

# Utstyr for eksperimentell forskning

SITUASJONEN I NORSK MEDISIN OG NATURVITENSKAP

EILIF HERTEL-AAS

MELDING 1983:4

NAVF's UTREDNINGSINSTITUTT  
NORGES ALMENVITENSKAPELIGE FORSKNINGSRÅD

# NAVF

ARKIV

# Utstyr for eksperimentell forskning

SITUASJONEN I NORSK MEDISIN OG NATURVITENSKAP

Oslo, mai 1983  
NAVFs Utredningsinstitutt  
Norges almenvitenskapelige forskningsråd  
Munthesgt. 29, OSLO 2-Tlf. 02/56 52 90  
ISBN 82-7218-102-9

## Forord

Denne utredning er laget etter initiativ fra Rådene for medisinsk og naturvitenskapelig forskning i NAVF. Utredningen søker å få fram materiale som illustrerer utstyrssituasjonen og utstyrskravene i de norske medisinske og naturvitenskapelige grunnforskningsmiljøer ved norske universiteter.

Hovedsiktemålet med utredningen er å få fram hvorvidt den eksisterende utstyrspark er i pakt med utstyrskravene i forskningsmiljøene. Videre er det lagt vekt på å gi en relativt bred omtale av mulige metoder for en kvantitativ beskrivelse av utstyrssituasjonen. Dette kan forhåpentligvis danne utgangspunkt for eventuelle fremtidige utredninger av utstyrssituasjonen i norske forskningsmiljøer. Selv om utredningen er spesielt rettet mot de medisinske og naturvitenskapelige fagmiljøer, vil deler av den også kunne ha interesse for andre miljøer hvor vitenskapelig utstyr inngår i forskningsvirksomheten.

Studien er utført av cand.real. Eilif Hertel-Aas i kontakt med en rådgivende gruppe nedsatt av NAVF. Gruppen har bestått av professorene Jon Bremer, Anders Johnsson, Arne Kjekshus og Ottar Sjaastad, og avdelingsledere i NAVF Axel Andersen og Ole Johan Sandvand.

Kommentarer og vurderinger utover presentasjonen av det empiriske materialet er forfatterens ansvar.

Oslo, april 1983  
NAVF's utredningsinstitutt

Sigmund Vangsnes

Hans Skoie

## INNHold

### SAMMENDRAG

1. INNLEDNING
  - 1.1 Bakgrunn og mandat
  - 1.2 Prosjektutførelse og rådgivende utvalg
  - 1.3 Organisering av notatet
  
- 2 DEN EKSPERIMENTELLE FORSKNINGS EGENART
  - 2.1 Forskningens rammebetingelser
  - 2.2 Nøkkelen til eksperimentell forskning
  - 2.3 Om instrumentering som fenomen
    - 2.3.1 Variasjonsbredde
    - 2.3.2 Generelt om instrumentering
    - 2.3.3 Grunnprinsippet
  - 2.4 I går, i dag, i morgen
    - 2.4.1 Instrumentrevolusjonen
    - 2.4.2 Datarevolusjonen
    - 2.4.3 Integrering av datakraft i instrumentering
  
- 3 METODE
  - 3.1 Innledende betraktninger
  - 3.2 Definisjoner og avgrensninger
  - 3.3 Brukstid
    - 3.3.1 Nedskrivningstid/Operativ brukstid
    - 3.3.2 Effektiv brukstid
  - 3.4 Prisgrupper og utstyrstypologi
    - 3.4.1 Innkjøpspris
    - 3.4.2 Utstyrstypologi
  - 3.5 Indikatorer
    - 3.5.1 Vitenskapelig utstyr
    - 3.5.2 Teknisk personale
    - 3.5.3 Driftsmidler
  - 3.6 Hvilke opplysninger trenger man?
  - 3.7 Informasjonskilder

- 3.8 Aktuelle metoder
  - 3.8.1 Indikatorer for investering og utstyrstilstand
    - 3.8.1.1 Regnskapsanalyse
    - 3.8.1.2 Utstysregistre
    - 3.8.1.3 Forskningsstatistikken
    - 3.8.1.4 Brukerundersøkelser
    - 3.8.1.5 Budsjettanalyse
  - 3.8.2 Behovsindikatorer
    - 3.8.2.1 Budsjettforslagsanalyse
    - 3.8.2.2 Søknadsanalyse
    - 3.8.2.3 Brukerundersøkelser
  - 3.8.3 Personalindikatorer
  - 3.8.4 Driftsindikatorer
    - 3.8.4.1 Regnskapsanalyse
    - 3.8.4.2 Bruk av spørreskjema- og intervjumetoder
- 3.9 Metoder brukt i det foreliggende arbeid
  - 3.9.1 Investerings- og tilstandsindikatorer
  - 3.9.2 Behovsindikatorer
  - 3.9.3 Intervjuundersøkelsen
- 3.10 Fremtidig oppfølging
  - 3.10.1 Oppfølging av utstysbehovene
- 4 UTSTYRSSITUASJONEN I ANDRE LAND
  - 4.1 Sverige
  - 4.2 Danmark
  - 4.3 USA
- 5 VITENSKAPELIG UTSTYR
  - 5.1 Resultater
    - 5.1.1 Investering
      - 5.1.1.1 Årlige investeringer
      - 5.1.1.2 Instrumentparkens størrelse
      - 5.1.1.3 Årlig investering som relativ andel av grunnbudsjettet
      - 5.1.1.4 Utstysinvestering pr. forsker
    - 5.1.2 Tilstand
      - 5.1.2.1 Gjennomsnittsalder
      - 5.1.2.2 Nedskrivningsverdi og nedskrivningsfaktor

- 5.1.3 Behov
  - 5.1.3.1 Behovsanslag for medisin og naturvitenskap
  - 5.1.3.2 Sofistikering
  - 5.1.3.3 Alternative behovsanslag
  - 5.1.3.4 Årlige investeringsbehov
  - 5.1.3.5 Utfyllende drøfting av behovsanslag
- 5.1.4 Utnyttelse
  - 5.1.4.1 Den tradisjonelle bruksform
  - 5.1.4.2 Forskningssamarbeid
  - 5.1.4.3 Servicepreget analysehjelp
  - 5.1.4.4 Felles laboratorier
  - 5.1.4.5 Lån av utstyr
  - 5.1.4.6 NAVF's Instrumenttjeneste
  - 5.1.4.7 Nasjonale laboratorier/utstyrsenheter (NLU)
  - 5.1.4.8 Internasjonale laboratorier og programmer
- 5.1.5 Forskernes opplevelse av utstyrssituasjonen
  - 5.1.5.1 Universitetet i Oslo
  - 5.1.5.2 Universitetet i Bergen
  - 5.1.5.3 Universitetet i Tromsø
  - 5.1.5.4 Universitetet i Trondheim
  - (5.1.5.5) Diskusjon
- 5.1.6 Finansieringsformer
- 5.2 Løpende bevilgning og nybyggsbevilgninger
- 5.3 Utstyrstilgang - en av flere betingelser for forskningen
  
- 6 TEKNISK PERSONALE OG DRIFTSMIDLER
- 6.1 Teknisk personale
  - 6.1.1 Det tekniske personalets oppgaver
  - 6.1.2 Oppsummering av personaldata
- 6.2 Driftsmidler
  - 6.2.1 Service og vedlikehold
    - 6.2.1.1 Hva koster det å kjøpe service og vedlikehold?
    - 6.2.1.2 Kjøpes det nok service?
  - 6.2.2 Videreutvikling/nykonstruksjon
  - 6.2.3 Innkjøp av utstyr
- 6.3 Diskusjon og utfyllende kommentarer
  - 6.3.1 Intern service
  - 6.3.2 Videreutvikling/nykonstruksjon
  - 6.3.3 Kilder for tekniske tjenester

- 7 RESSURSUTNYTTELSE
- 7.1 Innkjøp
- 7.2 Utstysregistre
- 7.3 Kontroll av utstyr
- 7.4 Generelt om felleslaboratorier
- 7.5 Laboratorier for resultatservice
- 7.6 Laboratorier med felles utstyr
- 7.7 Kompetansesenter for instrumentering
- 7.8 "Haukelandmodellen"

Referanser

Litteraturliste

Vedlegg 1: Liste over institutter/avdelinger som var med i intervjuundersøkelsen

Vedlegg 2: Oppfølgingsbrev til institutt/avdelingsbestyrerne

Vedlegg 3: Samtalemønster/intervjuguide

Vedlegg 4: Utdrag av upubliserte resultater fra NAVF's utredningsinstitutt's undersøkelse av vilkårene for å drive forskning ved norske universiteter

Vedlegg 5: Utstysrliste for et institutt for generell mikrobiologi

Vedlegg 6: En analyse av utstyrssøknadene til den ekstraordinære utstyrstildeling høsten 1981.

## SAMMENDRAG

## VITENSKAPELIG UTSTYR, EN NØKKELESSURS

Vitenskapelig utstyr er en nøkkelressurs for de eksperimentelle vitenskaper. Det er videre en klar sammenheng mellom tilgang til avansert utstyr og muligheten for å drive god forskning, dvs. forskning som holder internasjonale mål. De midler som brukes til anskaffelse av utstyr utgjør en liten del av de totale omkostninger ved eksperimentell forskning. Vitenskapelig utstyr er likevel bestemmende for utnyttelsesgraden av de andre ressurser. En vanskelig utstyrssituasjon reduserer mao. utbyttet av den øvrige ressursbruk. Endres utstyrsbevilgningene, kan dette ha virkninger som langt overskrider bevilgningenes relative andel av totalrammen.

## RIVENDE UTVIKLING

Et annet karakteristisk trekk ved vitenskapelig utstyr er begrenset brukstid. Etter få år kommer nyutviklet utstyr som er mer nøyaktig, hurtigere og har større evne til optimalisering av informasjonsutbytte. Nye utstyrsenheter gir dessuten ofte bedre utnyttelse av personal- og driftsressurser.

Når nytt utstyr utvikles og det åpnes mot nye eksperimentelle metoder og problemstillinger, ligger det i forskningens natur at de nye veier må følges og undersøkes.

## UTSTYR FOR CA. 1 MILLIARD 1982-KRONER

De eksperimentelle forskningsmiljøer ved norske universiteter har i dag i bruk en instrumentpark med en anslagsvis gjenkjøpsverdi på 1-1,1 milliard 1982-kroner. Instrumentparken er fordelt med ca. 20 % ved Universitetet i Bergen, ca. 35 % ved Universitetet i Oslo, ca. 15 % ved Universitetet i Tromsø og ca. 30 % ved Universitetet i Trondheim (inkl. NTH).



Den eksperimentelle forskning i Norge var fra første halvdel av 1960-årene og frem mot 1980 inne i en oppbyggingsperiode. Den eksisterende instrumentpark er i relativt stor utstrekning anskaffet i sammenheng med nybygg. Dette har gitt to utilsiktede, men alvorlige bivirkninger:

- a) Ressursene har blitt ujevnt og tilfeldig fordelt. Dette skyldes at innflytting i nybygg i praksis har vært det eneste kriterium for å få tildelt nok midler til en tilfredsstillende opprustning mht. vitenskapelig utstyr.
- b) For institutter/avdelinger som fikk en utstyrsopprustning tidlig i oppbyggingsperioden, er en meget stor del av dette utstyret allerede foreldet. De årvisse bevilgninger har ikke gitt rom for å opprettholde den standard som ble etablert. Det finnes eksempler på institutter som "ble bygget opp" i slutten av 1960-årene, der en utskiftning av en etterhvert foreldet instrumentpark vil ta over 30 år med dagens bevilgningstakt.

Følgende eksempler illustrerer de store forskjeller i størrelsen av den instrumentpark forskere i ulike miljøer har til rådighet. Ved Avdeling for realfag (NLHT) ved Universitetet i Trondheim er de siste 10 års samlede utstyrsinvestering over grunnbudsjettet pr. forsker ca. 160 000 kroner. Ingen av instituttene har fått nybyggsbevilgninger. Ved Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet i Bergen er tilsvarende tall ca. 300 000 kroner pr. forsker. Dette fakultetet fikk store nybyggsbevilgninger i sammenheng med oppføringen av realfagsbygget i siste halvdel av 1970-årene.

#### . BRUKSTIDEN ER FOR LANG

Norske forskere bruker mye av sitt vitenskapelige utstyr vesentlig lenger enn det som er faglig forsvarlig. Årsaken er utilstrekkelig tilgang på utstyrsmidler. Gjennomsnittlig brukstid er anslått til ca. 15 år mens den burde være 10 år. Da legger man hensyn til forskningskvalitet og effektiv utnyttelse av forskningens personalressurser til grunn. Den hurtige og omfattende utvikling av vitenskapelig utstyr tilsier at forsvarlig brukstid trolig vil synke ytterligere.

#### MYE AV UTSTYRET ER FOR GAMMELT

Med antatt nedskrivningstid på 10 år er instrumentparken pr. 1. januar 1983 nedskrevet til 350-400 mill. 1982-kroner. Nedskrivningsfaktoren som er definert som forholdet mellom nedskrevet verdi og gjenkjøpsverdi, er i gjennomsnitt 0,35. Nedskrivningsfaktoren er lavest ved Universitetet i Oslo (0,29) og høyest ved Universitetet i Tromsø (0,46).

De siste 10 år har Universitetet i Oslo åpenbart hatt den minst gunstige utvikling mht. instrumentparkens størrelse, gjennomsnittsalder og nedskrivningsfaktor. En nærmere analyse av utstyrssituasjonen ved de enkelte universiteter avslører imidlertid store interne variasjoner. Universitetet i Tromsø er i denne sammenheng et unntak fordi det ikke er mer enn 10-12 år siden de første utstyrbevilgningene ble gitt.

#### UTBREDT MANGEL PÅ TEKNISK KOMPETANSE

Det er utbredt mangel på teknisk kompetanse i forskningsmiljøene. Dette er særlig merkbart for instrumentorientert, metoderettet forskning. Det er spesielle behov for videreutvikling og nykonstruksjon av vitenskapelig utstyr i denne type forskning. At man i stor utstrekning mangler eget service- og vedlikeholdspersonale, er også alvorlig. Dette ville bli mindre påtrengende dersom man hadde tilstrekkelig med driftsmidler til å kjøpe disse tjenester. Denne forutsetning er imidlertid ikke oppfylt i store deler av universitetssektoren. Tilfredsstillende vedlikehold av den totale instrumentpark ville kreve 50-100 mill. kroner årlig dersom vedlikeholdet skulle kjøpes fra leverandører og/eller fabrikanter.

#### UTSTYRSBEHOVET - ET FORSKNINGSPOLITISK SPØRSMÅL

Dimensjonene i utstyrbehovet kan først fastsettes når det er gitt svar på spørsmålet: På hvilket nivå, målt i internasjonal sammenheng mht. kvalitet og kvantitet, skal den eksperimentelle forskning ved våre universiteter befinne seg? Dette er et forskningspolitisk spørsmål og er derfor ikke forsøkt besvart i det foreliggende utredningsarbeid. Når

man likevel sier noe om størrelsen av utstyrskravene, er dette basert på klart angitte forutsetninger.

BEHOVSANSLAG: 200-400 MILL. KRONER

Ved de medisinske og naturvitenskapelige forskningsmiljøer ved norske universiteter (NTH ikke inkludert) er det et udekket utstyrskrav på minimum 200 mill. 1982-kroner. Dette anslaget er basert på gjennomgang av søknader til NAVF/NTNF, budsjettforslag fra og intervjuer i miljøene.

Dersom man ville følge opp en anbefaling om reduksjon av gjennomsnittlig brukstid fra 15 til 10 år, ville dette kreve utskifting av gammelt utstyr med gjenkjøpsverdi ca. 260 mill. 1982-kroner.<sup>1)</sup> Tilsvarende tiltak ved NTH ville kreve størrelsesorden 100 mill. 1982-kroner. Forutsetter man derimot at det nye utstyret relativt sett skal være like avansert som det gamle var da det var nytt, må man også ta hensyn til utstyrsutviklingen (sofistikering). Det er vanskelig å etablere tallmessige verdier for denne type utviklingsprosess. Regner vi med en gjennomsnittlig "sofistikeringsfaktor" på 1,5 må det brukes ca. 400 mill. 1982-kroner for å redusere brukstiden fra 15 til 10 år.<sup>2)</sup>

De årlige utstyrskrav må økes fra ca. 70 mill. idag til ca. 105 mill. 1982-kroner<sup>3)</sup> dersom reduksjonen av midlere brukstid til 10 år skal finne sted i løpet av kommende 10-års periode. Bevilgningene må økes til ca. 140 mill. 1982-kroner pr. år om den samme reduksjon i midlere brukstid skal oppnås i løpet av 5 år.

De refererte behovstall omfatter ikke behov for spesielle utstyrsinvesteringer til f.eks. nasjonale laboratorier. Det er heller ikke tatt med eventuelle investeringer for at norske forskere skal få utvidet tilgang til spesielt utstyr ved internasjonale laboratorier.

- 
- 1) Dette forutsetter at instrumentparkens gjenkjøpsverdi skal bibeholdes. Tallet inkluderer ikke NTH, men tar med all eksperimentell forskning forøvrig ved universitetene.
  - 2) Tallet inkluderer ikke NTH, men tar med all eksperimentell forskning forøvrig ved universitetene.
  - 3) NTH medregnet

## RESSURSUTNYTTELSEN KAN BEDRES

Det er mulig å bedre utnyttelsen av utstyr og de ressurser som avsettes til tekniske tjenester (service, vedlikehold, videreutvikling og nykonstruksjon av utstyr). Dette kan skje ved øket samarbeid over etablerte institutt-, avdelings- og fakultetsgrenser. For den eksperimentelle forskning er det ikke først og fremst viktig å være i besittelse av, men å ha adgang til vitenskapelig utstyr. Det er videre av stor viktighet at det utstyr man har adgang til, er i best mulig stand, og at man har mulighet for individuell tilpasning av utstyr til spesielle forskningsoppgaver.

## VIDERE KARTLEGGING AV UTSTYRSSITUASJONEN ER MULIG

Avhengig av de ressurser man har til rådighet, er det mulig å belyse flere sider ved utstyrssituasjonen enn det man har fått tid til i det foreliggende utredningsarbeid. Det har fra NAVF's side vært uttrykt interesse for å kunne følge den videre utviklingen av utstyrsbehovene. Institusjonenes årlige budsjettarbeid kan være et mulig grunnlag for en slik oppfølging. Dette forutsetter at budsjettarbeidet gjennomføres etter visse felles retningslinjer.

## 1 INNLEDNING

### 1.1 Bakgrunn og mandat

Utstyrssituasjonen i de eksperimentelle forskningsmiljøer har i de seneste år stått frem som en kilde til økende bekymring blant mange forskere. Fra flere hold har det vært signalisert at utstyrsstandarden synes synkende. De siste 20 år har man i Norge (og i en del andre land) satset mye på anskaffelse av vitenskapelig utstyr i forbindelse med oppføring og innredning av nybygg for forskning og undervisning. Behovet for en kontinuerlig fornyelse av utstyret i takt med at det blir foreldet, synes imidlertid ikke å ha blitt gitt tilstrekkelig oppmerksomhet. Utbyggingen av universitetene ble stort sett avsluttet i løpet av 70-tallet. Samtidig tenderer utstyrets vitenskapelige funksjonstid til å bli stadig kortere og behovet for erstatning større. Det er derfor blitt viktigere enn noensinne å få bedre kjennskap til de eksisterende behov for nødvendig fornyelse av vitenskapelig utstyr.

Prioritering og anskaffelse av instrumenter til nye forskningsoppgaver og nye forskningsfelter har i liten grad blitt tatt opp i den forskningspolitiske diskusjon.

Mange forskningsprosjekter innenfor naturvitenskap og medisin er avhengig av at forskerne har adgang til særlig avansert instrumentering. Ofte krever dette store, kostbare utstyrsenheter som det er vanskelig å finne plass til på de ordinære universitetsbudsjettene. Dette aktualiserer spørsmålet om finansiering og utnyttelse av slike enheter.

Også når det gjelder mindre og mellomstort utstyr er det fra flere hold gitt uttrykk for behov for å vurdere utnyttelsesgraden. Blant aktuelle tiltak som er nevnt, inngår utlånssentraler og sentrale instrumenttjenester.

Vi står overfor fire hovedoppgaver på utstyrsområdet i årene framover:

- å opprettholdelse (evt. rehabilitering) av forskningsmiljøenes basisutrustning og fornyelse av utstyr til eksisterende forskningsaktiviteter

- å skaffe utstyr til nye forskningsfelter
- å finansiere og utnytte store og særlig kostbare utstyrsenheter
- å etablere og drive utlånssentraler og instrumenttjenester.

NAVF tok i 1981 initiativet til en utredning omkring utstyrssituasjonen på de forskningsfelter som hører inn under NAVF. Utredningen skulle i første rekke være til nytte for Rådet for medisinsk forskning (RMF) og Rådet for naturvitenskapelig forskning (RNF), men forhåpentligvis også for NAVF's styre, våre universiteter og Kultur- og vitenskapsdepartementet.

I mandatet for utredningen heter det:

Studien bør legge hovedvekten på å få frem kvantifisert materiale som viser utstyrskostnader og utstyrsbehov, eksempelvis gjennom

- a) analyser av kostnadsutviklingen, basert bl.a. på studier av utvalgte felter, eksempelvis ved å se på hva det koster å utruste en representativ forsker på sitt felt i dag sammenliknet med f.eks. for 10 år siden,
- b) analyser av behovet for instrumenter med særlig vekt på instrumenter som er nødvendige for å holde forskningsaktiviteten på et faglig forsvarlig nivå sett i internasjonal sammenheng,
- c) analyser av finansiering av utstyr for ulike typer forskningsmiljøer, universitetsmiljøer, oppdragsmiljøer og private laboratorier.

Såfremt mulig bør det tas sikte på å utvikle opplegg for analyser som siden kan danne grunnlag for å følge utviklingen på mer regelmessig basis.

## 1.2 Prosjektutførelse og rådgivende utvalg

NAVF's utredningsinstitutt ble bedt om å engasjere en sakkyndig til å utføre arbeidet.

Det ble oppnevnt et rådgivende utvalg til å bistå med opplegg og gjennomføring av utredningen. Utvalget har hatt følgende medlemmer:

Professor Jon Bremer, RMF

Professor Ottar Sjaastad, RMF

Avd.leder Ole Johan Sandvand, RMF

Professor Anders Johnsson, RNF

Professor Arne Kjekshus, RNF

Avd.leder Axel Andersen, RNF

Cand.real. Eilif Hertel-Aas ble engasjert til å utføre utredningen, som startet 1. mars 1982 og avsluttet som forutsatt et år senere.

### 1.3 Organisering av notatet

En hovedoppgave for undersøkelsen har vært å komme fram til et sett indikatorer som både kan beskrive dagens utstyrspark og hvilke behov som eksisterer mht. å fornye og utvide denne -- for så, innenfor en rimelig presisjonsramme, å ende opp med en totalbeskrivelse av behovsbildet. Det blir innledningsvis gitt en nærmere omtale av den eksperimentelle forsknings egenart og utstyrsutviklingen (kap. 2). I kapittel 3 følger en analyse av mulighetene for å beskrive utstyrssituasjonen. Det redegjøres for mulige metoder for innsamling av opplysninger og bearbeiding av disse. Metode-omtalen er gjort detaljert, bl.a. som grunnlag for eventuelle senere, mer regelmessige analyser av utstyrssituasjonen. Lesere som ikke er spesielt metodeinteressert, kan nøye seg med å lese underkapitlene 3.1, 3.2 og 3.9 og de deler av underkapittel 3.3 som omhandler definisjoner og konklusjoner. For underkapitlene 3.4 til 3.8 er innholdsfortegnelsen såvidt detaljert at den burde kunne brukes som "oppslagsverk".

I kapittel 4 refereres utstyrssituasjon og tiltak i andre land. Kapittel 5 konsentrerer oppmerksomheten om vitenskapelig utstyr med en presentasjon av resultater. Resultatene følges av en drøfting og av utfyllende kommentarer. Kapittel 6 er viet de ressurser i form av driftsmidler og teknisk personale som en rasjonell bruk av utstyret er avhengig av. I kapittel 7 presenteres en diskusjon omkring mulige tiltak for å oppnå en bedre ressursutnyttelse.

## 2. DEN EKSPERIMENTELLE FORSKNINGS EGENART

### 2.1 Forskingens rammebetingelser

All forskning har visse rammebetingelser som må være oppfylt for at de anstrengelser forskeren gjør skal kunne fungere som forskning. Disse betingelser finner vi innenfor følgende grove hovedgrupperinger: Personale, lokaler, utstyr og driftsmidler. Vi skal ikke gi oss ut på noen dyptpløyende analyse av dette vanskelige og omfattende emnet, men det kan være nyttig å peke på noen momenter.

Mange betingelser er felles for de fleste typer forskning. Dette gjelder f.eks. tilgang til gode bok- og tidsskrifts-samlinger og muligheter for raskt å få tak i ny litteratur via bibliotekenes søkesystemer. Tilgang til EDB-kapasitet er et annet eksempel på en vanlig forutsetning for dagens forskere, både i humanistiske, samfunnsvitenskapelige, naturvitenskapelige, medisinske og tekniske fag. Men ulike typer forskning har i tillegg et sett karakteristiske betingelser.

Det foreliggende utredningsarbeid behandler eksperimentell forskning og de rammebetingelser som er karakteristiske for denne. Disse er:

1. Vitenskapelig utstyr
2. Teknisk hjelpepersonale (for drift, men også for vedlikehold, nykonstruksjon etc. av instrumenter).
3. Vedlikehold av utstyr
4. Etter- og videreutdanning av teknisk personale (spesielt på elektronikk-siden).

### 2.2 Nøkkelen til eksperimentell forskning

Vitenskapelig utstyr er hovednøkkelen til eksperimentell forskning. Derfor er det viktig å fremme forståelse for hva som karakteriserer vitenskapelig utstyr som ressurs. Det kan vises til følgende tre viktige karakteristika, hvorav det første nok er det viktigste:



1. Vitenskapelig utstyr har begrenset brukstid. Investering i utstyr kan derfor ikke betraktes som en varig investering på linje med f.eks. bygninger. Hvilke faktorer som bestemmer funksjons- og brukstid skal vi komme tilbake til.
2. Det kreves spesialkompetanse for å bruke vitenskapelig utstyr.
3. Vitenskapelig utstyr krever vedlikehold i brukstiden.

## 2.3 Om instrumentering som fenomen

### 2.3.1 Variasjonsbredde.

Instrumentering til bruk i medisinsk og naturvitenskapelig forskning spenner over et meget stort og mangeartet spekter av utstyrsenheter. Det kan være et spesialinstrument for stammevariasjonsmålinger hos trær, eller det kan være en stor aksellerator for forskning innen (elementær-) partikkelfysikk. Store datamaskin-styrte tomografer til en anskaffelsespris på mellom 5 og 10 mill. kr. inngår i utstyrshverdagen for noen medisinerere, mens den for andre består i å måle nerveimpulser ved hjelp av mikro-elektroder.

Ved hjelp av instrumentering har forskerne fått mulighet for å observere, eventuelt kontrollert påvirke, fenomener i mikro- og makrokosmos. Ved hjelp av store akseleratorer har fysikerne kunnet kartlegge indre forhold i atomkjerner (mindre enn  $10^{-13}$  meter) mens astronomene ved hjelp av radioteleskoper kan betrakte galakser 10 milliarder lysår borte ( $10^{26}$  meter). De samme teleskoper observerer hendelser som fant sted for 10 milliarder år siden ( $3 \cdot 10^{17}$  sekunder) mens man innen biofysikk, materialteknikk og kjemi observerer fenomener med varighet kortere enn et pikosekund ( $10^{-12}$  sekund).

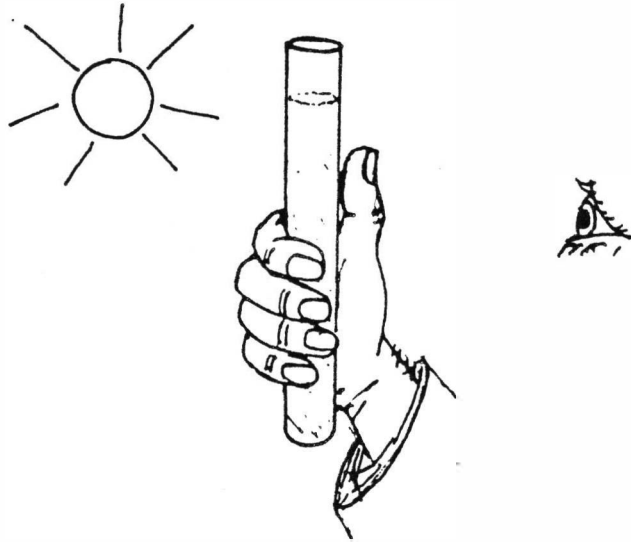
### 2.3.2 Generelt om instrumentering.

Den store spennvidde til tross har all instrumentering visse felles grunntrekk. Formålet med instrumentering er å observere (analysere) og/eller å påvirke (preparere) et nærmere angitt system/objekt eller deler av det.

Observasjon skjer ved hjelp av detektorer. Ved observasjon av en av systemets egenskaper (parametre) gir detektoren ut signaler. Det er nødvendig å kjenne sammenhengen mellom parameterens verdi og størrelsen av detektorsignalene (detektorens overføringsfunksjon). Påvirkning skjer ved hjelp av kilder. Dette kan f.eks. være kilder for ulike former for elektromagnetisk stråling.

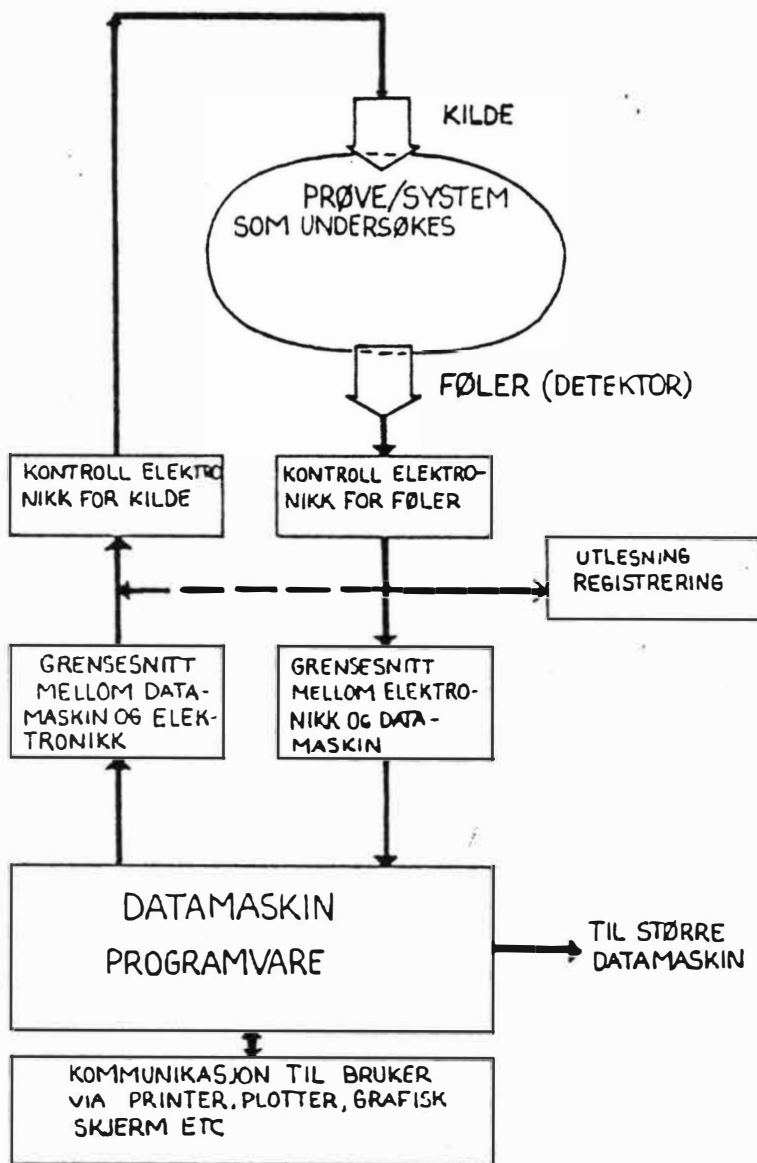
Figur 1 viser et av de enklest tenkelige instrumenteringssystemer. Det menneskelige øye er detektoren som observerer fargen på det lys (elektromagnetisk stråling) som kommer gjennom prøven. Strålingskilde er solen.

Figur 1.



Figur 2 skisserer de felles grunntrekk, som sammen med mulige tillegg, utgjør et komplett instrument. Hvor stor del av et slikt system som inngår i et instrument, kan være høyst forskjellig. Man kan ha enkle instrumenter som kun består av en føler med enkel kontrolllektronikk med mulighet for avlesning av resultater (f.eks. et pH-meter for bestemmelse av surhetsgrad i vann). Eller det kan dreie seg om et stort og kostbart instrument der alle de skisserte elementer er innebygget. Et instrumenteringssystem som inneholder alle elementene, behøver ikke være utformet som et samlet instrument. Det kan like gjerne bestå av en samling frittstående instrumenter som kan kobles sammen innbyrdes og til en datamaskin.

Figur 2.



Ut fra formålet med instrumenteringen kan vitenskapelig utstyr deles inn i analyserende og preparerende enheter. En slik inndeling er ikke ubetinget hensiktsmessig, fordi mange utstyrsenheter har både analytiske og preparative egenskaper. Det kan derfor være mer formålstjenlig å dele inn utstyr etter hvilke typer problemstillinger de brukes til å løse.

### 2.3.3 Grunnprinsippet.

Det meste av den kunnskap naturvitenskapelig og medisinsk eksperimentalforskning har ervervet de siste hundre år, er fremkommet ved å studere vekselvirkninger mellom materie og energi i form av stråling og mellom materie og felter (gravitasjons-, elektriske og magnetiske felter).

I tabell 1 er de ulike felt og strålingstyper listet opp, og det er gitt eksempler på stråling og anvendelser i instrumentering. I rubrikken "brukere" betyr M medisinsk forskning og N naturvitenskapelig forskning. At bare medisinerere og naturvitere er tatt med som brukere, betyr ikke at det ikke også finnes brukere fra andre fagområder. Grunnprinsippene i utstyr til eksperimentell forskning er de samme uavhengig av hvilket fagområde forskningen kommer inn under.

I svært mange anvendelser er informasjonsutbyttet avhengig av hvor nøyaktig man kjenner "energiinnholdet" i strålingen og, for elektromagnetisk og akustisk stråling, faseforholdene. De basisenheter som fremstår som viktige er energikilder, -utvelgere (monokromatorer) og -detektorer.

Det bør understrekes at naturvitenskapelig og medisinsk eksperimentell forskning i stor grad baserer seg på de samme typer instrumentering. Hjelpesfunksjoner i form av instrumenter og datautstyr har enda flere fellestrekk.

Tabell 1. Opplisting av noen typer stråling og felt som anvendes i vitenskapelig utstyr.

Strålingstype	Eksempler på stråling	Eksempler på anvendelse	Brukere <sup>1)</sup>
<u>Partikkelstråling</u>	Molekyler	Profilanalyse av tynne skikt, oppbygging av miniatyriserte strukturer	N
	Ioner	Overflateanalyse, tracer-teknikker	N,M
	Atomer	Overflateanalyse	N
	Nøytroner	Nøytronaktiveringsanalyse	N,M
	Positroner	Tracer-teknikker, tomografi	N,M
	Elektroner	Elektronmikroskopi, strukturanalyse	N,M
	Andre leptoner og hadroner	Kjerne- og elementærpartikkel fysikk	N
<u>Elektro- magnetisk stråling</u>	Gamma	Møssbauerspektroskopi, gamma kamera, tracerteknikker, astronomi	N,M
	Røntgen	Strukturanalyse, tomografi, elementanalyse, astronomi	N,M
	Ultraviolet	Spektrofotometri, fotokjemi, laserteknikker	N,M
	Synlig lys	Spektrofotometri, lysmikroskoper, laserteknikker	N,M
	Infrarødt	Spektrofotometri, laserteknikker, varmestrømsanalyse, satellittbilder	N,M
	Mikrobølge	Spektrometri, satellittbilder	N,M
	Radiobølger	Spektrometri (NMR, ESR), tomografi, astronomi	N,M
<u>Akustisk stråling</u>	(lydbølger)	Blodstrømsmåling, hastighet og avstandsmåling, seismografiske undersøkelser	N,M
<u>Felt</u>			
Gravitasjonsfelt		Vekter, sentrifuger	N,M
Elektriske felt		Elektroforeseteknikker, ledningsevne, akseleratorer	N,M
Magnetiske felt		Geofysiske og geologiske undersøkelser, akseleratorer	N,M

1) Det er kun tatt med brukere innen naturvitenskap og medisin

#### 2.4 I går, i dag, i morgen

Før elektronikken gjorde sitt inntog, var utvikling av vitenskapelig utstyr en langsom prosess.

Radiatorer og transistoren står som milepæler i utstyrslandskapet. Da man i 1960-årene tok i bruk nye halvledermaterialer og utviklet integreerte kretser, satte dette betydelig fortgang i utviklingen av ny instrumentering. Den videre utvikling av storskala integrerte kretser og stadige forbedringer mht. materialvalg og miniatyrisering har skrudd utviklingstakten ytterligere opp. Storskala integrerte kretser har også gjort mulig en formidabel utvikling mht. datamaskiners pris/ytelse- og størrelse/ytelse-forhold.

Denne hurtige og omfattende utvikling blir av mange karakterisert som en "permanent revolusjon". Etter få år blir utstyr forbigått av nyutviklet utstyr som er nøyaktigere, hurtigere og gir høyere informasjonsutbytte. Dette er selvfølgelig en sterk stimulans for de utstyrsbrukende vitenskaper. Den omfattende utvikling på instrument- og dataområdet har også ført til at nye områder innen medisin og naturvitenskap etter hvert fremstår som viktige instrumentbrukere. Fagområder som tidligere klarte seg med lite og rimelig utstyr, kan i dag være avhengige av omfattende instrumentering og stor datakraft for å holde seg i forskningsfronten. Som eksempler kan nevnes geologi og deler av kjemi og biokjemi.

Det er videre karakteristisk for utstyrsutviklingen at pris/ytelsesforholdet lenge har vært synkende for mange typer utstyr. Likevel koster avansert utstyr mer idag enn tidligere. Dette skyldes bl.a. at kravene til ytelse må settes stadig høyere for at det skal være mulig å drive forskning av kvalitet. Eksempelvis kostet en avansert forskningslaser for ti år siden 20-30 000 1982-kroner. I dag ville en laser som er tilsvarende avansert, i forhold til dagens laserteknologi, komme på nærmere 300 000 kroner.

Et mer ekstremt eksempel finner vi i prisutviklingen på røntgenkilder. I 1950-årene kostet en slik kilde ca. 150 000 1982-kroner. Et avansert røntgendiffraktometer koster i dag ca. 2 mill. kroner mens en synchrotron-røntgenkilde koster mer enn 300 mill. kroner for kilden alene.

Regner man med alt nødvendig utstyr, er prisen ca. 700 mill. kroner (Da er det plass til 50 forskere som kan arbeide samtidig og med til dels svært forskjellige problemstillinger.) Prisøkningen er formidabel, men det er også tilgjengelig ytelse.

Selv om det kan innvendes at det siste eksemplet er noe spesielt, er det heller ikke atypisk for utviklingen innen eksperimentell forskning. Når barrierer brytes (synchrotronprodusert røntgenstråling gir i tillegg til mange andre fordeler, flere tierpotenser høyere strålingsintensitet enn de beste "konvensjonelle" kilder), og det åpnes mot nye metoder og problemstillinger, ligger det i forskningens natur at nye, spennende og ukjente veier følges.<sup>1)</sup>

I det følgende skal vi splitte utviklingen opp i en instrument- og en datarevolusjon, for å gjøre fremstillingen klarere. I realiteten er dette en kunstig oppdeling; sett fra et instrumenteringssynspunkt er de to "delrevolusjoner" sterkt innvevde i hverandre.

#### 2.4.1 Instrumentrevolusjonen

Til grunn for instrumenter og instrumentutvikling ligger oppdagelser av fundamental natur. Oftest er dette oppdagelser som er gjort innenfor fysikk og kjemi. Optiske instrumenter er basert på den fysikalske optikk oppdagelser. Transistoren, og med den moderne halvlederteknikk og datateknologi, er basert på resultater fra materialfysikk og -kjemi. Laserbasert instrumentering er en følge av vitenskapelige landevinninger innenfor atomfysikk og optikk. Den såkalte Josephson-effekt, som ble oppdaget av fysikere for få år siden, vil sannsynligvis om noen år være basis for presisjonsmålinger innenfor elektrisk måleteknikk.

Det er viktig å huske at fundamentale oppdagelser som ikke har vært forutsett, i mange tilfeller har ført til nye instrumentgenerasjoner og helt nye instrumenttyper.

---

1) Mht. synchrotronstråling vet man allerede nok til å si at den vil revolusjonere visse grunnforskningsfelt, men også at den vil få stor anvendt industriell betydning.

En beskrivelse av den instrumentelle utvikling innen alle deler av den eksperimentelle forskning ligger utenfor rammen av det foreliggende utredningsarbeid. Det følgende må derfor oppfattes som et forsøk på en eksemplifisering av utviklingen, begrenset til noen utvalgte emner.

Ovenfor er det pekt på hvor viktig energi-kilder, energiutvelgere og energidetektorer er i mye vitenskapelig utstyr. Den teknologiske utvikling m.h.t. disse deler av instrumenteringen har stort sett vært mindre omfattende enn på elektronikk/databehandlingssiden.

Røntgen-generatorer (kilder) som er 15-20 år gamle, har det til ganske nylig vært aktuelt å utstyre med ny kontroll- og høyspenningselektronikk for videre bruk. Etter utviklingen av roterende anode i røntgenrør er dette mindre aktuelt da de nye kildene kan gi opptil 100 ganger større strålingsintensitet enn de gamle. Vi har nevnt ovenfor at det siste skudd på stammen av røntgenkilder, synchrotronen, har et intensitetsnivå flere tierpotenser høyere enn konvensjonelle kilder (roterende anode). Synchrotronprodusert røntgenstråling har vakt stor interesse blant annet hos materialforskere (fysikk/kjemi) og blant biologer/biokjemikere. I USA har antall brukere av denne type strålingskilde øket med 20% årlig siden 1976 da det var 200 brukere. (Ref. nr. 1).

Laseren er en annen viktig type strålingskilde. Den ble lansert i 1960-årene. Men en stadig utvikling og raffinering av prinsippet (øket intensitet, nye bølgelengdeområder, større mulighet for endring av bølgelengde og mulighet for å lage lysglimt av stadig kortere varighet - pulsing) gjør at den finner stadig nye anvendelsesområder både innen naturvitenskapelig og medisinsk forskning. I det følgende gir vi noen eksempler på laserens bruksområder. (Se bl.a. Ref. nr. 3.)

Laserkirurgi er et hurtig voksende medisinsk anvendelsesområde. Feltet er relativt nytt i Norden. Internasjonalt beskrives feltet som å være i eksplosjonsartet utvikling (Ref. nr. 2).

Laser mikrokjemi på overflater. Ved hjelp av laser-styrte kjemiske reaksjoner kan man lage mikrostrukturer med detaljer som er mindre enn  $10^{-6}$  m (1 mikron) på overflater. Dette er meget lovende prosesser sett i relasjon til miniatyrisering av elektroniske, optiske og mekaniske komponenter.



Optiske platelagre (data lagre) basert på skriving og lesing med laser er på utviklingsstadiet. En 14 tommers optisk plate (disk) ventes å kunne lagre informasjon svarende til 500 000 A4-sider.

Fjern-deteksjon ved hjelp av laser er et felt som er i ferd med å få stor betydning innen bl.a. meteorologi, geologi, miljøforskning og biologi. Her benytter man seg bl.a. av en såkalt laser-radar (Lidar). Prinsippet er enkelt i det man sender ut korte lysglimt ved hjelp av en laser (pulset laser) og bruker et optisk teleskop med elektronisk detektor for å se på den strålingen som reflekteres. Konkrete eksempler på anvendelser er kartlegging av aerosoler og støv i atmosfæren, dybdeprofiler i kystfarvann, identifisering av oljesøl på havet og bestemmelse av kjemiske komponenter i atmosfæren.

Ved hjelp av ekstremt korte lysglimt med varighet picosekunder ( $10^{-12}$  sek) er det i dag mulig å foreta en kartlegging av kjemiske reaksjonsmekanismer som tidligere var utilgjengelige. (Ref. nr. 4).

Enkelte anvendelser av nye lasere står og venter. Forskere har allerede beskrevet hvordan man ved hjelp av holografiteknikk og røntgen-laser (under utvikling) forventer å kunne lage tredimensjonale bilder av levende biologiske strukturer (f.eks. cellemembraner) med oppløsning i nm ( $10^{-9}$  m) området. (Ref. nr. 5).

Av nyere kilder for partikkelstråling kan vi nevne positronkilder (positron = elektronets antipartikkel); visse radioaktive stoffer er naturlige positronkilder. I den seneste tid har man lyktes i å lage kontrollerbare kilder. Man ser for seg muligheten for å lage positronmikroskoper som vil ha andre egenskaper enn konvensjonelle elektronmikroskoper. (Ref. nr. 6).

Videre finner det sted en rask utvikling mht. kilder for molekylstråling og for ionestråling. Det største anvendelsesområdet for disse strålingskildene finner vi innen overflateanalyse og profilanalyse av tynne skikt (fysikk, kjemi).

Strålingsdetektorer er også i stadig utvikling. I visse deler av det elektromagnetiske spekteret har halvleder detektorer etterhvert fått

stor betydning. Utviklingen på dette feltet er i øyeblikket mer preget av raffinering av eksisterende prinsipper enn av de epokegjørende nyoppdagelser. En viktig ny anvendelsesform er de såkalte multidetektorer som består av en samling av konvensjonelle detektorer organisert geometrisk, slik at man oppnår simultan deteksjon langs et sirkel-segment, eller i en viss romvinkel. I de tilfeller der man er interessert i romlig strålingsfordeling, betyr slike detektorsystemer meget store tidsbesparelser i analysegangen. En fornuftig bruk av et slikt system ville ikke vært mulig uten datakraft i direkte tilknytning til apparaturen.

Avansert teknologi på ultralydområdet (akustisk stråling) har fått stor betydning for forskning på en rekke områder. Detaljert kunnskap om ultralydkrystaller og om sender- og mottakerteknikker har gjort ultralyd-ekko-teknikken mulig. Denne har fått stor praktisk betydning innenfor bl.a. materialstudier men kanskje først og fremst innenfor mange medisinske områder. Man kan nå kartlegge strukturer, statisk og dynamisk (hjerteundersøkelser, indremedisin, obstetrikk). Ultralyd-dopplertechnik gir en ny dimensjon til mange hjerte-kar undersøkelser.

#### 2.4.2. Datarevolusjonen

De første datamaskiner som ble laget for ca. 30-40 år siden, var fysisk store og meget kostbare. Det var utelukkende store og ressurssterke institusjoner som kunne anskaffe seg disse maskiner. Det meste av programvare og data ble brakt til maskinen i form av hullkort. Svarene kom ut på linjeprinterens timer eller dager senere.

Som nevnt ovenfor har halvlederteknologi og storskala integrerte kretser hatt avgjørende betydning for utviklingen av moderne datamaskiner.

Utviklingen innen halvlederteknologi (for maskinvare) bærer fortsatt preg av å befinne seg i en sterk utviklingsfase. En utflatning ventes først om ca. 15-20 år. På programvare-sektoren venter ekspertene at utviklingen vil fortsette i samme høye tempo, i hvertfall et godt stykke ut i neste århundre.

I dagens situasjon kan bruken av datamaskiner innen eksperimentell forskning grovt deles i fem hovedfelter:

- store sentrale mangebrukermaskiner
- dediserte datamaskiner
- mikroprosessorer
- borddatamaskiner
- datamaskiner for tekstbehandling

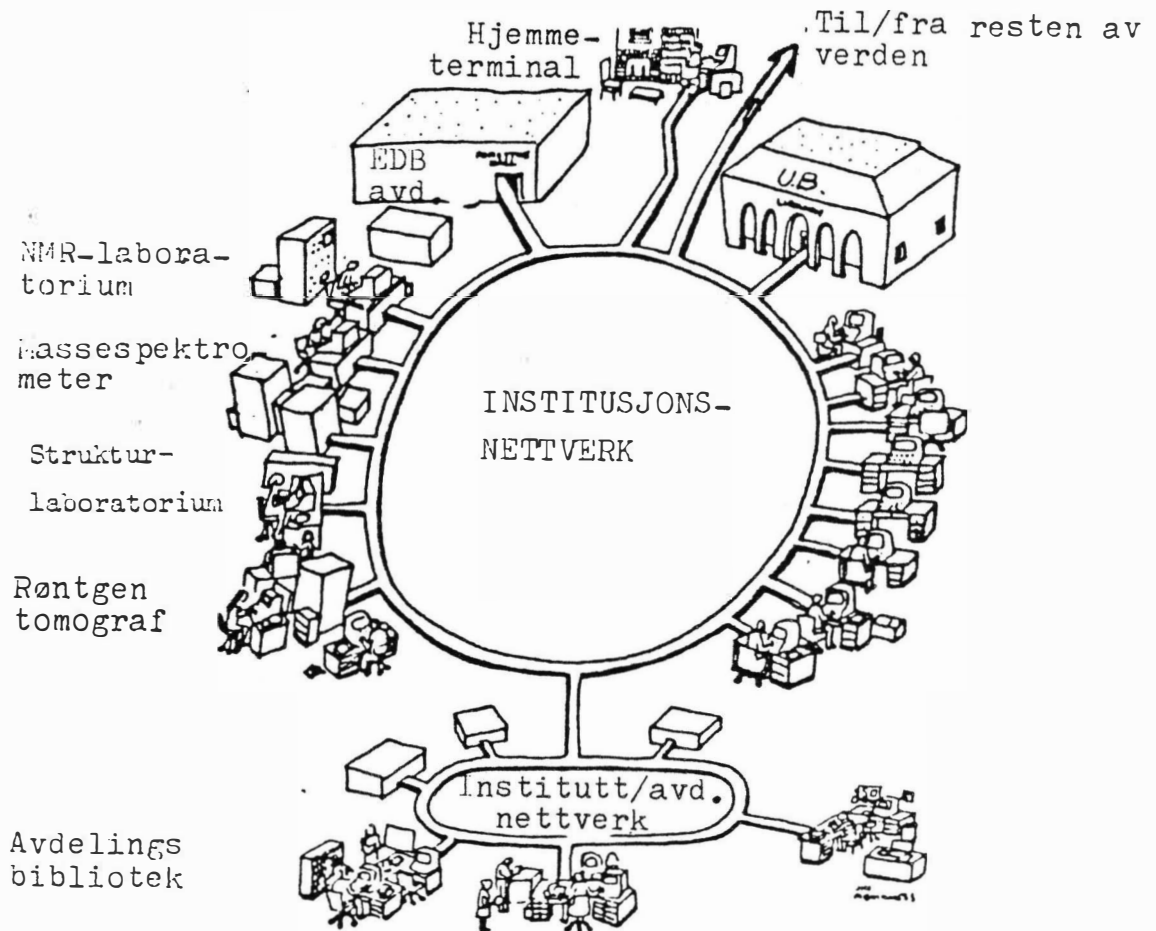
1. Store, sentrale mangebrukermaskiner.

Denne type maskiner fungerer som EDB-sentre for institusjoner/instituttgrupper/institutter. Slike anlegg kan koste fra noen få mill. kroner til flere titalls mill. kroner. I prinsippet har de eksistert helt fra datamaskinens barndom. De brukes mest til ressurskrevende etterbehandling av store datamengder, til modelltilpasning og teoretiske beregninger. Ressurser og behov ved de sentrale EDB-sentrene er holdt utenfor i utredningsarbeidet. Vi vil imidlertid referere eksperterens vurdering av den framtidige utstyrsutvikling mht. tungt EDB-utstyr:

Datateknologien er i rask utvikling mot en kraftig spredning på mange ulike typer av maskiner, av programmer og av bruksområder. Bedre ytelse og fallende priser fører til økende bruk av selvstendige data-ressurser, både som større og som mindre enheter. Små-maskiner på den enkelte arbeidsplass får økende utbredelse. Samtidig fortsetter bruken av store felles-ressurser. Grunnen er at mange oppgaver fremdeles vil kreve svært kostbart utstyr med meget høy ytelse, eller, felles programvare som er dyr i anskaffelse og utvikling og har krevende vedlikehold. Felles data-grunnlag og store samlinger av informasjon vil fortsatt kreve ressurser som er samlet og ikke spredd. Utfordringen i dagens og fremtidens datateknologi vil være å få dette vide spektrum av ressurser og tjenester til å spille sammen. For å møte denne utfordringen utvikler man data-nettverk. (Kilde: Ref. nr. 7.)

Figur 3 viser et eksempel på et data-nettverk.

Figur 3 Illustrasjon av data-nettverk.



Kilde: The Future of Computing at Stanford (Ref. nr. 8)

## 2. Dediserte datamaskiner

Disse datamaskiner er frittstående data-anlegg som står i direkte tilknytning til stor og avansert instrumentering. Både maskinvare og programvare kan være spesialtilpasset de oppgaver anlegget har. Disse kan være automatisk styring av instrumentfunksjoner, innsamling, bearbeiding og presentasjon av data og kommunikasjon mellom instrument og bruker.

Denne type anvendelse har forekommet i mer enn 15 år. Grensene for hva slike maskiner kan brukes til flyttes vedvarende i det maskinene kan gjøres stadig mer avanserte (spesialiserte) og slagkraftige.

### 3. Mikroprosessorer.

For ca. 10 år siden begynte det å komme på markedet mindre utstyrsenheter med små datamaskiner (mikroprosessorer) innebygget. Slikt utstyr kalles ofte "mikroprosessor-basert" måleutstyr. Til å begynne med gjaldt dette nesten utelukkende såkalt generelt måleutstyr. Denne utstyrskategori har et høyt salgsvolum og tilleggs-kostnaden for datakraften kunne derfor settes relativt lavt.

Et karakteristisk trekk ved mikroprosessor-basert måleutstyr er at det i tillegg til å betjenes via et operatørpanel, kan betjenes ved hjelp av elektroniske signaler fra f.eks. en datamaskin. Disse signaler tas inn for tolkning i instrumentet via et såkalt grensesnitt (interface). Etter at man standardiserte grensesnittene, ble det mulig å bruke datamaskiner og instrumenter fra ulike leverandører sammen. Etter dette har utviklingen av nye mikroprosessor-baserte instrumenter skutt stor fart.

### 4. Bord-datamaskiner.

Bord-datamaskiner utgjør en egen familie datamaskiner. De har det til felles at de kan plasseres på et hvilket som helst skrivebord eller på en laboriebene. En bord-datamaskin kan i dag ha større regnekraft, hastighet og hukommelseskapasitet enn en stor datamaskin hadde for 10-15 år siden. Tilsvarende kan en programmerbar lommeregner i dag ha større kapasitet enn en borddatamaskin hadde for like lang tid siden. Inntil for få år siden ble borddatamaskinene vesentlig brukt til beregninger. Da man standardiserte grensesnittene i de mikroprosessorbaserte måleinstrumentene, åpnet det imidlertid seg et nytt stort anvendelsesområde: Datamaskin-assistert måleteknikk (DAM) med bord-datamaskiner og mikroprosessor-baserte instrumenter i samarbeid. DAM har i seg potensiale til å løse både relativt enkle og meget avanserte måletekniske problemstillinger innen de fleste naturvitenskapelige og medisinske fagområder. Dette feltet er i meget sterk ekspansjon.

Bruk av bord-datamaskiner i måleteknikken har den store fordel at brukeren selv kan foreta programvareutviklingen. På den måten kan instrumenteringssystemet skreddersys til vedkommendes behov ut fra generelle instrument- og dataenheter. Samtidig kan flere leverandører tilby ferdig programvare.

#### 5. Datamaskiner for tekstbehandling.

Dette blir foreløpig ikke klassifisert som vitenskapelig utstyr.

#### 2.4.3. Integrering av datakraft i instrumentering.

Den sterke reduksjon i datamaskiners størrelse/ytelses- og pris/ytelsesforhold har gjort det mulig å la datakraft (dediserte datamaskiner, mikroprosessorer og borddatamaskiner) bli en integrert del av instrumenteringssystemer.

En vesentlig del av instrumentutviklingen er videreutvikling av eksisterende utstyr: forbedringer av prøveprepareringsteknikker, senkning av deteksjonsgrense, økning av følsomhet og nøyaktighet, enklere betjening, øket driftssikkerhet og eventuelt utvidelse av instrumenters kapasitet og anvendelsesområde. Integrering av datakraft er ofte av avgjørende betydning i denne prosess.

Et godt eksempel på dette er de nye sekvens analysatorer som er tatt i bruk innen biokjemisk og genetisk forskning. Analysatorene benytter seg av etablerte analysemetoder. Analysegangen er imidlertid automatisert og rasjonalisert slik at apparatet utfører analysene betydelig raskere, med mindre bruk av kostbare reagenser og mindre personalinnsats enn da analysene ble gjort manuelt. Automatiseringen har dermed betydning for de tre viktige ressurskategorier tid, driftsmidler og teknisk personale.

For den utpreget problemorienterte forsker gir det i mange sammenhenger store fordeler når optimaliseringen av informasjonsutbyttet ligger som standardfunksjoner i mikroprosessorens hukommelse. Da er dataanalysen, som tidligere kunne utføres på en stor datamaskin dersom man hadde ressurser til det, lagt som valgbare standardrutiner i apparatet. Data

presenteres i en lett tolkbar form eller de skrives ut slik at de er direkte publiserbare. Forskeren kan i større grad konsentrere seg om de vitenskapelige problemstillinger. For forskere som selv driver med metodeutvikling er denne type utstyr mindre betydningsfullt.

I løpet av de siste 2-3 årene har det begynt å komme instrumenter med slike egenskaper på markedet. I tillegg til de nevnte egenskaper kan instrumentene også komme med veiledning til operatøren mht. effektiv bruk, de kan foreta automatisk selvkalibrering, teste egne funksjoner og diagnostisere feil. Instrumentene er også utstyrt med det standardiserte grensesnitt som gjør at de kan arbeide sammen med en borddatamaskin og eventuelt andre instrumenter.

Bruk av datakraft har gjort det mulig å utvikle instrumenter med egenskaper som tidligere var utenkelige. Et betydelig fremskritt representeres av instrumenter som er istand til å analysere data i flere dimensjoner. C.G. Enke skriver:

"...the computer frees us from two dimensions, launching us into computer-aided multidimensional scientific perception. Some of the most spectacular advances in scientific instrumentation in recent years have been in multidimensional instruments."  
(Science vol. 215, 1982. Ref. nr. 9)

Et sentralt eksempel på dette er gamma-, røntgen- og NMR-tomografer der man etter gjentagne kartlegginger i to dimensjoner beregner et tredimensjonalt bilde. Gasskromatografi-massespektrometri (GC-MS) i kombinasjon er et annet eksempel på utstyr som gir data i flere dimensjoner og der tolkningen er helt avhengige av datakraft.

Til slutt skal vi nevne en type "instrumentering" som er i ferd med å få stor forskningsverdi, og som er blitt en del av forskningshverdagen innen flere fagfelt. Ressurs-satellittene kan brukes av forskere innen bl.a. oseanografi, meteorologi, klimatologi, økologi, ressursovervåking etc. Ved bruk av ressurs-satellitter er man helt avhengig av datakraft for å "ta ned", lagre og analysere observasjonene (bildeprosessering).

### 3. METODE

Lesere som ikke er spesielt metodeinteressert, kan nøye seg med å lese underkapitlene 3.1, 3.2 og 3.9 samt definisjoner og konklusjoner i 3.3. Disse er viktige for tolkningen av en rekke av de resultater som presenteres i kapittel 5 og 6.

#### 3.1. Innledende betraktninger

Problemstillingen i denne utredning er omfattende. En tilnærmet heldekkende og dyptpløyende undersøkelse ville kreve ressurser langt i overkant av de som står til rådighet ved denne anledning. Vi har derfor i utgangspunktet forsøkt å tilpasse problemanalysen og det etterfølgende valg av metode til de personal- og ressursrammer som er stilt til disposisjon. Vi innså på et tidlig tidspunkt at det bare ville være mulig å gi et grovt bilde av utstyrssituasjonen i en del representative norske eksperimentelle forskningsmiljøer. Ser man på de ressurser som har stått til rådighet for lignende utredninger i USA, Danmark og Sverige, forstår man lettere en slik vurdering.

I første rekke forsøker vi å gi et kvantitativt bilde av eksisterende utstyr og fremtidige behov. I tillegg prøver vi å gi et kvalitativt omriss av utstyrssituasjonen, selv om dette er langt mer krevende og komplisert. Et flerfold av "sekundære" utstyrsfaktorer må vurderes for konkret å kunne fastslå hvilken brukbarhetserskel som gjelder for de ulike typer utstyr: Utstyrsparkens kvalitet knytter seg bl.a. til utstyrets tekniske tilstand, dets relevans til dagens forskningsoppgaver, tilfanget av kompetent personale til å holde utstyret ved like, eventuelt til å videreutvikle utstyret.

Utstyrssituasjonen er utredet i flere andre land. Dette beskrives nærmere i kapittel 4. I det metodeopplegg som beskrives nedenfor, finnes trekk fra både amerikanske, svenske og danske utredningsarbeider.

I Norge er man i øyeblikket i startfasen av en mer inngående diskusjon av utstyrssituasjonen. Siden dette er første gang man tar opp problemstillingen i større bredde, må målet være å tegne opp hovedtrekkene i situasjonen. Detaljene får vente.



Man kan, for å holde på tråden fra foregående kapittel, si at man står foran en måleteknisk oppgave. Det foreligger et system (utstyrssituasjonen) som man gjennom bruk av egnet metodikk skal fremskaffe opplysninger om. Det er imidlertid en del forhold som må klarlegges før målinger kan foretas:

- utstyrssituasjonen må defineres og avgrenses.
- man må finne fram til indikatorer (parametre) som best mulig beskriver utstyrssituasjonen.
- man må bestemme hvilke data som er nødvendige for etablering av indikatorene.
- man må velge egnede målemetoder for de data man finner det nødvendig å fremskaffe.

### 3.2. Definisjoner og avgrensninger

a) Utstyrssituasjonen: I det videre arbeid vil begrepet "utstyrssituasjonen" omfatte:

- selve apparaturen
- teknisk personale relatert til vitenskapelig utstyr
- driftsmidler relatert til vitenskapelig utstyr.

b) Vitenskapelig utstyr: Med dette menes utstyr av varig karakter (i motsetning til forbruksmaterieell) som brukes i forskningsøyemed. Følgende unntak gjelder: Tekstbehandlingsutstyr, annet kontorutstyr, bøker og tidsskrifter, inventar og laboratorieinnredning, forskningsfartøyer og visse typer kjøretøyer.

Det opereres ofte med en nedre grense i anskaffelsespris som må overskrides for at betegnelsen vitenskapelig utstyr skal gjelde. Viktigheten og plasseringen av en slik grense vil avhenge av valg av metode (se f.eks. kapittel 3.10).

I det følgende er EDB-utstyr til de sentrale EDB-sentra holdt utenfor. Lokale regnearbeid og datamaskiner som brukes i direkte tilknytning til instrumenter (dediserte datamaskiner, mikroprosessorer og bord-datamaskiner), er imidlertid tatt med. Betegnelsene utstyr, instrument(er) og vitenskapelig utstyr vil bli brukt i samme betydning.

c) Variabler: I beskrivelsen av utstyrssituasjonen er det naturlig å bruke følgende variabler:

- fagområde/disiplin
- prisgrupper og utstyrstyper for vitenskapelig utstyr
- institusjon/fakultet/institutt/avdeling

d) Indikatorer (parametre) for beskrivelse av utstyrssituasjonen

Med utgangspunkt i definisjonen av utstyrssituasjonen faller beskrivelsen i tre hovedgrupper:

- indikatorer for vitenskapelig utstyr
- indikatorer for teknisk personale
- indikatorer for driftsmidler

Hver hovedgruppe kan deles opp i undergrupper:

Vitenskapelig utstyr:

- investering
- tilstand
- utnyttelse
- behov

Teknisk personale:

- funksjon (arbeidsoppgaver)
- kvalitet
- kvantitet
- behov

Driftsmidler:

- utstyrsrelatert bruk
- kvantitet
- behov

Innen hver undergruppe er det mulig å etablere en rekke indikatorer avhengig av hvilke aspekter ved utstyrssituasjonen man ønsker å beskrive. Vi skal komme nærmere tilbake til dette.

e) Begrensninger:

I det foreliggende utredningsarbeidet er beskrivelsen av utstyrssituasjonen begrenset til universitetene. I den utstrekning det i en del sammenhenger gjøres ytterligere begrensninger, blir dette spesifisert.

3.3. Brukstid

I diskusjonen om hvor lenge vitenskapelig utstyr blir brukt eller bør brukes anvendes det en rekke betegnelser som ikke alltid er like godt definert. Betegnelser som brukstid, levealder, levetid, funksjonstid, avskrivningstid, nedskrivningstid og foreldelsestid brukes om hverandre. Samme betegnelse blir til tider gitt ulik betydning.

Uten at begrepet skal tas i bruk i det foreliggende arbeid, kan det anføres at man i visse sammenhenger kunne operere med begrepet optimal brukstid. Dette betegner den tidsperiode avansert utstyr gir optimalt forskningsutbytte, f.eks. den tid utstyret gir brukerne anledning til å holde seg i eller i kontakt med forskningsfronten.

Følgende tidsbegreper vil bli brukt:

Nedskrivningstid: Den tid det etter en nærmere spesifisert nedskrivningsmodell tar å nedskrive en investering.

Operativ brukstid: Det tidsrom det er faglig forsvarlig å bruke utstyr til å løse forskningsoppgaver.

Effektiv brukstid: Det tidsrom utstyr virkelig blir brukt til å løse forskningsoppgaver.

## 3.3.1. Nedskrivningstid/operativ brukstid.

Nedskrivningstid: Nedskrivningstid er ikke et offisielt begrep i norsk utstyrspolitikk idet staten ikke opererer med nedskrivning av sine investeringer. Vi skal imidlertid ta det i bruk i sammenheng med beregning av fornyelsesbehovene i instrumentparken. La oss anta at en

utstyrsenhet vurderes å ha 10 års operativ brukstid. Ved utløpet av denne vil utstyret i forskningssammenheng vurderes som å være uten verdi. Når man skal vurdere de økonomiske sidene ved investering i og fornyelse av utstyr til forskningsformål, avspeiles de faktiske forhold når nedskrivningstiden settes lik operativ brukstid.

Operativ brukstid: Utstyrs operative brukstid må sies å være utløpt når:

1. Utstyret ikke lenger kan brukes til å løse de dagsaktuelle forskningsoppgaver. Det er ikke tilstrekkelig at det fremdeles kan løse de problemer som var aktuelle da utstyret var nytt.
2. Bruk av utstyret til å løse dagsaktuelle problemer er blitt uforholdsmessig arbeids- og tidkrevende. Forskere som har tilgang til moderne utstyr, publiserer løsningen på de problemstillinger man arbeider med lenge før man selv er ferdig med målingene.
3. Artikler basert på data fremskaffet med utstyret blir refusert i de anerkjente tidsskrifter med den begrunnelse at det anvendte utstyret er avlegs.

Vanligvis inntreffer minst ett av disse forhold i god tid før utstyret er teknisk nedslitt. Det betyr at utstyr som fremdeles har like gode spesifikasjoner som da det var nytt, ikke nødvendigvis er anvendelig til forskningsformål. Hvor snart denne tilstand av "ubrukelighet" inntreffer, vil i stor grad være avhengig av hvor rask utviklingen på utstyrsområdet er.

Vi har i forrige kapittel pekt på at utviklingen mht. de aller fleste typer utstyr i dag er hurtig og dyptgripende. Dette fører til kort operativ brukstid. I amerikanske industrielle forskningsmiljøer opererer man med nedskrivningstider på tre til fem år. Ved Sentralinstitutt for industriell forskning er den seks år. I NAVF's Instrumenttjeneste opererer man med sju år.

Operativ brukstid vil selvfølgelig være avhengig av utstyrstypen. For optisk utstyr som mikroskoper har den tradisjonelt vært på over 15 år. For elektronikkbasert instrumentering er den vesentlig kortere da utviklingstakten for slikt utstyr er meget høy. Innenfor et felt som

f.eks. NMR-instrumentering er utviklingen så hurtig at fem år gammelt utstyr har skapt problemer mht. forskernes mulighet for å holde tritt med forskningsutviklingen.

Noe underlag for en mer nøyaktig bestemmelse av operativ brukstid har det ikke vært mulig å fremskaffe. Den svenske rapporten "Finansiering av dyrbar vitenskapelig utrustning" (Ref. nr. 10) peker på det samme forhold. Ekspertgruppen bak rapporten konkluderer sine betraktninger omkring avskrivningstid med følgende:

En försiktig bedömning är att en 10-årig avskrivningstid snarast är för lång i de flesta fall, men samtidigt skulle en gjennomsnittlig avskrivningstid på 10 år, när det gäller utrustningen för forskningsändamål vid universitet och högskolor utgöra en påtaglig förbättring. En 10-årig avskrivningstid bör därför kunna accepteras som ett etappmål...

Den svenske rapportens bruk av begrepet avskrivningstid korresponderer med vår nedskrivningstid.

#### Konklusjon:

I det videre arbeid er 10 år brukt som gjennomsnittlig operativ brukstid for vitenskapelig utstyr.

#### 3.3.2. Effektiv brukstid.

Effektiv brukstid for vitenskapelig utstyr er vanskelig å bestemme. I de utredningsarbeider som er gjort i andre land, er denne parameter viet mindre interesse. Dette henger sannsynligvis sammen med at man har hatt ressurser nok til å kunne henvende seg til forskningsmiljøene og spørre om hvilket utstyr man faktisk har i bruk til forskningsformål. Dermed blir en estimering av effektiv brukstid mindre påkrevd.

Den amerikanske rapporten "Indicators of Scientific Research Instrumentation" (Ref. nr. 11) tar frem som ett av sine hovedfunn:

Many respondents felt that the feasibility study questionnaires overemphasized questions about replacing or retiring of research equipment, indicating that academic scientists seldom discard existing equipment even when more advanced instrumentation becomes available."

Det synes i det minste å herske enighet om at effektiv brukstid er lenger enn operativ brukstid. Dette blir bekreftet i den intervjuundersøkelse som er gjennomført i forbindelse med utredningen. Det ble gjentagne ganger pekt på at man p.g.a. vanskeligheter med å skaffe midler til nytt utstyr brukte betydelige ressurser på å holde eldre, egentlig utrangerte enheter i funksjon.

Ved Københavns Universitets utstyrsregistrering i januar 1979 spurte man bl.a. om hvor lenge brukerne forventet at de enkelte utstyrsenheter ville være i bruk. Man opererer med begrepet "levetid" definert som tidsrommet fra anskaffelsesdato og frem til det tidspunkt brukeren oppga som "antatt siste bruksdato". Antagelig vil den danske "levetiden" ligge et sted mellom vår operative og vår effektive brukstid. For helt nytt utstyr vil den nærme seg operativ brukstid, mens den for gammelt utstyr vil være mer sammenlignbar med effektiv brukstid.

Tabell 2. Forventet middellevetid (i år) for apparatur ifølge Københavns Universitets apparaturregistrering af januar 1979.

	Anskaffelsesår	
	1974-1978	1954-1978
Legevidenskab	11.1	13.2
Naturvidenskab	9.1	15.0
Samlet	10.0	14.3

Kilde: Forskningens vilkår i den offentlige sektor (ref. nr. 12) og Adb-sjef Ole Plantin, Adb-kontoret, Københavns Universitet.

Det ble i det foreliggende arbeid ikke systematisk innhentet opplysninger om hvor lenge man hadde utstyr i bruk til forskningsformål. Men emnet ble omtalt i samtlige intervjuer. Hovedinntrykkene man sitter igjen med kan sammenfattes som følger:

1. Det er meget sjelden at utstyr som er 10 år, blir tatt ut av forskningsaktivitetene.
2. Optisk utstyr, mekanisk utstyr, kjøle-/fryse-utstyr og vakuump-utstyr er ofte i bruk i over 20 år.
3. Elektronisk utstyr er sjelden i bruk mye utover 15 år.

Konklusjon:

På bakgrunn av ovenstående og den "Københavnske utstyrsregistrering" skal vi operere med en effektiv brukstid på 15 år.

3.4. Prisgrupper og utstyrstypologi

I en del sammenhenger kan det være nyttig å dele vitenskapelig utstyr inn i grupper. Der er i hovedsak to grupperingskriterier i bruk:

- gruppering etter innkjøpspris
- gruppering etter utstyrets funksjon/type (typologi).

3.4.1. Innkjøpspris

Nedenstående prisgruppe er anvendt i vedlegg 6.

Prisgruppe 1: Innkjøpspris under ca. 30 000 (1982-) kroner.

Slikt utstyr kan finansieres over driftsbudsjettet. Det kan i mange sammenhenger være behov for å begrense denne gruppe nedover til eksempelvis kr 5000,-. Dette reduserer antall enheter betydelig, men har mindre å si for summen av utstyrsinnkjøp.

Prisgruppe 2: Innkjøpspris fra 30 000 til 100 000 (1982-) kroner. For de fleste institutter/avdelinger er det mulig å finansiere utstyrsenheter i denne prisklasse direkte (innenfor ett års bevilgning) over det ordinære utstyrsbudsjett (post 45.1 "Vitenskapelig utstyr, læremidler, transportmidler"). Utstyr i prisgruppe 1 og 2 blir ofte betegnet "lett utstyr".

Prisgruppe 3: Innkjøpspris 100 000 til 500 000 (1982-) kroner. En del institutter/avdelinger får problemer med direkte finansiering av utstyr over post 45.1 når prisen kommer over 100 000 kroner. Dette løses ofte ved å søke eksterne kilder eller å "spare" egne midler over inntil to år. Selv med en sparing av egne midler er det meget sjelden at utstyrsenheter til over 500 000 kroner blir fullfinansiert over post 45.1. I en del sammenhenger vil man finne karakteristikken "mellomtungt" på utstyr i prisgruppe 3.

Prisgruppe 4: Innkjøpspris 0,5 til 2-3 mill. (1982-) kroner.

Finansiering skjer oftest ved bevilgninger fra flere kilder.

Finansieringen kan være en kombinasjon av midler fra grunnbudsjettet, forskningsråd, private fonds og gaver fra næringslivet. Utstyr i prisklasse 4 blir ofte betegnet som "tungt utstyr".

Prisgruppe 5: Innkjøpspris over 2-3 mill. (1982-) kroner. Det er ikke særlig mange eksempler i norske grunnforskningsmiljøer på utstyr i denne prisgruppe. Syklotronen ved Universitetet i Oslo er ett eksempel.

Utstyr ved de nasjonale laboratorier/utstyrsenheter (NLU) er andre eksempler. Finansiering skjer enten via spesielle bevilgninger eller etter samme mønster som for prisgruppe 4.

### 3.4.2. Utstyrstypologi

Utvikling av en god instrumenttypologi er en krevende oppgave som bør løses i nært samarbeid med forskere fra ulike fagfelt og muligens utstyrsfabrikanter. Typologien bør ha følgende egenskaper:

- det bør omfatte de fleste utstyrsenheter, dvs. at posten "diverse utstyr" eller "annet utstyr" må være liten.
- det bør være generisk på den måte at det grupperer utstyr med liknende funksjon.
- det bør være spesifikt nok til at det oppfanger viktige kvalitative forskjeller.
- det bør være brukervennlig på en slik måte at sorteringen blir entydig og ikke for kompetansekrevende.

### 3.5. Indikatorer.

#### 3.5.1. Vitenskapelig utstyr.

Investering: Følgende begreper trenger nærmere spesifisering:

Instrumentparkens størrelse er de samlede investeringer i utstyr innenfor et nærmere angitt tidsrom. Dersom tidsrommet er lik operativ brukstid brukes betegnelsen operativ instrumentpark. Effektiv instrumentpark brukes som betegnelse dersom tidsrommet er lik effektiv brukstid.



Følgende indikatorer og deres utvikling over tid vil bli etablert:

- Årlig investering.
- Instrumentparkens størrelse (effektiv og operativ instrumentpark).
- Årlig investering over grunnbudsjett i prosent av totalbudsjett.
- Årlig investering pr. forsker.
- Operativ instrumentpark pr. forsker.

Tilstand: Med betegnelsen nedskrivningsfaktor mener man forholdet mellom anskaffelsespris og nedskrivningsverdi.

Av tilstandsindikatorer skal vi etablere:

- Gjennomsnittsalder
- Nedskrivningsverdi
- Nedskrivningsfaktor

Behov blir beskrevet med følgende indikatorer:

- Samlet behov og behov fordelt etter institusjon.
- Behov fordelt på utstyrstyper. (Vedlegg 6)

### 3.5.2. Teknisk personale.

Det er ikke gjort forsøk på å etablere kvantitative indikatorer for beskrivelse av situasjonen med hensyn til teknisk personale. Emnet ble diskutert i de fleste intervjuer i den intervjuundersøkelse som ble en del av metodeopplegget. Intervjuundersøkelsen er nærmere beskrevet i underkapittel 3.9.3 og i vedlegg.

Funksjoner. Teknisk personale kan i hovedsak ha tre relativt ulike funksjoner i relasjon til vitenskapelig utstyr.

Disse er:

- operatør av store og avanserte utstyrsenheter
- service/vedlikehold
- videreutvikling/nykonstruksjon

### 3.5.3. Driftsmidler.

Det er heller ikke gjort noe forsøk på å etablere kvantitative indikatorer for beskrivelse av situasjonen med hensyn til driftsmidler. På samme måte som for teknisk personale ble emnet diskutert i de fleste intervjuer i intervjuundersøkelsen, og man har derfor et visst grunnlag for kvalitative vurderinger.

Bruk av driftsmidler til utstyr kan deles inn i:

- Midler til daglig drift av utstyr.
- Midler til service og vedlikehold.
- Midler til ombygging/nykonstruksjon.
- Midler til innkjøp av utstyr.

### 3.6. Hvilke opplysninger trenger man?

For etablering av de valgte indikatorer er det behov for å samle inn opplysninger om:

- hvor mye midler som brukes til innkjøp av utstyr pr. år
- institusjonenes årlige totalbudsjetter
- antall forskere
- hvilket utstyr forskerne har behov for
- pris på utstyr forskerne har behov for

For å kunne kartlegge historisk forløp trengs selvsagt opplysninger over flere år.

Detaljeringsgrad i innsamlingen av disse opplysninger vil avhenge av i hvilken grad man ønsker å kartlegge indikatorenes avhengighet av de variabler som er angitt i kapittel 3.2.

### 3.7. Informasjonskilder

Eksisterende skriftlige kilder kan grovt grupperes i budsjetter/budsjettforslag, regnskaper, utstyrsregistre og utstyrssøknader til forskningsråd og fonds etc.

Aktuelle budsjettkilder er:

- Statsbudsjettet
- Institusjonsbudsjettet (= grunnbudsjettet)
- Budsjettdokumenter på ulike organisasjonsnivåer i institusjonene (fakultet, institutt/avdeling)
- Forskningsrådenes budsjetter
- Budsjetter for andre eksterne kilder (private fonds o.l.)
- Interne fordelingsdokumenter

Budsjettkildene kan gi opplysninger om utstyrsinvestering og -behov, og om personal-og driftsforhold.

Regnskapskilder går parallelt med budsjettkildene - statsregnskap, institusjonsregnskap etc.

Regnskapene gir opplysninger om utstyrsinvestering og bruk av driftsmidler.

I prinsippet skulle regnskaps- og budsjett-tall gi de samme opplysninger. I praksis kan det være store forskjeller når det dreier seg om midler som er overførbare i tid. Mht. innsamlingen av opplysninger er de fleste budsjettkilder lettere tilgjengelig enn regnskapskilder. Dette gjelder spesielt når man skal innhente opplysninger fra noen år tilbake.

Utstyrsregistre finnes ved institusjonene (sentralisert) og ved NAVF's instrumenttjeneste. Disse gir opplysninger om utstyrsinvestering, tidspunkt, finansieringskilder og utstyrsbetegnelse.

Utstyrssøknader til forskningsrådene avspeiler utstyrsbehov hos søkerne.

En viktig skriftlig kilde er forskningsstatistikken fra Forskningsrådenes samarbeidsutvalg og det store grunnlagsmaterialet for denne statistikk som finnes ved NAVF's utredningsinstitutt. Dette materialet er i stor grad basert på regnskapstall. Det inneholder bl.a. opplysninger om utstyrsinvestering og antall forskere. Opplysningene går ned på instituttnivå. Om ønskelig kan det derfor brukes til å etablere indikatorer som funksjon av fagfelt og institusjon. Nedenfor vil den offisielle forskningsstatistikken og grunnlagsmaterialet for denne bli betegnet som "forskningsstatistikken".

Den andre hovedkilde for informasjon er personer som arbeider i forskningssystemet eller har tilknytning til det på annen måte. Disse kan grupperes i

- forskningsadministratorer
- forskere (utstyrsbrukere)
- utstyrsleverandører og fabrikanter

### 3.8. Aktuelle metoder

De metoder som står til rådighet for innsamling av opplysninger, kan deles i tre grupper:

- Innsamling direkte fra skriftlige kilder
- Innsamling gjennom spørreskjemaundersøkelser
- Innsamling gjennom intervjuer.

Nedenfor skal vi liste opp en rekke metodealternativer for innhenting av data og etablering av indikatorer. Et senere valg av metode må ikke nødvendigvis basere seg på bare ett alternativ. Om man f.eks. for etablering av investerings- og tilstandsindikatorer velger regnskapsanalyser, kan man gjerne tenke seg denne kombinert med f.eks. spørreskjemaer til, eller intervjuer med, et utvalg utstyrsbrukere for å få stikkprøver på hovedmetodens pålitelighet.

### 3.8.1. Indikatorer for investering og utstyrstilstand

#### 3.8.1.1. Regnskapsanalyse

Man bestemmer årlig investering, operativ og effektiv instrumentpark etc. ved å bruke regnskapstall. For å få etablert investering pr. forsker må opplysninger om antall forskere fremskaffes fra forskningsstatistikken.

Metoden er vanskelig gjennomførbar for en del indikatorer. Dette skyldes at pålitelige regnskapstall kan være vanskelige å fremskaffe når man ønsker å gå langt bakover i tid. Enkelte eksterne kilder skiller ikke mellom driftsmidler og utstyr i regnskapene. Om regnskap var tilgjengelig, ville metoden kunne gi pålitelige resultater. Størst usikkerhet ville være forbundet med operativ og effektiv instrumentpark idet fastsettelsen av operativ og effektiv brukstid er noe usikker.

#### 3.8.1.2. Utstysregistre

Summering av innkjøpspris for utstyr registrert et bestemt år ville gi årlig investering. Operativ og effektiv instrumentpark kan derved etableres. Opplysninger om antall forskere ville komme fra samme kilde som ovenfor.

Dersom man supplerte denne metode med spørsmål til forskningsmiljøene om hva av det "gamle utstyret" som er i bruk, ville påliteligheten i angivelse av instrumentparkens størrelse bedres.

Metoden er vanskelig gjennomførbar for endel indikatorer uten bruk av supplerende opplysninger fra miljøene. Grunnen er at flere av utstysregistrene er mangelfulle i tiden før ca. 1975. Dette øker kravet til ressursinnsats. Det varierer også i hvilken grad utstyr som er finansiert av eksterne kilder er kommet med i registrene.

#### 3.8.1.3. Forskningsstatistikken

Fra forskningsstatistikken kan man fremskaffe det man trenger av data for å etablere flere investeringsindikatorer.

Materialet er pålitelig, men lider i vår sammenheng av den mangel at det bare foreligger data for hvert annet år. Metoden er relativt lite ressurskrevende og gir mulighet for differensiering m.h.t. fagområde, institusjon, fakultet etc.

#### 3.8.1.4. Brukerundersøkelser

Forskningsmiljøene forespørres ved hjelp av spørreskjemaer eller intervjuer om hvilke utstyrsenheter de har i bruk, utstyrets alder og innkjøpspris.

Metoden vil gi pålitelige resultater dersom svarprosenten er høy. Den er ressurskrevende både for spørre og svarer. Særlig for eldre utstyr kan det være vanskelig å fremskaffe de nødvendige opplysninger.

#### 3.8.1.5. Budsjettanalyse

Man går til de skriftlige kildene, i første rekke statsbudsjettet og interne fordelingsdokumenter og kartlegger på dette grunnlag utstyrsbevilgningene. Bruk av metoden fordrer bestemmelse av operativ og effektiv brukstid.

Metoden har en rekke svakheter spesielt forbundet med usikkerhet m.h.t. hvor stor del av bevilgningene over de utstyrsøremerkede budsjettposter som virkelig blir brukt til innkjøp av utstyr. Det kommer også inn usikkerhet i forbindelse med bestemmelse av operativ og effektiv brukstid. Metoden er relativt lite ressurskrevende.

### 3.8.2. Behovsindikatorer

#### 3.8.2.1. Budsjettforslagsanalyse

Det er vanlig praksis at institutter og avdelinger årlig fremmer budsjettforslag som bl.a. inneholder forslag til innkjøp av vitenskapelig utstyr. Budsjettforslagene for hvert fakultet samles til et fakultetsbudsjett.

Budsjettforslagene inneholder lister over hvilket utstyr (og pris på utstyret) som det fremmes forslag om å anskaffe. Det kan etableres indikatorer for samlet behov og behov fordelt på utstyrstyper. Det er også mulig å finne indikatorenes variasjoner med fagområder, priskategorier og institusjoner. Metodens svakhet er at budsjetteringsprosedyrene varierer svært mye fra institusjon til institusjon.

#### 3.8.2.2. Søknadsanalyse

Utstyrssøknader til forskningsrådene og andre eksterne finansieringskilder er et uttrykk for udekkede utstyrbehov.

Søknadene om midler til utstyr fra forskningsrådenes ordinære budsjetter kan åpenbart ikke representere det totale instrumentbehov. En årsak er at søknader til forskningsrådene bør være relatert til konkrete prosjekter. Det har også betydning at søkerne kjenner forskningsrådenes beskjedne rammer mht. utstyrsmidler.

#### 3.8.2.3. Brukerundersøkelser

Primærkilden for opplysninger om utstyrbehov er forskningsmiljøene. Behovsdata kan innhentes direkte fra utstyrbrukerne via spørreskjemaer eller intervjuer eller en kombinasjon. Dersom alle forskningsmiljøer skal dekkes, er metoden ressurskrevende. Også for denne metode kan det settes spørsmålstejn ved påliteligheten.

#### 3.8.3. Personalindikatorer

Skulle man ønske å etablere indikatorer m.h.t. teknisk personale, vil metoder som egner seg for innsamling av data fra personer i forskningssystemet være mest aktuelle. Dette vil være metoder basert på spørreskjemaer og/eller intervjuer. Det finnes også en del skriftlige kilder som kan oppsøkes ved hjelp av egnet metodikk. Dette vil ikke bli utdypet nærmere her, fordi vi i utgangspunktet har begrenset oss til mer kvalitative data. Da egner spørreskjema- og intervjumetoder seg best.

### 3.8.4. Driftsindikatorer

#### 3.8.4.1. Regnskapsanalyse

Det vil her dreie seg om å bestemme hvor stor del av budsjettposten 21.4 "Driftsmidler for institutter, avdelinger og biblioteker" som brukes til bestemte formål. Den eneste metode som synes brukbar, er analyse av institusjons-regnskapene.

Universitetene benytter seg lite av servicekontrakter. Derfor blir serviceutgifter lite forutsigbare, og de vil kunne variere endel fra år til år. Når vi nedenfor opererer med årlige utgifter til kjøp av service, er det gjennomsnittsutgifter over tre år.

#### 3.8.4.2. Bruk av spørreskjema- og intervjumetoder

De kvalitative sider ved driftsmiddelsituasjonen kartlegges best gjennom spørreskjema- og/eller intervjuundersøkelser.

### 3.9. Metoder brukt i det foreliggende arbeid.

#### 3.9.1. Investerings- og tilstandsindikatorer

Av ressurshensyn valgte vi Budsjettanalyse som metode, til tross for relativt stor forventet usikkerhet. Metoden er supplert med regnskapsanalyse og data fra forskningsstatistikken.

For indikatoren "årlig utstyrsinvestering" er forskningsstatistikken brukt til å foreta "kontrollanslag". Dette er viktig fordi "årlig utstyrsinvestering" går inn i beregningen av alle de andre investerings- og tilstandsindikatorer.

Hovedkildene for bevilgningstallene er statsbudsjettene for årene 1962-82 og interne fordelingsdokumenter ved institusjonene. Denne tidsperioden er valgt fordi den er lang nok til å gi utviklingstendenser. Vitenskapelig utstyr ble ikke oppført som egen budsjettpost før 1962. Skulle vi ha gått lenger tilbake, ville arbeidsmengden ha økt uforholdsmessig.



I post 45.1 "Vitenskapelig utstyr, læremidler, transportmidler" er midler øremerket for tungt EDB-utstyr til EDB-sentrene holdt utenfor. Ellers er det regnet med at hele bevilgningen er brukt til vitenskapelig utstyr, selv om det er et faktum at noe av denne post brukes til andre ting. Dersom det i kildematerialet gjøres oppmerksom på annen bruk, er disse beløp trukket fra.

For post 45.2 "Utstyr til nybygg" er det regnet med at 60 % av de bevilgede beløp er brukt til vitenskapelig utstyr. Gjennomgang av detaljregnskaper fra Universitetet i Oslo for årene 1979-80-81 for post 45.2 viste at fra 60 til 80 % av posten ble brukt til vitenskapelig utstyr. Personer som har stått sentralt ved anvendelsen av store midler fra denne post innen naturvitenskap, mener at nærmere 80 % av bevilgningene ble brukt til vitenskapelig utstyr. Prosentsatsen på 60 vurderes derfor som en minimumssats.

I vurderingen av universitetenes innkjøp av utstyr er det ikke tatt hensyn til at det også kjøpes inn endel utstyr over post 21.4 "Driftsutgifter for institutter, avdelinger og biblioteker". Stikkprøver i regnskapene for Det matematisk-naturvitenskapelige og Det medisinske fakultet i Oslo for årene 1979-80-81 viser at det ble kjøpt inn utstyr over denne posten for et beløp som utgjorde 8-10 % av bevilgningen over post 45. Dette gjelder utelukkende utstyrsenheter med anskaffelsespris under 30 000 kroner som er den nåværende grense for enkeltbeløp som kan belastes denne post.

Vi antar at grunnbudsjettene andel av den totale årlige utstyrsinvestering er ca. 80 %. De resterende 20 % kommer i det vesentlige fra forskningsrådene og private fonds. Denne antagelsen er basert på detaljstudier av upublisert grunnlagsmateriale til forskningsstatistikken for årene 1968, -69, -70, -72, -74, -77, -79.

Utstyr som miljøene selv bygger, er ikke tatt med. Dette styrker vår senere antakelse om at indikatoren "årlig utstyrsinvestering" kommer ut med minimumsbeløp (se underkapittel 5.1.1.1).

Faktorer brukt ved omregning av bevilgningstall til 1982-kroner, er gitt i tabell 3. Fra 1981 til 1975 er tallene basert på prisindekser for vitenskapelig utstyr beregnet ved regnskapsavdelingen ved Universitetet i Oslo. For årene 1974 til 1962 er beregningsgrunnlaget konsumprisindeksen.

Tabell 3. Faktorer for omregning av tidligere utstyrsinvesteringer til 1982-kroner.

Ar	Faktor	År	Faktor	År	Faktor	År	Faktor
1962	3.684	1967	2.997	1972	2.29	1977	1.573
1963	3.522	1968	2.869	1973	2.137	1978	1.479
1964	3.402	1969	2.776	1974	1.986	1979	1.305
1965	3.222	1970	2.69	1975	1.815	1980	1.144
1966	3.09	1971	2.43	1976	1.664	1981	1.095

Tabellen er basert på tallmateriale fra Regnskapsavdelingen, Universitetet i Oslo (1975-81) og Prisavdelingen i Kommunal- og arbeidsdepartementet (1962-74).

Når vi senere omtaler bevilgninger over postene 45.1 og 45.2, er disse bearbeidet slik som beskrevet ovenfor. For enkelthets skyld benevner vi alltid postene for vitenskapelig utstyr og utstyr til nybygg med post 45.1 og 45.2, selv om disse har hatt annen nummerering tidligere.

Antall forskere er hentet fra forskningsstatistikken.

### 3.9.2. Behovsindikatorer

I underkapittel 3.8.2 ble det skissert tre ulike metoder for innhenting av behovsopplysninger. Det ble pekt på at de alle hadde relativt alvorlige mangler. Kombinerer man de tre alternativer vil de til en viss grad utfylle hverandre og delvis oppheve manglene.

Nedenfor er det gitt en nærmere vurdering av de tre metodealternativer. Videre er det skissert hvordan de er kombinert til et samlet metodeopplegg. De innvendinger man innledningsvis hadde mot de enkelte alternativer, ble for øvrig bekreftet under det videre arbeid.

Som grunnlag for behovsindikatorerne er altså tre kilder benyttet: budsjettforslag, søknader til forskningsrådene og miljøenes oppfatninger kartlagt gjennom en intervjuundersøkelse.

#### a) Budsjettforslagsanalyse

Informasjonsutbyttet fra denne kilde viste seg å være meget avhengig av på hvilket organisasjonsnivå man gikk inn i institusjonene. Allerede på institutt/avdelingsnivå foregår en viss utvelgelse og prioritering av forskernes utstyrbehov. Videre vil det på fakultetsnivå finnes budsjettutvalg som foretar ytterligere samordning og prioritering (i realiteten reduksjon) av utstyrsforslagene. Ved Universitetet i Trondheim er budsjettforslagene på instituttnivå relativt verdiløse i vår sammenheng fordi man bare har anledning til å budsjettere innenfor forventet bevilgningsramme. Resonnementet er ganske enkelt at man vurderer det som bortkastet tid å sette opp lister over utstyrsenheter som man ikke har rimelig mulighet til å få dekket. Det "reelle" behov kommer m.a.o. ikke nødvendigvis fram i en slik budsjettprosedyre. For de andre institusjonene er budsjettforslagene innsamlet på instituttnivå via fakultetsadministrasjonene.

Det finnes også eksempler på institutter/avdelinger som ikke skriver behovslistene fordi de i praksis er i bevilgningskarantene p.g.a. nybyggsbevilgninger. Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet ved Universitetet i Bergen skriver således i et følgebrev til de tilsendte budsjettforslag:

Instituttene i realfagbygget leverer foreløpig bare summariske lister om de i det hele tatt kommer med forslag. Grunnen er simpelthen at de ikke vil komme i betraktning ved fordelingen før i 1985.

Budsjettforslagene alene gir således dårlig grunnlag for behovsestimater.

b) Søknadsanalyse

Vår andre informasjonskilde er søknadene om midler til vitenskapelig utstyr ved ekstratildelingen høsten 1981. Denne tildelingen ble vedtatt ved kongelig resolusjon den 7. september 1981. Da ble NAVF og NTNF hver tildelt 20 mill. kroner av ubenyttede overskudd av tippemidler. Den samlede søknadssum var ni ganger det beløp som var stillet til rådighet.

Alle søknadene til NAVF og NTNF ved denne ekstratildelingen er gjennomgått. Isolert gir heller ikke denne informasjonskilden det samlede, reelle behov. Dette skyldes bl.a. slike forhold som vi har beskrevet ovenfor i

tilknytning til budsjettforslagsanalyser. Om vi tar for oss instituttene/avdelingenes budsjettforslag for 1983 og 1984, finner vi at det er mange utstyrsenheter som er ført opp der, uten at de er tatt med i søknadene til NAVF ved ekstratildelingen. Under intervjuene begrunnet man dette med at ekstratildelingen tross alt ikke dreide seg om mer enn 20 mill. kroner. Derfor sendte man bare inn søknader som skulle dekke spesielt presserende behov. Videre kom denne ekstraordinære bevilgning uten forvarsel og søknadsfristen var kort.

c) Brukerundersøkelse

Begrunnelsen for at man valgte intervjualternativet er gitt nedenfor i underkapittel 3.9.3. Intervjurunden ga nyttig informasjon om de oppsøkte miljøers generelle behov for fornyelse og utvidelse av instrumentparken. Både de kvantitative og kvalitative sider ved behovsmønsteret kom fram. Isolert ville denne type informasjon ha begrenset verdi da de fremkomne behov ikke dekker alle miljøer. I den grad de er representative for de medisinske og naturvitenskapelige forskningsmiljøer ved universitetene, gir de imidlertid sammen med de andre informasjonskildene grunnlag for å utlede et samlet behovsanslag.

Der både budsjettforslag og søknader om de ekstraordinære utstyrsmidler var tilgjengelige før intervjuene (i ca. 50 % av tilfellene), var det på forhånd beregnet et foreløpig udekket behov. Under intervjuene ga noen ganske få miljøer uttrykk for at dette "foreløpige behov" var representativt. De fleste steder kom det fram nye behov. Sett i relasjon til budsjett og søknadsønskene økte de uttalte utstyrsbehov på

det meste med 300 %. I gjennomsnitt er økningen ca. 50 % i de intervjuede miljøer. Denne prosentsetning er brukt til å justere behovene ved de institutter/avdelinger som ikke var med i intervjuundersøkelsen.

#### d) Beregning av behovsanslag

Ut fra data fra de tre kilder som er beskrevet, er det laget et anslag for total behovsstørrelse: Først summeres de ønsker som fremkommer i 1983-budsjettene og i søknadene om ekstratildeling høsten 1981. Dette kan man kalle "skriftlige ønsker". Budsjetter og søknader er gjennomgått på utstyrsenhetsnivå for å unngå at noen ønsker skal telles to ganger. Videre har vi summert innvilgede søknader ved ekstratildelingen og bevilgete beløp over grunnbudsjettene i 1982. Dette kan kalles "innvilgede ønsker".

Det endelige anslag er beregnet ut fra formelen:

Behovsanslag = (skriftlige ønsker - innvilgete ønsker) x 1,5.

Faktoren 1,5 tilsvarer den gjennomsnittlige økning på 50% som ble observert ved intervjuene.

#### e) Kommentar til behovsanslag

I intervjuundersøkelsen er det nedlagt betydelige anstrengelser i å vurdere sammenhengen mellom forskningsaktiviteter og utstyrsbehov. Da intervjuundersøkelsen spenner over store deler av de medisinske og naturvitenskapelige fagområder, vil en vurdering foretatt av en person lett kunne bli noe amatørpreget sett fra et spesialistsynspunkt.

Hovedinntrykkene skal likevel refereres:

- De behov for tilgang på utstyr som kommer fram, er reelle.
- Det er ikke god tone å komme med nye utstyrsønsker dersom man nylig har fått større bevilgninger.
- Utstyrssituasjonen er med på å forskyve forskningsaktivitetene mot problemstillinger som er relativt mindre utstyrskrevenne. Utstyrsbehovet blir derved kunstig redusert.

- Ingen miljøer var i utgangspunktet villige til å foreta en fullstendig gjennomgang av sin utstyrssituasjon og dermed gi en mer fullstendig analyse av hvilke utstyrbehov man har og eventuelt vil få i de nærmeste år. Alle de forespurte ba seg fritatt fra denne oppgave med den begrunnelse at et slikt arbeid, sett i lys av dagens ressursituasjon, ville være bortkastet.
- I mange miljøer var resignasjonen i forhold til utstyrssituasjonen påtakelig. Til tross for provokasjoner var man tilbakeholdne mht. en fri diskusjon med utgangspunkt: Hvordan ville behovslistene se ut dersom dere fikk nok penger?
- Det er ikke bare tilgangen på midler til utstyr som begrenser ønskene. Tilgang på driftsmidler, plass og teknisk personale virker også inn på hvilke ønsker man finner å kunne komme fram med.

Følgende uttalelse fra en intervjudeltaker er representativ:

Hvilke av våre behov vi kommer frem med i budsjettforslagene overfor fakultetet og i søknader til fonds og forskningsråd, er i stor grad bestemt av hvor store beløp vi tror vi har mulighet for å få. Videre er romforhold, tilgang på driftsmidler og teknisk personale i stor grad med og bestemmer hvilke utstyrsenheter vi søker om penger til. Hensynet til den vitenskapelige målsetting blir ikke ivaretatt på en tilfredsstillende måte. Det er ikke mulig i dagens ressursituasjon.

Alle disse inntrykk peker i retning av at behovsanslaget man kommer fram til, blir for lavt. Hvor mye for lavt, kan man vanskelig si noe om på grunnlag av det innhentede materialet.

I den svenske rapporten "Finansiering av dyrbar vitenskapelig utrustning" (Ref. nr. 10) skriver man:

Utgangspunktet för dagen måste vara de konkreta behov som är kända genom ansökningarna til råden och de berörda institutionernas planer för anskaffning, även om antalet ansökningar och planernas innehåll starkt påverkats av den rådande knappheten på medel och möjligen bara utgör toppen på ett isberg. (Vår understrekning)

### 3.9.3. Intervjuundersøkelsen.

#### Hvorfor intervjuer?

Et utredningsarbeid som det foreliggende bør ikke gjennomføres uten direkte kontakt med utstyrbrukerne. De metoder man har å velge mellom er spørreskjemaundersøkelser og intervjuer eller kombinasjoner av disse. Vi valgte å opprette "nærkontakten" i form av intervjuer i et utvalg av forskningsmiljøene.

Både praktiske og metodiske årsaker ble lagt til grunn for valget. På den praktiske side forelå problemet med å få tid nok til å foreta en fullt ut forsvarlig spørreskjemaundersøkelse. Dette ville kreve skjemautarbeidelse, pilotundersøkelse, skjemautesendelse, innføring av skjemaabesvarelser, koding og bearbeidelse av data. Videre var NAVF's utredningsinstitutt på det aktuelle tidspunkt allerede igang med to større spørreskjemaundersøkelser i universitetsmiljøene.

En spørreskjemaundersøkelse ville gi mulighet for etablering av flere interessante indikatorer, f.eks. innen hovedfeltene utstyrstilstand og utnyttelse. Man kunne også ha etablert indikatorer for teknisk personale og driftsmidler. På den annen side ville en intervjuundersøkelse gi en helt annen mulighet for å "føle miljøene på pulsen". Før utredningsarbeidet ble igangsatt har det i Norge vært lite systematisk drøfting av problemstillingen. Den mulighet intervjusituasjonen gir for dialog, ble derfor tillagt stor betydning. Man kan gjerne si at utformingen av en god spørreskjemaundersøkelse ville kreve kunnskap om og forståelse for problemstillingen som man best kunne skaffe seg gjennom en intervjuundersøkelse.

#### Intervjuer med hvem?

Totalt ble 43 medisinske og naturvitenskapelige institutter/avdelinger oppsøkt, fordelt med 16 enheter ved Universitetet i Oslo, sju ved Universitetet i Bergen, 13 ved Universitetet i Trondheim (herav fem ved NTH) og sju ved Universitetet i Tromsø (se vedlegg 1). Intervjuer ble

også foretatt med representanter for Rogaland distriktshøgskole, Rogalandsforskning, Sentralinstitutt for industriell forskning (SI) og Christian Michelsens institutt (CMI). Dessuten ble det ført samtaler med representanter for noen norske utstyrsleverandører.

Tallet på aktuelle institutter/avdelinger er mer enn 300. I utvelgelsen av de 43 enhetene ble det lagt vekt på å oppnå størst mulig representativitet, både mht. størrelse og faglig spesialitet.

All kontakt med forskningsmiljøene ble opprettet via institutt/avdelingsbestyrer pr. telefon med skriftlig oppfølging (se vedlegg 2). Bestyreren ble anmodet om å samle en gruppe forskere (maksimum 6-8) som var instrumentorienterte, gjerne med spesielle oppgaver mht. instrumentbruk ved instituttet/avdelingen. Samtidig ble det sørget for å inkludere forskere som ble ansett som framstående på sine felt.

Intervjuene ble gjennomført i perioden april-november 1982. Totalt deltok 140 forskere fra alle stillingskategorier i én til to timers intervjuer. Alle de oppsøkte miljøer viste stor imøtekommenhet og velvilje, og ingen avslo å delta i intervjuundersøkelsen. Flere gav uttrykk for at man opplevde det som meget positivt å bli oppsøkt av en representant for "NAVF-systemet".

#### Hvordan ble intervjuene gjennomført?

Den intervjuform som ble valgt, var en delvis strukturert form med åpne svar. Dette ble gjort for å stimulere til dialog. Intervjuguiden, som er gjengitt i vedlegg 3, inneholder 10 hovedemner som intervjuobjektene ble bedt om å kommentere.

Intervjuene forløp vanligvis på den måte at intervjuobjektene gav en redegjørelse for instituttets/avdelingens forskningsaktiviteter og de typer instrumentering disse aktiviteter fordrer. Etter at respondentene så ble oppfordret til å gi en beskrivelse av hvordan man opplevde



utstyrssituasjonen, besto intervjuers oppgave vesentlig i å styre den videre samtale innenfor rammen av intervjuguidens hovedpunkter. Intervjueren la vekt på å forstå sammenhengen mellom forskningsaktiviteter, nåværende instrumentpark og de behov for utstyr som ble lagt fram.

Når vi senere bruker ordet miljø (forskningsmiljø), refererer det til instituttets samlede forskningsmiljø.

### 3.10. Fremtidig oppfølging

Før man diskuterer en eventuell fremtidig oppfølging, bør man se nærmere på hvilke muligheter som foreligger for en bedre utnyttelse av og eventuelt utvidelse av det metodeapparat som allerede er skissert.

Man kan ta utgangspunkt i de rammebetingelser som er satt opp i underkapittel 3.2. og som inneholder en inndeling i hoved- og undergrupper for de indikatorer som kan etableres. Det er i den videre analyse av hvilke indikatorer som kan etableres, at begrensningene har gjort seg gjeldende. I tillegg til å begrense antall indikatorer har man bare i beskjeden grad sett på indikatorenes variasjon m.h.t. fagområder/fagdisipliner, prisgrupper/utstyrstyper og institusjoner/fakulteter/institutter/avdelinger.

En nærmere analyse av utvalgte indikatorer mht. disse variabler vil kunne gi verdifull informasjon om f.eks. ressursfordelingsforhold. Særlig interessant vil en slik analyse kunne bli dersom man skulle ønske å måle virkningen av eventuelle tiltak i miljøene.

Mht. indikatorer for vitenskapelig utstyr, er det gjort en detaljert analyse i rapporten "Indicators of Scientific Research Instrumentation in Academic Institutions" (Ref. nr. 11). Her har man også i detalj angitt hvilke typer informasjon man trenger for å etablere alle de indikatorer som er foreslått i rapporten.

Lett tilgjengelige utstysregistre vil være et verdifullt hjelpemiddel dersom man skulle ønske å etablere flere utstysindikatorer. Stikkprøver

i utstyrregisteret ved Universitetet i Oslo viser at det i 1980 ble registrert 550 enheter. Av disse hadde ca. 80 % en innkjøpspris på under 30 000 kroner. Investert beløp utgjorde for disse enheter ca. 30 % av totalen. Hvis man ser bort fra dette "lette" utstyr ved etablering av spesielle indikatorer, reduserer man arbeidsmengden med ca. 80 %.

Det har ikke vært mulig å oppspore rapporter/utredninger som viser eksempler på kvantitative indikatorer for teknisk personale og driftsmidler og den betydning disse har for utstyrssituasjonen.

Det ville være av interesse å vite mer om hvor mange (evt. hvilke typer) utstyrsenheter det er som trenger egen operatør, og hvor mange av disse som virkelig har det. Videre er det av interesse hvor mange årsverk man har til rådighet for service/vedlikehold og videreutvikling/nykonstruksjon av utstyr, og hvilke typer personale det er som utfører slikt arbeid.

Det er også av betydning å få nærmere klarlagt om den organisering og stillingsstruktur man har for teknisk personale, gjør institusjonene i stand til å knytte til seg og holde på personale med kvalifikasjoner som er tilpasset arbeidsoppgavene.

Når det gjelder driftsmidler, er det av interesse å vite hvor mye som brukes til daglig drift av større utstyrsenheter, og om man har til rådighet midler i tilstrekkelig grad. Det er videre av interesse å kartlegge hvor mye midler som brukes til service/vedlikehold og til videreutvikling og nykonstruksjon av utstyr.

### 3.10.1. Oppfølging av utstyrskravene

Av de tre informasjonskilder (budsjettforslag, utstyrssøknader og intervjuer) som er brukt i dette utredningsarbeidet, er de årlige budsjettforslagene den mest "stabile". Denne kilden har sine svakheter (se kapittel 3.9.), men den årlige ajourføring er en stor fordel.

Man kan tenke seg følgende modell for innsamling av informasjon om utstyrsbehov:

- universitetene etablerer felles retningslinjer for budsjettarbeidet, i det minste for vitenskapelig utstyr.
- kopier av budsjettforslagene oversendes NAVF som ved hjelp av dette materialet etablerer behovsindikatorer.
- NAVF kan foreta stikkprøver i miljøene for å kontrollere at de felles retningslinjer for budsjettarbeidet virkelig følges opp.

De felles retningslinjer for budsjettarbeidet bør ha disse siktemål:

- Hver enkelt grunnenhet skal en gang årlig gjennomgå sin utstyrssituasjon kritisk og sette opp en mest mulig komplett liste over utstyrsenheter man har behov for.
- Behovslistene må settes opp kun ut fra faglige vurderinger. Det må på dette stadium i minst mulig grad komme inn hensyn til ressursituasjon, hvem som har fått utstyr tidligere etc.
- Om listene er prioriterte spiller liten rolle. Det kan imidlertid være av interesse å få vite om utstyrsønskene dreier seg om utstyr til nye forskningsaktiviteter, eller om de gjelder utskifting av teknisk nedslitt og/eller foreldet utstyr.
- Dersom institusjonene ønsker å foreta en overordnet prioritering og beskjæring av utstyrslistene, må dette skje etter at NAVF har samlet inn sin informasjon.

#### 4. UTSTYRSSITUASJONEN I ANDRE LAND

Problemer i forbindelse med foreldelse av vitenskapelig utstyr har vært framme til diskusjon i OECD-organer gjennom flere år. Problemstillingen sto senest på møtekartet for OECD's "Committee for Scientific and technological policy" 8. og 9. februar 1983. Norske forskningsmiljøer er m.a.o. ikke alene om å erfare problemer på utstyrsområdet.

I det følgende vil det bli gitt noen korte glimt fra utredninger som er utført og resultater som er oppnådd i Sverige, Danmark og USA.

##### 4.1 Sverige

###### Bakgrunn

I Sverige har problemer i sammenheng med finansiering av kostbart vitenskapelig utstyr til universiteter og høyskoler vært diskutert i en årrekke.

Det første forslag om en spesiell bevilgning til kostbart utstyr ble fremmet i 1972, uten at det førte til konkrete tiltak fra de bevilgende myndigheters side.

I 1977 ble spørsmålet tatt opp igjen av den da nyetablerte Forskningsrådnämnden (FRN) og 24.11.77 gav den svenske regjering FRN i oppdrag, sammen med forskningsrådene, å utrede "formerna för finansiering inom forskningsrådets verksamhetsområde av dyrbar vetenskaplig utrustning". Regjeringens retningslinjer for oppdraget var klare i det man sa at utgangspunktet for oversikten måtte være at finansiering skulle skje "inom forskningsrådets ordinarie ressursramar".

FRN nedsatte en ekspertgruppe til å gjennomføre arbeidet. Denne var meget klar i sitt tilsvarende svar til regjeringens retningslinjer. Svaret gjengis her relativt utfyllende fordi de synspunkter som fremmes også har aktualitet i Norge.

En passus i direktiven till FRN skulle kunna tolkas så att det senaste alternativet ligger närmast till hands. Medelsanvisning skall ske "inom forskningsrådets ordinarie ressursramar". Frånsett att det är oklart vad detta egentligen innebär (ressursramarna är

ju inte en gång för alla givna) är det emelertid enligt expertgruppens uppfattning inte rimligt att utgå från att statsmakterna önskar en radikalt lägre ambitionsnivå för forskningen än i slutet av 60-talet med åtföljande lägre krav på resurser inom svensk forskning genomsnittligt sett, i varje fall så länge inte något politiskt beslut härom fattats. Gruppen har därför utgått från att utbyggnaden av forskningen och investeringarna i utrustning för forskningsändamål under 60-talet inte var någon tillfällighet utan att den nivå som då uppnåddes kan tas till utgångspunkt vid en bedömning av de resurser som krävs bland annat för anskaffning av utrustning för forskningsändamål. Som framgår av det följande innebär detta att problemet att finansiera vetenskaplig utrustning i hög grad är ett resursproblem.

Kilde: (Ref. nr. 10)

### Metode

For å få grunnlag for å vurdere verdien av den eksisterende utstyrspark og størrelsen av forskningsinstitusjonenes behov for nytt utstyr i de nærmeste årene, ba ekspertgruppen det medisinske (MFR) og det naturvitenskapelige (NFR) forskningsråd om bistand. Forskningsrådene gikk ut med forespørsler til sine respektive "kunder".

MFR har rettet sine forespørsler til ansvarshavende ved medisinske, odontologiske, farmasøytiske og veterinærmedisinske institusjoner/klinikker. Man spurte etter nyanskaffelsespris av utstyr over 50 000 kroner pr. enhet, dvs. pris på tilsvarende utstyr i dag som det som er i bruk til forskning. Videre spurte man etter utstyr som planlegges eller ønskes innkjøpt til forskningsformål. Forespørslene er sendt til 99 prekliniske og 247 kliniske institusjoner. 89 % av de forespurte svarte. De tallene man kom frem til, ble ekstrapolert til svarprosenten 100.

NFR har ved hjelp av sine programsekretærer (fysikk, kjemi, biologi og geovitenskaper) foretatt en tilsvarende spørreundersøkelse. I denne opererte man med en nedre prisgrense på 100 000 kroner. Svarprosenten var "någonstans mellom 70 og 80 procent". Som i MFRs undersøkelse er de endelige tallene ekstrapolert til 100 % svarprosent.

Ekspertgruppen bemerker:

"Metoderna för insamlingen av uppgifter har inte varit enhetliga och tolkningen av materialen är i vissa fall förknippad med problem....."

"Ambitionen har varit att snabbt och på enklaste och billigaste sätt få en ungefärlig uppfattning om de värden gruppens arbete gäller som underlag för fortsatte överväganden".

Kilde: (Ref. nr. 10)

Det er ikke gitt noen vurdering av i hvilken grad de fremsatte ønsker er realistiske og/eller komplette.

### Resultater

Tabell 4 gjengir resultatene i MFR's og NFR's undersøkelser.

Tabell 4. Utstyr i bruk til forskningsformål og ønsker om utstyr.

		Enhetspris 50-100 000 kr	Enhetspris over 100 000 kr
MRF	Eksisterende forskningsutstyr	57 mill. sv. kr	235 mill. sv. kr
	Ønsket utstyr	27 mill. sv. kr	145 mill. sv. kr
NRF	Eksisterende forskningsutstyr		500 mill. sv. kr
	Ønsket utstyr		230 mill. sv. kr

For begge fagråds vedkommende gjelder at summene for ønsket utstyr er investeringer som burde foretas i perioden 1979-83. I tillegg til dette kommer fornyelse ut fra 10 år nedskrivningstid, på tilsammen 75 millioner årlig.

Kilde: ref. no. 10.

Ekspertgruppens anstrengelser har båret frukter. Bevilgninger og forslag til bevilgninger som forelå pr. 1. oktober 1981, er referert i tabell 5. Bevilgningsprogrammet har som målsetting å gjøre svensk eksperimentalforskning i stand til å møte nye utfordringer og til å omstille seg i forhold til forskningspolitiske prioriteringer.

Vedlikeholdet av de eksisterende aktiviteter skal ivaretas ved de ordinære bevilgninger.

Tabell 5. Bevilgninger og forslag til bevilgninger pr. oktober 1981 i den svenske "utstyrplan".

Budsjettermin	Bevilget	Sum av søknader til FRN
1979-80	15 mill. kr	
1980-81	25 mill. kr	150 mill. kr
1981-82	35 mill. kr	220 mill. kr
Sum bevilget	75 mill. kr	

Budsjettermin	Budsjettert	
1982-83	50 mill. kr	
1983-84	68 mill. kr	(inkl. 8 mill. til Big Science)
1984-85	79 mill. kr	(inkl. 9 mill. til Big Science)
1985-86	90 mill. kr	(inkl. 10 mill. til Big Science)
Sum budsjettert	287 mill. kr	(inkl. 27 mill. til Big Science)

SUM bevilget og budsjettert = 362 mill. kr

Kilde: Ref. nr. 16.

Bevilgningene er ikke øremerket NFR og MFR. Alle fagfelt kan søke om støtte. Midlene fordeles via FRN etter visse retningslinjer:

- Søknadens relasjon til større initiativer og problemområder som er tatt opp av forskningsrådene og FRN.
- Søknadens relasjon til konsentrasjon og profilering av forskningsressursene i nasjonal og regional sammenheng.
- Om utstyret skal brukes i vitenskapelig høyt kvalifiserte forskeres/forskningsgruppers virksomhet.
- Om utstyret bedrer muligheten for effektiv utnyttelse av internasjonalt samarbeid.
- Om utstyret har et bredt anvendelsesområde og dermed er av interesse for flere forskningsgrupper.

- Om utstyret skal brukes til utbygging av allerede eksisterende utstyr.
- Nedre grense for søknadssum er ca. 100 000 kr.

Resultatet blir, ifølge FNR's vurdering, en konsentrasjon av ressursene til visse universitet og forskningsgrupper og forsterkning av den mest fremgangsrike (mest etablerte) forskningen. Tyngdepunktet i bevilgningene er forskjøvet noe fra år til år. Utviklingen har gått mot en sterkere betoning av teknologi i vid betydning og særlig i retning av områder av felles interesse for Det naturvitenskapelige forskningsråd (NFR) og Styrelsen for teknologisk utveckling (STU). Det er også satset betydelig innen det man kaller datalogi og informasjonsbehandling (6,4 mill.kr. i løpet av 2 år). Et annet tyngdepunkt ligger i grenseområdet kjemi, biologi, medisin.

Investeringene er i stor grad konsentrert om utstyrsenheter som elektronmikroskoper, gasskromatografer, massespektrometre, NMR-spektrometre og lasere.

Pr. oktober 1981 oppsummeres de viktigste erfaringene på følgende måter:

- den vekt man har lagt på de forskjellige fordelingskriterier har variert avhengig av fagområde og forutsetningene for den enkelte søknad.
- det er kommet frem store områder hvor de ulike forskningsorganer har felles interesse når det gjelder anskaffelse av nytt utstyr.
- det er viktig at Utrustningsnämnden för universitet och högskoler (UUH) gis reell mulighet til å forhandle seg frem til gunstige innkjøpsvilkår og ikke på forhånd blir bundet til bestemte leverandører og ferdige løsninger.
- FRN må avsette midler til dekning av kostnadsøkninger som påløper i tiden fra søknad sendes inn til utstyret kan kjøpes.
- man må akseptere at beslutningsprosessen er relativt tidkrevende.



- registrering av eksisterende utstyr er viktig for at man skal få bedre informasjon og oversikt.

Kilder: ref. no. 10, 16 og 17

#### 4.2 Danmark

##### Bakgrunn

Planlegningsrådet for forskningen (PRF) nedsatte i februar 1979 en ad hoc gruppe som fikk i oppdrag:

- "at foretage en nærmere vurdering af, hvilke problemer der er opstået på danske forskningsinstitusjoner som følge af de seneste års kontraktionspolitikk, og at stille forslag til PRF til afhjelpning af de påviste problemer".

Kilde: Ref. nr. 12

I løpet av 1979 foretok gruppen en innledende studie som bl.a. konkluderte med:

- "at visse fagområder har betydelige problemer med fornyelse og vedlikeholdelse af apparatur."

Kilde: Ref. nr. 12

I det endelige utredningsarbeidet, som foreligger i "Forskningens vilkår i den offentlige sektor" (Ref nr.12), er utstyrsproblemet viet betydelig interesse.

Situasjonen i Danmark synes å ha mange likhetspunkter med situasjonen i Norge. Uttalelsen fra Aarhus universitet som er sitert nedenfor, kunne like gjerne ha kommet fra et universitet i Norge:

Apparaturanskaffelser i forbindelse med nybyggeri i 1960'erne og begyndelsen af 1970'erne har medført at der over en årrekke har kunnet oppbygges en rimelig standard på apparaturområdet indenfor de eksperimentelle institutter. I begynnelsen af 1980'erne vil det tidligst anskaffede af dette apparatur imidlertid være nedslitt og/eller foreldet, og i de derefter følgende år vil behovet for utskiftninger være så sterkt stigende, at de normale driftsbevillinger vil være helt utilstrekkelige til at finansiere behovet.

Kilde: Ref. nr. 12

### Metode

Som grunnlag for å bestemme instrumentparkens størrelse har man brukt budsjett og regnskapstall. De samme kilder er stort sett brukt ved anslag av behov for utstyrsinvesteringer i perioden 1981-1984. Man har begrenset undersøkelsene til 10 institusjoner:

- Universitetene i København, Aarhus og Odense
- Universitetscentrene i Aalborg og Roskilde
- Tannlegehøjskolene i København og Aarhus
- Danmarks tekniske Højskole
- Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole
- Danmarks farmaceutiske Højskole

### Resultater

Instrumentparken var i 1979 på ca. 1 milliard (1977/1978-) danske kroner. Erstatningsbehovet i perioden 1981-84 er på 405 mill. d.kroner når man regner med 10 års middellevetid, og 235 mill. d.kroner når man regner med 15 års middellevetid (beløp i 1977/78-kroner).

Med utgangspunkt i den omtalte utredning har Planlegningsrådet for forskningen (PRF) fremmet forslag overfor undervisningsministeriet om en "nødinvesteringsplan til afhjelping af apparatsituasjonen i den danske forskningsverden".

Undervisningsministeriet har reagert positivt på denne planen og for budsjettåret 1983 ber man om å få anledning til å bevilge 15 mill. kroner "til fornyelse af foreldet og/eller nedslitt apparatur ved de høyere og videregående uddannelsesinstitusjoner."

Denne bevilgning er tenkt å være begynnelsen til en kriseplan over fire år med en total ramme på 90 mill. kroner. Apparaturnfornyelsen skal begrenses til enheter som koster mellom ca. 100 000 kroner og ca. 5 mill. kroner. Planen omfatter ikke EDB-utstyr.

I løpet av den tid nødplanen fungerer, er det meningen å utarbeide nærmere forslag for mer permanente løsninger på apparaturproblemet.

I veiledning til utfyllelse av søknadskjemaet for tildeling av midler over nødhjelpsplanen heter det:

Brugere af forskningsapparaturl ved forskningsinstitutioner under direktoratet for de videregående uddannelser kan søge om fornyelse af nedslitt og foreldet apparatur, herunder om nyudviklet apparatur, som erstatter det tidligere anvendte.

Det forutsættes at anskaffelsen af undervisningsapparaturl og af apparature til nye forskningsfelter sker gennem de hidtidige bevillingsveje.

Ansøgingerne behandles af de relevante forskningsråd som afgiver prioriterte indstillinger til PRF. På grundlag heraf udarbejder PRF en samlet indstilling til undervisningsministeriet, hvori indgår en forskningspolitisk vurdering af apparatursituationen.

Om man sammenholder dette med retningslinjene for fordeling av midlene fra utstursplanen i Sverige er forskjellene iøynefallende. I Sverige er det et uttalt siktemål å gjøre svensk forskning i stand til å møte nye utfordringer og til å omstille seg i forhold til forskningspolitiske prioriteringer. Vedlikeholdet av eksisterende aktiviteter skal ivaretas ved de ordinære bevilgninger (se kapittel 4.1). I Danmark ser det ut til at de overordnede forskningspolitiske avgjørelser skal tas i sammenheng med utskifting av gammelt utstyr og vurderingene synes å skulle gå mer i retning av "hvem skal få fortsette med det de er igang med".

Øvrige danske kilder: Ref. nr. 18 og 19.

#### 4.3 USA

I USA har både National Science Foundation (NSF) og National Research Council (NRC) i løpet av de siste 10 år arbeidet for å rette myndighetenes oppmerksomhet mot et raskt vekslende utstursproblem. Undersøkelser som ble foretatt i 1972, antydte udekkede utstursbehov innenfor forskningsuniversitetene (research universities) i størrelsesorden 200 mill. dollar. De seneste anslag varierer en del, men de laveste er på ca. 1000 mill. dollar (Ref. nr. 21).

Myndighetenes oppfatning av situasjonen kommer frem i en uttalelse fra "Office of Science and Policy" (NAS News Report august 1982) (ref. nr. 21)

The administration clearly accepts that there is a problem of aging research equipment --- does not believe that a major new initiative in this area is possible at present.

NRC og NSF har tatt dette til etterretning. Det er nedsatt en "Ad Hoc Working Group on Scientific Instrumentation" som i stedet for å komme med forslag om investeringer, skal legge vekt på å diskutere mulighetene for å bedre utnyttelsen av de eksisterende ressurser. Videre har NSF på trappene et større prosjekt som skal fremskaffe objektiv informasjon om løpende status og utviklingstendens i mengden, tilstanden, utnyttelsesgraden av og behovet for vitenskapelig utstyr i akademiske forskningsmiljøer (Ref. nr. 11 og 22).

## 5. VITENSKAPELIG UTSTYR

Dette kapitlet er delt i tre. I underkapittel 5.1. presenteres de etablerte utstysindikatorer sammen med de øvrige resultater som går direkte på vitenskapelig utstyr. Det knyttes fortløpende korte kommentarer til resultatene. I underkapittel 5.2. følger mer utfyllende/utdypende kommentarer til forholdet mellom løpende investeringer og nybyggsbevilgninger. I underkapittel 5.3. refereres noen funn fra en større undersøkelse omkring forskningens vilkår ved norske universiteter.

Da man valgte metode for informasjonsinnsamlingen, var det to hensyn som veiet tungt. For det første måtte innsamlingen ikke være for ressurskrevende. For det andre måtte de opplysninger som ble innhentet først og fremst gi grunnlag for å si noe om:

- hvor mye utstyr forskerne har tilgjengelig
- i hvilken tilstand utstyret er
- hvor store de udekkede utstysbehov er

Den metode som er valgt, gir grunnlag for å etablere slike indikatorer, men den gir også mulighet for etablering av enkelte andre indikatorer. Disse blir også presentert i resultat-kapitlet.

### 5.1. Resultater

Resultatene skiller seg i to grupper. En del resultater foreligger i form av tallverdier for veldefinerte indikatorer. Dette gjelder resultater mht. utstysinvestering, -tilstand og -behov. "Funn" mht. utstysutnyttelse, forskernes opplevelse av utstysituasjonen og finansieringsmuligheter ved utstysinnkjøp utgjør den andre gruppen.

Før vi presenterer resultatene, minnes vi om at det i underkapittel 3.9.1 er gitt en redegjørelse for hvordan tallene for utstysbevilgninger over grunnbudsjettet (postene 45.1 og 45.2) er bearbeidet før de går inn i resultatene. Begrepene operativ og effektiv instrumentpark er definert i underkapittel 3.5.1.

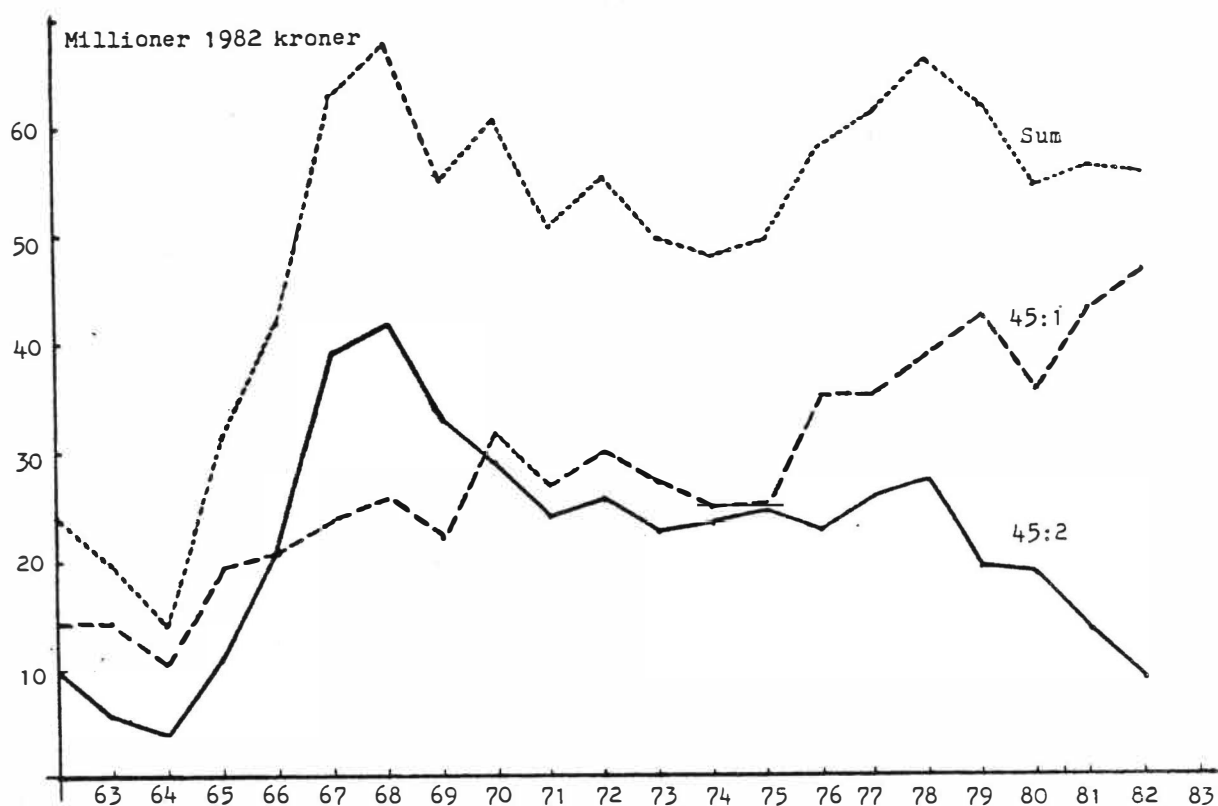
## 5.1.1. Investering

5.1.1.1. Årlige investeringer

Figur 4 viser de årlige bevilgninger til vitenskapelig utstyr over universitetenes grunnbudsjetter (omfatter alle fagområder). Forløpet for post 45.2 "Utstyr til nybygg" antyder at nybyggsperioden som ble innledet ca. 1965, nå ser ut til å gå mot slutten. Post 45.1 "Vitenskapelig utstyr, læremidler, transportmidler" viser stigende tendens gjennom hele perioden. Den samlede utstyrsbevilgning over grunnbudsjettene ser ut til å ha "stabilisert" seg mellom 50 og 60 millioner 1982 kroner.

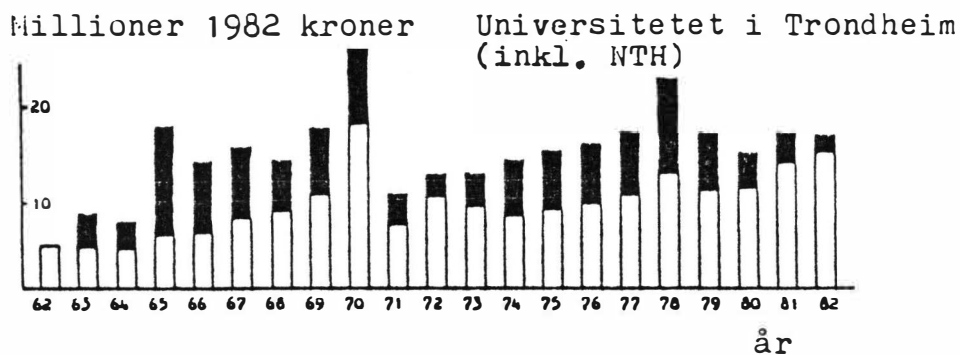
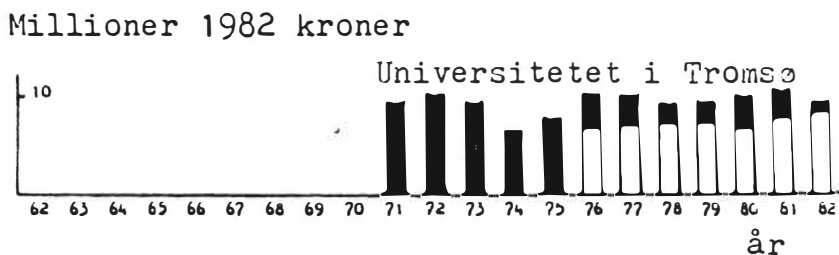
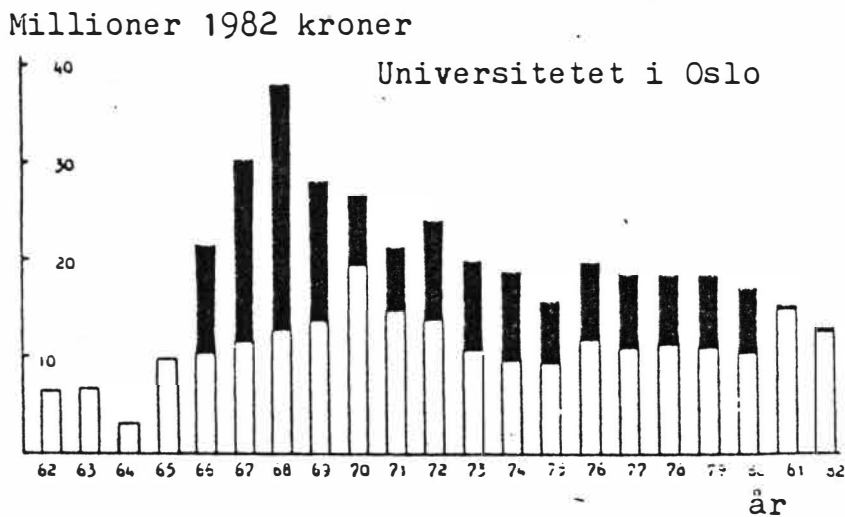
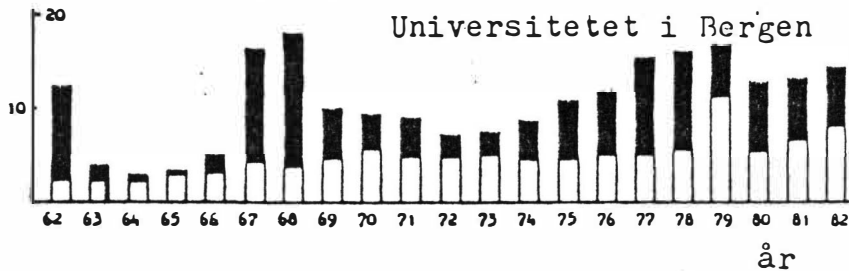
En vesentlig del av utstyrsmidlene er kanalisert gjennom nybyggsbevilgninger (post 45.2). I tiårsperioden 1966-75 ble ca. 50 % av utstyrsinvesteringene gjort i sammenheng med innflytting i nye bygg.

Figur 4. Samlede årlige utstyrsbevilgninger over grunnbudsjettene i perioden 1962 til 1982 til de fire (før 1971 tre) universiteter. Omfatter alle fagområder.



Figur 5 viser de årlige bevilgninger over grunnbudsjettet fordelt etter poster og på institusjoner.

Figur 5. Universitetenes årlige bevilgninger over grunnbudsjettet, fordelt på institusjoner og poster. Omfatter alle fagområder. Millioner 1982 kroner



■ Post 45:2 "Utstyr til nybygg"

□ Post 45:1

"Vitenskapelig utstyr, læremidler, transportmidler"

Det er bevilgningene til NTH som utgjør hovedtyngden ved Universitetet i Trondheim. Bevilgningen til Avdeling for medisin og Avdeling for realfag/NLH utgjør samlet 2-2,5 mill. 1982-kroner årlig (kun post 45.1).

I tabell 6 er årlige totalinvesteringer i utstyr ved universitetene sammenliknet med tall fra forskningsstatistikken.<sup>1)</sup>

Forskningsstatistikkenes tall vurderes som minimumsbeløp (ref. nr. 13).

Den store grad av overensstemmelse gir grunnlag for å vurdere også tallene basert på budsjettanalyse som minimumstall.

Tabell 6. Sammenligning mellom beregnet årlig utstyrsinvestering (budsjettanalyse) og årlig investering i.h.t. forskningsstatistikken (basert på regnskaper). Samlet for alle fagområder ved de fire universiteter. Beløp i mill. 1982-kroner.

År	Budsjettanalyse		Forskningsstatistikken
	Grunnbudsjett	Total	Total
1972	55,6	69,5	67,6
1974	48,1	60,1	58,5
1977	61,5	76,8	76,0
1981	56,6	70,7	73,7

#### 5.1.1.2. Instrumentparkens størrelse.

Ved bruk av budsjettanalyse finner man at den effektive instrumentpark pr. 1. januar 1983 er på ca. 1 milliard 1982-kroner.

1) Tallene fra statistikken er fratrukket de beløp som ifølge budsjettene har gått til EDB-utstyr ved EDB-sentraene. Statistikk tallene er basert på regnskaper.



Den operative instrumentpark er pr. 1. januar 1983 på ca. 700 millioner 1982-kroner. Tabell 7 viser fordelingen mellom universitetene.

Tabell 7. Fordeling av effektiv og operativ instrumentpark pr. 1.1.1983 mellom institusjonene. Omfatter alle fagområder. Beløp i mill. 1982-kroner

Universitetet i	Effektiv instrumentpark	Operativ instrumentpark
Bergen	225	160
Oslo	390	220
Tromsø	140	115
Trondheim (Avd. for medisin og NLH)	40	40
Trondheim NTH	270	170
Sum	1 065	705

Figur 6. Operativ (A) og effektiv (B) instrumentpark pr. 1. januar (Den del som er innkjøpt over grunnbudsjettet). Omfatter alle fagområder. Alle beløp i mill. 1982 kroner.

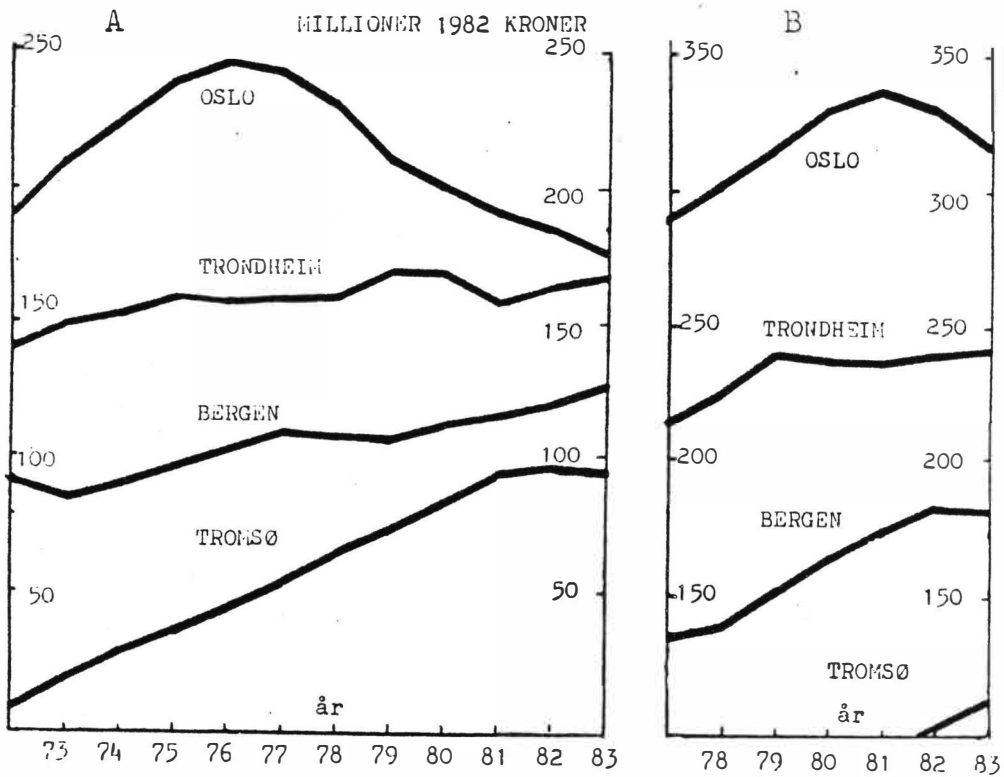


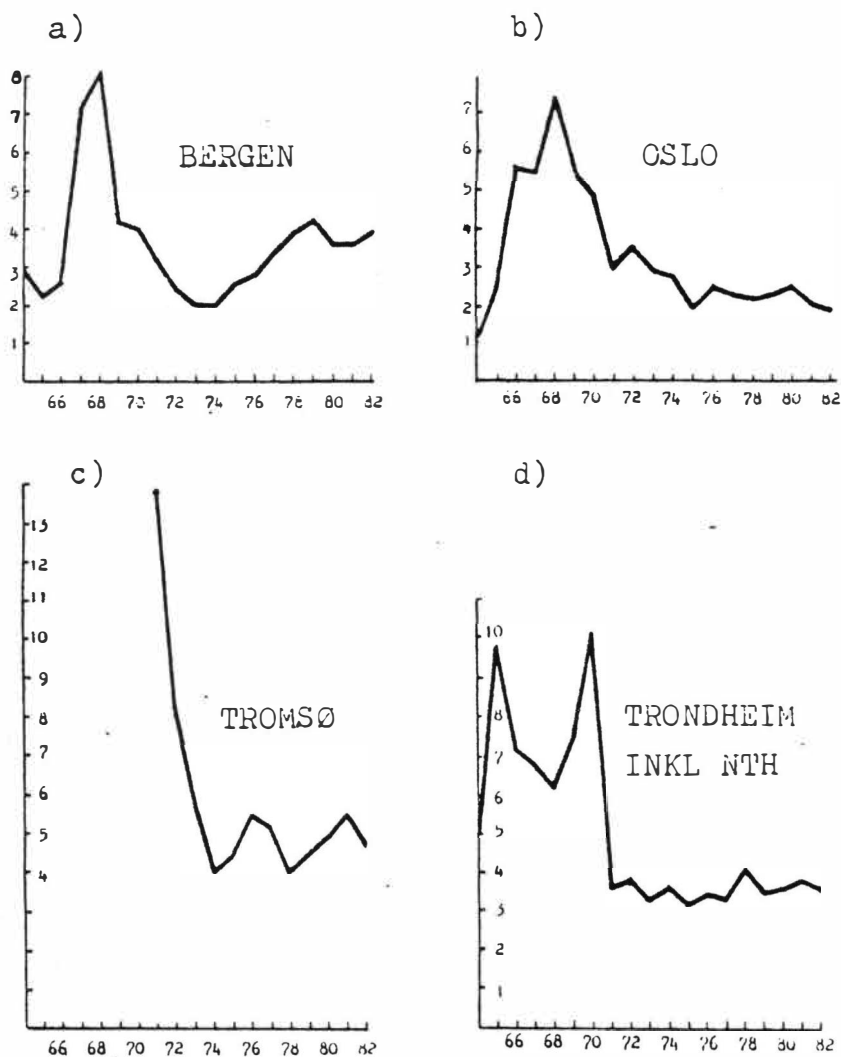
Fig. 6 viser operativ og effektiv instrumentpark som funksjon av tid.

Ved Universitetet i Tromsø er det bare 12 år siden de første utstørsbevilgninger ble gitt. Det er derfor av begrenset interesse å se på utviklingstendenser her. De tre øvrige universiteter har hatt ulike utviklingsforløp på utstørsområdet. Universitetet i Oslo opplever en reduksjon i både operativ og effektiv instrumentpark, mens Universitetet i Bergen er inne i en vekst. Ved Universitetet i Trondheim er endringene over tid mindre, dog med en svak vekst. Spesielt for operativ instrumentpark er endringene betydelige i det universitetet i Oslo fra 1976 til 1983 hadde en reduksjon på ca. 30 % mens man i Bergen hadde en økning på ca. 50 % fra 1972 til 1983.

### 5.1.1.3. Årlig utstyrsinvestering som relative andel av grunnbudsjettet

Fig. 7a) - d) viser at utstyrsbevilgningens relative andel av universitetenes grunnbudsjetter er synkende. Andelen er i øyeblikket lavest ved Universitetet i Oslo. Man bør ikke trekke for mange slutninger av en sammenlikning mellom universitetene. Indikatoren er svært avhengig av de enkelte institusjoners fagsammensetning, spesielt fordelingen mellom utstyrskrevenende og ikke utstyrskrevenende forskning.

Figur 7 a) - d). Årlig utstyrsinvestering som andel av det totale grunnbudsjettet.



#### 5.1.1.4. Utstyrsinvestering pr. forsker.

Utstyrsinvestering pr. fast ansatt forsker er beregnet for de medisinske og matematisk-naturvitenskapelige miljøer ved universitetene i Oslo, Bergen og Trondheim (Avd. for medisin og Avd. for realfag NLH). Universitetet i Tromsø er ikke med fordi man mangler budsjettopplysninger på institutt/avdelingsnivå.

Tabell 8 viser årlig utstyrsinvestering pr. forsker (over grunnbudsjettet), mens tabell 9 viser operativ instrumentpark pr. forsker.

Tabell 8 viser at det er meget store variasjoner fra år til år i utstyrsinvestering pr. forsker. Dette har i stor grad sammenheng med tidspunkt for nybyggsbevilgninger (se figur 5, underkap. 4.1.1.1.). Eksempelvis fikk Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet ved Universitetet i Oslo i perioden 1968-77 stor nybyggsbevilgninger til Kjemibygget (1968-71) og Biologibygget (1971-77). Etter 1977 har det ikke vært gitt større nybyggsbevilgninger til dette fakultet. Pga. redusert byggeaktivitet og manglende kompensasjon for foreldelse reduseres den operative instrumentpark pr. forsker relativt mye fra 1977 til 1981 (Tabell 8). Ved Universitetet i Bergen fikk Det-matematisk naturvitenskapelige fakultet nybyggsbevilgninger både i begynnelsen og slutten av perioden 1968-1980 (Fysikkbygget og Realfagsbygget). Derfor holder tallene for operativ instrumentpark pr. forsker seg mer konstante.

Avdeling for realfag ved Norges Lærerhøgskole, Universitetet i Trondheim (NLH) er et eksempel på en gruppe institutter som ikke har fått nybyggsbevilgninger i det hele tatt. Operativ instrumentpark pr. forsker er vesentlig lavere enn gjennomsnittet for de naturvitenskapelige aktiviteter i Oslo og Bergen. Dette kan selvfølgelig delvis skyldes at den forskning man satser på i Trondheim, krever mindre utstyr enn det som er tilfellet i Oslo og Bergen. Intervjuundersøkelsen ga et klart inntrykk av at i den utstrekning man utfører forskning som krever lite utstyr, har man måttet velge dette nettopp pga. ressurstilgangen.

Ved universitetene i Bergen og Oslo investeres det vesentlig mer pr. forsker ved de matematisk-naturvitenskapelige fakulteter enn ved de medisinske. I Trondheim er årlig investering høyere ved Avdeling for medisin enn ved Avd. for realfag. Mht. operativ instrumentpark ligger også Avd. for medisin høyest, men forskjellen er relativt liten. Dette til tross for at operativ instrumentpark ved Avd. for medisin bare er byggetopp over 7 år. (Skal pr. definisjon være 10 år, se underkap. 3.5.1.). Etter vår definisjon av operativ instrumentpark (se 3.5.1.) regner vi ellers med de siste 10 års anskaffelser.

Tabell 8. Årlig utstyrsinvestering over grunnbudsjettet pr. forsker ved de medisinske og matematisk-naturvitenskapelige fakulteter. Beløp i tusen 1982-kroner.

Universitetet i		År						
		1981	1979	1977	1974	1972	1970	1968
Bergen	Medisin	26,5	23,4	9,3	22,0	-	-	-
	Mat.nat.	29,1	50,4	60,6	11,3	18,4	37,6	83,6
Oslo	Medisin	10,6	20,7	19,4	10,5	-	-	-
	Mat.nat.	17,5	15,8	23,4	36,7	46,0	30,4	49,0
Trondheim	Avd. for medisin	28,3	28,1	31,3	-	-	-	-
	Avd. for realfag	16,3	21,1	17,1	24,3	29,4	-	-

Tabell 9. Operativ instrumentpark pr. forsker (grunnbudsjettdelen) ved de medisinske og matematisk-naturvitenskapelige fakulteter. Beløp i tusen 1982-kroner.

Universitetet i		År		
		1981	1979	1977
Bergen	Medisin	144	129	134
	Mat.nat.	295	293	294
Oslo	Medisin	153	162	144
	Mat.nat.	242	301	393
Trondheim	Avd. for medisin	177	-	-
	Avd. for realfag	157	162	-

## 5.1.2. Tilstand

5.1.2.1. Gjennomsnittsalder.

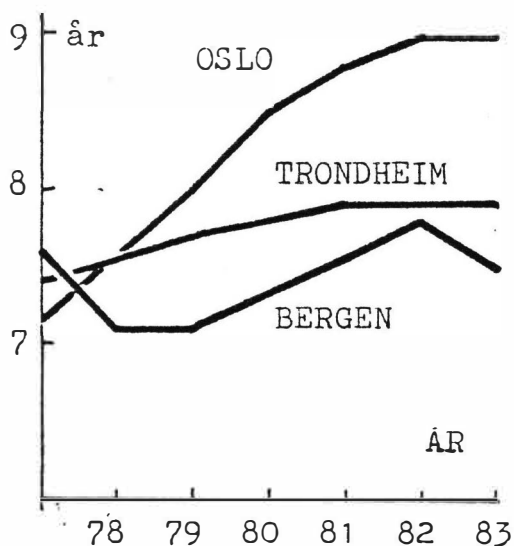
Gjennomsnittsalder av den effektive instrumentpark (grunnbudsjettdelen) er beregnet for Universitetene i Bergen, Oslo og Trondheim.

Universitetet i Tromsø er for nytt til å ha sammenlignbare data for utstyrsalder.

Figur 8 viser endringer i gjennomsnittsalder for grunnbudsjettdelen av effektiv instrumentpark for perioden 1977-83.

For Universitetet i Oslo har det skjedd en markert økning i gjennomsnittsalderen. Utflatingen i 1982-83 skyldes ikke økede tilførsler av nytt utstyr, men at alderen på de store mengder utstyr som ble innkjøpt i 1967 (30 mill. 1982-kroner) har overskredet 15 år. Dette utstyret går dermed ut av beregningsunderlaget.

Figur 8. Gjennomsnittsalder for den del av den effektive instrumentpark som er innkjøpt over grunnbudsjettet.



Som et eksempel på variasjoner mellom fagfelt og institusjoner, er det i tabell 10 vist gjennomsnittsalder for effektiv instrumentpark ved universitetene i Oslo og Bergen. Det er relativt store forskjeller

innenfor hvert universitet. Det er sannsynlig at forskjellene innen hvert fakultet kan være vel så store; noen institutter har nylig fått nybyggsbevilgninger, andre for 10-15 år siden.

Tabell 10. Eksempler på gjennomsnittsalder for effektiv instrumentpark.

Universitetet i	Årstall	Gjennomsnittsalder i år	
Oslo	Hele	1983	9,0
	Mat.nat.	1983	9,6
	Medisin	1983	8,0
	Odontologi	1983	10,5
Bergen	Hele	1982	7,6
	Mat.nat.	1982	7,5
	Medisin	1982	9,1

#### 5.1.2.2. Nedskrivningsverdi og nedskrivningsfaktor

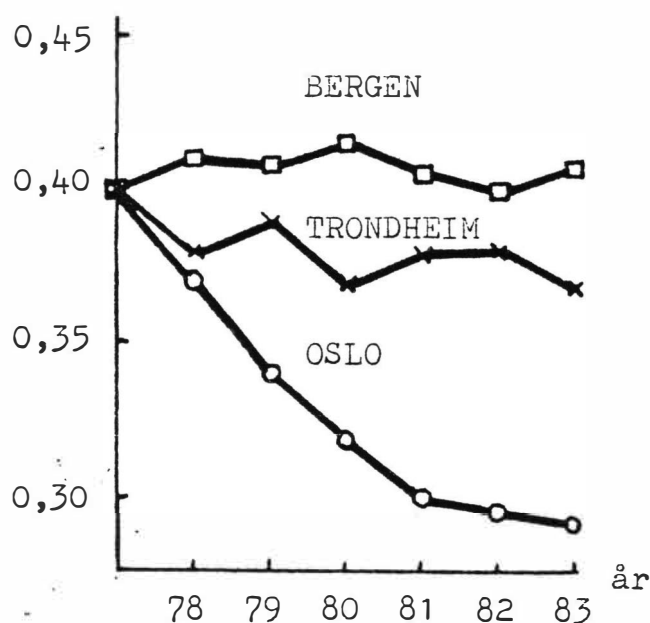
Regnes det med en nedskrivningstid på 10 år, er den instrumentpark som er i bruk i dag nedskrevet til ca. 380 millioner 1982-kroner. Vi opererer her med en nedskrivningsfaktor på 0,35 for den samlede effektive instrumentpark. Tabell 11 viser nedskrivningsfaktor for de fire universiteter. Universitetet i Oslo skiller seg ut med den klart laveste nedskrivningsfaktor.

Tabell 11. Nedskrivningsfaktor for effektiv instrumentpark ved de fire universiteter pr. 1. januar 1983.

Universitetet i	Gjenkjøpsverdi i 1982-kroner	Nedskrevet til 1982-kroner	Nedskrivnings- faktor
Bergen	225 mill.	90 mill.	0,42
Oslo	390 mill.	115 mill.	0,29
Tromsø	140 mill.	65 mill.	0,46
Trondheim (inkl. NTH)	310 mill.	115 mill.	0,37

Figur 9 viser utvikling i nedskrivningsfaktor i tidsrommet 1977 til 1983 ved universitetene i Oslo, Bergen og Trondheim. I 1977 var nedskrivningsfaktoren 0,40 ved alle tre universiteter. Universitetet i Oslo skiller seg klart ut ved at nedskrivningsfaktoren i løpet av 4 år sank til ca. 0,3 (se kap. 5.1.2. om gjennomsnittsalder). Ved Universitetet i Trondheim (inkl. NTH) har det vært en mer moderat reduksjon i nedskrivningsfaktoren. Ved Universitetet i Bergen har det ikke skjedd endringer.

Figur 9. Nedskrivningsfaktor pr. l.l. for effektiv instrumentpark ved universitetene i Bergen, Oslo og Trondheim. 1977-83.





Også nedskrivningsfaktoren varierer sterkt innen institusjonene. Eksemplene i tabell 12 nedenfor er hentet fra rapporten "Utstyrssituasjonen for biokjemisk/biofysisk forskning i Norge" (ref. nr. 14). Tallene er basert på 10 års nedskrivningstid og miljøenes egne oppgaver over det utstyret man hadde i bruk (alder og innkjøpspris).

Tabell 12. Eksempler på nedskrivningsfaktorer i 1979 ved noen institutter/avdelinger som driver biokjemisk orientert forskning.

Universitetet i	Institutt/avdeling	Nedskrivningsfaktor
Bergen	Lab. for klin. biokjemi	0,61
	Anatomisk institutt	0,14
Oslo	Inst. for med. biokjemi	0,75
	Biokjemisk institutt	0,17

Kilde: Ref. nr. 14.

### 5.1.3. Behov

Vi skal i det følgende operere med flere typer behovsanslag. Det er nedlagt mest arbeid i det anslag som gjelder medisinsk og naturvitenskapelig forskning alene. Fremgangsmåten er beskrevet i kap. 3.9.2. Behovsanslaget er likevel usikkert, og det representerer et minimumsbeløp (se kap. 3.9.2. og 5.2.). De alternative behovsanslag er basert på en nærmere vurdering av det tallmaterialet som ligger til grunn for resultatene i kap. 5.1.1. og 5.1.2. Vi har også forsøkt å ta hensyn til kostnadsutviklingen for avansert utstyr ("sofistikeringsfaktoren").

#### 5.1.3.1. Behovsanslag for medisin og naturvitenskap

Det samlede utstyrsbehov ved de medisinske og naturvitenskapelige miljøer ved universitetene i Bergen, Oslo og Tromsø og ved Avdeling for medisin og Avdeling for realfag ved Universitetet i Trondheim er på 190-195 mill. 1982-kroner.

Fordelingen er vist i tabell 13. Om denne tabell sammenlignes med tabell 5 (effektiv instrumentpark), finner man at medisineres og naturviteres utstyrbehov ved Universitetet i Oslo svarer til nesten 30 % av universitetets samlede effektive instrumentspark. Ved universitetene i Bergen, Tromsø og Trondheim (eksklusive NTH) er disse prosentandeler henholdsvis ca. 20 %, 10 % og 50 %.

Tabell 13 Samlet utstyrbehov (målt i henhold til beskrevet metode) ved de medisinske og naturvitenskapelige forskningsmiljøer ved universitetene (ekskl. NTH). Beløp i millioner 1982 kroner.

Universitet	Ustyrbehov
Oslo	ca. 110
Bergen	ca. 50
Tromsø	10-15
Trondheim (ekskl. NTH)	ca. 20
Sum	190-195

En av hovedkildene for behovsanslagene er som nevnt (se kap. 3.9.2.) søknadene til NAVF og NTNf ved den ekstraordinære utstyrstildelingen høsten 1981. I vedlegg 6 har vi analysert søknadsmaterialet etter utstyrstype og pris.

#### 5.1.3.2 Sofistikering

Pris/ytelse-forholdet har lenge vært synkende for mange typer utstyr. Likevel koster avansert utstyr mer i dag enn tidligere. Dette skyldes bl.a. at kravene til ytelse må settes stadig høyere for at det skal være mulig å drive forskning av kvalitet. Denne økning i krav til (mulighet for) ytelse kalles ofte sofistikering.

Det er altså ikke nok å regne med ordinær prisstigning dersom man vil finne ut hva det koster å erstatte et instrument som ble innkjøpt for f.eks. 10 år siden. "Erstatte" betyr i denne sammenheng innkjøp av utrustning som vil plassere brukeren på samme sted relativt til forskningsfronten, som det den gang nye utstyret gjorde 10 år tilbake.

Hvis vi forsøker å beskrive de økonomiske konsekvenser av sofistikeringsen, støter vi på en rekke vanskeligheter. To måter å nærme seg problemstillingen på peker seg ut:

- Vi kan forsøke å finne prisen - på ulike tidspunkter - på det utstyr en forsker trenger for å drive forskning på et nærmere spesifisert nivå innen et bestemt område.
- eller vi kan beskrive hva et laboratorium/et institutt/en avdeling trenger av utstyr for at det skal kunne drives forskning på et nærmere spesifisert nivå innen et bestemt område.

Det vil i det følgende bli lagt frem eksempler på de to alternative angrepsvinkler. De feilkilder man først og fremst må være oppmerksom på ved vurdering av slik informasjon, er:

- "ordinær prisstigning"
- endringer i forskningsoppgaver
- endring i forskerens (forskernes) ambisjonsnivå
- endring i forskergruppens størrelse

Det første eksemplet er hentet fra den amerikanske rapporten "The Scientific Instrumentation Needs of Research Universities". Se tabell 14. Man har her forsøkt å beskrive den instrumentpark en forsker som arbeider innen syntetisk organisk kjemi, må ha tilgjengelig på eget eller forskningsgruppens laboratorium, eller tilgang til innenfor egen institusjon. I både 1970 og 1979 gjelder listene forskere som arbeider innen samme del av fagfeltet. De har samme erfaringsgrunnlag ("Ph.D. plus two years postdoctoral fellowship"). Det er uklart om man opererer med faste eller løpende priser.

Tabell 14 Increased Start-up Costs for Frontier Research (Synthetic Organic Chemistry)

Instrument	1970	Cost	Instrument	1979	Cost
Laboratory instrumentation					
Rinco evaporator-2		\$ 300	Rotovac evaporatprs		\$ 1700
2 vacuum pumps		400	Prep. liquid chromatograph with fraction collector		7200
Distillation apparatus-spinning band		825	Analytical liquid chromatograph with recorder and data system shared with capillary column		13500
Solvent stills-3		600	Gas chromatograph		11300
Melting point apparatus-3		150	Solvent stills with fire safety hoods		4500
Gas chromatograf and recorder		1450	Hot plates, stirrers and heating mantles		600
Hot plates and stirrers, heating mantles		275	Microware with standard taper joints		3000
Glassware		500	Laboratory glassware		800
Infracord Infrared Spectrometer		<u>3500</u>	Thin layer chromatographic plates and tanks		<u>1500</u>
TOTALS		\$ 8000			\$ 43850

Departemental Equipment to which Access Required

A-60 NMR-Spectrometer	\$ 40000	90 MHz R-32 NMR-Spectrometer	\$ 52000
Cary 14 UV-Visible Spectrometer	14000	200 MHz wide bore NMR-Spectrometer	225000
Hitachi RMU-6 Mass Spectrometer	60000	CFT-20 C13 NMR-Spectrometer	80000
Precision refractometer	<u>2500</u>	GC-mass spectrometer and data system-Finnigan 4000	160000
		Cary 17-UV-Vis, Near IR-spectrometer	32000
		Digilab FT-IR spectrometer	82000
		High resolution mass spectrometer -CEC-21-110	<u>110000</u>
TOTALS:	\$ 116500		\$ 741000

Kilde: "The Scientific Instrumentation Needs of Research Universities."  
(Ref. nr. 20).

Vi vil nedenfor gi to eksempler fra norske forskningsmiljøer.

Det første er et eksempel på nødvendig utrustning ved et institutt for generell mikrobiologi. Det er forutsatt samme forskningsaktiviteter og samme ambisjonsnivå i internasjonal sammenheng i 1972 som i 1982. Følgende forskningsfelt skal dekkes:

- generell mikrobiologi inkludert encellede alger (celle-biologi)
- mikrobiell økologi inkludert marin mikrobiologi

Genetisk forskning er ikke med. Utstyrslisten (se vedlegg 5) er ikke ment å være komplett, men den dekker de fleste aktuelle arbeidsoppgaver. Utstyrslisten er summert i tabell 15. Det er ikke tatt med større utstyrsenheter som man trenger tilgang til, og som det er naturlig at man deler med andre (f.eks. elektronmikroskop).

Tabell 15: Instrumentpark ved et institutt for generell mikrobiologi fordelt etter prisgrupper og summert. Alle beløp i tusen 1982-kroner.

Prisgruppe	1972				1982			
	Antall utstyrsenheter	Prosent av total	Samlet pris	Prosent av total	Antall utstyrsenheter	Prosent av total	Samlet pris	Prosent av total
Prisgruppe 1 5-30 000 kr	12	41	185	9,3	8	20	174	4
Prisgruppe 2 30-100 000 kr	9	31	545	27,2	17	42,5	890	20,4
Prisgruppe 3 100-500 000 kr	8	28	1 271	63,5	15	37,5	3 306	75,6
Sum	29		2 001		40		4 370	

Kilde: Korrespondanse med professor J. Goksøyr. Universitetet i Bergen. Se vedlegg 5.

Under de gitte forutsetninger viser tabell 15 at det kostet over dobbelt så mye i faste kroner å utruste et institutt for generell mikrobiologi i 1982 som i 1972. Dreiningen mot mer kostbart utstyr kommer også frem av inndelingen i prisgrupper. Gjennomsnittspris pr. enhet var i 1972 kr 69 000 (1982-kr). I 1982 var den kr 109 000.

Vårt neste eksempel er mer spesialisert. Det gjelder utrustning for studier av elektrodemekanismer (elektrokjemi). Utstyrsenheterne som er listet i tabell 16, er bygget sammen til et instrumenteringssystem som utgjør en arbeidsplass for én til to forskere. Her kom den største endring i sofistikeringsgrad mellom 1971 og 1976.

Tabell 16: Kostnad for en arbeidsplass (for én til to forskere) for studier av elektrodemekanismer. Priser i tusen 1982-kroner.

Utstyrsenheter	1971	1976	1982
Potensiostat		50	50
Sweep generator	25	35	40
XY-skriver	25	15	
Digitalt oscilloscope		135	120
Bord computer		135	150
Cryostat		30	50
Plotter			30
Printer			25
Faselåsings-forsterker			40
Selektiv forsterker			30
Sum	50	400	535

Kilde: Korrespondanse med professor Vernon Parker, NTH.

Man må være meget varsom med å trekke mer generelle konklusjoner om økende utstyrskrav og -priser ut fra disse spredte eksempler. Men de støtter den utbredte oppfatning at økning i utstyrskostnader er vesentlig større enn den generelle prisstigning. En utstyrsinvestering på 1 mill. 1982-kroner i dag gjør ikke samme nytte for forskerne som en tilsvarende investering gjorde 10 år tilbake. Skal forskernes nytte av den effektive instrumentpark - dvs. deres mulighet til å drive tidsmessig forskning - være den samme, må effektiv instrumentpark økes i takt med "sofistikeringen".

#### 5.1.3.3. Alternative behovsanslag

Ut fra faglige vurderinger kan man hevde at dagens effektive instrumentpark (1065 mill. 1982-kroner) burde være dagens operative instrumentpark. Dagens operative instrumentpark er på ca. 700 mill. kr. Differensen på ca. 360

mill. kr kan også være en indikator på udekkede behov (NTH er inkludert). (Begrepene effektiv og operativ instrumentpark er definert i kap. 3.5.1.)

Hvis vi holder NTH utenfor, gir den samme betraktningssmåte en effektiv instrumentpark på 795 mill. kroner og en operativ instrumentpark på 535 mill. kroner. Behovet er da på ca. 260 mill. 1982- kroner.

Dersom man tar hensyn til sofistikeringsfaktoren: at de samme forskningsaktiviteter skal være igang i dag som for ti år siden, og relativt sett på samme kvalitetsnivå, vil det ovenstående resonnement gi vesentlig større behovstall. Bruker vi en "sofistikeringsfaktor" på 1,5, vil de 360 mill. kroner vokse til mer enn 500 mill. kroner (ekskl. NTH: 400 mill. kroner). Dvs. at utstyret fra før 1973 som skiftes ut, må erstattes med utstyr for mer enn 500 mill. kroner. Dette utstyret forutsettes å gi samme mulighet for avansert forskning som det gamle gav da det var nytt.

Våre eksempler ovenfor gir ikke grunnlag for å hevde at sofistikeringsfaktoren i gjennomsnitt for alt utstyr er 1.5. Tallet er valgt for å illustrere hvilken kraftig virkning sofistikeringsfaktoren vil ha på utstyrbehovet dersom man ønsker at igangværende forskning skal holdes noenlunde på samme kvalitetsnivå over lengre tid.

#### 5.1.3.4. Årlig investeringsbehov

Å gjøre dagens effektive instrumentpark om til operativ instrumentpark, slik det er gjort i behovsanslagene ovenfor, vil vi redusere effektiv brukstid fra 15 til 10 år. Dagens bevilgningsnivå på ca. 70 mill. 1982-kroner årlig gir en utskiftning av hele instrumentparken på 15 år. Det vil si at enhver reduksjon i effektiv brukstid, under forutsetning av at effektiv instrumentpark holdes på fast nivå, vil kreve økninger i de årlige utstyrbevilgninger.

Dagens effektive brukstid på 15 år er utvilsomt for lang. En reduksjon til 10 års effektiv brukstid ville representere en stor forbedring, men også dette kan vurderes som noe for lang tid, om man ser framover.

I tabell 17 er det satt opp eksempler på krav til årlig utstyrsinvestering ut fra ulike ønsker om effektiv brukstid og tidspunkt for oppfyllelse av ønskene.

Tabell 17 Årlig investeringsbehov som funksjon av ønsker om effektiv brukstid og tidspunkt for oppfyllelse av ønskene. Alle beløp er i mill. 1982-kroner.

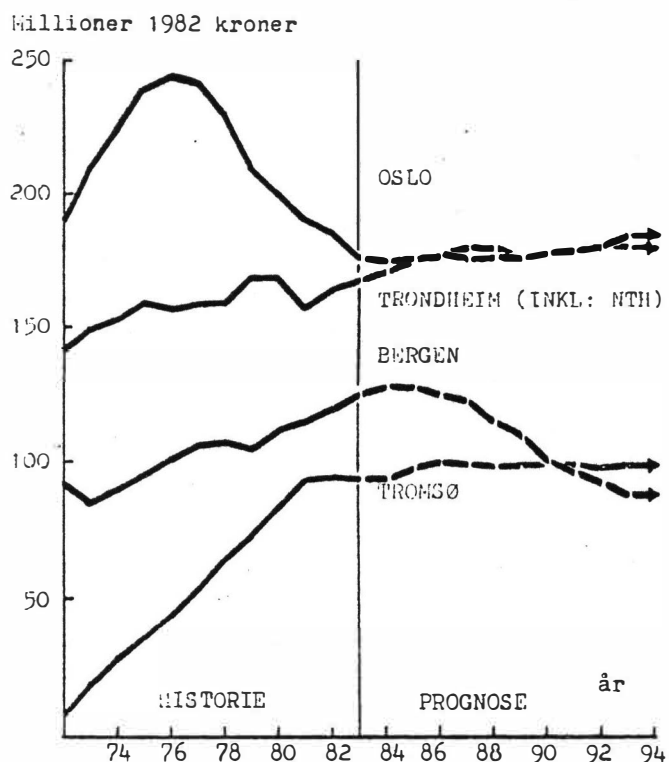
Ønske om effektiv brukstid		10 år	10 år	10 år	10 år 8 år
Tidspunkt for oppfyllelse		1992	1990	1987	1989 1994
	1983				
	1984	105	115	140	120
	1985				
Nød- vendig årlig inves- tering	1986	pr. år	pr. år	pr. år	pr. år
	1987				
	1988				
	1989				
	1990			105	
	1991		105		140
	1992			pr. år	
	1993	105	pr. år		pr. år
	1994				

Dagens bevilgningsnivå er ca. 70 millioner 1982 kroner pr. år. Effektiv instrumentpark 1-1,1 milliard 1982-kroner.

Hva vil skje dersom det ikke blir økning i bevilgningene til vitenskapelig utstyr? Figur 10 viser utviklingen i den del av operativ instrumentpark som er finansiert over grunnbudsjettet. Ved Universitetet i Bergen vil man oppleve en reduksjon i operativ instrumentpark ned mot det nivå man hadde i begynnelsen av 1970-årene. Universitetet i Oslo "stabiliserer seg" og blir nesten forbigått av Universitetet i Trondheim. Universitetet i Tromsø og Universitetet i Bergen blir nesten jevnstore med hensyn til operativ instrumentpark med Tromsø et "hestehode" foran. Det er forutsatt at det bare gis bevilgninger på post 45.1 "vitenskapelig utstyr, læremidler, transportmidler", og at fordelingen mellom institusjonene er slik den i gjennomsnitt har vært for denne posten de siste 5 år. Bevilgningsnivå er forutsatt ca. 55 mill. 1982-kroner pr. år. Dette svarer til gjennomsnittlig samlet bevilgning over post 45.1 og 45.2 de siste år.



Figur 10. Utvikling i operativ instrumentpark (den del som er finansiert over grunnbudsjettet). Total bevilgning ca. 55 mill. 1982-kroner. Fordelt mellom institusjonene som i årene 1978-82.



#### 5.1.3.5. Utfyllende drøfting av behovsanslag

I kap. 5.1.3.1. kom vi frem til at det er et udekket utstyrsbehov på nærmere 200 mill. 1982-kroner i de medisinske og naturvitenskapelige forskningsmiljøer ved våre universiteter. Behov ved NTH er ikke med i dette tallet.

Om beløpet 200 mill. kroner blir brukt som en angivelse på dagens udekkede utstyrsbehov, bør det betraktes som et minimumsbeløp. Følgende forhold støtter denne vurdering:

- En vanskelig utstyrssituasjon er med på å forskyve forskningsaktivitetene mot problemstillinger som er relativt

mindre utstyrskrevende. Utstyrskravet blir derved kunstig redusert.

- Ingen av de forskningsmiljøer som var med i intervjuundersøkelsen, var i utgangspunktet villige til å foreta en fullstendig gjennomgang av sin utstyrssituasjon og dermed gi en mer fullstendig analyse av hvilke utstyrskrav man har, eventuelt vil få, i de nærmeste år. Alle de forespurte ba seg fritatt fra dette arbeidet fordi det med dagens bevilgningssituasjon ville være bortkastet.
- I mange miljøer var resignasjonen i forhold til utstyrssituasjonen påtakelig. Til tross for gjentatte "provokasjoner" var man ikke villig til å gå inn i en fri diskusjon med utgangspunkt: Hvordan ville behovslistene se ut dersom dere fikk "nok" penger?
- Det er ikke bare ressursituasjonen mht. vitenskapelig utstyr som er med og begrenser utstyrskravene. Forhold som driftsmidler, romarealer og tilgang på teknisk personale virker også inn på hvilke ønsker man kommer fram med.

(Se forøvrig kap. 3.9.2.)

Utstyrskravet innen norsk eksperimentalforskning bestemmes av svaret på ett spørsmål: På hvilket kvalitets- og kvantitetsnivå skal norsk eksperimentalforskning befinne seg?

Behovsspørsmålet er derfor et forskningspolitisk anliggende. Om man ikke ønsker en norsk eksperimentalforskning med internasjonal standard, blir utstyrskravene beskjedne. Ønsker man at det skal holdes internasjonal standard, blir behovene desto større.

#### 5.1.4. Utnyttelse

Det er ikke etablert indikatorer for instrumentutnyttelse. Gjennom intervjuundersøkelsen ble det samlet inn informasjon om eksisterende samarbeidsformer som vedrører instrumentutnyttelse. Samarbeidsformene kan grovt deles i fire typer:

- forskningssamarbeid,
- servicepreget utførelse av instrumentbaserte analyser,
- felles utstyr for flere avdelinger/institutter,
- lån av utstyr.

I tillegg til dette kommer nasjonale og internasjonale laboratorier som vil bli behandlet i egne avsnitt.

##### 5.1.4.1. Den tradisjonelle bruksform

Den forsker/forskningsgruppe som bevilges penger til innkjøp av en utstyrsenhet, har lett for å etablere et eierforhold til utstyret. Dette har både negative og positive virkninger på utstyrssituasjonen.

Den positive virkning er at den som føler at han/hun eier utstyret, ofte tar bedre vare på det enn den som ikke betrakter utstyret som sitt eget. Den dominerende negative virkning er en reduksjon (i noen tilfeller drastisk) i utnyttelsesgrad. I et forskningsmiljø som midt i 1970-årene fikk store nybyggsbevilgninger ble utstyrssituasjonen karakterisert slik:

P.g.a. nybyggsbevilgningene er vi relativt bra utstyrt sett under ett. Men vi har ett alvorlig utstyrsproblem! Det har å gjøre med instrumentutnyttelse. De enkelte forskere/forskningsgrupper har et sterkt eierforhold til deler av instrumentparken. Vi opplever alt for ofte stengte dører m.h.t. utstyr.

Som en mulig medvirkende årsak til de "stengte dører", pekte man i det samme intervjuet på problemer med å skaffe tilstrekkelige driftsmidler til service og vedlikehold. "Eieren" av utstyret kan ikke akseptere at hans gruppe skal belastes med serviceutgifter dersom utstyr går i stykker når andre låner det.

#### 5.1.4.2 Forskningssamarbeid

Denne form for samarbeid foregår mellom likeverdige forskningsgrupper som publiserer sine resultater sammen. Hver for seg har gruppene kanskje bare tilgang til deler av den instrumentpark som er nødvendig for å drive avansert forskning innen fagdisiplinen, men de kompletterer hverandre. Følgende utsagn fra et medisinsk forskningsmiljø gir en god karakteristikk av betydningen på utstyrssiden av denne type samarbeid:

Tilgang til denne type avansert utstyr er av avgjørende betydning for kvaliteten av vår forskning. I omfang er behovet begrenset. Dersom vi ikke hadde samarbeidet med andre, måtte vi ha skaffet utstyr selv eller gitt opp denne forskningen.

Denne type samarbeid forekommer i mange miljøer og gir selvfølgelig faglige gevinster langt utover det at den bidrar til en bedret instrumentutnyttelse.

#### 5.1.4.3 Servicepreget analysehjelp

Det viser seg vesentlig mer problematisk å få utført eksperimenter hos andre dersom man ikke har etablert et forskningssamarbeid. I en god del tilfeller vil den "hjelp" man trenger være av en slik karakter at det ikke er naturlig med denne type samarbeid. På direkte spørsmål svarer man i de fleste miljøer at man er/vil være vesentlig mer tilbakeholdne med å stille utstyr og kompetanse til rådighet som ren servicehjelp, enn i et forskningssamarbeid.

#### 5.1.4.4 Felles laboratorier

I intervjurunden ble det observert en del eksempler på instrumentdeling mellom forskningsgrupper. Disse kan klassifiseres i tre grupper:

Deling av basisutrustning forekommer mellom institutter/avdelinger som har beslektede analysemetoder som basis for (deler av) sin forskning (f.eks. kjemisk og biokjemisk analyseutstyr for prekliniske medisinske institutter/avdelinger). De erfaringer man har høstet med slike ordninger, kan kort oppsummeres:

- Man kan kjøpe utstyr som det ville være vanskelig å finansiere for et enkelt institutt.
- Man får tilgang til en bredere sammensatt instrumentpark enn om man sto alene.
- Det kan oppstå prioriteringsproblemer når flere vil bruke utstyret samtidig.
- Det kan være vanskelig å avgjøre hvem som skal ha ansvar for service og vedlikehold. Dermed oppstår også i en del tilfeller problemer med å holde utstyret i tilfredsstillende god stand.

Deling av spesielle instrumenter foregår ved at instrumentet er plassert i et institutt som ofte står som hovedbruker. Andre institutter/avdelinger har vært med på finansieringen av utstyret, mot å få bruke det når de trenger det.

I andre tilfeller har man organisert utnyttelse og utgiftsfordeling i klare avtaler. Denne type samarbeid dreier seg nesten alltid om avansert, kostbart utstyr. Under utredningsarbeidet er vi f.eks. blitt kjent med felles bruk av gasskromatograf- massespektrometer, rene massespektrometre og transmisjons/scanning elektronmikroskoper. I de fleste tilfeller har forskningsrådene (NAVF, NTNF) deltatt i finansieringen.

#### Felles laboratorier med tungt utstyr

Det er etablert noen få laboratorier med avansert, kostbar instrumentering som skal betjene flere forskningsmiljøer. Intervjurunden omfattet ikke noe slikt laboratorium.

#### 5.1.4.5. Lån av utstyr

Lån av utstyr foregår på to prinsipielt forskjellige måter:

Lån ved forflytting av utstyr har en viss utbredelse. Dette kan skje gjennom uformelle kanaler (man kjenner noen som har utstyr), eller det skjer i formelle former fra eller via NAVFs Instrumenttjeneste (NAVF-It).

Lån ved "forflytting av bruker" skjer ved at forskeren reiser til det sted den egnede instrumentering befinner seg. Der må han selv foreta sine analyser. Også denne form for utlån kommer i stand via "privat initiativ" eller NAVF-It.

#### 5.1.4.6. NAVF's Instrumenttjeneste (NAVF - It)

NAVF-It har i mer enn tjue år lånt ut utstyr til og formidlet utstyr mellom norske forskere. Instrumenttjenesten har egen årsberetning.

De fleste forskere vet at instrumenttjenesten finnes, men de har tildels mangelfulle kunnskaper om hva tjenesten kan yte. I våre intervjuer ved universitetene i Oslo og Bergen kom det fram at det var uheldig at tjenesten var plassert utenfor universitetet. I Trondheim er instrumenttjenesten nærmere knyttet til universitetsmiljøet. I to intervjuer i Bergen kom det fram forslag til universitetsavdelinger som kunne yte instrument-tjenester for NAVFs regning.

Instrumenttjenesten er rettet mot, og blir mest benyttet av, miljøer som er mindre ressurssterke mht. utstyr og utstyrskompetanse. Tabell 18 viser at de tradisjonelt utstyrsintensive fagfeltene fysikk og kjemi benytter instrumenttjenesten i liten grad. Begrepet arbeidsomkostninger omfatter NAVF-It's utgifter i forbindelse med tjenester som er utført. Hele virksomheten ved NAVF-It er forøvrig under vurdering av et utvalg oppnevnt av NAVF's styre.

Tabell 18. Fordeling av arbeidsomkostninger ved NAVF-It.

Fagfelt	%
Fysikk-kjemi	5
Annen naturvitenskap	42
Medisin	25
Samfunnsforskning	17
Humanistiske fag	11
Total	100

Kilde: NAVF's Instrumenttjeneste. Sekretariatet.

NAVF-It's formål er å bidra til en bedre utnyttelse av utstyrsressursene i de eksperimentelle forskningsmiljøer (begrenset til NAVF's ansvarsområde). Dette krever innsats på flere områder. Et viktig aspekt er å tilstrebe en økning i den direkte bruk av utstyrsparken. Dette bidrar instrumenttjenesten til gjennom sine utlåns- og formidlingsaktiviteter. Et annet og minst like viktig aspekt er å bidra til oppbygging av instrumenteringskompetanse i forskningsmiljøene. I de regioner der instrumenttjenesten er plassert utenfor de store brukermiljøene, synes det å være en utbredt oppfatning at kompetanseoppbygging i forskningsmiljøene ikke blir tilstrekkelig ivaretatt. En gjennomgang av instrumenttjenesten bør derfor også omfatte en vurdering av nåværende organisasjonsform.

#### 5.1.4.7. Nasjonale laboratorier/utstyrsenheter (NLU)

Rådet for naturvitenskapelig forskning (RNF) har vedtatt å opprette såkalte nasjonale laboratorier. En ønsker ved NLU-tiltak å styrke forskningsområder som har spesielt behov for kostbart og avansert utstyr. Dette gjelder utstyr av en slik størrelsesorden (over 2-4 mill. kroner) at det er meget vanskelig for institusjonene å finansiere det over grunnbudsjettene. NLU plasseres i et egnet vertsmiljø med adgang for forskere fra hele landet. Forskningsrådet gir også økonomisk støtte (10-15 prosent av utstyrsinvesteringen pr. år) til bruk av utstyret.

Hittil har nasjonale laboratorier blitt opprettet innenfor områdene:

1. Høyfelt NMR (Nuclear Magnetic Resonance)  
 Dette er utstyr som tillater nye typer molekylstrukturbestemmelser.
2. Geologisk massespektrometri (for datering og analyseformål innenfor geologi).

Det er videre vedtatt å opprette NLU på følgende områder:

1. Billedprosessering
2. ESCA (Overflateanalyse)

Kostnadsrammene for hver av de NLU'er som til nå er planlagt og/eller opprettet, er i størrelsesorden 3-5 mill. kroner.

Behovet for satsing på nasjonalt nivå kom fram under noen av intervjuene. Inntrykket var allikevel det at forskerne ofte har så påtrengende og akutte utstyrsproblemer i sitt nærmiljø at dette skygger for eventuelle behov for nye og forskningsmessig interessante tiltak på nasjonalt nivå.

Nedenfor er de "forslag" om nasjonale tiltak som er kommet fram under intervjuene satt opp. Opplistingen er ikke ment å være komplett. Det er sannsynlig at flere og muligens også mer interessante alternativer kan trekkes fram. Men antall forslag synes å fortelle at ideen om nasjonale initiativer på utstyrssiden er akseptert. Det er å forvente at nye behov vil utkrystallisere seg.

- laboratorium for arktisk biologi
- laboratorium for medisinsk rettet NMR-forskning
- kalibreringslaboratorium (nordisk?) for oseanografisk utstyr
- nasjonalt rederi for forskningsfartøyene
- laboratorium for atmosfære- og strålingsbalansestudier (plassering på Svalbard)
- medisinsk laboratorium for positron-emittere
- laboratorium for høyt trykk/høy temperatur-undersøkelser innen petrologi og mineralogi.



- laboratorium for proteinstruktur-analyse
- laboratorium for elektrondiffraksjon

De to siste forslagene på listen har vært vurdert av RNF, uten at rådet har foreslått at noen laboratorier innen disse områder skal gis status som NLU. Det er vanskelig å estimere hva det ville koste å virkeliggjøre forslagene ovenfor, men den gir grunnlag for å si at norsk forskning kan ha behov for NLU-satsinger på mer enn 10-15 mill. kroner i de nærmeste årene.

I enkelte brukermiljøer framkom synspunkter m.h.t. en bedre utnyttelse av de etablerte miljøer:

1. NMR. Ved tre av universitetene (Oslo, Bergen og Trondheim) har man nå avansert NMR-utstyr fra samme leverandør. Man bør vurdere muligheten for en sammenkobling av anleggenes dataenheter for overføring av måledata. Brukere andre steder kunne da arbeide tilnærmet interaktivt med assistanse fra operatøren ved NLU-enhetene.
2. Geologisk massespektrometri. Den kapasitetsbegrensende faktor er her prøvepreparering. Det bør vurderes investering i prøveprepareringsanlegg også andre steder enn der utstyrsenhetene er plassert. Et prøveprepareringsanlegg koster 10-20 % av hva hovedinstrumentet koster.

#### 5.1.4.8 Internasjonale laboratorier og programmer

På samme måte som for NLU-behovene kan det virke som om problemene i nærmiljøet tenderer til å trekke forskernes oppmerksomhet bort fra de muligheter internasjonale laboratorier og programmer gir for tilgang til særlig kostbart og avansert utstyr.

En rekke norske forskere er avhengige av tilgang til utstyr i absolutt verdensklasse for sin forskning. Et eksempel er CERN-relatert forskning. Norske fysikere og kjemikere deltar i avansert forskning i CERN-samarbeidet. Men denne virksomhet er helt avhengig av at CERN's eksperimentelle virksomhet befinner seg i forskningsfronten. Den norske kontingenten til CERN kan derfor sies å gi tilgang til meget spesielt utstyr.

Den foreliggende utredning gir ikke grunnlag for i tilstrekkelig grad kvantitativt å belyse denne siden av utstyrssituasjonen. Imidlertid er det flere felter som peker seg ut i denne forbindelse utenom CERN:

- LEST Large European Solar Telescope
- EMBL European Molecular Biology Laboratory (Heidelberg)
- ESA European Space Agency
- Oseanografisk forskning
- ESRF European Synchrotron Radiation Facility

Som en form for konklusjon på dette kan vi konstatere at:

- norske forskere på en rekke felter har behov for tilgang til utstyr ved internasjonale sentra.
- betaling av kontingenter til internasjonale organisasjoner ofte er en forutsetning for å få tilgang til slikt utstyr.
- det ventes økende forsker-interesse for å utnytte internasjonale laboratorier.
- kontingentene er så høye at de vanskelig kan dekkes av en enkelt institusjon.

Norge har deltatt i flere internasjonale forskningsprogrammer. Slik deltagelse har økonomiske konsekvenser. På personal-, drifts- eller utstyrssiden. Som eksempel nevner vi "Dynamics and evolution of the Lithosphere. A project for the coming decade" (1984-1994). K. S. Heier m.fl. har fremlagt behov for utstyr til 20-30 mill. kroner dersom Norge skal kunne delta fullt ut i programmet (ref. no. 15).

#### 5.1.5 Forskernes opplevelse av utstyrssituasjonen

##### 5.1.5.1 Universitetet i Oslo

Til sammen 16 miljøer ble intervjuet ved Universitetet i Oslo; to steder var man tilfreds med utstyrssituasjonen. I det ene miljøet hadde man likevel visse forbehold; i øyeblikket hadde det en overvekt av eldre forskere som var lite rettet mot de muligheter nyere instrumentering gir. I det andre miljøet hadde man i løpet av de siste 4-5 år kunnet bruke ca. 5 mill. kroner til utstyr fra bevilgninger over post 45.2. Likevel var man alvorlig bekymret for fremtiden,

og var meget usikker på om man kunne opprettholde den høye standard. Ressurstilgangen til andre miljøer ga ikke grunnlag for optimisme.

I de øvrige miljøer, både medisinske og naturvitenskapelige, ble det fremholdt at en vanskelig utstyrssituasjon i tildels sterk grad bestemmer på hvilke felter man kan drive forskning:

Uansett må norsk forskning (pga. miljøenes begrensede størrelse) finne nisjer innen de ulike fag der man kan drive forskning. Men man har ikke "fritt valg". Vi må finne oss de få områder der kravene til utstyr fremdeles er beskjedne.

-----

For ikke å bli refusert i de internasjonalt anerkjente tidsskrifter må vi innskrenke våre forskningsaktiviteter til områder der vår gamle apparatur fremdeles blir vurdert som akseptabel dataproducent.

-----

Tidligere (da kravene til instrumentering var mer beskjedne) var vi internasjonalt anerkjent på flere områder av vårt fag. Nå blir vi stadig akterutseilt fordi vi ikke har mulighet for å ta i bruk nye metoder basert på ny instrumentering.

-----

På noen felter henger vi med fremdeles, men de nisjene vi befinner oss i blir stadig trangere. Den raske teknologiske utvikling trenger inn på stadig større deler av vårt fag, og vi har liten mulighet for å anskaffe den nye utrustningen som trenges.

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet ved Universitetet i Oslo gir følgende beskrivelse av utstyrssituasjonen i sitt budsjettforslag for 1983:

Utviklingen på utstyrssektoren innen eksperimentell naturvitenskap er rivende og går i retning av dyrere og mer avansert utstyr. Dette er en utvikling som fakultetet ikke har herredømme over, og for så vidt heller ikke beklager så sant våre vitenskapelige forskningsmiljøer har muligheter til å dra nytte av de forskningsmessige fordeler denne utviklingen medfører. For fakultetet er det nå maktpåliggende "å komme på høyden" når det gjelder vitenskapelig utstyr i motsetning til den nåværende situasjonen som karakteriseres ved at en "holder det gående" med umoderne utstyr.

#### 5.1.5.2. Universitetet i Bergen

I Bergen ble det foretatt intervjuer ved sju institutter/avdelinger. Også her opplevde man den karakteristiske utstyrssyklus som er relatert til tidspunkt for nybyggsbevilgninger (se underkapittel 5.2.).

Man har satt i verk egne utskiftningsprogrammer for de miljøer som fikk sine nybyggsbevilgninger først. Men selv med slike programmer er ressurstilgangen så knapp at utskiftingstiden blir 20-25 år. Det er også visse problemer i forbindelse med tolkningen av utskiftningsbegrepet:

På grunn av den raske utviklingen innen vitenskapelig instrumentering kan vi ikke foreta en direkte enhet for enhet utskifting av utstyrsparken. Det vi må foreta er en fornyelse ut fra de behovene vi har i dag og de muligheter moderne instrumentering gir.

Realfagsbygget fikk i perioden 1975-81 nærmere 50 mill. 1982-kroner over post 45.2 (utstyr til nybygg). Likevel imøteser instrumentbrukerne alvorlige problemer:

Nybyggsbevilgningene har betydd enormt mye for oss, men nå er vi i bevilgningskarantene. Der har vi vært i tre-fire år og vil fortsette å være der til 1985. Dermed mister vi en instrumentgenerasjon. Det blir diskontinuiteter i instrumentparken. Vi må se i øynene at om fem år sitter vi med en gammel instrumentpark der alt utstyret er like gammelt. Når den tid kommer blir det spørsmål om vi skal finne fram til "second hand" erstatningsutstyr for å holde bredden, eller om vi skal satse avansert på et mindre område.

I et annet miljø der det har gått lengre tid siden det ble gitt nybyggsbevilgninger, trekker man fram problemet med å få service på gammelt utstyr:

Mye av utstyret vi har, er så gammelt at vi har fått lister fra flere leverandører over de av utstyrsenhetene som det ikke lenger gis service på etter 1982, 1983 og 1984.

I flere miljøer var man opptatt av at kombinasjonen store utstyrsenheter og lav fornyelsestakt kunne virke meget konserverende på valg av forskningsaktiviteter. I ett av miljøene pekte man spesielt på hvordan utstyrssituasjonen virket inn på muligheten for å opprettholde et utadrettet, samarbeidsorientert forskningsmiljø:

Vi hadde tidligere påtrykk utenfra fra folk som ønsket å komme med i våre forskningsgrupper. Med den utstyrssituasjon vi har i dag, kan vi ikke lenger oppmuntre til dette.

Det ble noen steder gitt mer uformelle beskrivelser av utstyrssituasjonen:

Vi har lenge hatt livbelte på og strevet og kavet for å holde oss flytende. Dette preger oss, og det er alvorlig. Det er for så vidt ikke bare usunt for det inspirerer oss til nye løsninger og til å bruke hodet. Men vi ender dessverre opp med å bruke alt for mye fantasi på å overleve i stedet for å bruke den på forskningsoppgavene.

#### 5.1.5.3. Universitetet i Tromsø

Ved Universitetet i Tromsø ble det gjennomført intervjuer i sju miljøer. Alle miljøene, med unntak av Institutt for klinisk medisin (IKM), har fått nybyggsbevilgninger etter at universitetet ble opprettet. De første utstyrsinnkjøp av betydning ble foretatt i 1971.

Ved IKM er det foreløpig ikke mange grupper som har forskningsaktiviteter av særlig omfang. Men de som har det, merker godt at man ikke har hatt noen nybyggsbevilgning til oppbygging av instrumentparken. Ytterligere økning av aktivitetene er vanskelig.

Det faktum at Universitetet i Tromsø til nå har vært i en oppbyggingsfase, preger de andre miljøenes opplevelse av utstyrssituasjonen. Vi skal referere noen ganske få uttalelser:

Vi har det egentlig bra. Vi har stort sett ikke hatt problemer med å få det vi vil ha. Utstyrstilgangen har ikke vært begrensende for vår forskning. Har vi virkelig hatt et presserende behov som er slik at ting vil stoppe opp dersom vi ikke får det, så klarer vi å skaffe det, om ikke akkurat på dagen, så iallefall i løpet av rimelig tid.

-----

Det ser lyst ut akkurat nå. Vi får stort sett drive med den forskningen vi vil.

-----

Vi fikk vår nybyggsbevilgning i 1974-75. Vi er kanskje for blåøyde nå. Vi har tenkt lite over hva som vil skje når instrumentparken blir gammel og behovene for utskiftninger og fornyelser melder seg for alvor.

Det kan komme malurt i gledens beger.

#### 5.1.5.4. Universitetet i Trondheim

Ved Universitetet i Trondheim ble det gjennomført intervjuer ved 13 avdelinger/institutter.

Ved Regionsykehuset og ved Norges Lærerhøgskole er miljøene preget av at de aldri har mottatt store nybyggsbevilgninger. Vi siterer et hjertesukk:

Denne delen av Universitetet i Trondheim er nok opprettet, men den er aldri blitt oppbygget. Man har vedtatt at det skal drives eksperimentell forskning her, men satt på spissen er det alt man har gjort.

Følgende situasjonsbeskrivelse fra en nyutnevnt professor understøtter hjertesukket:

Da jeg kom hit, sto følgende utstyr til disposisjon for forskningslaboratoriet: En sentrifuge uten rotor, ett rystebad og en gasskromatograf uten kolonne. Dette har ingenting med et forskningslaboratorium å gjøre!

Noen miljøer opplever at de får begrenset sine muligheter til deltakelse i internasjonale prosjekter:

Vi har blitt anmodet om å delta i viktige internasjonale prosjekter, men vi må takke nei fordi vi ikke har mulighet til å få gjennomført et stort antall kjemiske analyser som prosjektet krever.

De miljøer som er kommet igang med eksperimentelt arbeid etter at ressursknappheten begynte å gjøre seg gjeldende, har alvorlige problemer med å bygge opp sin basisutrustning:

Da vi startet opp vår eksperimentelle virksomhet i 1976, valgte vi å satse på forskningsområder der det er mulig å drive relativt billig forskning. Men vi har hele tiden hatt problemer med tildeling av midler, bl.a. til utstyr. NAVF har for oss vært en helt nødvendig kilde. Men forskningsrådet gir bare støtte til prosjekter. Vi har derfor ikke maktet å bygge opp basisinstrumenteringen. Vi jobber på et minimumsnivå og kan ikke gjøre de vitenskapelig sett mest verdifulle eksperimenter.

Ved den del av NTH man kom i kontakt med gjennom intervjuene, ligner situasjonen mer på den man har i Bergen og Oslo. Instituttene her har mottatt nybyggsbevilgninger på et eller annet tidspunkt.

I flere av NTH intervjuene ble det pekt på "fattigmannsfenomener" i norsk forskning:

Følgende er karakteristisk for forholdene i Norge: Et vibrasjonsfritt bord koster ca. 100 000 kr. Dette er for oss et virkelig økonomisk løft. I utenlandske laboratorier er dette en selvfølgelig del av grunnutrustningen som man ikke må be spesielt om å få til et optisk forskningslaboratorium. Man ville der kjøpe inn slike ting før man i det hele tatt begynte å tenke på hva slags optisk forskning man ville drive. I tillegg ville man kjøpe inn en del lasere som grunnutrustning. Når dette var gjort, ville man sette seg ned og finne ut det spesifikke utstyret man trengte til akkurat den forskningen man ville drive.

De institutter som ble intervjuet ved NTH regnes som relativt sterkt grunnforskningsorienterte. I denne sammenheng pekte man på at det var vanskelig å bli "akseptert av NAVF" som grunnforskningsmiljøer. Samtidig føler man at den forskning som drives blir vurdert som å ligge utenfor NTNFS' ansvarsområde.

#### 5.1.6. Finansieringsmuligheter

Finansiering av vitenskapelig utstyr skjer i hovedsak via institusjonenes grunnbudsjett, forskningsrådene, private fonds og gaver fra næringslivet.

Institusjonenes grunnbudsjetter må vurderes som hovedfinansieringskilde. Sett under ett kommer ca. 80 % av utstyrsmidlene fra denne kilde (se

kap. 3.9.1.)). I grunnbudsjettet kanaliseres utstyrsmidlene gjennom post 45.1 "Vitenskapelig utstyr, læremidler, transportmidler" og post 45.2 "Utstyr til nybygg". Noe utstyr kjøpes også inn via post 21.4 "Driftsutgifter for institutter, avdelinger og biblioteker". Dette gjelder utelukkende utstyrsenheter som koster mindre enn 30 000 kroner.

Forutsatt godkjenning fra Stortinget kan institusjonene overføre midler mellom post 45 og andre utgiftsposter. Dette forekommer sjelden, og de gangene det har vært aktuelt, har det dreiet seg om overføringer fra post 45 til andre poster.

Midler over post 45 er overførbare i inntil to år etter bevilgning er gitt. Dette bedrer muligheten for finansiering av kostbart utstyr over grunnbudsjettet. For de fleste institutter/avdelinger er det likevel meget sjelden at utstyrsenheter som koster mer enn 0,5 mill. kroner blir fullfinansiert over grunnbudsjettet.

Institusjonene er i prinsippet avskåret fra å inngå avtaler i sammenheng med utstyrskjøp som binder midler utover det som er til rådighet i det øyeblikk avtale inngås. Det må foreligge full finansieringsplan og minimum bestillingsfullmakt fra Stortinget før avtale om kjøp, leie eller leasing kan inngås.

NAVF gjør i sine bevilgninger utstrakt bruk av delfinansiering: Man bevilger penger til en delvis dekning av utstyrets innkjøpspris. Man forutsetter at søkeren kan skaffe til veie de resterende midler fra andre kilder.

Forskningsmiljøenes vurdering av denne praksis varierer fra positiv i de tilfeller resten av finansieringen har vært klar på forhånd, til meget negativ i tilfeller der andre finansieringskilder ikke har vært tilgjengelige. En del forskere pekte under intervjuene på at "delfinansieringsfenomenet" hadde påført dem atskillig merarbeid.

I NTNf blir det sagt at man er på vei bort fra praksisen med delfinansiering.



Den svenske Forskningsrådnämnden peker på delfinansieringsproblemet i oppsummering av erfaringene med det svenske finansieringsprogrammet for kostbart vitenskapelig utstyr (omtalt i underkapittel 4.6.1).

Man skriver:

Samfinansiering av ett enskilt objekt kan i många fall leda til problem i onödan och en ansökan bör därför alltid avse hela kostnaden för den sökta utrustningen.

Kilde: Dyrbar vetenskaplig utrustning (ref. no. 16)

Prisstigning i tiden fra søknad sendes til bevilgning gis er et stadig tilbakevendende problem. Verken institusjonene eller forskningsrådene ser ut til å ha rutiner som i tilstrekkelig grad kan møte dette. For kostbare utstyrsenheter kan spesielt variasjoner i valutemarkedet gi prisendringer på flere hundre tusen kroner i løpet av den tid det tar å sikre finansieringen. Både forskere og søknadsbehandlere kunne spares for mye arbeid dersom man øremerket en viss del av utstyrsbevilgningene til dekning av slike prisøkninger.

## 5.2. Løpende bevilgninger og nybyggsbevilgninger

Norske universiteters hovedkilde for midler til utstyrsanskaffelser har til nå vært deres eget grunnbudsjett. Utstyrsmidlene blir kanalisert gjennom post 45. Post 45.1 er den faste ressurstilgang for utstyr. Over post 45.2 gis midler øremerket til utstyr i nybygg. Det er dette man i utstyrssammenheng ofte kaller nybyggsbevilgninger. Fordi bygningers brukstid er vesentlig lengre enn utstyrets effektive eller operative brukstid, vil det i regelen gå meget lang tid mellom hver gang et institutt får nyte godt av større nybyggsbevilgninger. Bevilgninger over post 45.2 må for det enkelte institutt betraktes som et engangsfenomen. (Det kan trekkes frem spesielle unntak også fra denne regel.)

Bevilgningene over post 45.1 fordeles i regelen mellom fakulteter og institutter/avdelinger etter etablerte fordelingsnøkler. I en del tilfeller tas avgjørelser sentralt i institusjonene om bevilgninger til

spesielle formål, f.eks. egne utskiftningsprogrammer ved Universitetet i Bergen. Andre eksempler er syklotronen og nytt forskningsfartøy ved Universitetet i Oslo.

Post 45.1 - midler har, så vidt man har kunnet bringe i erfaring, aldri vært brukt til å gi et bestemt institutt (eller en gruppe institutter) en grundig opprustning på utstyrssiden. I alle fall i de siste 15-20 år har omfattende utstyrsmessig opprustning i norsk forskning alltid vært knyttet til oppføring av og innflytting i nye bygninger. Vedtak om hvilke institutter som skal få plass i nye bygninger, er sjelden basert på dyptpløyende forskningspolitiske vurderinger.

Institutter som flytter inn i nye lokaler, blir altså i stand til å foreta en som oftest omfattende, utstyrsmessig opprustning. Dette skjer i løpet av noen ganske få år (to-fire). Når post 45.2-midlene er brukt opp, er det vanlig praksis at man nærmest kommer i bevilgningskarantene i opptil sju-åtte år mht. post 45.1-midler (jfr. underkapittel 5.1.5.2.). Med den nåværende utviklingstakt for vitenskapelig utstyr svarer dette til en hel instrumentgenerasjon. Utstyrsopprustningen i sammenheng med nybyggsbevilgningen er kanskje så gjennomgripende at man etter de første seks-sju år år sitter med en instrumentpark der så godt som alt utstyret like gammelt. Når man igjen får bevilgninger over post 45.1, er disse i regelen langt fra store nok til å gi en rimelig utskiftningsstid for instrumentparken. Ca. 10 år etter nybyggsbevilgningen begynner man å få alvorlige problemer med hensyn til service og vedlikehold av deler av instrumentparken. Etter ytterligere noe tid kan man komme opp i en kriselignende situasjon.

Beskrivelsen ovenfor indikerer en "utstyrssyklus". De ulike stadier kan observeres i store deler av det norske universitetssystem. Denne utstyrssyklus synes å være karakteristisk for alle forskningsmiljøer som har fått nybyggsbevilgninger. Ved universitetene i Bergen og Oslo, og ved den del av NTH som var med i intervjuundersøkelsen, er denne beskrivelse gyldig. Hvilket stadium det enkelte institutt er i, avhenger av hvor lang tid det er siden man fikk nybyggsbevilgninger. Ved Universitetet i Tromsø har man enda ikke kommet til det siste stadiet. Ved Avd. for medisin og Avd. for realfag i Trondheim har man aldri fått nybyggsbevilgninger.

Resultatene som er presentert tidligere i dette kapitlet, er i stor grad makro-tall. De forteller en del om hver enkelt institusjon, sett under ett. Det ble vist noen få eksempler på variasjoner internt i institusjonene.

Vi skal foreta en analyse av budsjettallene for post 45.1 og 45.2 som frembringer noe mer informasjon om de "indre forhold". I denne sammenheng vil fornyelse si investeringer for å opprettholde nivået på den operative instrumentpark. Tabell 19 viser resultatene av denne analyse utført for universitetene i Bergen, Oslo og Trondheim. Analysen omfatter bare bevilgningene over universitetenes grunnbudsjetter.

Pr. 1. januar 1983 kan det settes opp et "regnestykke" som viser fornyelsesoverskudd/-underskudd i perioden 1973-1982.

Bevilgninger post 45.1 (1973-82)  
 - Operativ instrumentpark 1.1.1973 (bevilgninger 1963-72)  
 - Nedskrivning av post 45.2-bevilgninger i tiden 1973-82  
 = Fornyesoverskudd/-underskudd

---

Følgende resonnement, som er en forenkling av de faktiske forhold, ligger til grunn for regnestykket: Pr. 1.1.1973 er situasjonen den at fornyelse av den operative instrumentpark må skje ved hjelp av bevilgninger over post 45.1. Fremtidige nybyggsbevilgninger over post 45.2 brukes ikke til fornyelse men til en videre oppbygging av instrumentparken. Bevilgningene til vitenskapelig utstyr over post 45.1 bør også brukes til fornyelse av tilveksten ettersom tiden går (kompensere for nedskrivning).

Tabell 19 Analyse av fornyelsesoverskudd/-underskudd ved universitetene i Bergen, Oslo og Trondheim. Gjelder bare bevilgninger over grunnbudsjettet. Beløp i mill. 1982-kroner.

Universitetet i:	Universitetet i			Sum
	Bergen	Oslo	Trondheim	
Bevilgninger post 45:1 i perioden 1973-82	61	130	115	
- Operativ instr.park pr. 1.1.1973	-86	-210	-150	
- Nedskrivning av bevilgninger over post 45:2 i perioden 1973-82	-26,5	-26,5	-25,5	
= Fornyelsesunderskudd	-51,5	-106,5	-60,5	- 218,5

Samlet fornyelsesunderskudd ca. 218 mill. 1982 kr.

For universitetet i Tromsø er det ikke mulig å utføre en slik analyse fordi de første utstysrbevilgninger ble gitt i 1971. Avd. for medisin og Avd. for realfag ved Universitetet i Trondheim har også for kort historie til å komme med i denne beregningsanalysen. Trondheim-tallene gjelder derfor kun NTH.

Underskuddet ved Universitetet i Bergen er mest iøynefallende. I underkapitlene 5.1.1. og 5.1.2. fremgår det at operativ instrumentpark har økt betydelig i 10-års perioden. Gjennomsnittsalder er relativt lav og nedskrivningsfaktor høy. Likevel foreligger det et fornyelsesunderskudd på drøyt 50 mill. 1982-kroner. Dette svarer til ca. seks ganger den bevilgning universitetet fikk til vitenskapelig utstyr over post 45.1 i 1982. For universitetene i Oslo og Trondheim tilsvarer underskuddet henholdsvis sju og fire ganger bevilgningene i 1982.

Går man lenger ned i institusjonsstrukturen, blir det enda tydeligere at bevilgningene over post 45.1 ikke gir en rimelig fornyelsestakt. Dette kan demonstreres ved et par eksempler.

Eksempel a)

Universitetet i Bergen: I 1967-68 ble det bevilget 14,8 mill. 1982-kroner til utstyr i form av nybyggsbevilgninger til noen få institutter ved Det medisinske fakultet. Ti år senere, da man kunne forvente en fornyelse, ble det over post 45.1 i årene 1977-1981 til hele fakultetet bevilget ca. seks mill. 1982-kroner.

Eksempel b):

Universitetet i Oslo, Kjemisk institutt. I perioden 1968-72 ble det investert ca. 30 mill. 1982-kroner i utstyr ved nybyggsbevilgninger. I perioden 1977-82 har de årlige tildelinger over post 45.1 vært 0,7-0,9 mill. kroner. Med dette bevilgningsnivå vil en fornye av nybyggsinvesteringen over grunnbudsjettet ta mer enn 30 år.

Den etablerte praksis med bruk av store bevilgninger over post 45.2 har utvilsomt gitt mange forskningsmiljøer mulighet for å etablere et høyt utstyrsnivå på et gitt tidspunkt. Men denne bevilgningspraksis har også en del uheldige sider:

- Ved bruk av store bevilgninger over kort tid oppnår man en kunstig høy standard. Nesten alt man har er nytt.
- Instrumentparkens alderssammensetning blir uheldig, alt utstyret blir med tiden like gammelt.
- En del innkjøp av utstyr kan få preg av "hastverk" i det bevilgningene skal brukes innen visse tidsfrister.
- Man "mister" den instrumentutvikling som kommer i de første fem-åtte årene etter nybyggsbevilgningen er brukt opp.
- De ordinære utstyrsbevilgninger blir for små til at miljøer som ikke får nybyggsbevilgninger, kan gis en brukbar utstyrsopprustning.
- Når bevilgningene gis i løpet av et par år, kommer også fornyelses-/utskiftningsbehovene konsentrert.

### 5.3. Utstyrstilgang - en av flere betingelser for forskning

Ved NAVF's utredningsinstitutt ble det nylig gjennomført en større empirisk undersøkelse av forskningsvilkårene ved våre fire universiteter. Samtlige vitenskapelige ansatte ble gjennom et spørreskjema presentert for 12 opplistede vilkår for å drive forskning, og spurt om hvor lett/vanskelig de fant sin arbeidssituasjon med hensyn til disse vilkårene.

Resultatene fra undersøkelsen er av interesse for den foreliggende behovsutredning. (Et utvalg resultater og hele spørreskjemaet er gjengitt i vedlegg 4.) Av størst interesse er kanskje det forhold at behovet for vitenskapelig utstyr innen de eksperimentelle fag ikke peker seg ut som spesielt problematisk. En rekke andre forhold blir også avdekket som tyngende, bl.a. administrativ belastning.

Flere viktige sider ved den foreliggende utredningen og ved universitetsprosjektet gjør at resultatene ikke uten videre er sammenlignbare. Resultatene fra universitetsundersøkelsen innebærer således ikke en svekkelse av de behovsanslagene som vi er kommet fram til mht. vitenskapelig utstyr. Imidlertid kaster resultatene fra prosjektet lys over det forhold at vilkårsproblemer for norsk eksperimentell forskning er mangeartede og sammensatte.

En felles slutning som kan trekkes fra universitetsprosjektet og resultatene av denne utredningen, er at oppgradering og utvidelse av utstyrspakten ikke alene vil løse alle vilkårsproblemer for norsk eksperimentalforskning. Forbedring av utstyrsparken vil utvilsomt øke mulighetene for å drive mer avansert forskning. I lys av resultatene fra universitetsprosjektet vil dette likevel ikke nødvendigvis innebære at forskningsvirksomheten automatisk får full "uttelling" fra utstysforbedringene. Også andre forhold må justeres for at gevinsten fra bedre utstyrspark skal bli tilnærmet optimal.

## 6. TEKNISK PERSONALE OG DRIFTSMIDLER

Skal man oppnå en optimal bruk av vitenskapelig utstyr, er det viktig å ha knyttet tilstrekkelig teknisk kompetanse til instrumentparken. Det er tre områder der kompetansekravet er framtrødende. Disse er: instrumentbruk, service/vedlikehold og videreutvikling/nykonstruksjon.

Skal man bruke utstyr rasjonelt, må man ha midler til daglig drift av utstyret, kjøp av service/vedlikehold og evt. kjøp av videreutviklings-/nykonstruksjons-kompetanse. Driftsmidler blir også til en viss grad brukt til å kjøpe utstyr.

### 6.1. Teknisk personale

Ikke alle de miljøer som ble oppsøkt i intervjuundersøkelsen, hadde tidligere vurdert teknisk personale som en del av utstyrssituasjonen. Alle de funksjoner dette personale kan ha, er ikke like aktuelle for alle miljøer. Mange forskere har aldri hatt tilgang til eget personale til service/vedlikehold, eller til videreutvikling/nykonstruksjon av utstyr. En del forskere vet derfor lite om hvilke muligheter tilgang på slike ressurser gir. Disse forhold har vært med på å redusere responsen i intervjuundersøkelsen.

#### 6.1.1. Det tekniske personalets oppgaver

##### Operatør

Det var denne funksjon man hadde vanskeligst for å betrakte som del av utstyrssituasjonen. For å oppnå forsvarlig drift av store utstyrsenheter er man oftest avhengig av at én person er fast knyttet til instrumentet. Vedkommende har ansvar for at utstyret til enhver tid er i driftsklar stand, og vedkommende vil som regel også være den eneste som opererer instrumentet. Til dette kreves det kunnskaper om utstyrets funksjoner og egenskaper, prøveprepareringsteknikker etc. Det vil ofte også inngå en del rutiner for kalibrering, justering og preventivt vedlikehold i operatørens arbeidsoppgaver. Man har mao. behov for en instrumentekspert.

Det ble fra noen institutter pekt på at mangel på personale og/eller for lavt kvalifikasjonsnivå for det personalet man har, i noen tilfeller førte til for lav utnyttelsesgrad på store utstyrsenheter. Det var enighet om at tungt utstyr som er uten egen operatør, og som dermed blir brukt av mange forskjellige personer, er vanskelig å holde på topp m.h.t. spesifikasjoner (ytelse). Etter en tid får slikt utstyr høyere vedlikeholdsutgifter enn utstyr som brukes av en operatør. Ved mangel på teknisk personale er det ikke uvanlig at vitenskapelig personale blir pålagt en del av operatøransvaret.

#### Service/vedlikehold

I flertallet av de intervjuede miljøer mener man det er/ville være gunstig å ha egen servicekompetanse innenfor universitetene. Det er naturlig at slike funksjoner tillegges teknisk personale med spesialkompetanse.

Den kompetanse som i dag finnes, er enten organisert som større verkstedsmiljøer (3-15 ingeniører og instrumentmakere på samme sted) eller som enmannsverksteder. Utenom NTH er det ved norske universiteter ikke mer enn fem-seks institutter/avdelinger som har organisert større verkstedmiljøer for finmekanikk og/eller elektronikk. For enmannsverksteder er tallet vesentlig større. Bare ved Universitetet i Oslo er det 15-20 av disse.

#### Videreutvikling/nykonstruksjon

Videreutvikling og nykonstruksjon av vitenskapelig utstyr krever et underlag av faglig sterke og allsidige verksteds-/ingeniørfunksjoner. Bare noen få steder innenfor norske universiteter har man maktet å bygge opp slik kompetanse. Spesielt i metoderettede forskningsmiljøer savnes dette sterkt. Det samme er delvis tilfellet i miljøer som er mer problemrettet, men hvor man ikke har standardmetodikk å arbeide med.



## 6.1.2 Oppsummering av personaldata

Tilgang og behov

I tabell 20 oppsummeres miljøenes vurdering av eksisterende tilgang på teknisk personale.

Tabell 20 Vurdering av tilgang på teknisk personale fordelt på funksjon.  
(Antall intervjuer)

Funksjon	Besvart	God dekning	Noe dekning	Svært dårlig eller ingen dekning	Ubesvart
Operatør	17	3	6	8	26
Service/vedlikehold	38	4	15	19	5
Videreutvikling/ nykonstruksjon	36	4	6	26	7

43 intervjuer tilsammen

Miljøenes motforestillinger mot å betrakte operatører som en naturlig del av utstyrssituasjonen kommer tydelig fram ved at man bare fikk tilfredsstillende omtale av emnet i 17 av de 43 intervjuene.

Det ble også stilt spørsmål om man så det som viktig å ha tilgang på egne ressurser med hensyn til service/vedlikehold og videreutvikling/nykonstruksjon. Svarene er oppsummert i tabell 21.

Tabell 21 Svarfordeling på spørsmålet: Er det viktig å ha egne ressurser mht. service/vedlikehold og videreutvikling/nykonstruksjon?

Funksjon	Besvart	Ja	Nei	Vet ikke	Ubesvart
Service/vedlikehold	39	37	1	1	4
Videreutvikling/ nykonstruksjon	34	28	1	5	9

Tabellen skal forstås slik at svaret ja/nei/vet ikke representerer den gruppen som ble intervjuet i ett miljø.

Det kan trekkes følgende konklusjon ut fra tabellene 20 og 21:

Spesielt med hensyn til personale med spesialkompetanse for service/vedlikehold og videreutvikling/nykonstruksjon av utstyr er det utbredt mangel ved de institutter/avdelinger som var med i intervjuundersøkelsen. De aller fleste av de forespurte sa at tilgang til slike ressurser er viktig. Det mat.nat. vitenskapelige fakultet i Oslo påpeker i en vurdering av utgifter til service og vedlikehold at: "De fleste av fakultetets grunneheter er imidlertid ikke i den stilling at de disponerer personale som kan utføre slikt arbeid (service og vedlikehold)." ("Budsjettforslag for 1983. Rammeplan for 1984-87".)

Kvalifikasjonsnivået for det tekniske personalet ble kommentert i 16 intervjuer. Kommentarene fordelte seg med 7 gode, 6 middels og 6 svake kvalifikasjoner. I de tilfeller der man mente kvalifikasjonsnivået lå for lavt, tilskrev man dette økte krav til kompetanse p.g.a. mer avansert utstyr. Stillingsstruktur og lønnsnivå gjorde det også vanskelig å få ansatt teknisk personale som hadde kvalifikasjoner svarende til de arbeidsoppgaver de ville bli pålagt.

I ni intervjuer kom det uoppfordret fram ønske om en generell oppgradering av stillingsnivået for teknisk personale.

## Felles tiltak

I miljøer som ikke hadde tilgang til verksteder, ble det spurt om hvordan man ville stille seg til opprettelse av fellesverksteder for flere institutter/avdelinger. I 18 av 20 intervjuer var man ubetinget positive, mens respondentene i to intervjuer var lite interessert. I fem intervjuer kom man uoppfordret inn på NAVF som mulig initiativtaker.

### 6.2. Driftsmidler

Ved de fleste institutter/avdelinger der det ble gjennomført intervjuer, gav man uttrykk for generell bekymring for bevilgningsnivået m.h.t. driftsmidler.

#### 6.2.1. Service/vedlikehold

##### 6.2.1.1. Hva koster det å kjøpe service?

For å holde en instrumentenhet i topp stand (kalibrering og justering en gang pr. år samt nødvendig service) regner fabrikanter/leverandører med en årlig kostnad på fra 4-10 % av utstyrets gjenkjøpspris. Procentsatsen er avhengig av hvilken type utstyr det dreier seg om. Dersom alle service/vedlikeholdstjenester skulle kjøpes, ville dette koste 40-100 mill. kroner årlig for dagens instrumentpark ved norske universiteter.

De aller fleste leverandører har bare servicefolk stasjonert ett sted i Norge. De oppgitte procentsatser gjelder for service som utføres innen en viss avstand (150-200 km) fra serviceingeniørens faste base. Blir avstanden større, øker satsene. Som illustrasjon skal vi ta frem et eksempel:

Enkelte leverandører har innført fast pris på den service som ikke omfattes av kontrakt. Bruker man mer enn en time, er prisen 3000 kroner uansett tidsbruk og komponentkostnader. Forutsetningen er at service utføres mindre enn 16 mil fra serviceingeniørens base. Dersom servicefolk fra Oslo utfører service i Bergen eller Trondheim, betales det ca. 5000 kroner i "transportkostnader" før service er påbegynt.

Brukes det mer enn en time til service, betaler kunder i Bergen og Trondheim dermed ca. 8000 kroner for et servicebesøk. Dersom det utføres service hos flere kunder på samme tur, fordeles de første 5000 kr på alle kundene. Servicebesøk i Tromsø kommer ikke under ordningen med fast takst. Her utføres service etter timepris på kr. 450 for det antall timer serviceingeniøren er borte fra kontoret. I tillegg kommer komponenter, reise og diettgodtgjørelse.

De fleste leverandører skriver serviceregninger basert på medgått tid (reisetid inkludert) og en fast timepris. Timeprisen kan variere fra kr 300 opp til kr 8-900 og er avhengig av utstyrstype og leverandør. Komponentkostnader kommer i tillegg.

De fleste servicetilbud kommer fra Oslo. Det er derfor klart at universitetene i Bergen, Tromsø og Trondheim må regne med høyere utgifter dersom de satser på å kjøpe service.

I samtlige 43 intervjuer ble det sagt at det er kostbart å kjøpe service fra leverandører og fabrikanter. Ved 18 institutter/avdelinger ble det opplyst at kjøp av ekstern service representerte en stor belastning på driftsbudsjettet.

Sett fra leverandørens side fortøner dette seg noe annerledes. Elektronikk Importør Foreningen opplyser at av de forhandlere som har sine hovedkontorer i Oslo, er det bare én som har en serviceavdeling som balanserer økonomisk som egen resultatenheter. De andre har fra 30 til 70 % egendekning i serviceavdelingene. Underskuddet dekkes av salgsavdelingene.

Det meste av den service man kjøper, får man altså til en pris som ligger en god del under hva den virkelig koster leverandøren. Likevel opplever de fleste miljøer kostnadene som en belastning. Det kan i flere miljøer sågar trekkes frem eksempler på at utstyr har blitt stående ute av drift i påvente av nytt budsjettår.

### 6.2.1.2. Kjøpes det nok service?

Det er foretatt stikkprøver i regnskapene for universitetene i Bergen og Oslo. Dette er gjort for å få en indikasjon på hvor mye service som kjøpes utenfra. Norske universiteter baserer i meget liten grad sitt utstyrsvedlikehold på servicekontrakter. Utgiftene til kjøp av service kan derfor variere endel fra år til år. De tall som oppgis nedenfor er derfor middelverdier av årlige serviceutgifter i perioden 1979-81.

Universitetet i Bergen som helhet kjøper årlig service for ca. 1,5 mill. kroner. Dette utgjør ca. 0,85 % av universitetets effektive instrumentpark. Ved Det matematisk- naturvitenskapelige fakultet i Oslo kjøpes det ekstern service for ca. 0,6 mill. årlig. Dette utgjør mindre enn 0,4 % av fakultetets effektive instrumentpark.

Disse eksemplene skal analyseres nærmere under følgende forutsetninger:

- 10 % av servicekostnadene er komponentutgifter. Resten er personalutgifter.
- Timepris for servicearbeid settes til 500 kroner.
- Årsverkkostnaden for en ingeniør i universitetssystemet er 200-250 000 kroner\*
- En ingeniør kan utføre opptil 1000 timer\*\* service pr. år.

\* Kilde: Forskningsstatistikken.

\*\* Kilde: Instrumentsentralen, NTH.

Universitetet i Bergen kjøper service utenfra for ca. 1,5 mill. kroner årlig. Effektiv instrumentpark er på ca. 215 mill. 1982-kroner. Anvendes leverandørenes 4 %-sats (minimumssats), burde man bruke ca. 8,5 mill. kroner årlig på denne instrumentparken for å holde den i god stand. Forskjellen mellom dette nivå og det vedlikehold man kjøper, er ca. 7 mill. kroner, hvorav 90 %, ca. 6,3 mill., skulle være personalutgifter. Dette svarer til 25-30 ingeniørstillinger eller 12,5 årsverk for en kvalifisert serviceingeniør (12 500 timer à 500 kroner). Dette er et forsiktig anslag fordi 4 %-satsen er en minimumssats som også forutsetter at servicetilbudet finnes i Bergens-området.

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet ved Universitetet i Oslo kjøper årlig service for ca. 0,6 mill. kroner. Effektiv instrumentpark er på ca. 130 mill. kroner. Gjør man tilsvarende beregninger som for Universitetet i Bergen, kommer man frem til at "kjøpesvikten" med hensyn til service svarer til 15-20 ingeniørstillinger eller ca. åtte årsverk (8 300 timer à 500 kroner) kvalifisert service.

En del av den "manglende" service utføres av eget personale (serviceingeniører, annet teknisk og vitenskapelig personale). Denne utredning gir ikke grunnlag for å si hvor mye som utføres av "egne krefter". Intervjuundersøkelsen etterlater imidlertid et inntrykk av at dekningen langt fra er tilfredsstillende.

Dette blir bekreftet i budsjettforslagene fra de matematisk-naturvitenskapelige fakulteter ved universitetene i Bergen og Oslo. Ved Universitetet i Oslo skriver man, etter først å ha pekt på at prisene på service og vedlikehold har gått sterkt opp de siste årene, at

Dette har ført til at flere av de institutter som har en viss kompetanse til å utføre slikt service- og vedlikeholdsarbeid selv, har valgt å si opp sine kontrakter. Dette går naturligvis ut over de gjøremål det aktuelle personalet opprinnelig var tiltenkt. De fleste av fakultetets grunneheter er imidlertid ikke i den stilling at de disponerer personale som kan utføre slikt arbeid. De økte utgifter til service og vedlikehold har nå aksentuert spørsmålet om innstilling av visse typer virksomhet.

("Budsjettforslag for 1983. s.36. Rammeplan for 1984-87")

Ved Universitetet i Bergen uttrykker man seg uten omsvøp i "Budsjettforslag for 1983. Fireårsbudsjett for 1984-1987" (side 29):

Fakultetets institutter foretar en løpende vurdering av hvilket utstyr som krever regelmessig service, slik at en unngår å inngå kontrakter som er uforholdsmessig kostbare. Det er imidlertid et faktum at fakultetet i dag ikke har midler til et forsvarlig vedlikehold av det kostbare utstyret.  
(vår understrekning)

Det kan også trekkes fram eksempler fra miljøene som går i samme retning. Vi skal nøye oss med ett:

- Så har vi problemet med at det etter en tid blir korrosjon på rotoren på kjølesentrifugene. Dette gir ubalanse i rotorsystemet, men fordi vi ikke har råd til for hyppige utskiftninger, kjører vi disse rotorene likevel. Dermed blir det øket slitasje på hele sentrifugen.

Vi har ikke innhentet tall fra universitetene i Tromsø og Trondheim. Inntrykk fra intervjuene tyder ikke på at situasjonen er vesensforskjellig der.

#### 6.2.2. Videreutvikling og nykonstruksjon

I noen ganske få miljøer hadde man via driftsbudsjettet forsøkt å kjøpe videreutviklings-/nykonstruksjonskompetanse i form av konsulentbistand. Imidlertid falt dette så kostbart at prosjektene måtte avbrytes. I enkelte andre miljøer hadde man diskutert muligheten, men raskt funnet ut at driftsbudsjettet ikke ville tåle slike belastninger.

#### 6.2.3. Innkjøp av utstyr

I de aller fleste miljøer brukes det midler fra driftsbudsjettet til innkjøp av mindre utstyrsenheter. Grensen for kostnad pr. enhet som kan kjøpes av driftsmidler, er på ca. 30 000 kroner. Regnskap for Det matematisk-naturvitenskapelige og Det medisinske fakultet ved universitetet i Oslo viser at ca. 4 % av driftsbudsjettene for årene 1979-80-81 ble brukt til innkjøp av vitenskapelig utstyr.

### 6.3. Diskusjon og utfyllende kommentarer

#### 6.3.1. Intern service

I 37 miljøer ble det gitt uttrykk for at de ønsket muligheter for å få utført service internt. Et viktig argument for intern service sett fra miljøenes side er at driftsbudsjettene da bare belastes med komponentutgifter. Skal man vurdere intern mot ekstern service som løsning på servicebehovene, må man selvfølgelig også ta hensyn til de personalressurser og annet som må stilles til rådighet for et internt serviceopplegg.

En enkel beregning viser at vår interne serviceingeniør med sine 1000 effektive servicetimer årlig, utfører arbeid som det ville koste 500 000 kroner å kjøpe utenfra. Institusjonens utgifter for å "holde" ingeniøren er ca. 250 000 kroner pr. år. Fullt så enkelt er det ikke i virkeligheten. Hvor "lønnsomt" det vil være å satse på intern service, er avhengig av en rekke faktorer.

Satser man på mange små verksteder, er det ikke rimelig å vente at en serviceingeniør skal være spesialist på alle de enheter et institutt har. Om ingeniøren spesialisere seg på et instrument som instituttet bare har ett av, vil servicebesøkene til instrumentet være såvidt sjeldne at ingeniøren ikke kan opprettholde sin kompetanse i tilstrekkelig grad. Hver gang service utføres, må ingeniøren til en viss grad "lære" instrumentet om igjen. Dette er tidkrevende og følgelig kostbart.

Dersom man organiserer større verkstedsenheter med større "geografisk" arbeidsfelt (flere avdelinger/institutter), er det lettere å spesialisere ingeniører for service på bestemte typer utstyr. De får derved ansvar for vedlikeholdet av flere instrumenter av samme type, og vil lettere kunne holde sin kompetanse ved like eller til og med utvide den. Dette reduserer servicetid og kostnader.

Det fremgår både av intervjuundersøkelsen og av tidligere erfaringer, at muligheten for å etablere vellykkede verkstedstjenester er større med store enheter enn med små. Betydningen av et faglig miljø er spesielt stor fordi denne type teknisk personale skal ha kompetanse på et fagområde som ofte ligger langt fra den faglige virksomhet i forskningsaktivitetene rundt dem. Nødvendigheten av et faglig miljø er spesielt fremtredende på elektronikkens side pga. den hurtige og omfattende utvikling som skjer både på komponent- og instrumentområdet. Skal det være lønnsomt å satse på intern servicevirksomhet, må man, i tilknytning til det tekniske personalet, fagmiljøer som gjør det mulig å holde på kvalifisert personale. Det har dessverre vist seg flere steder at verkstedsfunksjoner som bare er basert på én person, administrativt lett "blir borte". Det er ingen som blir tillagt ansvar for virksomheten og personalets faglige utvikling.



Med dette er det ikke sagt at enmanns-verksteder ikke kan være vellykkede. Men uansett hvor godt de måtte fungere, oppstår det alvorlige problemer med hensyn til kontinuitet dersom den ansatte slutter.

Skulle universitetene bestemmer seg for å satse mer på intern service, ville det neppe være riktig å satse på å utføre all service internt. Uansett hvor godt man bygger ut verkstedstjenestene, ville det alltid være behov for å kjøpe noe service utenfra.

### 6.3.2. Videreutvikling/nykonstruksjon

Videreutvikling og nykonstruksjon av utstyr vil i mange tilfeller være et ledd i utviklingen av nye metoder, dvs. instrumentorientert, metoderettet forskning. Det hevdes fra flere hold at norsk forskning er fattig på slike aktiviteter, og at dette er en type forskning som bør stimuleres. Det forekommer selvfølgelig unntak. En del av disse finner man i skjæringspunktene mellom ulike fagfelt. Eksempler kan hentes fra medisin/teknologi, medisin/fysikk, kjemi/fysikk og fysikk/elektronikk. Det er naturlig at man finner instrumentorienterte aktiviteter der slike fagfelt møtes. Utvikling av instrumentalmetoder innen f.eks. eksperimentell kjemi krever et nært kjennskap til de kjemiske problemstillinger, samtidig som det kreves kjennskap til de fysiske prinsipper metoden bygger på og de muligheter som finnes for instrumentell utnyttelse av disse. En viktig forutsetning for en effektiv gjennomføring av de ideer som fremkommer i slike krysspunkter, er tilgang til en faglig godt kvalifisert verkstedstjeneste (kompetansemessig gjerne på forskernivå). Dette er mangelvare ved norske universiteter.

### 6.3.3. Kilder for tekniske tjenester

Tekniske tjenester er tidligere delt inn etter hvilke arbeidsoppgaver teknisk personale har i forskningsmiljøene. Begrenser man seg til de tjenester som omfatter service, vedlikehold, videreutvikling og nykonstruksjon, kan det foretas en inndeling etter hvilke kilder som finnes for slike tjenester. Disse er:

1. Utstyrfabrikanter og leverandører.
2. Forskningsmiljøenes eget personale.
3. Forskningsrådene.
4. Andre frittstående kilder.

Med utgangspunkt i disse mulige kilder kan man tenke seg flere modeller for en fremtidig dekning av forskningsmiljøenes behov. En modell som skal ha rimelig mulighet for å bli vellykket, bør omfatte minimum kilde 1 og 2. Slik forholdene er i dag, er det kanskje ikke realistisk at kilde 3 tas med i permanente løsninger, men som et virkemiddel i en etableringsfase kan den helt sikkert være av betydning.

#### 1. Utstyrfabrikanter og leverandører.

En ensidig satsing på fabrikanter og leverandører for service og vedlikehold kan umiddelbart virke tiltalende. Man ville slippe å bruke av egne personalressurser, og en felles opptreden fra institusjonenes side ville kunne føre til en tilpasning av leverandørens tilbud til miljøenes behov. Men en rekke motforestillinger melder seg også ganske raskt:

- En slik løsning ville kreve en vesentlig økning - flere titalls millioner kroner - i institusjonenes utgifter til service over driftsbudsjettet. (Se kapittel 6.2.1.2.).
- Miljøene ville være prisgitt leverandørens evne og vilje til å selge kvalifisert service.
- Man ville stå uten en type kompetanse som man gjerne vil ha i andre, viktige sammenhenger. Dette gjelder i første rekke ved videreutvikling og nykonstruksjon av utstyr, og ved oppstarting og igangkjøring av ny apparatur.

#### 2. Forskningsmiljøenes eget personale

Forskningsmiljøenes egne ressurser og egen kompetanse er i dag begrenset. Vi har tidligere pekt på at en ganske stor del av de ressurser man har, er organisert i meget små enheter ("enmannsverksteder") og at dette neppe er den optimale organisasjonsform.

Ønsker man i større grad å satse på egen innsats, kan man tenke seg en omorganisering av de eksisterende ressurser der det i stor utstrekning må ses bort fra etablerte skiller mellom institutter/avdelinger og kanskje i noen tilfeller mellom fakulteter. Dette gjelder særlig med hensyn til service og vedlikeholdsarbeid.

Om man bygger opp faglig sterke instrumenteringsmiljøer, vil man ventelig få en betydelig økning i muligheten for å få utført videreutviklings- og nykonstruksjonsarbeider. Man vil videre i den utstrekning forskerne har behov for det, kunne få tilgang på kompetanse i sammenheng med mer konsulentpreget instrumenteringsvirksomhet. Dette kan gjelde vurdering av innkjøp, valg av utstyr og igangkjøring av nytt utstyr langt ut over det leverandøren kan forventes å ville eller kunne gi.

### 3. Forskningsrådene

Et ikke ubetydelig antall av de forskere som deltok i intervjuene, mente at NAVF gjennom sin instrumenttjeneste (NAVF-It) burde engasjere seg i service og vedlikeholdsarbeid. De fleste tenker seg da at instrumenttjenesten skulle ha personer som var spesialutdannet til å utføre service på visse typer utstyr.

De daglige ledere for NAVF-It har sett store potensielle servicebehov hos sine "kunder". En annonsering av en generell serviceordning, ville lett gi en ordretilgang som kunne sprengte NAVF-It's økonomiske rammer. Fordi NAVF ikke har arbeidsgiveransvar for noen av de personer som utfører instrumenttjenester for NAVF-It, måtte en serviceordning være basert på at utøverinstitusjonene fant det formålstjenlig å kvalifisere sine medarbeidere til den type arbeid brukerne av NAVF-It måtte ha behov for. Med den organisasjonsform NAVF-It har idag (man kjøper tjenester fra visse NTNFI-institutter/organisasjoner), ville det ikke være riktig at NAVF sto bak en slik kompetanseoppbygging. Det ville være mer i tråd med instrumenttjenestens formål om man bidro til en eventuell styrking av universitetenes egne servicetjenester.

Med den "kundekrets" NAVF-It har, ville det sannsynligvis være mulig å plukke ut noen instrumenttyper som var så tallmessig sterkt representert at det ville være forsvarlig å spesialisere en ingeniør til service og vedlikeholdsarbeid på disse instrumenter.

#### 4. Andre frittsående kilder.

I noen få miljøer har man forsøkt å kjøpe ombyggings-/nybyggingstjenester fra private konsulentfirmaer. Faglig sett kan dette være vellykket, men det faller meget kostbart.

Ved Universitetet i Trondheim har man anledning til å kjøpe tjenester fra SINTEF. Både ved Norges lærerhøgskole, Regionsykehuset i Trondheim og NTH vurderte man dette som en lite realistisk mulighet p.g.a. SINTEF's prisnivå.

## 7. RESSURSUTNYTTELSE

I dette kapittel skal vi rette oppmerksomheten mot tiltak som kan øke utnyttelsen av de ressurser som inngår i eksperimentalforskerens utstyrssituasjon (se definisjon i underkapittel 3.2). Vi har i underkapittel 5.1.5. gitt en beskrivelse av eksisterende samarbeidsformer som kan gi øket ressursutnyttelse. Under lesingen av kapittel 7 kan det også være en fordel å ha i minnet hovedpunktene i kapittel 6.

### 7.1. Innkjøp

Mange vil kanskje si at det i utgangspunktet er lite hensiktsmessig å forsøke å betrakte noe så sammensatt som våre universiteter under én felles synsvinkel. La oss likevel gjøre et forsøk: Sett under ett representerer de eksperimentelle forskningsmiljøer ved våre universiteter et attraktivt marked for utstyrsleverandørene. Det er et faktum at store kunder lettere oppnår rabatter og spesialordninger både mht. kjøp av utstyr og mht. servicetilbud. Med en samlet opptreden står man også sterkere i eventuelle konfliktsituasjoner med leverandører/fabrikanter.

Fremmer man forslag om mer sentraliserte innkjøpsordninger, kommer det i mange forskningsmiljøer fram sterke motforestillinger. Man hevder med stor styrke at det er miljøene selv som vet hva som bør anskaffes og hvor det beste utstyret kan kjøpes. Det er ubetinget fornuftig at man ikke bygger opp for mye byråkrati omkring innkjøpsordninger. Men dette bør ikke komme i veien for en fornuftig bruk av sentrale innkjøpskontorer.

Vi skal beskrive et tenkt eksempel som kanskje kan illustrere at felles opptreden på dette området i noen tilfeller kan være formålstjenlig og gi større ressursutnyttelse:

Av tabell 2 i vedlegg 6 fremgår det at det er et stort udekket behov for høytrykksvæske-kromatografi-utstyr (minimum 4

mill. kroner). La oss tenke oss at NAVF ved den ekstraordinære tildeling i 1981 også hadde hatt til rådighet 3-4 mill. kr som var øremerket for denne type utstyr. Etter at man hadde bestemt seg for hvilke søknader som skulle innvilges, kunne man gå ut til aktuelle leverandører med utstyslister og forespørre om hvor mye av dette eller tilsvarende utstyr de kunne levere, og til hvilken pris. Dette ville sannsynligvis ha ført til betydelige rabatter (10-20% er realistisk). En slik samlet opptrøden ville også kunne føre til gunstigere service og vedlikeholdsbetingelser, enten man satset på egen service eller på kjøp av ekstern service.

### 7.2. Utstysregistre

NAVF har gjennom flere år bidratt til oppbyggingen av sentrale utstysregistre ved våre universiteter. I løpet av intervjuundersøkelsen festet det seg et inntrykk av at den nytte forskerne gjør seg av disse registre, er meget begrenset. Som nevnt i underkapittel 5.1.4.5. foregår det til en viss grad lån av utstyr mellom forskere. Inntrykkene fra intervjuundersøkelsen er at denne virksomhet i liten grad er basert på de sentrale utstysregistre. Man benytter seg heller av personlige kontakter ved at man "spør noen som man tror kjenner noen" som kan ha den type utstyr man er ute etter. Forskerne synes jevnt over å vite for lite om de sentrale registre, i hvilken grad de er tilgjengelige og hvilke opplysninger om utstyret som finnes der.

Man kunne tenke seg et system der forskerne via sine terminaler til de sentrale EDB-sentra kunne slå opp i utstysregistrene og finne opplysninger om utstyr de kunne være interessert i å låne. Komplette utstysregistre vil være av verdi dersom man i fremtiden skulle ønske å etablere visse typer utstysindikatorer.

### 7.3. Kontroll av utstyr

Som eier og bruker av elektrisk og elektronisk utstyr har institusjonene plikt til å påse at utstyret etter innkjøp/overtakelse/nybygging oppfyller norske sikkerhetsbestemmelser. Dette er lovbestemt og gjelder også utstyr som det ikke kreves NEMKO (Norges Elektriske Materiell

Kontroll) godkjenning for. Like klart er det at leverandør ifølge loven er forpliktet til kun å levere utstyr som tilfredsstillende sikkerhetsbestemmelsene. Også dette gjelder utstyr som det ikke kreves NEMKO godkjenning for. Universitetet i Oslo vil i 1983 sette i verk en mottakskontrollordning som i prinsippet skal gjelde for alt nytt utstyr. En felles opptreden fra universitetenes side på dette området vil være av betydning.

#### 7.4. Generelt om felles laboratorier

Vi kan tenke oss flere ulike typer felles laboratorier. De mest nærliggende er:

1. Laboratorier som yter resultatservice. "Kundene" kan levere sine prøver og få utført nærmere spesifiserte målinger på disse.
2. Laboratorier der det bare er utstyr. "Kundene" har tilgang til utstyret og må selv utføre målingene.
3. Felles verksteder for service/vedlikehold og videreutvikling/nykonstruksjon av vitenskapelig utstyr.

Om man skulle ønske å etablere slike laboratorier, vil det største problemet sannsynligvis bli å få til en omdisponering av eksisterende ressurser (rom, personale, utstyr og driftsmidler) på en slik måte at laboratoriene kunne fungere.

#### 7.5. Laboratorier for resultatservice

I en del miljøer er det klare behov for å få utført målinger som man selv ikke har utstyr og/eller kompetanse til. Dette synes spesielt å gjelde ulike former for kjemiske analyser. Samtidig prøver mange små forskningsgrupper å bygge opp sine egne analyselaboratorier og opparbeide egen analysekompetanse. Dette gjør man selv om denne type virksomhet ikke er gruppens primæraktivitet, men bare en mindre del av det metodeapparat man ønsker å ha tilgang til i sin forskning. Disse forhold antyder at det i prinsippet er til stede behov for serviceytelser på dette området.

Når problemstillingen blir tatt opp til diskusjon i miljøene, kommer det tydelig frem at det er en rekke forhold man må diskutere nærmere om man skal overveie å opprette slike servicelaboratorier. For en potensiell utøver av en slik servicefunksjon kan situasjonen fortone seg slik:

Det er klart at vi har noe ledig kapasitet på utstyret vårt. Et helt annet spørsmål er det om vi har arbeidskapasitet til å påta oss analysearbeid for andre. Vi har opplevd før at den som ønsker å få utført en bestemt analyse, har lite kunnskaper om analysemetodikken og hva denne medfører av arbeid. Vi kan også oppleve at kunden ikke er i stand til, i første omgang, å spesifisere sin problemstilling godt nok til at vi virkelig kan hjelpe ham. Det vil lett bli slik at den som skal utføre analysen, må bruke betydelig tid på å lede kunden frem til hans virkelige behov. Vi har små muligheter til å fakturere slike aktiviteter. Dermed vil vi føle at vi får svært lite igjen for denne type arbeid. Det får preg av veldedighet. Det fortoner seg helt annerledes dersom man inngår et forskningssamarbeide. Rent servicearbeid er det vanskeligere å få gjennomført.

For den potensielle bruker fortoner situasjonen seg noe annerledes. Han/hun kan være i den situasjon at interessante problemstillinger må legges til side fordi det ikke er mulig å få utført relativt enkle analyser. Selv om man hadde hatt tilgang til utstyr, ville det ikke vært mulig fordi man ikke har nødvendig kompetanse, eller ikke har tid til å tilegne seg denne.

Det må tas hensyn til følgende "faktorer" dersom man vil sette igang et resultat-service-laboratorium:

1. Laboratoriet må ikke bare ha det nødvendige utstyr men også den nødvendige tekniske og faglige kompetanse fast knyttet til virksomheten.
2. Det må inngås klare avtaler om hva som er de ansattes arbeidsoppgaver, slik at f.eks. ikke egen forskning kommer i veien for service-aktivitetene.
3. Laboratoriets analyse-repetoar må ikke kreve for spesialisert utstyr.
4. Laboratoriet bør fortrinnsvis plasseres i tilknytning til et eksisterende fagmiljø.
5. Laboratoriet bør ligge i nærheten av kundene, helst innenfor samme bygningsmasse.



Det kan lett komme til å bli konflikt mellom punkt 4 og 5. Forskerne legger stor vekt på den geografiske nærhet. Det er mulig at dette blir mindre viktig dersom de andre forhold på listen gis en god utforming.

For høyt kvalifisert personale vil ikke en ren service-funksjon være tilstrekkelig grunnlag for en faglig sett akseptabel arbeidssituasjon. Ønsker man å knytte vitenskapelig personale til denne type virksomhet, bør disse få beholde sin rett (plikt) til å drive egen forskning, mens undervisningsplikten eksempelvis kan byttes ut med en "serviceplikt".

#### 7.6. Laboratorier med felles utstyr

I denne laboratorie-varianten er det bare utstyret som er felles. Brukerne må selv stille med den nødvendige kompetanse. Det finnes noen eksempler på dette som etter brukernes utsagn fungerer brukbart. Det synes å foreligge visse forutsetninger for dette:

1. De enkelte brukere må ha tilstrekkelig kompetanse til å bruke utstyret og til å vurdere resultatenes pålitelighet.
2. Laboratoriet må helst befinne seg i samme bygning som brukerne.
3. Man må gjøre bindende avtaler om hvem som har ansvar for service og vedlikehold og for fordelingen av utgifter til dette.
4. Det må inngås klare avtaler slik at det ikke oppstår problemer med hensyn til prioritering mellom brukerne.

I tillegg til den store fordel at man får tilgang til utstyr man ellers ikke hadde hatt råd til å kjøpe alene, kommer det visse begrensninger og ulemper:

1. Fordi tilgangen til instrumentene forutsetter noe spesialkompetanse, begrenser felleslaboratoriets instrumentpark seg til utstyr som ikke stiller for store krav til brukerne.
2. Utstyret blir såkalt "mangebruker"-utstyr. Dette slites erfaringsmessig raskere enn utstyr som bare har en eller noen få brukere som kjenner utstyret spesielt godt.

### 7.7. Kompetansesenter for instrumentering

Vi skal i det følgende skissere en mulig modell for et kompetansesenter for instrumentering. Skissen er langt fra fullstendig, men kan betraktes som et grunnlag for debatt. Vi tenker oss at senteret utfører arbeid for flere institutter/avdelinger, evt. på tvers av fakultetsgrenser. Etablering av slike sentra vil derfor kreve ressurskoordinering på tvers av de samme grenser. Senteret styres av et brukerutvalg som ser til at senteret drives etter nærmere optrukne retningslinjer. Prioritering mellom ressurskrevende oppdrag foretas av brukerutvalget. Senteret må ha en høyt kvalifisert daglig leder. Senteret påtar seg bl.a. følgende typer arbeidsoppgaver:

**Service/vedlikehold:** Senteret mottar ønsker fra brukerne om service og vedlikehold og vurderer mulighetene for egen innsats. Hvis det er ønskelig, bestilles service utenfra. Man gir spesialopplæring til eget personell på visse typer utstyr, eller i de tilfeller man ser at leverandør har problemer med å yte tilfredsstillende tjenester. Man må sørge for at servicevirksomheten ligger innenfor nærmere bestemte rammer i forhold til totalinnsatsen.

**Videreutvikling/nykonstruksjon:** Denne type aktivitet bør utgjøre en relativt vesentlig del av senterets virksomhet. Staben må være så vidt stor at man kan påta seg langvarige prosjekter. Dermed kan instrumenteringsingeniøren arbeide i nær kontakt med en forskningsgruppe men samtidig ha tilknytning til sitt eget faglige instrumenteringsmiljø. Dette vil være spesielt nyttig for metodologisk orienterte forskningsgrupper.

**Utlån/formidling av utstyr:** Man kan tenke seg at senteret er utstyrt med en viss mengde generelt måleutstyr for utlån. Viktigere ville det være at man kunne fungere som formidler av utstyr mellom brukerne. En del av de tradisjonelt sterkeste motforestillinger forskerne har mot å låne ut utstyr, kunne dempes betraktelig gjennom garantier om utstyrets tilstand ved tilbakelevering.

Kompetanse og rådgivning: Senteret bør også kunne fungere som et kompetansesenter der forskere fra ulike miljøer kan komme innom mer uformelt for å få råd og diskutere sine instrumenteringsproblemer. Man kan også tenke seg at et slikt senter medvirket i de felles tiltak som er skissert i underkapitlene 7.1., 7.2. og 7.3.

Det er nevnt foran (underkapittel 5.1.4.6.) at endel brukere av NAVF's instrumenttjeneste har satt spørsmålstegn ved tjenestens nåværende plassering, spesielt i Bergen og Oslo. Den type kompetansesenter som er beskrevet ovenfor, kan være et alternativ i denne sammenheng.

#### 7.8. Haukeland-modellen

I forbindelse med oppføringen av sentralblokken ved Haukeland Sykehus, Universitetet i Bergen er det over post 45.2 "Utstyr til nybygg" bevilget 27,5 mill. 1983-kroner. Av dette vil 23 mill. kroner bli brukt til vitenskapelig utstyr. Organiseringen av forskningslaboratoriene i sentralblokken vil, i norsk sammenheng, bli noe spesiell, vi skal her kalle organisasjonsformen for "Haukeland-modellen". I internasjonal sammenheng er ikke Haukeland-modellen noe enestående. Det kan trekkes frem en rekke eksempler på liknende organisasjonsformer i andre land (f.eks. materialforskningslaboratorier i England og USA).

Forskningscenteret skal bestå av en felles, fysisk "kjerne" på 5-600 kvadratmeter med laboratorier for fellesaktiviteter. Disse kan grovt deles i tre:

- biokjemi
- vevskultur
- morfologi

Rundt dette fellesareal har man plassert de enkelte avdelingens forskningsaktiviteter med tilhørende forskerkontorer og spesiallaboratorier. Her har 10 avdelinger/institutter fått plass som "medeiere" i forskningscenteret.

Av de 23 mill. kroner som vil bli brukt til vitenskapelig utstyr, vil 11 mill. kroner bli brukt til utstyr som skal plasseres i fellesarealet.

Alt dette blir middels tungt og tungt utstyr med såvidt generelle egenskaper (sett fra de deltagende institutters side) at det kan vurderes som fellesutstyr.

Ved å foreta de store innkjøpene av utstyr i samarbeid med Haukeland sykehus regner man med å spare totalt 2-3 mill. kroner.

Personalsiden er kanskje den vanskeligste del av ressursproblematikken. For de største felles utstyrsenheterne løser man operatørproblemet med å pålegge hovedbrukeren å stille personalressurser til rådighet. Hver av de deltagende avdelinger får ansvar for en viss del av fellesutstyret.

Avdelingen forplikter seg til å holde utstyret kontrollert og oppjustert slik at det til enhver tid tilfredsstiller oppgitte spesifikasjoner. Service- og vedlikeholdsansvar er pålagt en egen overingeniørstilling. Forløpet av dette "eksperimentet" bør følges med stor interesse.

## Referanseliste.

1. Arthur L. Roburson: Synchrotron Radiation Assessed. SCIENCE vol 218, s. 1211. 1982.
2. Hans Grunsell o.a.: Laserkirurgi. LEKARTIDNINGEN vol 79, nr. 45, s. 4165-70. 1982.
3. C.P. Christensen: Some Emerging Applications of Lasers. SCIENCE vol 218, s. 115-21. 1982.
4. P.M. Rentzepis: Advances in Picosecond Spectroscopy. SCIENCE, vol 218, s. 1183-89. 1982.
5. J.C. Solem and G.C. Baldwin: Microholography of Living Organisms. SCIENCE, vol 218, s. 229-435. 1982.
6. A.P. Mills jr.: Surface Analysis and Atomic Physics with Slow Positron Beams. SCIENCE, vol 218, s. 335-40. 1982.
7. Rolf Nordhagen: Notat av 29. november 82. EDB-senteret, Universitetet i Oslo.
8. Future Directions: Information Technology in Support of Scholarly and Administrative Activities. The future of Computing at Stanford. Editor: Jon Sandelin. Januar 1981.
9. C.G. Enke: Computers in Scientific Instrumentation. SCIENCE vol 215, s. 785-91. 1982.
10. Finansiering av dyrbar vetenskaplig utrustning. FORSKNINGSRÅDNAMNDEN: Dnr. 78/21:18.
11. Indicators of Scientific Research Instrumentation in Academic Institutions: A Feasibility Study. Submitted to the NATIONAL SCIENCE FOUNDATION: Division of Science Resources Studies (March 1982). Washington, D.C. (Westat Inc. Rockwille, Maryland).
12. Forskningens vilkår i den offentlige sektor. FORSKNINGSSEKRETARIATET, København. April 1981.
13. Statistikkavdelingen. NAVF's utredningsinstitutt.
14. Utstyrssituasjonen for biokjemisk/biofysisk forskning i Norge. Rapport fra et utvalg nedsatt av NAVF. 20. august 1980.
15. Dynamics and evolution of the Lithosphere: The framework of earth resources and the reduction of hazards. A NORWEGIAN contribution to the international program.
16. Dyrbar vetenskaplig utrustning. Erfarenheter - Planeringsunderlag - Big Science. FORSKNINGSRÅDNAMNDEN: Dnr. 81/2238. Okt. 1981.

17. Finansiering av dyrbar utrustning. Avsluttande rapport med prinsippforslag. FORSKNINGSRÅDNÄMNDEN: Dnr. 80/1327. 1. juni 1980.
18. Forslag til en nødinvesteringsplan på apparaturområdet. PLANLÆGNINGSRÅDET FOR FORSKNINGEN. 15. april 1982.
19. Redegjørelse af 11. november 1982 om forskningspolitikken. Skriftlig redegjørelse (fra undervisningsministeren) i henhold til Folketingets forretningsorden § 19, stk. 4.
20. The Scientific Instrumentation Needs of Research Universities. A report to the NATIONAL SCIENCE FOUNDATION from the ASSOCIATION OF AMERICAN UNIVERSITIES. June 1980.
21. G.S. Shatz: Obsolete, Detriorating Scientific Instrumentation in the Universities. News Report (NAS, Washington D.C.). August 1982.
22. Proposed survey of scientific and engineering research instrumentation in universities and colleges NATIONAL SCIENCE FOUNDATION (Forslag til oppfølging av ref. nr. 11).

## Litteraturliste

Stortingsmelding nr. 119 (1980-81) Om utviklingen i forskningens organisering og finansiering.

NOU 1981:30: Forskning, teknisk utvikling og industriell innovasjon.

NOU 1981:46: Grunnforskningens vilkår i Norge.

NOU 1982:8: Kontroll av medisinsk teknisk utstyr.

Geologi og tilgrensende fag ved Universitetet i Oslo. Universitetet i Oslo. Desember 1981.

NASJONALE LABORATORIER I NATURVITENSKAP: RNF-NAVF. Trøtteberg-utvalget.

NASJONALT LABORATORIUM I NMR-SPEKTROSKOPI. Innstilling fra utvalg nedsatt av RNF-NAVF.

NASJONALT LABORATORIUM FOR DATERING; SPESELT GEOLOGI. Innstilling fra utvalg nedsatt av RNF-NAVF. November 1981.

NASJONALT LABORATORIUM FOR OVERFLATEANALYSE. Innstilling fra et utvalg nedsatt av RNF-NAVF. Mai 1982.

NASJONALT LABORATORIUM FOR BILLEDPROSESSERING. Innstilling fra et utvalg nedsatt av RNF-NAVF. Høst 1981.

Revitalising Laboratory Instrumentation: The Report of a Workshop of the Ad Hoc Working Group on Scientific Instrumentation. March 12-13, 1982. National Academy Press 1982; 143 pp.

A.V. Cohen and L.N. Ivins: The Sophistication Factor in Science Expenditure. Dep. of Education and Science. Council for Scientific Policy. 1967. (Storbritannia).

E.G. Bevan: An Analysis of Equipment Costs in University Science and Engineering Departments. Department of Education and Science. Council for Scientific Policy. 1972. (Storbritannia).

Charles Coulter: Research instrument sharing. SCIENCE vol 201, s. 415-20. 1978.

W.J. Broad: Auditors Scour Labs in Search of Waste. SCIENCE vol 217, s. 334-5. 1982.

T.H. Maugh: The 1982 Pittsburg Conference: A special Instrumentation report. SCIENCE vol 216, s. 159-66. 1982.

P.H. Abelson: Computers and Electronics (Editorial). SCIENCE vol 215, 12. feb. 1982.

P.H. Abelson: The revolution in Computers and Electronics. SCIENCE vol 215, s. 751-53. 1982.

J.D. Meindl: Mikroelectronics and computers in medicine. SCIENCE vol 215, s. 792-7. 1982.

Gina Kolata: Computer Graphics comes to Statistics. SCIENCE vol 217, s. 919-20. 1982.

T. Whitted: Some Recent Advances in Computer Graphics. SCIENCE vol 215, s. 767-74. 1982.

C.V. Shank and D.H. Auston: Ultrafast Phenomena in Semiconductor Devices. SCIENCE vol 215, s. 798-801. 1982.

A. Rosencwaig: Thermal-wave Imaging. SCIENCE vol 218, s. 223-8. 1982.

J. Garrison; N. Winograd: Ion Beam Spectroscopy of Solids and Surfaces. SCIENCE vol 216, s. 805? 1982.



A.L. Robinson: Atomic Beams Probe Surface Vibrations. SCIENCE vol 218, s. 40-2. 1982.

J.J. Kirkland and W.W. Yau: Sedimentation Field Flow Fractionation: Applicatons. SCIENCE vol 218, s. 121-7. 1982.

Anders Nystrand: Racetrack-mikrotron och neutronterapi. Två nya vegar för bättre strålbehandling? LEKARTIDNINGEN vol 79, nr. 47, s. 4405-4411. 1982.

Anders Nystrand: Positronkameran - biokjemisk dator-tomograf. LEKARTIDNINGEN vol 79, nr. 45, s. 4180-4183. 1982.

D.H. Freeman: Liquid Chromatography in 1982. SCIENCE vol 218, s. 235-41. 1982.

Miller, George and Willis: Multichannel Detection in High-Performance Liquid Chromatography. SCIENCE vol 218, s. 242-6. 1982.

Busch and Cooks: Mass Spectrometry of Large and Involatile Molecules. SCIENCE vol 218, s. 247-54. 1982.

K.L. Rinehart, jr.: Fast Atom Bombardment Mass Spectrometry. SCIENCE vol 218, s. 254-? 1982.

J. Osteryoung: Developments in Electrochemical Instrumentation. SCIENCE vol 218, s. 261-5. 1982.

Science and Technology. A five year outlook. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE. W.H. Freeman and Company. San Francisco 1979.

Outlook for Science and Technology. The next five years. W.H. Freeman and Company in collaboration with National Academy of Science. 1982.

VEDLEGG 1OVERSIKT OVER DE INSTITUTTER/AVDELINGER VED UNIVERSITETENE SOM VAR MED I INTERVJUUNDERSØKELSEN.Universitetet i Oslo

Medisin      Pediatrisk forskningsinstitutt (RH)  
                  Inst. for eksperimentell medisinsk forskning (U.S.)  
                  Anatomisk institutt  
                  Nevrofysiologisk institutt  
                  Fysiologisk institutt  
                  Institutt for medisinsk biokjemi  
                  Inst. for klinisk biokjemi (RH)  
                  Patologisk anatomisk laboratorium (US)  
                  Kpt. Wilhelmsens og frues bakteriologiske institutt (RH)

(RH) = Rikshospitalet

(US) = Ullevål sykehus

Naturvitenskap

                 Fysisk institutt  
                  Institutt for geologi  
                  Farmasøytisk institutt  
                  Botanisk institutt  
                  Institutt for geofysikk  
                  Paleontologisk museum  
                  Mineralogisk-geologisk museum

Universitetet i Tromsø

Mat.nat.:    Institutt for matematiske realfag (IMR). Fysikk.  
                  Institutt for matematiske realfag (IMR). Kjemi.  
                  Institutt for biologi og geologi (IBG):  
                  Gruppe med representanter fra: Plantefysiologi, geologi,  
                  akvatisk biologi og terrestrisk økologi).

Medisin: Institutt for medisinsk biologi (IMB)  
 Fysiologi  
 Arktisk biologi  
 Mikrobiologi  
 Institutt for klinisk medisin (IKM)

(IMR)=

(IBG)=

Universitetet i Bergen

Medisin: Anatomisk institutt  
 Fysiologisk institutt  
 Biokjemisk institutt

Naturvitenskap:

Geologisk institutt  
 Fysisk institutt  
 Kjemisk institutt  
 Geofysisk institutt  
 Institutt for mikrobiologi og plantefysiologi

Universitetet i Trondheim

NLH: Botanisk institutt  
 Fysisk institutt  
 Kjemisk institutt  
 Zoologisk institutt

NTH: Institutt for biofysikk  
 Institutt for almen fysikk  
 Institutt for fysikalsk elektronikk  
 Institutt for organisk kjemi  
 Institutt for uorganisk kjemi

Medisin: Medisinsk avdeling  
 Nevrologisk avdeling  
 Kirurgisk avdeling  
 Klinisk kjemisk avdeling

VEDLEGG 2

OPPFØLGINGSBREV TIL INSTITUTTBESTYRERNE

EHA/eøa  
1981/P-U. 178

poststemplets dato

UTREDNING VEDRØRENDE UTSTYRSSITUASJONEN VED MEDISINSKE OG NATURVITENSKAPELIGE  
FORSKNINGSMILJØER I NORGEDeltagelse i intervjuundersøkelse

Idet jeg henviser til vår telefonsamtale vil jeg takke for at de stiller Deres institutt/avdeling til rådighet for deltagelse i intervjuundersøkelsen i tilknytning til ovennevnte utredning.

Intervjuguiden har følgende stikkord:

1. Instituttets/avdelingens forskningsaktiviteter og hva disse krever av vitenskapelig utstyr.
2. Hvordan oppleves utstyrssituasjonen.
3. Større utstyrsenheter som er i bruk (100 000 kr.)
4. Totalt utstyrsbehov.
5. Utstyrsønsker.
6. Utstyrsdeling med andre.
7. Behov for holdning til felles tjenester.
8. Korttidsbehov.
9. Finansiering av kostbart utstyr.
10. Utviklingstendenser for utstyr.

For øvrig benytter jeg anledningen til å bekrefte vår avtale om et møte ved Deres institutt/avdeling den            kl.

Vennlig hilsen  
for NAVF's utredningsinstitutt

Eilif Hertel-Aas

VEDLEGG 3SAMTALEMØNSTER/INTERVJUGUIDE:FØLGENDE EMNER BØR BERØRES:

1. Gi en oversikt over de forskningsaktiviteter som er igang og hva disse krever av instrumentering.
2. Gi en beskrivelse av hvordan utstyrssituasjonen oppleves.
3. Hvilke større utstyrsenheter er i bruk (100 kr.)
  - Hvor gamle er enhetene?
  - Hvilken tilstand er de i?
  - Hvor store er vedlikeholdsutgiftene?
  - Er disse en belastning?
  - Ekstern eller intern service?
  - Utnyttelsesgrad? Eksterne brukere?
4. Totalt utstyrsbehov.
  - Utstyrskategorier (pkt. 1)
  - Antall analyser pr. dag/uke/måned
  - Dekningsgrad
  - Hvor mye dekkes ved andre inst./avd.? Hvilke?
5. Ønskeliste over utstyrsenheter.
  - Utskifting/nyutvikling/nytt forskningsfelt?
  - Hvilke behov skal de dekke?
  - Forventet utnyttelsesgrad
  - Hvordan skal behov for service/vedlikehold dekkes?
  - Har man personale som kan utnytte utstyret?
  - Opplæring?
  - Vil anskaffelsen gå ut over bruken av eksisterende utstyr?
6. Kan man tenke seg å dele utstyr med andre miljøer?
  - Hvilke miljøer?
  - Hva slags utstyr?
  - På hvilke betingelser?
7. Behov for/holdning til felles tjenester.
  - Servicelaboratorier for resultatproduksjon
  - Service/vedlikehold
  - Regionale/nasjonale laboratorier

8. Dekning av korttidsbehov?  
Forekommer korttidsbehov?  
Hvor ofte, hvilke og hvor kort/langvarige?  
Har man oversikt over hvem som har hva av utstyr og om det er mulig å få til utlån?
9. Finansiering.
10. Utviklingstrend for aktuell instrumentering.

## VEDLEGG 4

UTDRAG AV UPUBLISERTE RESULTATER FRA NAVF'S UTREDNINGSINSTITUTTETS  
UNDERSØKELSE AV VILKÅRENE FOR Å DRIVE FORSKNING VED NORSKE  
UNIVERSITETER.

Det foreliggende utredningsarbeid har fokusert oppmerksomheten mot utstyrssituasjonen i de eksperimentelle forskningsmiljøer. Det er imidlertid en kjennsgjerning at også andre faktorer er med å bestemme og påvirke eksperimentalforskerens muligheter for å utføre forskningsaktiviteter.

I den forbindelse skal vi gjengi enkelte resultater fra en omfattende empirisk undersøkelse utført ved NAVF's utredningsinstitutt omkring universitetsforskningens generelle vilkår. Sentralt i undersøkelsen står en spørreskjemaundersøkelse foretatt i 1982 blant samtlige vitenskapelig ansatte ved de fire universitetene (unntatt NTH). Omlag 2 500 personer svarte på skjemaet (svarprosent 80). Selve skjemaet er gjengitt nedenfor. I spørreskjemaets pkt. D del 2 ble følgende spørsmål stillet:

"I hvilken grad medfører følgende forhold problemer med hensyn til Deres muligheter for å utføre forskningsvirksomhet?"

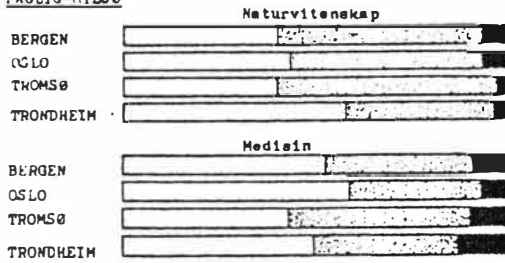
Deretter listes opp en rekke forhold som kan tenkes å skape problemer i forskningen (se tabell 1 og det vedlagte eksemplar av spørreskjemaet). Det ble gitt fire svarmuligheter for hvert forhold (store problemer, noen problemer, ingen problemer, ikke aktuelt).

Det er grunn til å understreke spørsmålets generelle karakter, i det man spør om muligheten for å utføre forskning i sin alminnelighet.

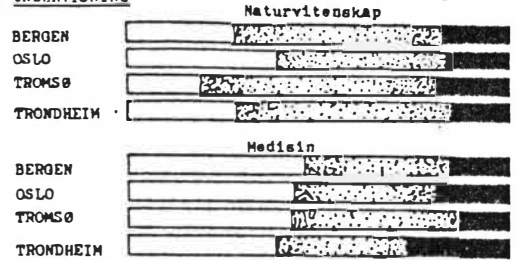
Figur 1 viser svarfordelingen ved de medisinske og naturvitenskapelige forskningsmiljøer ved de fire universitetene. Bare svarene fra det fast ansatte vitenskapelige personalet er tatt med.

Figur 1. Prosentvis svarfordeling for fast ansatt vitenskapelig personale ved universitetenes medisinske og naturvitenskapelige miljøer om hvilke forhold som skaper problemer mht. deres forskningsvirksomhet.

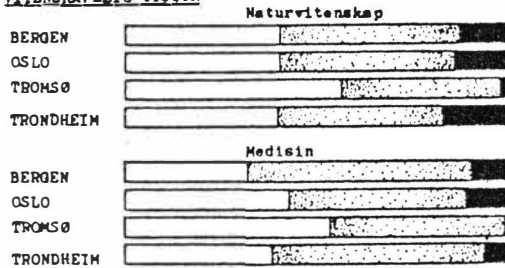
1: FAGLIG MILJØ



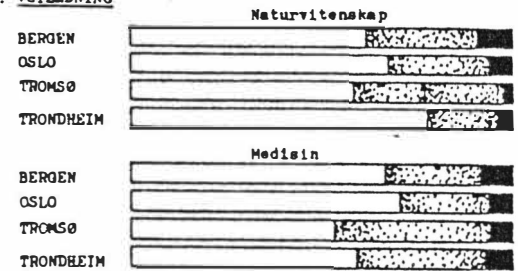
7: UNDERVISNING



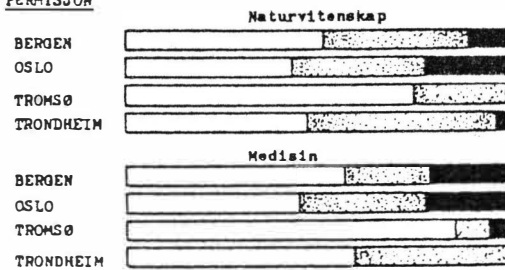
2: VITENSKAPELIG UTSITT



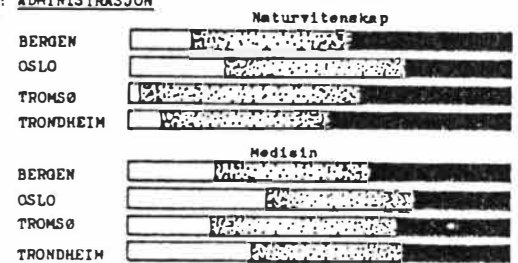
8: VEILEDNING



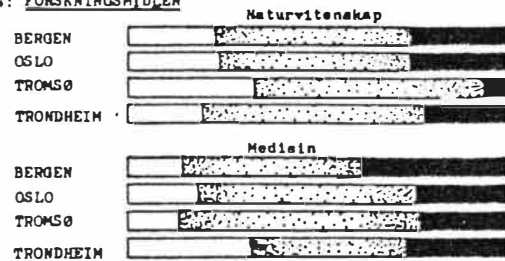
3: PERMISJON



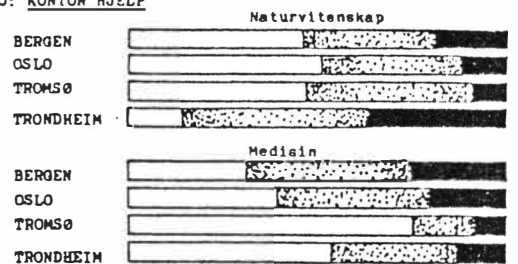
9: ADMINISTRASJON



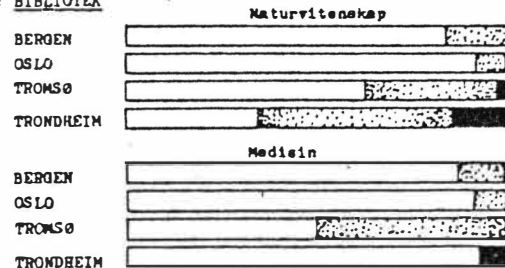
4: FORSKNINGSMIDLER



10: KONTOR HJELP



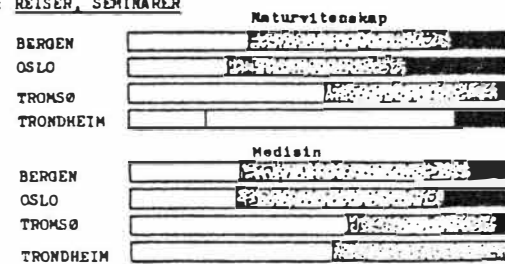
5: BIBLIOTEK



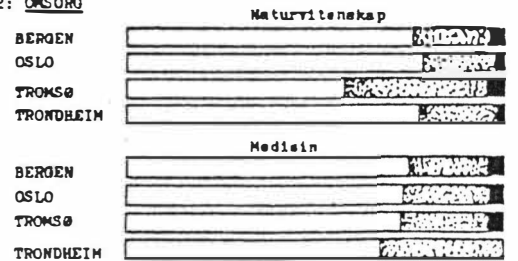
11: TEKNISK ASSISTANSE



6: REISER, SEMINARER



12: ØMSORG



Ingen problemer + ubesvart + ikke aktuelt  
 Noen problemer  Store problemer



Som det fremgår av figur 1, er det til dels store forskjeller i svarfordelingen, både på tvers av miljøene ved de fire universitetene og mellom de 12 typer forhold som respondentene ble forespurt om.

Fire forhold peker seg ut som de mest problematiske, nemlig tilgang til forskningsmidler, administrativt arbeid, kontor og skrivehjelp og teknisk assistanse. (Unntaket er det naturvitenskapelige miljø v/Universitetet i Tromsø som synes å ha meget små problemer m.h.t. tilgang på forskningsmidler.)

I lys av den foreliggende utstyrsutredningen bør det anføres at forhold vedrørende vitenskapelig utstyr ikke peker seg ut som spesielt problematisk, sett i relasjon til de øvrige opplistede vilkårskategorier.

Som nevnt er spørsmålet i spørreskjemaundersøkelsen utformet slik at det spørres om forskningsvirksomhet generelt. I den foreliggende utredning omkring utstyrssituasjonen er det derimot lagt vekt på å si noe om hvordan tilgang til riktig utstyr er av avgjørende betydning for muligheten for å drive eksperimentell forskning på internasjonalt nivå. Man har bl.a. trukket fram forskningsmiljøenes egen beskrivelse av hvordan en vanskelig utstyrssituasjon kan være årsak til at man må la de mest interessante forskningsoppgaver ligge. Videre beskrives hvordan man får problemer med internasjonal anerkjennelse (publisering) når utstyret man bruker i forskningen er utrangert.

Det foreligger derfor ingen selvmotsigelse når forskerne, i sammenheng med utstyrsutredningen, sier at utstyrsbehovene er store, samtidig som relativt få svarer "store problemer" i sammenheng med spørreskjemaundersøkelsens spørsmål om vitenskapelig utstyr.

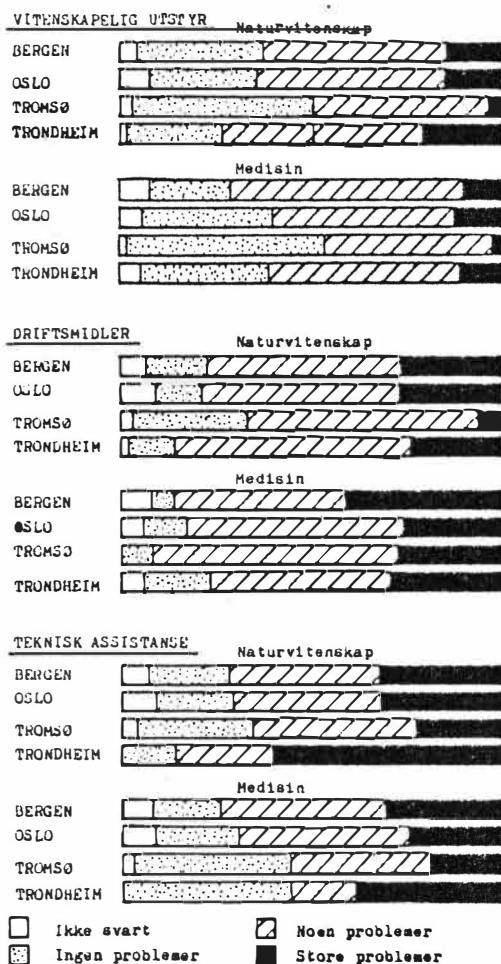
Det må også presiseres at vitenskapelig utstyr kan betraktes som hovednøkkelen til eksperimentell forskning. Mangel på utstyr kan derfor for denne type forskning sies å være mer tungtveiende enn f.eks. at forskeren "plages" av mye administrativt arbeid.

Av de 12 opplistede forhold er det tre som har spesiell tilknytning til eksperimentell forskning (for fullstendig betegnelse på "forholdene" se spørreskjemaet).

1. Vitenskapelig/teknisk utstyr. (Denne betegnelsen er noe mer omfattende enn vitenskapelig utstyr.)
2. Tilgang på forskningsmidler. (Dette forhold omfatter mye. Av relasjon til utstyrssituasjonen nevnes: driftsmidler til drift av utstyr, service/vedlikehold og innkjøp av mindre utstyrsenheter.)
3. Teknisk assistanse. (Dette kan omfatte teknisk assistanse til rutinemessig bruk av utstyr, til service/vedlikehold og til videre utvikling og nykonstruksjon av utstyr. Videre kan det gjelde både eget personale og assistanse fra leverandør/fabrikant.)

Vi skal se litt nærmere på de tre forhold som er spesielt knyttet til utstyrssituasjonen. I figur 2 er gruppen som svarer "ikke aktuelt" eliminert, og de resterende svar er regnet som 100%. Vi har valgt denne fremgangsmåte fordi vi i denne sammenheng primært er interessert i hvordan svarfordelingen er blant de som har behov for utstyr og assistanse.

Figur 2 Prosentvis svarfordeling for de utstyrsrelaterte forhold som kan skape problemer m.h.t. forskernes mulighet for å utføre forskningsarbeid.\*



\* Gruppen som svarte "ikke aktuelt" er holdt utenfor beregningene.

Figur 2 viser bl.a. at prosentandelen forskere ved Universitetet i Tromsø som sier at vitenskapelig utstyr skaper store problemer, er vesentlig mindre enn ved de andre universitetene. Det samme gjelder mht. forskningsmidler for realfagsdelen ved Universitetet i Tromsø. Medisinerne ved Universitetet i Bergen synes å ha spesielle problemer mht. tilgang på forskningsmidler. Realfagsmiljøene ved Universitetet i Trondheim synes å ha spesielt store problemer mht. teknisk assistanse.

Navn: ..... Fødselsdato: .....

 Sivilstand:  Ugift  Gift, samboende  Før gift

Antall barn: ..... Yngste barns fødselsår: .....

## A. Stilling, ansettelsesforhold og utdanning i 1981

1. Her ber vi om opplysninger om den eller de stillinger som De var ansatt i ved Universitetet eller som medførte at de hadde arbeidsplass ved ett av Universitetets institutter eller avdelinger.

Stilling ved Universitetet pr. 31.12.81: .....

 Ansettelsesforhold:  fast  midlertidig  oppdragskontrakt

Lønnet av: .....

Arbeidssted: Institutt/avdeling: .....

 Stillingen var:  heltidsstilling  deltidstilling  bistilling

2. Andre stillinger ved og utenfor Universitetet i 1981.

Stilling: ..... Tidsrom: .....

3. Hvor mange år har De hatt arbeidsplass ved et universitet eller arbeidet i en universitetsstilling?

(Inkludert evt. rekrutteringsperiode). ..... år

4. Hvilken utdanning hadde De pr. 31.12.81?

År

 Norsk universitets-/høgskoleeksamen .....

 Utenlandsk universitets-/høgskoleeksamen (angi land) .....

 Norsk doktorgrad (angi tittel) .....

 Utenlandsk doktorgrad (angi tittel og land) .....

5. Har De planer eller ønsker om å skifte arbeidssted i løpet av de nærmeste par år?  Ja  Nei  Vet ikke

Dersom ja, besvar spørsmål 6, 7 og 8. Dersom nei, gå til spørsmål B 1.

6. Angi grunnen(e) til at De har planer eller ønsker om å skifte arbeidssted.

(Kryss av én rute for hver linje).

	Stor betydning	Noen betydning	Ingen betydning	Ikke aktuelt
a) Nåværende stilling er av midlertidig karakter eller et vikariat .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) Ønsker høyere lønn .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
c) Ønsker bedre opprykksmuligheter .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
d) Ønsker andre arbeidsoppgaver .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
e) Ønsker et mer inspirerende miljø (andre kolleger) .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
f) Ønsker mer regulert og avgrenset arbeidstid .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
g) Ønsker kortere vei til arbeidsplassen .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
h) Ønsker arbeid på annet (geografisk) sted .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
i) Ektefelle/samboer har flyttet/ønsker å flytte til annet sted .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
j) Annet (spesifiser) .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

7. Hvilket arbeidssted planlegger eller ønsker De å gå over til? Hvis flere alternativer er aktuelle, angi dem i prioritert rekkefølge der 1 har høyest prioritet.

- a)  Annet universitet (herunder vitenskapelige høyskoler eller universitetssykehus)
- b)  Forskningsinstitutt
- c)  Regional høyskole
- d)  Departement, direktorat
- e)  Kommune, fylkeskommune
- f)  Industri, næringsliv
- g)  Vet ikke
- h)  Annet (spesifisér) .....

8. Hvilke muligheter tror De at et slikt nytt arbeidssted kan gi m.h.t. å utnytte Deres faglige kvalifikasjoner i arbeidet?

- Bedre muligheter       Like gode muligheter       Dårligere muligheter       Vet ikke

### B. Enkelte arbeidsoppgaver i 1981

1. Hvor mange studenter og forskerrekutter ga De faglig veiledning i 1981?

a) Hovedfagsstudenter eller tilsvarende .....

b) Stipendiater, vit.ass., dr.gradsstudenter .....

2. Hvor mange dager brukte De anslagsvis til eksamensarbeid og bedømmelsesarbeid i 1981?

a) Eksamensarbeid ..... dager

b) Bedømmelse av søkere til vitenskapelige stillinger, doktoravhandlinger e.l.: ..... dager

3. Kryss av for de verv eller arbeidsoppgaver De hadde i 1981:

- a)  Administrativt verv ved Universitetet som dekanus, instituttbestyrer, undervisningsleder, formann i fast utvalg e.l.
- b)  Medlem av styre, råd, utvalg eller komité ved Universitetet.
- c)  Medlem av faglig/vitenskapelig råd, utvalg eller komité utenfor Universitetet.
- d)  Medlem av norsk bedømmelseskomité eller annen sakkyndig komité.
- e)  Medlem av utenlandsk bedømmelseskomité eller annen sakkyndig komité.
- f)  Tillitsverv i nordisk faglig/vitenskapelig organisasjon, forening e.l.
- g)  Tillitsverv i annen internasjonal faglig/vitenskapelig organisasjon, forening e.l.

4a. Betrakter De Deres stilling ved Universitetet primært som:

- Undervisningsstilling       Forskerstilling       Like mye begge deler

4b. Betrakter De Dem selv i Deres universitetsstilling primært som:

- Lærer       Forsker       Like mye begge deler

### C. Egenutdanning

1. Dersom De i 1981 foretok noen reiser i utlandet med faglig tilknytning — vennligst angi hvilke(t) land:

a) Konferanser, seminarer e.l. ....

b) Gjeste forelesninger .....

c) Opphold i studie- eller forskningsøyemed .....

d) Bedømmelsesarbeid .....

2. Dersom De i 1981 deltok på konferanser, seminarer e.l. i utlandet, la De fram faglige arbeider?  
 Ja     Nei

3. Dersom De noen gang har hatt utenlandsopphold med faglig tilknytning av varighet ett semester eller lenger — vennligst fyll ut tabellen nedenfor.

Land	Ar	Finansieringskilde(r)

4. Angi de sider ved utenlandsoppholdet som hadde størst betydning for Dem.  
 (Kryss av én rute for hver linje).

	Stor betydning	Noen betydning	Ingen betydning	Ikke aktuelt
a) Fikk kjennskap til nye metoder eller resultater .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) Fikk faglig stimulans .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) Fikk personlig kontakt med utenlandske forskere .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) Fikk arbeidsro til å arbeide med forskningsprosjekt ....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e) Fikk adgang til utstyr som ikke var tilgjengelig i Norge ..	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f) Annet (spesifiser) .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. Hvordan holder De Dem ajour med utenlandsk forskning?  
 (Kryss av én rute for hver linje).

	Stor betydning	Noen betydning	Ingen betydning	Ikke aktuelt
a) Lesing av litteratur .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) Internasjonale konferanser, seminarer e.l. ....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) Lengre utenlandsopphold .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) Utenlandske gjesteforskere i Norge .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e) Personlig kontakt m/utenlandske forskere (telefon, korrespondanse, «preprints» etc.) .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f) Andre måter (spesifiser) .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**D. Forskningsvilkår**

1. Hvordan vurderer De Deres muligheter til å drive forskning ved Universitetet?  
 Svært gode     Relativt gode     Tilfredsstillende     Relativt dårlige     Dårlige

2. I hvilken grad medfører følgende forhold problemer med hensyn til Deres muligheter for å utføre forskningsvirksomhet? (Kryss av én rute for hver linje).

	Store problemer	Noen problemer	Ingen problemer	Ikke aktuelt
a) Faglig miljø ved institutt/avdeling .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) Vitenskapelig/teknisk utstyr .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) Muligheter for forskningspermisjon .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) Tilgang på forskningsmidler .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e) Biblioteksforhold .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f) Muligheter for å reise på seminarer, konferanser .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g) Undervisning .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h) Veiledning .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
i) Administrativt arbeid, møter, komitéarbeid etc. ....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
j) Kontor- og skrivehjelp .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
k) Teknisk assistanse .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
l) Omsorgsansvar .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
m) Annet (spesifiser) .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### E. Publisering

1. De bes her føre opp faglige/vitenskapelige arbeider som De evt. har publisert i 1979, 80 og 81. Før opp tittel, publiseringssted og anslagsvis antall sider for hvert enkelt arbeid, eller legg ved egen publikasjonsliste.

2. Har De i 1979, 80 eller 81 publisert arbeider som De vil karakterisere som populærvitenskapelige?

Ja       Nei

3. Kryss av dersom De noen gang har vært fagkonsulent for et tidsskrift.

Norsk tidsskrift  
 Nordisk tidsskrift  
 Annet internasjonalt tidsskrift

**F. Arbeidstidens fordeling I tidsrommet 1.1.1981—31.12.1981**

1. De bes nedenfor anslå en prosentvis fordeling av Deres arbeidstid I dette tidsrommet.

Anslaget skal bare gjelde den del av året som De har innehatt universitetsstilling eller annen stilling med arbeidsplass ved Universitetets institutter eller tilknyttede avdelinger. Dersom De i 1981 eller deler av året hadde forskningstermin, skal dette inngå I anslaget.

De bes inkludere den totale tid som De har benyttet I forbindelse med Deres universitetsstilling eller yrkesutøvelse for øvrig, selv om noe av tiden falt utenfor normal arbeidstid.

Vær oppmerksom på at vi her ber om et anslag for hele arbeidsåret, ikke bare for undervisningsterminene. Den tid som anvendes til forskning, vil f. eks. for manges vedkommende være knappere innenfor undervisningsterminene enn ellers. Slike forhold ber vi Dem ta hensyn til ved utfyllingen.

Prosent

**a) Undervisning ved eget universitet** .....

Omfatter formell undervisningstid og medgått tid til gjennomføring av undervisningen, inkl. forberedelser, retting m.v. Annen undervisning som inngår i Universitetets utdanningstilbud, f.eks. etterutdanningskurser e.l. Annet arbeid med universitetsundervisningen, herunder arbeid med studieplaner, studieveiledning, konferansetimer, ekskursions, lærebøker, eksamensarbeid m.v.

**b) Faglig veiledning** .....

Omfatter faglig veiledning for hovedfagsstudenter eller tilsvarende, samt faglig veiledning for stipendiater, vit.ass., dr.gradsstudenter.

**c) Forskning og egenutdanning** .....

Forskning omfatter grunnforskning, anvendt forskning og utviklingsarbeid, dvs. både virksomhet som tar sikte på å frembringe ny viten og innsikt, og arbeid med å frembringe nye materialer, produkter, prosesser, metoder, systemer eller tjenester, eller for å forbedre dem som eksisterer.

Angi både arbeid med egne prosjekter, og ledelse eller assistanse ved andres prosjekter, som f. eks. teknisk assistanse, hjelp med planlegging og faglig kontakt for øvrig. Arbeid som er direkte knyttet til forskningen, som f. eks. litteraturstudier, publisering av resultater, reiser og planlegging av prosjekter, deltaking på konferanser og egne utdanningsaktiviteter medregnes også.

De bes inkludere både forskning som er utført i tilknytning til Deres universitetsstilling, og forskning innenfor rammen av en annen stilling (f. eks. ved et universitetssykehus).

**d) Administrasjon og andre interne universitetsfunksjoner** .....

Omfatter administrativt arbeid, møter m.v. ved Universitetet. Angi all administrativ virksomhet som vedrører universitetsvirksomheten og som ikke naturlig inngikk i noen av funksjonene ovenfor og andre interne universitetsfunksjoner som ikke er medregnet tidligere i skjemaet. F. eks. inkluderes tid medgått til bedømmelse av faglige arbeider, samlingsarbeider og utstillinger ved museer, alminnelig dataregistrering, teknisk assistanse, biblioteksarbeid, besvarelse av mindre henvendelser m.v.

**e) Utadvendte oppgaver** .....

Omfatter undervisning ved andre universiteter og høyskoler, som gjesteforeleser, timelærer e.l. Undervisning og arbeid med lærebøker, studieplaner m.v. for andre institusjoner, organisasjoner, foreninger e.l. Eksamensarbeid ved andre universiteter. Populærvitenskapelig medvirkning som redaktør, medarbeider e.l. i tidsskrifter, presse, kringkasting, leksika m.v. og ved foredragsvirksomhet. Oppgaver og oppdrag for eksterne institusjoner og organisasjoner, f. eks. ved medlemskap i styrer, komitéer, forskningsråd e.l., redaktørmedarbeider i vitenskapelige tidsskrifter, personlige konsulentoppdrag e.l.

**f) Profesjonell yrkesutøvelse utenfor Universitetet** .....

Her bes medregnet all yrkesaktivitet som de ikke har medregnet foran. F. eks. kan dette være virksomhet ved universitetssykehus, praksis som advokat, lege, tannlege e.l. Hvis De utfører forskning innenfor rammen av en stilling utenfor Universitetet, bes De likevel medregne denne tiden under punkt c og ikke her.

Total 100 %

Hvis anslaget ovenfor bare gjelder en del av 1981, angi hvilket tidsrom De har lagt til grunn:

Fra: ..... Til: .....



2. Hvor mange timer i gjennomsnitt pr. uke vil De anslå at De i 1981 tilsammen arbeidet med de ovenfornevnte oppgaver? ..... timer

3. Faglig veiledning (pkt. 1 b) kan ha større eller mindre sammenheng med veilederens egen forskning. De bes krysse av om De anser at Deres veiledning i 1981 hadde karakter av forskning for Dem selv eller ikke.

Ja, i høy grad     Ja, i noen grad     Nei

## G. Forskning

1. Arbeidet De med forskning i 1981?

Ja     Nei

Hvis ja, vennligst fyll ut spørsmål 2—6. Hvis nei, gå til spørsmål 7.

2. Hvilke grupper/institusjoner hadde De jevnlig kontakt med i forbindelse med Deres forskning?

- a)  Kolleger ved eget institutt/avdeling
- b)  Kolleger ved andre institutter/avdelinger på Deres Universitet
- c)  Kolleger ved andre universiteter/vitenskapelige høyskoler
- d)  Kolleger ved regionale høyskoler
- e)  Kolleger ved forskningsinstitutter utenfor universitetene
- f)  Kolleger ved utenlandske forskningssteder (angt land) .....
- g)  Departementer, direktorater
- h)  Kommunale eller fylkeskommunale organer
- i)  Organisasjoner
- j)  Bedrifter
- k)  Andre (spesifiser) .....

3. Hvordan vil De karakterisere Deres forskning i 1981?

- Grunnforskning. Virksomhet som primært utføres for å erverve ny viten om grunnlaget for fenomener og observasjoner — uten sikte på særskilte praktiske mål eller anvendelser.
- Anvendt forskning. Virksomhet av original karakter for å erverve ny viten, først og fremst rettet mot bestemte praktiske mål eller anvendelser.
- Utviklingsarbeid. Systematisk arbeid som anvender eksisterende kunnskap, rettet mot å fremstille nye materialer og produkter, å innføre nye prosesser, metoder, systemer eller tjenester, eller å forbedre dem som eksisterer.

(Dersom forskningsarbeidet kan klassifiseres på flere måter, sett 1, 2, 3, i rubrikkene istedenfor kryss, avhengig av hvilke av de tre kategoriene som er mest dekkende for forskningsarbeidet. 1 er mest dekkende, 3 er minst dekkende).



VEDLEGG 5UTSTYRSLISTE FOR ET INSTITUTT FOR GENERELL MIKROBIOLOGI MED  
FORSKNINGSOPPGAVER INNEN:

- generell mikrobiologi inkludert encellede alger (celle biologi)
- mikrobiell økologi inkludert marin mikrobiologi

Listen er ikke komplett, men den dekker de fleste aktuelle arbeidsoppgaver.

Alle priser i 1000 kr.

Utstyr	Pris 1972	Pris 1982
Forskningsmikroskop	25	80
Fluorescens-mikroskop	45	120
Standard-mikroskop	10	20
Stereomikroskop	6	15
Autoklav, stor	60	200
Oppvaskmaskin	25	50
Steril-kabinett	5	50
Anaerob-kabinett	-	60
Kjemostat	-	50
Fermentor, 10 l m. utstyr	30	250
Inkubasjonsskap	6	20
Rysteinkubator	11	53
Doseringsautomat for medier	-	35
Analysevekt	8	14
pH-apparat, lab.modell	4	25
Membranfilterutstyr	-	8
Frysetørrer	25	60
Utstyr for celleknusing	5	20
Lavtemperatur fryseboks	-	60
Billed-analysator (kolonitelling)	-	155
Prøvehentere	10	100

Tabell forts.

Utstyr	Pris 1972	Pris 1982
Avansert spektrofotometer	60	250
Rutine spektrofotometer	20	60
Fluorescens spektrofotometer	60	240
ATP-analysator	-	60
Partikkel-analysator (Coulter)	100	350
Scintillasjonsteller	80	250
Prep. ultracentrifuge m. hoder	100	400
High speed kjølecentrifuge	43	161
Stor kjølecentrifuge	50	180
Bordcentrifuge	6	27
Gasskromatograf/HPLC	15	150
Fraksjonssamler	15	35
Ultrafiltreringsutstyr	5	30
Elektroforese-utstyr	5	25
Densitometer for elektroforese	-	80
CHN(S)-analysator	-	150
CO <sub>2</sub> -analysator (IR)	-	47
Sensorer, interfaser, mikroprosessorer	40	350
Databehandlingssystem	40	350
Sum	874	4370

VEDLEGG 6EN ANALYSE AV UTSTYRSSØKNADENE TIL DEN EKSTRAORDINÆRE UTSTYRSTILDELING  
HØSTEN 1981Utstyrssøknader - Ekstraordinære utstyrsbevilgninger 1981

Ved kongelig resolusjon av 7.9.1981 ble NAVF og NTNf hver tildelt 20 mill.kr av ubenyttede tippemidler som en ekstrabevilgning til vitenskapelig utstyr ved norske forskningsinstitusjoner. Av NAVF's 20 mill.kr ble 5 forutsatt brukt til EDB-utstyr og 1 mill.kr til automatisering og effektivisering av bibliotekstjenesten. Av de resterende 14 mill.kr skulle 4 gå til større utstyrsenheter i nasjonale laboratorier. NAVF's styre besluttet at 4 mill.kr skulle gå til medisinsk og 10 til naturvitenskapelig forskning. Av de 10 mill.kr til naturvitenskap var 4 mill.kr øremerket nasjonale laboratorier.

NAVF mottok ca. 570 søknader, og det samlede søknadsbeløp var på ca. 190 mill. kr. Av dette utgjorde søknader fra de medisinske og naturvitenskapelige miljøer ved universitetene (utenom NTH) ca. 115 mill. kr. I dette beløp er også tatt med søknader som ble sendt til NTNf fra de samme miljøer. Dette beløp er mer enn det tredobbelte av den utstyrsbevilgning disse miljøer fikk over ordinære budsjetter i 1981. Søknadenes fordeling mellom institusjonene er vist i tabell 1.

Tabell 1. Søknadsbeløp ved ekstratildelingen høsten 1981 fordelt mellom institusjonene. Beløp i millioner 1981 kroner.

Universitetet i	Søknadsbeløp
Bergen	31,5
Oslo	62,0
Tromsø	8,5
Trondheim (ekskl. NTH)	13,5
NTH*	10,0
Sum	125,5

\*Bare søknader til NAVF.

Det er viktig å merke seg at ingen søknader ble avslått som "ikke støtteverdige". Når man skal vurdere søknadsmengden, må man ta hensyn til at denne ekstraordinære tildeling kom uten forvarsel og at søknadsfristen var meget kort. Videre var det en forutsetning at søknader ikke behøvde være prosjekttilknyttet.

På tvers av faggrenser kan vi dele utstyrsønskene inn i utstyrstyper. Den desidert største gruppen er det vi kan kalle kjemisk/biokjemisk/geokjemisk analyse-utstyr. Den utgjør samlet et søknadsbeløp på ca. 30 mill. kr.

I tabell 2 er det gitt en grov typologisk inndeling av søknadsmassen med angivelse av søknadsbeløp og antall enheter innen hver gruppe. Det er også angitt beløp som ble bevilget.

Tabell 2. Typologi for søknader til NAVF og NTNf fra medisinske og naturvitenskapelige grunnforskningssmiljøer ved universitetene (inkl. NTH) ved ekstratildelingen høsten 1981. Beløp i millioner 1981 kroner.

Utstyrsgruppe	Søknadssum	Antall utstyrsenheter	Innvilget beløp
Aminosyre analysatorer	1,2	3	
Atomabsorpsjon og induced plasma spektrofotometre	1,9	6	
Billedanalyse/prosessering	1,6	4	
Analoge instrumenterings-båndopptakere	0,6	5	
Datautstyr:			
Datamaskiner for lokale regnearbeid og til stor avanserte instrumentering	10,0	21	0,55
Mini- og mikrodatamaskiner	1,3	22	0,1
Datamaskinassistert måleteknikk	1,1	11	0,25
Grafiske skjermer	1,9	15	0,28
Skjermterminaler	1,3	66	0,02
Printere, plottere, digitaliseringsbord	1,8	38	0,03
Elektronmikroskop og utstyr	10,0	9	0,3
Kjøle/fryseutstyr	0,8	12	0,13
Kromatografer: Høytrykksvæske (HPLC)	4,0	25	0,5
Gass (GC)	0,65	5	0,17
Spesial	0,86	3	
GC-MS og HPLC-MS	4,3	4	0,13
Massespektrometre (MS)	4,9	3	
Lasere	1,7	7	0,2
NMR-spektrometre	0,85	2	
Lysmikroskop	4,1	ca. 50	0,35
Oscilloscoper/Transientrecordere	2,2	13	0,15
Partikkel- og celletellere	1,5	9	0,28
Røntgendiffraktometre + oppgradering av samme	3,4	2+3	0,5
Røntgengjennomlysning og tomografi	8,1	3	

Utstyrsgruppe	Søknadssum	Antall enheter	Innvilget beløp
Scintillasjonstellere og annet			
deteksjons. og telleutstyr	2,9	21	0,55
Sentrifuger	2,5	19	0,36
Skrivere/Oscillografer	1,6	21	0,25
Spektrofotometre UV, synlig, IR (Absorpsjons, fluorescence og IR-interferometri)	6,2	32	1,27
Vakuumutstyr	1,0	5	0,07
Utrustning til havforskningsfartøyer og annet oceanografisk forskningsutstyr (geologi, marinbiologi, geofysikk)	7,0		0,58
Andre utstyrsenheter	35,5		4
Sum	125,5		11,0

Det kan også være av en viss interesse å se på fordeling i prisgrupper for de utstyrsenheter det søkes om midler til. Dette er gjort i figur 1. Figuren viser prosentvis fordeling av søknadssum på utstyrsenheter i prisgruppe 1 til 4 (se underkapittel 3.4).

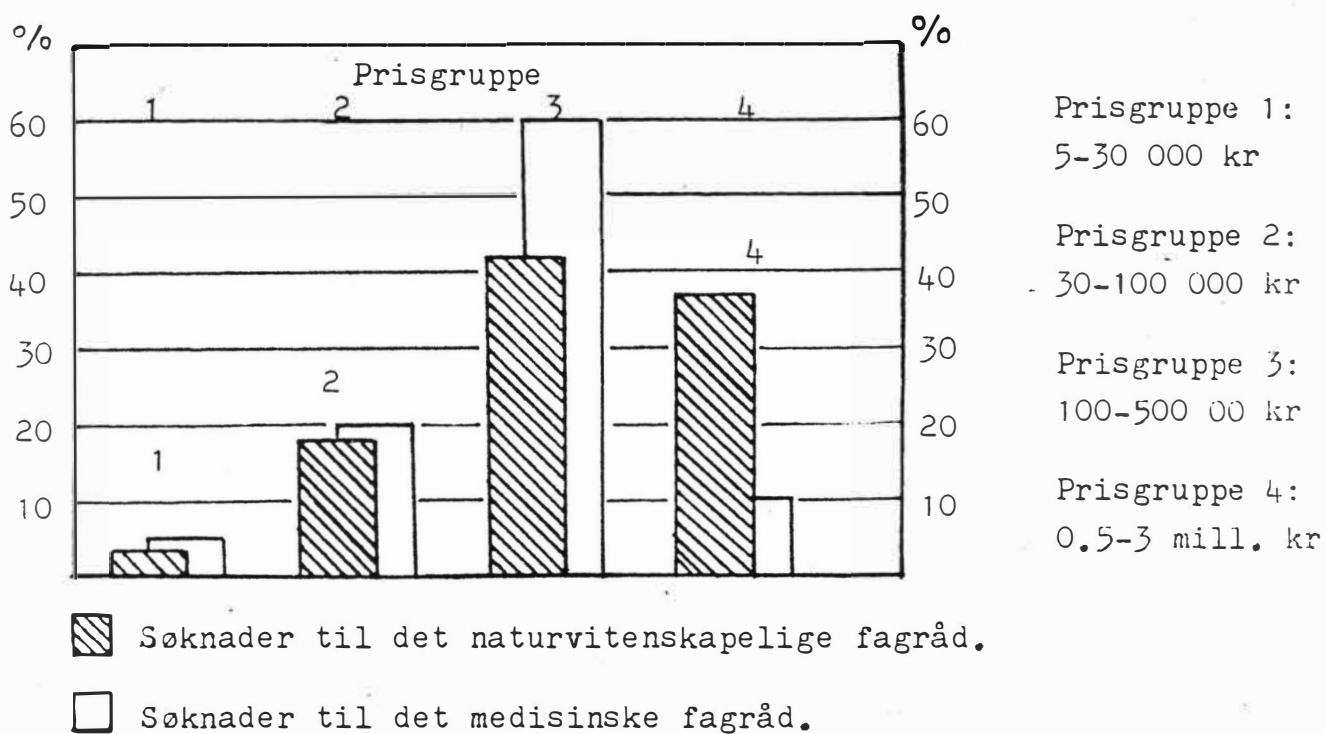
Av søknadene til Rådet for medisinsk forskning (RMF) er det en markert opphopning i prisgruppe 3 (kr. 100-500 000,-). Til Rådet for naturvitenskapelig forskning (RNF) har det kommet vesentlig større søknadsmasse i gruppe 4, dvs. at utstyrssøknadene hit har en "tyngre profil". En meget liten del av søknadsbeløpet gjelder utstyr i gruppe 1.

For begge råd finner man at søknader som gjelder utstyrsenheter til over kr. 100 000,-, utgjør mer enn 3/4 av søknadssummen.

Søknader om EDB-utstyr er holdt utenfor. Det samme er en søknad til RMF om en røntgen-computer-tomograf til 6 mill. kr.



Figur 1. Prosentvis fordeling av søknadsbeløp etter utstyrets prisgruppe.



I figur 2 er det samme søknadsmaterialet fordelt på de ulike fagdisipliner man opererer med innen RNF og RMF. Deretter har man sett på prosentvis fordeling (innenfor hver fagdisiplin) av søknadssummen på utstyrsenheter innenfor prisgruppe 1 til 4.

Figur 2: Søknadsmassen til den ekstraordinære utstyrstildeling høsten 1981. Søknadssum til de ulike fagdisipliner prosentvis fordelt etter kostnad på de utstyrsenheter det søkes om.

#### NATURVITENSKAP

1: ASTROFYSIKK, GEOFYSIKK

2: FYSIKK

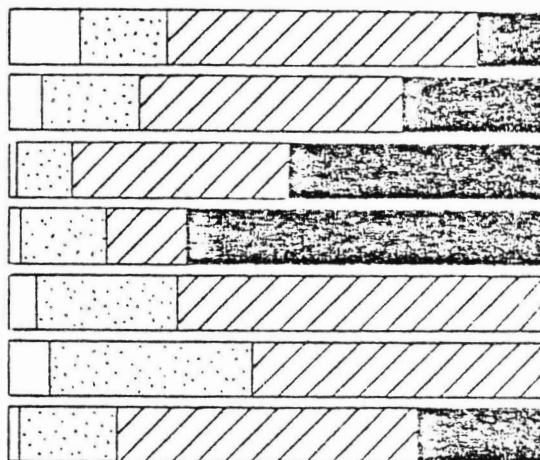
3: KJEMI

4: GEOLOGI, NATURGEOGRAFI

5: MARIN BIOLOGI

6: ZOOLOGI, GENETIKK

7: BOTANIKK



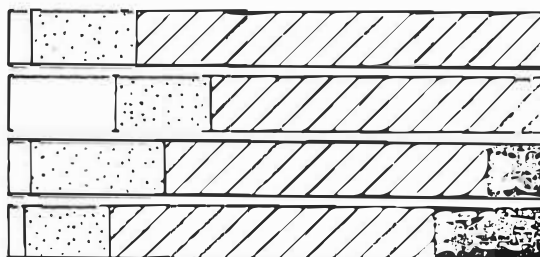
#### MEDISIN

1: FYSIOLOGI, BIOKJEMI, biofysikk, farmakologi

2: ANATOMI

3: KLINISK MEDISIN

Resterende medisinske omr.



 PRISGRUPPE 1

 PRISGRUPPE 2

 PRISGRUPPE 3

 PRISGRUPPE 4