



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

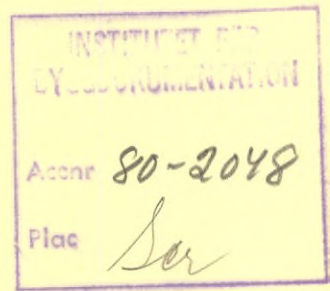
This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



MIFUS pilot — Murfhettan

Fjärrvärmeanläggning baserad
på koksmurf

Arne Bothvidson



R126:1980

MIFUS PILOT - MURFHETTAN

Fjärrvärmeanläggning baserad på koksmurf

Arne Bothvidson

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
790381-5 från Statens råd för byggnadsforskning
till Sedico Energi AB, Strängnäs.

I Byggforskningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

R126:1980

ISBN 91-540-3343-8

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1980 056713

INNEHÅLL

0.	SAMMANFATTNING	5
0.1	Målsättning	5
0.2	Resultat	5
1.	INLEDNING	7
1.1	Bakgrund	7
1.2	Förutsättningar	7
1.3	Projektgenomförande	8
1.4	Presentation av rapportinnehåll	9
2.	MURFFÖRSÖRJNING	11
2.1	Energibehov och andra förutsättningar	11
2.2	Murfförsörjning baserad på koks	11
2.3	Förslag till bränsleförsörjning	11
2.4	Under eldningssäsong	11
2.5	Situationsplan	12
2.6	Bränsletransportcykel	13
2.7	Flödessystem	14
2.8	Murfförsörjning baserad på stenkol	15
3.	FÖRSLAG TILL ANORDNINGAR FÖR TRANSPORT OCH LAGRING	17
3.1	Logistik, förutsättningar	17
3.2	Flödesaktiviteter	18
3.3	Flödesbeskrivning bränsle	19
3.4	Murfhantering	20
3.5	Lastbil	20
3.6	Behållare	22
3.7	Depå - koksmurf	22
3.8	Murflager vid panncentral	23
4.	PANNCENTRAL	25
4.1	Flödesbeskrivning	26
4.2	Systemkomponenter i Mifus panncentral	26
4.3	Kvaerner/Östbo, hetvattenpanna	28
4.4	Reaktor	29
5.	MILJÖINVERKAN, FÖRBRÄNNING	31
5.1	Bränsle	31
5.2	Förbränning - rökgaser	31
5.3	Aska	31
6.	KALKYLER	37
6.1	Allmänt	37
6.2	Panncentral	37
6.3	Bränslekostnader	37
7.	UPPGIFTENS GENOMFÖRANDE	39
7.1	Försök	39
7.2	Förutsättningar för genomförandet	40
7.3	Murfberedning	41
7.4	Förbränning av koksmurf	41
7.5	Utvärdering av projekt Murfeld	46
7.6	Miljöproblem	47



SAMMANFATTNING

- 0.1 Målsättning
- o Utforma förslag till panncentral i storlek cirka 5 MW, vilken skall eldas med murf och ingå i Trollhättans Fjärrvärme AB:s system.
 - o Föreslå sätt att distribuera och lagra murf.
 - o Murf baseras på kol respektive koks. Det senare produceras lokalt.
 - o Ge synpunkter - såväl tekniska som miljövinklade - på hantering av bränsle och aska.
- 0.2 Resultat
- Redovisningen av resultat visar:
- o Murfen kan lagras och distribueras i torr form. Förflyttning av murf sker med mekaniskt arbetande utrustningar. Pneumatiska utrustningar kan ge problem.
 - o Distribution och lagring av pulvrise- rat kol i form av murf är helt möj- lig med i dag tillgänglig teknik.
 - o Störningsfri distribution av murf är en förutsättning för murfeldning av en 5 MW anläggning, vilken ej bär kostnad för egen kolkvarn.
 - o Nu tillgänglig version av murfreak- tor kan eldas med kolmurf.
 - o Eldning med koksmurf kräver ytterli- gare utveckling.
 - o Murfen transporteras och lagras i slutna system för att minimera spill och miljörisker.
 - o Askan är i torrt tillstånd extremt dammande. Kan transporteras torr i slutna system eller fuktad i öppna fordon.

1. INLEDNING

1.1 Bakgrund

Sedico har under ett antal år utvecklat en bättre kolförbränningsteknik inom projekt Mifus - Mixed Fuel System. Mifus har stötts av såväl Styrelsen för teknisk utveckling, STU, som av Nämnden för energiproduktionsforskning, NE.

Det har visat sig att kolpulver dels kan bli ett säkrare och mer hanteringsvänligt bränsle genom tillsats av olja, till cirka 5% - Eo 4 eller 5 - och dels kan erhålla bättre egenskaper, såsom snabb antändning, snabbt förbränningsförlopp och fullständig utbränning, genom tillsats av vatten.

För bästa förbränning av murf utvecklar Sedico en reaktor, där avsikten är att avskilja aska redan i reaktorn, så att minimum av aska passerar värmeväxlare och stoftavskiljare. Förbrännings-situationen ger vidare minsta möjliga NO_x-gaser.

Reaktorn producerar en energirik gas, som sedan förbrännes i pannan. Därigenom kan en för olja avsedd panna eldas med murf i princip utan effektförlust. Mifus Pilot har baserats på Sedicos kunskande om förbränning och på en möjlig applikation i Trollhättan.

1.2 Förutsättningar

Föreliggande ärende är resultatet av beställning från Statens Råd för Byggnadsforskning, BFR, med projektnummer 790381-5 med beslutsdatum 79 12 03.

Projektet Mifus Pilot - Murfhettan är baserat på pilotanläggning för energiproduktion i fjärrvärmearläggningen "Värmut" eller motsvarande. Panncentralen ifråga avses i första hand kunna eldas med koksmurf och i andra hand med kolmurf.

För koksmurfen gäller följande:

- o Koksspill produceras till en mängd av 1.500 ton per år hos Union Carbide Norden AB, UC, i Trollhättan.
- o Koksspillet avses att användas som bränsle i stället för att deponeras på soptipp.
- o Koksspillet kan i form av murf tas om hand av Trollhättans Fjärrvärme AB, TFAB, och användas som bränsle i panncentral som producerar hetvatten till fjärrvärmesystem.

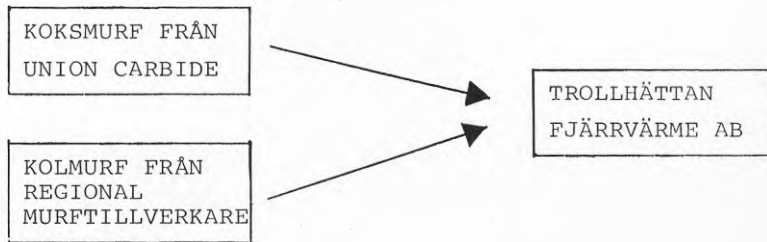
- o Förbränning sker huvudsakligen under vinterhalvåret. Den murf som produceras sommartid lagras under väderskyddade förhållanden i depå.
- o Under eldningssäsongen tages såväl nyproducerad som lagrad murf till panncentralen.

Bränsleförsörjningen var som nämnts ursprungligen tänkt att ske genom att kokspulver, som faller som avfall vid Union Carbide, skall ingå som bas i koksmurf. På grund av osäkerhet att koksspillet är bra som bränsle och viss osäkerhet att kokspill finns att tillgå under överskådlig tid har även alternativet med murf, baserad på kol, studerats.

Alternativ

Bränsleleverantör

Köpare



1.3 Projektgenomförande

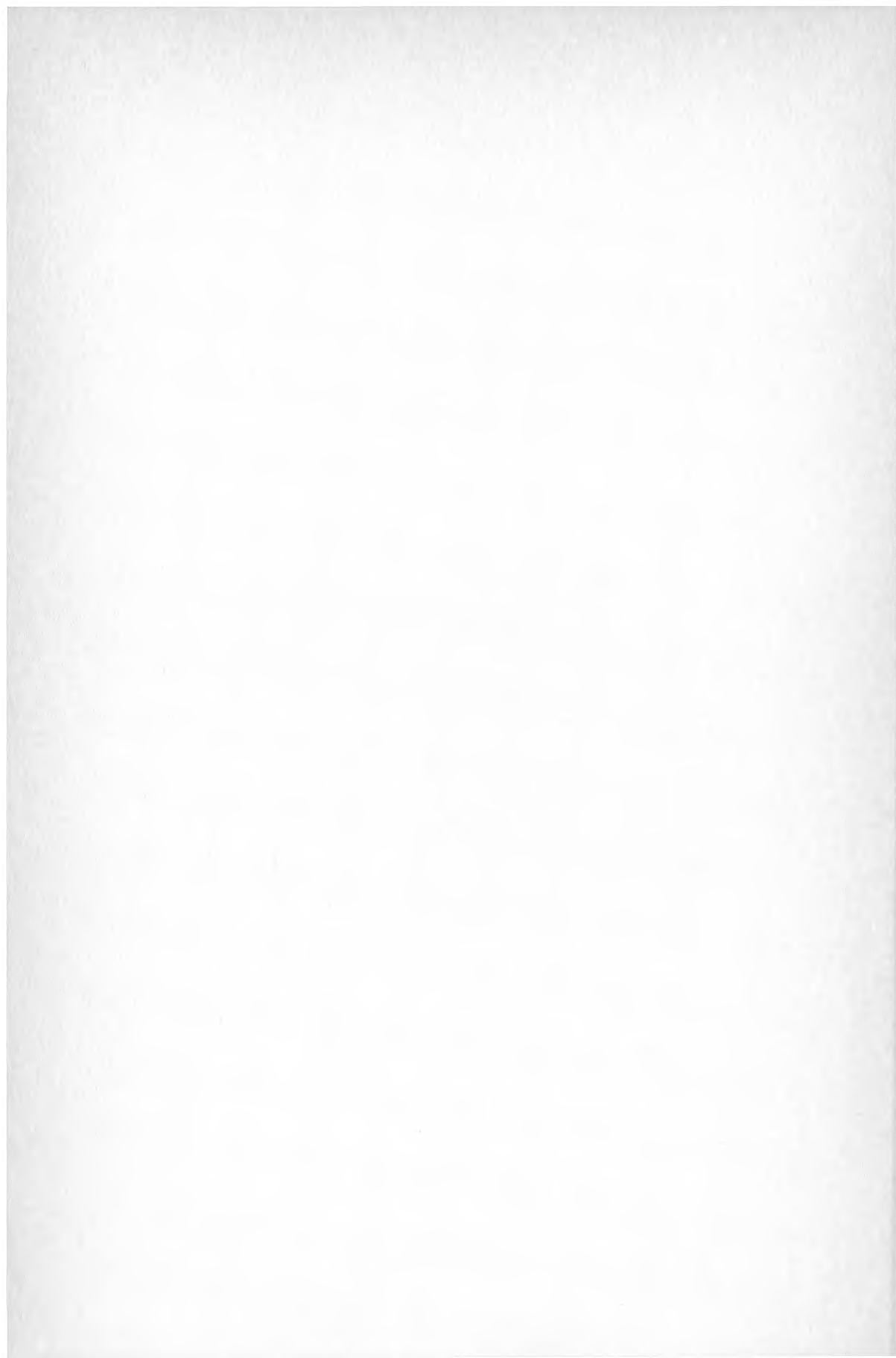
Projektet har genomförts i form av egna experiment och genom intervjuer med ett stort antal personer med representativt kunnande.

- o Modeller för olika alternativa utformningar har byggts upp och granskats.
- o Konkreta system och lösningar har formulerats.
- o Tekniskt oklara funktioner har definierats.

1.4 Presentation av rapportinnehåll

Föreliggande ärende är en studie med följande principiella innehåll:

- o I avsnittet "Murftillverkning och murfdistribution utan anknytning till Trollhättan", presenteras murftekniken allmänt.
- o Nästa avsnitt "Murfförsörjning i Trollhättan" omfattar murfteknikens applikation i ett realistiskt sammanhang.
- o I "Förslag till utförande av murfförbränningsanläggning i Trollhättan" redovisas ett översiktligt förslag gällande panncentral och närdistribution av murf.
- o I nästa kapitel "Miljöinverkan" ges aspekter på emissioner och askhantering.
- o I sista kapitlet redogöres för försök med bränning av koksmurf.



2. MURFFÖRSÖRJNING

2.1 Energibehov och andra förutsättningar

Panncentralen i Trollhättan avses dimensioneras för uteffekten 5 MW. Bränslebehovet blir i sådant fall cirka 650 kg murf/h vid full effekt. Murfförsörjningen redovisas i två alternativ.

- o Dels murf tillverkad av koksspill från Union Carbides anläggningar i Trollhättan och
- o dels murf av stenkol, tillverkad i regional anläggning hypotetiskt belägen i Göteborg.

2.2 Murfförsörjning baserad på koks

Koksmurfen bedöms ha ett energivärde av 7kWh/kg. Kolmurfens värde torde vara 7,2 kWh/kg.

Murf är ett fuktat men lätt material. Densitet under 1. Materialet tål inte stark vind, utan måste vindskyddas. Vid regn eller vattendränkning flyter materialet omkring. Oljan i murf är dock starkt fästad vid respektive kolpartiken. Murf tål kyla utan att bli ohanterligt. Alltför högt vatteninnehåll kan emellertid medföra frysfenomen.

2.3 Förslag till bränsleförsörjning

Koks produceras vid Union Carbides fabrik inom Stallbacka industriområde. Producerad mängd per år anges till 1.500 ton, vilket ger en dygnsproduktion av cirka 7 ton.

Kokspulvret sammanföres till en utlastningsplats inom Union Carbides fabriksområde. Där skall olja tillsättas och ett första steg av murfberedning göras.

Från Union Carbide sker under sommarhalvåret transport med lastbil till Trollhättans Fjärrvärme AB:s depå, rymmande 750 ton. Depån är belägen nära Union Carbide.

2.4 Under eldningssäsong

En depås uppgift är att svara för säsongutjämning. Vid panncentral finns en silo, som rymmer cirka en veckas förbrukning. Under eldningssäsong transporteras murf dels direkt från Union Carbide och dels från depån till silon vid panncentralen.

2.5 Situationsplan

SITUATIONSPLAN, PRINCIP

1. Unium Carbide, bränsleproduktion.
2. Murfdepå.
3. Panncentral Värmut, där Murfhettan eventuellt placeras.
4. -
5. Deponeringsplats för slagg 2 km från centrum, eller plats där återanvändning sker.

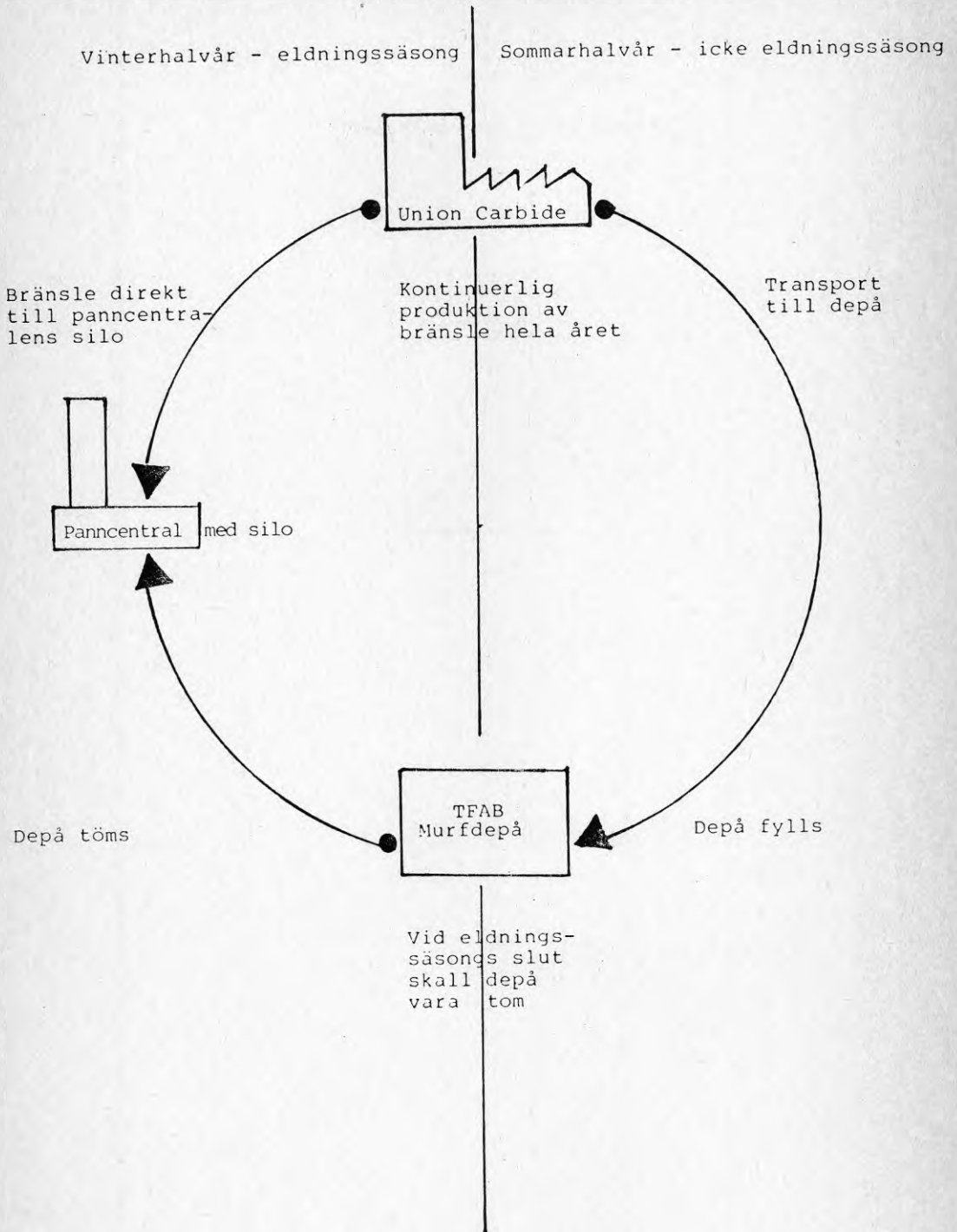
TRANSPORTER

Bränsle

Icke eldningssäsong 1 → 2
 Eldningssäsong 1 → 3 och 2 → 3

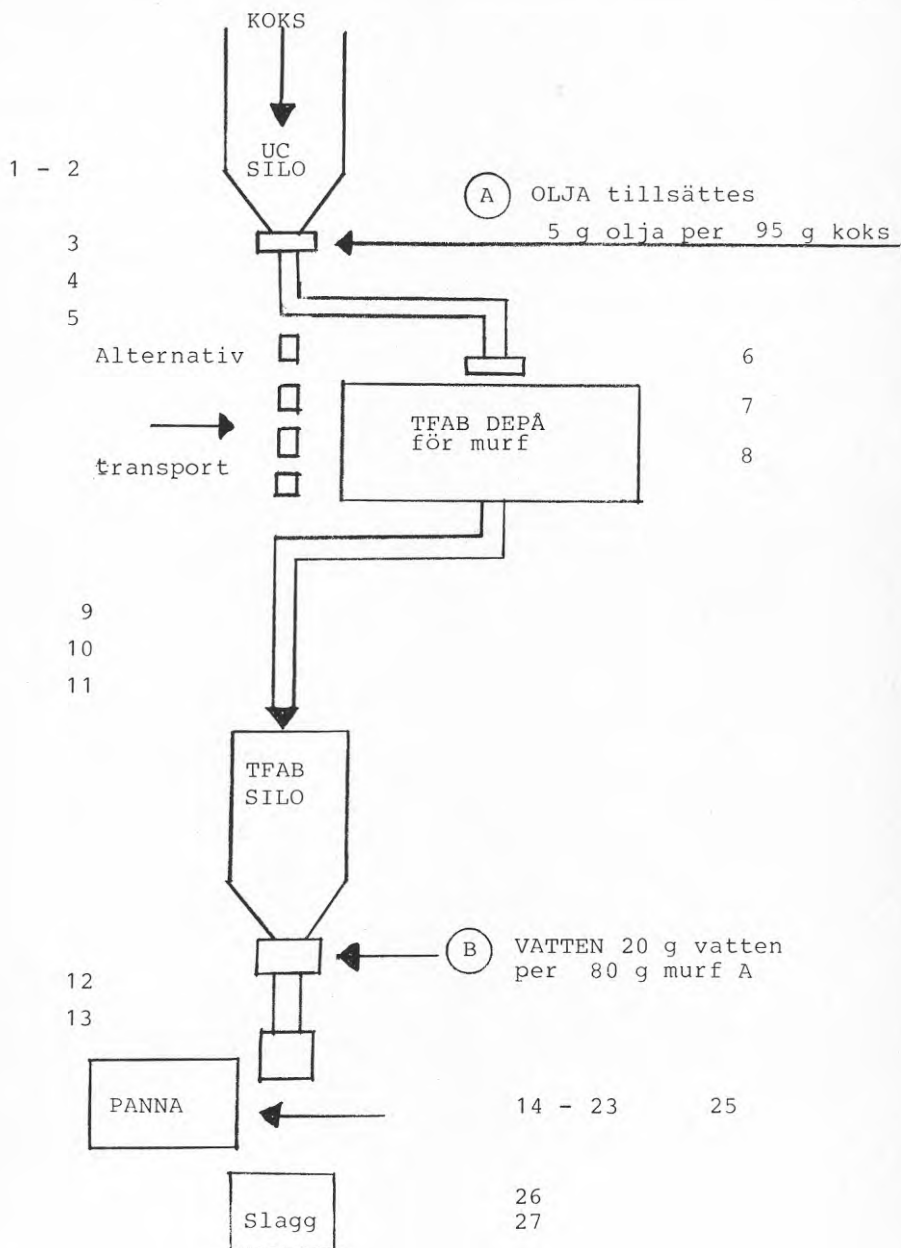
Slagg

Eldningssäsong 3 → 5.

2.6 Bränsletransportcykel

2.7 Flödessystem

MURF 75-5-20



2.8 Murfförsörjning baserad på stenkol

2.81 Allmänt

Kol skiljer sig från koks genom att det har kvar sitt gasinnehåll. I kokningsprocessen har andra flyktiga beståndsdelar avgått i olika omfattning. Dessa är svavel, kvicksilver, kadmium och smärre mängder av andra ämnen. När eldningscentralen är förlagd i bostadsbebyggelse tillkommer denna miljöbelastning om kol i stället för koks användes som huvudingrediens i murf.

2.82 Murfleverans

Färdig murf planeras att tillverkas i Göteborgstrakten och kan därifrån fraktas med lastbil till förbränningsplatsens silocistern.

2.83 Buffertlagring

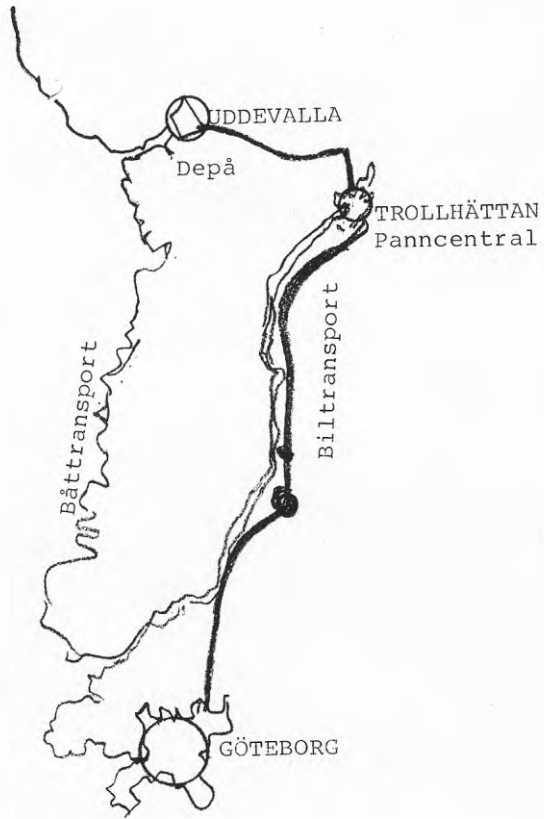
Leverans av murf till panncentralen kan i princip ske kontinuerligt. För att höja transportekonomin kommer leveranserna per bil att ges maximalt möjlig volym per körning.

Bränsleleverantören svarar för långsiktig lagring, men lagermöjlighet på förbränningsplats bör fördubblas = 2 veckors behov, i kolmurfallternativet gentemot om koks användes.

2.84 Framtida kolmurfförsörjning

Ökar murfförbrukningen i regionen kan det bli lönsamt att leverera kolmurf per båt på Göta älv till en depå och därifrån detaljdistribuera till olika förbränningsställen.

2.85 Figur



3. FÖRSLAG TILL ANORDNINGAR FÖR TRANSPORT OCH LAGRING

3.1 Logistik, förutsättningar

Bränsle

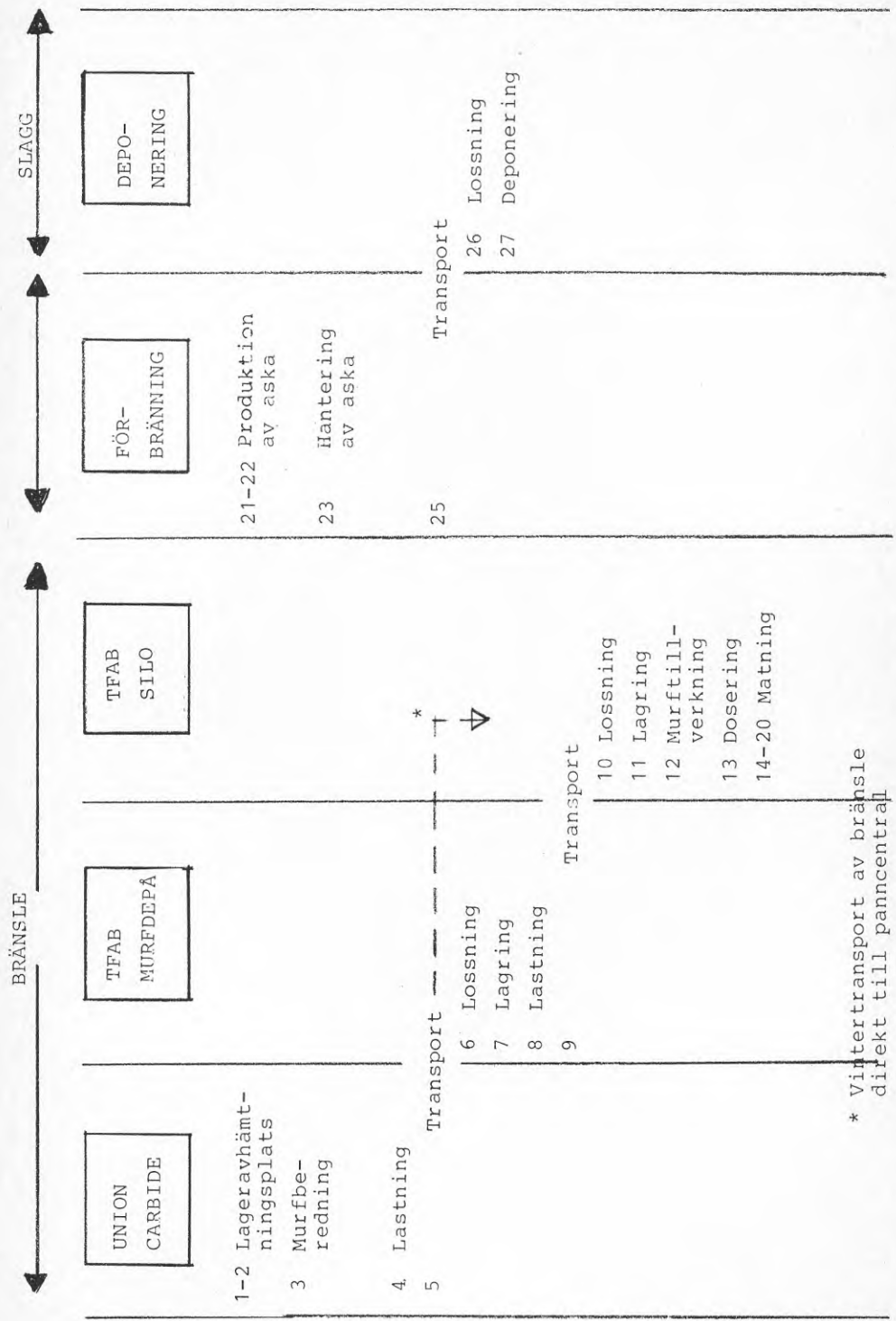
5 MW kontinuerlig drift kräver cirka 700 kg murf per timme dygnet runt.

Slagg

Koksen innehåller relativt mycket aska, upp till 20%. Koksmurfen kan ge upp till 145 kg aska per timme eller 3,4 ton per dygn, vilket motsvarar 4 m³ aska per dygn.

Kol har lägre askinnehåll. Det rör sig om 5 - 15%, eller förenklat 10% som medelvärde. Det medför att ovan angivna siffror i princip kan halveras. Askantaget tas ut som ett pulvermaterial. Förbränningen avses att styras så att slagg ej uppstår.

3.2. Flödesaktiviteter



3.3 Flödesbeskrivning, bränsle

1. Koksspill produceras inom Union Carbide på flera platser.
2. Koksspillet samlas till ett ställe, en avhämtningsplats.
3. UC oljebehandlar koksspillet, för att förhindra dammning och efter Sedicos anvisningar för murftillverkning.
4. Murfen förvaras i behållare = container eller bulk, på avhämtningsplats. Om bränslehantering med skoplastare och vanlig lastbil med höga lemmar är möjlig, är detta definitivt billigast. En presenning kan ge erforderligt väderskydd.
5. Behållaren med murf transporteras med lastbil till depå eller alternativt till silo vid panncentral.
6. Murfen lossas med mekanisk transportanordning.
7. Murf lagras i depå.
8. Lagrad murf lastas mekaniskt i behållare på lastbil.
9. Murfbehållare transporteras på lastbil typ liftdumper eller växelflak till silo.
10. Murfen lossas mekaniskt.
11. Bränslet samlas i en silo, som rymmer 75-100 ton. Bränslet lyfts upp med elevator eller likvärdigt.
12. I botten på silon finns en vatteninjicering, som tillsätter vatten i avvägd dos, när bränslet skall införas i brännare.
13. Murfen går till doseringsanordning.
14. Doser av murf går till matningsanordning som arbetar kontinuerligt.
15. Vatten tillsättes.
16. Murfen matas till reaktorn.

3. 4 Murfhantering

Behovet av bränsle vid panncentral är cirka 15 ton per dag. Murfen är ett lätt material med densitet kring 0,9.

Det är känsligt gentemot vindar och nederbörd och måste väderskyddas. Murf är inte köldkänsligt. Transport- och lagringsanordningar måste utgöra slutna system.

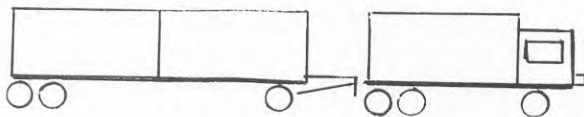
3. 5 Lastbil

Koksspill respektive murf samlas i container eller bulk.

För biltransport av murf rekommenderas alternativt:

- o Lastbil anpassad för växelflaxsystem.
- o Lastbil med liftdumpersystem.

Det enda som är speciellt är behållaren i det första fallet. I det andra kan standardbehållare användas.

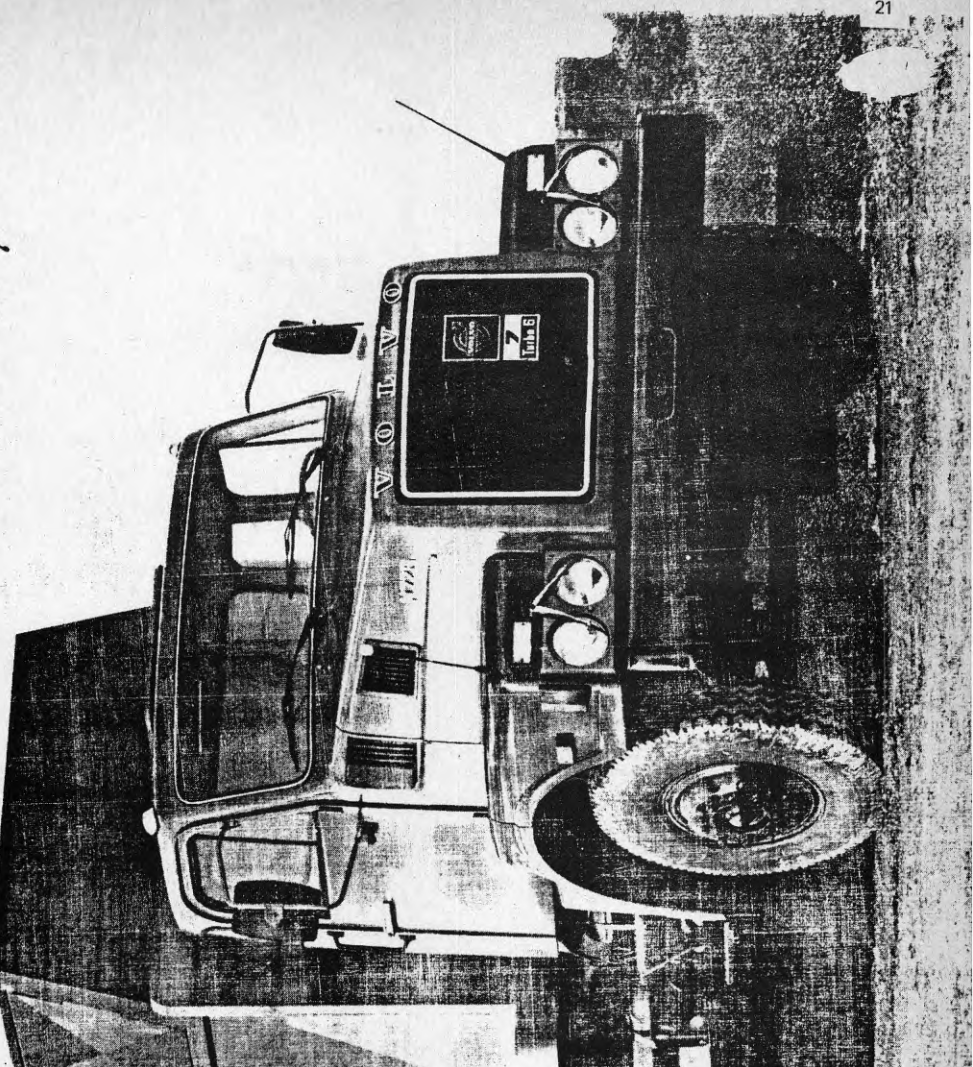


Av dessa komponenter kan bildas olika transportalternativ. En lastbil behöver inte bindas för längre tid än som åtgår för fastkoppling, transport och losskoppling. Vid lossning och lastning är bilen fri för andra uppgifter.

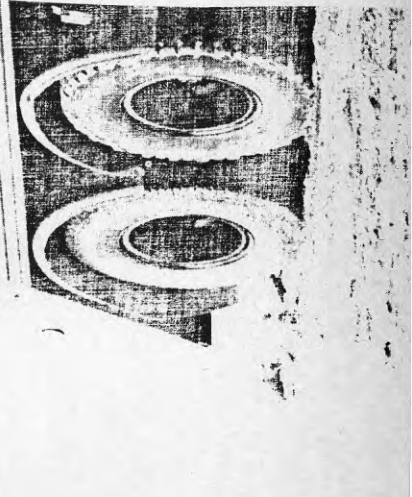
Boppie-Lift 11 ton
Pris Lift kr. 82.500.-
Exkl. moms, Frikt Tordana

Condaines 20 m³ kr. 7.500.-
Exkl. moms

Boppie
Lift



Biltransportalternativ:
Liftdumper.



3.6 Behållare

Murfbehållare håller containermått och är utformad att passa i ett växelflaxsystem. Används liftdumperbil, är behållaren något smalare.

Behållaren är byggd med påfyllning från toppen. För lossning finns möjlighet till botten tömning.

Behållaren i växelflaxsystem står på ben och rymmer 30 m^3 . På grund av materialets rasvinklar och densitet torde varje lastad behållare innehålla 20 ton murfbränsle.

3.7 Depå - koksmurf

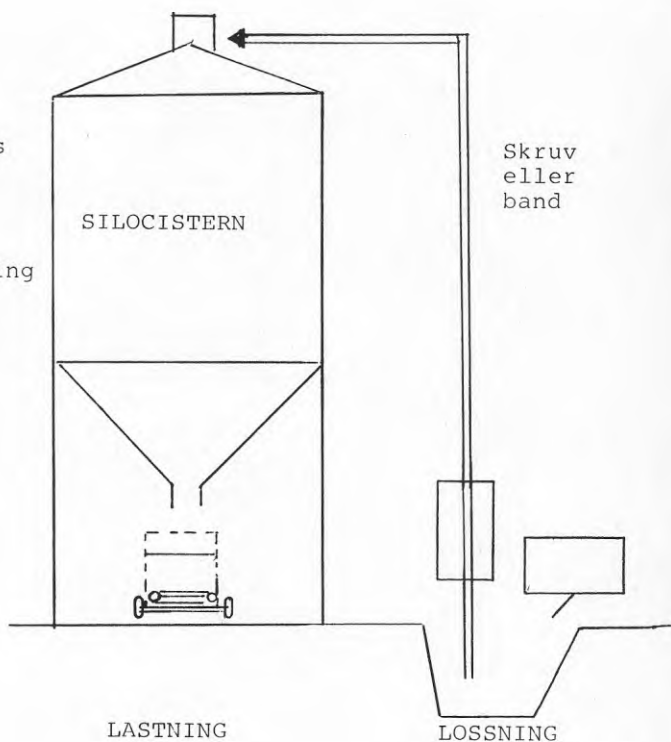
Under icke eldningssäsong lagras murf i depå. Depån skall rymma ett halvt års produktion av koksspill, som uppgår till 750 ton. Depån utformas som en silocistern på ben.

Här har diskuterats
cisternmått:

$D = 9 \text{ m}$

$H = 9 + 4,5 + 0,5 \text{ m}$

Fri höjd för lossning
4 m.



Vid ankomsten till lagerdepån avställes behållaren och inkopplas till lossningsenhet. Den fyllda behållaren tömmes i schakt varifrån murfen skruvas eller bandtransporteras in i silocisternen. Ett tidsverk styr hela funktionen automatiskt, varför annan personal än servicepersonal för tillsyn av anläggningen inte behövs.

Lastning sker enkelt. Lastbilen kör in under silocisternen och fyllning sker via en bottenventil på silocisternen. Hela proceduren är sluten.

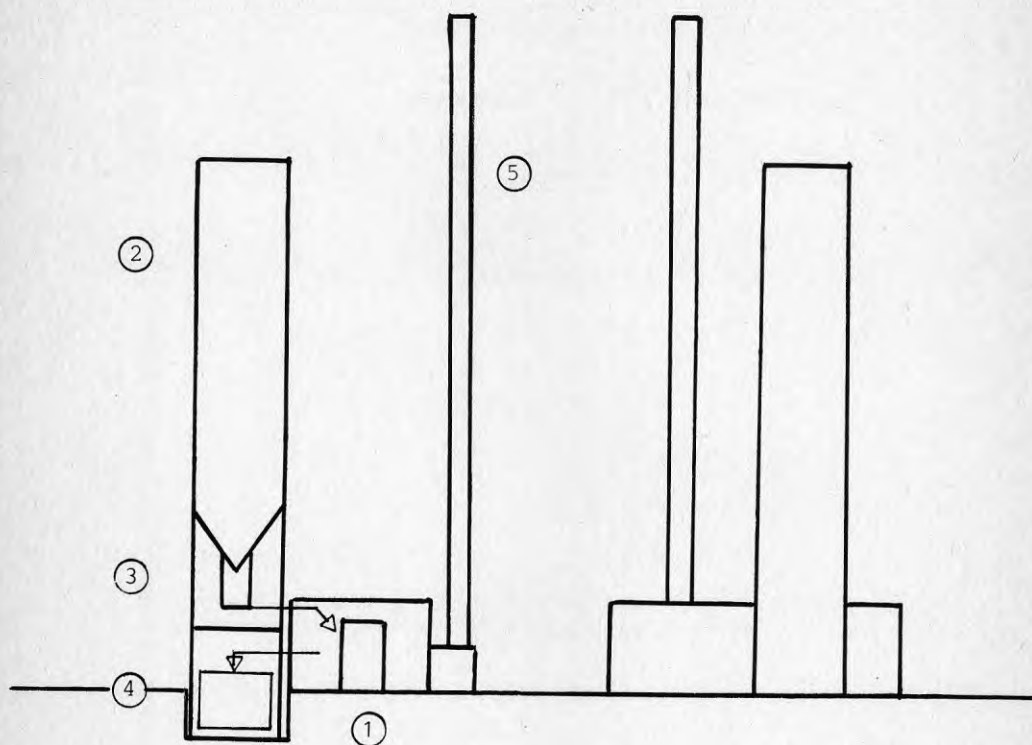
Vid alternativet kolmurf behöver depå ej byggas, enär bränsleleverantören svarar för behövlig lagring.

3.8 Murflager vid panncentral

Närlager vid panncentral kan lösas på flera sätt:

1. Depån enligt 3.7 kan placeras omedelbart intill panncentralen.
2. Om depån, 3.7, placeras på avsevärt avstånd från panncentralen, måste särskild närsilo - med rymd för 200 ton murf - byggas intill centralen. Den mekaniska fyllningsanordningen blir förhållandevis dyrbar.
3. Ett antal containers kan placeras utmed ett transportband. Murfen tömmes automatiskt på bandet och föres till brännaren i doserad mängd.

4. PANNCENTRAL



1. Pannhus med hetvattenpanna försedd med murfbrännare.
2. Silo rymmande 200 m^3 murf.
3. Dosering - matning.
4. Container för aska.
5. Skorsten.

4.1 Flödesbeskrivning

- 15 Murfen matas till brännare mekaniskt.
- 16 Till brännaren tillsättes primär- och sekundärluft med hjälp av ett fläktsystem.
- 17 För förvärmning av brännaren inför start, används en oljebrännare typ villabrännare.
- 18 Värmepanna, brännare, automatik och manöverpanel är placerade i en byggnad.
- 19 I pannan produceras hetvatten liksom rökgas och aska.
- 20 Rökgasen avledes genom en 30 m hög skorsten.
- 21 Askan skall avskiljas i reaktorn.
- 22 Askan avföres med utmatningsanordning.
- 23 Askan samlas i container för vidare borttransport.
- 24 Automaten är så utformad att:
- o samkörning kan ske med redan befintliga pannor,
 - o kontinuerlig körning med murfpannan skall kunna ske över helger då ingen tillsyn sker.

4.2 Systemkomponenter i Mifus panncentral

- 1 st Transportabel panncentral, för övertryckseldning med en normaleffekt av cirka 5 MW för helautomatisk eldning med koksmurf och uppbyggd kring 1 st värmepanna typ Kværner, storlek cirka 5 MW, utförd för 0,4 MPa, komplett murfbrännare med standardautomatik.
- 1 " Stålskorsten, linstagad, höjd = 30 m över fundament.
- 1 " Murfsilo = 100 m³ med dimensionerna cirka 16 x 3 x 3 vilken utvändigt beklädes med plaganplåt i samma kvalitet och färg som panncentralen.
- 1 " Murfberedare med dosering och matning.
- 1 " Askutforslingsaggregat.

4.21 Panncentral

Panncentralen uppbygges på bärande balkfundament med golv av durkplåt.

Ytterväggar utföres av plastbelagd profilerad stålplåt i lagerförd standardfärg.

Yttertak utföres av målad slät stålplåt.

Isoleringen utgöres av 70 mm:s mineralullskivor, invändigt beklädda med plastbelagd profilerad stålplåt i ljus färg.

Panncentralen förses med låsbar branddörr samt friskluftsintag.

4.22 I panncentralen monteras:

- 1 st Murfreaktor med erforderlig automatik och kontrollorgan.
Reglering. Elmotor kW. Elförvärmare kW.
- 1 " Murfmatare.

Därtill pumpar, ventiler, instrument och annat som tillhör hetvattenssystemet.

4.23 Elektrisk utrustning

Manövercentral för distribution av elström till reaktor, cirkulationspump, tryckhållningspump samt belysning.

Manövercentralen, som utgöres av ett gemensamt plåtskåp, innehåller kontaktorer, huvudströmbrytare, gruppcentral, larmsystem samt är försedd med 10 amp 220 V jordat eluttag.

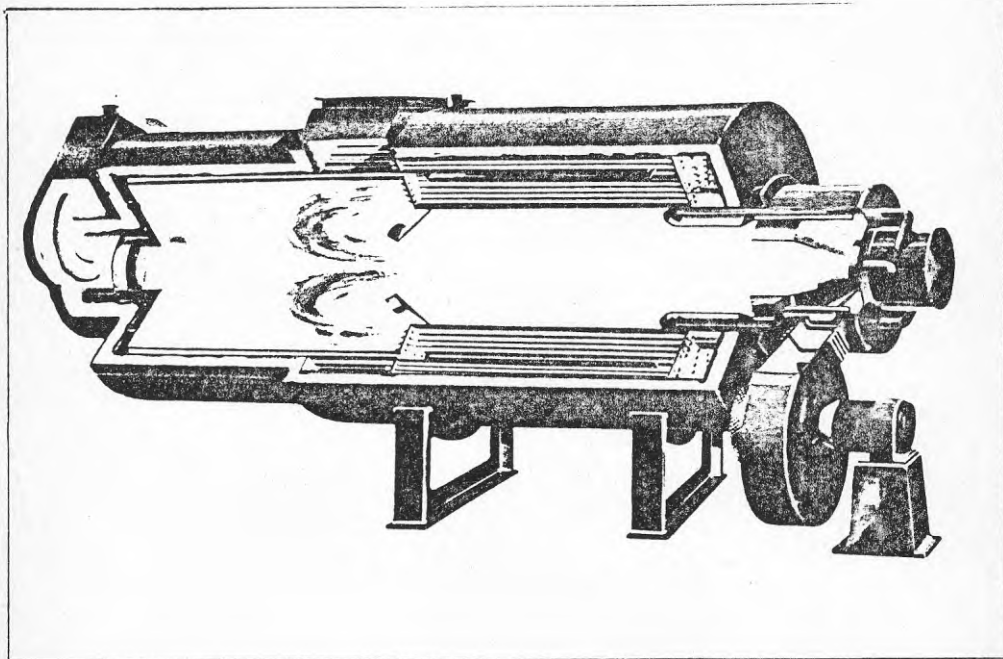
Manöverpanel med lampsignaler och instrument.

Larmsystemet har larmlampor för kvarliggande larm från murfmatning, cirkulationspump, nivåkontroll, expansionskärl, torrkokningsskydd, högt tryck, lågt tryck samt låg temperatur. Tryckknapp för larmåterställning.

Inkoppling till elektriska nätet utföres med 3 x 380 V plint i elskåp.

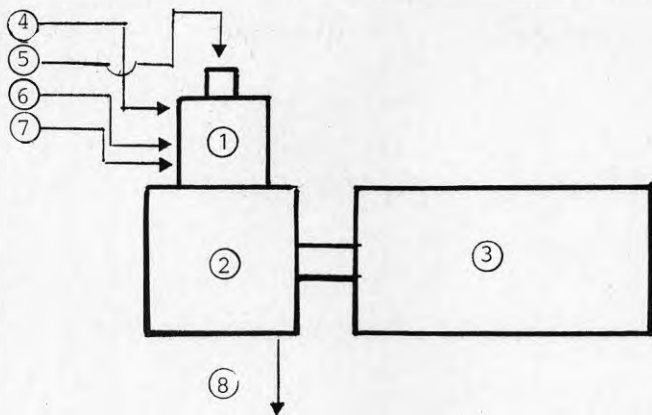
4.3 Kværner/Östbo, hetvattenpanna

Kværner-Östbopannan, som TFAB föredrar, synes vara ett bra val, som torde passa att förse med murfreaktor. Pannan kräver hög belastning per ytenhet.



4.4 Reaktor

Reaktorn i sin första skepnad är under utprovning.



- ①. Reaktor med askavskiljare ②
- ③. Panna
- ④. Murfbränsle
- ⑤. Luft
- ⑥. Olja - startbränsle
- ⑦. Vatten för antändning
- ⑧. Aska

5. MILJÖINVERKAN, FÖRBRÄNNING

5.1 Bränsle

Översiktliga studier har gjorts gällande:

- o materialförändring under transport och lagring,
- o pressprodukter,
- o gasbildning,
- o risker för grundvatten,
- o åtgärder för kontroll,
- o haveririsker,
- o gränser för tolerabelt spill samt
- o saneringsteknik.

Det har visat sig vara ett arbete av väsentlig omfattning både i tid och resurser. Indicier pekar mot att murf ej förändras under transport och lagring så länge det är väderskyddat. Oskyddad lagring under bar himmel torde kunna ske om lagerhögens yta prepareras, så att en skalbildning erhålles.

De pressprodukter som kan uppstå under lagring består ej av olja, utan av ämnen typ fenol, som på sikt kan avgå från oljan.

Det här ovan anförda är att hänföra till långsiktig miljöpåverkan och som ej inrymdes i föreliggande ärende.

5.2 Förbränning - rökgaser

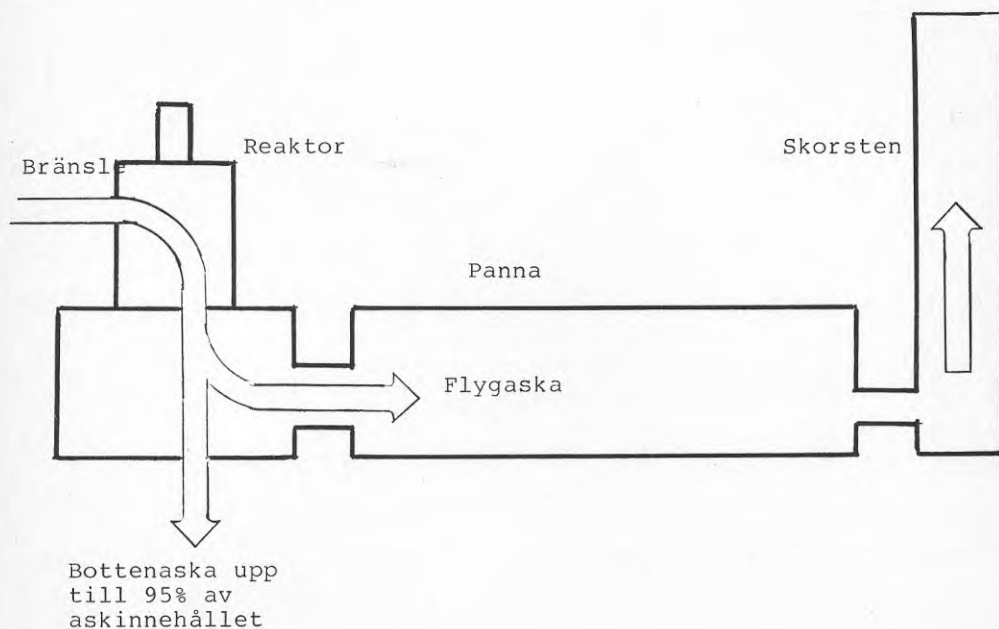
I samband med förbränningstester pågår klarläggande insatser för hur och i vilken omfattning aska avskiljes i reaktorn, liksom om ekologiskt störande ämnen kan avföras som aska. Emissioner till atmosfären torde överensstämma med eller vara något mer godartade än vid konventionella anläggningar.

5.3 Aska

I följande kapitel behandlas ofarliggörande av aska.

5.31 Produktion av aska

Vid murfförbränning produceras aska i den omfattning kolandelen har icke brännbara beståndsdelar. Askan brukar indelas i bottenaska och flygaska. Förekommer svavelrening med kalktillsättning tillkommer gipsslam.



5.32 Återanvändning

I första hand siktar man på att återanvända askan i olika sammanhang. Vanligast torde vara att använda askan som filtersubstitut vid tillverkning av betongvaror m m.

5.33 Deponering

Tillståndsgivande myndigheter är mycket restriktiva, när det gäller att ge tillstånd till deponering (slutlig förvaring) av aska - såväl på tippar på land som i vattenområden.

5.34 Ofarliggörande av aska

Ofarliggörande av aska kan strängt taget börja med att kolet renas redan före förbränning.

Askan innehåller utöver mineralt material även metaller, metalloider och spårämnen. Särskilt i sur miljö kan icke önskvärda ämnen lakas ur och störa den ekologiska balansen. Genom restriktioner av olika slag måste askan göras i princip ofarlig före deponering. Alternativt kan deponeringsplats ordnas så att kontroll erhålles om farliga ämnen och koncentrationer av sådana börjar lakas ur tippmassorna. Dessutom bör anordningar att rena pressvattnet finnas.

5.35 Svavelslam

Ett problem som kommer är svavelavskiljning. Det mest använda svavelfiltren ger upphov till stora mängder gipsslam. Detta gipsslam kan med fördel adderas till askan och ingå som värdefull ingrediens i askpellets.

5.36 Ballast

Kolet ballastinnehåll är omfattande, vilket framgår av nästa bild. Med konventionellt anrikningsförfarande kan i runt tal hälften av icke kolmaterial avlägsnas. Även en del kol förloras vid behandlingen. Spårämnen kan avlägsnas ur askan medelst känd mineral anrikningsteknik, såsom lakning.

5.37 Pelleteringsanläggning

Pelleteringsanläggningar kan i princip vara av två slag; antingen för lokalt bruk eller för regionalt bruk. Den mindre, lokala anläggningen ligger i direkt anslutning till askproduktion, där anläggningen skötes av denne och med pelletsproduktion väsentligen för dumpning.

Den större, regionala anläggningen pelleterar all aska som faller inom en region och där transporteras askan till den centrala anläggningen.

Den senare gör såväl stabiliserade som sintrade kulor för avsalu eller deponering.

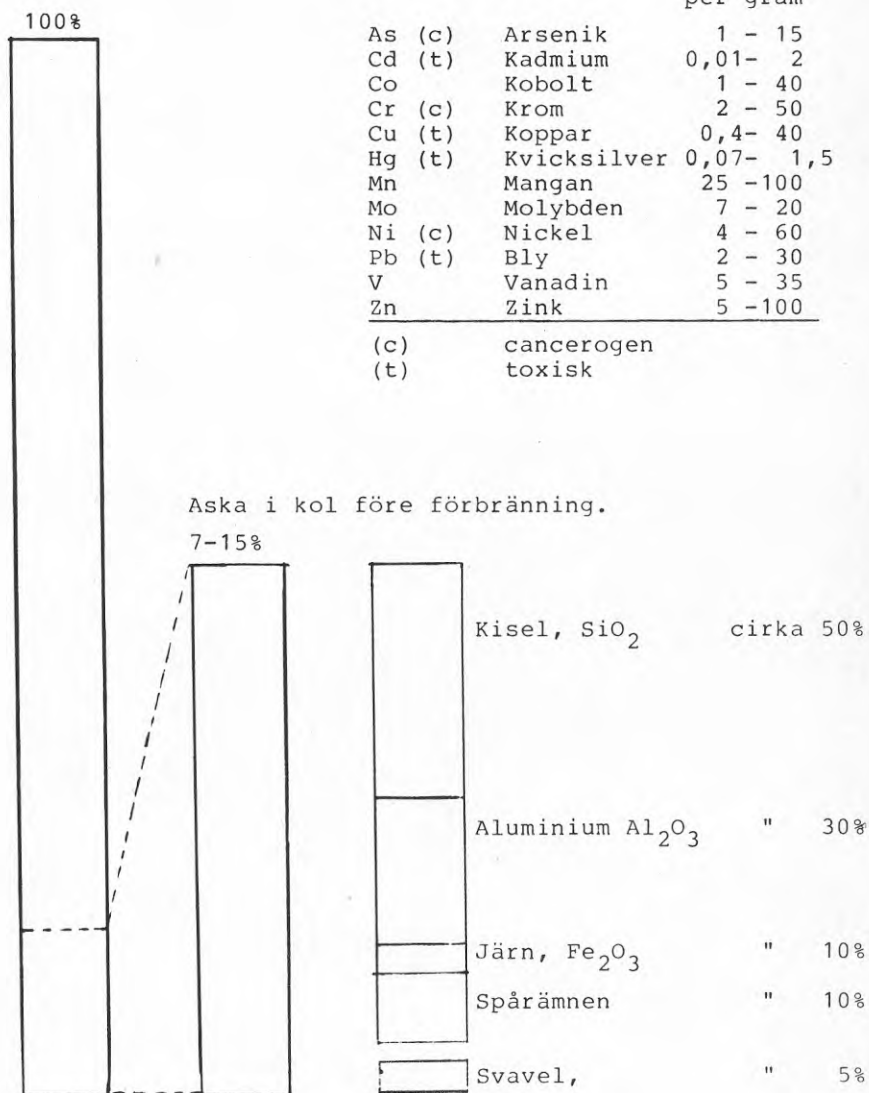
Kolbränsle

Spårämnen i oförbränd aska

		Mikrogram per gram
As (c)	Arsenik	1 - 15
Cd (t)	Kadmium	0,01- 2
Co	Kobolt	1 - 40
Cr (c)	Krom	2 - 50
Cu (t)	Koppar	0,4- 40
Hg (t)	Kvicksilver	0,07- 1,5
Mn	Mangan	25 -100
Mo	Molybden	7 - 20
Ni (c)	Nickel	4 - 60
Pb (t)	Bly	2 - 30
V	Vanadin	5 - 35
Zn	Zink	5 -100

(c) cancerogen

(t) toxisk



Vid förbränning avgår svavel, kadmium, kvicksilver och smärre ämnen som gas.

Metallhalten i kol varierar oerhört mycket mellan olika kol-sorter och även inom samma brytningsområde. De metaller som är av störst betydelse ur miljövardssynpunkt är följande:

		<u>g/ton kol</u>	<u>g/ton aska</u>
As (c)	Arsenik	1,0 - 15,0	-
Cd (t)	Kadmium	0,01 - 2,0	-
Co	Kobolt	1,0 - 40,0	10 - 400
Cr (c)	Krom	2,0 - 50,0	20 - 500
Cu (t)	Koppar	0,4 - 40,0	4 - 400
Hg (t)	Kvicksilver	0,07 - 1,5	-
Mn	Mangan	25,0 - 100,0	250 - 1000
Mo	Molybden	7,0 - 20,0	70 - 200
Ni	Nickel	4,0 - 60,0	40 - 600
Pb	Bly	2,0 - 30,0	-
V	Vanadin	5,0 - 35,0	50 - 350
Zn	Zink	5,0 - 100,0	-

(c) cancerogen
(t) toxisk

Såväl högre som lägre halter än vad som anges i tabellen förekommer givetvis. Vid förbränningen sker utsläppen huvudsakligen till atmosfären. En mindre del binds till aska och slagg. Några metaller, t ex arsenik och kadmium, uppträder delvis i gasform och avskiljs med lägre avskiljningsgrad än vad som erhålls i genomsnitt för totala stoftmängden. Kvicksilver uppträder helt i gasfas och avskiljs inte alls i vanliga stoftavskiljare under normala driftförhållanden.

En viss kondensering eller adsorption på rökgasernas stoftpartiklar sker även. Härvid anrikas de flyktiga ämnena och man erhåller submikrona partiklar som är svåra att avskilja i konventionella reningsutrustningar. De metaller som anrikas är i första hand arsenik, kadmium, bly och zink.

Flera av metallerna är giftiga, främst kvicksilver, kadmium, bly, koppar och zink och några tillhör den cancerframkallande gruppen, exempelvis krom, nickel och arsenik.

Mangan och vanadin fungerar som katalysatorer vid oxidering i luft av svaveldioxid till sulfat och svavelsyra. Det är således av stor vikt att känna till metallförekomsten i såväl kol och aska som i flygaska, varför fortsatt kartläggning av möjlig begränsning av metallutsläpp vid koleldade anläggningar är angelägen.

5.38 Produkter

Ur kolbränslets första rening kan utvinnas en biprodukt med bränslevärde - föraska - lämpad för exempelvis cementindustrin.

Om råaskan efter förbränning har utvinningsbart innehåll av metaller eller ämnen som kan störa ekologin, kan sådana utvinnas med lakning eller annan känd mineral teknik. Med utvinningsvärt menas inte enbart ekonomisk lönsamhet utan även politisk lönsamhet.

Restprodukten - renaskan - utgöres av mineralt material som skall kunna användas i exempelvis betongvaror eller kunna dumpas.

Råaska och renaska kan pelleteras för bättre inkapsling av farligt material. Två former - stabiliserade eller sintrade pellets - kan tillgripas för att möta myndighets krav eller marknadskrav.

6. KALKYLER

6.1 Allmänt

Det är vanskligt att göra kalkyler dels för att det gäller en pilotanläggning, dels är murfbränsleförsörjning ej etablerad ännu och dels sätter inflationen ständiga krokben för kalkylers säkerhet.

Med dessa förbehåll har följande kalkyler gjorts.

6.2 Panncentral

Överslagsmässigt har följande kostnader framtagits:

Panna, kringutrustning och byggnad	900.000:-
Reaktor med matare	450.000:-
Bränslesilo och slagg- utrustning	400.000:-
Övriga kostnader	<u>250.000:-</u>
<u>Summa kronor</u>	<u>2.000.000:-</u>

6.3 Bränslekostnader

Prissituationen i mitten av mars 1980.

6.31 Koksmurf

Pris per ton

Koks vid Union Carbide	130:-
Siktning	15:-
Olja 5 W/O	50:-
Lastning	2:-
Transport och lossning	<u>15:-</u>
Summa kronor	212:-

6.32 Kolmurf

Pris per ton

Kol cif	226:-
Lossning och transit till lager	15:50
Lagerkostnad för 3 månader	0:25
Kapitalkostnad för 3 månader	7:25
Malning	15:-
Beredning	1:-
Eo 5 W/O olja	50:-
Lastning på bil	2:-
Transport och lossning	<u>20:-</u>
<u>Summa kronor</u> =====	<u>337:-</u>

6.33 Driftkostnader

Detaljerad utredning har ej utförts. Bedömning har dock gjorts att de mer komplicerade utrustningarna för lagring, matning och förbränning liksom omhändertagande av aska, medför totalt en relativ kostnadsökning med 40% gentemot oljeeldning.

6.34 Aska

Askkostnad

Behandling av aska och slam beräknas kosta 10:- kr/ton bränsle.

10% aska per ton murf ger kostnadsutrymmet för askbehandling 75:- till 100:- kr per ton aska.

- o För denna kostnad kan askproducenten själv göra askan ofarlig i en lokal anläggning och deponera den eller
- o låta ett regionalt företag ta hand om askan och därmed sammanhängande problem.

En metod att behandla aska så att den både kan deponeras på ett godtagbart sätt eller återanvändas är att stabilisera askan. Askans pozzolanska reaktion kan utnyttjas och genom komplettering med avpassade tillsatser kan askan ges formen av kulor i storlek 10-20 mm:s diameter. Kulorna stabiliseras genom värmning till cirka 200°C. När kraven är större sintras kulorna i temperaturen 1000-1200°C. Kulorna kan göras kompakta eller kan - med hjälp av tillsatser - ges porig struktur.

7. UPPGIFTENS GENOMFÖRANDE

Faktaunderlag har erhållits genom

- o intervjuer
- o litteraturstudier
- o platsstudier
- o försök inom projekt Murfeld som stötts av Nämnden för energiproduktionsforskning.

7.1 Försök

Inom ramen för NE-projekt 1660 131 Murfeld, har koksmurf eldats i en murfreaktor. Ur Sedicos rapport 1123 - 7950 har sammanställts följande avsnitt som omfattar försök med förbränning av koksmurf.

Målsättning för projekt Murfeld

Projekt Murfeld syftar till att möjliggöra konvertering av oljeeldade pannor till murfeldade. Bakgrunden uttrycks i NE:s Projektbeskrivning 1660 131, Murfeld.

"Det finns idag ingen ekonomiskt rimlig teknik att konvertera vanliga oljeeldade anläggningar till bränslen som kol, ved eller torv. En bränsleblandning, som ersätter huvuddelen av oljan med pulvriserat fast bränsle under bibehållen panneffekt, skulle därför kunna drastiskt minska vårt behov av importerad olja. Andra krav från eldnings- och miljösynpunkt måste givetvis också tillgodoses."

Målsättningen citerad ur samma projektbeskrivning lyder:

"Att utveckla förbrännings- och kringutrustning fram till demonstration i skala 5 MW för att med godtagbar ekonomi kunna utnyttja stenkolbaserat murfbränsle i pannor avsedda för oljeeldning."

Anledningen till att storleksordningen 5 MW har angivits beror på att många hetvattenpannor och ångpannor finns inom effektområdet 3-10 MW i Sverige.

Projekt Murfeld syftar således till framtagande av en prototypanläggning i full skala för denna marknad.

Målsättning för projekt Murfeld, etapp I

För att nå målsättningen för projekt Murfeld har projektet indelats i etapper, där den första etappen skall innehålla huvudparten av utvecklingsarbetet.

Speciellt viktigt i etapp I är att konstatera om:

- o tillräcklig effektbelastning kan nås och om
- o askavskiljning är möjlig före de värmeupptagande ytorna.

Vidare gäller att murfreaktorn byggs för en kapacitet av cirka 50 kg murf per timme, vilket motsvarar cirka 400 kW.

Murfen skall baseras dels på koksspill levererat av Union Carbide i Trollhättan och dels på tjeckiskt flamkol, likvärdigt med flamkol som används i konventionella kolpulvereldade anläggningar. Provförbränningarna beräknades till sammanlagt cirka 75 timmar, vilka borde utföras under en månad. Målsättningen utöver vad som nämnts ovan finns angiven i projektbeskrivningen i form av nedanstående frågor:

- o Vid vilket luftöverskott kan koksspill förbrännas?
- o Vilken är optimal olje- och vattenhalt?
- o Hur ser en fungerande askavskiljare ut?
- o Hur ser ett slagghanteringssystem ut?
- o Föreligger behov av stödeldning vid förbränning av koksspill (200 kW)?
- o Hur ser samtliga komponenter ut i fungerande skick?
- o Föreligger goda förutsättningar att lyckas med en uppskalning baserad på koksspill under fortsatta etapper?
- o Vilka miljöproblem kan befaras?

För övrigt skulle alla komponenter utföras och observeras med tanke på kommande anläggningar i kommersiellt utförande.

7.2 Förutsättningar för genomförandet

Innan vi går in på genomförandet av projektet kan vi kortfattat gå igenom en del förutsättningar, vilka inte nämnts i målsättningen.

- o Murfen baserades på koksspill eller tjeckiskt flamkol nedmalet till cirka 40% rest på en 90 μ m:s sikt.
- o Analyser av bränslena framgår av bilderna 1 och 2.
- o Murfreaktorn kunde anslutas till en befintlig experimentpanna på Ugnsbolaget-Tabo AB, Uppsala.

- o Murfreaktorn konstruerades efter erfarenheter från projekt Mifeld, där murf har förbränts i storleksordningen 200 kW. (Rapport Ne 3061 092 daterad 78 09 26.) En principskiss visas i bild 3.
- o På grund av svårigheter att klara askavskiljningen konstruerades och byggdes en ny murfreaktor. Principutförandet framgår av bild 4.

7.3 Murfberedning

Efter leverans av kokspulvret och flamkolet utfördes praktiska blandningsprover med pulvren och olja av typ eo 1, eo 5 och vatten. Avsikten var dels att utröna bästa blandningsteknik, dels att utröna vid vilken lägsta oljehalt en acceptabel dammningsnivå vid hantering hade uppnåtts. Speciellt borde en lämplig blandningsteknik för eo 5 kunna specificeras.

Murfberedningen har gjorts satsvis i en vanlig betongblandare med och utan ballast i blandaren.

7.4 Förbränning av koksmurf

Koksmurf förbrändes i proveldningarna E 1 och E 2. Vid proveldning E 1 brändes koksmurf med enbart 10% oljeinblandning, enbart 10% vatteninblandning, 5% olja plus 10% vatteninblandning och torrt kokspulver. Förbränningen skedde utan förvärmning av primärluften.

En kraftig gnistbildning skedde i samtliga fall. Förbränningen kunde endast upprätthållas med cirka 80 kW:s stödgaseldning. Vid dessa eldningar konstaterades problemen med fasta klumpar i kokspulvret och även ett oförbränt grafitinnehåll i rökgaserna.

Vid proveldning E 2 förbrändes koksmurf med 5% olja.

Trots förvärmning av primärluften till cirka 300°C kunde inte förbränningen upprätthållas utan stödgaseldning.

På grund av agglomeratförekomsten och grafitinnehållet i koksen satsades inte resurser för eldning av koksmurf under proveldning E 3.

Intyg nr 7953:49



STATENS PROVNINGSANSTALT

Uppdragsgivare Union Carbide Norden AB, Trollhättan
 Föremål 3 prov koksamm
 Inkom 1979-04-12

Uppdrag Analys

Proven, vilka insändes av uppdragsgivaren, inkom i 3 plastpåsar, vägde vardera ca 1 kg och var märkta "Före slamtank", "slangfilter" samt "Efter packmaterialsikt".

PROVNINGSRESULTAT

	Före slamtank	Slangfilter	Efter pack- mtrl.sikt
Fukthalt, vikt %	1,0	0,7	1,2

Analys på torrt material

Kol, C vikt %	78,0	82,5	75,9
Svavel, S vikt %	0,52	0,75	1,05
Askhalt, vikt %	14,9	14,0	19,8
Flyktiga ämnen, vikt %	4,7	3,9	4,4
Värmevärde kalorimetriskt, J/g	28350	28070	26040
cal/g	6770	6704	6220
effektivt J/g	27380	26930	24870
cal/g	6539	6432	5940

Analys på askan

Kisel, SiO ₂ vikt %	36,0	40,7	41,8
Kalcium, CaO vikt %	4,15	4,75	4,61
Magnesium, MgO vikt %	2,77	2,68	2,61
Järn, Fe ₂ O ₃ vikt %	14,8	14,0	10,0
Aluminium, Al ₂ O ₃ vikt %	22,6	25,1	32,1
Mangan, Mn ₂ O ₃ vikt %	0,37	0,41	0,28
Natrium, Na ₂ O vikt %	0,35	0,63	0,24
Kalium, K ₂ O vikt %	0,38	0,64	0,19
Olösligt vikt %	19,2	13,8	7,8

Göteborg 1979-08-22
 STATENS PROVNINGSANSTALT
 Avdelning Göteborg

TJECKISKT FLAMKOL

Sammanställning av uppgifter från Ahlsell IR.Effektivt värmevärde 27.000 Jkg⁻¹.Fysikaliska egenskaper

Nedan lämnade sifferuppgifter är riktvärden, baserade på flerårig produktionsstatistik. Avvikelser kan förekomma.

Fukthalt	3%
Gashalt (räknat på vattenfritt prov)	33%
Askhalt (räknat på vattenfritt prov)	7%
Skrymdensitet (volymvikt)	0,7 g/cm ³
Viktandel korn >0,2 mm	10%
Viktandel korn >1,0 mm	0%
Svavelhalt	1,0%
Svällningstal	1,5-2,0%

Askanalys

Före analysen har provet inaskats vid 900°C.

Askhalt 8,5%

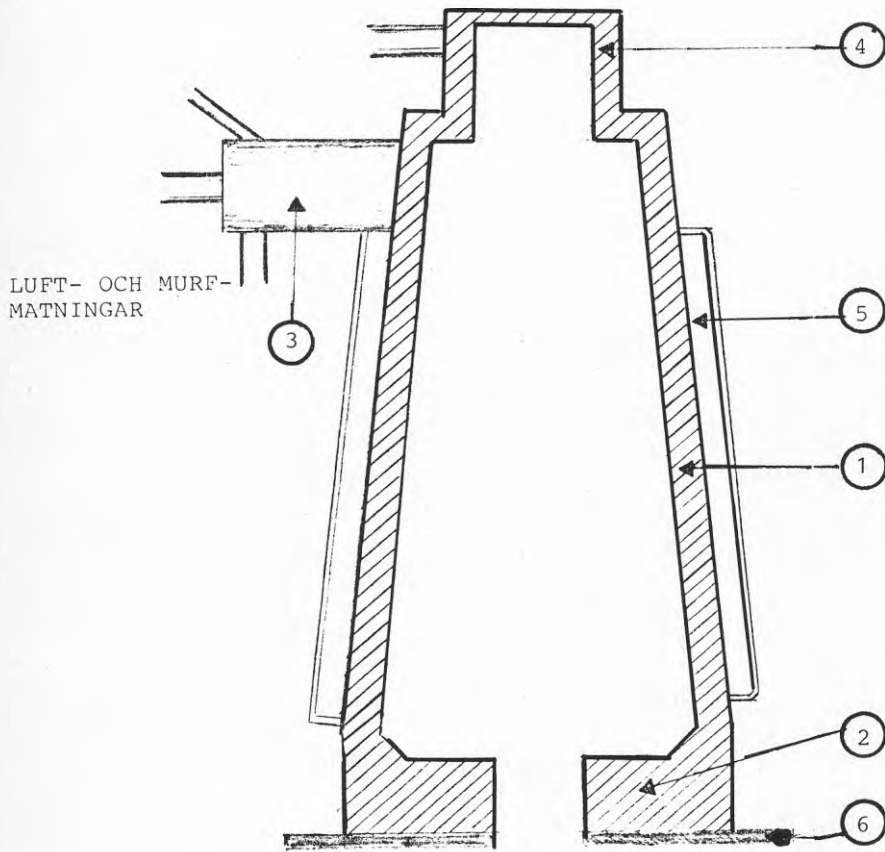
SiO ₂	47,3	%	av askan
CaO	5,6	%	" "
MgO	2,22	%	" "
Fe _{tot} som Fe ₂ O ₃	10,5	%	" "
Al ₂ O ₃	27,5	%	" "
Mn _{tot} som Mn ₂ O ₃	0,20	%	" "
Na ₂ O	1,05	%	" "
K ₂ O	2,07	%	" "

Vattenolösliga beståndsdelar:

96,0 % av askan

Bild 3

PRINCIPUTFÖRANDE AV MURFREAKTOR



- ① CYKLON
- ② ACCELERATOR
- ③ TURBULATOR
MED TURBU-
LATORRÖR
- ④ SEKUNDÄR-
LUFTDON
- ⑤ LUFTFÖR-
VÄRMARE
- ⑥ FÄSTPLATTA

Bild 4

PRINCIPUTFÖRANDE AV
MURFREAKTOR

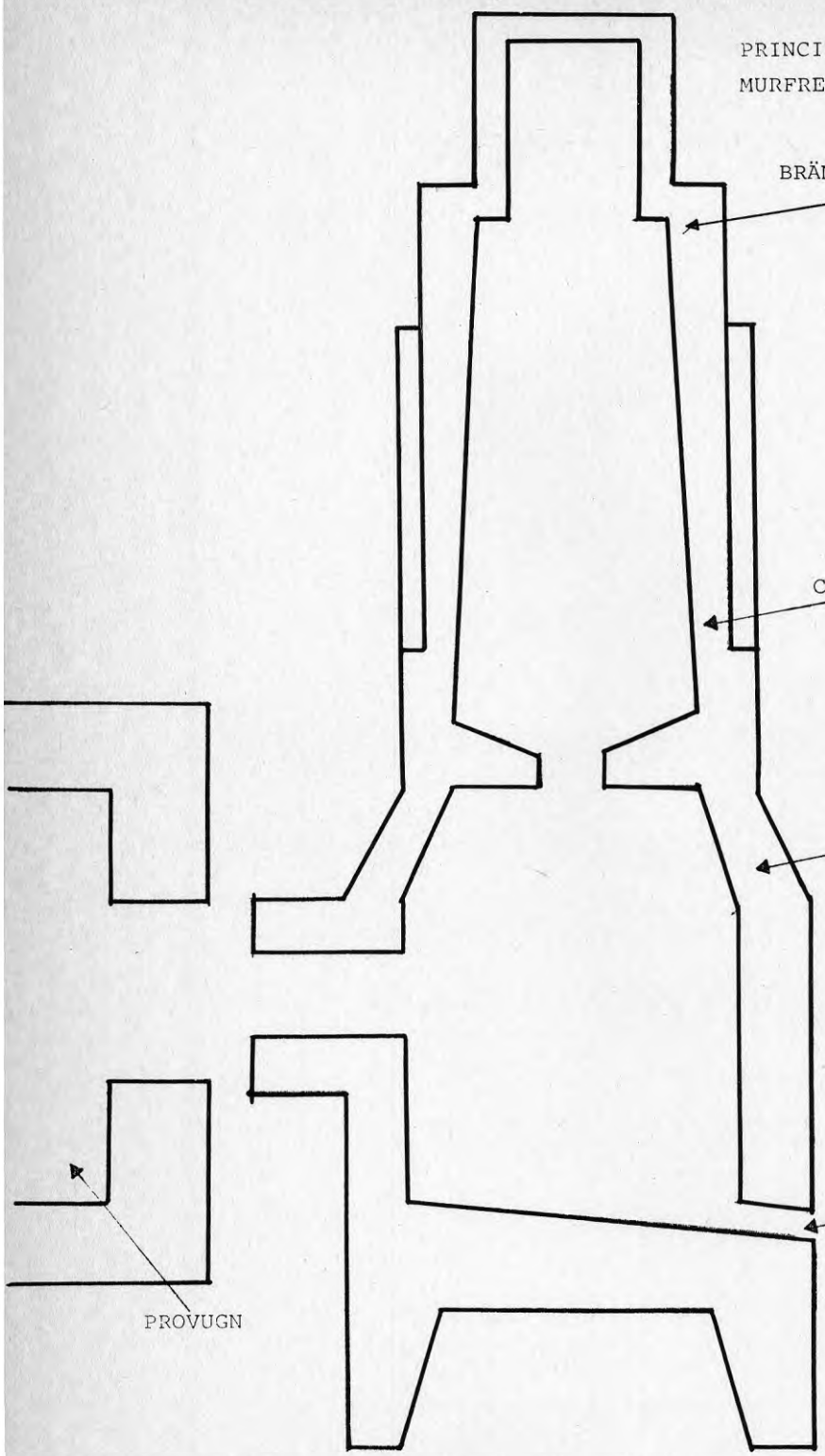
BRÄNSLEINMATNING

CYKLON

SLAGGFÄLLA

SLAGGAVTAPPNING

PROVUGN



Sammanfattningsvis kan man säga angående koksmurfförbränningen:

- o En nöjaktig utbränning skedde ej, ty grafitspill kvarstod.
- o Förbränning med konstant hög (cirka 1500°C) rökgastemperatur kunde upprätthållas vid stödgaseldning med cirka 80 kW.
- o Vid strypning av stödgasen slocknade koksmurflågan så småningom. Snabbast skedde detta vid eldning med torrt kokspulver.
- o Ovanstående resultat tyder på att rent kokspulver kan förbrännas i form av koksmurf med 10-20% stödeldning. Förmodligen kan det även förbrännas utan stödgas i murfreaktorer med högre effekter än de 400 kW som utvecklades vid provförbränningarna om tillräcklig mängd olja och vatten tillsätts.

7.5 Utvärdering av projekt Murfeld

I projekt Murfeld, etapp II, avses att bygga en murfreaktor i storleksordningen 5 MW. I Murfeld, etapp III, har preliminärt planerats att installera den första kommersiella murfreaktorn i Trollhättans kommun.

- o När pågående utveckling är klar kan man bygga och leverera en murfreaktor i effektområdet 5 MW, avsedd för konvertering av en oljeeldad panna med samma märkeffekt. Uttalandet gäller att klara murfeldning med bibehållen effekt i en normalt oljeeldad panna förutsatt att pannan är lämplig.
- o I utvecklingen inblandade parter är övertygade om att en sådan anläggning kommer att medföra en godtagbar ekonomi.
- o Koksspill från Union Carbide kan inte rekommenderas som basbränsle i en anläggning enligt ovan. Orsaken är att levererat koksspill innehåller mängder av 1-20 mm stora hårda agglomerat, plus att spillet innehåller en mängd grafit, vilket icke uppgivits av Union Carbide.
- o Det är tveksamt om en murfreaktor, där murfen baseras på flämkol, kan rekommenderas till Trollhättan. Anledningen är dels att proveldningarna i projekt Murfeld, etapp I, inte har klarat askavskiljning före pannans

värmeupptagande ytor. Den andra anledningen är att Trollhättans kommun har låst sig för en viss typ av panna som kräver en extremt hög effektbelastning per volymenhet. En säker bedömning kan inte göras utan en konkret undersökning av de faktiska förutsättningarna som gäller idag.

7.6 Miljöproblem

Projekt Murfeld, etapp I, har inte inriktats på att lösa kolförbränningsteknologins miljöproblem.

Murfförbränningens inverkan på kolteknologins miljöproblem är därför ännu så länge mest teoretisk. Dess teorier är bl a:

- o Stegvis förbränning kan hålla NO_x -halterna låga trots hög reaktortemperatur.
- o Fullständig utbränning vid närvaro av vatten medför god utbränning och låga sothalter.
- o Murfeldning tillåter utan tekniska hinder tillsatser av partiklar och vätskor för miljöfrämjande syften till exempel ökad svavelbindning i slagg.
- o Tillsats av pulverformig kalk har provats utan några extra tekniska problem.
- o Hantering av murf kan ske utan allvarliga damningsproblem.

**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
790381-5 från Statens råd för byggnadsforskning
till Sedico Energi AB, Strängnäs.**

R126: 1980

ISBN 91-540-3343-8

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6700226

**Abonnemangsgrupp:
W. Installationer**

**Distribution:
Svensk Byggtjänst, Box 7853
103 99 Stockholm**

Cirka pris: 20 kr exkl moms