

RAPPORT

Lisbet Kristiansson

Utrustning för rening av utsläpp av organiska lösningsmedel från träindustrin

Träteknik

Lisbet Kristiansson

UTRUSTNING FÖR RENING AV UTSLÄPP AV ORGANISKA
LÖSNINGSMEDEL FRÅN TRÄINDUSTRIN

TräteknikCentrum, Rapport P 9001003

Nyckelord

*organic solvents
pollution control*

Stockholm januari 1990

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	<u>Sid</u>
1. FÖRORD	2
2. SAMMANFATTNING	2
3. INLEDNING	2
4. UPPLÄGGNING	2
5. BESKRIVNING AV OLIKA RENINGSPRINCIPER	3
5.1 Adsorption	3
5.2 Förbränningsväxlare	4
5.3 Förbränningsanläggning	5
6. UTSLÄPPENS INNEHÅLL	5
7. KOMMENTARER TILL OLIKA RENINGSPRINCIPER	6
8. NÅR KAN RENINGSUTRUSTNING VARA ETT ALTERNATIV	6
9. ATT TANKA PÅ OM RENINGSUTRUSTNING VÄLJS	7
10. FÖR VIDARE STUDIER	8
11. JÄMFÖRELSE AV VISSA DATA MELLAN OLIKA TYPER AV RENINGSANLÄGGNINGAR	9
12. INFORMATION OM RESPEKTIVE RENINGSANLÄGGNING	12
12.1 <u>Utrustningar som bygger på adsorption</u>	12
Polyad FB	12
Munters Zeol Concentrator	15
CON-REC OCH CON-CAT	19
12.2 <u>Förbränningsväxlare</u>	20
ADTEC	20
SWINGTHERM	23
12.3 <u>Förbränningsanläggningar</u>	25
RE-THERM	25
CATOX OCH REGENOX	27

1. FÖRORD

Denna rapport redovisar data om reningsutrustningar som kan tillämpas på träindustrins utsläpp av kolväten. Materialet är framtaget i projektet "Trä och den yttre miljön". Detta projekt är ett samarbetsprojekt mellan ca 25 träindustrier varav de flesta sysslar med ytbehandling. Information och dokumentation sprids inom projektet till deltagarna men viss information som t ex denna rapport som bedöms ha ett mera allmänt intresse trycks och ges ut som Träteknik-rapport.

2. SAMMANFATTNING

Rapporten utgör en sammanställning över reningsanläggningar för rening av lösningsmedel. Förutsättningar har varit att få en överblick över de anläggningar som kan vara lämpliga för de förhållanden som gäller utsläpp från ytbehandling av trä. Specifika data om respektive anläggning finns på sidorna 12-30 liksom ungefärliga kostnader.

3. INLEDNING

Träindustrier med ytbehandling har under de senaste åren fått ökade krav på sig från miljömyndigheterna att minska utsläppen av organiska lösningsmedel. Lösningar av produktionsteknisk art som reducerar användningen av lösningsmedel är ur långsiktig synvinkel att föredra. Det finns dock vissa situationer där en rening utav utsläppen blir nödvändig och kanske rentav är den för tillfället bästa lösningen. När man ansöker om tillstånd till verksamheten hos Länsstyrelsen så vill myndigheten ha ett underlag för att kunna bedöma vad som är ekonomiskrimligt att kräva. En del i detta underlag är de ekonomiska och tekniska förutsättningarna för rening av utsläppen. Information om olika reningsutrustningar som är lämpliga för träindustrin har därför sammanställts i denna rapport, för att vara till hjälp vid företagets egen bedömning likväl som till hjälp när underlag för länsstyrelsernas handläggning skall tas fram.

4. UPPLÄGGNING

Underlaget till rapporten har hämtats in från ett antal leverantörer av reningsutrustningar. Träindustrins villkor har tjänat som utgångspunkt t ex normal sammansättning på utsläpp, storlek på flöde och koncentrationer. Alla tillfrågade har inte lämnat material på grund av olika orsaker. En del leverantörer har begränsat sig till speciella branscher och en del levererar inte så små anläggningar som träindustrin normalt behöver. Utvecklingen är intensiv inom området och uppgifterna från leverantörerna har ständigt ändrats under insamlingens gång. Leverantörer har även tillkommit. Materialet gör inga anspråk på att vara komplett med avseende på antalet leverantörer. De för tillfället vanligaste och intressantaste har tagits med.

5. BESKRIVNING AV OLIKA RENINGSPRINCIPER

5.1 Adsorption

De reningsutrustningar som bygger på principen om adsorption innehåller någon

form av bäddmaterial. Detta material är av den karaktären att olika gasformiga ämnen fastnar på materialets yta. Olika ämnen fastnar olika snabbt och olika hårt. Den förorenade luften får genomströmma bädden och föroreningarna fastnar på bäddmaterialet. För att få så mycket föroreningar som möjligt att fastna görs bäddmaterialet med så stor yta som möjligt. Detta görs antingen genom att materialet ges en porös struktur med många, långa och förgrenade porer eller genom att det görs i form av mycket små partiklar. Den specifika ytan på kommersiella bäddmaterial uppgår ofta till 500-1000 m²/g. På grund av att olika ämnen fastnar olika i bädden kan tekniken användas till att separera olika föreningar eller ämnen ifrån varandra. En selektiv rening kan då genomföras.

Kapaciteten hos bäddmaterialet anges som kilogram upptaget ämne per kilogram bäddmaterial. Kapaciteten varierar med typ av förorening, koncentration av föroreningen och med temperaturen. Även luftfuktigheten kan ha betydelse.

Processen då föroreningen fastnar är ett s k exotermt förlopp, dvs värme frigörs. Tillförs sedan värme lossnar föroreningen från bäddmaterialet. Detta kallas desorption och utnyttjas då bädden skall regenereras. Värmen tillförs med hjälp av vattenånga eller någon gas, t ex kväve. Föroreningen frigörs och transporteras bort av vattenångan eller kvävgasen. Koncentrationen blir då mycket högre och lösningsmedlet kan utvinnas genom kondensering, dvs nedkylning av gasblandningen eller så kan gasblandningen förbrännas och energin återvinnas.

Två typer av bäddar förekommer i de redovisade anläggningarna. Dels med fast bäddmaterial, dels med rörligt. Fasta bäddar kan vara uppbyggda så att bäddmaterialet finns på ytan av en bärande struktur. Bädden kan sedan ligga fast och förorenad luft får strömma igenom tills bädden är mättad. Därefter regenereras bädden antingen under natt eller annan tid då produktion inte är igång eller så har man installerat flera bäddar så att regenerering kan ske under produktion. Den fasta bädden kan också finnas i en rotor som sakta rör sig igenom adsorptionszon och regenereringszon. I detta fall sker regenereringen kontinuerligt under drift.

Bädden med rörligt material utformas som en fluidiserande bädd, dvs materialet hålls svävande med en luftström. Överföringen i sådana bäddar blir effektiv. En del av bäddmaterialet tas kontinuerligt ut och regenereras.

Bäddmaterialet kan bestå av zeoliter, vilket används både i fasta bäddar och i rotorerna. I fluidiserande bäddar används speciella polymerer. Aktivt kol används vid vissa tillämpningar men har inte använts med framgång för rening av utsläpp från ytbehandling på trä. Detta beror oftast på att utsläppen innehåller för stor andel vatten och detta fastnar på kolets yta och reducerar effektiviteten.

Gemensamt för reningsutrustningar som bygger på adsorptionsprincipen är, som framgår av ovan, att föroreningen fås i en högre koncentration och ytterligare en enhet behövs därför efter själva adsorptionen. Detta kan vara en förbränningsanläggning eller en kondensering beroende på om återvinning eller destruktion är att föredra.

Det innebär att redovisade kostnader inte tar upp en fullständig rening av utsläppet utan endast en koncentrerings. Dimensionerna på förbränning respektive kondensering kan i detta fall hållas nere på de höga halterna och reducerar kostnaderna för detta steg något.

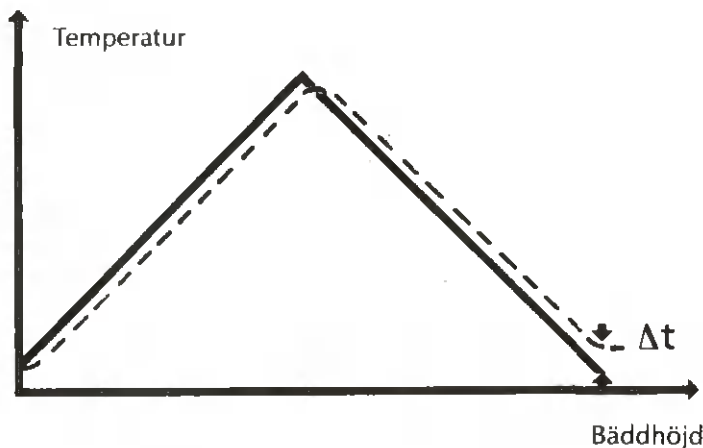
5.2 Förbränningsväxlare

Halterna av lösningsmedel i utgående luft från ytbehandlingen är i träindustrin mycket låga. Luften har dock ett energiinnehåll som kan göra det intressant att förbränna. Vid normal förbränning kan energin återvinnas från utgående luft. Normalt vid vanlig förbränning är att det är ekonomiskt rimligt att återvinna cirka hälften av luftens energiinnehåll. Med en förbränningsväxlare kan en större andel av energin återvinnas. Behovet av extra energi för destruktionen kan därför reduceras eller försvinna.

Anläggningen består av en bädd av t ex sand. I mitten av bädden finns värmspiraler som håller bäddtemperaturen på en viss nivå. Organiska lösningsmedel förbränns och bryts ner om temperaturen ligger över 800-900°C.

Den luft som skall renas får strömma igenom bädden. Först värms då luften upp till en sådan temperatur att föroreningarna förbränns. Syreöverskottet är stort vid denna förbränning. Sanden har stor kontaktyta mot luften så en god termisk kontakt förekommer hela tiden. Detta innebär att temperaturskillnaden mellan sand och luft blir liten.

I samband med att luften passerar bädden kyls ingångszonen ner av den kallare ingående luften och den utgående luften värmer upp utgångszonen ur bädden. Detta skulle göra att temperaturprofilen blir förändrad och det skulle inverka på funktionen. För att undvika detta växlas luftens strömningsriktning genom grusbädden med jämna mellanrum.



Figur 1. Temperaturfördelning i bädden, rak linje. Temperatur hos nedifrån genomströmmande luft, streckad linje. Temperaturskillnad mellan luft och grus är ungefär konstant genom hela bädden.

Förbränningen karaktäriseras till skillnad från normal förbränning av:

- stort luftöverskott
- väl förblandad bränsle/luftblandning
- jämn uppvärmning
- ingen flamma.

Förbränningen blir mycket fullständig och nedbrytningsprodukterna består av koldioxid och vatten. Vid växlingen av genomströmningsriktningen blir reningen inte fullständig.

Om man istället för sand använder ett bäddmaterial med en porös struktur och täckt med en katalysator kan temperaturen i bädden hållas på en lägre nivå.

Atervinning av energi sker direkt i bädden och på så sätt kan en större andel av energin i utgående luft tas tillvara. Utgående luft håller normalt en temperatur på cirka 20°C. Vid förbränningen av lösningsmedel utvecklas värme och vid tillräckligt höga halter sker detta i sådan omfattning att inget tillskott av stödenergi behövs.

5.3 Förbränningsanläggning

Anläggningar som bygger på konventionell förbränning har använts för att rena luft från organiska lösningsmedel under lång tid och är en väl etablerad teknik. Förbränningen finns av två slag dels termisk, dels katalytisk. Vid termisk förbränning sker nedbrytningen vid hög temperatur, minst 800-900°C. Vid katalytisk förbränning sker nedbrytningen i närvaro av en katalysator och detta innebär att temperaturen kan hållas lägre. En katalysator är en förening som har förmågan att påskynda nedbrytningen så att den kan ske vid en lägre temperatur utan att katalysatorn i sig förbrukas. Vid fullständig förbränning bildas koldioxid och vatten.

Halterna av lösningsmedel är normalt låga och detta gör att det kan vara svårt att driva en förbränning utan att stödbränsle tillförs. Luftflödernas storlek gör också att dimensionerna på förbränningsanläggningen blir stora. Detta ökar kostnaderna. För att lösa detta är det vanligt att först installera någon form av koncentreringsanläggning före förbränningen och därmed minska luftflödena. En sådan uppkoncentreringsanläggning kan ske genom t ex en adsorptionsanläggning.

6. UTSLÄPPENS INNEHÅLL

Innehållet i utsläppen varierar beroende på vilken princip reningsutrustningen bygger på.

Från konventionell förbränning, om temperaturen är tillräckligt hög, släpps koldioxid och vatten ut. Utsläpp av koldioxid kommer att beläggas med avgift, förslag kommer att presenteras under hösten. Om denna avgift endast kommer att gälla utsläpp vid energiproduktion är inte känt ännu. På grund av inverkan på klimatet, den s k växthuseffekten, är man observant på denna typ av utsläpp. Riksdagen har till och med fattat ett beslut att koldioxidhalten i luften inte skall tillåtas att öka. Krav på att utsläppen av koldioxid skall minskas från alla källor kan förväntas i framtiden.

Från förbränningsväxlaren släpps också normalt ut koldioxid och vatten. Dessutom kan det vid växling av riktning på genomströmningen släppas ut något av den förorenade luften, dvs luft med samma sammansättning som den som tillförs anläggningen.

Vid användning av adsorption släpps en bråkdel av ingående luft ut och med motsvarande innehåll. Respektive andel kan dock variera beroende på att olika ämnen fastnar olika lätt i bädden. Inget utsläpp av koldioxid sker från denna anläggningstyp.

7. KOMMENTARER TILL DE OLIKA RENINGSPRINCIPERNA

Driftserfarenheterna från träindustrin när det gäller reningsutrustningar är ganska begränsade. Det är först under de allra senaste åren som reningsutrustningar installerats över huvudtaget. Vissa frågeställningar är ändå värda att tas fram.

Anläggningar som bygger på adsorption kan få problem med igensättning och nerkletning. Det beror på att bindemedel från färgen eller lacken går med utgående luft och fastnar i bäddmaterialet som kletas ner. Det ger, precis som vatteninnehåll i luften, en försämrad rening. Det gäller även fluidiserande bäddar där driftproblem p g a detta förekommer.

Förbränningsväxlare med sandbädd kan sintra. Den temperatur som eftersträvas för att få en fullständig nedbrytning av föroreningarna ligger nära sandens sintringstemperatur. Detta kan undvikas i de bäddar där katalysator används eftersom det då krävs lägre temperatur. Har sanden sintrat måste värmeelementen spettas ut manuellt.

Anläggningar som släpper ut koldioxid kan enligt vad som sagts ovan drabbas av avgifter eller andra begränsande krav framöver. När beror på hur angelägen man blir från politiskt håll att snabbt hantera koldioxidens inverkan på klimatet.

Anläggningar som endast innebär koncentrerings, t ex adsorptionsanläggningarna, måste kompletteras med ytterligare ett steg, t ex förbränning eller kondensering, utöver vad som anges i tabellerna. Detta utgör således ett ganska dyrt alternativ.

8. NÄR KAN RENINGSUTRUSTNING VARA ETT ALTERNATIV

Försök bör alltid göras att lösa problemen vid källan, dvs försöka minska användningen av lösningsmedel. Idag kräver dock Länsstyrelserna normalt i sina tillstånd så pass stora minskningar att mindre justeringar inte räcker, utan övergång till nya färg- och lacksystem fordras. De flesta nya tillstånd innebär idag en reduktion på 50% på tre år och 80-90% på fem år. I de fall då ytbehandlingsutrustningen är relativt ny och beräknas ha lång livslängd kvar och dessutom kraven på produkten är svåra att uppfylla kan reningsutrustning behöva övervägas. Man måste dock ha med i bilden att problemet därmed inte är löst utan bara uppskjutet tills vidare. Det kan ibland vara viktigt att få några års extra tid för att kunna planera sina produktionsförändringar och då kan denna respit fås genom installation av reningsanläggning. En reningsutrustning är emellertid aldrig ett billigt alternativ.

Att installera rening och sedan slå sig till ro och glömma ytbehandlingsproblematiken gör att man hamnar i samma akuta situation igen i framtiden.

För stora företag med ytbehandling kan resthalterna efter övergång till nya system ändå bli så stora att rening kan behövas. Så t ex kan vattenbaserade system innehålla kanske 10% lösningsmedel. Rening av resthalter har inte varit aktuellt för någon träindustri ännu.

9. ATT TANKA PÅ VID VAL AV RENINGSUTRUSTNING

Först bör valet gälla om rening överhuvudtaget behövs eller om produktions- tekniska förändringar finns eller väntar runt hörnet. Om rening är enda alternativet bör strävan vara att få en så effektiv och ekonomisk rening som möjligt. En förutsättning för detta är att luftflödena minskas och halterna ökas i utgående luft. De låga halterna och höga flödena är ett generellt problem för träindustrin som försvårar och fördyrar reningen. Allt som är möjligt bör göras för att reducera flödena. Strypning av flödet och återföring mellan olika delar bör beaktas. Exempel visar att det går att reducera flödet åtskilliga gånger.

Rening av utsläppet har inte löst problemet utan bara gjort det mindre aktuellt. Den slutgiltiga lösningen återstår liksom problemet med lösningsmedel i arbetsmiljön.

Driftstörningar förekommer i viss utsträckning även om redovisade tillgängligheter är höga. Vid tillfällen då reningen är ur funktion går utsläppen ut orenade. Finns boende i direkt närhet av industrin uppstår lätt klagomålen direkt igen. Toleransen mot sådana störningar brukar vara ganska låg hos de kringboende.

Man måste vara förberedd på att en teknik som inte tidigare finns i företaget tillförs. Någon måste avsätta tid och intresse för anläggningen och ha så pass kunskap att enklare larm och störningar kan åtgärdas.

10. FÖR VIDARE STUDIER

Ett antal rapporter och undersökningar som berör reningsteknik har publicerats under senare tid. För att vid behov kunna öka kunskapen ytterligare räknas några upp nedan.

- Wirsenius, Stefan och Svedung, Inge. Befintlig gasreningsteknik för behandling av sprutboxgaser - beskrivning av tre reningsanläggningar. IVL-rapport 9065.
Rapporten beskriver driftserfarenheter från tre anläggningar inom metall- och plastlackering. Anläggningarna finns vid
 - * Volvo Torslanda, Göteborg, och är en zeolitanläggning
 - * Plastal, Simrishamn, och är en förbränningsväxlare
 - * Porsche, Stuttgart, och är en kolrotor.
- Rydberg, Thomas. Luftreningsteknik - återvinning av kolväten och andra organiska föreningar. Examensarbete vid arbetsenheten för kemisk miljövetenskap, Chalmers tekniska högskola.
- Östman, Anders. Rening av ventilationsluft i industrin. STU-information nr 522-1985.
- Dokumentation från SKR-kongressen 1987. (SKR är svenska kemiingenjörers riksförening.)
- Leverantörernas produktinformation.

11. JÄMFÖRELSE AV VISSA DATA MELLAN OLIKA TYPER AV RENINGSANLAGGNINGAR

	POLYAD FB	ZEOL SYSTEM	CON-REC CON-CAT	ADTEC	RE-THERM	CATOX	REGENOX	SWING- THERM
Reningsprincip	adsorption	adsorption	adsorption	förbrän- nings- växlare	termisk förbrän- ning	katalytisk förbrän- ning	katalytisk förbrän- ning	katalytisk rening
Kapacitet	dim. efter behov	dim. efter behov		moduler 5.000m ³ /h 20.000m ³ /h	dim. efter behov	dim. efter behov	dim. efter behov	dim. efter behov
Restprodukter	återvunnet lösnings- medel	återvunnet lösningsmedel	återvunnet lösnings- medel	koldioxid vatten	koldioxid vatten	koldioxid vatten	koldioxid vatten	koldioxid vatten
Tillgänglighet	>90%	erfarenhet saknas		95%	99%	99%	99%	95%
Reningseffekt	dimensione- ringsfråga			92-97% 90% garan- teras	upp till 99%	99,5%	99,5%	95-98%
Livslängd, år	10-15	>7		>10	20-30	30	30	>10
Leveranstid, mån	7	5-8		3-6	6-12	3-5	5-7	3-6

	POLYAD FB	ZEOL SYSTEM	CON-REC CON-CAT	ADTEC	RE-THERM	CATOX	REGENOX	SWING- THERM
Invest.kostn. milj.kr. 5.000 m ³ /h		≈1,3		0,7		1,25 eller 0,5 + uppkoncen- treringsdel 3	1,4	0,8
20.000 m ³ /h		≈1,9		1,8		1,8 + uppkoncen- treringsdel	2,6	2,0
50.000 m ³ /h		≈3,8		4,5 (3x20.000) ¹		ja, vid låga halter	5,5	4,0
Stödenergi till reningsproces- sen	nej	nej		ja, vid låga halter ²	ja, vid låga halter	ja, vid låga halter	ja, vid låga halter	ja, upp till 0,8g/m ³
Drift, energi- åtgång, kW		endast fläkt ³						
5.000 m ³ /h		beräknat tryckfall		20 ⁴		12,5	12	12 ⁵
20.000 m ³ /h		ca max 50 mm vp		80		50	45	45
50.000 m ³ /h				200		125	100	100
						+ kata- lysator kostnad	+ kata- lysator- kostnad	+ kata- lysator- kostnad

¹ anläggningarna kan köras med flöde 0-100%

² naturgas kan användas för att reducera el.förbrukningen

³ vid halter över 0,3 g/m³

⁴ vid halter > 1 g/m³

⁵ för halter > 0,8 g/m³

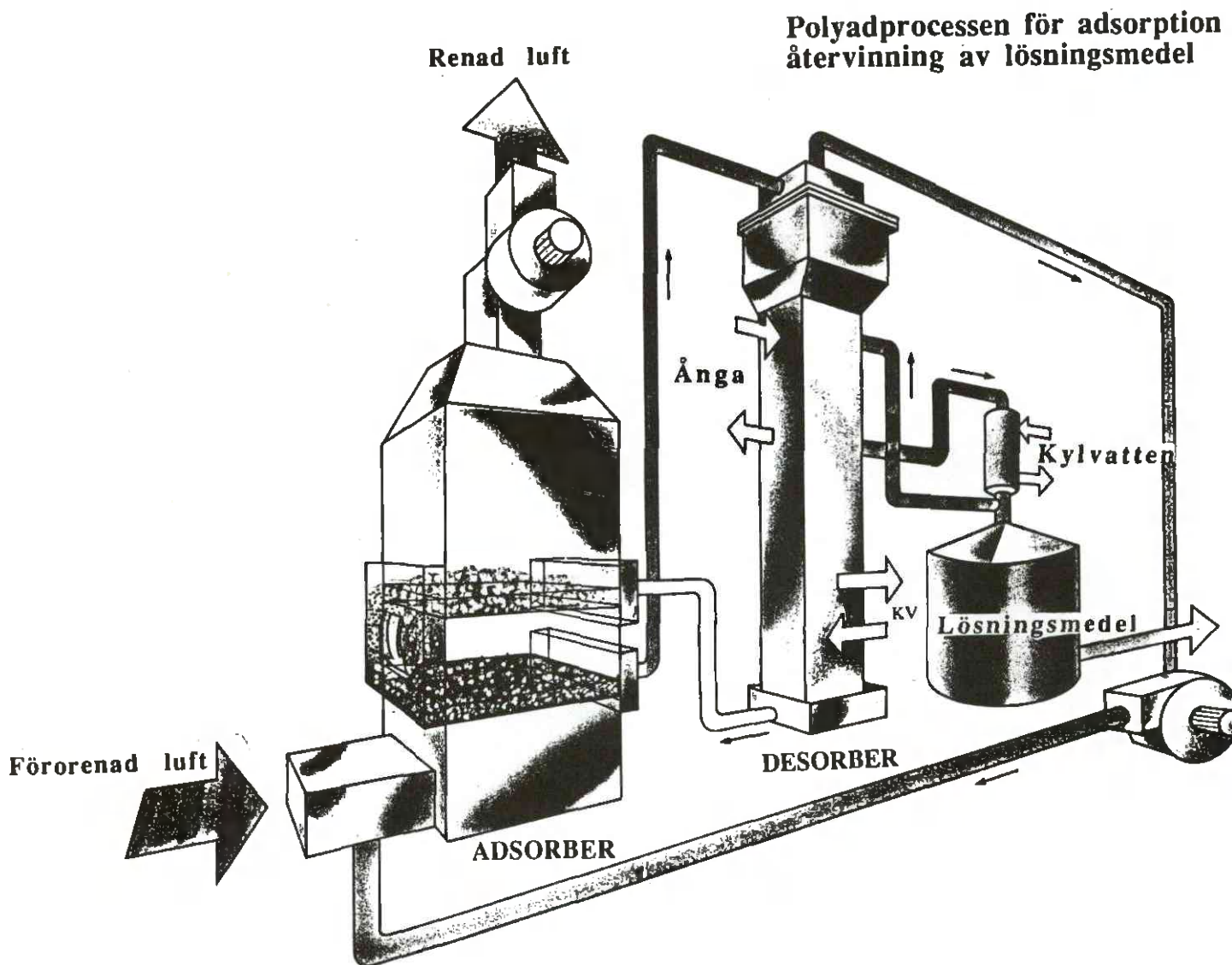
	POLYAD FB	ZEOL SYSTEM	CON-REC CON-CAT	ADTEC	RE-THERM	CATOX	REGENOX	SWING- THERM
Underhåll 5.000 m ³ /h		normalt underhåll		10.000 kr per år	inget	normalt under- håll	normalt under- håll	inget utöver fläkten
20.000 m ³ /h				10.000 kr per år				
50.000 m ³ /h				30.000 - 40.000 kr per år				
Tillsyn		normal tillsyn aut.styrning		max 0,5 h/d	automatisk styrning	10 min/d	10 min/d	ingen, larm finns

12. INFORMATION OM RESPEKTIVE RENINGSANLÄGGNING

12.1 Utrustningar som bygger på adsorption

Leverantör:	Nobel Chematur AB.
Reningsutrustning:	Polyad FB.
Reningsprincip:	Renar luften genom adsorption på makroporösa polymerartiklar. Processen är en kontinuerligt arbetande virvelbäddsprocess.
Kapacitet mm:	Kapaciteten är en dimensioneringsfråga liksom luftflöde, typ av lösningsmedel, halt och krav på reningsgrad.
Storlek:	Avgörs helt av flöde, halt, lösningsmedelssammansättning och reningskrav.
Placering:	Skall helst placeras inomhus men kan placeras utomhus med väderskydd och isolerad regenereringsdel.
Installation:	Levereras och installeras som en turn-key-enhet. Uppvärmad lokal eller hårdgjord markyta och väderskydd behövs. Dessutom behövs el, ånga och vatten. Eventuellt kan en el-ångpanna inkluderas i leveransen.
Regenerering:	Adsorbenten regenereras kontinuerligt i anläggningen. Lösningsmedel återvinnes genom utkylning.
Återvunna lösningsmedel:	Samlas upp i tank. Sammansättning samma som i ingående luft. Kan återanvändas, användas som tvättvätska och förtunning, säljas till återvinningsföretag eller brännas.
Tillgänglighet:	Hög p g a att anläggningen är enkel. Eftersom tekniken är ny finns inte data men mer än 90% tillgänglighet garanteras.
Reningseffekt:	Beror på dimensioneringen och på de krav som ställs.
Sammansättning utg luft:	I stort sett samma som på ingående luft förutom mycket lägre halter.
Ev begränsningar:	Lufttemperaturen skall vara under 30°C. Vid kraftiga variationer i lösningsmedelshalt och luftflöden med tiden måste anläggningen anpassas för detta.
Livslängd:	Som för övrig apparatur 10-15 år. Max 5% av adsorbenten måste ersättas varje år p g a viss förlust.
Leveranstid:	Ca 7 månader.

- Fördelar:
- enkel och driftssäker
 - låg energiförbrukning
 - ej känslig för fukt i luften
 - återvinning av lösningsmedel.
- Nackdelar:
- Den förorenade luften får inte vara för varm. Om den är varmare än 30°C bör den kylas.
- Ekonomi:
- Inga generella kostnader kan anges. Kostnaderna beror helt på dimensionering från fall till fall.
- Referensanläggningar inom träindustrin:
- SAMHALL-BOHUSGRUPPEN
N. Deltavägen 1
417 05 Göteborg
- Övriga referensanläggningar:
- IFÖ Sanitär AB
Bromölla
 - Volvo Komponenter AB
Köping



Figur 2. Polyad FB. Anläggningen är en adsorptionsanläggning med en fluidiserande bädd. Bäddmaterialet utgörs av polymer.

- Leverantör: Munters Zeol AB.
- Reningsutrustning: **Munters Zeol Concentrator.**
- Reningsprincip: Uppkoncentrering i rotor. Avskiljningen sker genom adsorption på en zeolitstruktur. Slutsteget kan vara förbränning eller återvinning. Zeoliterna är uppbyggda av kisel och aluminium i en struktur som gör dem porösa.
- Kapacitet mm: Luftvolym ingen begränsning. Haltområdet kan variera mycket och beror på föroreningen. Relativa fuktigheten kan vara mycket hög.
- Storlek: Beror helt på dess kapacitet. En anläggning för ca 25.000 m³/h tar inomhus i anspråk en area av 6x2,7 m och höjd 3 m. Förbränningsanläggningen som lämpligen placeras utomhus upptar en area på ca 5,5x2,5m och höjd 3 m.
- Placering: Bör vara regn- och frostfritt.
- Installation: Installation och igångkörning görs av leverantören.
- Regenerering: Rotorn regenereras kontinuerligt under drift.
- Återvunna lösningsmedel: Omhändertas av köparen.
- Tillgänglighet: Så lång driftstid, att tillgängligheten kan uppskattas, finns inte idag.
- Reiningseffekt:
- Sammansättning utgående luft: Från rotor samma ämnen som ingående luft men reducerad med reiningseffekten. Följs detta steg av en förbränningsugn är luften renare än den från en vanlig villapanna.
- Ev begränsningar: Temperaturen på ingående luft bör understiga 30-50 grader.
- Livslängd: Tekniskt större än 7 år.
- Leveranstid: Beror på storleken men ungefär 5-8 månader från tekniskt klar order.

Fördelar: Vattenadsorptionen är mycket liten. Detta medför att vid luftfuktigheter på 70-85%, dvs efter en våtbox, är adsorptionen av även låga halter lösningsmedel mycket god, medan vatten passerar igenom. Den ringa vattenmängd som fås vid återvinningen kan återföras, alltså ingen hantering av förorenat vatten. Zeoliter tål temperaturer över 1.000 grader. Adsorptionsegenskaperna förändras inte med tiden. Adsorptionen mycket god även vid låga koncentrationer. Mycket höga avskiljningsgrader är möjliga.

Ekonomi: Investeringskostnader
Avser rotor med efterföljande katalytisk förbränning.
Haltområde upp till ca 1 g.

5.000-10.000 m ³ /tim	ca 1,3 milj kr
9.000-20.000 m ³ /tim	ca 1,9 milj kr
50.000 m ³ /tim	ca 3,8 milj kr

Ingen kringutrustning tillkommer. Däremot tillkommer kostnad för installation och igångkörning.

Driftskostnader
Vid halter över ca 0,3 g/m³ tillkommer endast fläktar.
Uppskattat tryckfall ca max 50 mm vp.

Tillsyn/underhåll
Systemet är processorstyrt varför normal tillsyn endast är nödvändig.

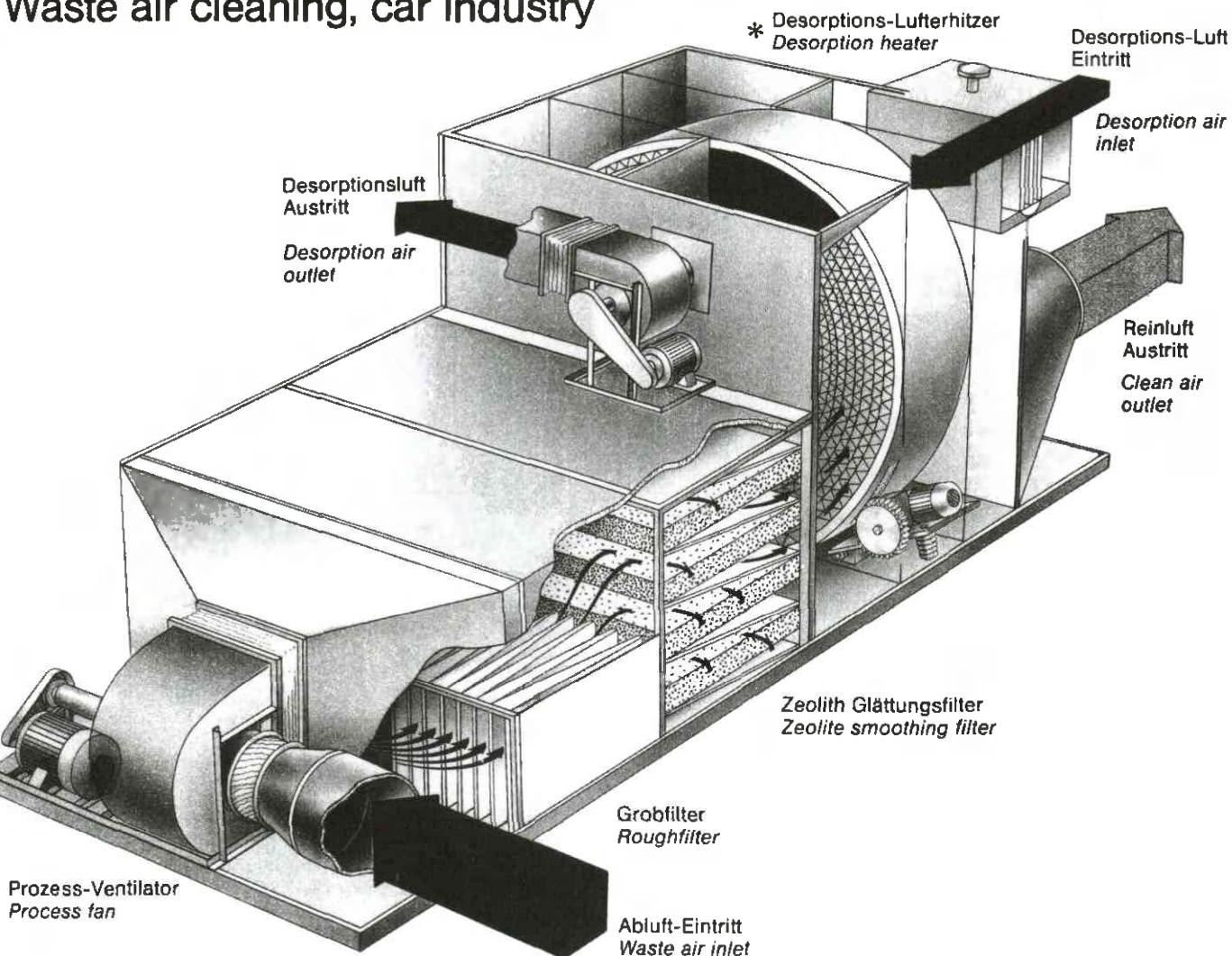
Referensanläggning
inom träindustrin: Saknas.

Ovriga referens-
anläggningar:

- Termoregulator
- Motala
- SAAB
- Luleå
- OLAB
- Mariestad

CONCENTRATOR SYSTEM Abluft-Reinigung, Excmple: Automobilindustrie

Waste air cleaning, car industry



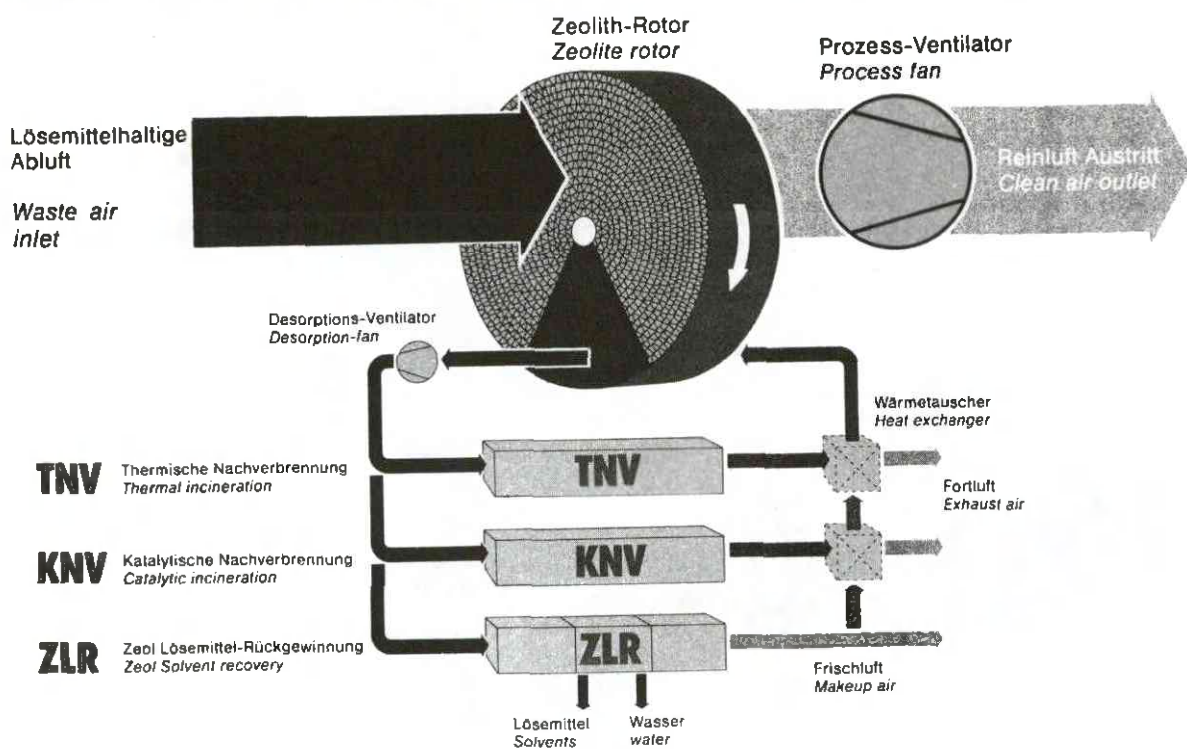
Munters Zeol Concentrator-Systeme können in der Geräte-Konfiguration jedem Prozeß angepaßt werden.

Munters Zeol Concentrator Systems are various in configuration of the equipments and specialised according to the process.

* Desorptionluftheizer nur erforderlich wenn keine TNV / KNV / ZLR eingesetzt wird.
Desorptionair heater is necessary if none TNV / KNV / ZLR is placed.

Figur 3. Munters Zeol Concentrator. Anläggningen är en adsorptionsanläggning med en rotor. Bäddmaterialet utgörs av zeoliter.

CONCENTRATOR ARBEITSPRINZIP working principle



Figur 4. Schematisk skiss över hur ett system uppbyggt kring en zeolitrotor fungerar.

Leverantör: Recirk Recirkulation AB.

Reningsutrustning: CON-REC och CON-CAT.

Reningsprincip: Renar luften genom adsorption i en roterande adsorptionsenhet. Adsorptionen sker på speciella zeoliter som är applicerade på en bärarstruktur. I CON-REC återvinns därefter lösningsmedel och i CON-CAT förbränns de katalytiskt.

Kapacitet mm:

Storlek:

Placering:

Installation:

Regenerering:

Återvunna lösningsmedel:

Tillgänglighet:

Reiningseffekt:

Sammansättning utg luft:

Ev begränsningar:

Livslängd:

Leveranstid:

Fördelar:

Nackdelar:

Ekonomi:

Referensanläggning i träindustrin: Saknas.

12.2 Förbränningsväxlare

Leverantör:	ADTEC AB.
Reningsutrustning:	Förbränningsväxlare ADTEC.
Reningsprincip:	Oxidativ förbränning vid 950°C i sandbädd.
Kapacitet:	Två storlekar finns 5.000-0 m ³ /tim och 20.000-0 m ³ /tim. Renar från brännbara kolväten (även lukter), tills vidare inte halogenerade föroreningar. För övrigt alla luftburna brännbara ämnen (CO, H ₂ O, sot mm).
Storlek:	5.000 m ³ /tim: container 6x2,5 m. 20.000 m ³ /tim: 15x4 m.
Placering:	Utomhus eller inomhus.
Installation:	Anslutning av el och tryckluft samt till- och frånluftskanaler. Anläggningen ställs upp på plintar.
Regenerering:	Förbränning, ingen återvinning sker.
Tillgänglighet:	95%.
Reiningseffekt:	92-97% i standardutförande. 90% garanteras.
Sammansättning utg luft:	Koldioxid och vatten.
Ev begränsningar:	Renar ej luft förorenad med halogenerade föreningar.
Livslängd:	Minst 10 år.
Leveranstid:	5.000 m ³ /tim ca 3 mån. 20.000 m ³ /tim ca 6 mån.
Fördelar:	Förbränning med mycket låga energikostnader, kompakt installation, enkel funktion, ingen NOX-bildning.
Nackdelar:	Orenad "puff" var 90:e sekund vid riktningsväxling på luftströmmen. Anläggningen är tung: 5.000-enheten väger 15 ton, 20.000-enheten väger 60 ton.
Ekonomi:	<u>Investeringskostnader</u> För halter mellan 0,2-2,0 g/m ³ är kostnaden lika. Enheten med kapacitet 5.000 m ³ /tim kostar 0,7 milj kr och enheten 20.000 m ³ /tim kostar 1,8 milj kr. För andra luftflöden får flera enheter väljas och kostnaderna summeras.

Kringutrustning, installation mm ingår inte i ADTECs leverans. Enheten levereras helt färdigmonterad till kunden. Baddmaterial ingår i priset.

Driftskostnader
energiåtgång i kW

lösningsmedelshalt g/m ³	luftflöden m ³ /tim			
	5.000	10.000	20.000	50.000
0,2	50	100	195	490
varav fläkt	20	40	80	200
0,5	35	70	138	420
varav fläkt	20	40	80	200
1,0	20	40	80	200
varav fläkt	20	40	80	200
2,0	20	40	80	200
varav fläkt	20	40	80	200

Driftskostnader avser den tid fläkten är igång. Vid stillastående (ev. nätter och helger) måste man räkna med värmeförluster på ca 20 kW för 5.000-enheten och 80 kW för 20.000-enheten. Semestertid reduceras dessa siffror genom temperatursänkning.

Tillsyn beräknas till max 0,5 tim/dag. Kostnaderna för underhåll uppskattas enligt följande:

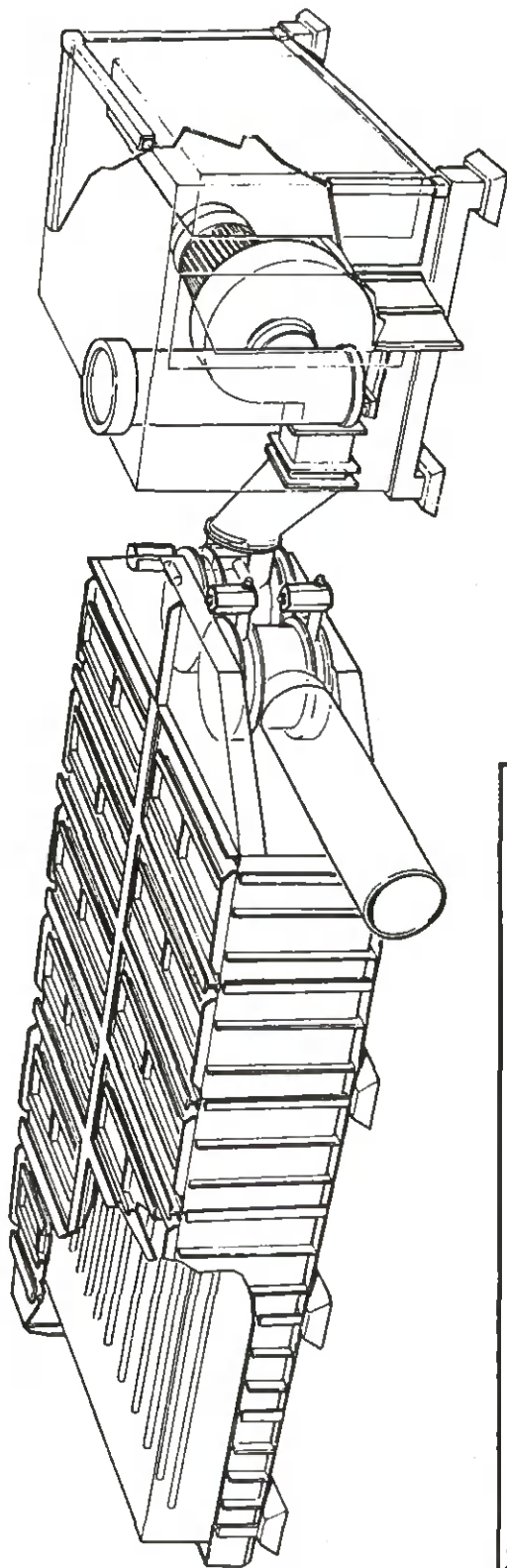
luftflöden m ³ /tim			
5.000	10.000	20.000	50.000
10	20	10	40

Referensanläggning
inom träindustrin:

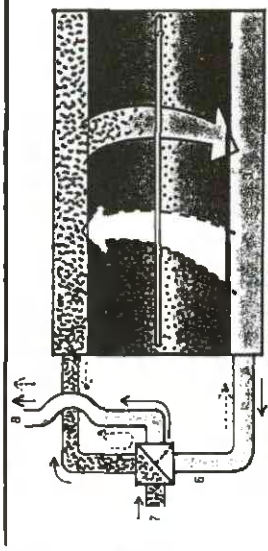
Umeå List AB
Mariehemsvägen 10
902 36 Umeå

Övriga referens-
anläggningar:

Ett antal anläggningar inom olika branscher finns till exempel:
- Becker Industrifärg AB
Märsta
- ECO-tapeter AB
Anneberg



Schematisk bild av anläggningen. 1 är bädden av grus. Denna vilar på en perforerad plåt 2 och är omgiven av luftfördelningsläddar 3 och 4. I mitten av bädden ligger elspiralen 5, jämnt utbredda i ett plan. Luften fås medelst spjällanordningen 6 att passera bädden omsevärs uppåt och omsevärs nedåt. 7 inlopp för orenad luft. 8 utlopp för renad luft.



Figur 5. Adtec. Anläggningen är en förbränningsväxlare med sandbädd.

Leverantör:	MoDo-Chemetics AB.
Reningsutrustning:	SWINGTHERM.
Reningsprincip:	Katalytisk rening.
Kapacitet mm:	Flöde 500-35000 m ³ /h. Halter 0,1-3,0 g/m ³ , max 5,0 g/m ³ .
Storlek:	Utrymmesbehovet är enligt följande: 500 m ³ /h ca 9 m ² 5.000 m ³ /h ca 18 m ² 35.000 m ³ /h ca 75 m ² .
Placering:	Kan placeras både inomhus och utomhus.
Installation:	Installationen tar 1-3 arbetsveckor beroende på storlek. Upp till 20.000 m ³ /h levereras som färdiga enheter exkl eldragning.
Regenerering:	Ingen.
Återvunna lösningsmedel:	Förbränning sker.
Tillgänglighet:	95%.
Reningseffekt:	95-98%.
Sammansättning utg luft:	Koldioxid och vatten.
Ev begränsningar:	Vissa ämnen t ex tungmetaller kan förgifta katalysatorn.
Livslängd:	Minst 10 år, garantitiden är 2 år.
Leveranstid:	3-6 arbetsmånader med reservation för mellanförsäljning.
Fördelar:	<ul style="list-style-type: none"> - hög verkningsgrad 95-98% - energisnål, halter över 0,8 g/m³ kräver inget energitillskott (endast fläkt) - servicevänlig, enkel konstruktion - hög tillgänglighet - låg vikt - inga inbyggnadskrav.
Nackdelar:	<ul style="list-style-type: none"> - risk för katalysatorförgiftning om vissa ämnen tillförs.

Ekonomi: Investeringskostnader

För lösningsmedelshalter mellan 0,2-2,0 g/m³
gäller:

flöde m ³ /h	5.000	10.000	20.000	50.000
inv.kost. milj. kr	0,8	1,3	2,0	4,0

Driftskostnader

energiåtgång i kW

flöde m ³ /h	5.000			10.000			20.000			50.000		
halt g/m ³	0,2	0,5	>0,8	0,2	0,5	>0,8	0,2	0,5	>0,8	0,2	0,5	>0,8
process	20	10	0	38	19	0	70	35	0	140	70	0
fläkt	12	12	12	22	22	22	45	45	45	100	100	100
totalt	32	22	12	60	41	22	115	80	45	240	170	100

Ingen speciell planerad tillsyn behöver ske. Larm finns inbyggt i systemet. Inget direkt underhållutöver smörjning av fläktlager o dyl.

Referensanläggning
inom träindustrin: Ingen ännu installerad.

12.3 Förbränningsanläggningar

Leverantör:	REECO-STROEM A/S, Vejle, Danmark. PROCESSOR AB, Spånga.
Reningsutrustning:	RE-THERM.
Reningsprincip:	Termisk förbränningsanläggning som genom förbränning omvandlar organiska föreningar i gasform till koldioxid och vatten.
Kapacitet mm:	RE-THERM har hittills levererats i storlek från 2.000 Nm ³ /tim till 800.000 Nm ³ /tim.
Storlek:	Varierar med kapaciteten.
Placering:	Kan placeras såväl utomhus som inomhus.
Installation:	
Regenerering:	Värmeåtervinning kan installeras beroende på ingångskoncentrationen mm.
Tillgänglighet:	Uppbyggnaden av RE-THERM är enkel, vilket underlättar underhåll och ger hög tillgänglighet. Tillgängligheten ca 99%.
Reningseffekt:	Följer de tyska normerna TA-luft. Beroende på ingångskoncentrationen kan upp till 99% erhållas.
Sammansättning utg luft:	Koldioxid och vatten.
Ev begränsningar:	Varierar från fall till fall.
Livslängd:	Förväntad livslängd 20-30 år. Första anläggningen har varit i drift i 13 år. Hittills har det sålts ca 100 anläggningar.
Leveranstid:	6-12 månader beroende på storlek och beställningstillfälle.
Fördelar:	Enkel och robust uppbyggnad. Accepterar stora variationer i luftflöden och koncentrationer. Redan vid små koncentrationer körs RE-THERM utan bränsletillsats. Mycket låga kostnader för underhåll.
Nackdelar:	Inga.
Ekonomi:	
Referensanläggning inom träindustrin:	Exempel: Tarkett, INC Whitehall, PA, USA

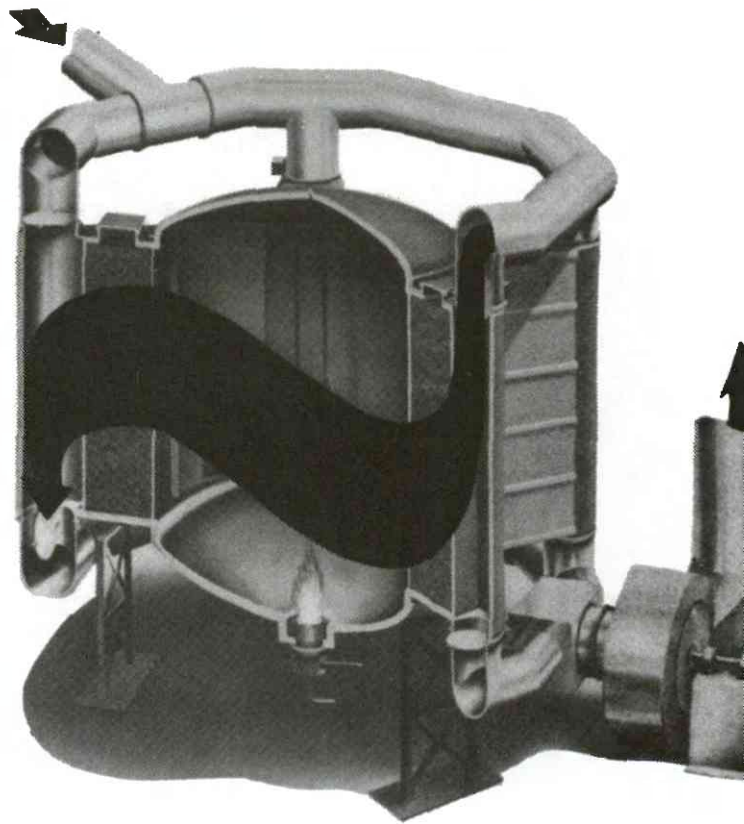
Övriga referens-
anläggningar:

Ett stort antal anläggningar finns främst i USA men
även i Europa. Exempel:

AB Tetra Pak
221 00 Lund

RE-THERM SYSTEMET

En högeffektiv förbränningsanläggning.



Figur 6. Re-therm. Anläggningen är en termisk förbränning.

Leverantör:	Haldor Topsøe A/S.
Reningsutrustning:	CATOX och REGENOX.
Reningsprincip:	Katalytisk förbränning CATOX-processen används då lösningsmedelskoncentrationen är hög eller där överskottsvärmen skall utnyttjas för uppvärmning. REGENOX-processen används när lösningsmedelskoncentrationen är låg, mellan 0,5-3 g/m ³ . En sådan anläggning kan drivas utan tillförsel av stödbränsle redan vid 0,7 g/m ³ .
Kapacitet mm:	Anläggningar finns inom koncentrationsintervallet 0,2-10 g/m ³ och luftflödena 500-50.000 Nm ³ /tim.
Storlek:	Dimensionerna avgörs av vilka koncentrationer och vilka flöden som är aktuella.
Placering:	Utomhus/inomhus.
Installation:	CATOX-anläggningen, en s k kompakt CATOX anläggning, kan omedelbart anslutas till processluft eller zeolitrotor, eftersom enheten är förmonterad och provad före leverans. REGENOX-anläggningen monteras på plats.
Regenerering:	
Tillgänglighet:	99% för båda anläggningstyperna.
Reningseffekt:	Reningseffekt i båda anläggningarna är över 99,5%.
Sammansättning utg luft:	Koldioxid och vatten.
Ev begränsningar:	Vid koncentrationer mellan 0,2-0,7 g/m ³ kan det vara mest effektivt att än mer koncentrera lösningsmedelshalten. Detta kan göras i en zeolitrotor där koncentrationen kan ökas ca 10 gånger, luftflödet minskar då motsvarande. Koncentrering kan också ske genom recirkulation i sprutbox och sammankoppling av lufttutsuget från flera lackeringsenheter samt sprutboxar.
Livslängd:	Katalysatorns driftstid är cirka 25.000 timmar.
Leveranstid:	CATOX: 3-5 månader, REGENOX: 5-7 månader.
Fördelar:	
Nackdelar:	

Ekonomi:**Investeringskostnader**

Vid höga lösningsmedelkoncentrationer 3-7 g/m³ som kan uppnås vid recirkulation och/eller sammankoppling av lackeringsanläggningarnas luftutsug, använd CATOX-anläggningen med kapacitet 5.000-8.000 m³/h. Investering i en sådan anläggning är 1,25-1,75 milj. kr, fritt levererad i förmonterat skick.

Vid koncentrationer mellan 0,2-1 g/m³ och luftmängder mellan 5.000-50.000 Nm³/tim ger en koncentreringszeolitrotor luftmängder mellan 500-5.000 Nm³/tim och koncentrationer mellan 2-10 g/Nm³. En CATOX-anläggning för denna uppkoncentrerade luftström kostar i storleksordning 0,5-1,85 milj kr kundens adress i Sverige. Zeolitrotorn tillkommer.

Vid koncentrationer mellan 1-3 g/Nm³ föreslås en REGENOX-anläggning. Kostnaden för en sådan för flöden mellan 5.000-50.000 Nm³/tim blir 1,4-5,5 milj kr.

DRIFTSKOSTNADER**CATOX-processen**

Anläggningen kan under ovan angivna förutsättningar drivas utan tillförsel av stödenergi och kan leverera värme till regenereringen av zeolitrotorn så att denna också drivs utan stödenergi. Vidare är det så stort energiöverskott i den renade luften att den kan värma upp en stor mängd ersättningsluft.

Av driftskostnaderna utgör fläkten ca 2,5 kW/1000 Nm³/tim. Utgiften för katalysatorn är ca 0,7 kr/tim/1000 Nm³/tim luft.

REGENOX-processen

Anläggningen drivs inom angivet koncentrationsområde utan stödenergi.

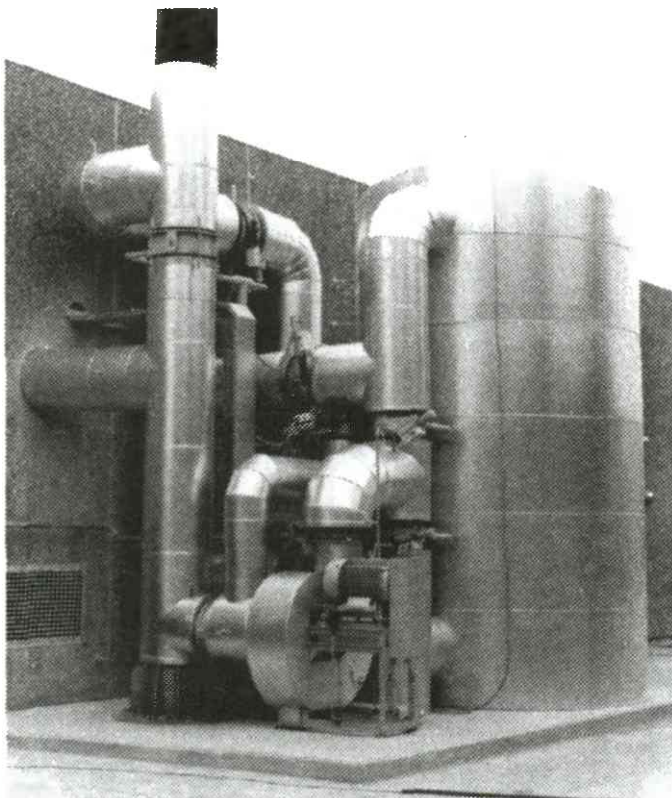
Fläkten behöver ca 2,0 kW/1000 Nm³/tim. Utgiften för katalysatorn är ca 1 kr/tim/1000 Nm³/tim.

**Referensanläggning
inom träindustrin:**

- Elitfönster
Lenhovda
- ACB Interiör AB
Strömsund

**Övriga referens-
anläggningar:**

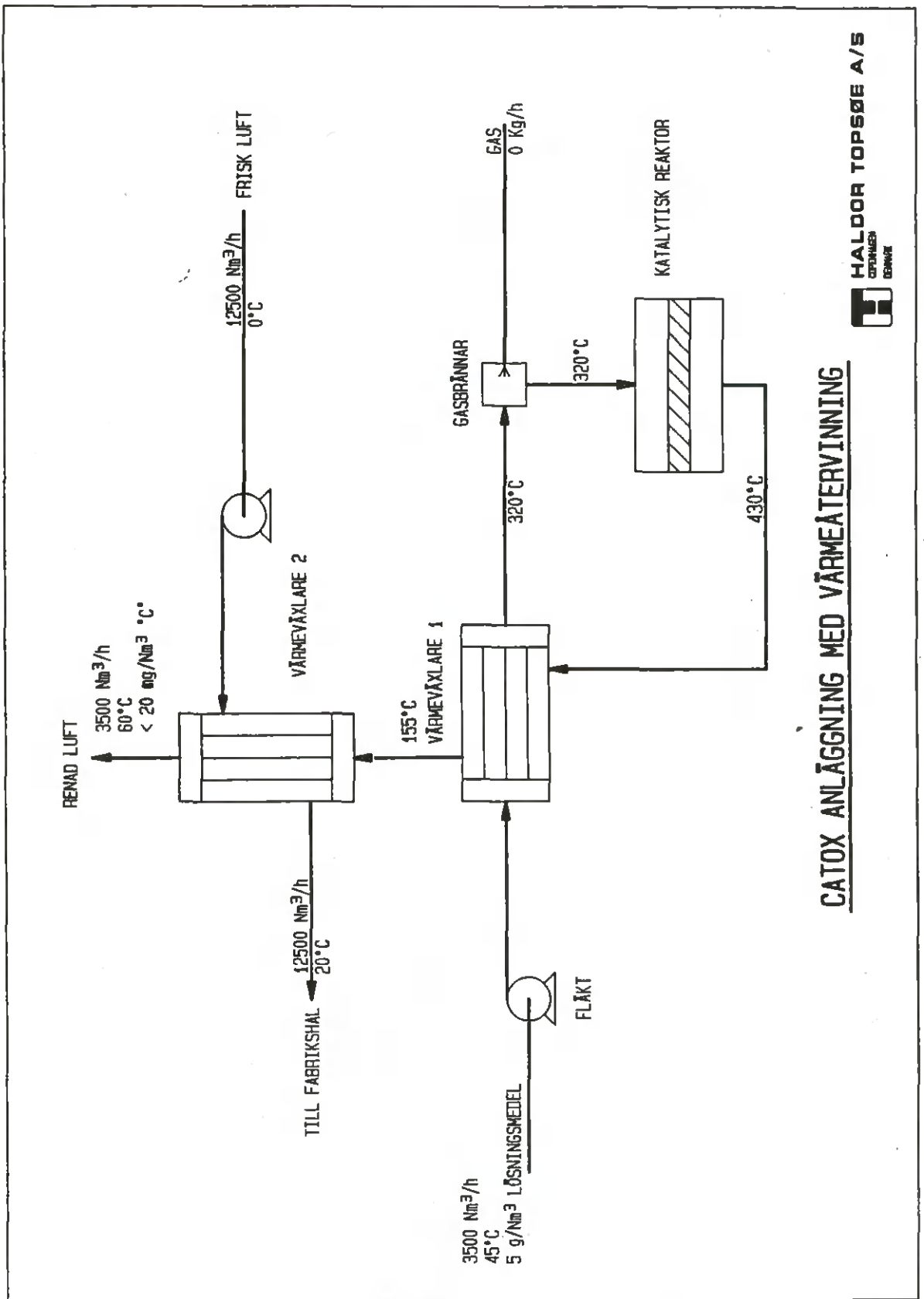
- Tvis Køkkener og Farderobeskabe A/S
Danmark



Figur 7. REGENOX. Anläggningen är en termisk förbränning. Figuren visar en anläggning dimensionerad för $7.000 \text{ Nm}^3/\text{h}$.



Figur 8. CATOX. Anläggningen är en katalytisk förbränning. Figuren visar en anläggning dimensionerad för $5.000 \text{ Nm}^3/\text{h}$.



CATOX ANLÄGGNING MED VÄRMEÅTERVINNING

Figur 9. Skiss över hur en katalytisk förbränning med återgivning av värme kan se ut.

Detta digitala dokument
skapades med anslag från

**Stiftelsen Nils och Dorthi
Troëdssons forskningsfond**

TräteknikCentrum

INSTITUTET FÖR TRÄTEKNISK FORSKNING

Box 5609, 114 86 STOCKHOLM
Besöksadress: Drottning Kristinas väg 67
Telefon: 08-14 53 00
Telex: 144 45 tratek s
Telefax: 08-11 61 88
Huvudenhet med kansli

Åsensvägen 9, 552 58 JÖNKÖPING
Telefon: 036-12 60 41
Telefax: 036-16 87 98

ISSN 0283-4634

931 87 SKELLEFTEÅ
Besöksadress: Bockholmsvägen
Telefon: 0910-652 00
Telex: 650 31 expolar s
Telefax: 0910-652 65