

NGU-rapport 88.126

**Mulig bruk av naturgass i mineralbasert industri
i Sør-Trøndelag**

Rapport nr.	88.126	ISSN 0800-3416	Åpen For offentlig
Tittel: Mulig bruk av naturgass i mineralbasert industri i Sør-Trøndelag.			
Forfatter: Svein Olerud		Oppdragsgiver: Plan og næringsavd. Sør-Trøndelag fylke	
Fylke: Sør-Trøndelag		Kommune:	
Kartbladnavn (M. 1:250 000) Trondheim		Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000)	
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 38	Pris: kr. 60,-
		Kartbilag:	
Feltarbeid utført:	Rapportdato: 30.06.88	Prosjektnr.: 2502.00.22	Seksjonssjef:
Sammendrag: Rapporten vurderer mulighetene for mineralbasert industri i tilknytning til en eventuell rørledning med naturgass gjennom Sør-Trøndelag. Prosesser som bruker gass som råstoff, som reduksjonsmiddel og som energikilde beskrives. Gass brukt som råstoff er bare vurdert for produksjon av carbon black og kunstgjødsel. Gass brukt som reduksjonsmiddel er vurdert for karbotermisk reduksjon av magnesiumoksyd, svovel- og svovelsyreproduksjon fra svovelkis, framstilling av jernpulver og svampjern. Gass brukt som energikilde i energikrevende mineralprosesser er vurdert for framstilling av magnesium, magnesiumoksyd, alumina, ildfaste materialer, planglass, wollastonitt, zeolitter, mineralull, keramiske fibre, teknisk keramikk, sement, brent kalk, lettklinker og teglstein. Forslag som bør utredes nærmere er produksjon av svovel og svovelsyre fra svovelkis ved en modifisert Kokkola prosess. Denne prosessen kan baseres på fimmalt svovelkis fra avfallsdammene på Løkken. Den forbruker gass og avgir høytemperaturdamp som kan brukes til el. produksjon. Produksjon av kunstig wollastonitt basert på kalkstein (fra Meldal?) og kvartsitt med gass som energikilde burde kunne lokaliseres til en gassledning. Andre prosesser som ut fra markedsvurderinger og tilgang på rimelig gass synes interessante er produksjon av carbon black, jernpulver, teknisk keramikk og keramiske fibre.			
Emneord	Prosesskjemi	Mineralutvinning	
Naturgass		Industrimineraler	
Metallurgi			

INNHold

Innledning	4
Gass som råstoff	8
Termisk spalting av metan, carbon black	8
Kunstgjødsel	9
Gass som reduksjonsmiddel	10
Karbotermisk reduksjon av magnesiumoksyd	10
Svovel og svovelsyre fra svovelkis	10
Metallpulver - pulvermetallurgi	16
Svampjern	16
Gass som energikilde	17
Magnesium	17
Magnesiumoksyd	18
Alumina, Anortal prosjektet	19
Ildfaste materialer	19
Planglass	20
Kunstig wollastonitt	21
Kunstige zeolitter	23
Mineralull	25
Keramiske fibre	27
Teknisk keramikk	28
Sement	30
Brent kalk	30
Lettklinker - Leca	30
Teglverk	31
Kombinasjoner av prosesser	32
Mineralforekomster i Sør-Trøndelag	33
Konklusjoner	34
Referanseliste	36

MULIG BRUK AV NATURGASS I MINERALBASERT INDUSTRI I SØR-TRONDELAG

Av Svein Olerud
Norges geologiske undersøkelse
Postboks 3006
7002 Trondheim

INNLEDNING

Denne rapporten til Sør Trøndelag fylke vurderer mulighetene for mineralbasert industri i tilknytning til en gassledning gjennom fylket. Det poengteres at rapporten legger fram endel tekniske ideer som må utredes nærmere for å kunne vurdere om de er realistiske. Det er ikke gjort økonomiske kalkyler for å vurdere lønnsomheten i de enkelte prosesser som er foreslått.

Mineralbasert energikrevende industri bruker ca 30% av den totale elektriske energi som produseres i Norge. Aluminium, ferrosilisium og jern/stål produksjon står for den alt vesentlige delen av dette forbruket. I disse tre metallurgiske prosessene er elektrisk energi selve grunnlaget for industrien, og den kan ikke erstattes av gass uten at denne først konverteres til elektrisk kraft. Tabell 1 viser energiforbruket i mineralbaserte prosesser i Norge, basert på data fra Statistisk Sentralbyrå.

Tabell 1: Energiforbruk i mineralbaserte prosesser i Norge.

	kull	koks	p-koks	olje	elek.	gass
		1000	tonn		GWh	1000t
Keramikk, glass					236	0.5
Teglvarer, betong	15.8			27	155	0.7
Jord og steinvarer	15.2	12.2			128	
Sement og kalk	127.2		8.8	12	221	
Jern og stål	4.2	258.5		15	2014	
Ferrolegeringer	371.6	446.9	5.9	4	7302	
Støping av jern/stål	1.6	0.2			223	
Aluminium			169.0	39	13084	2.0
Andre metaller		20.9		28	2181	26.0
Kunstgjødsel				66	3200	225.4
sum					28744	

Ved produksjon av el-kraft ligger virkningsgraden på 45-50% for kombinerte gassfyrte anlegg. For gassturbiner ligger virkningsgraden på vel 30%, mens for gassfyrte kondensanlegg ligger den på vel 40%. Ved direkte anvendelse av gassen til oppvarming utnyttes 75-80% av gassens energi. Fordelen ved å bruke gass ligger altså først og fremst i prosesser som kan utnytte energien bedre enn et gasskraftverk, samt i energiprisen for gass kontra el-kraft.

Det er lagt vekt på å vurdere industriprosessene fremfor mineralforekomstene i denne utredningen. Vurdering av industrianleggenes plassering i forhold til mineralforekomster vil være forskjellig fra tilfelle til tilfelle, men generelt kan man si at verdien av mineralene i de diskuterte prosesser er såpass lav at energikildens lokalisering ofte er av større betydning enn mineralforekomstenes plassering.

Rapporten tar for seg en rekke energikrevende industriprosesser basert på mineralske råstoffer. I noen av disse prosessene benyttes det idag gass, og i noen benyttes det olje, kull eller koks til oppvarming som relativt enkelt kan erstattes av gass. Prosessene kan deles inn i tre forskjellige typer etter anvendelsesområde for gassen:

1. Gass som råstoff. Her diskuteres bare produksjon av carbon black og hydrogen ved termisk spalting av naturgass og kunstgjødselproduksjon, da flere større prosjekter (SPUNG) for tiden arbeider med konvertering av gass.
2. Gass som reduksjonsmiddel. Følgende prosesser beskrives: svovel og svovelsyre fra svovelkis, produksjon av metallpulver, svampjern og magnesium koks.
3. Gass som energikilde i mineralbaserte prosesser. Det er her særlig sett på prosesser som idag benytter fossile brennstoff eller prosesser der gass kan erstatte elektrisitet. Følgende produksjonsprosesser beskrives: magnesium metall, magnesium oksyd, alumina, planglass, kunstig wollastonitt, kunstige zeolitter, mineralull, keramiske fibre, teknisk keramikk, sement, kalk, lettklinker og tegl. Alle disse prosessene vil med gass kunne kjøres med mindre forurensninger enn det som er tilfelle idag ved kull, koks eller oljefyrte anlegg.

Noen av de omtalte prosessene danner grunnlaget for veletablert bedrifter med gode markedsandeler som neppe lar seg flytte til en eventuell gassledning, særlig når det antakelig bare er et tidsspørsmål når de store industrikonsentrasjonene i Østlandsområdet vil få et distribusjonsnett for gass. Industri som kan være tjent med gass, men som det betraktes som vanskelig å etablere i Sør Trøndelag er magnesium metall, magnesium oksyd,

kunstgjødsel og sement. Mer interessant er nyetableringer av prosesser som ikke trenger gigantiske anlegg og har spesialiserte produkter for nisjer i markedet.

Forslag som bør utredes nærmere og etter forfatterens mening burde ha fortrinn ved en etablering i nærheten av en gassledning gjennom fylket er: svovel- og svovelsyreproduksjon fra svovelkis, produksjon av carbon black, jernpulver, kunstig wollastonitt, teknisk keramikk og keramiske fibre.

GASS SOM RÅSTOFF

Termisk spalting av metan, carbon black produksjon

En prosess med termisk spalting av naturgass, eller bestemte komponenter fra den kan gi rent karbon pluss ren hydrogengass som produkter. Spalting eller cracking foregår i et metallbad ved 15-1600 grader for metan gass og ved ca. 900 grader for etylen gass. Produkter fra en slik prosess vil være flere kvaliteter carbon black som har en rekke anvendelsesområder; Det brukes for eksempel 350 000t karbonprodukter i aluminiumsindustrien, det er et høyt forbruk som fyller i bilgummi, i børster i elektromotorer og videre i alle former for sverte og som komponent i plastikk.

Carbon black fra termisk spalting er meget rent sammenlignet med petrolkoksen som brukes i for eksempel silisiumkarbid og calciumkarbid produksjon. Man vil derfor kunne fremstille produkter med høyere kvalitet og pris på basis av carbon black, samtidig som prosessene forurenses mindre. Tradisjonelt lages carbon black ved nedmaling av mineralet grafitt, fra petroleumskoks i elektriske smelteovner eller ved partiell forbrenning av gass eller oljeproduktet. Det siste er imidlertid en sløsende og forurensende prosess. Det andre spalteproduktet, hydrogen har en rekke anvendelsesområder innen metallurgisk og kjemisk industri. (Det ovenstående er meddelt av forsker Ola Raaness, SINTEF.)

Kunstgjødsel

Kunstgjødsel produseres hovedsaklig fra ammoniakk, fosfater (fra fosforittlag eller mineralet apatitt), kaliumklorid (mineralet sylvin), kaliumsulfat, magnesiumsulfat og kalkstein. Med unntak av kalksteinen og ammoniakken importeres alle bestandelene. Norsk Hydro er eneste kunstgjødselprodusent i landet og har en sterk markedsposisjon internasjonalt.

Ammoniakk (NH_4) produseres nå vanligvis fra naturgass. Utgangspunktet er rent hydrogen, som betyr at ammoniakk effektivt tar vare på hydrogenoverskuddet ved naturgasskonvertering. Den enkleste måten å produsere ammoniakk på idag er i et komplett raffineri. Dette betyr at lokalisering av en slik produksjon må sees på landsbasis da det neppe er aktuelt med små produksjonsenheter. En kombinert utnyttelse av gass til f.eks. kraft og ammoniakk vil imidlertid kunne gi en positiv samspilleffekt mellom energi og investeringer (Bøckmann 1987). Det vil si at lokalisering av en ammoniakk/kunstgjødselabrikk til et gassfyrt kraftverk vil være gunstig.

Det kan nevnes at det er en viss interesse i industrien for bergarten eklogitt, som inneholder mineralene rutil og apatitt i interessante mengder. Rutil (TiO_2) er interessant som råstoff for titan metall og pigment, mens interessen for apatitt ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F},\text{Cl},\text{OH})$) skyldes fosforinnholdet og at det er en relativt enkel prosess å lage kunstgjødsel fra dette mineralet.

GASS SOM REDUKSJONSMIDDEL

Karbotermisk reduksjon av magnesiumoksyd

Magcoke eller magnesiumkoks er carbonholdig magnesium som brukes til avsvovling av jern i stålproduksjonen. Prosessen er basert på magnesiumoksyd og karbon som reagerer til et urent magnesium metall og karbonoksyd. For å hindre at reaksjonen går minst mulig tilbake brukes naturgass til kjøling av prosessen. Det vil si at store mengder gass kjøres gjennom prosessen uten å forbrukes, gassen blir til og med litt anriket på carbonoksyd i forhold til utgangspunktet. Dette er en prosess som trolig kan kjøres i relativt liten skala. (Informasjon fra prof. Tor Grong, SINTEF).

Svovel og svovelsyre fra svovelkis

Svovel og svovelsyre er et av de viktigste kjemiske stoffer i bruk i den industrialiserte verden, og forbruket pr. år er 57 mill. tonn, se figur 1 og 2 (Bain 1987). Svovel og svovelsyre produseres idag fra H_2S -holdig naturgass, fra organiske svovelforbindelser i råolje, fra oljeskifre, som biprodukt fra smelting av sulfidminerale, fra gedigene svovelforekomster der svovelet pumpes opp fra brønner ved hjelp av overhettad vanddamp (Frasch prosessen), fra svovelkis og fra sulfater. Bruksområdene er først og fremst i kunstgjødsel, titan pigment, gummi, treforedling og såpe produksjon. Dessuten har svovelsyre en rekke anvendelser i kjemisk og metallurgisk industri.

Den såkalte Outokumpu- eller Kokkola-prosessen (fig. 3) består i smelting av svovelkis i en atmosfære av oksygenfrie gasser (Argall 1967). Tørket

svovelkiskonsentrat blir blåst inn i toppen av en flammesmelter. Forbrenningsgass som fåes fra å forbrenne olje varmer og dekomponerer svovelkisen til elementært svovel og FeS-matte som kontinuerlig blir tappet fra bunnen av ovnen. Den svovelholdige gassen passerer så gjennom en varmegjennvinner og en serie med katalytiske konvertere som kondenserer svoveldampen til flytende svovel. FeS kan røstes ved hjelp av gass i en "fluid-bed" reaktor for å få SO₂, som brukes til svovelsyre produksjon i tillegg til kisavbrann som hovedsaklig er Fe₂O₃. Oljen som brukes til forbrenningsgass og atmosfære for reaksjonene kan erstattes av naturgass. Prosessen gir et stort varmeoverskudd i form av overhettete damp, da prosessen går ved 600atm og 500 grader. Det kan derfor produseres betydelige mengder elektrisitet i tillegg til svovel, svovelsyre og eventuelt svoveldioksyd. Teoretisk kan det produseres like store mengder elektrisk energi fra gassen ved denne prosessen som ved å brenne den i et gasskraftverk. Det fins flere muligheter for hvordan man kan utnytte kisen til alt fra produksjon av bare svovelsyre til en komplett utnyttelse til framstilling av svovel, svovelsyre, jern og andre metaller som fins i svovelkis konsentratet. Ved Metallurgisk Institut på NTH fins det en betydelig ekspertise på foredling av svovelkis. Fig. 1 (Bain 1987) viser svoveltilbudet i verden fordelt etter kilde. Av denne produksjonen kommer 16% fra svovelkis.

WORLD SULPHUR SUPPLY (Mt)			WORLD SULPHUR CONSUMPTION (Mt)		
	1985(r)	1986(p)		1985(r)	1986(p)
World*	58.14	57.52	World	57.37	56.73
Brimstone*	38.77	37.33	Brimstone	38.01	36.54
Pyrite	8.77	9.36	Pyrite	8.77	9.36
Other forms	10.60	10.83	Other forms	10.60	10.83
Western World*	38.85	37.34	Western World	39.23	37.39
Brimstone*	27.86	26.14	Brimstone	28.24	26.19
Pyrite	4.07	4.15	Pyrite	4.07	4.15
Other forms	6.92	7.05	Other forms	6.92	7.05
Communist World	19.28	20.22	Communist World	18.14	19.35
Brimstone*	10.91	11.20	Brimstone	9.77	10.35
Pyrite	4.70	5.22	Pyrite	4.70	5.22
Other forms	3.67	3.80	Other forms	3.67	3.78

*Includes supply from reclaim of vatted stock
(r) Revised. (p) Preliminary.
Totals may not add due to rounding.

(r) Revised. (p) Preliminary.
Totals may not add due to rounding.

Fig. 1 og 2. Svovel tilbud og forbruk i verden for 1985 og 1986 (Bain 1987).

Svovelmarkedet er meget komplekst på grunn av mange forskjellige råstoffer som prismessig kan konkurrere med hverandre (Toon 1986). Produksjon av svovel fra olje og gass er knyttet til utvikling i olje/gassmarkedet og er vanskelig å forutsi. Endel store produsenter har store lagre som presser prisene når de forsøkes solgt. Sovjet har store påviste forekomster av svovelholdig gass og prosess- anlegg for svovel ved Astrakhan der produksjonene for tiden er stengt av sikkerhetsmessige årsaker. Det er en usikkerhet i markedet om Sovjet vil eksportere mer i begynnelsen av 1990 åra. Produksjonene av svovel er spredt på svært mange land. Kunstgjødsel produksjonen er den viktigste avtaker og står for mer enn halvparten av forbruket. Dette gjør at markedet svinger endel med det konjunktur avhengige kunstgjødsel forbruket.

Fig 4-6 viser utviklingen i produksjonen av elementært svovel, gjenvunnet elementært svovel fra olje og gass og svovelskis konsentrat (US Bureau of Mines 1987). Det er en klar tendens at produksjon av elementært svovel går tilbake på grunn av de høye energikostnadene. Gjenvunnet svovel fra olje og gass har økt kraftig de senere år, men ventes å avta i de kommende år. Svovelskis markedet er preget av at den er transportømfintlig og hovedsaklig brukes lokalt til direkte produksjon av svovelsyre. En oppgang i prisen vil føre til at store mengder som i dag er avfall fra oppredningsverk vil bli tilgjengelig på markedet.

FLOW DIAGRAM of elemental sulphur recovery at the Kokkola smelter. The numbers refer to processes as follows:

1. Drying of flotation pyrite concentrate.
2. Combustion air preheater.
3. Flash smelting furnace (reaction No. 1).
4. Waste heat boiler.
5. Electrostatic dust precipitator.
6. Gas reheater.
7. Catalyzer No. I (reaction No. 2).
8. Gas cooler.
9. Catalyzer No. II (reaction No. 3).
10. Sulphur scrubber.
11. Liquid sulphur handling and cooling.
12. Autoclaves for arsenic removal.
13. Sulphur prilling and storage tower.
14. Liquid sulphur tank.
15. Gas scrubber.
16. Matte granulator.

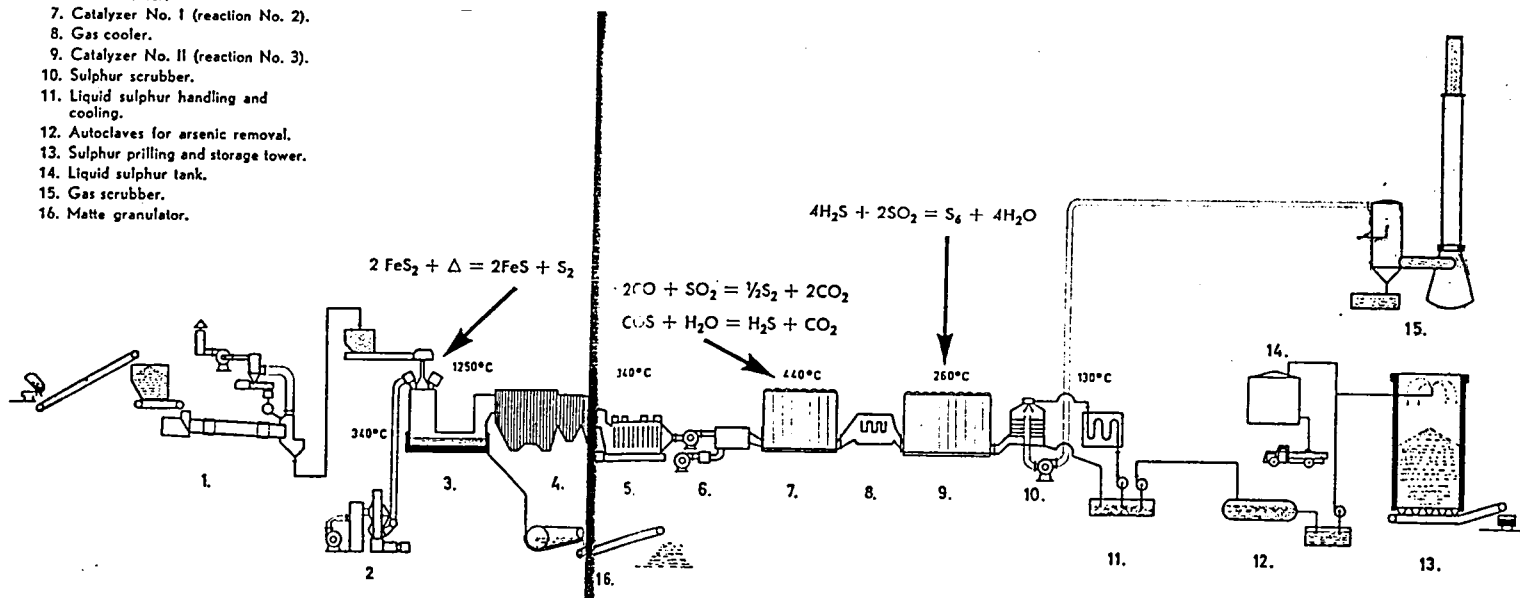


Fig. 3. Flyt skjema for produksjon av elementært svovel fra svovelskis ved Outokumpus anlegg i Kokkola, Finland (Argall 1967).

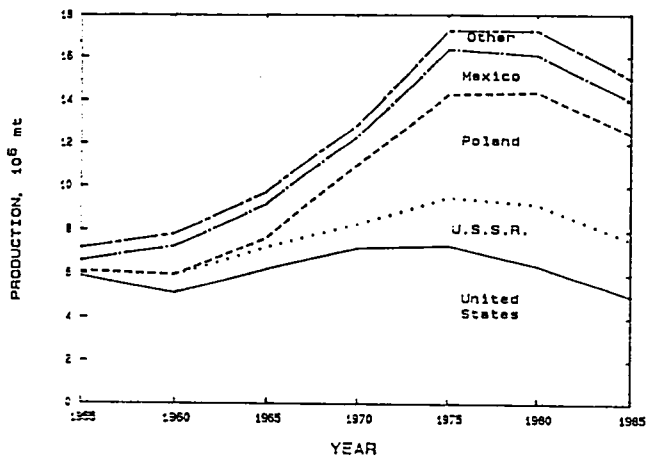


Figure 4 -World native elemental sulfur production, 1955-85.

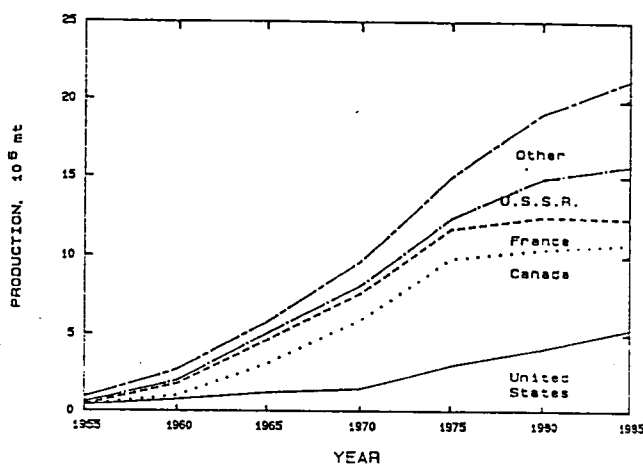


Figure 5.—World recovered elemental sulfur production, 1955-85

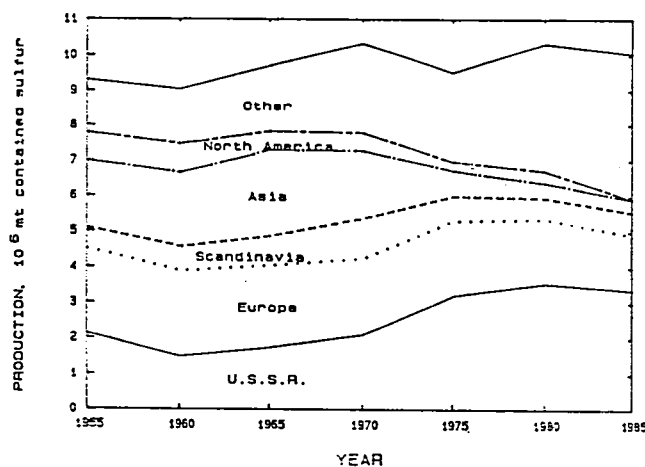


Figure 4.—World pyrite concentrate production, 1955-85.

Fig. 4, 5 og 6. Verdens produksjon av elementært svovel, gjenvunnet svovel (fra olje og gass) og svovel fra svovelkis.

Prisen på svovel er idag \$140 CIF nord Europa, den har økt jevnt i 1980 åra (Toon 1986, Harben 1986), inntil midt i 1987 da den gikk noe ned etter at tilbud og etterspørsel kom i balanse. US Bureau of Mines (1987) spår en nedgang i produksjonen av elementært svovel som vil starte i år.

Store mengder svovelkis er lagret i Trøndelag på tipper og i avfallsdammer ved gruvene i Løkken, Røros, Folldal, Joma og andre steder. På Løkken verk er det lagret ca 2 mill. tonn nyttbar, finmalt svovelkis i en avfallsdam, denne innholder ca 50% svovel, 0.2% kopper, og 0.2% sink

(pers kom. Harald Ese). Grong Gruver har lagret en tilsvarende mengde svovelkis i Huddingsvatnet i Røyrvik. Disse avfallsdeponiene representerer idag et alvorlig forurensningsproblem der de ligger, men vil muligens etter noe bearbeiding kunne bli råstoff for produksjon av svovel og svovelsyre eller svoveldioksyd produksjon etter noe bearbeiding. I tillegg vil en slik produksjon kunne ta svovelkis fra Grong gruber som idag dumpes og dermed forbedre økonomien til denne gruva som fortsatt er i drift.

Et anlegg basert på 200 000 tonn svovelkis pr år vil forbruke ca 31 MSm³ tørrgass og kunne produsere ca 100 000 tonn svovel i form av svovel og svovelsyre. Teoretisk vil dette gi 150 GWh elektrisk kraft. Avfallsproduktet vil være slagg som vesentlig består av jernoksyd i tillegg til 8-10% svovel, noen tidels prosent av kobber og sink og mindre andeler andre tungmetaller. Dette produktet vil det sannsynligvis være vanskelig å utnytte kommersielt.

Det anbefales at mulighetene for svovel/svovelsyre produksjon på basis av svovelkis fra avfallsdammer i Midt Norge og gass utredes nærmere. Spørsmål som må utredes på et tidlig stadium er:

1. Størrelse og anvendelighet av svovelkisdepotene.
2. Hvilken oppredningsprosess er nødvendig for å få et tilstrekkelig rent svovelkiskonsentrat.
3. Økonomisk forstudie av svovel markedet.
4. Forstudie av Kokkola prosessen, mulige tilpasninger og økonomiske vurderinger.

Metallpulver - Pulvermetallurgi

Metallpulvere brukes idag til støping av store serier kompliserte metalleder i for eksempel husholdningsmaskiner. Jernpulver blandes med andre metallpulvere til riktig legering og presses i en form ved ca. 2000 atm. hvor den så sintres ved 1500-2000grader til stål av ønsket kvalitet. Til fremstilling av jernpulver brukes magnetitt- eller hematitt-konsentrater i form av superslig, som for eksempel A/S Sydvaranger produserer en halv million tonn av. Denne supersligen reduseres så ved hjelp av hydrogengass (Pyron-prosessen), karbon (Høganes- prosessen) eller med naturgass (pers. kom. Leiv Kolbeinsen, SINTEF). Dette er teknikker som ansees å bli viktig i tiden som kommer, fordi det ikke nødvendigvis krever store metallurgiske anlegg til å produsere metallpulver eller ferdige produkter i store serier. Det finnes idag ingen produksjon av metallpulver her i landet.

Svampjern

Svampjern er en jernkilde for stålproduksjon på samme måte som skrapjern. Det antas at skrapjern vil bli mangelvare på grunn av overgangen fra de store stålverkene til ministålverk. Jernoksyd pellets reduseres i denne prosessen ved 8-900grader med karbonoksyd og hydrogen til et jernprodukt med ca 90% jern. Bare ca. en tredjedel av gassen blir forbrukt. Et svampjernverk må nødvendigvis være stort på grunn av de lave prisene på jernprodukter. Det planlagt svampjernverket til A/S Sydvaranger i Emden i Vest Tyskland ble som kjent ingen suksess og motiveringen for å prøve dette igjen er nok heller dårlig for tida, selv om forutsetningene har snudd seg en del siden den gang. (Informasjon fra prof. Tor Grong, SINTEF).

GASS SOM ENERGIKILDE

Magnesium

Magnesium er et lettmetall som ved legering kan bli meget sterkt. Det benyttes til aluminiumslegeringer for å gi disse økt styrke og som magnesiumlegeringer i spesielle konstruksjoner som fly og raketter, hvor det er viktig å ha lette materialer. Norsk Hydro i Porsgrunn er eneste magnesiumprodusent i landet, og de produserer 56 000t pr år som er ca. 20% av den vestlige verdens produksjon.

Råvarene til produksjonen er norsk dolomitt og sjøvann samt importert magnesiumklorid-oppløsning. Magnesium fremstilles ved kalsinering av dolomitt (inneholder 13% Mg) eller magnesitt (29% Mg) som begge gir mellomproduktet magnesiumoksyd. Magnesiumoksydet blir deretter behandlet med smelteelektrolyse sammen med $MgCl_2$ i en kloridsmelte eller ved en termisk reduksjon.

Både kalsineringen og elektrolyseprosessen er meget energikrevende; det totale energibehovet er ca. 19kWh/kg. Det foregår derfor en omlegging av magnesiumproduksjonen fra dolomitt til magnesitt som har en lavere kalsineringstemperatur og et høyere Mg-innhold. Norsk Hydros nye fabrikk i Canada er basert på magnesitt. Mineralene brucitt med 42% Mg og serpentin (20-26%Mg) er også aktuelle magnesiumkilder som vil kunne gi en energireduksjon i framstillingsprosessen i forhold til prosessen med dolomitt og sjøvann.

Norsk Hydro benyttet i 1986 26 000t tungolje og 11 000t gass til sin magnesiumdivisjon (Rosland 1987). Produksjonen omfatter både magnesium metall og magnesiumoksyd. Batell Columbus Lab. (1976) angir at 36% av den totale energibruken i Mg metall-produksjonen fra

dolomitt i USA er gass. En stor del av oljen som brukes i den norske Mg og MgO produksjonen kan trolig erstattes av gass.

Magnesiumoksyd

Magnesiumoksyd er et viktig råstoff i den industrialiserte del av verden. På grunn av magnesiumoksydets kjemiske inerthet og meget høye smeltepunkt blir det for framstilling av ildfast materiale i nesten alle typer høytemperatur-ovner som stålovner, metalliske prosessenheter, sementovner m.m. (Benbow 1987, Industrial Minerals 1987). Verdens forbruk av magnesiumoksyd er ca 8 mill. t og av dette går ca.80% til ulike typer ildfast materiale. Resten benyttes til framstilling av dyrefor, kunstgjødsel, spesialsement, kjemisk- og farmasøytisk industri, petrokjemi, fyllstoffer, pigmenter, m.m. Mer enn 65% av Mg-oksydet stammer fra magnesitt, mens resten kommer fra sjøvann, saltleier og saltsjøer. Det er hittil ikke funnet magnesittforekomster av interesse i fastlands Norge, men deler av landet regnes å ha et godt potensiale for funn. Mg-oksydet framstilles ved kalsinering av magnesitt eller andre Mg-mineraler. Dødbrent (1450-1750gr) magnesiumoksyd er hovedkvalitet for ildfast materiale, mens halvbrent (700-1000gr) magnesiumoksyd er en kvalitet som går til annen industriell anvendelse. Dette er energikrevende prosesser; 0.4KWH/kg for lettbrent oksyd og 1.0-1.5KWh/kg for dødbrent. For dødbrent MgO basert på magnesitt er ca. 70% av produksjonskostnadene energi, for lettbrent MgO det ca. 60%. Norsk Hydro selger endel lettbrent magnesiumoksyd som halvfabrikata fra sin magnesium produksjonen.

Alumina, Anortal prosjektet

Norsk aluminiumsindustri er basert på elektolyse av importert aluminiumoksyd (alumina). Dette er en meget energikrevende prosess (15kwh/kg), og Al-industrien forbruker 13TWh/år eller ca 14% av den totale elektriske energiproduksjon i landet. Gass kan ikke erstatte denne energien uten å først bli konvertert til elektrisitet.

Anortalprosjektet har vist at det er mulig å lute ut Al-innholdet fra mineralet anortitt i bergarten anortositt for å fremstille alumina. I Sogn fins det store mengder av denne bergarten. Alumina fremstilles ved hjelp av resirkulert saltsyre ved en temperatur på 105 grader. Til denne oppvarmingen kan gass brukes. Prosessen er prøvd i et pilotanlegg og er teknisk mulig å gjennomføre (pers. kom. P-R Graff, NGU), men har foreløpig ikke kunnet konkurrere med det importerte aluminaråstoffet basert på bauxitt. Aluminiumsindustrien er av så stor nasjonal betydning at alle prosesser som kan forbedre økonomien vil være av stor interesse.

Ildfaste materialer

Ildfast materiale brukes i alle metallurgiske prosesser, og omsetningen var f.eks i EF-landene på 1.7 milliarder \$ i 1983. De viktigste mineralene i produksjonen av ildfast stein er magnesitt, dolomitt, kvarts, olivin, grafitt, kyanitt, sillimanitt, andalusitt, bauxitt, aluminiumrike leirer, kromitt og zirkon. Disse mineralene brukes til framstilling av en mengde forskjellige kvaliteter som er strengt tilpasset bestemte kjemiske og metallurgiske prosesser. Produktene grupperes vanligvis i ildfast stein av høy-alumina, ildfast leire, silika og basiske materialer, samt i varmeisolerende stein og andre

spesielle kvaliteter. I Norge produserer A/S Olivin olivinbasert ildfaststein og stein for varmemagasiner, mens Åheim Borgestad Fabrikker A/S lager ildfaste og isolerende materialer av høy-alumina og silisium karbid typene.

Dolomittbasert ildfaste materialer er basiske og brukes til foringsstein i stålovner. Framstillingen krever temperaturer på over 1700 grader. Utnyttelse av nord-norsk dolomitt til slike formål har tidligere vært vurdert av bl.a. Norsk Jernverk A/S (Barkey 1987). Magnesiumoksyd er omtalt tidligere i rapporten, hele prosessen med fremstilling av ildfast stein fra dødbrent MgO krever 1-5 KWh/kg.

Markedet for ildfaste materialer er sterkt avhengig av variasjoner i metallproduksjonen. Det er spådd en viss nedgang i etterspørselen de kommende år (Power 1986). Det er samtidig en overkapasitet på produksjon av de fleste kvaliteter.

I framstillingen av ildfaste materialer er energikostnadene en stor del av produksjonskostnaden, da kalsinering, smelting eller støping ved 1500-2000 grader er vanlig. Naturgass vil i de fleste tilfeller kunne benyttes til oppvarming. Norge har utnyttbare forekomster av dolomitt og kvartsitt til produksjon av ildfaste materialer, men ingen av disse ligger i Sør-Trøndelag.

Planglass

Planglass eller vindusglass produseres ved smelting av kvartssand, soda, dolomitt, kalkstein pluss mindre andeler alkalier og flussmidler. Moderne fremstilling av planglass skjer ved den såkalte "float glass" prosessen der smeltet glass flyter på et bad av flytende tinn for deretter å få homogenisert spenningene under en

kjøleprosess. Energiforbruket er i størrelsesorden 1.5-1.8 kWh/kg. Det produseres ikke planglass i Norge i dag. Mesteparten importeres fra Sverige, England, Frankrike og Vest Tyskland.

De senere år har det vært forsøkt å etablere produksjon av planglass i Norge, blant annet var Orkdal sterkt inne i bildet i 1985/1986. Dette forsøket strandet på grunn av manglende DU-støtte og at oljeselskapet Tenneco trakk seg fra prosjektet i forbindelse med nedgangen i oljeprisene i begynnelsen av 1986. Energiprisen ble den gang ikke vurdert som noe stort problem, da energi- utgiftene bare utgjør 10-12% av driftsutgiftene. Den aktuelle prosessen var her basert på elektrisitet og olje, med et totalt forbruk på ca.100 GWh/år, derav ca. halvparten i form av elektrisitet. Prosjektet ble lovet billig kraft fra Orkdal kommunes konsesjonskraft. Prosessmessig kan ca. 75% av det totale energibehov erstattes av gass eller olje. Den prosjekterte fabrikken var ment å kunne dekke det innenlandske behov i tillegg til Mellom-Sveriges. Råstoffene til fabrikken var planlagt å skulle hentes i utlandet; sand fra Nederland skulle være hovedbestandelen. Prosjekteringen av en norsk planglassfabrikk er ikke skrinlagt, men utredes nå med en mulig plassering i Fredrikstad, med Kværner som viktigste interessent. (Informasjon fra Gunnar Hansø, rådmann Orkdal kommune og Svein Kjelstrup Olsen, Kjelstrup Olsen glassindustri, Bergen).

Kunstig wollastonitt

Mineralet wollastonitt (CaSiO_3) har de siste tiår fått en bred industriell anvendelse. Markedet kan deles i to bruksområder etter hvor fibrig mineralet er. Den ikke fibrige wollastonitten brukes til keramikk, isolatorer, metallurgisk flux og filler. Den fibrige mineralet som

har et forholdstall på 1:15 til 1:20 mellom bredde og lengde brukes til erstatning for asbest i en rekke sammenhenger og som filler/forsterker i plastikk og resin materialer. Verdens forbruk av wollastonitt var i 1985 270 000 tonn og markedet ekspanderer raskt (Roskill 1987, Power 1986a). Norge har ingen forekomster av wollastonitt som er utnyttbare idag.

Mineralet kan produseres kunstig på basis av kvarts og kalkstein. Dette er spesielt interessant for å produsere rene kvaliteter til bruk som flux middel og i keramikk.

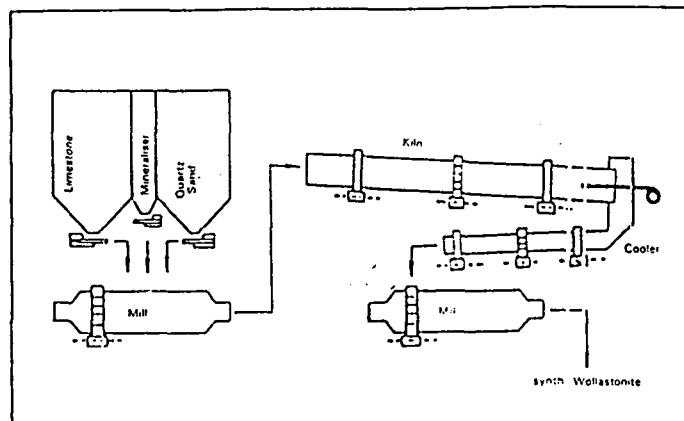


Fig. 7. Flytskjema for produksjon av syntetisk wollastonitt (Power 1986a).

Prosessen foregår i en høytemperatur sintringsovn ved opptil 1450 grader (se fig. 7). Energiforbruket er 0.6-0.9kWh/kg wollastonitt, og gass er et egnet brennmiddel. Den eneste produsenten av kunstig wollastonitt er det tyske Rheinische Kalksteinwerke GmbH og Dolomittwerke GmbH. Ved denne prosessen utgjør brenselsutgiftene hele 90% av produksjonskostnadene. Dette selskapet produserer også mindre mengder syntetisk diopsid ($\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$) og mayenitt ($\text{Ca}_{12}\text{Al}_{14}\text{O}_{33}$) (Kienow et al. 1988).

Forsøk ved SINTEF har vist at det er mulig å produsere også fibrige wollastonitt-kvaliteter, det utvider anvendelsesområdet betraktelig. Dette gjør det spesielt interessant å vurdere en slik produksjon i tilknytning til en gassledning nærmere. Meldal-området burde ha gode naturlige forutsetninger til å kunne produsere kunstig wollastonitt, dersom gassrørledningen passerer i nærheten, da det her fins kalkstein som kan være egnet til en slik produksjon. Ved Fikke forekomsten i Meldal er det planlagt et uttak på 20 000t til jordforbedring for 1988. Forekomsten har et høyt CaO- (53-54%) innhold, som muligens gjør den interessant til dette formålet. Kvarts/kvartsitt forekomster er ikke kjent i området, men det tas allerede inn større mengder kvartsitt til Orkla Exolons silisiumkarbid- og Tamshavn verks ferrosilisium-produksjon. På Løkken Verk er det ledig store industrilokaler etter at gruvedriften ble lagt ned.

Kunstige zeolitter

Zeolitt er navnet på en gruppe vannholdige aluminiumsilikat mineraler med spesielle fysiske egenskaper. Zeolitt har en porøsitet på ca 50% av det totale krystallvolum. Porene er regulære hulrom og kanaler der kationer og vannmolekyler har sin plass. Mineralene kan ta opp og avgi væsker reversibelt uten å miste sin krystallstruktur. De virker som ionebyttere og kan selektivt absorbere forskjellige molekyler (Dwyer & Dyer 1984). Zeolitter er en mineralgruppe der et titall av variantene har økonomisk interesse. De forskjellige mineraltyper har noe forskjellige egenskaper.

Anvendelsesområder er (Dyer 1984):

- Katalysator og absorpsjonsmateriale i olje raffinering.
- Avvanningsmedia for naturgass.
- Avsvovling av petroleumsprodukter.

- Rensing av SO₂, CO₂, CH₄ fra industrigasser.
- Selektiv rensing av radioaktive isotoper fra radioaktivt avfall.
- Rensing av avfallsvann for ammoniakk gir muligheten for å resikulere ferskvann i smoltanlegg.
- Oksygen og nitrogenproduksjon fra luft.
- Nedsetting av tempoet på NH₄ utlutingen fra kunstgjødsel, dvs mindre avrenning og mindre behov for kunstgjødsel.
- Lagringsmedia for gass som gir en fortetningsfaktor på 3-30 i forhold til gassmengden i samme volum uten zeolitt.
- Erstatter fosfater i vaskemidler.

Zeolittforekomster finnes i en rekke land, men mineralgruppen er foreløpig ikke påvist i interessante mengder i Norge.

Zeolitter kan fremstilles kunstig fra aluminiumsilikater brakt i løsning med en høy pH og enten ved lave temperaturer og atmosfærisk trykk eller ved temperaturer opptil 300 grader. Det vanligste utgangsmaterialet er natriumsilikat eller kolloidal silika løst som gel med natriumaluminat. En høy grad av overmetning i løsningen fører til dannelse av store antall krystaller (Barrer 1982). Krystalliseringen tar fra noen timer til flere dager. Alternativt kan zeolitter sannsynligvis lages fra blandinger av kjemisk løste mineraler, for eksempel feltspater som i utgangspunktet har omtrent samme kjemiske sammensetning. Energiforbruket ved produksjon av kunstige zeolitter er først å fremst knyttet til oppvarming for å få aluminium silikatene i løsning og til å holde den ønskede temperatur under krystalliseringen. Energikostnadene er av betydning ved prosess temperaturer opp til 300 grader, men er neppe avgjørende for lokalisering av en slik produksjon.

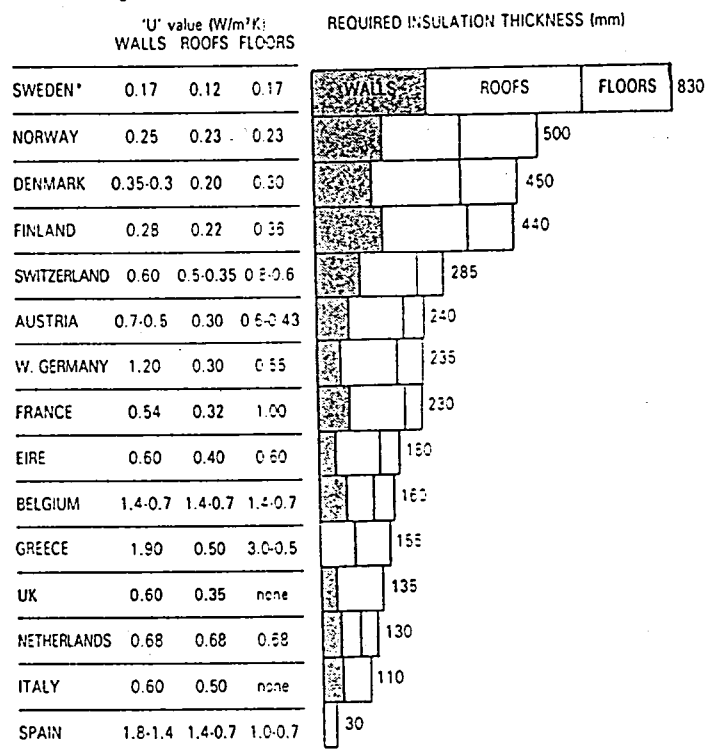
Mineralull

Mineralull deles inn i steinull som er smeltet bergart (diabas o.l.) og glassull som er smeltet kvartssand med tilsetninger. Smeltemassen (1450 grader for glassull) blir under påvirkning av varmluft eller hurtigroterende plater forvandlet til forskjellige typer mineralullprodukter. Hovedanvendelsen er varmeisolasjon. Steinull og glassvatt har omtrent halvparten av det norske markedet hver.

A/S Glassvatt produserer for det norske markedet, og det er ingen import av glassvatt. Råstoff for produksjonen er importert kvartssand og mindre mengder andre mineraler som alle importeres.

Steinull produseres av Elkem-Rockwools fabrikker i Moss, Larvik og Trondheim. Produksjonene skjer hovedsaklig for hjemmemarkedet, men en mindre andel av forbruket importeres. Råstoff for produksjonen er ca 64000t diabas importert fra Sverige og 15000t norsk kalkstein. Elkem-Rockwool i Trondheim bruker ca 4600t importert koks til smelting av gabbro i en smelteovn. Etter at mineralfibrene er produsert tilsettes et bindemiddel og dette herdes i en oljefyrt ovn, årlig forbruk er ca 1.100 t/år i tillegg til 5900MWh elektrisk energi. Ca 40% av de totale materialkostnadene er energi. Oljen kan ifølge fabrikk sjef Rønning relativt enkelt erstattes av gass, men koksen til smelteprosessen kan ikke uten videre erstattes av gass i den ovnstypen som her brukes. Energibehovet for mineralullproduksjon er i størrelsesorden 0.6-1.6KWh/kg.

Mandatory insulation standards (new housing) 1986



*Electrically heated homes
 Source: Eurisol
 N.B. The adoption of the proposed Eurisol standards would move the UK from 12th to 5th position in the table

Fig. 8. Krav til isolasjonstykkelser i vegger, tak og gulv i følge byggeforskriftene i endel europeiske land (Griffith 1986).

Behovet for mineralull varierer med konjunktorene og byggeaktivitet, men det kan ventes å gå opp fordi Norge har 40% lavere krav til isolasjons tykkelser i hus enn det Sverige har. Se figur 8 fra Griffith (1986).

Keramiske fibre

Det finnes en rekke kommersielle keramiske fibre basert på oksyder av silisium, aluminium og zirkon, ved siden av bor og silisium-nitrider samt aluminiumsilikater.

Bruksområdene er først og fremst som isolasjonsmateriale som er motstandsdyktig ved temperaturer over 1000 grader, i motsetning til glassfiber som tåler opptil ca. 550 grader og mineralull som tåler opptil ca 800 grader.

Typiske produkter er for eksempel Triton Kaowool som er fremstilt fra kaolin og Carborundum's Fiberfax fremstilt fra aluminiumsilikater (Griffiths 1986). Dette er en type isolasjonsmaterialer som kan anvendes ved temperaturer på opptil 1600 grader og har derfor anvendelsesområder innen alle typer industrielle høytemperatur-prosesser og som utgangspunkt for å lage ildfaste tekstiler og kabelisolasjon.

Energibehovet ved fremstilling av keramiske fibre er høyt, og eksisterende produksjon er basert på elektrisk bueovn da smeltetemperaturen er 1800 grader. Gass ikke er økonomisk i bruk ved de høyeste temperaturene, men kombinasjoner med bruk av billig gassenergi under f.eks. 1500 grader og elektrisk energi i de høyere temperaturområder vil være interessant for høytemperatur prosesser. Det europeiske markedet for keramiske fibre øker for tiden med 10% pr. år og ventes å øke med opptil 16% pr. år i 1993 (Griffiths 1986), dette fordi isolasjonsmaterialer av keramiske fibre benyttes i stedet for ildfast stein i smelte og kalsineringsovner for å spare energi.

Teknisk keramikk

Teknisk keramikk karakteriseres ved bruksområdene i forhold til tradisjonell keramikk. Bruksområdene blir fler og fler på grunn av følgende egenskaper: høy styrke og hardhet, motstandsdyktig mot hete, korrosjon og termalsjokk, samt bestemte elektriske egenskaper. Generelt er teknisk keramikk hardere enn metaller og bevarer styrken ved høyere temperaturer enn metaller gjør. Ulempene ved materialene er foreløpig deres dårlige bruddstyrke og delvis prisen. Anvendelsesområder som er aktuelle i dag eller i nær framtid er i bevegelige deler i gassturbiner, diesel- og bensinmotorer, slitedeler i maskiner, skjæreverktøy, elektriske kondensatorer og ildfaste materialer. Bruken av teknisk keramikk har økt med 13% pr. år de siste årene og omsetningen ventes å øke fra ca. 3mrdr. £ i 1985 til 10mrdr. £ i 1995 (Campbell 1987).

De vanligste stoffene som brukes i teknisk keramikk er pulvere av silikon nitrid (Si_3N_4), syalon (komplekse forbindelser av Si, Al, O og N), silisiumkarbid (SiC), alumina (Al_2O_3) og zirkonia (ZrO_2). Disse fremstilles kunstig fra mineralkonsentrater. Dette betinger meget energikrevende prosesser, for eksempel er energiforbruket ved fremstilling av SiC 12kWh/kg. SiC , Si_3N_4 og ZrO_2 produksjonen er hovedsaklig basert på elektrisitet, mens for Al_2O_3 kan det benyttes gass for kalsinering av bauxitt. I Norge produseres silisiumkarbid ved Arendal Smelteverk, Orkla Exolon og Norton A/S, Lillesand (Dickson 1987). All teknisk keramikk trenger temperaturer på 1500-2500 grader ved sintring og/eller varmpressing. Energi utgjør derfor en betydelig del av kostnadene, både ved framstilling av råmaterialene og de ferdige produkter.

Det stilles idag store forventninger til utviklingen av

brensel-celler. Brensel-celler produserer strøm basert på en elektrokjemisk prosess hvor hydrogen eller CO gass sammen med oksygen blir oksydert eller redusert. Systemene bygger på keramiske elektrolytter og oppnår et høyere nivå av energikonvertering enn konvensjonelle forbrenningssystemer. Det er spesielt to typer som har kommersiell interesse SOFC (Solid Oxide Fuel Cell) og MCFC (Molten Carbonate Fuel Cell). Begge er basert på keramiske komponenter som elektrolytter, matriksmateriale og beholdere (Krog & Lindahl 1988).

Keramikk for bruk i superledere. Superledning er det samme som overføring av elektrisk strøm uten tap av energi. I løpet av 1986 og 1987 ble det påvist elektrisk superledning ved temperaturer opptil ca. -150 grader C, det vil si at en får superledning ved å anvende flytende nitrogen som er et rimelig og anvendelig kjølemiddel. Dette betraktes som et gjennombrudd i anvendelsen av superledere, men er neppe den endelige løsningen. Det foregår en intens forskning verden over, også i Norge, for å finne fram til materialer som gir superledning ved høyest mulig temperatur. Materialene som gir superledning ved relativt høye temperaturer er keramer basert på yttrium-, barium-, kopper-oksyder (-180gr.C), der yttrium kan erstattes med sjeldne jordartselementer, eller keramer basert på bismut-, strontium-, kalsium-, kopper-oksyder (-150gr.C). Denne type keramer fremstilles ved sintring opptil 950 grader. Det stilles store forventninger til disse materialene, som kan føre til at stoffer som idag har få anvendelsesområder kan bli mye brukt.

Sement

Sementproduksjonen i Norge er idag monopolisert til A/S Norcem som har to produksjonssteder; Dalen ved Brevik og Kjøpsvik i Nordland. Norcem dekker det innenlandske marked alene. Råvarer for produksjonen er ca. 2 mill. tonn kalkstein og små mengder gips, kvarts/kvartsitt, bauxitt, slagg og flyveaske. Brennprosessen skjer ved en ovnstemperatur på 1450-1600 grader i 2-4 timer. Energibehovet er i størrelsesorden 0.9-1.7kWh/kg og utgjør ca 25% av totalkostnadene. Det brukes årlig 137 000t kull og 13 000t olje til fyring av ovnene (Rosland 1987). Dette kan relativt enkelt erstattes med gass. Dette byr på fordeler i form av reduserte rensekrev. I løpet av de siste tiårene har Tromsdal-forekomsten ved Levanger flere ganger vært vurdert som et nytt produksjonssted for sement. En etablering her forutsetter sansynligvis at enten den ene eller begge de andre produksjonsstedene legges ned.

Brent kalk

Produksjon av brent kalk foregår idag ved Mjøndalen og Hylla kalkverk. Kalken brennes i sjaktovner med tungolje eller spillolje som brensel. Totalt oljeforbruk er 3000t ved Hylla og ca. 800t ved Mjøndalen kalkverk (Rosland 1987).

Lettklinker - Leca

Norsk Leca produserer lettklinker på Rælingen og i Fredrikstad og har blant annet en fabrikk i Stjørdal for å framstille blokker fra lettklinker.

Det produseres 870 000m³ leca pr. år i form av blokker, lettklinker og forskjellige elementer og til det medgår det ca 450 000t leire. Lettklinker produseres fra leire

som eltes og brennes i en roterende ovn ved temperaturer opp til 1200 grader. Det medgår i størrelsesorden 30 000t kull og 5700t olje pr. år til brenningen. (Rosland 1987, Norcem bygg årsrapport 1986). Råstoff til produksjonen er jernrike illittleirer. For lavt jerninnhold i utgangsmaterialet kan erstattes med jernslig. Det eksperimenteres for tiden endel med nye ekspanderte leirmaterialer til bruk som isolasjon og bygningsstein.

Teglverk

Produksjon av teglstein foregår idag i 5 fabrikker; Borgestad, Innherad teglverk, Alna teglverk, Gann Graveren og Bratsberg teglverk. Alna og Bratsberg teglverk eies av Norcem og står for 57% av markedet. Teglstein lages av illittrike leirer som brennes i tunnelovner ved 950-1150 grader med tungolje som brensel. Forbruket av olje er ca. 6700 tonn/år for å fremstille ca. 110 000t teglstein (Rosland 1987). Energiforbruket er noe under 0.8 kWh/kg teglstein. Produksjonskapasiteten på det norske teglmarkedet er for tiden for høy (Norcem bygg årsrapport 1986).

KOMBINASJONER AV PROSESSER

Det finnes en rekke mulige kombinasjoner av de omtalte prosesser som kan gi en bedre utnyttelse av gassen.

- Varmekraftverk kombinert med ammoniakkproduksjon. Ved å utnytte deler av hydrogenet til ammoniakkproduksjon før resten brennes utnyttes gassen bedre enn i et varmekraftverk.
- Carbon-black-produksjon i kombinasjon med metallpulverproduksjon. Hydrogenet som produseres brukes som reduksjonsmiddel for jernoksyd.
- Carbon-black produksjon i kombinasjon med ammoniakk produksjon. Dette gir en total utnyttelse av gassens råstoffer.
- Svovel og svovelsyre produksjon fra svovelkis gir høytemperatur damp som kan produsere elektrisitet, i tillegg kan lav temperature energien brukes til f.eks zeolitt produksjon, alumina produksjon eller fjernvarmeanlegg. Produksjon av zeolitter eller alumina kan med fordel utnytte overskuddsvarmen fra de fleste av de energikrevende prosessene som er beskrevet.

MINERALFOREKOMSTER I SØR-TRØNDELAG.

I Bergarkiver på NGU fins 449 registrerte forekomster av av malmer og industrimineraler i Sør-Trøndelag. For tida er ingen metallgruver i drift, det tas ut endel kalkstein til landbrukskalk i Meldal og Rissa. Av de 354 registrerte malmbforekomstene er 80% kisforekomster, som regel med litt kopper. 38 av dem er jern-, 23 er krom-, mens 11 er bly-, sink-, sølv-forekomster. Av forekomster med molybden, nikkel og titan er det bare registrert en av hver. De kaledonske bergartene i Trondheimsfeltet er først og fremst kjent for sine kismalmer, og Løkkenmalmen er den største kismalmen som noensinne er funnet i Norge. Denne malmtypen har det siste tiåret vist seg å være vanskelig å drive med overskudd, fordi innholdet av kopper, sink, gull og sølv vanligvis er lavt. Jern og krom ansees å være uaktuelle å lete etter i Sør-Trøndelag på grunn av geologiske forhold og lave metallpriser. Det er ingen malmetingsaktivitet i fylket for tida med unntak av noen undersøkelser rundt Folldal Verks gruve på Hjerkinnsom strekker seg inn i Sør Trøndelag.

Av de 95 industrimineralforekomstene som er registrert omhandler de fleste skifer, serpentin, kleber og bygningsstein. Kalk og dolomitt er registrert 35 steder og kvarts/kvartsitt 3 steder.

Kalk finnes vesentlig i kommunene Rissa, Afjord og Meldal, der de hovedsaklig opptrer som tynne lag og linser av varierende kvalitet. I fra Fikke forekomsten i Meldal er det planlagt et uttak på 20 000t til jordforbedring for 1988. Denne forekomsten har et høyt CaO (53-54%) innhold, som muligens gjør den egnet til f.eks wollastonitt produksjon. Ved Gjøljal i Rissa er det et lite uttak av kalk til jordforbedringsmiddel.

Det er registrert to kvartsforekomster i Selbu og en i Snillfjord, men deres kvalitet er ikke kjent.

For å kunne gi en helhetlig vurdering av potensialet for mineralforekomster som kan utnyttes i energikrevende prosesser, må utfyllende opplysninger innhentes ved befaringer, kartlegging og prøvetaking.

KONKLUSJONER

En rekke mineralbasert prosesser som har fordeler ved å benytte gass, og/eller et høyt energiforbruk er beskrevet. Noen av prosessene er grunnlaget for etablerte bedrifter som sannsynligvis vil få gass til sine anlegg i overskuelig framtid. Mer interessant synes derfor prosesser som har spesialisert produkter i markeder som er raskt ekspanderende.

De mest aktuelle mineralske råstoffer og mellomprodukter til de gassbaserte prosessene som er omtalt i denne rapporten er kalkstein, kvarts/kvartsitt, svovelkis, jernoksyder (superslig, pellets, hematitt og magnetitt konsentrater), magnesitt, dolomitt, alumina, aluminiumsilikater og leire. Av disse råstoffene er det bare kalkstein til en eventuell wollastonittproduksjon og finmalt svovelkis fra Løkken til svovel- og svovelsyreproduksjon som fins i interessante mengder og kvaliteter i Sør-Trøndelag.

Det anbefales at det utredes størrelse og anvendelighet på svovelkisdepotene på Løkken og i Huddingsvatnet. Videre bør man finne hvilken oppredningsprosess som er nødvendig for å få et brukbart svovelkiskonsentrat fra depotene. Det bør gjøres en økonomisk forstudie kombinert med metallurgiske tilpassninger av Kokkola prosessen.

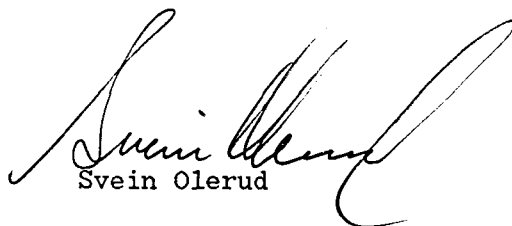
Wollastonittproduksjon basert på kalkstein fra Meldal og gass fra en eventuell gassrørledning gjennom dalen burde ha mange lokaliseringsfordeler, da det finnes både egnede industrilokaler og et godt industrimiljø på Løkken. Brenselutgiftene til denne prosessen er hele 90% av produksjonskostnadene.

En rekke prosesser basert på gass som råstoff eller reduksjonsmiddel kan med fordel kombineres for å utnytte gassen fullt ut. Kombinasjonen av carbon black og metallpulverproduksjon gir en total utnyttelse av gassen. Dette er dessuten produkter som har gode markedsutsikter.

Produksjon av keramiske fibre er en meget energikrevende prosess med produkter som er spådd en god framtid. Råvarene må i det vesentlige importeres, men utgiftene til disse er såpass lav i forhold til energiutgiftene at det ikke er avgjørende for lokaliseringen.

Bruken av teknisk keramikk ventes å øke meget raskt i årene som kommer. Dette er et område som krever mye forskning og utvikling. I tillegg er framstilling av råvarene og de ferdige produkter meget energikrevende. "Teknologi hovedstaden" Trondheim burde ha fortrinn, selv om råvarene må hentes fra andre steder.

Trondheim, 21/6-88.


Svein Olerud

REFERANSELISTE

- Argall, G.O.Jr. 1967: Outokumpu adds catalyzer to raise pyrite-to sulphur conversion to 91 percent. World Mining, vol. 20, march 1967, s42-46.
- Bain, B. 1987: Sulphur. Mining, annual review. s112-113.
- Barkey, H. 1987: Energikrevende mineralbaserte prosesser. Mineralseminar i Vadsø 10-11.6.87. Finnmark Fylkeskommune. s15-18.
- Barrer, R.M. 1982: Hydrothermal chemistry of zeolites. Academic Press. 360s.
- Batelle Columbus Lab. 1976: Energy use in metallurgical and nonmetallic mineral processing. Final report to U.S. Bureau of Mines from Batell Columbus Laboratories, Columbus, Ohio, USA.
- Benbow, J. 1987: Minerals in fire protection. Construction supports market. Ind Min. Sept. 1987, s61-73.
- Bøckmann, T. 1987: Norsk gass, hva kan en industribedrift gjøre? Norsk gass som utgangspunkt for kjemisk industri. Foredrag på NTNF seminar: Ny giv for olje og gass. Trondheim 2-3 juni 1987. 16s.
- Campbell, T. 1987: Raw materials for technical ceramics. Ind. Min. April 1987, s63-65.
- Dickson, T. 1987: Silicon carbide. Potential in maturity. Ind. Min. Des. 1987, s63-71.
- Dyer, A. 1984: Uses of natural zeolites. Chemistry and Industry, no.7, april 1984. s241-245.

- Dwyer, J. & Dyer, A. 1984: Zeolites - an introduction. Chemistry and Industry, no.7, april 1984, s237-240.
- Griffiths, J. 1986: Synthetic mineral fibers, from rocks to riches. Ind. Min. Sept 1986, s20-43.
- Harben, P. 1986: Approaching \$200 sulphur. Ind. Min. May 1986, s63.
- Hox, K., Nergård, B. & Soligard, T. 1988: Energibruk i syv kommuner i Sør-Trøndelag. Naturgass som energikilde. Kværner Engineering A/S, rapport, 104s.
- Industrial Minerals 1987: Refractory Magnesia. Mag-Carbon fuels quality drive. Ind. Min. Feb. 1987, s35-40.
- Kienow, E., Roeder, A. & Stradtman, J. 1988: Synthetic wollastonite, diopside and mayenite and their roles as industrial minerals. Ind. Min. April 1988, s107.
- Krogh, S. & Lindahl, I. 1988: Perspektivanalyse på bergindustrien i Nordland. NGU rapport 88.062, vedlegg IV.
- Norcem Bygg A/S 1986: Årsrapport 1986, 30s.
- Power, T. 1986a: Wollastonite performance filler potential. Ind. Min. Jan. 1986, s19-33.
- Power, T. 1986b: Reconstructed and rationalised. The world's major refractory producers. Ind. Min. Sept. 1986, s45-67.
- Roskill 1987: The economics of wollastonite 1987. 3rd ed. Roskill information Services ltd. England. 142s.
- Rosland, A. 1987: Utslipp til luft fra konesjonsbehandlede bedrifter 1982-1986. Luftseksjonen, Statens Forurensningstilsyn. 67s.

Toon, S. 1986: Sulphur, a sweet or sour future. Ind.
Min. Feb. 1986, s16-37.

U.S. Bureau of Mines 1987: An appraisal of Minerals
availability for 34 commodities. Sulfur (elemental)
and pyrite concentrate. Bull. 692, s257-266.