Syntetiskt gummi i Sverige 1941–1945

Några minnesanteckningar från arbetet i Uppsala

Av Bengt Nauclér och Göran Philipson

Vår beredskap var kanske inte i alla avseenden så god när Andra Världskriget och dess avspärrningar drabbade oss, men visst hade det lagts upp reservförråd av de flesta viktiga importvaror. Naturligtvis fanns det luckor: ett besvärande problem visade sig ganska snart när det gällde tillgången på rågummi.

Naturgummi är närmast en "färskvara", som försämras vid lagring och som man därför inte gärna vill förvara under lång tid. Lagren var följaktligen ganska små och otillräckliga för den långvariga isolering som det efterhand blev tydligt att vi måste inrätta oss för. Än värre var att det inte fanns några lager alls av de vid den här tiden nya, oljebeständiga konstgummikvaliteterna. Förbrukningen av sådant gummi var inte stor, men några kritiska detaljer i olika maskiner – bl a flygplansmotorer – kunde inte tillverkas av något annat material.

Neoprengummi
Buna-gummi

Om kriget blev långvarigt måste Sverige försöka få igång en egen tillverkning av syntetiskt gummi. Valet stod mellan det av Du Pont i USA utvecklade Neoprengummit och tyskarnas Buna-gummi. Buna-förfarandet var utan tvivel överlägset om det gällde att få fram stora mängder allmänt användbart gummi till rimlig kostnad, och det var också med den metoden som man i USA i en jättelik satsning skaffade ersättning för den ostindiska gummiproduktion som föll i japanernas händer efter Pearl Harbour. Men för oss i Sverige blev det avgörande att Neoprengummi – till skillnad från Buna – kunde framställas av inhemska råvaror, kalciumkarbid och klor, och att detta gummi i sig självt har mycket god oljebeständighet. Dessutom var det år 1941 långt mera tilltalande att expropriera amerikanska patent än att ge sig in i förhandlingar med tyskar, som kunde befaras komma med allehanda ovälkomna förslag till samarbete.

I november månad 1941 uppdrog Statens Industrikommission åt vår mest framstående forskare på polymerområdet, The Svedberg i Uppsala, att utveckla en metod för framställning av gummi på kloroprenbas (Neopren, i Sverige så småningom kallat "Svedopren").

Kloropren-gummi

I stora drag visste man ju hur det skulle gå till. Av acetylen framställes i en katalytisk process vinylacetylen (MVA). MVA omsätts med klorväte till kloropren och kloropren polymeriserar under inverkan av lämpliga katalysatorer till ett rågummi som kan vulkaniseras med magnesiumoxid.

På kemisters formelspråk:

$$\underset{\text{acetylen}}{CH\equiv CH} + \underset{\text{acetylen}}{CH\equiv CH} \rightarrow \underset{\text{monovinylacetylen}}{CH_2=CH-C\equiv CH}$$

$$\underset{\text{monovinylacetylen}}{CH_2=CH-C\equiv CH} + \underset{\text{klorväte}}{HCl} \rightarrow \underset{\text{kloropren}}{CH_2=CH-CCl=CH_2}$$

$$x\ \underset{\text{kloropren}}{CH_2=CH-CCl=CH_2} \rightarrow \underset{\text{kloroprengummi}}{(-CH_2-CH=CCl-HC_2-)_x}$$

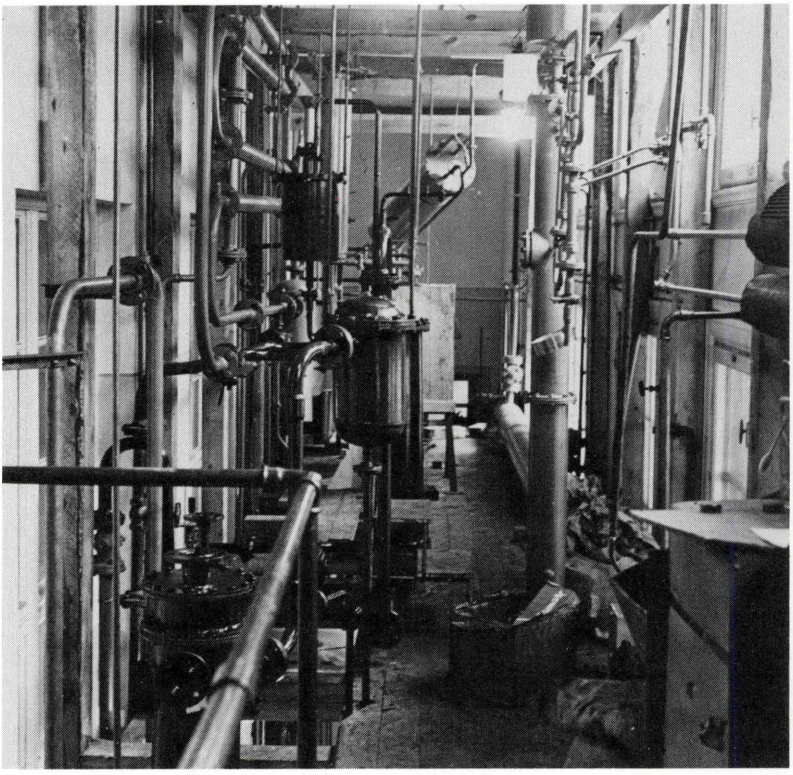
I praktiken var det inte fullt så enkelt, som kommer att framgå av det följande.

Svenskt gummi 1941

Så snart uppdraget lämnats byggdes en laboratorieapparat för syntes av MVA med en kapacitet av ungefär ett gram per timme. När man lyckats samla ihop några tiotal gram MVA utfördes den första syntesen av kloropren genom att MVA värmdes med saltsyra och en kopparhaltig katalysator i en igenkorkad glasflaska. Erhållen kloropren polymeriserades och Industrikommissionen kunde till julen 1941 uppvaktas med en liten klimp svenskt syntetiskt gummi.

Med stöd av de gjorda erfarenheterna byggdes nu laboratorieapparater för kontinuerlig framställning av 50 g MVA per timme och för kontinuerlig överföring av MVA till kloropren. Dessa apparater kom i drift i början av 1942 och fungerade ganska bra. Tidspressen var stor, och det föreslogs – inte utan allvar – att man skulle avstå från vidare tidsödande apparatutveckling och i stället sätta tusen stycken 50-grams apparater i drift för att uppnå den kapacitet på ungefär 500 ton gummi per år som ansågs erforderlig.

Förslaget befanns emellertid av flera skäl orealistiskt och vi fortsatte i stället efter mera konventionella linjer med en halvstor MVA- och kloroprenfabrik, som under våren och sommaren 1942 byggdes i den korridor som förband The Svedbergs institution med den äldre kemiska institutionen. I denna långsmala lokal kom produktionen av MVA mot slutet av året upp till drygt 1 kg per timme effektiv drifttid – all drifttid var förvisso inte effektiv. Av mödosamt hopsamlad MVA tillverkades kloropren, som därmed för första gången blev tillgänglig i sådana mängder att man kunde komma igång med ett systematiskt arbete för att utveckla polymeriseringsmetoderna. Tidigare hade polymerkemisterna varit hänvisade till att arbeta i ett slags mikroskala med enstaka portioner kloropren, först på några gram och senare på



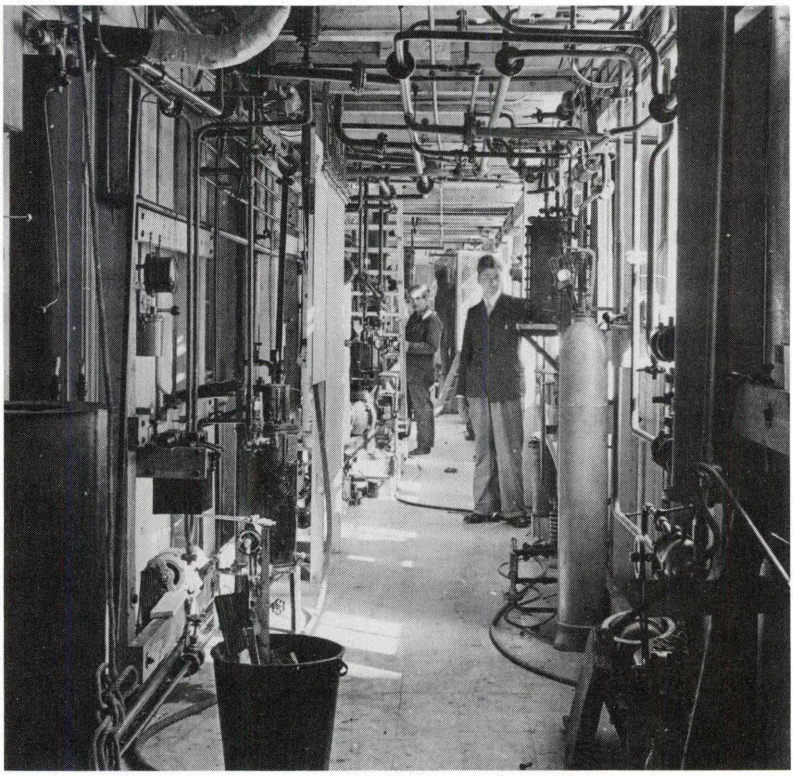
1. "Korridor"-anläggningen vid Fysikalisk-kemiska institutionen vid Uppsala universitet var i två plan, varav detta var det övre.

något hekto, mängder som visserligen tillät framställning av polymerer, men inte i sådan mängd att deras tekniska egenskaper kunde utvärderas. Nu blev det alltså bättre, och till julen 1942 fick Industrikommissionen en gummiklump på 6 kg – tyvärr gav den inte särskilt bra provningsresultat.

Ända från början hade det varit klart att en fullstor gummifabrik skulle placeras i direkt anslutning till en stor kemisk industri, och Stockholms Superfosfatfabriks AB hade åtagit sig uppgiften som fostermor för den svenska syntetgummiindustrin. När planeringen av en fabrik i Ljungaverk påbörjades fanns det alltjämt så många oklara punkter och olösta problem att man knappast kunde hoppas att den primitiva korridorfabriken skulle ge svar på dem alla. En ny försöksanläggning i större skala måste byggas, och för den fanns inte plats i det Svedbergska laboratoriet.

Svenska gummiforskningslaboratoriet

Kort före kriget hade Hushållningssällskapet i Uppsala län byggt ett laboratorium för kreaturstuberkulosens bekämpande. Avspärrningen och foderbristen medförde en så snabb utslaktning av smittade eller



2. "Korridor"-anläggningen i undre planet.

misstänkta besättningar att verksamheten blev överflödig, och det nybildade "Svenska Gummiforskningslaboratoriet" fick överta den solida byggnaden som var väl lämpad för sitt nya ändamål. Kvarvarande marsvin avhystes och huset fylldes med reaktionskärl och destillationskolonner, som efterhand räckte till för en produktion av 10 ton kloropren och 7 ton gummi per år, blygsamma mängder förvisso, men inte utan betydelse i det utomordentligt kärva försörjningsläget för oljebeständigt gummi. Laboratoriets produktion stod helt till Kungl Krigsmaterielverkets förfogande och portionerades ut till landets olika gummifabriker för tillverkning av förgasarmembran för jaktflyget och liknande vitala gummidetaljer. Tidvis hade vi verkliga problem med att balansera KMV:s krav på leveranser mot fabriksbyggarnas behov av underlag för apparatkonstruktioner.

Explosioner i Ljungaverk och i Uppsala

Under tiden fortskred byggandet i Ljungaverk och vid midsommar 1944 – drygt två och ett halvt år efter Industrikommissionens uppdrag till The Svedberg – levererades det första gummit från fabriken. Några månader senare, den 5 oktober, inträffade en häftig explosion, som kostade tre människor livet och förstörde en stor del av anläggningen.

Det hade hela tiden stått klart att det fanns stora risker förenade med processen. Acetylen är en notoriskt farlig substans, själv explosiv under tryck eller vid hög temperatur och mycket benägen att bilda explosiva blandningar med luft. Vid försöksfabriken i Uppsala inträffade en explosionsartad brand i ett reaktionstorn kort före jul 1943, varvid tre personer skadades, lyckligtvis utan bestående men, och i maj 1944 exploderade acetylengasverket i Ljungaverk, denna gång utan personskador.

Den stora explosionen i Ljungaverk drabbade emellertid en del av fabriken som hade ansetts som ganska oproblematisk, nämligen den djupkylare som användes för att skilja bildad MVA från oreagerad acetylengas. Djupkylaren var utformad som en stor tank fylld med några kubikmeter 96 % alkohol som hölls nedkyld till −70°C, och nedsänkt i alkoholen låg den rörslinga där den MVA-haltiga acetylengasen kyldes. Att en del acetylen löste sig i MVA visste vi, men lösningar av acetylen ansågs vara ofarliga. Försök som gjordes efter olyckan visade att detta inte var alldeles sant – vid −70°C kan lösningar av acetylen i MVA explodera med stor våldsamhet, dock krävs det mycket kraftiga medel för att initiera explosionen, gnistor av statisk elektricitet eller glödande metalltrådar räcker inte utan det behövs en stor tändhatt. *Vad* som exploderade i Ljungaverk var alltså ganska uppenbart, *hur* explosionen utlösts är alltjämt ett mysterium.

Olyckans omfattning berodde för övrigt, ironiskt nog, inte så mycket på själva explosionen som på säkerhetsåtgärderna; både personskador och skador på fabriken förorsakades främst av att spriten i den sönderspängda djupkylaren fattade eld och brann med stor våldsamhet.

Stockvik

Ljungaverksfabriken byggdes upp igen, denna gång med djupkylaren i en betongbunker med öppen baksida på respektfullt avstånd från övriga byggnader. En andra fabrik uppfördes vid Fosfatbolagets anläggningar i Stockvik utanför Sundsvall; här var djupkylaren ersatt med en tvättkolonn där MVA skildes från acetylen genom absorption i xylol.

Fred och import av naturgummi

Fabriken i Ljungaverk kom åter i drift i maj 1945, samtidigt som den andra fabriken i Stockvik startades. Sedan kom freden.

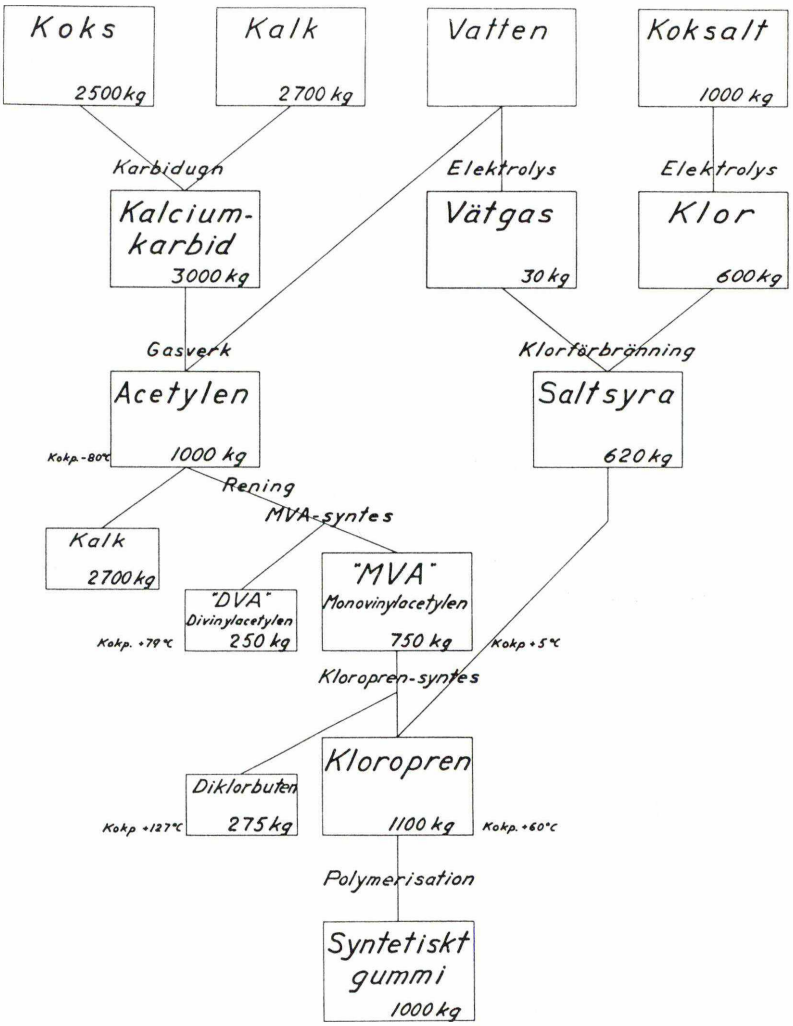
När tillnärmelsevis normala importförhållanden återställts hade kloroprengummit inga förutsättningar att konkurrera med naturgummi eller Buna om marknaden för bildäck och andra stora användningsområden. Ansträngningar gjordes att etablera ett samarbete med Du Pont i USA för att i någon form kunna utnyttja de erfarenheter som vunnits och för att kunna fortsätta en till fredstida förhållanden anpassad svensk tillverkning av oljebeständigt gummi. Amerikanarnas intresse för dessa inviter var hövligt, men synnerligen svalt, och

när Du Pont så småningom byggde en Neoprenfabrik i Europa föredrog man att lokalisera den till Irland.

Fabrikslokalerna i Ljungaverk och Stockvik övertogs efter gummitillverkningens nedläggning av Fosfatbolaget, som använde dem för andra tillverkningar. Forskningsverksamheten fortsatte en tid i olika former, Svenska Gummiforskningslaboratoriet ägde bestånd ännu in på 1950-talet, men det är en annan historia.

Om tillverkning av MVA

För att framställa MVA cirkulerar man acetylen i ett rörsystem som innehåller dels ett "reaktionstorn" med en kopparhaltig katalysator-



3. Framställning av svedopren. Siffrorna anger ungefärlig materialåtgång per 1 000 kg rågummi.

lösning och dels en anordning där bildad MVA utvinnes genom kondensering vid låg temperatur eller genom uttvättning med ett lösningsmedel (bäst med xylol).

För att få så mycket MVA som möjligt måste man åstadkomma en effektiv kontakt mellan gas och vätska i reaktionstornet, eljest bildas stora mängder onyttiga och besvärliga biprodukter. I praktiken gällde det att finfördela gasen i vätskan, och för att åstadkomma så små bubblor som möjligt använde vi porösa keramikcylindrar som gasfördelare. Dessa var egentligen avsedda för filtrering av vätskor och fick därför alltid heta "filterljus".

Både stora och små MVA-apparater var konstruerade för att köras kontinuerligt, med de var utsatta för många störningar som gjorde att man ofta fick ta dem ur drift för rengöring och översyn. I början var en "körning" på mer än 24 timmar en framgång, så småningom lärde vi oss att hålla försöksfabriken igång ungefär en vecka i taget och MVA-anläggningarna i Ljungaverk och Stockvik kunde till sist köras en månad eller längre mellan rengöringsstoppen.

Problem vid tillverkningen

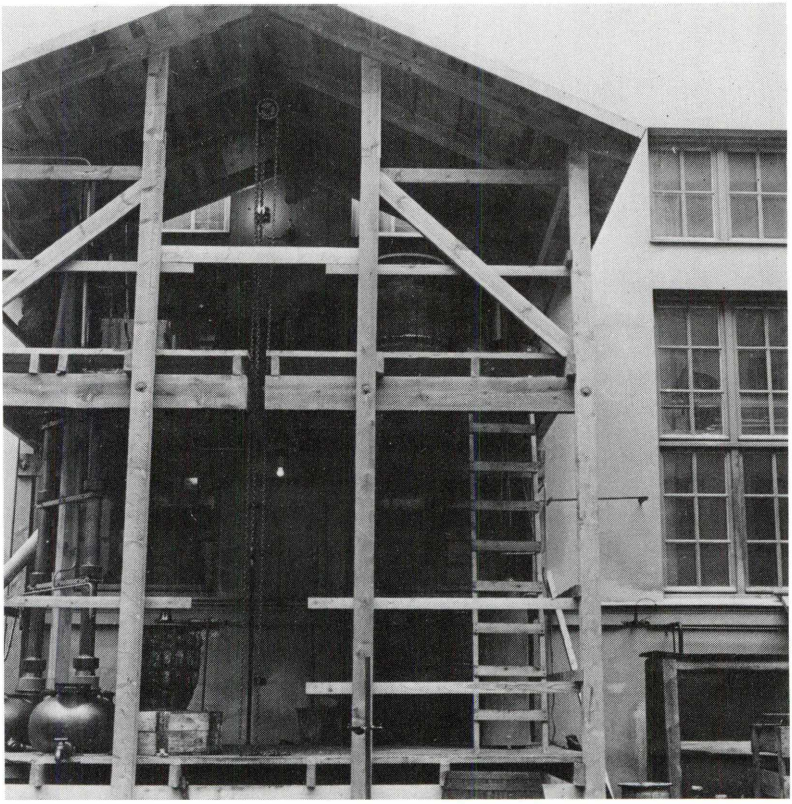
En del av de biprodukter som uppstod vid MVA-syntesen hade egenheten att reagera med luft under bildning av explosiva peroxidföreningar. Om man lät någon del av apparaturen torka innan den var fullständigt rengjord kunde man därför räkna med en följd av små självantändningar och explosioner, vanligen tämligen harmlösa, men en källa till mycken oro i en anläggning där stora mängder acetylen och lättflyktiga, brännbara vätskor var i omlopp.

Igensatta filterljus var MVA-anläggningarnas dominerande problem under de första åren. Filterljusen importerades från Tyskland och blev allteftersom kriget fortskred alltmer svåråtkomliga.

Under 1944 lyckades AB Slipmaterial i Västervik få igång en inhemsk tillverkning av filterljus, som därmed upphörde att vara en bristvara.

Det är kanske ändå inte förvånande att vi lade ned mycken möda på att finna en metod att tillverka MVA utan att använda filterljus. De flesta förslagen fordrade pumpar för katalysatorlösningen eller mekaniska omrörare i reaktionstornet. Olyckligtvis är en koncentrerad, saltsur lösning av koppar(I)klorid utomordentligt korrosiv. Den enda metall vi kunde finna som var helt beständig mot katalysatorn var guld, men förslag att låna Riksbankens guldreserv för konstruktion av MVA-apparater uppfattades aldrig som riktigt seriösa, och det kanske var lika bra, eftersom de mekaniska egenskaperna hos olegerat guld är mycket långt ifrån vad man önskar sig för pumpar eller ventiler.

Ren koppar har hygglig korrosionsbeständighet så länge katalysatorn verkligen bara innehåller envärd koppar, men angrips snabbt i närvaro av syre, dvs så snart man öppnar apparaten för rengöring. Ren koppar har dessutom nästan lika dåliga mekaniska egenskaper



4. Tillverkning av HCl-gas på kemikums gård.

som guld, men tjockväggiga kopparrör kunde användas till kylslingor och liknande grova detaljer – de kvantiteter koppar som ransoneringsmyndigheterna övertalades att ställa till vårt förfogande gjorde mycket för att upprätthålla vår tro på att vi sysslade med något som ansågs viktigt.

Så småningom befanns det att vissa aluminium-koppar-legeringar kombinerade hygglig korrosionsbeständighet med goda mekaniska egenskaper och kunde användas t ex för avstängningsventiler som tillfälligt kom i kontakt med katalysatorlösning. Så långt som till en brukbar pump för katalysator kom vi aldrig. Försök med stengodspumpar utföll mindre väl, bl a därför att katalysatorn hela tiden måste hållas varm, den stelnar vid 40°C. Packboxarna erbjöd oöverstigliga svårigheter – detta var före Teflon-packningarnas tid.

Under hela projektet var vi således hänvisade till att bygga all apparatur i kontakt med katalysatorlösning av keramiska material, med vissa detaljer i elektrolytkoppar eller aluminiumbrons. För detta fanns en fullt utvecklad teknik inom landet – vi övertog de konstruktionsprinciper som utvecklats för sulfitkokare. Reaktionstornen

byggdes av järnplåt och murades in med dubbla lag formtegel, fogat med tyskt Asplit-bruk eller dess inhemska motsvarighet.

Uppgiften att avskaffa filterljusen löstes mot slutet av 1944 genom införandet av vad som kallades "snurretornen". I dessa finfördelades gasen av en snabbt roterande skiva av grov kopparplåt i ändan på en lång, kopparklädd stålaxel som gick igenom en packbox i tornets topp, där en dynamisk anordning med ett fläkthjul skyddade packboxen mot kontakt med katalysatorn, samtidigt som den hindrade skummande katalysator från att följa med gasen ut ur tornet. Stockviksfabriken utrustades från början med dessa "snurretorn", de i Ljungaverk från början insatta filterljustornen hann bytas ut mot snurretorn innan fabriken lades ned.

Om tillverkning av kloropren

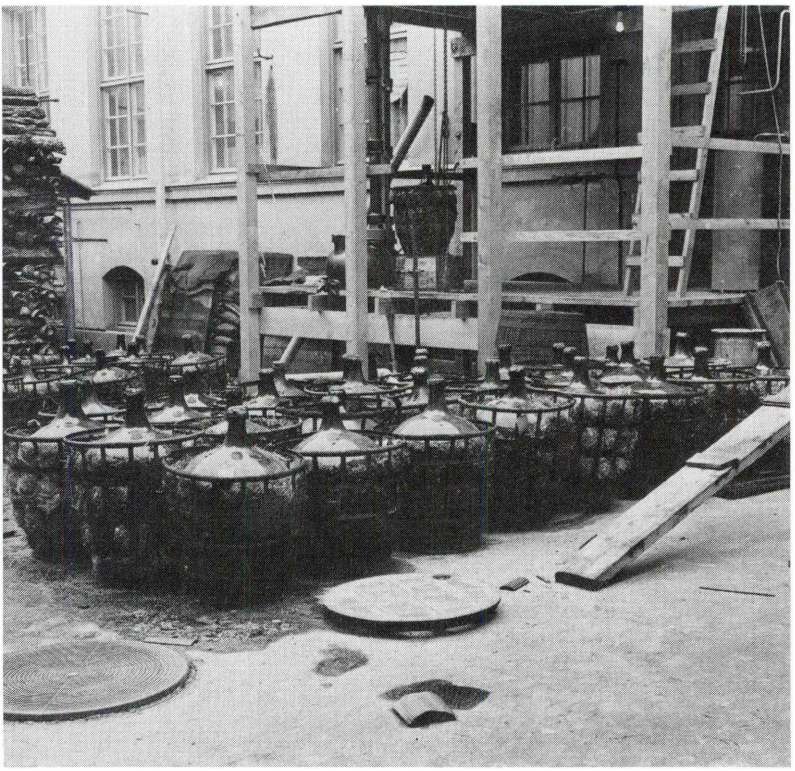
I kloroprenapparaterna strömmade MVA-gas genom ett reaktionstorn där en del av gasen omsattes med klorväte i gasform och därifrån till en avskiljare där bildad kloropren kondenserades. Klorvätet erhölls till en början genom att koncentrerad svavelsyra fick rinna genom en med fyllkroppar fylld kolonn ned i koncentrerad saltsyra, varvid HCl frigjordes och på väg upp genom kolonnen torkades av svavelsyran. All utrustning i stengods. Någon miljöinspektion fanns inte men anläggningen var inte särskilt populär bland forskarna på Kemikum och Fysikum.

Stockholms Suporfosfat AB utvecklade sedan en anläggning där klor och vätgas direkt förbrändes i en kvartsbrännare vilken snabbt ersatte den ganska besvärliga hanteringen av koncentrerad HCl och H_2SO_4. Kvarvarande MVA pumpades tillbaka till reaktionstornet. Liksom vid MVA-syntesen måste man nöja sig med att omsätta en del av råvaran; reaktionen stannar inte när den önskade produkten har bildats utan kloroprenen reagerar vidare med klorväte till värdelösa biprodukter.

Reaktionstornet var inmurat och packat med keramiska fullkroppar. Även i detta fall användes en koppar(I)haltig katalysatorlösning; den stora mängden klorväte gjorde att den var stabilare och lättare att handskas med än MVA-katalysatorn. Naturligtvis var den utomordentligt korrosiv.

Hela existensberättigandet för MVA- och kloropren-anläggningarna låg ju i att man ville tillverka ett ämne som kunde polymeriseras till syntetiskt gummi. Huvudproblemet med kloroprentillverkningen blev nu att detta gummi bildades redan i produktionsapparaten. Alltför ofta pluggades rörledningar, kylare och destillationskolonner igen av segt, kemikaliebeständigt och fast vidhäftande gummi.

För avskiljning av kloropren från den cirkulerande gasen användes inte en vanlig kylare, som skulle ha satt igen, i stället fick kloroprenen kondensera direkt på en kall kalciumkloridlösning i ett fyllkroppstorn. På det sättet undveks att kondenserande kloropren kom i kon-



5. Se föregående bild.

takt med en yta där polymerisat hade kunnat sätta sig fast. Så snart ske kunde, stabiliserades kloroprenen genom lämpliga kemikalietillsatser (tiodifenylamin). Problemfri blev kloroprentillverkningen aldrig. I Ljungaverk och Stockvik byggdes dubbla system för kloroprensyntesen. Varje system kunde hållas i drift 8–16 dygn innan det måste stoppas för rengöring, som normalt kunde bli klar innan det andra systemet stannade.

Den utkondenserade kloroprenen innehöll avsevärda mängder MVA och biprodukter från reaktionen. För gummits kvalitet var det viktigt att använda ett utgångsmaterial som var fritt från föroreningar, och råkloroprenen destillerades därför omsorgsfullt, en inte alldeles enkel procedur med en vätska som hela tiden måste hållas stabiliserad för att inte övergå i gummiform. Uppgiften kunde lösas genom att klumpar av stabiliserande tiodifenylamin fördelades överallt bland fyllkropparna i kolonnerna, utom i slutkolonnens översta del, där man fick förlita sig på den förhållandevis låga temperatur som åstadkoms genom att destillationen utfördes i partiellt vacuum. Målet var ju att åstadkomma kloropren som kunde polymeriseras – slutprodukten kunde därför inte vara stabiliserad.

Polymerisationen

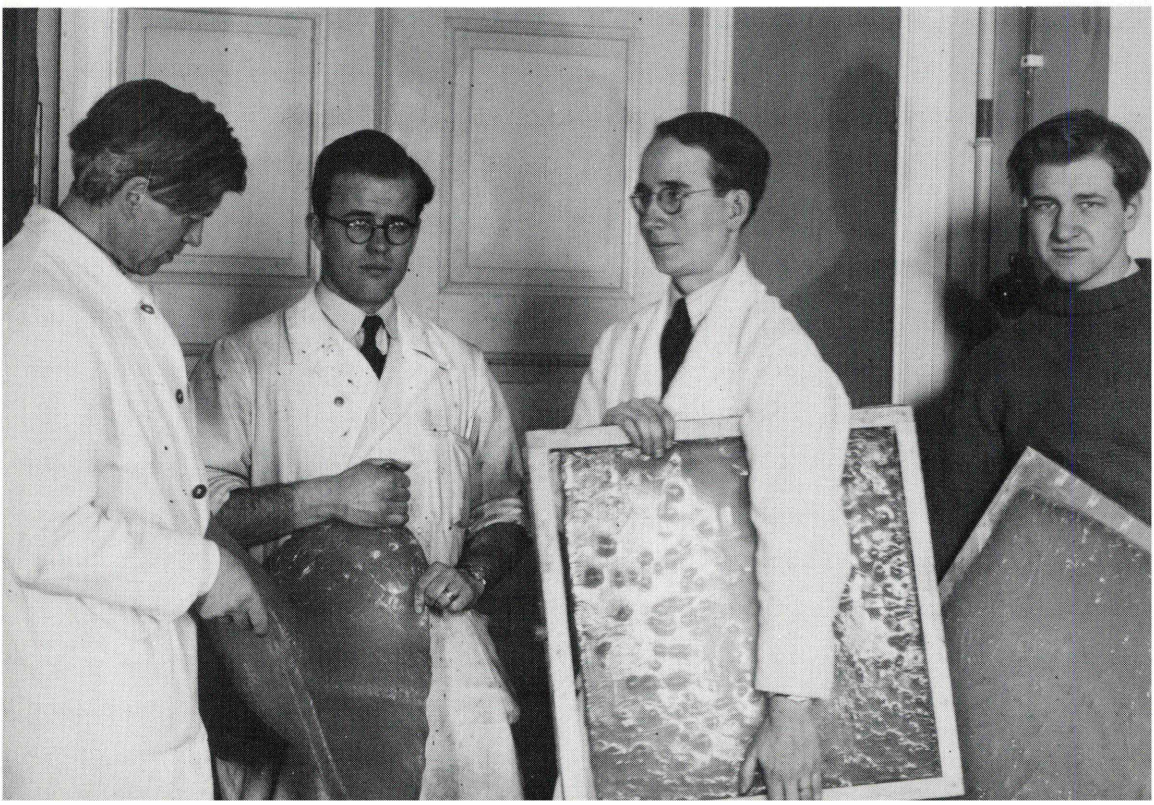
Kloropren polymeriserar spontant till gummiliknande ämnen – tyvärr dock inte till användbart syntetgummi. Lättast bildas det som vi lärde oss att kalla "blomkålspolymer": en porös, tämligen elastisk substans, som vid försök till mekanisk bearbetning faller sönder till ett pulver och som dessutom är kemiskt instabil – efter någon tid mörknar den från början rent vita polymeren och blir brun eller svart, samtidigt som saltsyra frigöres. Det var framförallt detta ämne som bildades i kloroprenapparaterna. Polymerisationen är självkatalyserande, från små groddar växte det raskt ut stora, blomkålsliknande klumpar och ju mer polymer som bildades, desto snabbare växte den.

Genom att arbeta vid kontrollerad temperatur och med lämpliga tillsatser kan man emellertid styra polymerisationen mot mera önskvärda produkter; en stor del av svårigheten visade sig ligga i att framställa ett bearbetbart rågummi. Det blev mycket lätt så att man fick produkter med egenskaper som färdigvulkaniserat gummi, utan möjlighet till vidare bearbetning och formning.

Även i detta fall gällde att man inte fick låta reaktionen gå ända till slutet; för att få en brukbar produkt måste man avbryta polymerisationen medan det ännu fanns oreagerad kloropren kvar.

Två metoder visade sig vara brukbara. Tekniskt enklast var att polymerisera kloroprenen emulgerad i vatten, men emulsionspolyme-

6. Blockpolymerisat. Fr v The Svedberg, Göran Philipson, Birger Bäcklund och Bengt Nauclér.



risaten hade vissa nackdelar och från användarnas sida var man för många ändamål mera intresserad av den andra typen av polymerisat, där kloroprenen polymeriserades i ren form, utan andra tillsatser än de katalysatorer och modifierande ämnen som behövdes för att leda processen mot det önskade resultatet. Till en början arbetade vi bokstavligen med block-polymerisation: en kvantitet kloropren försattes med erforderliga kemikalier och fick polymerisera under en beräknad tid. För att möjliggöra temperaturkontroll utfördes polymerisationen i ett några centimeter tjockt skikt mellan två aluminiumplåtar, som hölls isär av en träram. Aluminiumplåtarna kunde kylas med vatten på utsidan, och tanken var att man i teknisk skala skulle använda en filterpressliknande anordning, med celler som omväxlande innehöll kloropren och kylvatten. Efter avslutad polymerisation måste oreagerad kloropren avlägsnas. Vid laboratorieförsöken fick kloroprenen avdunsta när proverna bearbetades på valsverk vid gummifabrikerna. Proverna måste därför skickas iväg och



Prof. The Svedberg håller fortfarande på med sina konstgummiexperiment

7. Ur Svensk skoltidning 1 nov 1945.

behandlas så fort som möjligt. Blockpolymerisationen kunde visserligen drivas så långt att bara 20 % av kloroprenen blev kvar i oreagerad form, men förfarandet var ändå omöjligt i teknisk skala, av ekonomiska och transporttekniska skäl och på grund av kloroprenångornas giftighet.

Blockpolymerisaten hade emellertid lovande tekniska egenskaper, och en tämligen originell metod utvecklades för att ändå framställa dem. Själva polymerisationen utfördes satsvis i en emaljerad gryta, och fördes endast så långt att produkten förblev flytande; en lösning av ungefär 25 % gummi i 75 % kloropren. Denna sirapstjocka smet pumpades över i en andra gryta där den blandades med stabiliseringsmedel. Den stabiliserade smeten göts i ett tunt skikt på ett rostfritt stålband som gick in i en tunnel där kloroprenen drevs av med ånga. Ånga och avdriven kloropren kondenserades, kloroprenet skildes av och gick tillbaka i processen. Det torra gummiskiktet – en knapp millimeter tjockt – drogs av från bandet av en smal stålaxel som roterade med en periferihastighet som var sju gånger bandets hastighet och i motsatt riktning mot bandets rörelseriktning. Gummifilmen sträcktes då och lossnade från bandet. Från stålaxeln överfördes det sträckta gummit direkt till en trärulle med några decimeters diameter, som låg och rullade ovanpå axeln. På denna trärulle bildades efterhand ett ganska tjockt skikt av hårt spänt gummi. När ungefär 10 kg hade samlats tog maskinföraren en morakniv och skar igenom gummiklumpen, som drog ihop sig med en smäll och flög iväg för att landa på fabriksgolvet några meter bort. Av alla processer i gummifabrikerna var det nog denna som fungerade med minst krångel, okonventionell och dramatisk som den var.

Slutord

Vi har velat ge några glimtar från de svenska ansträngningarna att framställa syntetiskt gummi under krigsåren 1941–45. Vi har gjort det utan namns nämnande. Antalet inblandade var för svenska förhållanden mycket stort, och vi arbetade i märkvärdigt hög grad som ett kollektiv; all tillgänglig arbetsförmåga gick åt till att försöka få fram gummi, i det närmaste helt utan att det frågades vem som hittat på vad eller vems revir det ena eller andra ärendet hörde till. Att detta var möjligt berodde på att alla var övertygade om att saken var viktig och på att ingen såg verksamheten som annat än en beredskapstjänst som vi skulle lämna när kriget var slut. Viktigt var också att vi inte behövde slåss om anslag, alla resurser som överhuvudtaget kunde uppbådas ställdes till vårt förfogande utan prutande eller pekpinnar. Men viktigast var nog att vi alla var så unga.



The Svedberg närmade sig pensionsåldern, men var alltjämt i sin fulla kraft, hans närmaste man i gummiprojektet, dåvarande docenten Sven Brohult, hade vid denna tid nyss passerat 35-årsstrecket och framstod därmed som en fadersgestalt för oss aktivt arbetande, av

vilka knappast någon i mera ansvarig ställning hade fyllt 30 år. Att en skara ingenjörer och akademiker i 25-årsåldern, de flesta vänner eller bekanta sedan studieåren, anförtroddes att i så stor frihet och med så stora resurser genomföra ett svårt och viktigt projekt är förmodligen tämligen enastående. Hur märkvärdigt det var insåg vi själva knappast förrän efteråt. Nu, på 45 års avstånd, framstår det fortfarande som en unik och sällsynt erfarenhet.

Källor Dessa anteckningar skall ses som minnesbilder av händelser som utspelades för nästan ett halvsekel sedan. Någonstans finns naturligtvis skriftlig dokumentation, främst kanske i Statens Industrikommissions efterlämnade papper. Vi har inte gjort några ansträngningar att efterforska dem, och det är f ö troligt att de kritiska åren 1942–43 avsatt ganska obetydliga spår i handlingarna. Vi som arbetade i projektet var helt överens med våra uppdragsgivare i Industrikommissionen om att vi inte skulle skriva PM utan tillverka gummi. Under projektets senare faser inträdde mera normala förhållanden – på nyåret 1944 fick Svenska Gummiforskningslaboratoriet ett kansli – och från den tiden flyter dokumentationen rikligare.

I samband med försöken att intressera Du Pont för ett samarbete skrevs en rapport: "Production of Synthetic Rubber (Svedoprene) in Sweden 1941–45. Technical and Scientific Results". Stencil, Gummiforskningslaboratoriet 1946.

På The Svedbergs institution pågick arbetena över polymerisationsprocesserna och polymerisatens egenskaper med användning av ultracentrifugerna och annan specialutrustning. Resultaten av dessa arbeten sammanfattades 1946 i en diger stencilerad volym "Undersökningar över syntetisk kautschuk. Utförda vid Fysikalisk-kemiska institutionen, Upsala, under tiden november 1941–december 1946", som också innehåller en historik över de tidiga laboratorieförsöken med framställning av MVA och kloropren.

Dessa stenciler som finns tillgängliga på Tekniska Museet har vi rådfrågat när minnet behövt stöd under hopskrivandet av ovanstående.

Under 1944 igångsattes ett särskilt projekt under ledning av Ragnar Vestin med syfte att klarlägga vad som händer under MVA-syntesen, givetvis i förhoppning att man skulle få uppslag till bättre fabrikationsmetoder. Det fick man också, huvudsakligen dock för sent för att de skulle hinna komma till användning i fabrikerna. Resultaten av dessa arbeten, som i olika former fortgick långt in på 1950-talet, har i normal ordning publicerats i vetenskapliga tidskrifter. Detsamma torde vara förhållandet med många av de arbeten som utfördes vid The Svedbergs institution och vid Svenska Gummiforskningslaboratoriet efter fredsslutet. Allt detta faller emellertid utanför ramen för våra minnesanteckningar.

Summary

During 1940–41, Sweden was cut off from the supply of rubber. Most critical was the supply of oil-resistant rubber vital for parts in aircraft engines.

In the autumn of 1941, the State Commission for Swedish Industry, a body formed to take care of and ration products necessary for Swedish industry, asked the famous Nobel Prize winner and expert in large molecules and polymers, The Svedberg, to undertake the development of an industrial process for oil-resistant synthetic rubber. Svedberg's choice was neoprene, developed and patented by Du Pont et Nemour in the US, one reason being that the raw material—calcium carbide and chlorine—were available in Sweden.

No contacts were possible but the basic patents were available and were expropriated according to Swedish law.

The process is a three stage operation:

1. Production of monovinylacetylene from acetylene.
2. Synthesis of chloroprene from monovinylacetylene and hydrochloric acid.
3. Polymerisation of chloroprene to synthetic rubber (which then has to be vulcanised by rubber factories).

By Christmas 1941, Svedberg was able to supply the State Commission with a small sample (7 g) of rubber.

During 1942–43, pilot plants in different sizes—50 g/hr, 1 kg/hr and 5 kg/hr—were developed and during 1944–45 two factories in Ljungaverk and Stockvik (near the town of Sundsvall) were started.

Svedberg engaged a great number of chemists, physicists, chemical and mechanical engineers for the development work. Nearly all of them were seconded from the military services.

The processes, although in principle simple, presented numerous difficult and unknown problems. The catalysts—highly corrosive hydrochloric saturated copper solutions solidifying at temperatures below +40°C—were difficult to handle with the type of construction materials available at the time. Part of the process was run at −70−−80°C which at that time were unknown temperatures for industrial production.

Acetylene, monovinylacetylene and some of the by-products are highly explosive and in the pilot plants explosions were an almost routine occurrence. In the plant at Ljungaverk, a powerful explosion in the −70°C part of the plant took the life of three persons.

Another source of trouble was that chloroprene tended to polymerize into rubber already in the process equipment.

The rubber finally produced was named Svedoprene and was of superior quality. According to the head of the Swedish Airforce, no aeroplane would have been in the air without this rubber. Automobile and bus tyres were also successfully produced. However after the war, it proved impossible to compete with imported rubber and production was discontinued.