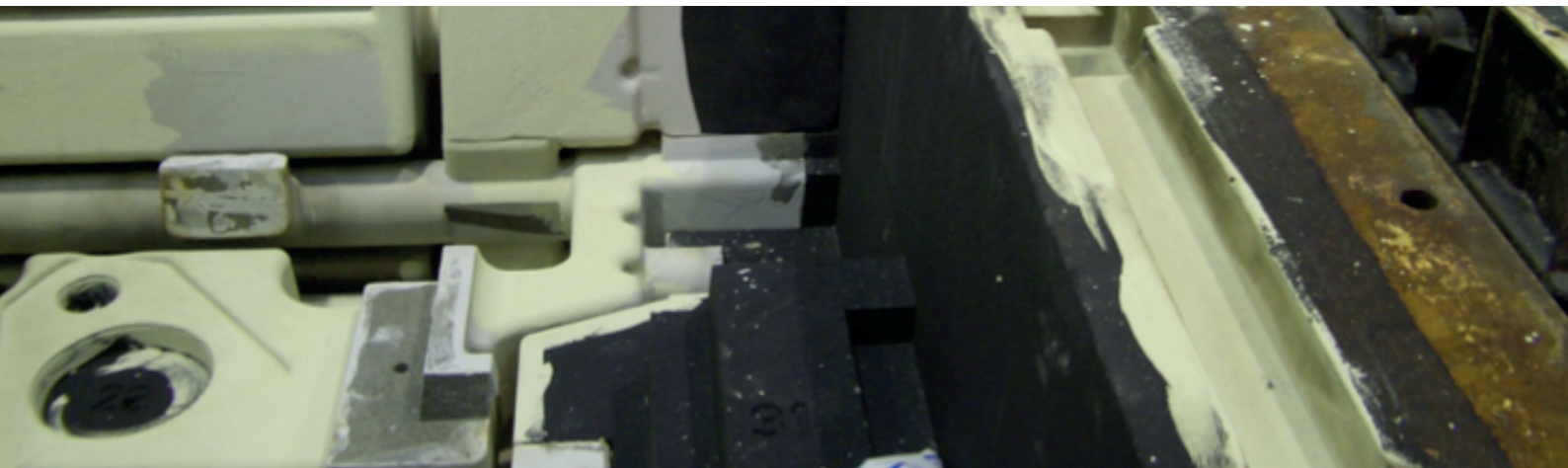


Grundlæggende støberiteknologi: Sand til koldhærdende forme og kerner



Indledning

Koldhærdende forme og kerner anvendes fortrinsvis i støberier, der gør brug af håndformning eller fremstiller støbegods i små serier.

Disse forme og kerner fremstilles af sand, hvor sandkornene holdes sammen med et koldhærdende bindemiddel, det vil sige et bindemiddel som "afhærdet" af sig selv og ikke behøver tilført varme eller gas. Et bindemiddel tilsættes i små mængder, typiske tilsætninger er mellem 1 og 3 %.

Sandet har på lige fod med bindemidlet en meget stor betydning for kvaliteten af forme og kerner. Det mest anvendte støberisand er kvartssand, der findes over hele verden, fx i form af strandsand. Men faktisk kaldes alle stenmaterialer med en kornstørrelse på 0,06-2 mm for sand. Det vil sige, at knuste bjergarter såsom olivin og kromit også betegnes sand, når de forekommer i de nævnte kornstørrelser.

Der findes således flere sandtyper, der kan anvendes i støberierne, men her skal kun de mest anvendte typer omtales, nemlig kvarts-, olivin-, kromit- og zirkonsand.

Hvorvidt et sand kan anvendes som form- eller kernemateriale afhænger af sandets egenskaber som fx ildfasthed, modstand mod udvidelse under opvarmning, tilgængelighed og pris.

Støbesand bliver i stor udstrækning genanvendt efter en regenereringsproces. Fig. 1 viser et eksempel på en kernepakket, der indeholder kerner fremstillet i både ny- og regenereret sand. Regenereret sand har ikke nødvendigvis de samme egenskaber som det oprindelige sand. Regenerering og regenereret sand omtales i et andet afsnit af grundlæggende støberiteknologi.

Bindemidlet, fremstillingsprocesser, udstyr etc. spiller også en stor rolle for fremstilling af forme og

kerner, og disse forhold omtales ligeledes i et andet afsnit af grundlæggende støberiteknologi.

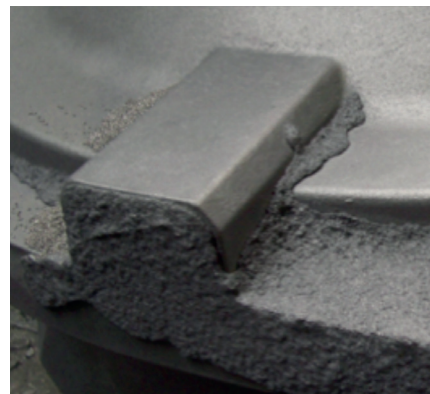
Sandets egenskaber

Sandets egnethed afhænger af dets kemiske sammensætning og sandkornenes form, størrelse og størrelsesfordeling.

Under støbning skal sandet kunne modstå metallets støbetemperatur uden sandkornene begynder at smelte sammen. Det kaldes sintning når sandkornene begynder at smelte sammen, og det er især et problem når det sintrede sand brænder sig fast på godset (fig. 2). Sandets ildfasthed er dets evne til at modstå de høje støbetemperaturer, og bestemmes af dets kemiske sammensætning.



*Fig. 1:
Kerner af forskellige sandtyper*



*Fig. 2:
Påbrændt sand*

I kvartssand er ren kvarts den ildfaste del af sandet. Ren kvarts har den kemiske formel SiO₂ (siliciumoxyd), og den har et meget højt smeltepunkt, ca. 1710 °C. Kvartssand burde derfor nemt kunne anvendes til støbning af støbejern og de fleste ståltyper. Men kvartssand indeholder foruden ren kvarts også en del følgestoffer, fx feldspat og glimmer, som alle har et betydeligt lavere smeltepunkt end kvarts. Kvartssand har derfor, afhængig af indholdet af ren kvarts et sintringspunkt fra ca. 1225 - 1450 °C.

På samme måde kan de andre sandtyper indeholde varierende mængder følgestoffer og dermed forskellige kemiske sammensætninger. I tabel 1 vises nogle egenskaber for sand med kvarts, olivin, kromit eller zirkon som hovedbestanddel. Bemærk at de nævnte egenskaber er retningsgivende. De forskellige sandtyper kan komme fra forskellige naturlige forekomster, og derfor have forskellige kemiske sammensætninger og indeholde flere følgestoffer. Derfor kan der være stor forskel på de fysiske egenskaber indenfor de enkelte sandtyper. Tabelværdierne er baseret på sandtyper af god kvalitet og giver et indtryk af, hvad man kan forvente af de forskellige sandtyper.



Fig 3: Kvartssand

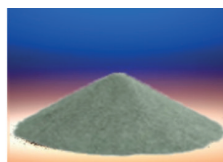


Fig 4: Olivinsand



Fig 5: Kromitsand



Fig 6: Zirkonsand

Udseende

Sandets udseende kan variere meget. Ren kvarts er farveløs og til en vis grad glasklar, men kvartssand kan være overtrukket af en gulbrun hinde af jernforbindelser. Kvartssandet kan indeholde følgestoffer, som kan være gule, violette, sorte, brune eller røde, og afhængig af deres mængde kan give kvartssandet farver fra hvidagtig til (mørke)brunlig. Olivinsand er grønt, og kromitsand er sortglinsende. Zirkonsands korn er gråagtig hvid. De forskellige sandtyper er vist i fig. 3 til 6, men andre farvekombinationer kan sagtens forekomme.

Vægtfylde og rumvolumen

Det kan være praktisk at vide, hvad en form eller kerne vejer. I tabel 1 angives sandmineralets vægtfylde og sandets rumvægt. Vægtfylde også kaldet massefylde eller densitet, angiver mineralets vægt per volumenenhed – gram/cm³. Vand har en vægtfylde på 1 gr/cm³ og mine-

ralet kvarts en vægtfylde på ca. 2,6 gr/cm³. Mineralet kvarts vejer altså 2,6 gange mere end vand. En liter vand (svarende til volumen af en terning, der er 10 cm på alle sider) vejer altså 1 kg, men 1 liter kvartssand vejer ikke 2,6 kg. Fyldes et litermål med kvartssand vil der være en vis mængde luft mellem sandkornene og derfor vejer en liter kvartssand mindre, nemlig ca. 1,5 kg. Dette mål betegnes kvartssandets rumvægt, og opgives normalt i kg/m³.

Også her gælder, at værdierne er retningsgivende. En kasse med store, ensartede korn har en mindre rumvægt end en kasse med mindre korn. Hvis sandkornene i formen har varierende størrelse, kan de små korn lægge sig mellem de større korn og dermed give formen en større rumvægt.

Sandforbruget for et emne, der vejer meget og fylder lidt (kompakt gods) er betydeligt mindre end for et emne, der vejer lidt men fylder meget (voluminøst gods). En tommelfingerregel siger, at sandvægten er ca. 4 – 6 gange mere end godsvægten.

Egenskab	Kvartssand	Olivinsand	Kromitsand	Zirkonsand
Farve	Hvid/brun	Grøn	Sort	Hvid/brun
Vægtfylde g/cm ³	2,65	3,5	4,3	4,7
Rumvægten kg/m ³	1490	1700	2670	2770
Sintringstemperatur °C	1200-1450	1450-1500	>1500	>1600
Kornform	varieret	kantet	kantet	rund
Kemisk formel	SiO ₂	(Mg,Fe) ₂ SiO ₄	FeOCr ₂ O ₃	ZrSiO ₄
Varmeledningsevne	1	0,75	1,5-2	1,5-2
Termisk udvidelse (%)	1.8	0.8	0.5	0.3

Tabel 1: Retningsgivende fysiske egenskaber af forskellige typer sand

Forme og kerner skal kunne opretholde en vis styrke under støbning og afkøling, og derfor skal der et vist lag sand til at holde metallet på plads. Dette er dog ikke ensbetydende med, at der kan anvendes sand i ukontrollerede mængder. Når der anvendes for meget sand stiger den mængde af formsandet, hvor bindemidlet ikke brænder bort under støbningen. Den ikke bortbrændte mængde bindemiddel betegnes som retursandets glødetab, og hvis det bliver for stort, kan det uafbrændte bindemiddel ved senere anvendelse give anledning til gasrelaterede støbefejl. Men sikkert er det, at produktionsomkostningerne vil stige, og ofte mere end man er tror.

En nem metode at kontrollere sandforbruget er som følger.

Støbt mængde støbegods i en periode:
310 tons

Binderforbrug i samme periode:
23 tons

Bindertilsætning:
1,1 % af sandvægten

Sandforbrug:
 $23/1,1 \times 100 = 2091$ tons

Forholdet jern/sand:
 $310/2091 = 1/6,8$

Hvis sandforbrugte normalt er 5,8 i gennemsnit, har man haft en periode med ekstra sandforbrug. Man bør så undersøge, om det skyldes en ændret ordresammensætning eller ukontrolleret sandspild. Denne simple måde at holde styr på sandforbruget bør udføres løbende.

Sintringstemperatur

Som omtalt tidligere er sandets ildfasthed dets evne til at modstå høje temperaturer, og at der er tale om sintring, når sandkornene begynder at smelte sammen. Sintring ødelægger ikke alene

sandkornene, men er også årsagen til, at sandet brænder fast på godset. Påbrænding skyldes dog ikke alene sandets ildfasthed men også sandkornenes form og størrelse, støbevægt, godstykkelse og tid i formen.

Jern og stål støbes sjældent på en ren sandoverflade men overfladen bliver sværtet med et beskyttende lag sværte. Derfor kan et kvartssand med en lav sintringstemperatur og egnet sværte sagtens anvendes til jernstøbegods. Sintring optræder først og fremmest i godsområder med stor varmepåvirkning (hot spots), se fig. 7. I så fald må der anvendes en sværte der bedre kan modstå påbrænding.

Sværtning omtales i et andet afsnit af grundlæggende støberiteknologi.



Fig. 7:
Sintring i hot spot områder

Kornform

Sandkornenes form, størrelse og størrelsesfordeling har betydning for sandets egenskaber såsom luftighed, flydeevne, overfladekvalitet, styrke og metalindtrængning. Små korn giver en finere gods-overflade men kræver mere bindertilsætning. Runde korn vil under hurtig opvarmning ikke sprænges så let som sammensatte og kantede korn. Desuden kræver runde sandkorn mindre bindertilsætning da overfladearealet af runde korn er mindre end overfladearealet af kantede korn ved samme volumen at kornet Runde og glatte korn knuses ikke så nemt under blande- og transportprocesserne. Kantede korn

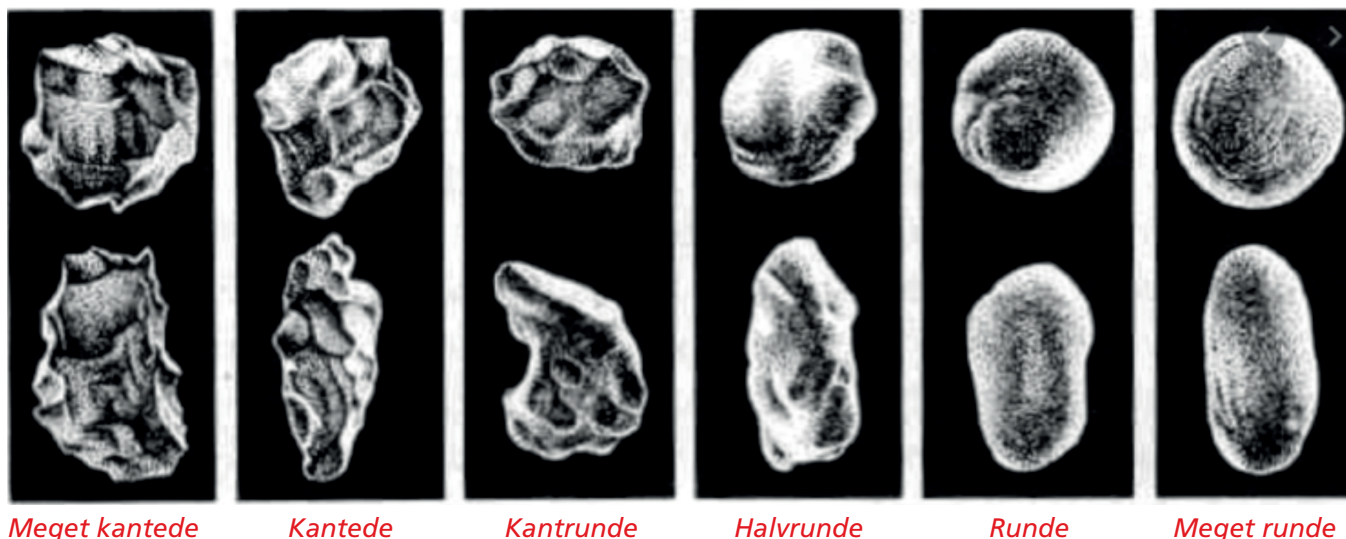
flyder dårligere i en sandblanding, men når de først er stam-pet sammen, giver det en meget stærk form eller kerne med en kompakt overflade.

Sand bestående af runde korn af samme størrelse vil have en stor luftighed, og gasser og damper under støbningen kan let slippe ud gennem formvæggen, men sandet vil have temmelig ringe styrke. Når sandkornene varierer i størrelse og form dannes flere kontakter, hvor bindemidlet kan danne binderbroer. Desuden kan sandet kompakteres bedre og yder derved større modstand mod indtrængning af metal. Men luftigheden formindskes selvfølgelig.

Det skal siges, at alt sand undergår en kornformsforandring under blande- og transportprocesserne i støberiet, især i skyderørsystemet, hvor sandkornene får en hård mekanisk påvirkning. Kantede korn kan blive rundere, og det kan forbedre sandets egenskaber, men der dannes også støv, som reducerer luftigheden og nedsætter styrken ved uændret bindertilsætning.

Middelkornstørrelse (mks) er vigtigt for overfladekvaliteten, og til vådsandsforme anvendes normalt fint sand, fx med middelkornstørrelse 0,20-0,25 mm. Selvhærdende formmaterialer bliver normalt sværtet, og derfor kan der anvendes et grovere sand, typisk middelkornstørrelse 0,30-0,35 mm. Med et grovere sand opnås en bedre luftighed og en stærkere form eller kerne. Man bør dog være forsigtig med at øge middelkornstørrelse for at opnå større styrke med mindre bindertilsætning. I praksis har det vist sig, at det kun kan lade sig gøre til en vis grad. I et støberi, hvor der blev fremstillet meget stort vindmølle-gods i SG-jern blev der anvendt et grovere sand for at minimere binderforbruget. Tilsyneladende kunne der tilsættes mindre binder, mens der kunne opretholdes

Fig. 9: Klassificering af sandform



den samme bøjebudstyrke (målt på en prøvestang). Imidlertid fik man konstateret mikrosugninger, sandsynligvis fordi formen ikke var stærk nok under støbningen og kunne give efter. I pågældende støberi blev herefter en maksimal middelkornstørrelse på 0,4 mm håndhævet.

Middelkornstørrelsen er vigtig, men fordelingen af kornstørrelserne (spredningstallet) er også vigtig. Et sand, der består af støv og grus kan have en tilfredsstillende middelkornstørrelse men kan selvfølgelig ikke anvendes som formsand. Normalt ligger sandet som en normalfordelingskurve spredt over 3 – 5 sigter (fig. 8).

Kornformen bestemmes ved at betragte en sandprøve under et mikroskop. De mest typiske forme er vist i fig. 9, hvor den øverste række viser de mere runde forme og den nederste række de mere aflange forme. Man kan også se

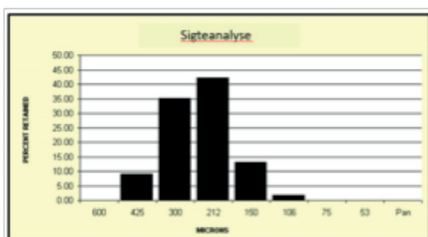


Fig. 8: Typisk sigteanalyse af formsand

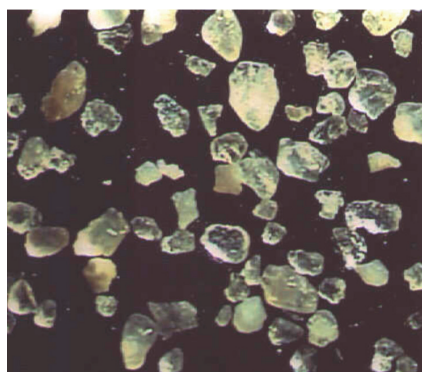


Fig. 10: Dansk kvartssand

på sandkornene efter deres opbygning, fx enkle eller sammensatte korn, eller man kan se på kornenes overflade, fx glatte, ru eller belagte overflader. Dansk kvartssand har hovedsageligt kantet kornform (fig. 10) mens et engelsk kvartssand kan have mere runde korn. (fig. 11). Bemærk sandets farver, som går fra nærmest transparente til rød og brun.

Som tidligere nævnt har sandkornenes form indflydelse på sandets egenskaber, men normalt udvælges sandet ikke ud fra sin kornform. De danske leverandører af kvartssand leverer sandet med den form det har, det vil sige kantrunde, men de kan levere sandet med den ønskede middelkornstørrelse og fordeling.

Kemisk sammensætning

I det daglige arbejde er det ikke afgørende vigtigt for støbe-

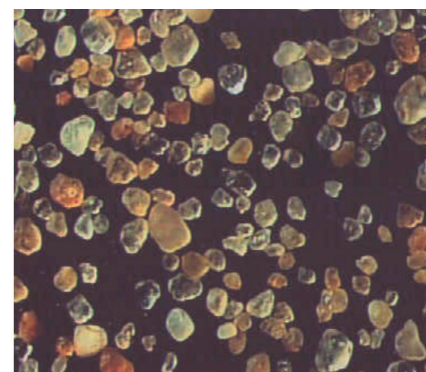


Fig. 11: Engelsk kvartssand

riteknikerer at have kendskab til de forskellige sandtypers kemiske formel, blot han har kendskab til de forskellige sandtypers vigtige egenskaber. For at forstå disse egenskaber er det dog en fordel at have noget kendskab til sandets kemiske sammensætning.

Det er muligt at indkøbe kvartssand med forskellig kemisk sammensætning, det vil sige forskelligt kvartsindehold. For eksempel findes tysk kvartssand med stor renhed (over 99,8 % kvarts) som har et højt sintringspunkt (min. 1450 °C) mens et svensk kvartssand med 90 % kvarts har et sintringspunkt på ca. 1225 °C. Et sådant sand med lavt sintringspunkt kan selvfølgelig ikke anvendes til støbning af svært jernstøbegods eller stål, men kan sagtens være velegnet til metalstøbning.

Dansk kvartssand med 98,9 % ren

	Kvartssand	Olivinsand	Kromitsand	Zirkonsand
SiO ₂	95-96% min	42%	1% maks	33 %
MgO		50%	10-12%	
Cr ₂ O ₃			45 % min	
ZrO ₂				66 % min
Al ₂ O ₃		2%	14-16 %	
Fe ₂ O ₃	0,3% maks.	7%	29 % maks.	0,1 % maks.
CaO	0,2% maks.	0,02%	0,1% maks.	
TiO ₂				0,15 % maks.

Tabel 2

kvarts (SiO₂) har et sintringspunkt på ca. 1450 °C og kan i de allerfleste tilfælde uden problemer anvendes til forme og kerne til jernstøbegods og metallegeringer.

Den kemiske sammensætning af kvartssand kan derfor variere meget med hensyn til indholdet af ren kvarts, hvilket især påvirker sandets ildfasthed. Når der tales om kvartssandets kemiske sammensætning menes som tidligere nævnt indholdet af ren kvarts.

Kvartssand må ikke indeholde calciumoxid (CaO) da oxiden har basisk karakter. Dette betyder, at en syrehærdet binder, fx furan, vil afhærde langsomt. Derimod vil et coldbox kernebindemiddel afhærde hurtigere, da basiske forureninger accelerer reaktionen mellem coldboxens del 1 og 2. Kvartssandets naturlige indhold af calciumoxid volder næppe vanskeligheder, men et med calciumoxyd stærkt forurenset kvartssand kan skabe store problemer. En sådan forurening kan ske, når sandet leveres i en tankbil, som har kørt med kalk og ikke er tilstrækkeligt rengjort efterfølgende. En tilbageværende mængde, ikke større end en par skovfulde, kan være tilstrækkelig til at ødelægge sandet. Dette sker sjældent, men er dog sket med det resultat af sandet i pågældende tilfælde afhærdede momentant i sandblanderen.

Zirkonsand består hovedsageligt af zirkonsilikat og har en kemi-

ske sammensætning med formelen ZrSiO₄. Zirkonsand skal indeholde minimalt 66 % ZrO. En anden vigtig bestanddel er SiO₂. Derudover kan mineralet indeholde forskellige forureninger, fx jernoxider (Fe₂O₃) og titanoxider (TiO₂). Disse oxider nedsætter sandets ildfasthed. Derfor må et zirkonsand maksimalt indeholde 0,10 % Fe₂O₃ og maksimalt 0,15 % TiO₂.

Olivinsand indeholder magnesiumoxid (MgO), som har basisk karakter, og kan derfor ikke anvendes til syrehærdende bindersystemer, fx furan, men ellers kan alle sandtyper anvendes til de mest almindelige koldhærdende bindersystemer.

Desuden er det vigtigt at huske på, at sandet er et naturprodukt og kan hidrøre fra forskellige lokaliteter har det ofte forskellige karakteristika så som kornform og følgestoffer alt efter udvindingslokaliteten. Det er derfor u hensigtsmæssigt, hvis et støberi begynder at skifte mellem leverandører/sand fra forskellige udvindingslokaliteter, idet variationerne i følgestoffer og kornkarakteristika kan være store, mens variationer inden for den samme udvindingslokalitet er små og uden betydning for støberiet, når processerne først er kørt ind.

De i tabel 2 viste kemiske sammensætninger gælder for støbe-

sand af høj kvalitet og er kun retningsgivende.

Varmeledningsevne

Kvartssandets varmeledningsevne er moderat, og den termiske stabilitet er stor. I tabel 1 angives varmeledningsevne relativt til kvartssand, som har værdien 1. Det betyder, at kromit med værdi 1,5-2 har en varmeledningsevne, som er halvanden til to gange større end kvartssandets. Det er derfor kromitsand (og zirkonsand) kan anvendes som kølende sand og olivinsand som isolerende sand i forhold til kvartssand.

Termisk udvidelse

Den termiske udvidelse angiver den procentvise volumenforøgelse under opvarmning til en bestemt temperatur. En stor ulempe med kvartssand er, at det undergår en stor ekspansion under opvarmning (fig. 12). Denne ekspansion er skyld i, at en form eller kerne kan revne under støbning. Når dette sker på et tidligt tidspunkt kan smelten udfylder disse revner og danne bladribber og støbefinner. Ved stuetemperatur har kvartssand en struktur (alfa-kvarts), der momentant omdannes ved 573 °C til en anden struktur (beta-kvarts). Ved denne omdannelse sker der en rumfangsforøgelse på 0,8 % og en deraf følgende ekspansion af sandkornene. Under afkøling omdannes beta-kvarts atter til alfa-kvarts.

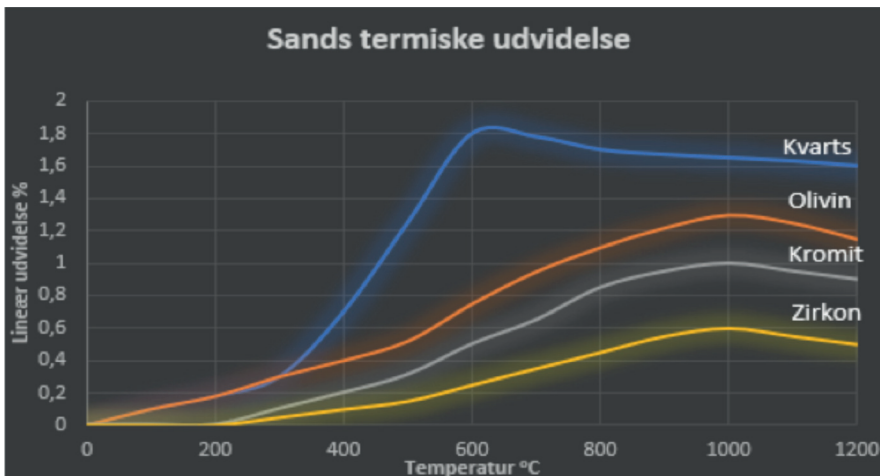


Fig. 12: Termiske udvidelse af forskellige støbesand

Man kan sammenligne denne strukturomdannelse med dannelse af is når vand afkøles under en bestemt temperatur, det vil for vand sige her sige ca. 0 °C (frysepunktet). Når is efterfølgende opvarmes og temperaturen kommer over frysepunktet dannes atter vand. Denne proces kan der kan forløbe i begge retninger i det uendelige og kaldes en reversibel proces. På samme måde kan alfa-beta omdannelsen en reversibel proces.

Og på samme måde som isdannelse kan sprænge vandrør, kan ekspansionen af kvartssand danne revne i forme og kerner og deformere støbegodset.

De andre sandtyper har betydeligt mindre termisk udvidelse under opvarmning og slet ikke den momentane omdannelse som

kvartssand har.

Tilgængelighed og pris

Sand fra nærområder er normalt betydeligt billigere end sand, der kræver lang transportvej, og leveringssikkerheden fra de lokale sandforekomster er normalt også større. I Danmark findes udmærket kvartssand, mens de andre sandtyper må importeres.

Beskrivelse af de forskellige sandtyper

Kvartssand

Kvartssand anvendes i de fleste støberier. Det er nemt tilgængeligt, har et forholdsvis højt sintningspunkt og er relativt billigt. Som allerede omtalt består kvartssand hovedsageligt af kvarts (SiO_2). Andre mineraler, der kan forekomme, er feldspat, glimmer, hornblænde, kalk, jernilte

etc. Disse følgestoffer nedsætter ikke alene ildfastheden, men kan også påvirke nogle kemiske bindere. Man ved ikke med sikkerhed hvorfor, men nogle bindertyper virker ikke lige godt med alle kvartssandtyper. For eksempel kan en binder virke udmærket i et støberi, der anvendes belgisk kvartssand men ikke i et støberi, der anvender svensk kvartssand. Den nærliggende årsag er, at svensk sand indeholder flere følgestoffer, men helt præcist hvordan det hænger sammen vides ikke.

Dansk kvartssand (fig. 13) har ret højt indhold af rent kvarts (SiO_2 eller siliciumdioxid), mens svensk kvartssand generelt har et lavere indhold af rent kvarts. Kvartssand med høj renhed og med afrundede korn kommer fra Belgien og Tyskland og giver de bedste støbningsresultater. Af forsyningsmæssige og økonomiske grunde bruger de fleste nordiske støberier kvartssand fra lokale forekomster.

Som allerede omtalt er en stor ulempe ved kvarts dens ekspansion under opvarmning. Mange tror, at regenereret kvartssand, som har været opvarmet under støbning, ikke ekspanderer under efterfølgende støbninger, men det er ikke helt rigtigt.

Kvartssandets strukturændring ved 573 °C er reversibel, og under opvarmning gennemgår regenereret kvartssand således den samme ekspansion som nysand. Mineralen cristobalit har identisk



Fig. 13: Udvinning af dansk kvartssand Foto: Dansand

kemiske sammensætning som kvarts, dvs. SiO_2 , men undergår under opvarmning ikke samme momentane ekspansion. Cristobalit kan fremstilles ved opvarmning af kvarts, og derfor er det nærliggende at tro, at kvartssand, der påvirkes af flydende jern kan blive omdannet til cristobalit. Denne omdannelse kræver dog lang tids varmpåvirkning ved temperaturer over $1470\text{ }^\circ\text{C}$ og finder næppe sted ved jernstøbning.

Grunden til, at mekanisk regenereret kvartssand modvirker dannelse af bladribber er, at det indeholder binderrester, ofte akkumuleret til et indhold på mellem 3 og 5 %. Denne mængde bortbrænder delvist under en efterfølgende støbning og giver derved sandkornene mulighed for at bevæge sig under kvartsekspansionen.

Svenske sandtyper som Baskarp sand indeholder mindre rent kvarts og kvartsekspansionen er derfor også betydelig mindre. Da kerner ofte fremstilles af nysand, anvender man Baskarpsand for at undgå revnedannelse i kernen, især da bladribber på udkernede godsdele kan være svære at fjerne.

Olivine Sand

Olivinsand findes hovedsageligt i Norge, USA, Sydafrika og Rusland, hvor de danske støberier får det hovedsageligt fra Norge.

Olivinsand fra Norge er udvundet og forarbejdet syd for Ålesund. Store klumper og klodser knuses til mindre sandpartikler, der derfor for det meste er splittede og kantformede. Desuden dannes mere støv under knusningen. Olivinsand har derfor et højere bindemiddelbehov.

Smeltepunktet for olivin er lidt højere end det for kvarts, men olivinsandets anvendelse skyldes især dets termiske egenskaber. Minimal ekspansion og sammentrækning under opvarmning giver god formstabilitet sammenlignet med kvartssand.

Olivinsand anvendes især i stålstøberier, der støber højtlegeret manganstål.

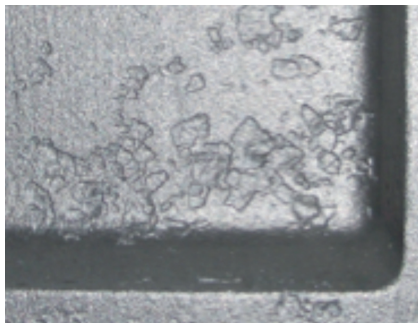


Fig. 14: Afskalninger

Olivinsand må ikke anvendes sammen med kvartssand da sintringspunktet i så fald reduceres, hvilket øger risikoen for penetration. Samme problem kan opstå, når der anvendes sværte, der indeholder olivin. Resultatet af en sådan uheldig kombination kan medføre afskalningen (fig. 14), især i de stærkt varmpåvirkede områder (hot spots).

På grund af olivins basiske karakter kan det ikke bruges med syrehærdende harpiksbindemidler.

Kromitsand

Kromitsand (FeCr_2O_4) udvindes primært i Sydafrika (fig. 15). Det er et kantet sand med gode køleegenskaber.

Som støbesand bruges det hovedsageligt i stålstøberier, ofte som modelsand, hvor kvarts anvendes som bagsand.

Kromitsand bruges også ofte i dele af forme eller kerner, hvor der kan forekomme ekstrem varmpåvirkning.

I jernstøberier anvendes det ofte til højt belastede kerner, især når fastbrændinger er svære at fjerne. Kromitsand anvendes også til at bortlede varme fra hot spots for dermed at undgå sugninger.

Kromit må ikke blandes med kvarts for at undgå dannelse af fayalit (Fe_2SiO_4), der nemt sintrer og kan forårsage penetration og formbrud.

Når forme fremstilles i kvartssand og der anvendes mange kromitkerner kan det ikke undgås, at der finder en ophobning sted af kromit i retursandet. I praksis har det vist sig, at andelen kromit

bør holdes under 10-15 % for at undgå problemer med dannelse af fayalit, der nedsætter formens ildfasthed.

Det er muligt at adskille kromitsandet fra kvartssandet, fx i et anlæg fra F.A.T. Kromitsand er meget dyrt, og derfor kan et sådant anlæg være en god investering.

I de senere år har der været eksempler på kromitsand med "dårlig kvalitet", selv når sandet er i overensstemmelse med kromit-specifikationerne (tabel 2). Problemet kendes fra danske, svenske og engelske støberier, men der findes ikke en afgørende forklaring på problemet.

Når en kerne, der normalt fremstilles i kvartssand, skal fremstilles i kromitsand anvendes ofte den samme vægtprocent bindertil sætning, og der opnås en meget stærk kerne. Årsagen er, at kromit vejer cirka 60 % mere end kvart og binder mængden bliver derfor også 60 % for stor, hvilket er for meget. Kromitsand er et knust produkt og indeholder en del finpartikler og støv og derfor er kornenes overfladeareal større end kvartssandets. Derfor skal der tilsættes cirka 20 % mere binder. Som udgangspunkt kan den nødvendige tilsætningsmængde beregnes på følgende måde:

Bindertil sætning kerne i kvartssand:
1,2 vægtprocent

Bindertil sætning kerne i kromitsand:
 $1,2 \times 60/100 = 0,72$ vægtprocent
20 % kompensation for overfladen:
 $1,2 \times 72 = 0,87$ vægtprocent

For hver liter kerne bliver mængden:

Kerne i kvartssand:
1 liter = 2650 gr
 $1,2 \times 2650 \text{ gr}/100 = 32$ gram binder

Kerne i kromitsand:
1 liter = 4300 gr
0,87 x 4300 gr/100= 37 gram binder

Zirkon Sand

Zirkonsand forekommer i Australien, Sydafrika og Florida.

Zirkonsand har stor ildfasthed og minimal udvidelse under opvarmning. Sandkornene er runde. Derfor anvendes zirkon til stålstøbegods med store krav til målnøjagtighed og overfladekvalitet.

Zirkonsand kan blandes med kvartssand uden problemer.

Zirkonsand har stor varmeledningsevne og kan anvendes som kølende sand ved at bortlede varme fra hot spots.

I zirkonsand er SiO_2 kemisk bundet og derfor findes ingen fri kvarts. Silikoserisikoen er derfor minimal.

Nogle zirkonleverancer kan inde-

holde betydelige mængder radioaktive mineraler og derfor måler støberier, der anvender store mængder zirkonsand, sandet for radioaktivitet med en Geigertæller. En anden ulempe med zirkonsand er dens høje pris.

Artiklen er udarbejdet for STØBERIET af Herbert Wolthoorn



Fig. 15: Kromitsandmine i Syd Afrika Foto: Plomp Mineral Services BV
