Miljö- och hållbarhetsdata för många ämnen saknades dock, vilket ledde till att miljöpåverkan i första hand bestämdes av mängden bindemedel i kärnorna.

För att metoden ska ge mer allsidiga resultat behöver kunskapen om emitterade ämnens klimatpåverkan öka.

1 Inledning

Tillverkning av formar och kärnor är en central process i varje gjuteri. Användningen av kemiska bindemedel vid tillverkning av formar och kärnor utgör en viktig miljöaspekt för gjuterier. Det finns en omfattande flora av bindemedelstyper, och vilket bindemedel som används i det specifika gjuteriet är ofta en följd av fattade beslut i samband med tidigare godsproduktion. Bindemedlen ger upphov till vissa störningar på gjuteriets interna arbetsmiljö och på den yttre miljön, då i form av emissioner till omgivningen och i form av rester i det avfall som uppkommer.

I denna fallstudie jämfördes två typer av kärnbindemedel och deras respektive totala påverkan på omgivningen. Industriparterna Scania CV och Volvo Powertrain gjuter motorblock och cylinderhuvud i järn i Södertälje resp Skövde. Ytligt sett liknar båda företagens form- och kärntillverkning varandra, åtminstone delvis. Granskar man processerna finns det stora skillnader; exempelvis används två helt olika bindemedel vid kärntillverkningen. Scania använder ett aminkatalyserat polyuretanbindemedel och Volvo använder ett SO₂-katalyserat akrylat-epoxybindemedel för kärnorna. Båda företagen arbetar naturligtvis kontinuerligt med att minska sin miljöpåverkan, exempelvis genom att minska tillsatserna av bindemedel.

Tanken var också att metoden som användes i fallstudien också skulle vara ett lämpligt test för hur andra svenska gjuterier ska kunna utvärdera sina kärnbindemedels miljövavtryck.

Projektgruppen för fallstudien bestod av

- Ulf Gotthardsson, RISE, delprojektledare
- Mahsa Saeidpour, RISE, forskare
- Petronella Bredén, Volvo Powertrain, företagsrepresentant
- Jessica Elfsberg, Scania CV, företagsrepresentant

Företagsrepresentanterna organiserade personal och uppgifter (processgenomgångar, mätningar, datainsamling etc) som utfördes internt i båda gjuterierna.

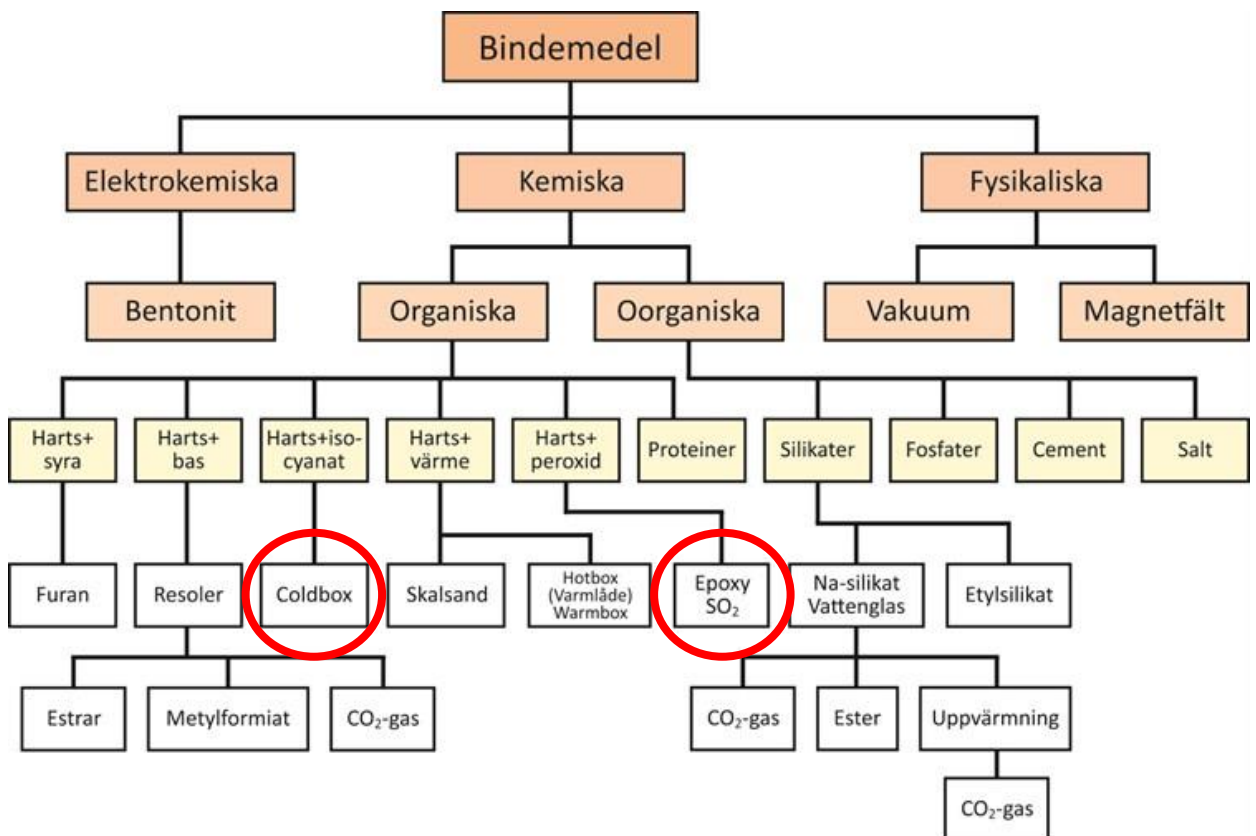
2 Bakgrund

2.1 Kärnbindemedlen hos gjuterierna

Gjuteribranschen arbetar med många olika typer av sand och bindemedel. En del av dessa fungerar bra för både formar och kärnor, andra fungerar bäst för någotdera.

Det finns olika sätt att strukturera de olika typerna av gjuteribindemedel som används. Figur 1 är hämtad från "Gjuteriteknisk handbok" och visar ett av dem, där innehållet prioriteras framför användningstekniken.

I figuren är de båda systemen vi studerat här, "Coldbox" och "Epoxy-SO₂", markerade. Där framgår att båda är "organiska bindemedel", dvs de baseras på organiska kolföreningar. Båda systemen kan fungera som både kärnbindemedel och formbindemedel. I Scantias fall används Coldbox som kärnbindemedel och bentonit som formbindemedel. I Volvos fall används epoxy-SO₂ som kärnbindemedel och bentonit som formbindemedel i viss utsträckning, men i vissa processer används epoxy-SO₂ till både form och kärna. Den här fallstudien omfattar dock endast bindemedlen när de används som kärnbindemedel.



Figur 1

Gjuteriindustrins bindemedel för sandformer och sandkärnor. De bindemedel som ingår i denna fallstudie är inringade. Källa: Gjuterihandboken.

2.1.1 Gashärdande bindemedel

Att härda kärnbindemedel med gas är en effektiv, snabb och praktisk metod. Det är en kall process, dvs det behövs inte några förhöjda temperaturer för att bindemedelskomponenterna ska reagera och bilda starka polymerstrukturer. Däremot kan det krävas viss uppvärmning av gaserna. De behöver ha tillräckligt höga temperaturer så att de verkligen befinner sig i gasfas.

Gashärdande bindemedel fungerar väldigt bra för den typen av kärnor som de här båda företagen använder: kärnor med mycket komplicerad struktur som har inslag av tunna och svängda delar. Man ställer höga krav på styrkan hos kärnorna – både för att de ska kunna hålla sina proportioner när de ligger i formen och kunna hanteras maskinellt. Kraven på hög produktivitet leder också till att kärntillverkningsprocessen måste vara snabb.

Vid tillverkning av kärna med gashärdande bindemedel, behövs en kärnlåda – en låda där insidan är ett negativ för den kärna som ska tillverkas. Kärnlådan ska fyllas med sand, och den sanden ska vara belagd med bindemedel. Eftersom vi här pratar om delvis mycket tunna sektioner, måste sand-bindemedelsblandningen ha en hög flytbarhet; sanden ska alltså lätt kunna fylla hela kärnlådan, och alltså bete sig som en vätska. När så lådan är fylld av sand med bindemedel, ska den genomspolas med härdargas, som måste komma i kontakt med alla delar av kärnlådan.

För att det ska vara möjligt att fylla kärnlådorna med sand och med gas, behöver de konstrueras med nipplar som stänger inne sandkornen men som släpper igenom skjutluft och gas.

Under hela tiden från blandning av sand och bindemedel till sanden har hamnat rätt i kärnlådan, behöver den ha en hög flytbarhet, och därför inte ha börjat härda. Tiden som löper från att bindemedelskomponenterna har blandats i sanden tills blandningen börjar härda kallas ”bänktid”. Ur processteknisk synvinkel är det lämpligast att bänktiden är lång. Efter att gasen satts till kärnlådan behöver däremot kärnmassan härda (dvs stelna) snabbt, så att den färdigtillverkade kärnan snabbt och säkert kan lyftas ur kärnlådan.

Gaserna kan vara sådana som ingår i reaktionen och bäddas in i de färdiga bindningarna – eller vara katalysatorer, dvs delta i härdningsprocessen utan att förbrukas. I de här båda fallen, Coldbox och epoxy-SO₂, fungerar gaserna som katalysatorer – de ingår i härdningen men förbrukas inte och måste därför omhändertas efteråt.

2.1.2 Skillnader mellan kärnbindemedlen

Det finns stora likheter för hur de båda kärnbindemedelssystemen fungerar, men det finns också stora skillnader mellan dem. Ett urval av dem redovisas i tabell 1.

Tabell 2. Några skillnader mellan de aktuella bindemedelssystemen.

Coldbox	Epoxy-SO ₂
Världens mest använda kärnbindemedel	Mycket få användare

Coldbox	Epoxy-SO2
Bindemedel: fenol + isocyanat. Gas: amin	Bindemedel: akrylat + epoxy. Gas: SO2
Bänktiden påverkas av omgivningen	Bänktiden så gott som obegränsad
Innehåller organiska lösningsmedel	Fritt från lösningsmedel

2.2 Miljöavtryck

Det grundläggande syftet med fallstudien var att jämföra två kärnbindemedel ur ett miljöperspektiv. Men syftet var också att undersöka om den valda metoden fungerar också för miljöbedömningar av andra kärnbindemedel. Strategin här var att bedöma miljöpåverkan från en jämförelse mellan två likvärdiga producerade produkter från respektive företag.

Utgångspunkten i fallstudien var att starta med metoden för miljövarudeklaration (EPD) för produkter. I en fullständig EPD utgår man från en livscykelanalys (LCA) och beskriver en produkts miljöprestanda genom hela dess livscykel. En EPD tas fram och publiceras enligt den internationella standarden ISO 14025, men fullt så detaljerat var inte syftet här. I arbetet med att skapa en EPD beaktas ett antal parametrar som får ligga till grund för att bedömningen blir allsidig. Inför fallstudien valdes några pågående EPD-arbeten hos RISE som inspirationskälla för att få fram viktiga och lämpliga parametrar för jämförelserna.

Att göra miljöjämförelsen med hjälp av en produkt istället för att granska processen krävde till att börja med att en jämförbar produkt kunde definieras. Det skulle vara en produkt som finns hos båda gjuterierna och som är relativt likvärdig i storlek, form, hållfasthetskrav osv. Med detta som grund valdes vevrumskärnorna som studieobjekt.

Kärnan som produkt är lite speciell, eftersom den tillverkas för ett enda syfte: att användas en gång för att skapa ett hålrum i godset och i samband med det brytas ned och att sandresterna töms ur det färdiga godset. Vid tillverkningen blandas de kemiska bindemedelskomponenterna in i sanden och vid blackning och gasning kommer ytterligare kemiska ämnen att bidra till miljöpåverkan. Dessutom används energi i olika former vid tillverkningen. I själva användningsfasen uppstår ett antal miljöaspekter som vi försökte mäta eller uppskatta, men samtidigt hålla annat än bindemedlen utanför fokus.

Med EPD-standarderna som bakgrund valdes åtta olika miljöpåverkansområden ut till jämförelsen.

Global uppvärmning är dagens mest diskuterade miljöpåverkansfråga. Här är frågan om hur gasblandningarna som emitteras från kärnanvändningen bidrar till atmosfärens uppvärmning. Här har olika ämnen olika påverkan, både relativt andra ämnen, men också beroende på vilken tidshorisont man väljer att definiera. Olika ämnen har olika nedbrytningstider i atmosfären; den valda parametern "GWP100a" innebär att bedömningen för uppvärmning görs på 100 års sikt. Enheten "CO₂-ekvivalenter" är ett

sätt att jämföra gasblandningens påverkansgrad med hur mycket CO₂ som skulle krävas för att uppnå samma påverkan.

Uttunning av ozonskiktet innebär att jordens skydd mot solens ultraviolettera strålar påverkas negativt. Denna miljöparameter är till sin allra största del kopplad till kolväten som innehåller halogener, oftast klor eller fluor. Normalt ingår inte sådana ämnen i gjuteriprocessen.

Försurning kommer från utsläpp av försurande ämnen, tex svaveldioxid och kväveoxider. I atmosfären kan de transporteras långa sträckor, förena sig med vatten och bilda surt nedfall. Jämförelsetalet här är g SO₂-ekvivalenter; emissionernas försurningspotential jämförs alltså med ren SO₂. I epoxyprocessen används SO₂ som katalysator, men i emissionerna från nedbrytningen av den färdiga kärnan har inte SO₂ hittats.

Eutrofiering innebär att emissioner av växtnäringsämnen, tex kväve och fosfor, leder till övergödning i sjöar och vattendrag. Jämförelsetalet är fosfatekvivalenter.

Påverkanstypen **fotokemisk reaktion** behandlar följderna av reaktioner mellan små kemiska föreningar som sker med hjälp av tex ultraviolett strålning. Här används totalhalter av VOC, där mängden metan räknats bort, för jämförelsetal.

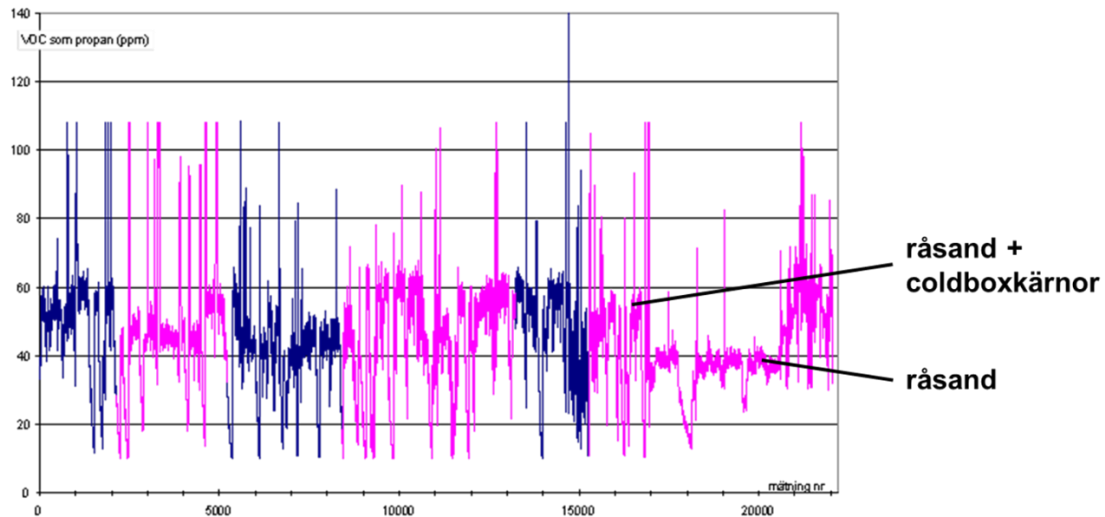
Utarmning av abiotiska resurser avser att ämnen som i praktiken inte kan nyskas blir förbrukade. Här är parametern indelad i grundämnen (och den delen är sannolikt inte aktuell) och fossil energi (där processerna definitivt bidrar till miljöpåverkan).

Vattenbrist är en parameter som beskriver vattenförbrukningen i liter vatten. Här bedöms dock vattentillgångarna vara så pass stora att risk för vattenbrist inte omedelbart föreligger.

Tabell 2. Påverkanstyper som beaktats i den här fallstudien.

Påverkanstyp	Enhet	Impact category
Global uppvärmning (GWP100a)	kg CO ₂ eq	Global warming (GWP100a)
Uttunning av ozonskiktet (ODP)	mg CFC-11 eq	Ozone layer depletion (ODP)
Försurning	g SO ₂ eq	Acidification
Eutrofiering	g PO ₄ --- eq	Eutrophication
Fotokemisk oxidation	g NMVOC	Photochemical oxidation
Abiotisk utarmning, grundämnen	mg Sb eq	Abiotic depletion, elements
Abiotisk utarmning, fossila bränslen	MJ	Abiotic depletion, fossil fuels
Vattenbrist	Litre eq	Water scarcity

I ett tidigare genomfört projekt var syftet att få fram mängden VOC som emitterades i en maskinformsningsprocess. Där placerades en FID-analysator i ventilationen från en gjutlina, där gråjärn göts i formar med bentonitbunden sand och med kärnor av Coldbox.



Figur 2. Uppmätta VOC-halter från ett råsandssystem med och utan coldboxkärnor i formarna. Lägg märke till hur nivåerna varierar, vilket gör att ett enskilda stickprov kan vara mer eller mindre representativa för processen. Källa: "Utvärdering av AO-teknik i ett svenskt råsandsgjuteri".

De refererade mätningarna visade att det är en stor variation under produktionens gång. Detta gör resultaten svåra att tyda. Att mäta i verkliga ventilationen innebär också att mätningen görs på hela produktionen, alltså inklusive formmassa, black, släppmedel osv. I den här studien var syftet att speciellt undersöka kärnbindemedlen och skala bort så mycket som möjligt av sådant som inte var direkt relaterat dit.

3 Genomförande

3.1 Metod och avgränsningar

I fallstudien betraktades de tillverkade vevrumskärnorna som produkterna som jämförs. Som jämförelsetal bestämdes att alla innehåll i kärnorna beräknades på en mängd av 100 kg tillverkad kärna.

I ett gemensamt beslut valdes att avgränsa fallstudien till aktiviteter som sker innanför grindarna på företagen. Det betyder att exempelvis transporter av bindemedel (från olika länder i Europa till gjuterierna) eller avfall (från gjuterierna till svenska avfallshanterare) valdes bort. Samma bindemedelsprodukt kan komma från olika länder i Europa vid olika tillfällen, så påverkan från tillverkning och transport kan variera. Också leveranserna av sand – vilket är ungefär 99 procent av kärnans innehåll – skulle påverka resultaten på ett olämpligt sätt; om båda företagen använder sand från samma källa vid södra Vättern är ju avståndet till Skövde drygt 60 km och till Södertälje mer än 330 km.

Inledningsvis utfördes processgenomgångar för kärntillverkningsprocesserna i företagen. Blandningsrecept togs fram, liksom processbeskrivningar i så stor utsträckning som möjligt. De säkerhetsdatablad som bindemedelsleverantörerna skickar med leveranserna samlades in och granskades. Därigenom erhöles en ungefärlig lista på ingående komponenter i de koncentrationsintervall som leverantörerna uppgett. Försök att få fram konsumtionen av vatten, energi och katalysatorgas gjordes, men till stora delar lyckades inte detta, eftersom sådana mätningar inte utförs.

Normalt blackas vevrumskärnorna innan de används. I samband med det torkas blacken i varmluft, vilket ger en första termisk påfrestning på kärnan. Denna torkprocess sker i omgivande luft vid ca 150°C och det är bara den yttersta delen på kärnan som blir uppvärmd.

Frågan om avfall som uppkommer från kärntillverkningen och kärnanvändningen valdes bort från undersökningen. Den viktigaste anledningen var att Scania vid tillfället befann sig just i uppstartsfasen för sitt nya gjuteri, och att rutinerna för avfallshanteringen inte var inarbetade. Hur avfallet hanteras är en aktivitet som styrs av avfallsmottagaren och ansågs vid tiden för fallstudien vara svåra att påverka.

För att utvärdera vad som avgas vid användningen av kärnorna gjordes två laboriemätningar, där de emitterade gaserna och partiklarna samlades in för analys med GCMS. Dels värmdes kärnorna till 150°C i luftatmosfär, vilket skulle simulera uppvärmningen i ugnen där blacktorkningen sker. För att simulera vad som händer i formhålligheten upphettades kärnorna till 600°C i syrefri atmosfär.

Hur själva mätprocedurerna gjordes beskrivs i rapporten från laboratoriet, se bilaga 1.

4 Resultat

4.1 Tillverkning av kärnor

För 100 kg tillverkad coldboxkärna användes 99 kg sand och 1100 g bindemedel. Säkerhetsdatabladet anger att till 100 kg coldboxkärna sätts ungefär

- 850 g polyisocyanat
- 250 g estrar
- Amingas som katalysator (mängduppgift saknas)

För 100 kg tillverkad epoxykärna användes 99 kg sand och 600 g bindemedel. Säkerhetsdatabladet anger att till 100 kg epoxykärna sätts ungefär

- 450 g prepolymer
- 150 g kumen + peroxid
- Svaveldioxidgas som katalysator (800 g)

För att inte redovisa alltför detaljerad information vad gäller recept och innehåll, har de olika komponenterna grovt grupperats enligt ovan. Säkerhetsdatabladet, som utgör underlag för beräkningen, anger samtliga ingående komponenter i ganska grova intervall.

Katalysatorgaserna ingår inte i den färdiga kärnan. Gasen måste dock komma i kontakt med bindemedelskomponenterna, vilket betyder att mängden gas som behöver användas kan bero på hur den aktuella kärnan är uppbyggd. Där finns en fördel i jämförelsen att båda vevrumskärnorna är relativt lika.

4.2 Kärnornas innehåll

Glödningsförlusten (ett ungefärligt mått på det organiska innehållet) i coldboxkärnan var 1,4 % och i epoxykärnan 0,8 %. Detta stämmer bra överens med informationen om hur mycket bindemedel som satsas enligt recepten. Några analyser av innehållet i de färdiga kärnorna gjordes inte. Det antas helt enkelt att processen har fungerat som tänkt, dvs bindemedlet har härdat. Om oreagerat överskott av någon av bindemedelskomponenterna finns, är det i så fall i mycket liten omfattning.

4.3 Emissioner till luft

4.3.1 Simulering av blacktorkning

Tabell 3 avser laboriemätningar av emissionerna från uppvärmningen av kärnorna till 150°C i luft (närvaro av syre), alltså simuleringen av blacktorkning. Till skillnad från de andra mätningarna är dessa värden inte omräknade till 100 kg kärna. Endast en liten del av kärnan når 150°C och emissionerna i det verkliga fallet är alltså betydligt mindre. Värdena redovisas mer som en indikativ jämförelse mellan båda kärntyperna. Några

partikelemissioner hittades inte vid mätningarna; endast emissioner i gasfas kunde detekteras.

Tabell 3.

Funna VOC i gasfas vid laboratoriemätningarna, ej omräknade till 100 kg kärna.

Emitterat ämne (CAS-nr) - gasfas	Coldbox	Epoxy
2,2,4-trimetyl-1,3-pentandiol diisobutytrat (6846-50-0)	150 mg/kg	157 mg/kg
Butanedioic acid, dimethyl ester (106-65-0)	180 mg/kg	-
Pentanedioic acid, dimethyl ester (1119-40-0)	1 100 mg/kg	-
Hexanedioic acid, dimethyl ester (627-93-0)	110 mg/kg	-
a-Metylstyren (98-83-9)	-	2 000 mg/kg
Totalt analyserat	1 500 mg/kg	2 100 mg/kg

4.3.2 Simulering av avgjutningen

Tabellerna 4 och 5 avser laboratoriemätningar av emissionerna från upphettningen och pyrolysen av kärnorna till 600°C i inert atmosfär (utan tillgång till syre). Vid pyrolysen emitteras såväl partiklar som gas. Tabell 4 anger funna VOC i partikelform och tabell 5 anger funna VOC i gasfas. Mätvärdena är omräknade till emitterad VOC per 100 kg kärna. De fullständiga analysresultaten redovisas i bilaga 1.

Tabell 4.

Funna VOC i partikelfas vid laboratoriemätningarna, omräknade till 100 kg kärna.

Emitterat ämne (CAS-nr) - partikelfas	Coldbox	Epoxy
Metylpalmitat (112-39-0)	16 g	7 g
C18-metylester (1937-62-8)	310 g	96 g
Bisfenol-A (99-80-05-7)	-	8 g
Totalt analyserat	320 g	110 g

Tabell 5.

Funna VOC i gasfas vid laboratoriemätningarna, omräknade till 100 kg kärna. Här namnges endast de kolföreningar som emitterades från båda bindemedlen. De som anges som "övriga" hittades bara från ett av proverna. Bilaga 1 innehåller den fullständiga tabellen.

Emitterat ämne (CAS-nr) - gasfas	Coldbox	Epoxy
Fenol (108-95-2)	120 g	80 g
2-metylfenol (95-48-7)	140 g	37 g
Acetofenon (98-86-2)	35 g	96 g
2,5-dimetylfenol (95-87-4)	95 g	19 g
Dimetylglutarat (1119-40-0)	160 g	13 g
2,4-dimetylfenol (105-67-9)	15 g	7 g
Dimetyladiopat (en syra) (627-93-0)	62 g	19 g
Övriga kolväten (se bilaga)	162 g	164 g
Totalt analyserat	790 g	430 g

5 Utvärdering

I den här utvärderingen användes resultaten från laboriemätningarna vad gäller emitterade ämnen och deras inbördes mängder vid 600°C. De parametrar som presenteras i tabell 2 (se avsnitt 2.2) användes vid utvärderingen. För flera av dem är påverkan från kärnorna mycket låg, och de har i så fall approximerats till noll.

Global uppvärmning. Här saknas för närvarande miljödata för majoriteten av de emitterade ämnena. Parametern lämnas därför tom tills vidare. I och med att kunskapen om ämnena kommer att öka, kan denna parameter bli avgörande för miljöbedömningar som denna. Tills dess måste ytterligare forskning kring de här ämnenas påverkan på klimatet genomföras.

Uttunning av ozonskiktet. Listan över aktuella ämnen innehåller i stort sett bara halogenerade kolväten. Några sådana finns inte i våra analyser, och parametern sätts till noll.

Försurningspotential och eutrofiering. Försurningspotentialen är inte aktuell för Coldbox, men i epoxyprocessen förbrukas ren SO₂ som härdargas. Vi har en uppgift på ungefär hur mycket som förbrukas, men vi har inte någon uppgift på hur mycket som emitteras. Eutrofiering är inte aktuell för epoxy metoden, men kan vara det i Coldbox. Här saknas information om ev emissioner från båda företagen, och parametrarna lämnas därför utan värde i jämförelsen.

Fotokemisk oxidation är i praktiken ett mått på organiska VOC, där metan räknats bort. I de här analyserna räknas också metylpalmitat bort, eftersom ämnet inte ingår i VOC-definitionen pga alltför hög kokpunkt. Metylpalmitat utgör dock en mycket liten del (under 1,5 %) av emissionerna, och påverkar inte de här mätningarna nämnvärt. NMVOC är 1 100 g för coldbox och 533 g för epoxy.

Abiotisk utarmning, grundämnen och fossila bränslen. I kategorin "grundämnen" är parametern sannolikt mycket låg och sätts till noll för båda bindemedlen. Kategorin "fossila bränslen" är säkert inte noll, men mätvärden saknas för en bedömning. Detta bör kunna mätas i framtiden, även om det alltså inte görs nu. Parametern lämnas därför tills vidare.

Vattenbrist. Vatten ingår inte aktivt i någon av processerna. Därför saknas data, och vattenförbrukningen sätts till noll för båda bindemedlen.

Eftersom bra klimatdata saknas ämnesvis för emitterad VOC, kommer alla funna VOC att jämföras till att ses som likvärdiga. Det leder till att den viktigaste åtgärden för att minska miljöpåverkan är att minska förbrukningen av bindemedel.

Tabell 6.

Jämförelse mellan miljöpåverkan av kärntillverkningsmetoderna Coldbox och epoxy. Värden anges i g per 100 kg tillverkad kärna. Värdet "0" innebär att parametern approximativt satts till 0. Värdet "-" betyder att parametern sannolikt är för stor för att lämnas därhän, men att tillförlitliga värden saknas.

Påverkanstyp	Coldbox	Epoxy
Global uppvärmning (GWP100a) *	-	-
Uttunning av ozonskiktet (ODP)	0	0
Försurning	0	(800)
Eutrofiering	-	0
Fotokemisk oxidation	1 100	530
Abiotisk utarmning, grundämnen	0	0
Abiotisk utarmning, fossila bränslen **	-	-
Vattenbrist	0	0
Total påverkan	1 100	530

6 Slutsatser och diskussion

Syftet med denna fallstudie var att jämföra vilken miljöpåverkan som blir följden av att välja någon av kärntillverkningsmetoderna Coldbox eller epoxy-SO₂. Arbetet har starkt inriktats mot de emissioner till luft som användningen av kärnor leder till. Det finns förstås annan miljöpåverkan kopplad till kärntillverkning och valet av kärnbindemedel, men här visade det sig vara svårt att ta fram sådana jämförbara data för processerna.

Slutsatsen blir att studien inte säkert kan säga vilken av metoderna som är bäst miljöval. Eftersom kunskapen om hur olika kolväten påverkar t ex klimatet är låg, betraktades alla kolväten som likvärdigt påverkande. Följden blev att den viktigaste frågan för miljöpåverkan är mängden bindemedel som tillsätts vid kärntillverkningen. Det bindemedel som kan fungera med lägst tillsatser blir alltså det som ger lägst miljöpåverkan. I de här specifika fallen är det epoxymetoden som ger minst miljöpåverkan, men om det går att minska tillsatserna av Coldbox till samma mängder, blir miljöpåverkan – med dagens data för GWP_{100a} – likvärdig. Samtidigt är det nog en fråga om flera års processutveckling för att komma dit, och då finns förmodligen mycket av sådan data som saknas idag.

Det är förstås också lämpligt att minnas att mängden CO₂ som avges från processen minskar i takt med att bindemedelsmängden minskas. Ur alla synvinklar gynnas miljön och hållbarheten av att bindemedelstillsatserna hålls så låga som möjligt. För de båda deltagande företagen kan den här studien förmodligen ge inspiration till hur tillsatserna kan minskas, eftersom de processgenomgångar som genomförts internt sannolikt har gett upphov till ytterligare frågor och kunskap om de egna processerna och hur de ska göras mer hållbara.

Den andra frågan är om är detta en lämplig metod att använda också för andra bindemedelssystem? De parametrar som funnits med i denna fallstudie är nog tillräckligt omfattande och allsidiga, men för närvarande måste man tyvärr invänta mer detaljerad kunskap kring hur olika kemiska ämnen påverkar yttre miljön. Rekommendationen för den som vill utvärdera andra kärnbindemedel blir också – just nu - att den tillsatta mängden bindemedel är den mest påverkande parametern.

7 Referenser

Gjuterihandboken. <https://metallkompetens.se/metallkunskap/gjuteriteknik/>

BS EN ISO 14025:2010. Environmental labels and declarations. Type III environmental declarations. Principles and procedures

Ulf Gotthardsson, Magnus Klingspor: "Utvärdering av AO-teknik i ett svenskt råsandsgjuteri". IVL Svenska Miljöinstitutet 2008.

Tore Nilsson: "Kernefremstilling med epoxy kan erstatte coldbox kerner". Stöberiet 4/2022. Utgiven av Danmarks Stöberitekniske Forening 2022.

8 Bilaga 1. Analysprotokoll (3 sid)



REPORT

Contact person	Date	Reference	Page
Richard Sott Division Materials and Production +46 10 516 57 89 richard.sott@ri.se	2022-04-28	O100152/1119193	1 (3)

Swerea SWECAST AB
Ulf Gotthardsson
Tullportsgatan 3
553 22 JÖNKÖPING

Characterization of volatile organic compounds emitted from heated molding sand samples

Sample

Two molding sand samples provided by the customer
Sample labelling: Epoxy and Coldbox
Arrived RISE: April 2022
Date of test: 2022-04-11 to 2022-04-21

Method

The molding sands samples (1.0 g) were placed in a furnace heated to 150 °C for 30 minutes, and at 600 °C for 15 minutes (10 minutes after reaching 600 °C) under an N₂ flow at 5 l/min, see Figures below. The emissions were collected on XAD-2 adsorbent samplers with filters that collects the particle phase, connected to an air pump sampling the partial outgoing air flow at 200 ml/min. The XAD-2 adsorbent and the filter were extracted separately in dichloromethane using DEHP-d4 as internal standard, and the extracts were analysed by GCMS analysis. The concentration of volatile organic compounds was determined in equivalents of DEHP-d4.

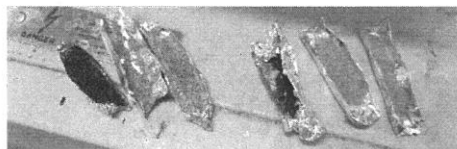


Figure 1. Molding sand samples after heating at 600 °C, 150 °C, and before heating. Sample Coldbox to the left and sample Epoxy to the right.

Results

The results are presented in the following tables.

Table 1. Gas-phase emissions of sample Epoxy at 150 °C.

Compound	CAS	mg/kg
α -Methylstyrene	98-83-9	2000
2,2,4-Trimethyl-1,3-pentanediol diisobutyrate	6846-50-0	157
Sum of all compounds	-	2100

RISE Research Institutes of Sweden AB

Postal address	Office location	Phone / Fax / E-mail
Box 857	Brinellgatan 4	+46 10 516 50 00
SE-501 15 BORÅS	SE-504 62 BORÅS	+46 33 13 55 02
Sweden		info@ri.se

This document may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of RISE.



Table 2. Particle-phase emissions of sample Epoxy at 150 °C.

Compound	CAS	mg/kg
n.d.	-	<50
Sum of all compounds	-	<50

Table 3. Gas-phase emissions of sample Coldbox at 150 °C.

Compound	CAS	mg/kg
Butanedioic acid, dimethyl ester	106-65-0	180
Pentanedioic acid, dimethyl ester	1119-40-0	1100
Hexanedioic acid, dimethyl ester	627-93-0	110
2,2,4-Trimethyl-1,3-pentanediol diisobutyrate	6846-50-0	150
Sum of all compounds	-	1500

Table 4. Particle-phase emissions of sample Coldbox at 150 °C.

Compound	CAS	mg/kg
n.d.	-	<50
Sum of all compounds	-	<50

Table 5. Gas-phase emissions of sample Epoxy at 600 °C.

Compound	CAS	mg/kg
α -Methylstyrene	98-83-9	1400
Phenol	108-95-2	800
Phenol, 2-methyl-	95-48-7	370
Acetophenone	98-86-2	960
Phenol, 2,5-dimethyl-	95-87-4	190
Pentanedioic acid, dimethyl ester	1119-40-0	130
Phenol, 2,4-dimethyl-	105-67-9	70
Hexanedioic acid, dimethyl ester	627-93-0	190
Tetradecane	629-59-4	120
Pentadecane	629-62-9	78
Dodecanoic acid, 1-methylethyl ester or similar	10233-13-3	44
Sum of all compounds	-	4300

Table 6. Particle-phase emissions of sample Epoxy at 600 °C.

Compound	CAS	mg/kg
Hexadecanoic acid, methyl ester	112-39-0	72
9-Octadecenoic acid, methyl ester, (E)- or similar	1937-62-8	960
Bisphenol A	29348	85
Sum of all compounds	-	1100

Table 7. Gas-phase emissions of sample Coldbox at 600 °C.

Compound	CAS	mg/kg
Phenol	108-95-2	1200
Butanedioic acid, dimethyl ester	106-65-0	230
Phenol, 2-methyl-	95-48-7	1400
Acetophenone	98-86-2	350
Phenol, 2,5-dimethyl-	95-87-4	950
Pentanedioic acid, dimethyl ester	1119-40-0	1600
Phenol, 2,4-dimethyl-	105-67-9	150
Hexanedioic acid, dimethyl ester	627-93-0	620
2,2,4-Trimethyl-1,3-pentanediol diisobutyrate	6846-50-0	180
Hexadecanoic acid, methyl ester	112-39-0	110
9-Octadecenoic acid, methyl ester, (E)- or similar	1937-62-8	1100
Sum of all compounds	-	7900

Table 8. Particle-phase emissions of sample Coldbox at 600 °C.

Compound	CAS	mg/kg
Hexadecanoic acid, methyl ester	112-39-0	160
9-Octadecenoic acid, methyl ester, (E)- or similar	1937-62-8	3100
Sum of all compounds	-	3200

RISE Research Institutes of Sweden AB
Chemistry and Applied Mechanics - Chemical Problem Solving

Performed by

Examined by

Richard Sott

Camilla Nilsson

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 framtidssäkra 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, Internet: www.ri.se

Komponentgjutning
RISE Rapport 2023:81
ISBN: 978-91-89821-52-1