

## Nr 834

Av herr Nordstrandh m. fl., i anledning av Kungl. Maj:ts proposition nr 40, angående anslag för budgetåret 1965/66 till vissa forskningsråd m. m.

(Lika lydande med motion nr 706 i Första kammaren)

I syfte att förstärka forskningsresurserna på det kärnfysikaliska området föreslås i proposition nr 40 anskaffning till Sverige av en första s. k. tandem van de Graff-accelerator. Anläggningen föreslås bli placerad vid Uppsala universitet. En framställning om en dylik tandemaccelerator, som redan tidigare ingivits från institutionen för fysik i Göteborg som ett led i den där bedrivna forskningsverksamheten, har sålunda icke beaktats.

Anskaffandet av en tandemaccelerator enbart till Uppsala kan starkt ifrågasättas. Motiveringarna för en sådan anläggning också i Göteborg, där fysikinstitutionerna vid Göteborgs universitet och Chalmers tekniska högskola för överskådlig tid framåt kommer att utbilda det största antalet fysikstudierande i landet, synes väga minst lika tungt som de som anförts för uppsalapjektet.

Statens tekniska forskningsråd framhåller ju också, att utrustning av det slag, varom här är fråga, med stor sannolikhet kommer att erfordras även vid andra universitetsorter än Uppsala. Som nedan visas, föreligger ett sådant behov f. n. framför allt i Göteborg. Förutsättningarna, också de ekonomiska, är där dessutom mycket gynnsamma.

### 1. Historik

I årsredogörelsen för 1961 avseende forskningsverksamheten vid institutionerna för fysik vid Chalmers tekniska högskola och Göteborgs universitet, ingiven till statens råd för atomforskning den 7 mars 1962, framhöll institutionsföreståndaren, att det vid göteborgsinstitutionerna förelåg ett starkt behov av en tandem van de Graff-generator för att kunna fullfölja det vid den mindre van de Graff-acceleratorn (bandgeneratorn) pågående forskningsarbetet. I november 1962 ingavs från institutionen för fysik i Uppsala till atomforskningsrådet en skrivelse, i vilken behovet av en tandemgenerator även vid denna institution framfördes.

Den 12 mars 1963 ingavs till Malmfonden från Göteborg en ansökan om medel för inköp av en EN tvåstegstandomgenerator från High Voltage Engineering Corporation, Burlington, Mass.

Göteborgsansökan remitterades av Malmfonden till statens råd för atomforskning för yttrande. Denna remiss har ännu ej besvarats.

Bland flera acceleratorprojekt utbröt atomforskningsrådet ett, uppsala-projektet, och behandlade detta för sig. En anhållan från Göteborg att få det tidigare påtalade göteborgsprojektet utrett lämnades av rådet obeaktad.

1963 ingav det större akademiska konsistoriet vid Uppsala universitet en petitaframställning angående en tandemgenerator jämte byggnad för densamma. Ärendet har varit föremål för remissbehandling. I sitt remissvar tillstyrkte atomforskningsrådet projektet utan att omnämna göteborgsprojektet.

Statens tekniska forskningsråd framhöll, att behandlingen av uppsala-projektet borde bli beroende av om man funne det möjligt, att i den utsträckning, som ansökan angäve, tillgodose alla eller åtminstone flertalet av de institutioner, som hade behov av dylik utrustning. Om medel kunde påräknas endast för en eller två dylika anläggningar inom landet, borde frågan om placeringen av dessa bli föremål för noggrann och opartisk prövning.

Den 4 juni 1964 hemställde rektorsämbetena vid Chalmers tekniska högskola och vid Göteborgs universitet i skrivelse till Konungen, att lokaliseringsfrågan måtte bli föremål för utredning.

1964 ingavs från konsistorierna vid Göteborgs universitet och Chalmers tekniska högskola en petitaframställning angående en tandemgenerator till Göteborg. Såsom av Kungl. Maj:ts proposition nr 40 framgår, föreslog universitetskanslersämbetet, att Kungl. Maj:t skulle begära riksdagens bemyndigande att vidtaga åtgärder för anskaffande av en tandemgeneratoranläggning inom en kostnadsram av 8 milj. kr. att förläggas till den institution, som efter utredning om den kärnfysikaliska forskningens och forskareutbildningens organisation och lokalisering syntes lämpligast.

## *II. Forskningsuppgiftens betydelse och aktualitet i allmänhet*

Ett av de viktigaste hjälpmedlen för utforskning av atomkärnornas struktur och egenskaper är van de Graff-generatorerna eller bandgeneratorerna. Utrustade med stabiliseringssystem möjliggör dessa acceleration av laddade partiklar till höga, kontinuerligt variabla energier, varvid en utomordentlig energikonstans kan erhållas. Dessa accelerators utgör därför ett av kärnfysikens viktigaste precisionsinstrument. De har spelat en synnerligen viktig roll vid utforskning av atomkärnornas struktur och egenskaper, därigenom att de bl. a. möjliggjort noggranna bestämningar av kärnornas energinivåer och dessas egenskaper. Medan man tidigare genom studium av radioaktiva sönderfall endast kunde nå de lägsta energitillstånden i ett relativt litet antal kärnor, har bandgeneratorerna gjort det möjligt att nå avsevärt utvidgad kännedom om kärnornas energinivåsystem. Undersökningsmetoderna har tillåtit bestämning av flera för kännedomen om kärnornas struktur viktiga egenskaper hos energitillstånden.

De hittills mest använda bandgeneratorerna har konstruerats för spänningar om 4—5 miljoner volt (MV). Tre sådana har funnits i vårt land, i Lund, i Göteborg och i Studsvik, och med dem har utförts och utföres ett betydande forskningsarbete. Man är emellertid vid dessa begränsad till studium av de lätta elementens kärnor, då Coulombbarriären vid de tyngre elementen fordrar högre accelerationsspänningar än dessa instrument ger. För precisionsmätningar vid de tyngre elementens kärnor är tandemgeneratorer, som kan sägas bestå av två eller flera efter varandra kopplade bandgeneratorer, de lämpligaste acceleratorerna. Det aktuella intresset att kunna följa mätningarna med enkla bandgeneratorer till högre energier har lett till installation av ett 40-tal tandemanläggningar under de senaste åren. I Europa finns sådana i Danmark, England (4 stycken), Tyskland (2 stycken), Frankrike (2 stycken) och Schweiz. Ytterligare ett 10-tal är under hyggnad.

### *III. Speciella forskningsuppgifter avsedda att utföras med den i Göteborg planerade tandemgeneratoren*

I Göteborg har under de senaste åren bedrivits studier över korresponderande energitillstånd i olika kärnor, som lett till en systematik över kärntillstånd, genom vilken det blivit möjligt att för varje kärna ange en stomme av energitillstånd, vilkas karaktär och ursprung man kunnat fastställa. För att kunna utvidga denna systematik och undersöka dess giltighet vid tyngre element är tillgång till en tandemgenerator oundgänglig.

Vid bestrålning av kärnor med högenergetisk gammastrålning kan kärnbeståndsdelar, t. ex. protoner, utslungas ur kärnorna. Studier av denna process, som ger information om mekanismen vid kärnabsorption av gammastrålning, är svåra att utföra. Genom att i stället undersöka den omvända processen, bestrålning av kärnor med protoner, varvid gammastrålning utsänds, kan ett värdefullt komplement till kännedomen om den förra processen erhållas. För undersökningar av detta slag är det nödvändigt att ha tillgång till så höga protonenergier, att en tandemgenerator är en förutsättning.

Vid reaktorn R1 i Stockholm och reaktorn R2 i Studsvik arbetar forskargrupper från fysiska institutionen i Göteborg med studium av den gammastrålning, som utsändes från kärnor vid neutroninfångning, varvid bl. a. också högenergetiska tillstånd exciteras. Dessa kan i vissa fall också nås genom bestrålning av kärnor med protoner, som accelererats i en tandemgenerator. Genomförandet av sådana studier skulle vara av utomordentligt värde för kännedomen om arten av de ifrågakommande kärntillstånden.

Man har redan erhållit mycken information om atomkärnornas egenskaper genom studier av infångning av protoner och neutroner. Det finns emellertid ett stort antal processer, som kan åvägbringas genom acceleration av andra partiklar. För undersökning av dessa processer är tandemgeneratoren det bästa och mångsidigaste instrumentet, i vissa fall det enda användbara.

Den höga energien och den goda energidefinitionen ger möjlighet att utföra precisionsmätningar inom ett stort energiintervall. Här föreligger ett synnerligen vidsträckt forskningsområde.

Av stort intresse är möjligheten att med tandemgenerator accelerera tunga joner till höga energier. De så erhållna, snabba jonerna har synnerligen mångsidig användning. Med dessa kan kärnor produceras, som är belägna på större eller mindre avstånd från stabilitetsområdena. Dessa i allmänhet kortlivade kärnor är ofta helt okända. Kännedom om deras spektra är mång- en gång önskvärd icke minst för den ovan nämnda systematiken. Det är också av vikt att kunna mäta livslängden för kärntillstånden, vilket underlättas med användning av tunga joner.

De kärntillstånd, som uppkommer, då en tung jon infångas i en kärna, har unika egenskaper, och om deras sönderfall är mycket litet känt. Ett närmare studium av dessa processer bör ge intressanta resultat. Tätheten av energinivåerna kan teoretiskt beräknas. Nivåtäthetsstudier har tidigare utförts med bandgeneratoren i Göteborg, och det vore av stort intresse att kunna utvidga dem genom studier av joninfångningsprocesser och undersöka de teoretiska beräkningarnas giltighet inom andra områden.

#### *IV. Vetenskapliga och ingenjörsmässiga resurser vid institutionen för fysik i Göteborg*

Planerna för projektets genomförande har bearbetats av en arbetsgrupp, i vilken ingår professor N. Ryde, docenterna G. Andersson, S. E. Arnell och J. Dubois. Vid institutionen för fysik vid Chalmers tekniska högskola och vid Göteborgs universitet arbetar förutom institutionsföreståndaren en laborator, fem docenter och ca 40 doktorander och licentiander, varav flera utländska gästforskare, med problem, som faller inom kärnfysiken eller står kärnfysiken nära. Av särskilt värde för den planerade tandemgeneratoranläggningen är den betydande erfarenhet av byggnad och drift av bandgeneratorer, som står till förfogande. Bandgeneratoren, som byggts i Göteborg, har varit i drift sedan 1954. Denna maskin har visat sig vara ett mycket användbart instrument och har speciellt utnyttjats för undersökningar av lätta och medeltunga kärnors nivåstruktur m. m. Ett stort antal forskare har knutits till maskinen, och åtskilliga examensarbeten har utförts av teknologer i anslutning till olika tekniska och fysikaliska problem. F. n. arbetar två grupper, omfattande 18 forskare, under ledning av doc. Arnell och doc. Dubois med generatoren. Härigenom utnyttjas denna till det yttersta, men genom tillmötesgående av AB Atomenergi har båda grupperna kunnat erhålla maskintid vid bolagets van de Graff-generator i Studsvik, där instrumentsuppställningar gjorts. Studsviksgeneratoren, som är på 5,5 MV, har speciellt använts för acceleration av partiklar till högre energier än göteborgsgeneratoren medgett. Ur båda grupperna har forskare också arbetat vid tandemgeneratoren i Risø.

Av stor vikt är även den rika erfarenhet, som i Göteborg samlats, av konstruktion, byggnad och drift av den speciella hjälpapparat, som erfordras vid detta slags maskiner, såsom apparatur för upptagning av direktspektra, summaspektra, trekristallspektra, apparatur för koincidens- och vinkelkorrelationsmätning, apparatur för detektering och koincidensmätning med halvledardetektorer m. m. Det kan även tilläggas, att på institutionen redan finns en elektromagnetisk isotopseparator. Tillgång till en sådan är nödvändig för att fullt kunna utnyttja en tandemgenerators experimentella möjligheter. På institutionen finns också personal med mångårig erfarenhet av framställning av preparat för bestrålning i accelerators. Elektromagnetiskt separerade preparat kan numera kommersiellt erhållas t. ex. från AERE i Harwell, men erfarenheten har visat, att kvaliteten på dessa på intet sätt kan jämföras med kvaliteten hos dem, som framställts med institutionens isotopseparator. De senare har möjliggjort större precision i mätningarna än det i allmänhet varit möjligt att nå på andra håll.

Förutom den ovannämnda bandgeneratoravdelningen har institutionen avdelningar för gammaspektroskopi, för alfa- och betaspektroskopi, för kärnresonansfluorescens, för isotopseparation, för masspektrometri och för kärnkemi. Forskare och övrig personal uppgår vid storinstitutionen till över 100 personer. Åtskilliga av forskarna har ingenjörsmässig utbildning från avdelningarna för teknisk fysik, elektroteknik, maskinteknik eller kemi. Då institutionen handhar utbildningen av det största antalet fysikstuderande i landet, framgår härav, att förutsättningarna för rekryteringen av personal till och utnyttjande av forsknings- och utbildningsresurserna vid en tandemgenerator i Göteborg än synnerligen goda.

Med bandgenerators i Göteborg har hittills ett 50-tal vetenskapliga arbeten utförts, som vunnit internationellt erkännande. I fråga om studiet av lätta och medeltunga kärnor med protoninducerade processer intar institutionen utan tvekan en rangplats bland de främsta i världen. Möjligheterna att med en bandgenerator med en till ca 4 MV begränsad accelerationsspänning utföra betydelsefullare arbeten minskas emellertid numera snabbt. Skall den höga forskningspotentialen kunna vidmakthållas, är det för de i Göteborg arbetande forskningsgrupperna oundgängligen nödvändigt att inom de närmaste åren få tillgång till en accelerator för högre spänning på platsen, då huvudparten av forskarna genom undervisningsverksamhet i Göteborg är bundna till staden. Om forskningsresurserna icke utökas, torde antalet per år utbildade licentiater och doktorer icke kunna hållas på nuvarande höga nivå, varför produktionen av lektorskompetenta lärare kommer att minskas. Med en tandemgenerator i Göteborg skulle å andra sidan denna produktion avsevärt kunna ökas.

### V. Kostnadsberäkning

Det äskade tandemacceleratorsystemet jämte accelerationsrör och analysmagnet offereras för 1 013 000 \$. Kostnaderna för tillverkning på egna verkstäder eller inköp i Sverige av stråldirigeringsystem, elektronik, pumpar, gasbehandlingssystem, kompressorer m. m. uppgår till 190 000 kr. Med ett dollarpris av 5,18 kr. blir totala kostnaden för den kompletta tandemmaskinen 5 440 000 kr.

Den vetenskapliga hjälputrustningen bör i första hand omfatta jonkälla, kvadrupolmagnetsystem, magnetisk tungpartikelspektrograf, betaspektrometer, 1024-kanalsanalyser, detektorer och elektronik samt computer med anslutning till den i Göteborg planerade datamaskinen. Denna grundutrustning har kostnadsberäknats till 2,4 milj. kr.

Driften av såväl tandemgeneratoren som bandgeneratoren kan omhänderas av en driftsgrupp bestående av en laboratorieingenjör och två tekniker. Ansvaret för driften bör åligga laboratorieingenjören, som skall vara väl förtrogen med arbeten av detta slag. För att trygga kontinuiteten bör tjänsten sättas i lgd A 23. Då vid bandgeneratoren f. n. är anställd en tekniker, erfordras endast två nya tjänster. Teknikertjänsten föreslås i lgd A 15. De årliga personalkostnaderna utgör i 1965 års löner tillsammans 52 032 kr. Härtill kommer ett årligt materialanslag på 50 000 kr.

Vid den för Chalmers tekniska högskola och Göteborgs universitet gemensamma institutionen för fysik projekteras f. n. genom byggnadsstyrelsens försorg en ny forskningsbyggnad, vars program fastställts av Kungl. Maj:t. I de på grundval härav uppgjorda ritningarna har lokaler för en tandemgeneratoranläggning inrymts. För realiserande av göteborgsprojektet erfordras således inga extra kostnader för byggnaden. Likaså bortfaller extra kostnader för den vetenskapliga hjälputrustningen, då dessa torde kunna inrymmas inom ramen för normala anslag till utrustningen av byggnaden.

Den extra kostnaden för statsverket vid realiserandet av göteborgsprojektet uppgår sålunda till ca 5,4 milj. kr., medan kostnaden för ekvivalent utrustning vid realiserande av uppsalapjektet uppgår till ca 13 milj. kr. Samma ökning av forskningspotentialen skulle således i Göteborg erhållas för mindre än halva kostnaden för uppsalapjektet, samtidigt som det i Göteborg befintliga överskottet av forskningsintresserade studerande, som nu på grund av bristande resurser ej kan uppsugas, skulle kunna beredas möjlighet till högre utbildning.

Genom samordning av driften vid bandgeneratoren och den planerade tandemgeneratoren och genom att den forskande personalen är väl förtrogen med driften av dylika maskiner kan i Göteborg den årliga driftkostnaden hållas vid ca 100 000 kr., medan motsvarande kostnader för uppsalapjektet beräknas till ca 175 000 kr.

*VI. Slutsats och förslag*

Då projekteringen av nybyggnaden för fysiska institutionen i Göteborg är långt framskriden, är ett snart beslut beträffande Chalmers tekniska högskolas och Göteborgs universitets acceleratorfråga nödvändigt. Ett uppskjutande av lösningen av denna acceleratorfråga skulle medföra, att forskningen i Göteborg måste länkas in på andra banor och till följd därav den i samband med nybyggnaden anskaffande forskningsutrustningen bli av annat slag, vilket måste medföra avsevärt ökade utgifter för statsverket, medan samtidigt forskningen skulle lida svårt avbräck och den årliga utbildningen av licentiater och doktorer skulle nedgå.

I betraktande av att det i proposition nr 40 framlagda förslaget om en tandemgenerator i Uppsala innebär, att Uppsala universitet, som redan disponerar över Nordens största accelerator för positiva partiklar, erhåller ännu en storaccelerator, innan vare sig Göteborgs universitet eller Chalmers tekniska högskola fått sin acceleratorsfråga löst, hemställs,

att riksdagen till Göteborgs universitet och Chalmers tekniska högskola måtte bevilja medel för anskaffande av en tandemgeneratoranläggning inom en kostnadsram av 5,4 milj. kr., varvid det förutsättes, att den vetenskapliga hjälputrustningen, som kostnadsberäknats till 2,4 milj. kr., kan bestridas genom normala utrustningsanslag i samband med nybyggnad.

Stockholm den 7 april 1965

*Ove Nordstrandh*

*Lennart Mattsson*

*Brita Elmén*

*Kaj Björk*