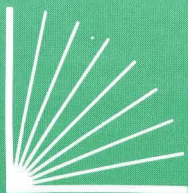


Rapport 1/91

Norsk forskning på den internasjonale arena

En sammenligning av 18 OECD-lands artikler og siteringer i *Science Citation Index* 1973-86

Gunnar Sivertsen



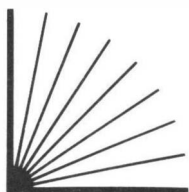
Utredninger om forskning og høyere utdanning
NAVFs utredningsinstitutt
Norges allmennvitenskapelige forskningsråd

Rapport 1/91

Norsk forskning på den internasjonale arena

En sammenligning av 18 OECD-lands artikler og siteringer i *Science Citation Index* 1973-86

Gunnar Sivertsen



Utredninger om forskning og høyere utdanning
NAVFs utredningsinstitutt
Norges allmennvitenskapelige forskningsråd

ISBN 82-7218-248-3
ISSN 0802-9342

GCS A/S - OSLO

Forord

I denne rapporten sammenlignes den naturvitenskapelige, medisinske og teknologiske forskning i 18 OECD-land ut fra hvor mange artikler som publiseres fra hvert land i ledende vitenskapelige tidsskrifter og hvor ofte disse artikler blir sitert. Slike sammenligninger kan gi støtte til - men ikke danne hele grunnlaget for - en vurdering av norsk forsknings bidrag på internasjonalt nivå. Rapporten er utarbeidet innen rammen av programområdet forskningsevaluering ved NAVFs utredningsinstitutt.

Rådet for naturvitenskapelig forskning og Rådet for medisinsk forskning i NAVF har gitt støtte til anskaffelse av datamaterialet, som dels er levert fra Science Policy Research Unit (SPRU) ved University of Sussex, England, og dels fra Computer Horizons, Inc. (CHI), USA, som produserer internasjonal publiseringsstatistikk for National Science Foundation, USA.

Rapporten er utarbeidet av Gunnar Sivertsen. Svein Kyvik, Terje Bruen Olsen, Bo Sarpebakken, Hans Skoie og Olaf Tvede har bidratt med råd og assistanse i prosjektperioden.

Vi takker John Irvine og Ben Martin (SPRU), Francis Narin og Kimberly A. Stevens (CHI), Olle Persson (INFORSK, Universitetet i Umeå) og Per O. Seglen (Institutt for kreftforskning, Radiumhospitalet) for gode råd og kommentarer.

Oslo, januar 1991

Sigmund Vangsnes

Hans Skoie

Innhold

SAMMENDRAG	7
1 INNLEDNING	9
1.1 "Science Literature Indicators Data-Base"	9
1.2 Tidligere bruk av samme database	10
1.3 Formålet med rapporten	10
1.4 Sammenligninger og sammenlignbarhet	12
2 MATERIALET	13
2.1 Utvalg av tidsskrifter	13
2.2 Fordeling på land, år, hovedområde og disiplin	13
2.3 Periodeinndeling	14
2.4 Materialets omfang. Avgrensning til 18 OECD-land	14
2.5 Hvor godt er forskningslitteraturen dekket?	18
2.6 Noen mulige feilkilder	21
3 INDIKATORENE - HVA MÅLER VI OG HVORDAN BEREGNER VI?	24
3.1 Artikler som uttrykk for aktivitetsnivå	24
3.2 Siteringshyppighet som uttrykk for innflytelse	25
3.3 Beregning av aktivitetsnivå (artikler per capita)	27
3.4 Beregning av innflytelse (siteringsindeks)	28
4 RESULTATER	31
4.1 Norges generelle posisjon	31
4.2 Klinisk medisin	37
4.3 Biomedisin	42
4.4 Biologi	46
4.5 Kjemi	51
4.6 Fysikk	54
4.7 Geovitenskap	59
4.8 Teknologi	63
4.9 Matematikk	67
4.10 Norges internasjonale profil - en drøfting av resultatene	71
REFERANSER	74
TABELL: RESULTATER PÅ DISIPLINNIVÅ	76
VEDLEGG: NORDISKE TIDSSKRIFTER I MATERIALET	80

Sammendrag

I denne rapporten sammenligner vi 18 OECD-lands bidrag til internasjonal forskning i naturvitenskap, medisin og teknologi. Vi undersøker hvor mange artikler de enkelte lands forskere bidrar med til verdens ledende vitenskapelige tidsskrifter og hvor ofte disse artiklene senere blir sitert i andre tidsskriftartikler. Tallene er basert på de bibliografiske registre i *Science Citation Index (SCI)*.

I perioden 1981-86 er det registrert 11 572 artikler fra Norge og nærmere 1,8 millioner artikler fra de 18 land samlet. Sammenholdt med Norges befolkningsandel gir dette et middels *aktivitetsnivå* for Norge i OECD-sammenheng, men nivået er lavest i Norden. Artiklenes siteringshyppighet viser at norsk forsknings *innflytelse* er på et middels nivå blant OECD-landene, men lavt i nordisk sammenheng. Sverige og Danmark er med blant de ledende forskningsnasjoner ut fra begge indikatorer, men det er ikke Norge og Finland. Nivåforskjellene er store og relativt stabile fra år til år.

Materialet er inndelt i 99 forskningsdisipliner, f.eks. "geologi" og "organisk kjemi", med utgangspunkt i en emnevis fordeling av tidsskriftene som artiklene har stått i. Disiplinene er underordnet 8 hovedområder: klinisk medisin, biomedisin, kjemi, fysikk, biologi, teknologi, geovitenskap og matematikk - nevnt i rekkefølge fra det største til det minste området ut fra andelen i materialet (klinisk medisin omfatter en tredjedel, matematikk bare 3 prosent).

Norges artikler er fordelt med relativt høye andeler til klinisk medisin, biologi og geovitenskap, mens andelen er særlig lav i fysikk, når vi sammenligner med fordelingen for de 18 OECD-land samlet. Den høye andel av artikler i klinisk medisin er et felles nordisk særtrekk, mens fordelingen innen naturvitenskap avviker fra det øvrige Norden.

Målt i artikler per capita har Norge i *klinisk medisin* et meget høyt aktivitetsnivå i OECD-sammenheng, men nivået er likevel det klart laveste blant de nordiske land, som samlet står for en betydelig andel av verdens kliniske forskning. Målt i siteringshyppighet er Sveriges posisjon fremragende, men Danmark, Finland og Norge har også god internasjonal innflytelse, når vi sammenligner OECD-landene. I en rekke kliniske disipliner er Norges bidrag betydelige både i omfang og siteringshyppighet.

Forskjellene innen Norden er større i *biomedisin* enn i klinisk medisin. Særlig Sverige, men også Danmark, leverer omfattende og innflytelsesrike bidrag til internasjonal forskning. Norges posisjon er svakest i Norden, og svak i OECD-sammenheng. Mest sitert er de norske artiklene i cellebiologi og genetik. I mikrobiologi og fysiologi har Norge høye artikkelandeler, men lav siteringshyppighet.

Norge gir både omfattende og innflytelsesrike bidrag til internasjonal forskning i *biologi*. Aktivitetsnivået er høyt i OECD-sammenheng og høyest i Norden. Artiklene har høy gjennomsnittlig siteringshyppighet, men den er noe lavere enn for Sverige og Danmark. Det er særlig de mange og hyppig siterte artiklene i marin- og ferskvannsbibliologi, zoologi og økologi som bidrar til Norges gunstige posisjon.

Norges aktivitetsnivå og internasjonale innflytelse i *kjemi* er under middels når vi sammenligner OECD-landene. Blant de nordiske land har bare Sverige flere artikler i forhold til folketallet, men svenske og danske artikler har klart høyere siteringshyppighet. Norske artikler blir ofte sitert i organisk kjemi og analytisk kjemi. I uorganisk- og kjernekjemi og i fysikalsk kjemi er siteringshyppigheten vesentlig lavere.

Hvis vi ser bort fra teknologi, hvor resultatene sannsynligvis er misvisende, er *fysikk* det området hvor norsk forskning viser seg å stå svakest ut fra vårt materiale. Både i OECD-sammenheng og blant de nordiske land har Norge et meget lavt aktivitetsnivå og en meget lav siteringshyppighet. Det ledende land i Norden - Danmark - har mer enn dobbelt så mange artikler per capita som Norge har, og de danske artiklene blir nesten dobbelt så ofte sitert. Bare i to små disipliner avviker Norge fra dette mønsteret: akustikk og optikk.

I *geovitenskap* har Norge langt flere artikler per capita enn alle andre ikke-engelsktalende land. Nivået for siteringshyppigheten er derimot middels. Det er særlig *geologi* som bidrar til Norges høye aktivitetsnivå, men det kanskje mest fremragende resultat i hele undersøkelsen - også ut fra siteringshyppighet - finner vi i *miljøforskning*.

Ut fra artiklenes gjennomsnittlige siteringshyppighet fører Norge, Danmark og Sverige an blant de 18 OECD-land i *matematikk*. Fagområdet er lite og siteringsindeksen kan derfor gi store utslag for små land, men det synes klart at norske artikler har meget god internasjonal innflytelse, både i generell matematikk og statistikk. Aktivitetsnivået er derimot moderat.

Resultatene i *teknologi* viser en meget svak posisjon for Norge, men på dette området er materialet bedre egnet til å eksemplifisere hvor usikre indikatorene kan være, og det er dette vi legger vekt på i resultatgjennomgangen.

Især for små land på fagfelt med få artikler i materialet kan indikatorene være usikre. Vi gjennomgår derfor materialets egenskaper - særlig utvalget av tidsskrifter - og metodene relativt grundig forut for presentasjonen av resultatene.

1 Innledning

Fra og med 1973 er det i USA bygget opp en omfattende statistikk som viser *nasjonenes* bidrag til forskningslitteraturen i naturvitenskap, medisin og teknologi. Statistikken er tilgjengelig fra den såkalte *Science Literature Indicators Data-Base*, som produseres på oppdrag for forskningsrådsorganet *National Science Foundation* av firmaet *Computer Horizons, Inc.* Databasen er basert på en bearbeiding av de bibliografiske registre i *Science Citation Index (SCI)*.

Statistikken er mest brukt til å undersøke *hvor mange artikler* som hvert år kommer fra de enkelte land på det enkelte fagfelt og blir trykt i ledende vitenskapelige tidsskrifter, og *hvor ofte disse artiklene senere blir sitert* i andre artikler i det samme utvalg av tidsskrifter. Det er disse to parametre vi undersøker med særlig henblikk på Norge i denne rapporten. De tilgjengelige data dekker perioden 1973-86.

1.1 "Science Literature Indicators Data-Base"

Vår indirekte datakilde, *Science Citation Index (SCI)*, er verdens største tverrfaglige bibliografiske database for søking av referanser til forskningslitteratur. Her registreres årlig nærmere 400 000 artikler fra omkring 3 200 ledende vitenskapelige tidsskrifter i naturvitenskap, medisin og teknologi.

Både artiklenes egne bibliografiske data - og de man finner i hver artikkels referanselister - føres inn i databasen. Den primære hensikt med dette er å muliggjøre *litteratursøk* fra en kjent artikkel i et emne til alle *senere* utgitte artikler som har sitert den første artikkelen. Man bygger dermed på at det er et *emnefelleskap* som knytter den siterte og siterende artikkel sammen, og kan automatisere den tradisjonelle emneregistreringen.

Men analyser av *antall* artikler i tidsskriftene og *antall* siteringer de oppnår er med årene blitt mye brukt som *biprodukter* av SCI. *Institute of Scientific Information* (Philadelphia, USA), som produserer SCI, har selv skapt en rekke slike biprodukter. Blant annet utgis løpende oversikter over verdens mest siterte forfattere, artikler og tidsskrifter innen ulike emner.

Science Literature Indicators Data-Base bør ikke forveksles med de egne produktene fra ISI. Opparbeidingen av nasjonale statistikker har stilt krav til spesielle metoder for å bearbeide "rådata" fra SCI. *Computer Horizons, Inc.* (også Philadelphia, USA) har spesialisert seg innenfor dette området og er vår direkte dataleverandør. Her har man blant annet sørget for emnevis inndeling av materialet via en klassifisering av tidsskriftene og for at artikler og siteringer fordeles på land med utgangspunkt i artiklenes forfatteradresse(r) - om nødvendig brøkkvis, hvis en artikkel har flere enn en forfatter og disse er fra ulike land. Man har også sørget for

at utvalget av tidsskrifter holdes konstant fra år til år (mens det varierer i SCI), og for at feilkilder som trykkfeil og lignende i SCI er luket ut.

1.2 Tidligere bruk av samme database

Det er første gang vi presenterer en utførlig rapport i norsk sammenheng basert på disse data. Mer begrensede rapporter er tidligere publisert fra NAVFs utredningsinstitutt i bladet *Forskningspolitikk* (nr. 4/85 og 3-4/90), samt i en utredning for Nordisk Ministerråd (FPR-publikasjon nr.3, Kbh. 1985).

I andre land har det samme tallmaterialet vært brukt gjennom flere år og er relativt godt kjent i den forskningspolitiske diskusjon. Foruten USA, hvor National Science Foundation hvert annet år integrerer materialet i en stor forskningsstatistisk publikasjon (*Science & Technology Indicators*), kan det nevnes at man f.eks. i Sverige, Danmark, Finland, Nederland, Storbritannia, Vest-Tyskland, Israel og Ungarn har brukt materialet til å skape oversikt over landenes forskningsaktiviteter og danne seg et bilde av hvilken innflytelse forskningsresultatene har internasjonalt. Å telle artikler og siteringer kan synes enkelt, men det har vært nødvendig å avdekke en mengde fallgruber og utvikle en rekke metoder for oppnå gode framstillingsmåter og tolkninger av materialet. Denne utviklingen har i hovedsak skjedd i et internasjonalt forskermiljø knyttet til tidsskriftet *Scientometrics*.

Det finnes eksempler på at tallmaterialet har vært brukt til direkte forskningspolitiske oppspill. I 1985 trykket tidsskriftet *Nature* artikkelen "Charting the decline in British science" (1), hvor en forskergruppe ved Science Policy Research Unit i Sussex startet en debatt om hvorvidt de fallende trendlinjer i britiske publiserings- og siteringrater hadde sammenheng med svekkelse av det britiske forskningssystem. I januar 1990 sendte dansk TV programmet "Dansk dynamit - en tidsinnstillet bommert?". Første del av tittelen henspiller til den styrke dansk forskning etter indikatorene å dømme har hatt på den internasjonale arena, mens den siste stiller spørsmål om posisjonen vil kunne holdes i framtiden. Det danske Forskningspolitisk Råd har utgitt en egen publikasjon med dokumentasjon av det materialet som ble brukt i TV-programmet. Denne publikasjonen heter bare "Dansk dynamit" (2).

1.3 Formålet med rapporten

En lignende optimistisk tittel har det ikke vært grunnlag for å gi denne rapporten. Som vi skal se, har norsk forskning jevnt over ikke hatt samme styrke internasjonalt som dansk og svensk forskning, målt både i antall artikler per capita og gjennomsnittlig siteringshyppighet. Tvert imot finner vi relativt betydelige forskjeller i Norges disfavør. Disse forskjeller gjelder på de fleste fagfelt og er relativt konstante fra år til år gjennom hele perioden 1973-1986.

Hensikten med rapporten er imidlertid ikke bare å vise dette. Det kan være av interesse å lokalisere de felt hvor norsk forskning til tross for hovedtendensen framhever seg med særlig mye forskningsaktivitet og internasjonal innflytelse, og de felt hvor aktiviteten og innflytelsen er lavere. Dette gir grunnlag for å avtegne den *profil* Norge har som forskningsnasjon innen naturvitenskap og medisin. Selv i et lite land som Norge utgjør denne del av forskningen noen tusen forskerårsverk, og det er behov for oversikt. Vårt materiale gir et "satelittbilde" som blant annet viser hvordan vi fordeler våre aktiviteter på de ulike felt, sammenlignet med andre land.

Sannsynligvis er det sammenheng mellom den profilen som avtegnes og hvordan vi har satsset og prioritert i norsk forskning. I denne rapporten trekker vi likevel ikke inn data om innsatssiden (økonomiske ressurser, forskerårsverk, programsatsing, osv.). Vi lokaliserer heller ikke medaljer eller baksider av medaljer i de enkelte forskningsmiljøer, selv om erfaringen fra andre land er at enkelte forskeres og forskergruppers prestasjoner kan gi relativt store utslag på den nasjonale siteringsindikatoren for det enkelte forskningsfelt.

Derimot ønsker vi å bidra til refleksjon og diskusjon om forklaringer på de mønstre som avtegnes. Hovedtendensen i funnene for Norge er omtrent den samme, enten vi måler den på 70-tallet eller 80-tallet. Våre mest aktive områder er stort sett de samme, og vår internasjonale posisjon som forskningsnasjon - middelmådig i OECD-sammenheng og svak i nordisk sammenheng - er omtrent den samme. Forklaringsmåtene må forholde seg til denne relativt stabile tendens og til at tallmaterialet er stort - f.eks. 11 500 artikler fra Norge i seksårsperioden 1981-86, som vi særlig konsentrerer om.

Vi tror indikatorene fanger opp resultatene av nasjonenes mer langsiktige prioriteringer og satsninger i forskningspolitikken. Men også andre forklaringsmåter kan være aktuelle. I det danske TV-programmet hvor materialet ble presentert, ble ledende danske forskere intervjuet. De pekte bl.a. annet på betydningen av å ha en sterk vitenskapelig tradisjon på et fagfelt, gjerne fra flere generasjoner tilbake. Det ble også framhevet at det er viktig at landet har en kultur som preger undervisningen, mediene og den politiske debatt hvor det å drive vitenskap er respektert og møter interesse. De medisinske forskere viste til at den nordiske modell for velferdsstaten med et velordnet sykehusvesen var en viktig forutsetning i deres arbeid.

Også i forbindelse med resultatene for Norge mener vi at man bør åpne for videre forklaringsmåter enn de rent forskningspolitiske. Tallene gir ikke grunnlag for å spore effekter av kortsiktige forskningspolitiske initiativ, eller for å utdele "karakterer" til Norge fra år til år. Derimot får vi fram de trekk som i et lengre tidsperspektiv *karakteriserer* Norge som bidragsyter til internasjonal forskning.

1.4 Sammenligninger og sammenlignbarhet

Internasjonale statistikker basert på SCI begunstiger land som legger særlig vekt på grunnforskning. Anvendt forskning og regionale studier (f.eks. i biologi og geovitenskap, hvor det av vårt materiale ser ut til å være særlig høy aktivitet i Norge) er dårligere representert i tidsskriftutvalget, og når slik forskning kommer med, blir den i mindre grad sitert. Dette gir en rekke problemer, men vi mener å ha løst de fleste av dem i denne rapporten.

Best representert i tidsskriftutvalget er grunnforskning i medisin, kjemi og fysikk. På andre fagfelt kan det gi utslag - særlig for små land og på små fagfelt - om visse tidsskrifter er inkludert i materialet eller ikke. Derfor legger vi mest vekt på å sammenligne internt i Norden. Nordiske forskere publiserer stort sett i de samme tidsskrifter - i og utenfor Norden. Dessuten har vi en oversikt over hvilke nordiske tidsskrifter som er med i materialet og hvilke som ikke er det, og kan kontrollere om landene er jevngodt representert på de enkelte fagfelt.

Våre analysemetoder for siteringstallene kompenserer for at landene kan ha forskjellig aktivitetsnivå på fagfelt med ulike antall siteringer pr. artikkel. Det er derfor ikke utslagsgivende for indikatorene for Norge, dersom landet har mye aktivitet på felt hvor artiklene generelt blir relativt lite sitert. Derimot er den gjennomsnittlige siteringshyppighet som vi beregner for hvert land på hvert fagfelt en indikator som er særlig følsom for de enkelte artiklers siteringsskjebne, når både landet og fagfeltet er lite. Med andre ord: Når vi beregner et lite lands siteringshyppighet ut fra et lite antall artikler, kan verdiene bli ekstremt høye eller lave, avhengig av om det blant de få artiklene finnes artikler som er blitt mye sitert internasjonalt. Dette problemet har vi forsøkt å løse ved å legge hovedvekten på resultater som viser siteringshyppighet for flere år sammenlagt, samtidig som vi har et sideblikk på resultatene fra de enkelte år, hvor eventuelle ekstreme verdier vil vise seg.

2 Materialet

Materialet omfatter tidsskriftartikler som ble registrert i Science Citation Index (SCI) fra 1973 til 1986. At en artikkel er registrert i SCI et enkelt år, innebærer at den er *publisert* samme år eller året før i et *tidsskrift* som dekkes av SCI. Disse registreringene gir grunnlag for våre *artikkelantall*. Dersom artiklene senere (inntil 1986) blir *sitert* av andre artikler i de samme SCI-tidsskrifter, utgjør disse siteringene artikkelens *siteringstall*.

Vi gir nedenfor en nærmere redegjørelse for hvilke tidsskrifter og land som er med i materialet, og hvilke utvalgsproblemer som er knyttet til især tidsskriftene. Videre forklarer vi hvordan artikler og siteringer er fordelt på fagfelt, år og land og begrunner den periodeinndelingen vi har valgt.

2.1 Utvalg av tidsskrifter

SCI produseres på grunnlag av *et utvalg av tidsskrifter* som har variert fra år til år. I 1973 dekket man omtrent 2300 tidsskrifter i SCI. I 1981 var tallet økt til omtrent 3100, og enkelte tidsskrifter var gått ut i mellomtiden.

I databasen som vi benytter opereres det med *konstante tidsskriftutvalg*. Tallmaterialet for perioden 1973-80 er basert på et utvalg av tidsskrifter som tilsvarer det man gjorde bruk av for å produsere SCI året 1973. Tidsskrifter som ble innlemmet i SCI mellom 1973 og 1980 er altså ikke med i materialet. For 1981-86 tilsvarer utvalget de tidsskrifter som ble benyttet til SCI i 1981. Tidsskrifter som ble innlemmet etter 1981 er ikke med. Utvalgene kaller vi henholdsvis *1973-utvalget* og *1981-utvalget* ("1973 Journal Set", "1981 Journal Set"). Vi skal siden se at prinsippet om konstante tidsskriftutvalg ikke har vært gjennomført fullt ut i databasen.

2.2 Fordeling på land, år, hovedområde og disiplin

Antall artikler er talt opp pr. land med utgangspunkt i de forfatteradresser som er registrert i SCI. Artikler med flere forfattere fra ulike nasjoner er fordelt *brøkvís* på nasjonene etter antall forfattere fra hver nasjon. (Problemet i en del SCI-statistikk med at publikasjoner og siteringer kun krediteres *første forfatter* er altså ikke et problem i denne statistikken.)

Artiklene er emnevis fordelt på 8 hovedområder ("fields"), samt 99 disipliner ("subfields") under disse hovedområder. Fordelingen er foretatt gjennom en emneklassifisering av *tidsskriftene*. Hvilket tidsskrift artikkelen stod i avgjør fordelingen til hovedområder/disipliner. Samtlige disipliner er med i vår undersøkelse når vi studerer antall artikler og siteringer på hovedområdenivå. I analysene

på disiplinivå har vi utelatt enkelte disipliner som har færre enn 30 artikler fra Norge i perioden 1981-86, fordi antallet da blir for lite til å gi sikre indikatorer.

Antallet *siteringer* som er registrert til en artikkel er fordelt på land, hovedområde og disiplin slik den siterte artikkelen er fordelt. Er artikkelen fordelt brøkvist mellom nasjoner, blir siteringene fordelt med samme brøk. Hvis en norsk artikkel i botanikk fra 1981 blir brukt som referanse i en annen artikkel i 1985, telles det 1 sitering til Norge, disiplinen botanikk, hovedområdet biologi og året 1981. Ved at siteringer i materialet rent teknisk må kobles til den artikkelen som faktisk er sitert før siteringen kan fordeles på land osv., har man løst det meste av *trykkfeilproblemet* i SCI. De bibliografiske data i referansene må nemlig samstemme med publikasjonen referansen går til. Et eget dataprogram som styrer dette, tillater en viss grad av feilstaving i forfatternavnet dersom tidsskrift, volumnummer og sidetall forøvrig stemmer. Ellers saneres siteringer som ikke gir vellykkede koblinger fra siterende til sitert artikkel.

2.3 Periodeinndeling

I denne rapporten skal vi konsentrere analysene om data fra 1981-utvalget av tidsskrifter. Data basert på 1973-utvalget fra tidsserien 1973-80 skal vi kun benytte for et sammenlignende tilbakeblikk. En grunn er at tidsserien fra 80-tallet er mer aktuell. Dessuten er det større svakheter knyttet til materialet fra 70-årene. Hertil kommer at vi ikke har siteringsdata på *disiplinnivå* for perioden 1973-80, og heller ikke på hovedområdenivå for tre av de 18 land vi sammenligner i denne rapporten.

Etter at en artikkel er publisert, tar det to til tre år før en artikkel har passert "middagshøyden" i sin levetid i andre artiklers referanser. Det er med andre ord for tidlig å måle siteringshyppigheten allerede etter ett eller to år. I våre data har vi siteringstall for artikler som ble publisert 1984-86 og sitert de samme årene, men av nevnte grunn har vi valgt å holde disse tall utenfor analysen. Når vi analyserer siteringshyppighet, begrenser vi altså tidsserien til *1981-83* (artikler publisert 1981-83 og sitert 1981-86). Når vi analyserer antall publikasjoner kan vi bruke hele tidsserien *1981-86*. Våre data basert på 1973-utvalget av tidsskrifter har registreringer til og med 1984, så her kan vi bruke hele tidsserien *1973-80* både for antall publikasjoner og antall siteringer. Analysene skjer da bare på hovedområdenivå, siden siteringstall på disiplinivå ikke er tilgjengelige.

2.4 Materialets omfang. Avgrensning til 18 OECD-land

Fra perioden 1981-86 inneholder databasen 2,2 millioner artikler fra hele verden. Den halvpart av artiklene som utkom 1981-83 har mottatt 6,1 millioner siteringer 1981-86 (tre til seks års siteringstid). Fra perioden 1973-80 er det registrert 2,2 millioner artikler fra hele verden (færre tidsskrifter, men flere år, sammenlignet med

1981-utvalget). Disse artiklene har mottatt 16,5 millioner siteringer mellom 1973 og 1984 (antallet pr. artikkel er høyere, fordi artiklene har inntil 11 års siteringstid).

For perioden 1981-86 har vi avgrenset materialet til 18 OECD-land som samlet står for 1,8 millioner artikler eller vel 80 prosent av verdenstotalen. I 1981-83 mottok disse land 5,7 millioner siteringer. Det er vel 93 prosent av verdenstotalen. Blant de 18 landene er *Norge, Danmark, Finland og Sverige* med, dessuten følgende vest-europeiske land: *Storbritannia, Vest-Tyskland, Østerrike, Sveits, Nederland, Belgia, Frankrike, Italia og Spania*. Utenfor Europa er *USA, Canada, Japan, New Zealand og Australia* med.

Figur 1a viser materialets omfang i antall artikler 1981-86 med fordeling på hovedområder. Vi ser at de 18 land har en større verdensandel på de fire minste hovedområdene enn på de største. På de fire største områdene, især kjemi, fysikk og biomedisin, er SCI-tidsskriftene mer internasjonalt representative - de vestlige land dominerer i mindre grad.

Figur 1b viser antall siteringer pr. artikkel i materialet fra 1981-83, også her fordelt på hovedområdene. Merk at det er betydelige forskjeller mellom områdene i antall siteringer som en gjennomsnittsartikkel mottar. Vi ser også at de 18 land samlet er mer sitert enn andre land på alle hovedområder, men også denne forskjellen varierer med fagområdet.

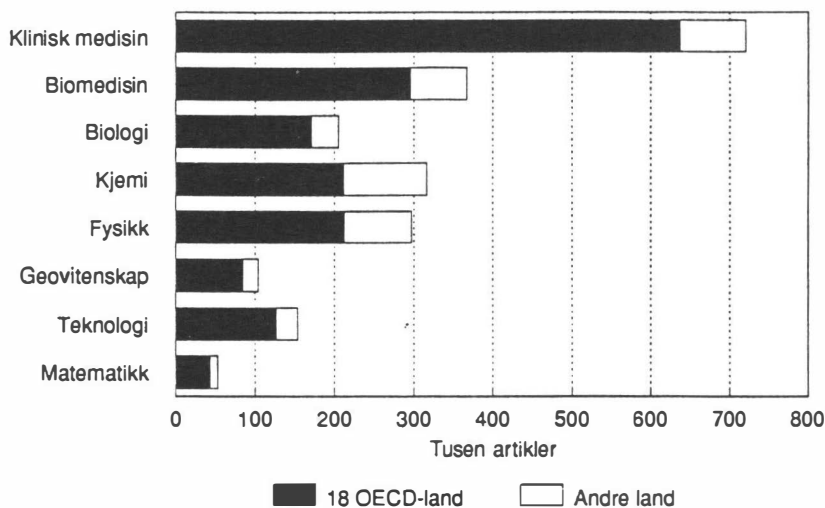
I forhold til den øvrige verden kan de OECD-land vi har valgt å sammenligne betegnes som de betydeligste forskningsnasjoner ut fra våre indikatorer: antall artikler per capita og antall siteringer pr. artikkel. De OECD-land vi ikke har med er Irland, Portugal, Hellas og Tyrkia, som er mindre betydelige ut fra begge indikatorer, og Island og Luxemburg, hvor det er for små antall til å gi gode nok indikatorer.

Utenfor OECD har Sovjet-Unionen, India, Israel, Polen, Øst-Tyskland, Tsjekkoslovakia og Ungarn flere artikler i databasen enn de to minste land i vårt utvalg, Norge og New Zealand. Med unntak av Israel har imidlertid utvalget av OECD-land langt flere artikler per capita enn de nevnte land. For Israel er antallet artikler per capita vesentlig høyere enn for samtlige OECD-land, men Israel er blant de land som opptrer med fotnoter og usikkerhetsmarginer i befolkningsstatistikk, og vi er avhengig av en sikker per capita-indikator i denne undersøkelsen. Når vi måler siteringshyppighet, oppnår Israel og tildels Sør-Afrika - men ingen andre land i verden - et høyere nivå enn enkelte av OECD-landene i utvalget på noen av fagområdene, men aldri et høyere nivå enn den mest siterte gruppen av OECD-land.

De resultater vi gjengir i denne rapporten vil altså ikke bare vise rangeringen blant de 18 land, men stort sett også verdens ledende nasjoner ut fra indikatorene. Begrunnelsen for avgrensningen er likevel en annen. Tidsskriftutvalget i SCI dekker de vestlige lands publisering best og mest representativt. For OECD-land foreligger dessuten felles forskningsstatistikk på innsatssiden (utgifter, årsverk, etc.)

Data for hovedindikatorer

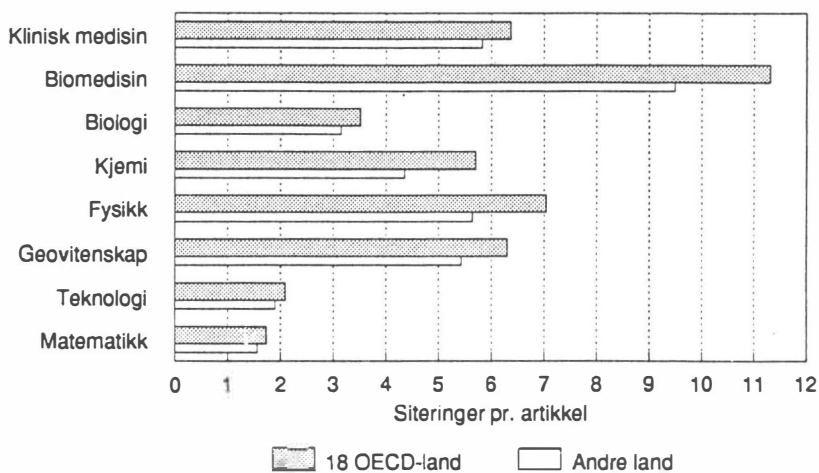
Artikler 1981-86 fordelt på hovedområder



Figur 1a

Data for hovedindikatorer

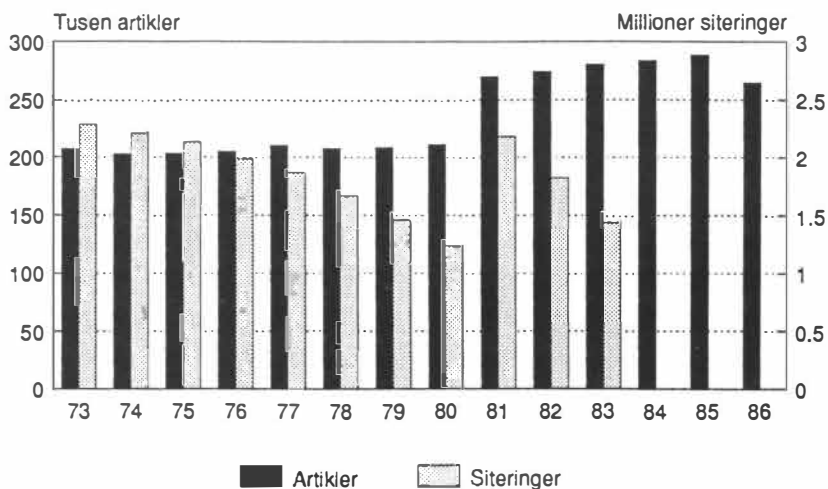
Siteringer 1981-86 til artikler 1981-83 fordelt på hovedområder



Figur 1b

Data for trendindikatorer

Artikler og siteringer fordelt på år
(15 OECD-land - hovedområdene samlet)



Figur 2

som man eventuelt (med forsiktighet!) kan sammenligne våre resultater med (3,4).

Når vi undersøker den *årlige* utvikling fra 1973 til 1986 (artikler) og til 1983 (siteringer), må vi desverre begrense utvalget til 15 OECD-land, idet vi ikke har data for Italia, Spania og Australia for perioden 1973-80. Men ingen av disse land er blant de mest betydelige i publiseringsaktivitet og siteringshyppighet. De 15 land står for nesten 1,7 millioner artikler - 76 prosent av verdenstotalen - og mottar 14,8 millioner siteringer - nesten 90 prosent av verdentotalen - i perioden 1973-80.

Figur 2 viser antall artikler og siteringer pr. år i materialet for de 15 land. Antallet siteringer faller fra år til år fra 1973 til 1980, og fra 1981 til 1983, fordi de tidligste artiklene har lengst siteringstid. Antallet artikler er heller ikke helt konstant til tross for konstante tidsskriftutvalg. Økningen fra 1980 til 1981 skyldes overgangen til et større tidsskriftutvalg.

2.5 Hvor godt er forskningslitteraturen dekket?

Vi vender nå tilbake til de to tidsskriftutvalg for å beskrive dem som *utvalg av den eksisterende forskningslitteratur*. Dekningen av tidsskrifter i Science Citation Index er avhengig av "redaksjonelle" valg man gjør ved Institute of Scientific Information (5). Disse valg foretas med henblikk på tidsskriftenes kvalitet, omdømme, redaksjonsmedlemmer og redigeringsform (referee-system), men først og fremst legger man en egen indikator for tidsskriftenes *siteringshyppighet* til grunn. Indikatoren viser hvor ofte tidsskriftets gjennomsnittsartikkel blir sitert i et toårs-perspektiv. Hensikten med å legge denne indikatoren til grunn er at man kun vil dekke de *ledende og mest brukte tidsskrifter* i SCI.

Tidsskrifter må ha vært utgitt noen år for å være konkurransedyktige når siteringshyppighet er kriteriet. Det regnes derfor som en svakhet med SCI-data at de ikke så godt fanger opp utviklingen på nye spesialfelt som vokser fram i nye spesialiserte tidsskrifter. Økningen i tidsskriftutvalget fra 2300 til 3100 mellom 1973 og 1981 kan imidlertid ses som en refleks av en utvikling hvor økt spesialisering blant tidsskriftene har fulgt den økende spesialisering i forskningen. Denne utviklingen var særlig sterk på 70-tallet, men stagnerte noe på 80-tallet, bl.a. fordi forskningsbiblioteker verden over har hatt problemer med å møte sterkt økende abonnementspriser innen rammen av reduserte bevilgninger. Ved ISI har man bremset økningen i tidsskriftutvalget, slik at antallet i dag ligger på omkring 3200.

Man regner med at SCI dekker omtrent en tiendedel av det antall *tidsskrifter* i verden som det kunne være aktuelt å ta med (6). Andelen av de aktuelle *artikler* er imidlertid langt høyere, fordi de sentrale internasjonale tidsskrifter også er de største i årlig artikkelantall. På fagområdet fysikk utkommer f.eks. 3500 artikler pr. år i det største internasjonale tidsskriftet (*Physical Review*), mens antallet er omkring 50 pr.

år i de nasjonalt pregede fysiske tidsskrifter vi finner ved yttergrensen av SCI-utvalget. Ytterligere økning av antallet tidsskrifter ville altså gi en minimal utvidelse av tallmaterialet. En undersøkelse har dessuten vist at mellom 70 og 80 prosent av alle referanser i nasjonale fysiske tidsskrifter i ulike land går til artikler som er publisert i SCI-tidsskrifter (6). For siteringstallene ville en utvidelse av tidsskriftutvalget altså bety enda mindre enn for publikasjonstallene. Hovedstrømmen av all internasjonal publisering i fysikk går gjennom SCI-tidsskriftene, både fra et kvantitativt og kvalitativt synspunkt.

På enkelte andre områder enn fysikk er imidlertid utvalgsgrensen mer problematisk. Som nevnt er materialet ut fra en emneinndeling av tidsskriftene fordelt på åtte hovedområder. Av *figur 1a* ser man at de fire største hovedområdene *klinisk medisin, biomedisinsk forskning, kjemi og fysikk* til sammen omfatter tre fjerdedeler av alle artiklene (klinisk medisin har alene en tredjedel).

På disse fire største områder finner vi de mest holdbare tall i våre data, når vi spør: Hvor godt er den samlede forskningspublisering dekket av tidsskriftutvalget? Er det en rimelig fordeling mellom de ulike nasjoners viktigste publiseringskanaler? Vil et tidsskrift fra eller til gjøre vesentlige utslag på resultatene for et enkelt land? De fire minste hovedområdene i materialet er mer problematiske ut fra slike problemstillinger. Dette gjelder i minst grad for *matematikk*. Indikatorene for *biologi* og *geovitenskap* skal man bruke med forsiktighet, mens indikatorene for *teknologi* rett og slett er tvilsomme. Vi skal behandle de enkelte hovedområder nærmere ut fra spørsmålene.

I *biomedisin og kjemi* viser undersøkelsen de samme resultater som vi har referert for *fysikk* ovenfor: Det meste av all publisering verden over konsentrert i et begrenset antall store, ledende tidsskrifter som også mottar de aller fleste siteringer. Denne konsentrasjon gjør det enklere å dekke publiseringen i SCI, og inkludering eller utelatelse av nasjonale tidsskrifter gir små utslag for indikatorene.

I *klinisk medisin* er publiseringen verden over mer spredt i mange tidsskrifter, men dekningen av disse tidsskrifter er meget omfattende i SCI. I den internasjonalt sett mindre betydelige del av disse tidsskrifter kan enkelte nasjoner være over- eller underrepresentert. De engelsktalende lands tidsskrifter ser ut til å ha en viss overvekt. Det finnes et stort antall nordiske engelskspråklige tidsskrifter i klinisk medisin, men disse holder jevnt over en høy internasjonal standard. Så å si alle er med i vårt materiale.

Matematikk er godt dekket med verdens ledende tidsskrifter, men likevel faller en del av den internasjonale publisering utenfor, fordi artikkelen som publiseringsform har noe mindre betydning her. De tre viktigste nordiske tidsskrifter i matematikk er med.

I *biologi* kan det forekomme tidsskrifter med liten internasjonal betydning. Det skal vi gi et norsk eksempel på i avsnitt 2.6. Mange slike nasjonalt pregede

tidsskrifter er med, især fra engelsktalende land. Mange er sikkert også falt utenfor, især fra ikke-engelsktalende land. Grensen for inkludering i SCI er vanskeligere å trekke, fordi den internasjonale publisering i biologi er mindre konsentrert. Dette kan gi tilfeldige utslag - viktige tidsskrifter kan også falle utenfor. De fleste internasjonalt orienterte nordiske tidsskrifter er imidlertid med.

Nøyaktig det samme som vi finner i biologi er også tilfelle i *geovitenskap*.

Teknologi er det mest problematiske fagområdet, både fordi publisering i sentrale internasjonale tidsskrifter har mindre betydning for forskere på dette fagområdet, og fordi dekningen, også av nordiske tidsskrifter, synes nokså tilfeldig innenfor det omfattende utvalg man har gjort for SCI. Her forekommer magasinpregede bedriftsblader og institusjonsredigerte rapportserier side om side med de egentlige forskningstidsskrifter. Eksempelvis er det svenske *Jernkontorets Annaler* med, men ikke forskningstidsskriftet *Scandinavian Journal of Metallurgy*. På teknologiområdet har man i de senere år begynt å produsere statistikk over *patentregistrering* og siteringer av disse, og dette er i ferd med å erstatte publiseringsdata som resultatindikatorer på dette området.

Generelt for alle fagområder gjelder at man kan feste størst lit til sammenligninger internt i Norden. I naturvitenskap og medisin bruker nordiske forskere stort sett de samme publiseringskanaler - innenfor og utenfor Norden. Når det publiseres innenfor Norden, skjer dette oftest i felles-nordiske engelskspråklige tidsskrifter med relativt god internasjonal spredning. I en studie (7) basert på SCI ved *Institute of Scientific Information* har man funnet at nordisk forskning framhever seg blant andre ikke-engelsktalende land med: høy tendens til å publisere engelsk-språklig; høy tendens til å publisere i sentrale tidsskrifter utenfor Norden; og høy tendens til å plassere sine egne nordiske tidsskrifter blant de sentrale (hyppig siterte) internasjonale, bl.a. ved å ha artikler av høyt siterte ikke-nordiske forfattere.

Disse positive særtrekk vil vi betegne som en hovedregel det finnes unntak fra. Vi har undersøkt hvilke tidsskrifter som utgis i de nordiske land og som er med i materialet (se *Vedlegg* bakerst), og vi har sammenlignet denne listen med en annen og større oversikt vi har tilgjengelig over vitenskapelige tidsskrifter fra de nordiske land. Inntrykket er at utvalget i SCI er mangelfullt og tilfeldig nettopp på de tre områder - biologi, geovitenskap og teknologi - som vi har betegnet som mest usikre i vårt materiale. Her finner vi et større antall nasjonale serier - også nordisk-språklige - som dels er med i utvalget, men for det meste ikke - uten at kriteriet for inntak synes klart. Dette gjelder især tidsskrifter og serier som redigeres ved institusjoner utenfor universitetene. Særlig Finland har mange slike serier.

Den delvis mangelfulle eller skjeve dekning av forskningslitteraturen i materialet har følgende konsekvenser for fortolkningen av resultatene: På hovedområdene *klinisk medisin, biomedisin, kjemi og fysikk* kan man sammenligne internasjonalt på

relativt sikkert grunnlag. Men sikrest er det når man sammenligner internt i Norden og holder seg til 1981-utvalget av tidsskrifter.

I *matematikk*, det minste området, kan små forskjeller i antall gi store utslag på indikatorene, men for øvrig er materialet relativt pålitelig.

I *geovitenskap* og *biologi* har materialet en overvekt av anglo-amerikansk litteratur og det er større rom for feilkilder. Indikatorene for små land er følsomme for tidsskriftutvalget. Sammenligninger bør først og fremst foretas internt i Norden og med et sideblikk på hvilke tidsskrifter som er med i materialet. Dette skal vi gjennomføre ved resultatgjennomgangen.

I *teknologi* har materialet samtlige av de svakheter som er nevnt. Her kan det betviles om våre indikatorer overhodet er adekvate for internasjonale sammenligninger av teknologisk forskning. Grunnen til at vi har tatt resultatene med i rapporten, er at de samme resultater blir publisert i andre land og i OECD-sammenheng. Vi mener at de tall som i slike sammenhenger kommer fram for Norge også bør være kjent i Norge.

2.6 Noen mulige feilkilder

Vi gjør også to andre viktige observasjoner når vi ser nærmere på hvilke tidsskrifter som er med i materialet. Begge peker i retning av mulige feilkilder når vi beregner indikatorene.

For det første ser vi at det både blant de nordiske lands og andre lands tidsskrifter finnes en rekke titler som knapt kan kalles "ledende vitenskapelige tidsskrifter" ut fra noe som helst kriterium, i alle fall ikke ut fra kriteriet om at artiklene går gjennom konsulent-vurderinger (referee system) før de publiseres. I listen over tidsskrifter i kjemi finner vi f.eks. det norske bladet *Kjemi*, som hovedsakelig er et organisasjonsblad for kjemiingeniører hvor vitenskapelig stoff populariseres, men ikke primærpubliseres. *Journal of the American Leather Chemists Association* kan være et typeeksempel på at også andre land er representert med tidsskrifter som antakelig har tilsvarende innhold.

Uten å ha gjort denne observasjonen er det nærliggende å anta, som man gjør i en dansk rapport som tilsvarende denne (2), at "det i sig selv er et kvalitetsstempel at få artikler optaget" i SCI-tidsskriftene, og at "Publikasjonsmålet fortæller noget om produktionen af kvalitetsforskning". Men skulle dette være tilfelle, måtte tidsskriftutvalget ytterligere begrenses, antakelig til ikke mer enn 1000 tidsskrifter. Slik materialet foreligger, må man regne med at det bare er hovedtyngden av artiklene som har gått gjennom en konsulentvurdering før publisering.

Den andre observasjonen vi har gjort er at særlig tidsskrifter i grenseområdet for inkludering i SCI ut fra vitenskapelige kvalitetskriterier kan *forstyrre indikatorene fordi de er med noen år, men ikke alle år, i tidsseriene*. Dette kan gi særlig store

utslag på indikatorene for *små land*. Til tross for at hensikten har vært å operere med "konstante" tidsskriftutvalg, viser det seg at enkelte tidsskrifter går ut av eller tas inn i registreringen i SCI i løpet av periodene, eller det registreres sterkt varierende antall artikler fra dem. Det er også flere eksempler på at tidsskrifter *skifter emneklassifisering* i løpet av periodene, slik at artiklene telles opp innen en disiplin for noen år, og så for en annen disiplin de følgende år. Alle disse svakheter gjelder særlig 1973-utvalget av tidsskrifter, i mindre grad for 1981-utvalget. Vi skal nevne tre eksempler på feilkilder med relativt store konsekvenser.

Det første eksempelet gjelder det allerede nevnte norske tidsskriftet *Kjemi* og berører bare 1973-utvalget av tidsskrifter. I våre data er det en nedgang i antallet artikler fra Norge på hovedområdet kjemi fra 250 til 168 mellom årene 1975 og 1976, mens antallet er relativt stabilt før og etter disse årene. Ved en kontroll av tidsskriftutvalget (se *Vedlegg* bakerst) viste det seg at bladet *Kjemi* ble tatt ut av SCI-registreringene etter 1975, og at det årlige antall artikler i dette tidsskriftet svarer for mye av "tilbakegangen". Uten denne observasjon ville vi ha målt en reduksjon i "publiseringsaktivitet" på nærmere 50 prosent mellom 1973 og 1980. Det korrekte må være å observere en svakere reduksjon i perioden, idet man ser bort fra bladet *Kjemi*, som ikke representerer norsk vitenskapelig publisering på dette området. Eksempelet viser imidlertid i hvor stor grad feilkilder i materialet kan forstyrre en indikator for et lite land som Norge. En grovere feilkilde fra norsk synspunkt enn denne har vi imidlertid ikke funnet i hele materialet.

Det andre eksempelet er den mest betydelig feilkilden vi har funnet for Norge i 1981-utvalget av tidsskrifter, som for øvrig er det mest pålitelige. *Meldinger fra Norges landbrukshøgskole* sluttet å utkomme i løpet av 80-tallet og har senere blitt erstattet av *Norwegian Journal of Agricultural Sciences*. Fra det gamle tidsskriftet ble det i våre data registrert 38 artikler i 1981, 13 i 1982 og deretter ingen (heller ikke fra det nye tidsskriftet). Artiklene fra 1981 og 1982 er fordelt til fagområdet *biologi* og til disiplinen *landbruksforskning: jordbruk*. Her finner vi totalt 65 norske artikler i 1981, mens gjennomsnittet for de øvrige fem år er 30. Tidsskriftet har altså ikke publisert alle norske artikler i disiplinen, men en god del av dem. Tilsynelatende reduseres den norske artikkelproduksjonen i *disiplinen* med 50 prosent etter 1981 - men i virkeligheten er det et tidsskrift som ikke lenger er med. For hovedområdet *biologi* utgjør reduksjonen 11 prosent av den norske totalen for de seks årene 1981-86. I *figur 17* ser vi at den norske publiseringsaktivitet per capita i *biologi* ligger litt under USA's og Storbritannias nivå. Med et tillegg på 11 prosent ville aktiviteten ha ligget litt over.

Siteringstallene er mindre følsomme for utelatelse eller inkludering av små og internasjonalt perifere tidsskrifter som *Meldinger*. Slike tidsskrifters artikler mottar få siteringer, og de avgir få siteringer til andre SCI-publikasjoner.

Også *emneklassifiseringen* av tidsskriftene kan være et problem i materialet, og vårt tredje og siste eksempel gjelder dette. *Vedlegget* bakerst gir en oversikt over hvordan tidsskrifter fra Norden er klassifisert og hvor mange artikler de hvert år har avgitt til materialet. Emneinndelingen synes stort sett rimelig, men i ett tilfelle ser det ut til at et tidsskrift ikke bare er plassert i feil disiplin, men også på feil hovedområde. Det gjelder tidsskriftet *Ambio - A journal of the human environment*, som redigeres ved Kngl. Vetenskapsakademien i Stockholm og har høy internasjonal standard med artikler fra hele verden. Hovedtyngden av innholdet er *geovitenskapelig basert miljøforskning*. I "vår" database ville det ha vært naturlig å fordele artiklene i tidsskriftet til disiplinen *miljøforskning* ("Environmental Science") under hovedområdet *geovitenskap* ("Earth & Space Science"), men tidsskriftet er klassifisert som *biomedisinsk* i disiplinen "General Biomedical Research". Forøvrig er det bare artikler med fra 1985 og 1986. Ingen av disse forhold ser imidlertid ut til å gi merkbare utslag på indikatorene for de nordiske land i de to disiplinene og hovedområder.

3 Indikatorene - hva måler vi og hvordan beregner vi?

I 1985 hadde OECD et arbeidsseminar om forskningsindikatorer hvor blant annet indikatorer fra den databasen vi benytter oss av ble presentert. Her hevdet Dr. Francis Narin, en av de ledende innen bibliometriske forskningsindikatorer og president for Computer Horizons, Inc. - vår dataleverandør (8):

Note, of course, that all of these techniques are based on two fundamental premises: first, that publication in the scientific journal literature is a legitimate indicator of university research productivity, and second, that citation to these papers is a legitimate indicator of research quality. These premises are widely accepted today.

Vi gjengir denne oppfatningen om hva indikatorene indikerer - produktivitet og kvalitet - nettopp fordi den er utbredt og nærliggende å anta. Men etter vår oppfatning er den ikke riktig. Særlig antakelsen om at siteringstall gjengir "kvalitet" har vært omstridt blant eksperter som arbeider med siteringsanalyse, og i dag er det få som antar at man har å gjøre med en indikator som gir et kvantitativt uttrykk for de samme vurderinger som er aktuelle ved "peer review"-vurderinger av kvaliteten og originaliteten av forskeres arbeid.

I vår sammenheng med nasjonale statistikker mener vi at antall artikler gir grunnlag for indikasjoner på landenes *aktivitetsnivå* på de enkelte felt, mens siteringstallene gir grunnlag for indikasjoner på forskningsresultatenes internasjonale *innflytelse*. Dette skal vi begrunne nærmere. Vi skal også gjøre rede for hvordan vi beregner og tallfester de to indikatorene.

3.1 Artikler som uttrykk for aktivitetsnivå

Når forskere søker om stillinger eller særskilte forskningsmidler, er omfanget og arten av tidligere arbeider en viktig dokumentasjon ved vurderingen. Men i våre data telles en tidsskriftsartikkel opp med tallet 1, uansett art og omfang. En artikkel fra et omfattende og langvarig feltarbeid, som kanskje komprimerer en avhandling, teller likt med en delrapport fra en laboratorieundersøkelse eller en "research note" om et aspekt ved en klinisk undersøkelse. Tallet 1 sier heller ikke noe om hvor mye arbeid som er lagt ned for å få fram *originale* resultater i artikkelen, bare at den er vurdert av og har passert den redaksjonelle instans i et tidsskrift. Som tidligere nevnt er det antakelig store variasjoner mellom inntakskriteriene i de tidsskrifter vi har med i materialet.

En følge av dette er at artikkelantall ikke kan sammenlignes på tvers av faggrensene, hvis man ønsker å få fram forskjeller i "produktivitet". Men nasjoner kan likevel sammenlignes på det samme området og dessuten for summen av fagområdene dersom man antar at landene fordeler sin forskningsaktivitet og publisering nokså likt mellom områdene og de aktuelle tidsskrifter. Denne antakelsen kan kontrolleres *innenfor* materialet.

Likevel gjenstår spørsmålet om antall publikasjoner gjengir "produktivitet" - og da som et begrepsanalytisk spørsmål. Vi kan knytte det til et eksempel. I disiplinen *marin- og ferskvannsbiologi* er det registrert 426 artikler fra Norge gjennom de seks årene 1981-86. Dette er 2,3 prosent av totalen for de 18 OECD-land vi sammenligner i denne rapporten. Andelen er den høyeste i Norden, og langt høyere enn andelen på 0,8 prosent som Norge har generelt på hovedområdet biologi. Etter vår oppfatning kan vi ikke slutte at norske marin- og ferskvannsbiologer er mer "produktive" enn sine nordiske kolleger og sine kolleger i andre biologiske disipliner. Hva vi registrerer er en meget høy *aktivitet* i Norge i denne disiplinen. Vi vet derimot ikke ut fra våre tall om Norge har spesielt mange forskere i arbeid på dette feltet, og om forskningen er særlig prioritert med økonomiske ressurser. Derfor vet vi heller ikke noe om produktiviteten. Indikatorer basert på publikasjonstall i våre data gir etter vår oppfatning en indikasjon på *aktivitetsnivå* i det enkelte land, i den enkelte disiplin og på det enkelte hovedområdet.

3.2 Siteringshyppighet som uttrykk for innflytelse

Spørsmålet om hva det betyr at en artikkel (og i sum et lands artikler) er mer sitert enn en annen artikkel (og et annet lands artikler) kan formuleres slik: Når en forfatter fører opp en annen forfatters publikasjon i sin referanseliste, - innebærer da dette den samme kreditering eller prioritering som man vil foreta når man gir forskere adgang til forskningsmidler eller stillinger? Siteres de beste og viktigste forskningsresultater mest?

Her i Norge har Per O. Seglen (9-12) undersøkt dette spørsmålet både gjennom egne undersøkelser og ved å trekke inn resultater fra studier i andre land. Seglen kommer fram til at forfattere bruker siteringer først og fremst for å *dokumentere* de metoder, ideer og fakta artikkelen bygger på. Forfattere siterer ikke for å kreditere artikler av spesielt høy kvalitet. Dessuten er det begrensede antall referanser i en artikkel bare et lite utvalg av alle de kilder artikkelen i realiteten bygger på. Når utvalget foretas, kan sekundære faktorer styre seleksjonen. Her synes det å være preferanser for å sitere oversiktsartikler (ikke primærkilder) og for å sitere "klassikere" (artikler som alle andre siterer). Forfattere siterer dessuten gjerne egne arbeider, sine nærmeste kolleger eller forskere man er avhengig av på andre

måter enn som kilder, f.eks. i bevilgnings-, organisasjons- eller publiserings-sammenheng.

Med de vanlige krav som stilles til en forskningsartikkel i naturvitenskap og medisin er det likevel uaktuelt å forestille seg referanselister som overveiende er preget av disse sekundære hensyn. Forfattere skal vise til viktige kilder og er nødt til å trekke inn andre resultater som de bygger på. Spørsmålet er i hvilken grad de sekundære faktorer virker inn på våre indikatorer som "støy" - og fremdeles hva disse indikatorer uttrykker.

Et resultat av Seglens undersøkelser tyder på at "støykilden" svekkes jo større grupper av forskere man undersøker. Dette er interessant fordi vi undersøker hele *nasjoner* i vår rapport. Seglen fant at blant alle siteringer til alle artikler i et ledende internasjonalt biomedisinsk tidsskrift gikk hele 90 prosent av siteringene til den mest siterte halvpart av artiklene, mens de resterende 10 prosent av siteringene var fordelt på den minst siterte halvpart av artiklene. Tendensen til skjevfordeling er større jo nærmere man kommer den mest siterte artikkel: 50 prosent av siteringene gikk til bare 15 prosent av artiklene. Enkelte artikler mottar altså svært mange siteringer - det kan være 50, 200, 500, alt etter fagområde og forskningsfelt - mens de fleste artikler bare mottar noen få eller ingen siteringer. Den samme kurven for skjevfordeling viste seg så å si lovmessig seg også for andre tidsskrifter. Det samme fenomen er registrert i andre bibliometriske undersøkelser (13).

En artikkel kan ikke komme med blant de høyt siterte bare på grunnlag av personrelasjoner (selvsiteringer, kollega-siteringer, "strategiske" siteringer). Det kan derimot skje hvis den blir en "klassiker", men det blir artikler ikke uten grunn. Hvis det er riktig at "støykilden" er svakest blant de høyt siterte artikler, betyr dette at den i svært liten grad vil gi en feilkilde i våre målinger. Vi måler den *gjennomsnittlige siteringshyppighet* for alle artikler på et fagfelt fra hele nasjoner, og da er det klart ut fra skjevfordelingsmønsteret at de høyt siterte artikler vil veie tyngst i det samlede antall siteringer som skal fordeles på det samlede antall artikler. "Normalt" siterte artikler vil trekke gjennomsnittstallet ned, mens landenes bidrag av høyt siterte artikler blir mest avgjørende for gjennomsnittsnivået. I en tilsvarende dansk rapport som denne (2), fant man at siteringshyppigheten for 331 danske artikler i fysikk i 1981 ble redusert med 15 prosent da man tok ut de fem mest siterte danske artiklene det året. (Vi har selv ikke forsøkt noe lignende, da det krever adgang til siteringsstatistikk for enkeltartikler direkte fra SCI.)

Hvis man fastholder det faktum at en artikkel ikke kan bli mye sitert uten å faktisk å bli brukt som referanse i en stor mengde artikler internasjonalt, blir det enklere å bestemme hva vår siteringsindikator gir indikasjoner på. Vårt standpunkt her er det samme som det som tas i en ekspertrapport som nylig ble forelagt National Science Foundation (i USA) og Science Policy Support Group (i Storbritannia). Her heter det (14):

Unfortunately, current knowledge of the process that produces citation counts does not justify interpreting them as measures of quality. Instead of quality, citation analysts use the word *impact* to describe what citations count. Quality is an intrinsic characteristic of the research; impact is a measurable amount of attention given to it.

"Impact" er alternativet til "quality" og kan oversettes med "gjennomslagskraft", men vi bruker ordet *innflytelse* i denne rapporten. Vår siteringsindikator viser i hvilken grad det enkelte lands forskningsbidrag vekker oppmerksomhet internasjonalt og får *innflytelse* på den videre forskning på feltet. Forskningsresultater som først og fremst har regional interesse, eller interesse for et begrenset antall spesialister, vil ikke så lett få stor internasjonal innflytelse slik vi måler den, men kan gjerne holde høy kvalitet likevel.

3.3 Beregning av aktivitetsnivå (artikler per capita)

Vår hovedindikator for landenes *aktivitetsnivå* er en *per capita*-indikator. Vi summerer antallet artikler som er registrert i seksårsperioden 1981-86 og dividerer dette tallet på landenes *folketall* (i antall tusen innbyggere registrert 1983 i OECD-statistikk).

Vi trenger en målestokk for landenes størrelse, og har valgt folketall framfor økonomisk statistikk (BNP, FoU-andel av BNP, FoU-utgifter eller FoU-årsverk) fordi denne statistikken dels er usikker for flere av landene, dels utilgjengelig når vi vil skille ut grunnforskningen og de fagområder som våre data gjelder.

Vi skal gi et eksempel på beregning av aktivitetsnivå: Det samlede antall biologiske artikler fra Norge fra 1981 til 1986 er 1 303. For Sverige er det tilsvarende antall 2 145, mens tallet for USA er 78 449. Folketallene i antall tusen er henholdsvis 4 128, 8 329 og 234 799. Dette gir følgende tall til indikatoren for aktivitetsnivå (med rang blant 18 OECD-land i parentes): USA: 0,334 (4); Norge: 0,316 (6); Sverige: 0,257 (7). Resultatet for alle 18 land er gjengitt i *figur 17*.

Eksempelet viser at sammenligningen av nasjonenes artikkelproduksjon kun blir anskuelig når vi sammenholder med nasjonenes størrelse. USA har 60 ganger så mange biologiske artikler som Norge, men er også et nesten 60 ganger så stort land, målt i folketall. Forskjellen i aktivitetsnivå mellom USA og Norge er ubetydelig på hovedområdet biologi. Derimot finner vi at Sverige ligger på omtrent 80 prosent, Danmark på omtrent 70 prosent og Finland på omtrent 60 prosent av Norges nivå, når vi beregner per capita. (På dette hovedområdet må tidsskriftutvalget tas med i betraktningen når man vurderer slike forskjeller.)

I tillegg til hovedindikatoren for aktivitetsnivå, som baserer seg på alle artikler registrert 1981-86, sammenligner vi utviklingen i *de nordiske lands* aktivitetsnivå

fra år til år mellom 1973 og 1986. Da må vi ta hensyn til at det samlede antall artikler i materialet varierer noe fra år til år - især mellom 1980 og 1981, hvor tidsskriftutvalget utvides. Vi gjengir derfor ikke de fire nordiske lands antall artikler, men *andeler i prosent* av 15 OECD-lands artikler. For Norge oppgis den reelle andel, mens andelene for de tre øvrige land er *normalisert til Norges størrelse i folketall* for sammenligningens skyld. Folketallene i 1983 er også her benyttet. Faktorene man må multiplisere med for å få de reelle andeler er: Finland: 1,18; Danmark: 1,24; Sverige: 2,02.

Indikatoren som viser utviklingen fra år til år er noe mer usikker enn hovedindikatoren for 1981-86. Vi har nevnt at 1973-utvalget av tidsskrifter generelt gir mer usikre data enn 1981-utvalget. Dessuten er det større rom for tilfeldige utslag av feilkilder når artikkelantallet måles årlig enn når det summeres over en seksårsperiode. Endelig kan skiftet av tidsskriftsvalg mellom 1980 og 1981 i seg selv gi en viss reduksjon eller økning av et lands artikkelandel, fordi nye tidsskrifter kommer med. Disse problemene vil vi imidlertid behandle konkret i forbindelse med resultatgjennomgangen.

3.4 Beregning av innflytelse (siteringsindeks)

Vår indikator for innflytelse kaller vi *siteringsindeks*. Den uttrykker med prosentpoeng hvor ofte gjennomsnittsartikkelen fra ett land siteres, sammenlignet med gjennomsnittsartikkelen fra alle land samlet. 100 prosentpoeng tilsvarer den gjennomsnittlige siteringshyppighet for alle lands artikler. Hvis et land har 125 prosentpoeng, er landets gjennomsnittsartikkel 25 prosent hyppigere sitert enn gjennomsnittsartikkelen fra alle land samlet.

Dette er basert på en mye brukt bibliometrisk indikator som kalles "*relative citation ratio*" (15-17). Denne beregnes ved å *dividere et lands andel av alle lands siteringer på landets andel av alle lands artikler*. Når et lands siteringshyppighet er gjennomsnittlig, blir brøken 1,00 - er den 25 prosent over, blir brøken 1,25. Vår indikator er i realiteten den samme, men vi multipliserer sluttresultatet med 100. Dette gjør vi fordi vi mener at indikatoren blir mer anskuelig og mindre abstrakt når vi bruker prosentpoeng. Dessuten ligger de nordiske lands *artikkelandeler* på verdier rundt 1 prosent. Tallene for artikkelandelene kan dermed lett forveksles med en "*relative citation ratio*" med verdier omkring 1,00.

Rent logisk innebærer siteringshyppighet at man teller antallet siteringer pr. artikkel. Grunnen til at vår indikator bare viser dette indirekte, er at den gjennomsnittlige siteringshyppighet for samtlige artikler på et fagområde varierer mellom fagområdene. I materialet er det mer enn fem ganger så mange siteringer pr. artikkel i biomedisin som det er i matematikk (se *figur 1a*). Den norske gjennomsnittsartikkel i biomedisin 1981-83 har mottatt 7,4 siteringer i perioden 1981-86. I

matematikk er tallet 2,2. Men nivået i biomedisin er 25 prosent under gjennomsnittet for de 18 land og gir rang nummer 14. Nivået i matematikk er 24 prosent over gjennomsnittet og gir Norge rang nummer 2. Med vår siteringsindeks kan vi sammenligne på tvers av faggrensene. Det kan man ikke gjøre med reelle antall siteringer pr. artikkel.

Et faktum som man ikke har tatt hensyn til i andre lands rapporter om de samme data, er at antallet siteringer pr. artikkel i materialet også varierer på *disiplinnivå*. Dette kan illustreres på hovedområdet biomedisin med disiplinene mikrobiologi og bioteknologi. I mikrobiologi er det 6,8 siteringer i materialet for hver artikkel fra de 18 land samlet. I bioteknologi er tallet 3,4 - altså kun det halve. Det kan være flere grunner til forskjellen - den mest sannsynlige er at de aktuelle tidsskrifter i mikrobiologi har vært bedre dekket i SCI.

Sverige og Norge er eksempler på at land kan ha ulik fordeling av sine artikler mellom de to disiplinene. Hele 18,2 prosent av alle norske artikler på hovedområdet biomedisin er registrert i disiplinen mikrobiologi, mens bare 2,7 prosent av de norske artiklene er i bioteknologi. Bare 7,4 prosent av svenske biomedisinske artikler er i mikrobiologi, mens andelen for bioteknologi er 3,3 prosent. Hvis vi nå beregnet *siteringsindeks* ut fra totaltall i biomedisin, ville det gi et gunstig utslag for Norge, sammenlignet med Sverige, at siteringshyppigheten i materialet er dobbelt så høy i mikrobiologi som i bioteknologi. Selv om den norske siteringshyppigheten i mikrobiologi var lav (og det er den), ville det høye antallet siteringer fra mikrobiologi i seg selv gi positiv vekt til den beregnede siteringsindeks på hovedområdenivå.

For å unngå slike utslag har vi tatt hensyn til artikkelantallet på disiplinnivå når vi har beregnet siteringsindeks på hovedområdenivå. Først har vi beregnet siteringsindeks (dvs. prosentpoeng for landets gjennomsnittlige siteringshyppighet, sammenlignet med alle land samlet) for alle land på disiplinnivå. Denne indeks er deretter multiplisert med landets antall artikler i disiplinen. Resultatet for disiplinene er så summert opp til hovedområdenivå, hvor vi har dividert med det totale antall artikler landet har innen hovedområdet. Dermed blir siteringsindeksen for landene sammenlignbar, selv om de har ulik fordeling av artikler på de ulike disipliner.

Denne metoden med *vekting* av siteringsindeks, som vi mener er nødvendig for å gi korrekte indikatorer, har gitt resultater som avviker litt fra det man finner som landenes "*relative citation ratio*" i andre tilsvarende rapporter. Enkelte land får en annen rangmessig plassering på hovedområdene. Forskjellene er ikke store, men heller ikke ubetydelige.

Samtidig har vi gjennom denne metoden oppnådd et resultat som ikke ellers kunne benyttes. Ved å vekte på disiplinnivå unngår vi problemene med å beregne siteringsindeks for *alle 8 hovedområder samlet*. Denne indikatoren beregnes vanligvis ikke, fordi man er klar over at det er ulik siteringshyppighet på

hovedområdenivå. Men med vår metode kan vi ta hensyn til dette, og resultatet er vist i figur 4.

Vår hovedindikator for innflytelse viser siteringsindeks for årene 1981-83 og er beregnet innen rammen av 18 OECD-land. Tallene for de enkelte år er summert forut for beregningen: Landets andel av 18 lands siteringer sammenlagt for de tre årene er dividert på landets andel av 18 lands artikler sammenlagt for de tre årene, og resultatet av dette er multiplisert med 100. Denne indikatoren er parallell til hovedindikatoren for aktivitetsnivå, bortsett fra at bare første halvdel av seksårsperioden er med.

Vi viser også årlig siteringsindeks for de nordiske land 1973-83. På grunn av de tidligere nevnte begrensninger i vårt materiale for perioden 1973-80, er siteringsindeks her beregnet innen en ramme av 15 OECD-land (Italia, Spania og Australia er ikke med). Vi har heller ikke tilgjengelig siteringstall på disiplinnivå, kun på hovedområdenivå. Derfor er siteringsindeks ikke vektet ved beregning av denne indikatoren for hvert hovedområde. Indikatoren for alle fagområder samlet (figur 6) er vektet på hovedområdenivå.

Disse begrensninger betyr for det første at siteringsindeksen for hvert år 1973-83 ikke direkte kan sammenlignes med siteringsindeksen for 1981-83 summert. For det andre betyr det at den årlige siteringsindeks er en mer usikker indikator. Vi bruker den bare til å gi et inntrykk av de nordiske lands relative posisjoner og hvordan de endres gjennom perioden. Man vil også se at siteringsindeks varierer mer fra år til år enn andelen av 15 lands artikler. Høyt siterte artikler er med enkelte år og gir store utslag disse år. Den generelle trend gjennom hele perioden er derfor mer vesentlig enn den sprangvise utvikling fra år til år.

4 Resultater

Vi innleder resultatgjennomgangen med å vise norsk forsknings publiseringsaktivitet og internasjonale innflytelse ut fra materialet som helhet (alle åtte hovedområder summert). Vi viser også hvordan Norges artikler er fordelt på hovedområdene, sammenlignet med andre lands fordeling. Dermed vil Norges "aktivitetsprofil" avtegne seg.

Deretter behandler vi hvert hovedområde nærmere, også på disiplinnivå. Til slutt oppsummerer vi ved å framheve de funn som vi mener særlig karakteriserer Norge som forskningsnasjon innen naturvitenskap og medisin, og drøfter hvordan mønsteret kan fortolkes.

4.1 Norges generelle posisjon

Ut fra materialet som helhet er Norges aktivitetsnivå og internasjonale innflytelse middels i OECD-sammenheng og svak ut fra en nordisk sammenligning. Sverige og Danmark er med blant de ledende forskningsnasjoner, men det er ikke Norge og Finland. Nivåforskjellene er store.

Norges aktivitetsprofil preges av at relativt høye andeler av landets SCI-artikler forekommer i klinisk medisin, biologi og geovitenskap. Derimot har Norge en særlig lav andel av sine artikler i fysikk. Den høye andel av artikler i klinisk medisin er et felles nordisk særtrekk, mens fordelingen innen naturvitenskap avviker fra det øvrige Norden.

Materialet

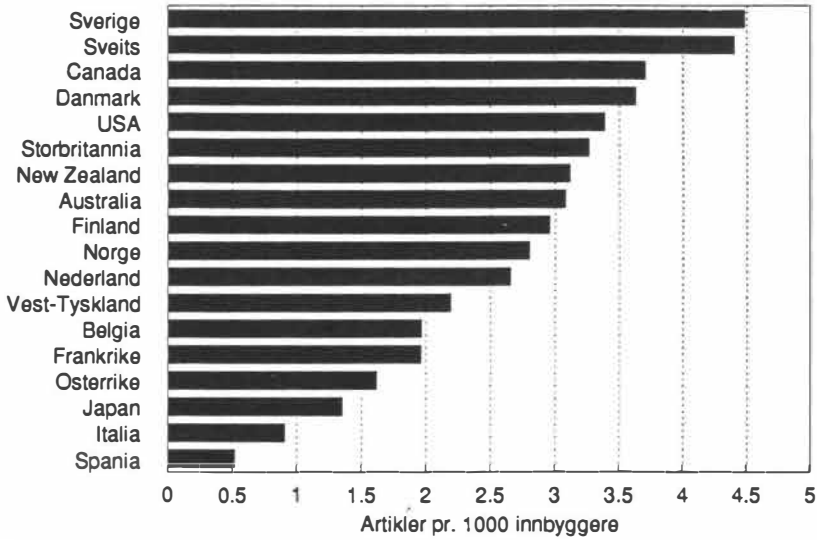
Når vi summerer alle åtte hovedområder for de 18 land, er det registrert 1 782 359 artikler i perioden 1981-86. Av disse er 11 572 artikler fra Norge. Dette er en andel på 0,65 prosent. Danmarks andel er 1,04 prosent, Finlands andel er 0,81 prosent og Sveriges andel er 2,09 prosent. De største andeler har USA (44,6 prosent), Storbritannia (10,3 prosent), Japan (9,0 prosent), Vest-Tyskland (7,5 prosent), Frankrike (6,0 prosent) og Canada (5,1 prosent). Alle øvrige land har en lavere andel enn de fire nordiske land samlet (4,6 prosent).

Aktivitetsnivå

Landenes *aktivitetsnivå* ut fra det samlede materiale for årene 1981-86 er vist i *figur 3*. I forhold til innbyggertallet har Sverige flest artikler blant samtlige 18 land, men også Danmark er en meget aktiv bidragsyter til den internasjonale forskningslitteratur. Norge ligger på et middels nivå i OECD-sammenheng etter Finland.

Aktivitetsnivå - hovedområdene samlet

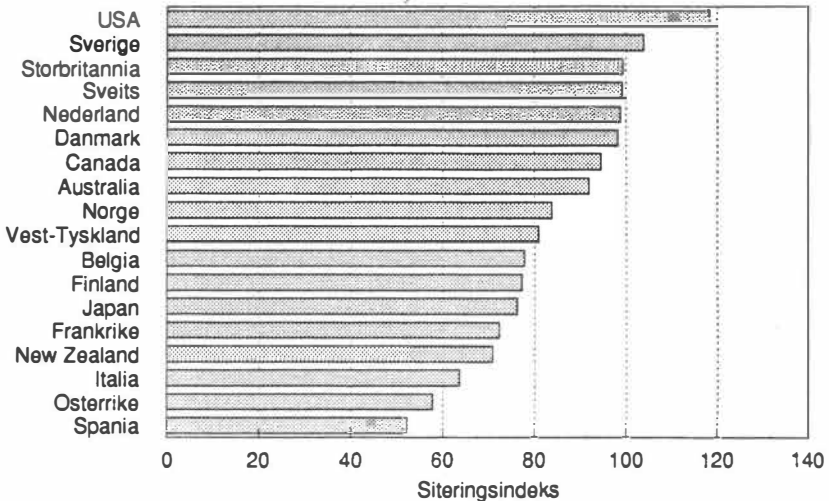
Artikler 1981-86 per capita (1983)



Figur 3

Innflytelse - hovedområdene samlet

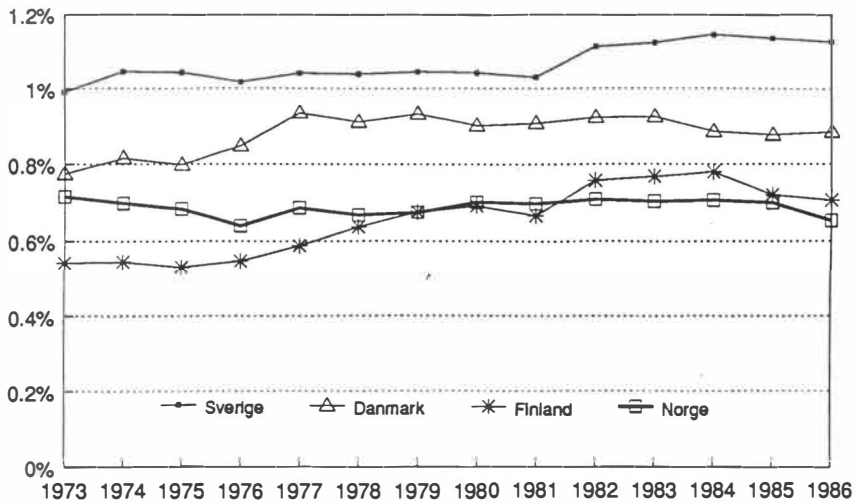
Siteringsindeks 1981-83 innen 18 land
Vektet på disiplinnivå



Figur 4

Aktivitetsnivå - hovedområdene samlet

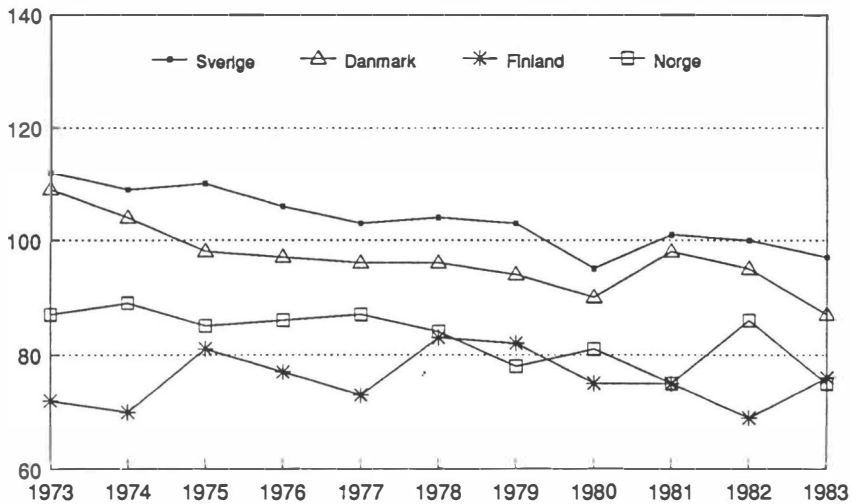
Årlig artikkelandel innen 15 OECD-land
normalisert til Norges folketall (1983)



Figur 5

Innflytelse - hovedområdene samlet

Årlig siteringsindeks innen 15 OECD-land
Vektet på hovedområdenivå



Figur 6

De betydelige forskjeller internt i Norden er kanskje mest oppsiktsvekkende. Sverige har 60 prosent flere artikler per capita enn Norge har, mens Danmark har 30 prosent flere og Finland 5 prosent flere.

Figur 5 viser at disse forskjellene innen Norden er relativt stabile fra år til år gjennom hele perioden 1973 til 1986. Men vi ser også at Norge er det eneste av de nordiske land som har *tilbakegang* i artikkelandelen. Finland øker mest fra et nivå som er lavere enn Norges i begynnelsen av perioden. Finland og Sverige ser ut til å være noe begunstiget av at flere tidsskrifter er tatt med f.o.m. 1981.

Hvis vi igjen ser på fordelingen blant OECD-landene som er gjengitt i *figur 3*, er det bemerkelsesverdig at små ikke-engelsktalende land som Sverige, Sveits og Danmark har flere artikler per capita enn USA og Storbritannia, hvor de fleste av tidsskriftene som er med i materialet utkommer. Men forøvrig avspeiler nok figuren en viss skjevfordeling i materialet. Samtlige av de engelsktalende land rangerer sammen med Sverige, Sveits og Danmark i øverste halvdel. Deretter følger Finland, Norge og Nederland, som alle har nasjonalspråk innenfor små språkområder. Man kan anta at dette skjerper nødvendigheten av engelskspråklig publisering. Vi ser også at det er en klar nivåforskjell fra Nederland og videre ned til de resterende land. Alle disse land har "store" nasjonalspråk - og antakelig en større andel av sin forskningslitteratur som ikke er med i materialet.

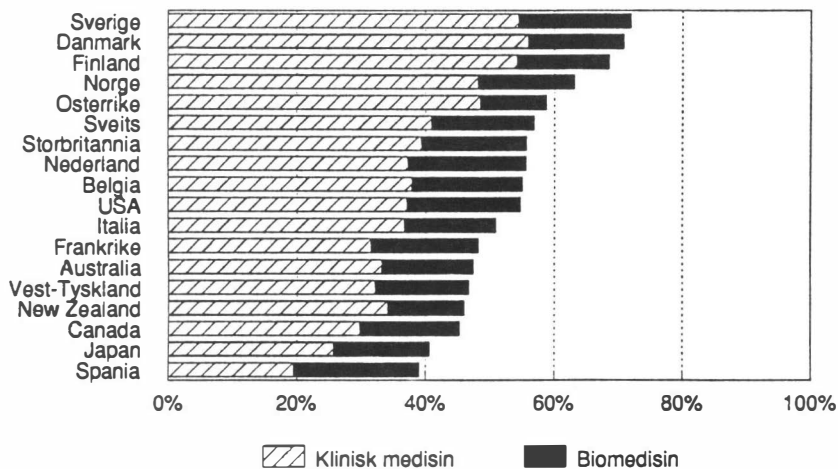
Innflytelse

Figur 4 viser at amerikanske artikler har den klart høyeste siteringshyppighet, men deretter følger Sverige som nummer 2 og en gruppe på fire land hvor Danmark er med som nummer 3. I rangordning inntar Norge en middels posisjon som er gunstigere enn Finlands, men en klar nivåforskjell adskiller Norge og de mest siterte land. Den svenske gjennomsnittsartikkelen mottar 24 prosent flere siteringer enn den norske. Danmarks nivå er 17 prosent høyere enn Norges, mens Norges nivå er 9 prosent høyere enn Finlands. Ved beregningen har vi tatt hensyn til at landene har ulik fordeling av sine artikler mellom fagfelt med ulik gjennomsnittlig siteringshyppighet (siteringsindeksen er vektet på disiplinnivå med henblikk på artikkelantall).

Av *figur 6* ser vi at Sverige har den høyeste siteringshyppighet i Norden, uansett hvilket år vi måler fra 1973 til 1983, mens Danmark alltid følger som nummer 2 litt under Sveriges nivå. Vi ser også at det skjer en utjevning av forskjellene innen Norden, med en tilbakegang især for Sverige og Danmark. Bakgrunnen for dette er at forskjellene mellom OECD-landene generelt utjevnes i løpet av perioden. Det skjer kanskje en økende "internasjonalisering" av forskeres siteringspraksis. Vi observerer at de minst siterte nasjoner blir relativt mer sitert, og omvendt, i løpet

Aktivitetsprofiler

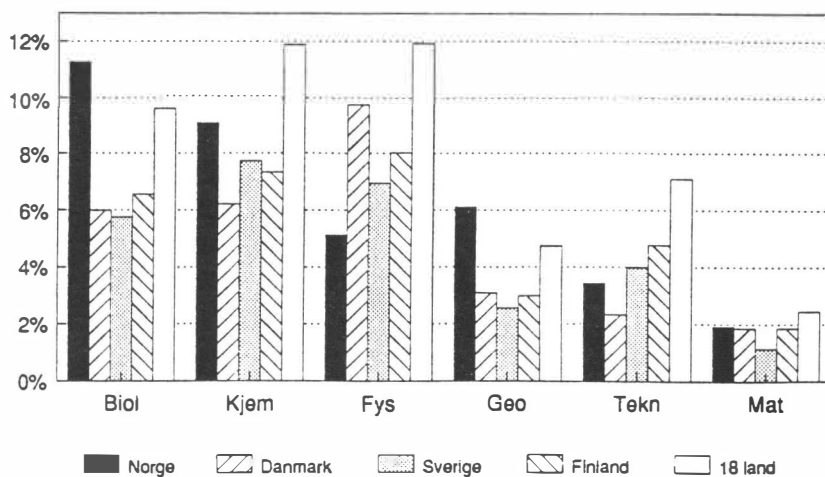
Medisinske områders andeler av det enkelte lands artikler 1981-86



Figur 7

Aktivitetsprofiler

Mat/naturvitenskapelige områders andeler av det enkelte lands artikler 1981-86



Figur 8

av perioden. Den rangordningen vi så i *figur 4* er ikke endret nevneverdig mellom første halvdel av 70-tallet og første halvdel av 80-tallet.

Kombinerer vi de to indikatorene, kan vi skille ut en gruppe av ledende forskningsnasjoner blant OECD-landene. Blant de nordiske land er bare Sverige og Danmark med i denne gruppen.

Aktivitetsprofil

Figur 7 og 8 viser hvordan artiklene fra de enkelte nasjoner er fordelt mellom henholdsvis de to medisinske og de seks matematisk-naturvitenskapelige hovedområder i materialet. Vi sammenligner hovedområdene *innen* det enkelte land ved hjelp av prosentandeler, og ser altså bort fra at landene har ulike antall artikler totalt eller i forhold til folketallet. Prosentverdiene i de to figurene *sammenlagt* summerer seg til 100. Figurene må derfor sees i sammenheng.

Figur 7 viser at de nordiske land har høyere andeler av *medisinske* artikler blant SCI-artiklene enn alle andre land. Den betydelige vekt som især *klinisk medisinsk forskning* har, er et klart særmerke ved de nordiske lands aktivitetsprofil. Mens hovedområdets andel av de 18 lands samlede artikler er under 36 prosent, har Danmark, Sverige og Finland omkring 55 prosent av sine artikler innen klinisk medisin. For Norge er andelen noe lavere: vel 48 prosent. I *biomedisin* er det bare Sverige som har en høyere andel av sine artikler enn de 18 land samlet. Danmark, Finland og Norge har litt lavere andeler.

På de matematisk-naturvitenskapelige områder skiller Norges aktivitetsprofil seg i større grad fra den vi finner i de øvrige nordiske land. *Figur 8* viser at Norge har en nesten dobbelt så høy andel av sine SCI-artikler i *biologi* som de øvrige nordiske land har. I *geovitenskap* er andelen mer enn dobbelt så høy. På begge hovedområder er Norges andeler også høyere enn for de 18 land samlet. Hovedområdet *fysikk* har derimot det største "fravær" av norske artikler, både i forhold til de øvrige nordiske land og de 18 land samlet.

Norges aktivitetsprofil preges altså av at svært mange av artiklene forekommer i klinisk medisin, biologi og geovitenskap, mens svært få av artiklene forekommer i fysikk. Aktivitetsprofilen kan tenkes å gjengi Norges "prioriteringer" i forskningen. Man skal imidlertid være forsiktig med å trekke vidtrekkende slutninger av dette. Med en skepsis til *tidsskriftutvalget* i SCI kan man hevde at profilen like så mye avtegner hvor materialet best dekker det enkelte lands forskningslitteratur. En slik skepsis bør ganske sikkert gjelde for hovedområdet *teknologi*, hvor sammenligningen i *figur 8* mellom de nordiske land, og mellom disse og de 18 land samlet, i vesentlig grad forstyrres av at de nordiske lands tidsskrifter er tilfeldig og mangelfullt dekket i materialet.

Relativt mange av de nordiske tidsskrifter som er med i materialet er *klinisk medisinske*, og dette kunne være en forklaring på noe av den overvekt av medisinske artikler som vi finner for de nordiske land i figur 7. Et system med velredigerte og innflytelsesrike nordisk-internasjonale tidsskrifter er imidlertid mer omfattende utbygget i medisin enn i matematikk-naturvitenskap. I en undersøkelse av hvordan norske universitetsforskere publiserer (18), fant vi ved NAVFs utredningsinstitutt at blant de artikler forskerne sender til tidsskrifter utenfor Norge, går relativt flere i medisin enn i naturvitenskap til tidsskrifter som utgis i *Norden*. I naturvitenskap går en større del av artiklene som publiseres utenfor Norge til tidsskrifter *utenfor Norden*. Ut fra dette er det ikke uventet at vi finner mange medisinske tidsskrifter blant de nordiske som er med i materialet. Vi tror ikke at skjevheter i tidsskriftutvalget er forklaringen på at så mange av de nordiske lands SCI-artikler er medisinske. Norden bidrar internasjonalt både med mange artikler og med mange betydelige tidsskrifter i klinisk medisin, og begge deler er antakelig basert på en særlig omfattende forskningsaktivitet på dette området.

Når det gjelder overvekten av *biologi* i Norge i forhold til de øvrige nordiske land, kan ikke en overvekt av norske tidsskrifter i materialet forklare dette. I *geovitenskap* har Norge muligens ett tidsskrift "for mye" i materialet, avhengig av hvilken synsvinkel man velger, men det kommer vi tilbake til i resultatgjennomgangen for dette hovedområdet. Det ene tidsskriftet kan uansett bare forklare en del av forskjellen.

I *fysikk* finnes bare ett betydelig internasjonalt tidsskrift som utkommer i Norden: *Physica Scripta*. Tidsskriftet er samnordisk, og det er med i materialet. Her kan ikke skjevheter i tidsskriftutvalget forklare at Norge har så lav andel av sine artikler på dette hovedområdet. Hva Norge mangler i forhold til de øvrige land, er en høyere andel av de artikler som sendes til de sentrale internasjonale tidsskrifter i fysikk.

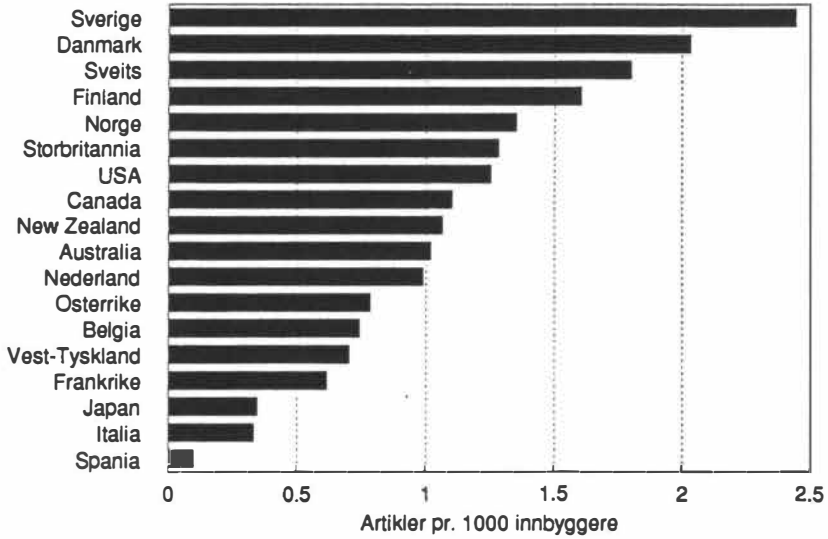
4.2 Klinisk medisin

I klinisk medisin har Norge et meget høyt aktivitetsnivå i OECD-sammenheng, men nivået er likevel det klart laveste blant de nordiske land, som samlet står for en betydelig andel av verdens kliniske forskning. Målt i siteringshyppighet er Sveriges posisjon fremragende, men Danmark, Finland og Norge har også god internasjonal innflytelse, når vi sammenligner OECD-landene.

Kombinasjonen av høye artikkelandeler og høy siteringshyppighet finner vi for Norges del særlig i disiplinene odontologi, hud & kjønnsykdommer, obstetikk & gynekologi, revmatologi og anestesi. Også på andre felt er Norge blant de ledende forskningsnasjoner. Men i enkelte disipliner forekommer svært mange artikler som

Aktivitetsnivå - klinisk medisin

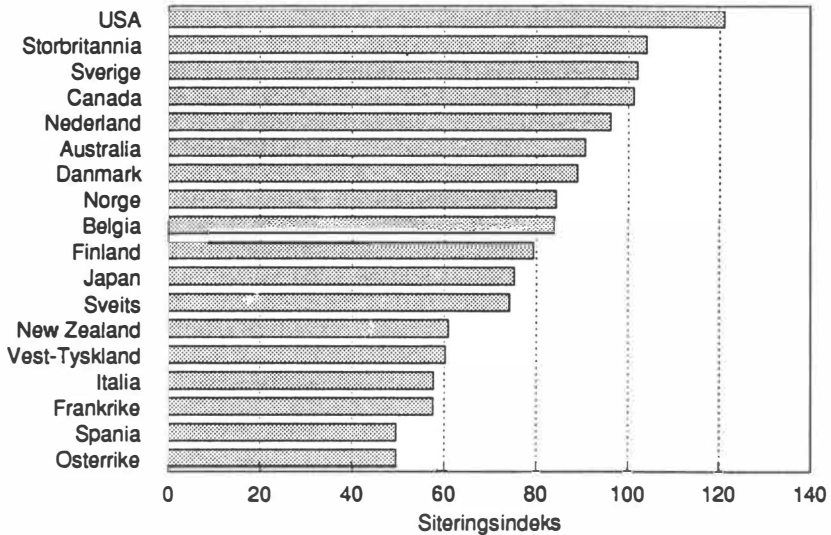
Artikler 1981-86 per capita (1983)



Figur 9

Innflytelse - klinisk medisin

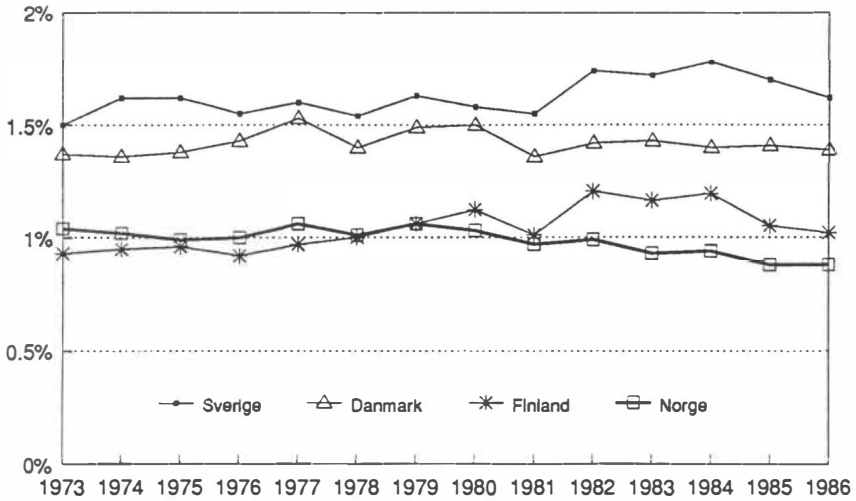
Siteringsindeks 1981-83 innen 18 land



Figur 10

Aktivitetsnivå - klinisk medisin

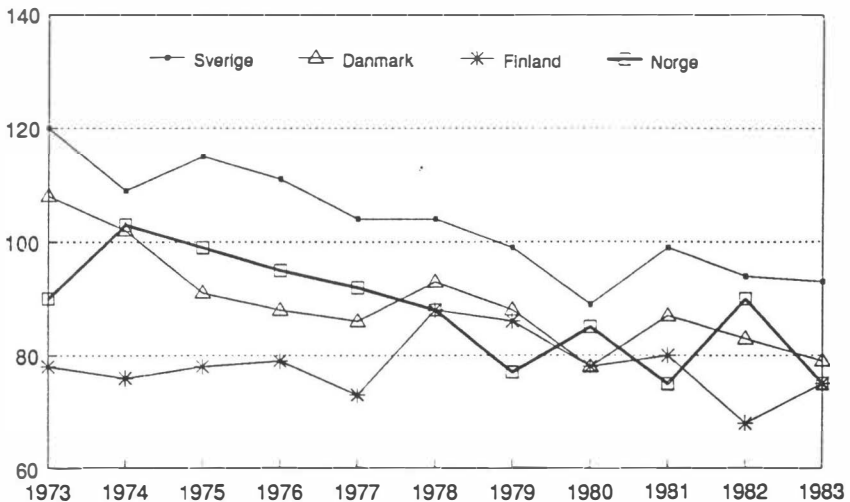
Årlig artikkelandel innen 15 OECD-land
normalisert til Norges folketall (1983)



Figur 11

Innflytelse - klinisk medisin

Årlig siteringsindeks innen 15 OECD-land
(ikke vektet på disiplinnivå)



Figur 12

blir lite sitert, og det er dette som gjør at siteringshyppigheten ikke er like høy som Sveriges for klinisk medisin generelt.

Materialet

Klinisk medisin er det klart største av hovedområdene. I perioden 1981-86 er det registrert 636 873 artikler fra de 18 land. Dette er 35,7 prosent av landenes samlede SCI-artikler og 88,4 prosent av verdenstotalen innen klinisk medisin. Norge har bidratt med 5 589 artikler, og dette er 48,2 prosent av alle Norges SCI-artikler. Norges andel blant de 18 land er 0,88 prosent. Andelen er høyere enn på de øvrige hovedområder.

De nordiske lands samlede andel på 6,9 prosent innebærer at de utgjør den tredje største "forskningsnasjon" på området etter USA (46,1 prosent) og Storbritannia (11,4 prosent). På disiplinnivå blir inntrykket av Nordens betydelige bidrag enda sterkere. Hele 10-15 prosent av alle verdens artikler i en del kliniske spesialiteter kommer fra Norden!

Aktivitetsnivå

Figur 9 viser at samtlige nordiske land sammen med Sveits rangerer fremst blant OECD-landene, når det gjelder artikkelproduksjon i klinisk medisin i forhold til folketallet. Men de interne forskjeller i Norden er store: Sverige har 81 prosent flere artikler per capita enn Norge har, mens Danmark har 50 prosent flere og Finland har 19 prosent flere.

I løpet av perioden 1973-86 har Sverige og Finland økt sine andeler av OECD-landenes artikler, mens Norges andel er gått noe tilbake (*figur 11*). Det innebærer at Finland har passert Norge i aktivitetsnivå omkring 1980. Men først og fremst viser trendlinjene at de store interne forskjeller i Norden er stabile gjennom perioden.

Merk at rangordningen for de OECD-landene som vi finner på et lavere nivå enn Norges i *figur 9* avtegner samme mønster som i materialet generelt og på enkelte hovedområder: De engelsktalende land rangerer samlet foran de øvrige land, og distansen er særlig stor til ikke-engelsktalende land med "store" nasjonalspråk. Ut fra dette mønsteret er det oppsiktsvekkende at et land som Sverige har dobbelt så mange artikler som USA og Storbritannia i forhold til folketallet, og at samtlige nordiske land har et høyere nivå enn de engelsktalende land.

Innflytelse

Amerikanske artikler har langt høyere siteringshyppighet enn de øvrige lands i klinisk medisin (*figur 10*). Forøvrig er Storbritannia, Sverige og Canada de ledende

land, men ingen av de nordiske land faller utenfor gruppen av de mest innflytelsesrike forskningsnasjoner i klinisk medisin.

Den vesentlige forskjell innen Norden finner vi mellom Sverige og de tre andre landene. Svenske artikler siteres 21 prosent oftere enn norske, og danske artikler 5 prosent oftere. Norske artikler siteres 6 prosent oftere enn finske. *Figur 12* viser en tilbakegang i relativ siteringshyppighet for samtlige nordiske land siden 1973. Nedgangen er størst for Sverige og Danmark, og skyldes en utjevning i fordelingen av siteringer mellom landene, hvor lavt siterte ikke-engelsktalende land har hatt økende siteringsandeler. Rangordningen mellom landene har ikke endret seg like mye. Vi ser også at svenske artikler er mer sitert enn de øvrige nordiske lands artikler uansett hvilket år vi måler.

Siteringsindeksen varierer mer fra år til år enn artikkelandelene, fordi enkeltartikler som mottar svært mange siteringer kan gi store utslag. Et positivt utslag for Norge finner vi i 1974, da siteringsindeksen ga Norge rang som nummer 3 blant 15 land. Indeksen i 1982 ga Norge rang som nummer 6 blant 15 land.

Disiplinene

Området klinisk medisin er inndelt i 34 disipliner. Blant disse har vi utelatt fem hvor det samlede antall artikler fra Norge i perioden 1981-86 er under 30.

Disiplinene er rangert i *tabellen* (bakerst) etter Norges artikkelandel. Disipliner med høyere andel enn 0,9 prosent har høy publiseringsaktivitet i forhold til aktiviteten på hovedområdet generelt i Norge. Vi ser at dette særlig gjelder gastroenterologi (3,5 prosent) og odontologi (2,8 prosent). Ingen andre blant samtlige 99 disipliner i materialet har så høye norske andeler.

Norge har det høyeste aktivitetsnivå i Norden bare i gastroenterologi (mage/tarm-sykdommer) og hematologi (blodsykdommer). Men som vi har sett, er den nordiske sammenligning en ekstrem målestokk på dette hovedområdet. Sammenligner vi med de 18 OECD-land samlet, er Norges aktivitetsnivå lavt bare i de seks disiplinene vi har rangert nederst i tabellen.

Måling av siteringsindeks gir det sikreste resultat i de disiplinene hvor antallet artikler er høyt. Hvis vi holder oss til disiplinene med mer enn 100 artikler fra Norge i seksårsperioden 1981-86, og kombinerer de to indikatorene, trer følgende mønster fram:

I *odontologi, hud & kjønnssykdommer* og *obstetikk & gynekologi* har Norge både høyt aktivitetsnivå og god internasjonal innflytelse. I *kreftforskning, radiologi, hjertelkar-sykdommer* og *generell- og indremedisin* er aktivitetsnivået lavere, men innflytelsen god. I *gastroenterologi, hematologi, immunologi* og *patologi* kommer det relativt mange artikler fra Norge, men den gjennomsnittlige siteringshyppigheten er lavere. *Farmakologi, kirurgi, nevrologi & nevrokirurgi, pediatri* og *endokrinologi*

er tildels store disipliner med lave norske artikkelandeler og lav norsk siteringshyppighet.

Forøvrig oppnår norske artikler høy siteringshyppighet i mindre disipliner som *revmatologi, anestesi og folkehelse*.

4.3 Biomedisin

Her er forskjellene innen Norden større enn i klinisk medisin. Særlig Sverige, men også Danmark, leverer omfattende og innflytelsesrike bidrag til internasjonal forskning. Norges posisjon er svakest i Norden, og svak i OECD-sammenheng.

Mest sitert er de norske artiklene i cellebiologi og genetikk. I mikrobiologi og fysiologi har Norge høye artikkelandeler, men lav siteringshyppighet. De fleste artiklene på området hører inn under biokjemi & molekylærbiologi, men her har Norge hverken en høy andel eller høy siteringshyppighet.

Materialet

Hovedområdet biomedisin omfatter medisinsk grunnforskning og relaterte felt innen biologi og kjemi. Det er registrert 295 537 artikler fra de 18 land i perioden 1981-86. Dette er 80,4 prosent av verdenstotalen på hovedområdet og 16,6 prosent av alle SCI-artikler fra de 18 land.

Fra Norge er det registrert 1 721 artikler. Det er 14,9 prosent av Norges SCI-artikler og 0,58 prosent av de 18 lands artikler. Sistnevnte andel er lavere enn i klinisk medisin, biologi og geovitenskap, men høyere enn i fysikk, kjemi, teknologi og matematikk.

Aktivitetsnivå

Av *figur 13* framgår at vi innen biomedisin finner betydelige forskjeller i aktivitetsnivå mellom de nordiske land. Sverige har 87 prosent flere artikler per capita enn Norge har, mens Danmark har 29 prosent flere artikler. Finland og Norge er omtrent på samme nivå.

Nivåforskjellene innen Norden gir større spredning blant de nordiske lands rangordning i OECD-sammenheng enn vi fant i klinisk medisin. Sverige er det mest aktive land blant de 18. Også Danmark er en betydelig bidragsyter i forhold til folketallet. Herfra er avstanden stor ned til Finlands og Norges nivå.

Forskjellene innen Norden har vært stabile siden 1973 (*figur 15*). Sveriges andel av 15 lands artikler gikk noe tilbake i løpet av 70-årene, men Sverige har likevel alltid hatt flest artikler i forhold til folketallet. For Norge er det en liten tilbakegang - for Finland en liten framgang.

Innflytelse

Vi finner de samme forskjeller internt i Norden når vi måler siteringshyppighet som når vi måler aktivitetsnivå (*figur 14*). Sveriges posisjon er fremragende blant de 18 land, men også Danmark er en betydelig forskningsnasjon i biomedisin. Herfra er det en nivåforskjell ned til Finland og Norge, som faller utenfor gruppen av de mest innflytelsesrike forskningsnasjoner på området.

Den svenske gjennomsnittsartikkel mottar 39 prosent flere siteringer enn den norske, mens den danske gjennomsnittsartikkelen mottar 19 prosent flere siteringer. Finlands nivå ligger 5 prosent over Norges.

Figur 16 viser at de interne nordiske forskjeller er relativt stabile gjennom perioden med Sverige som det mest siterte land og Norge som det minst siterte. Finland har høyt siterte artikler enkelte år på 70-tallet, men målingen vi gjør i 1981-83 av et høyere nivå for Danmark gir likevel et riktig inntrykk av forskjellene for hele perioden 1973-83 under ett.

Tilbakegangen i den relative siteringshyppighet for norske artikler siden 1973 innebærer at Norge har beveget seg fra den øvre til den nedre del av midtsjiktet blant OECD-landene.

Disiplinene

Hovedområdet biomedisin er inndelt i 15 disipliner. Av disse har vi utelatt syv med færre enn 30 norske artikler i perioden 1981-86. Disiplinene er rangert etter Norges artikkelandel i *tabellen* (bakerst).

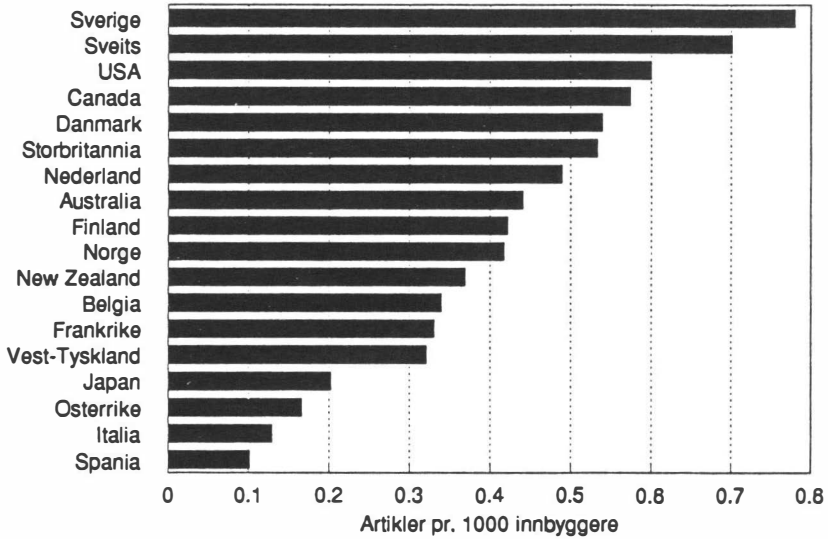
En stor del av alle lands artikler er klassifisert under disiplinen *biokjemi & molekylærbiologi*. Selv om en tredjedel av alle norske artikler i biomedisin hører hit, viser artikkelandelen på 0,5 prosent blant de 18 land at aktivitetsnivået er relativt lavt. Med en siteringsindeks på 70 har de norske artiklene relativt lite innflytelse. Den svenske gjennomsnittsartikkel i disiplinen mottar nesten 50 prosent flere siteringer enn den norske.

Også i *mikrobiologi* og *fysiologi* kommer det mange artikler fra Norge. Her er andelene av de 18 lands artikler over 1 prosent, og det innebærer et høyt aktivitetsnivå. Siteringshyppigheten for de norske artiklene er imidlertid lav.

Høy siteringshyppighet for norske artikler finner vi imidlertid i tre mindre disipliner hvor Norge har lavere aktivitetsnivå: *cellebiologi*, *genetikk* og *bioteknologi*. I sistnevnte disiplin er imidlertid antallet artikler så lavt at verdien for siteringsindeks lett blir ekstrem for et lite land som Norge.

Aktivitetsnivå - biomedisin

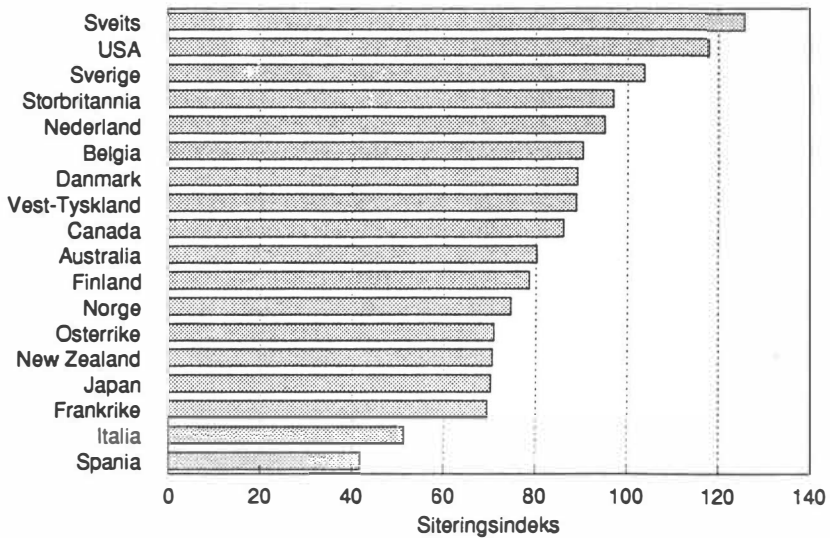
Artikler 1981-86 per capita (1983)



Figur 13

Innflytelse - biomedisin

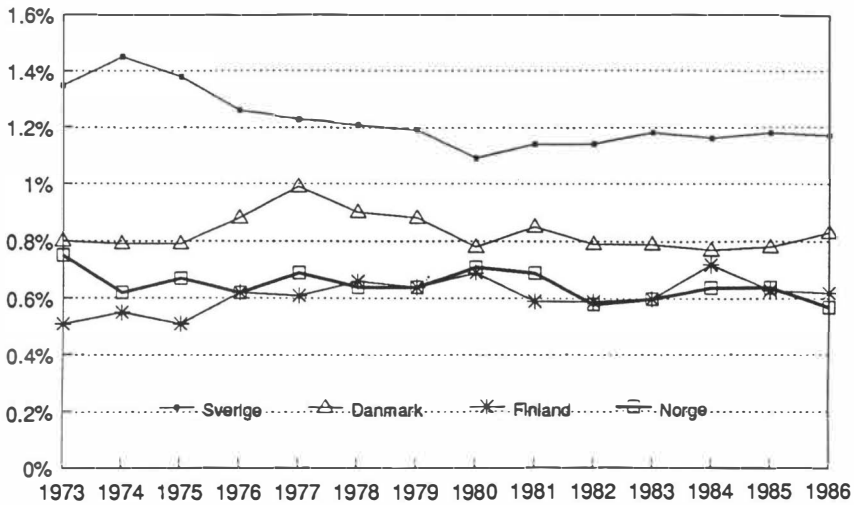
Siteringsindeks 1981-83 innen 18 land



Figur 14

Aktivitetsnivå - biomedisin

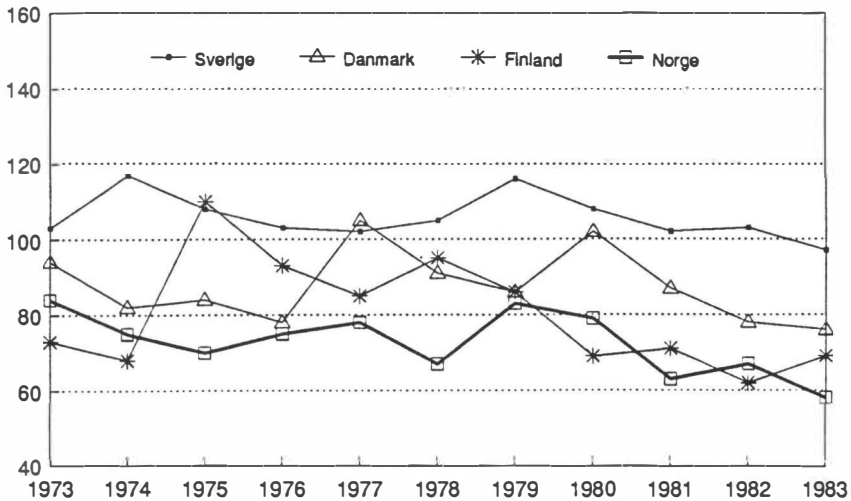
Årlig artikkelandel innen 15 OECD-land
normalisert til Norges folketall (1983)



Figur 15

Innflytelse - biomedisin

Årlig siteringsindeks innen 15 OECD-land
(ikke vektet på disiplinnivå)



Figur 16

4.4 Biologi

Norge gir både omfattende og innflytelsesrike bidrag til internasjonal biologisk forskning. Aktivitetsnivået er høyt i OECD-sammenheng og høyest i Norden. Artiklene har høy gjennomsnittlig siteringshyppighet, men den er noe lavere enn for Sverige og Danmark.

Det er særlig de mange og hyppig siterte artiklene i marin- og ferskvannsbiologi, zoologi og økologi som bidrar til Norges gunstige posisjon. I førstnevnte disiplin er aktivitetsnivået meget høyt. I botanikk og landbruksforskning ser Norges bidrag ut til å være ubetydelige, men materialet på dette hovedområdet har for store svakheter til at vi kan trekke sikre konklusjoner.

Materialet

Biologi, som i materialet også omfatter landbruks- og fiskeriforskning, er et av de hovedområder hvor tidsskriftutvalget i SCI kan være mangelfullt og tilfeldig i forhold til verdens forskningslitteratur, og hvor de engelsktalende lands tidsskrifter har en overvekt. Vi sammenligner derfor først og fremst innenfor Norden. Utelatelse eller inkludering av enkelte tidsskrifter kan gi relativt store utslag på artikkelandelene for små land. Ved resultatgjennomgangen skal vi derfor ha et sideblikk på hvilke nordiske tidsskrifter som er med og som er utelatt.

I perioden 1973-86 er det registrert 170 889 artikler fra de 18 land på hovedområdet biologi. Dette er 9,6 prosent av landenes samlede SCI-artikler, og 83,3 prosent av verdenstotalen.

Antallet artikler 1981-86 fra Norge er 1 303. Dette er 11,3 prosent av alle Norges SCI-artikler og 0,76 prosent av de 18 lands artikler i biologi. Bare i klinisk medisin og geovitenskap har Norge en høyere andel av landenes artikler.

Aktivitetsnivå

Figur 17 er ment å vise de 18 lands aktivitetsnivå, men figuren gjengir kanskje i like stor grad hvor skjevt landenes forskningslitteratur er representert i SCI, når vi sammenligner med befolkningsandelene. Alle de engelsktalende land har høyere antall artikler per capita enn de øvrige land. Deretter følger de nordiske land sammen med Nederland, dvs. land med nasjonalspråk knyttet til små språkområder, og til slutt de land som har "store" nasjonalspråk utenom engelsk.

Antakelig er det likevel reelt at land som New Zealand, Canada og Australia har høy forskningsaktivitet i biologi. Naturgitte forutsetninger er antakelig med på å bestemme omfanget og arten av den biologiske forskning i det enkelte land. Slike forutsetninger er bl.a. merkbare når vi studerer Norges artikkelandeler på disiplinnivå.

Norge har med klar margin høyere aktivitetsnivå i biologi enn de øvrige nordiske land og ikke-engelsktalende land - se *figur 17*. Av *figur 19* framgår at

forskjellen innen Norden først kommer etter 1980, dvs. etter at tidsskriftutvalget utvides. Også andre lands andeler av 15 lands artikler øker ved utvidelsen av tidsskriftutvalget, mens USA's andel reduseres fra omkring 55 prosent 1973-80 til under 50 prosent 1981-86. Antakelig innebærer overgangen til 1981-utvalget at de internasjonale tidsskrifter som norske biologer publiserer i får større relativ betydning. Økningen skyldes *ikke* at flere spesifikt norske tidsskrifter kommer med. (Enkelte finske, svenske og samnordiske tidsskrifter kommer derimot i tillegg etter 1980.)

Innflytelse

Svenske og danske artikler har den høyeste siteringshyppighet blant alle 18 lands artikler, men i biologi er også Norge med i gruppen av de mest innflytelsesrike land. Dette framgår av *figur 18*.

Figur 18 bør sammenholdes med figur 17 (aktivitetsnivå). Det framgår da at engelsktalende land er langt bedre representert med artikler i materialet enn med siteringer. Et land som New Zealand har et meget høyt antall artikler i forhold til folketallet, men gjennomsnittsartikkelen er lite sitert. Dette peker i retning av at de engelsktalende lands overvekt av tidsskrifter tildels består av tidsskrifter uten særlig internasjonal relevans. Motsatt har land som kun er representert med et mindre utsnitt av sin biologiske forskningslitteratur - antakelig den som er mest internasjonalt orientert - en fordel når artiklenes gjennomsnittlige siteringshyppighet beregnes.

Sammenligningen internt i Norden bør derfor vektlegges mest. Svenske artikler siteres 28 prosent oftere enn norske, mens danske artikler siteres 21 prosent oftere. Norske artikler siteres 23 prosent oftere enn finske. *Figur 20* viser imidlertid at variasjonene i siteringsindeks fra år til år på et lite område som dette kan være store for små land, og at de målingene vi foretar 1981-83 gir større intern-nordiske forskjeller enn de vi finner om vi tar hele perioden 1973-83 i betraktning. Likevel har Sverige og Danmark nesten alle år høyere siteringsindeks enn Norge og Finland.

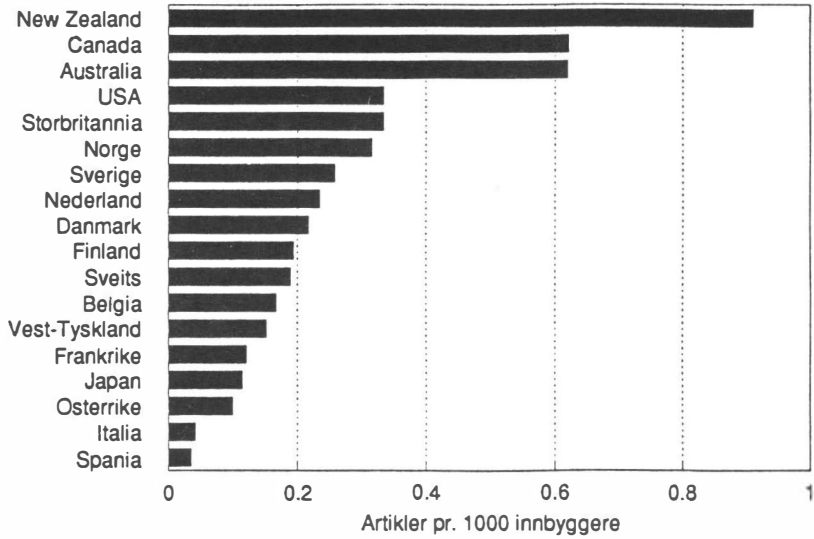
Disiplinene

Hovedområdet biologi er inndelt i 10 disipliner. Av disse har vi utelatt to hvor antallet norske artikler 1981-86 er under 30. Disiplinene er rangert etter Norges artikkelandeler blant 18 land i *tabellen* (bakerst).

En tredjedel av alle norske artikler i biologi er klassifisert i *marin- og ferskvannsbibliologi*, mens dette bare gjelder for en tiendedel av artiklene fra de 18 land samlet. Norges andel av de 18 lands artikler er 2,3 prosent. Det innebærer et meget høyt aktivitetsnivå - bare i to klinisk medisinske disipliner har Norge høyere

Aktivitetsnivå - biologi

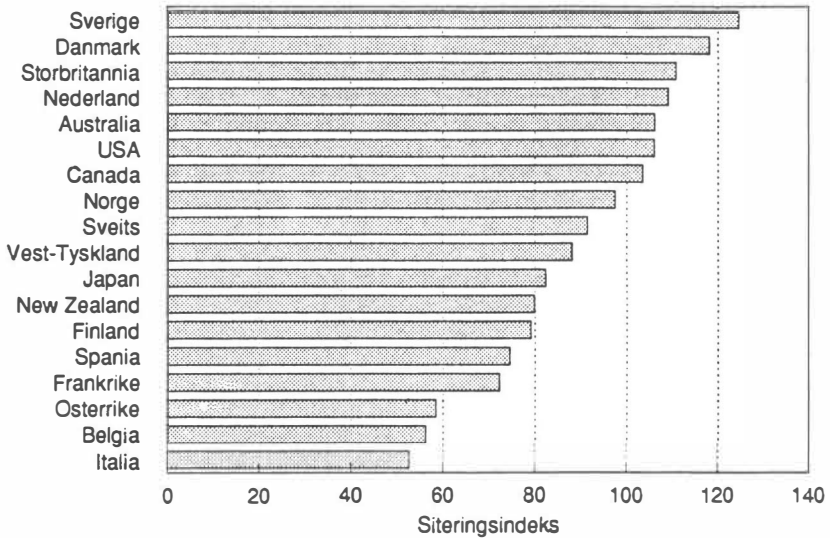
Artikler 1981-86 per capita (1983)



Figur 17

Innflytelse - biologi

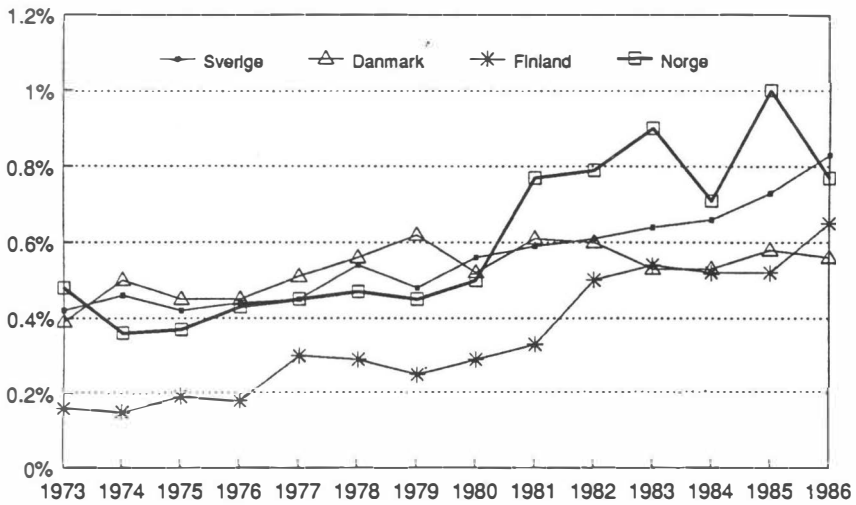
Siteringsindeks 1981-83 innen 18 land



Figur 18

Aktivitetsnivå - biologi

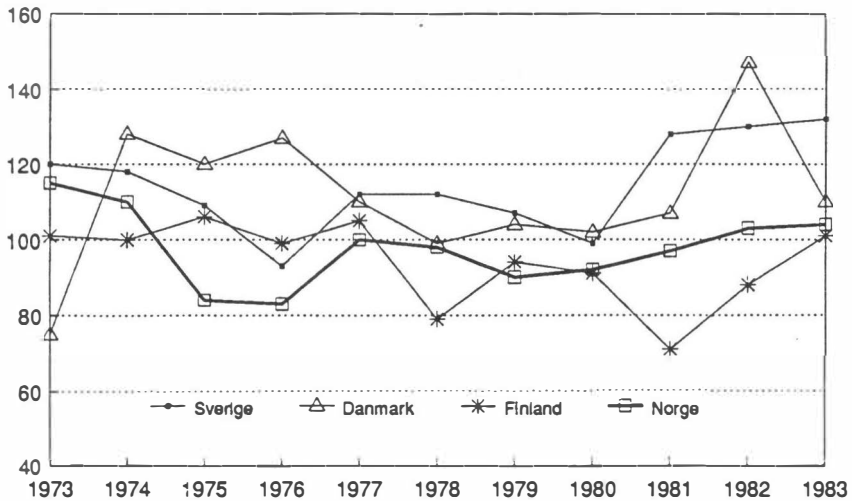
Årlig artikkelandel innen 15 OECD-land
normalisert til Norges folketall (1983)



Figur 19

Innflytelse - biologi

Årlig siteringsindeks innen 15 OECD-land
(ikke vektet på disiplinnivå)



Figur 20

artikkelandeler. Vi ser også at Norges aktivitetsnivå her er langt høyere enn i de øvrige nordiske land.

En mindre del av de marinbiologiske artiklene er publisert i det norske (engelskspråklige) tidsskriftet *Sarsia*, men selv når vi ser bort fra dette tidsskriftet, er Norges bidrag betydelig i forhold til landets størrelse.

Også når vi ser på siteringshyppigheten er det klart at Norge gir betydelige bidrag til internasjonal forskning i marin- og ferskvannsbiologi. Siteringshyppigheten ligger 23 prosent over nivået for gjennomsnittsartikkelen fra de 18 land samlet. Svenske og danske artikler blir også hyppig sitert i denne disiplinen.

I *zoologi* har Norge relativt høyt aktivitetsnivå og høy siteringshyppighet. Vi finner her to "disipliner" i materialet som har fått nokså intetsigende betegnelser ("General zoology" og "Miscellaneous Zoology"). I den første av disse er de to samnordiske tidsskriftene *Acta Zoologica* og *Zoologica Scripta* klassifisert. Disse bidrar med en vesentlig del av de nordiske lands artikler i disiplinen. Artiklene har under middels siteringshyppighet for samtlige nordiske land. I "diverse zoologi" finner vi derimot vesentlig høyere siteringshyppighet, især for Sverige og Norge. Her er det samnordiske tidsskriftet *Ornis Scandinavica* med, men dette tidsskriftet rommer bare en mindre del av artiklene fra Norden. De øvrige artiklene må være publisert i tidsskrifter utenfor Norden.

Økologi er det tredje feltet hvor norsk og nordisk forskning markerer seg sterkt internasjonalt, både i omfang og innflytelse. De samnordiske tidsskrifter *Oikos* og *Holarctic Ecology* står for en del av de nordiske artiklene. Disse tidsskriftene, især det førstnevnte, kan imidlertid også betegnes som meget betydelige nordiske bidrag til den internasjonale forskning i økologi. Artikler fra Norden publiseres i skarp konkurranse med artikler fra hele verden.

Botanikk er et stort felt internasjonalt hvor de nordiske land har lave artikkelandeler. *Nordic Journal of Botany* er imidlertid ikke med i materialet, selv om det er med i Science Citation Index. Denne ganske vesentlige utelatelsen kan skyldes at man ikke har fått med seg navneendringen da tidsskriftet ble etablert samtidig med en nedleggelse av "Norwegian Journal of Botany", som er med i materialet for 70-årene. At det nordisk-internasjonale tidsskriftet *Physiologia Plantarum* hører inn under botanikk, medfører muligens at plantefysiologiske artikler fra Norden har en viss overvekt i forhold til andre botaniske artikler når vi foretar målingene i denne disiplinen. Men det er i tilfelle bare fordi *Nordic Journal of Botany* ikke er med. *Physiologia Plantarum* publiserer artikler fra hele verden.

Også i *landbruksforskning* er de nordiske artikkelandeler lave, til tross for høye antall artikler. Både i botanikk og landbruksforskning skiller Norge og Finland seg ut med spesielt lav siteringshyppighet, mens Danmark og Sverige har høy siteringshyppighet.

På et lite spesialfelt, *entomologi*, har vi målt meget høy siteringshyppighet for samtlige nordiske land, men antallet artikler er lavt, slik at ekstreme verdier for små land lett forekommer. Tidsskriftet *Entomologica Scandinavica* er representert med bare 9 artikler fra året 1981.

4.5 Kjemi

Norges aktivitetsnivå og internasjonale innflytelse i kjemi er under middels når vi sammenligner OECD-landene. Blant de nordiske land har bare Sverige flere artikler i forhold til folketallet, men svenske og danske artikler har klart høyere siteringshyppighet.

Norske artikler blir ofte sitert i organisk kjemi og analytisk kjemi. I uorganisk- og kjernekjemi og i fysikalsk kjemi er siteringshyppigheten vesentlig lavere.

Materialet

På hovedområdet kjemi er det registrert 211 926 artikler fra de 18 land i perioden 1981-86. Dette er 11,9 prosent av landenes samlede SCI-artikler og 67 prosent av verdenstotalen for kjemi.

Fra Norge er det registrert 1 049 artikler i seksårsperioden. Dette er 9,1 prosent av alle Norges SCI-artikler og 0,50 prosent av artiklene i kjemi fra de 18 land. Sistnevnte andel er hverken særlig lav eller særlig høy på bakgrunn av Norges andeler på de øvrige matematisk-naturvitenskapelige områder.

Aktivitetsnivå

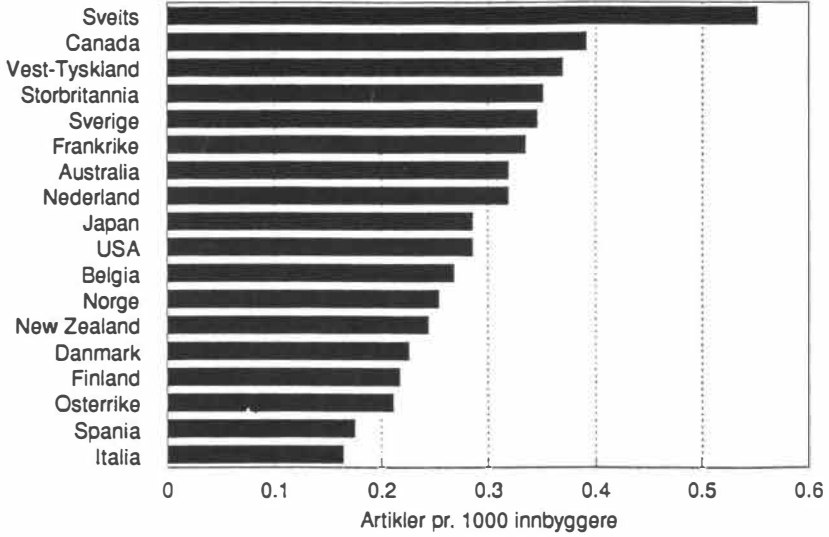
Av *figur 21* ser vi at de engelsktalende lands dominans i materialet ikke lenger er tilstede når vi forlater "life sciences" og går over til kjemi. Land som Vest-Tyskland, Frankrike og Japan har her artikkelandeler på nivå med, eller høyere enn, befolkningsandelene. Dette kan skyldes at tidsskriftutvalget er mer internasjonalt representativt, men også at kjemisk forskning i disse land har særlig stort omfang. Et lignende mønster vil vi også se i fysikk. Sveits har på begge områder et meget høyt aktivitetsnivå i forhold til andre land, men det kan også skyldes at enkelte store internasjonale forskningssentra har beliggenhet i Sveits.

Med unntak av Sverige har de nordiske land lavt aktivitetsnivå i kjemi, relativt til de 18 land. Sverige har 36 prosent flere artikler per capita enn Norge har. Norge har 11 prosent flere artikler per capita enn Danmark, og 15 prosent flere enn Finland har.

Figur 23 viser at de interne nordiske forskjeller i aktivitetsnivå er relativt stabile fra og med 1976. Fra 1973 til 1975 er kurven for Norge misvisende, da det norske tidsskriftet *Kjemi* er med disse årene, men deretter tatt ut. Norge har, i likhet med

Aktivitetsnivå - kjemi

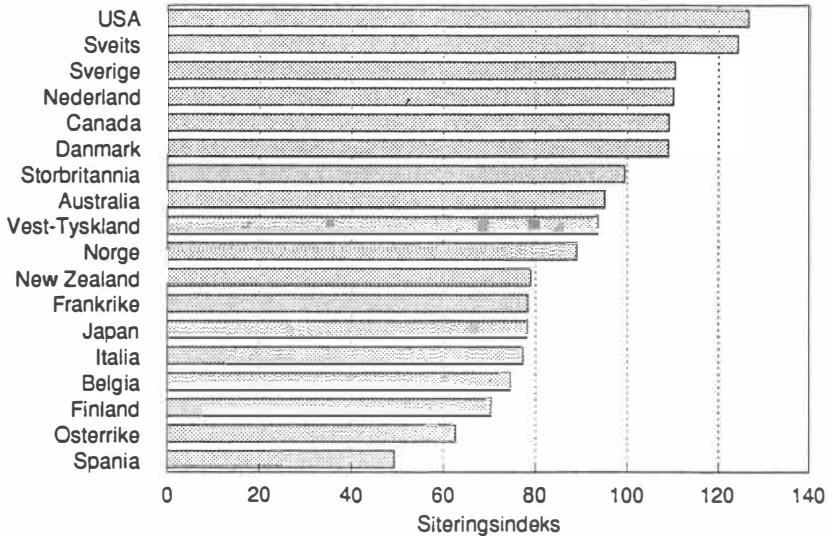
Artikler 1981-86 per capita (1983)



Figur 21

Innflytelse - kjemi

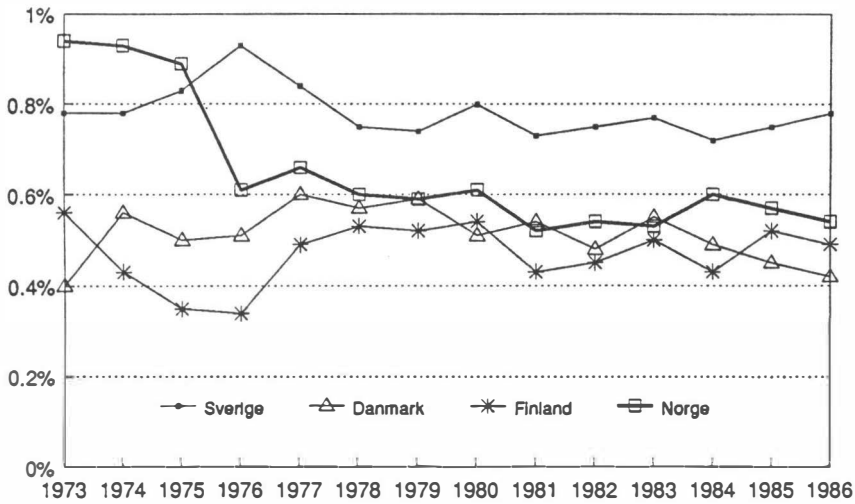
Siteringsindeks 1981-83 innen 18 land



Figur 22

Aktivitetsnivå - kjemi

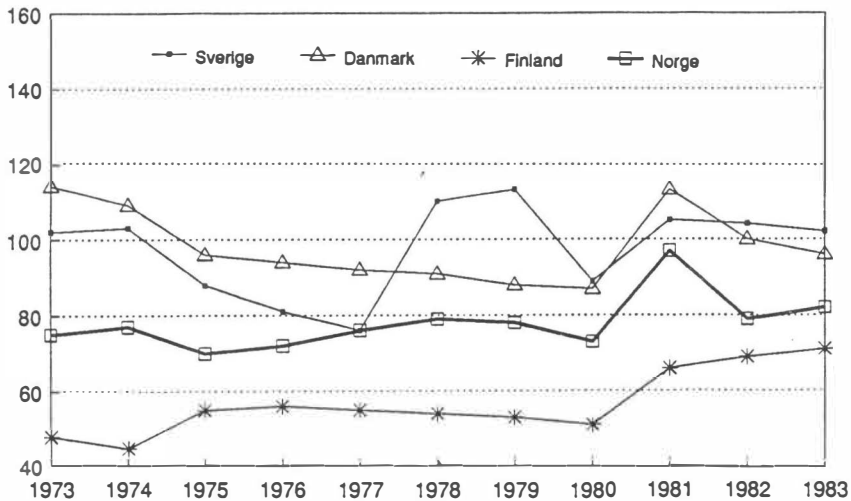
Årlig artikkelandel innen 15 OECD-land
normalisert til Norges folketall (1983)



Figur 23

Innflytelse - kjemi

Årlig siteringsindeks innen 15 OECD-land
(ikke vektet på disiplinnivå)



Figur 24

Danmark, en viss tilbakegang i artikkelandelen fra midt på 70-tallet til midt på 80-tallet.

Innflytelse

Figur 22 viser at gjennomsnittsartikkelen fra USA og Sveits er langt oftere sitert enn de øvrige lands gjennomsnittsartikler. Men deretter følger Sverige og Danmark i fremste rekke sammen med Nederland og Canada. På et noe lavere nivå finner vi Storbritannia, Australia, Vest-Tyskland og Norge. Svenske artikler er 24 prosent oftere sitert enn norske, mens danske artikler er 22 prosent oftere sitert. Finlands artikler i kjemi har meget lav gjennomsnittlig siteringshyppighet. Nivået ligger 19 prosent under Norges.

I *figur 24* ser vi at de interne nordiske forskjeller har vært relativt stabile siden 1973. Norge og især Finland har klart lavere siteringshyppighet enn Danmark og Sverige, men forskjellen var større i 1973 enn den var i 1983. At samtlige land øker nivået betraktelig ved overgangen til 1981-utvalget av tidsskrifter, har vi ikke funnet noen forklaring på ut fra de nordiske tidsskrifter som er med i materialet.

Disiplinene

Hovedområdet kjemi er inndelt i 7 disipliner. Av disse har vi utelatt to med færre enn 30 norske artikler 1981-86. Disiplinene er rangert etter Norges artikkelandel innen 18 land i *tabellen* (bakerst).

På dette hovedområdet er det helt nødvendig å analysere på disiplinnivå for å få et godt bilde av hvordan norsk forskning hevder seg internasjonalt. I *organisk kjemi* og *analytisk kjemi*, som henholdsvis utgjør 25 og 19 prosent av de norske kjemiske artiklene, har vi målt høy siteringshyppighet for Norge ut fra et stort antall artikler (indikatoren er altså relativt sikker). Her har Norge, i motsetning til i kjemi generelt, relativt stor internasjonal innflytelse i forskningen. Aktivitetsnivået er middels høyt innen de 18 land. I organisk kjemi er også siteringshyppigheten for norske artikler vesentlig høyere enn for artiklene fra det øvrige Norden.

Derimot finner vi et høyt aktivitetsnivå kombinert med lav siteringshyppighet i *uorganisk- og kjernekjemi*. Også i *fysikalsk kjemi* er siteringshyppigheten lav, men her har Norge ikke et spesielt høyt aktivitetsnivå.

4.6 Fysikk

Med unntak av teknologi, hvor indikatorene er svært usikre, er fysikk det området hvor norsk forskning viser seg å stå svakest ut fra vårt materiale. Både i OECD-sammenheng og blant de nordiske land har Norge et meget lavt aktivitetsnivå og en meget lav siteringshyppighet. Det ledende land i Norden - Danmark - har mer

enn dobbelt så mange artikler per capita som Norge har, og de danske artiklene blir nesten dobbelt så ofte sitert.

Bare i to små disipliner avviker Norge fra dette mønsteret: akustikk og optikk. Enkelte disipliner som er relatert til fysikk, er i materialet med under hovedområdet geovitenskap, men den lave siteringshyppigheten for Norge i fysikk endres ikke om disse disipliner inkluderes.

Materialet

Det er registrert 212 562 artikler i fysikk fra de 18 land i perioden 1981-86. Dette tilsvarer 71,6 prosent av verdenstotalen i fysikk, og 11,9 prosent av de 18 lands samlede SCI-artikler.

Bare 5,1 prosent av Norges samlede SCI-artikler er klassifisert innenfor fysikk. De 593 artiklene fra Norge utgjør en andel på 0,28 prosent av de 18 lands artikler i fysikk. Norges andel av artiklene er høyere på alle de øvrige hovedområder.

Aktivitetsnivå

Av figur 25 ser vi at Sveits har dobbelt så mange artikler per capita i fysikk som de mest aktive øvrige land. En vesentlig grunn til forskjellen er antakelig at forskere fra andre land oppgir forfatteradresse i Sveits når de har forskningsopphold ved internasjonale institusjoner som CERN.

Forøvrig ser vi at især Danmark, men også Sverige, er med blant de mest aktive nasjoner i fysikk. Norge har derimot svært liten forskningsaktivitet i fysikk. Forskjellene i antall artikler per capita er meget store: Sammenlignet med Norge har Danmark har 145 prosent flere artikler, Sverige 117 prosent flere artikler, og Finland 65 prosent flere artikler.

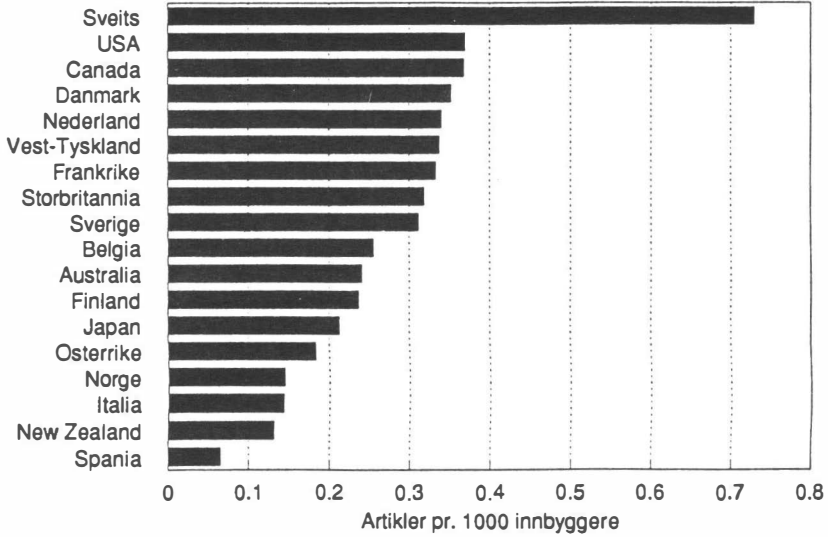
Ulik representasjon i tidsskriftutvalget kan ikke forklare disse forskjellene. Derimot er f.eks. Danmark sikkert begunstiget av at forskere fra andre land, bl.a. fra Norge, har opphold ved institusjoner som NORDITA og Niels Bohr-instituttet. Vi nevner også at fagfeltet *geofysikk*, hvor Norge har høyere aktivitetsnivå enn de øvrige nordiske land, i vårt materiale er tatt med under hovedområdet "geovitenskap", som gjennomgås i neste avsnitt.

Selv med disse forbehold er vår måling av et særlig lavt aktivitetsnivå i fysikk bemerkelsesverdig. Fagområdet er dekket i vårt materiale med en omfattende og internasjonalt representativ tidsskriftlitteratur, og det vi får fram er at disse tidsskrifter meget sjelden mottar artikler fra Norge.

Av figur 27 ser vi at Norges aktivitetsnivå ligger nokså konstant på samme lave nivå hvert år fra 1973. Danmarks og Sveriges nivå er stort sett dobbelt så høyt gjennom hele perioden, mens Finland starter på et lavere nivå enn Norge i 1973 og øker til et høyere nivå enn Norges fra 1978.

Aktivitetsnivå - fysikk

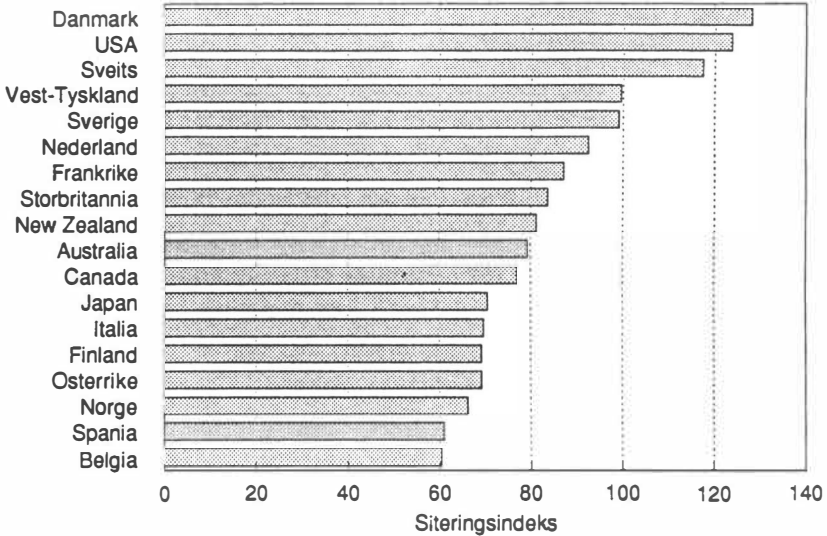
Artikler 1981-86 per capita (1983)



Figur 25

Innflytelse - fysikk

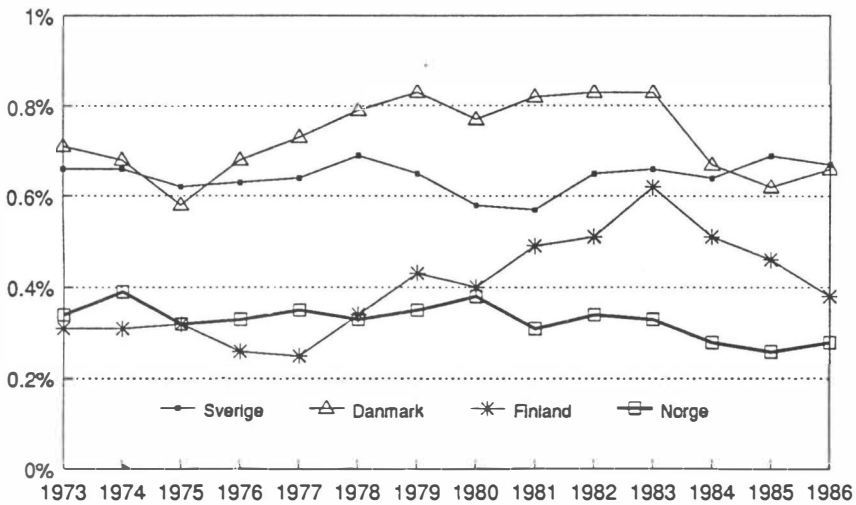
Siteringsindeks 1981-83 innen 18 land



Figur 26

Aktivitetsnivå - fysikk

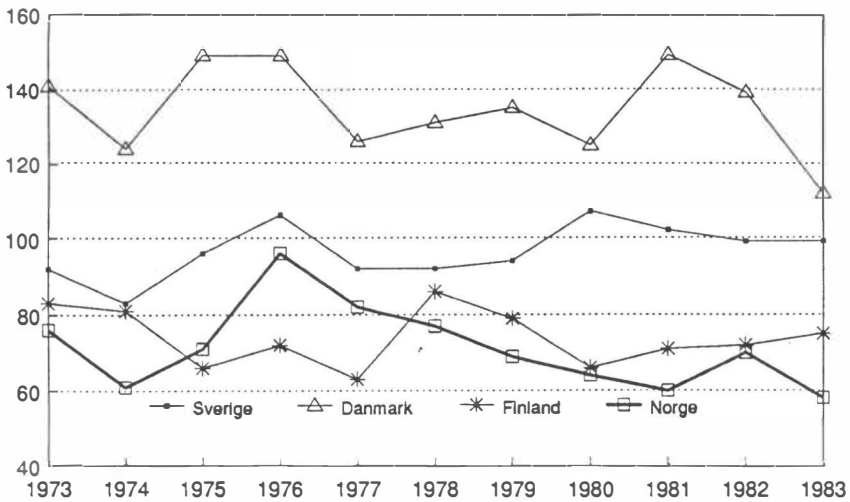
Årlig artikkelandel innen 15 OECD-land
normalisert til Norges folketall (1983)



Figur 27

Innflytelse - fysikk

Årlig siteringsindeks innen 15 OECD-land
(ikke vektet på disiplinnivå)



Figur 28

Innflytelse

Også målingene av innflytelse (*figur 26*) framviser fysikk som det svakeste hovedområdet for Norge. Bare Spania og Belgia har lavere gjennomsnittlig siteringshyppighet. Danmark har derimot den høyeste gjennomsnittlige siteringshyppighet blant alle 18 land (nesten dobbelt så mange siteringer pr. artikkel som Norge har), og Sverige rangerer som nummer fire sammen med Vest-Tyskland (50 prosent flere siteringer pr. artikkel enn Norge har).

Fysikk er et område hvor enkelte referanser kan forekomme i svært mange artikler, slik at forskjellen i antall siteringer mellom de mest siterte og de minst siterte artikler blir svært stor. De mest siterte artikler kan gi store utslag på målingene de enkelte år for små land. Dette kan være noe av grunnen til vi finner så ekstreme forskjeller internt i Norden mellom Danmark og Sverige på den ene siden, og Finland og Norge på den annen. Fra de to sistnevnte land mangler antakelig artikler med stor internasjonal gjennomslagskraft helt eller delvis.

Men vi ser av *figur 28* at en eller flere mye siterte artikler må ha kommet fra Norge i 1976. Sverige og Danmark har likevel et høyere gjennomsnittstall dette året, og til tross for svingningene ser vi at Danmark ligger på et nivå betydelig høyere enn de øvrige nordiske land hvert eneste år. Sveriges nivå er alltid høyere enn Norges og Finlands. Norges nivå er høyere enn Finlands i første halvdel av perioden 1973-83, men lavere i siste halvdel.

Dette bildet av Norges svake internasjonale innflytelse i fysikk endres ikke om vi inkluderer de fysikk-relaterte disiplinene under hovedområdet "geovitenskap".

Disiplinene

Hovedområdet fysikk er inndelt i ni disipliner, hvorav vi har utelatt to med færre enn 30 artikler fra Norge i perioden 1981-86. Disiplinene er rangert etter Norges artikkelandel blant de 18 land i *tabellen* (bakerst).

De største disipliner (ut fra andelene i det samlede materialet) er *generell fysikk*, *kjemikalsk fysikk*, *kjerne- og partikkelfysikk*, *fastestoffers fysikk* og *anvendt fysikk*. Her finner vi gjennomgående samme lave aktivitetsnivå og siteringshyppighet som vi har funnet på hovedområdenivå. I de to sistnevnte disiplinene er imidlertid antallet artikler fra Norge for lavt til å gi en sikker siteringsindeks.

Norge har en vesentlig høyere siteringshyppighet og artikkelandel enn generelt på hovedområdet innen to små disipliner: *akustikk* og *optikk*. Også her er imidlertid antallet artikler for lite til å gi en sikker indikator for siteringsindeks.

4.7 Geovitenskap

På dette området dominerer de engelsktalende lands tidsskriftslitteratur, men Norge framhever seg med å ha langt flere artikler per capita enn alle andre ikke-engelsktalende land. Nivået for siteringshyppigheten er derimot middels.

Det er særlig *geologi* som bidrar til Norges høye aktivitetsnivå, men det kanskje mest fremragende resultat i hele denne undersøkelsen - også ut fra siteringshyppighet - finner vi i *miljøforskning*. Uten denne disiplinen, hvor det også er relativt mange norske artikler, ville siteringshyppigheten for området som helhet vært meget lav.

Materialet

Geovitenskap (kalt "Earth & space science" i databasen) er ett av de hovedområdene hvor tidsskriftutvalget i SCI kan være problematisk. Sammenligninger bør først og fremst foretas internt i Norden, og med et sideblikk på hvilke tidsskrifter som er tatt med.

Det er registrert 84 493 artikler fra de 18 land i perioden 1981-86. Dette er 81,4 prosent av verdenstotalen for geovitenskap og 4,7 prosent av de 18 lands samlede SCI-artikler. Fra Norge er det registrert 706 artikler. Dette er 6,1 prosent av alle Norges SCI-artikler og 0,84 prosent av de 18 lands artikler i geovitenskap. Sistnevnte andel er høyere enn på alle andre hovedområder med unntak av klinisk medisin.

Aktivitetsnivå

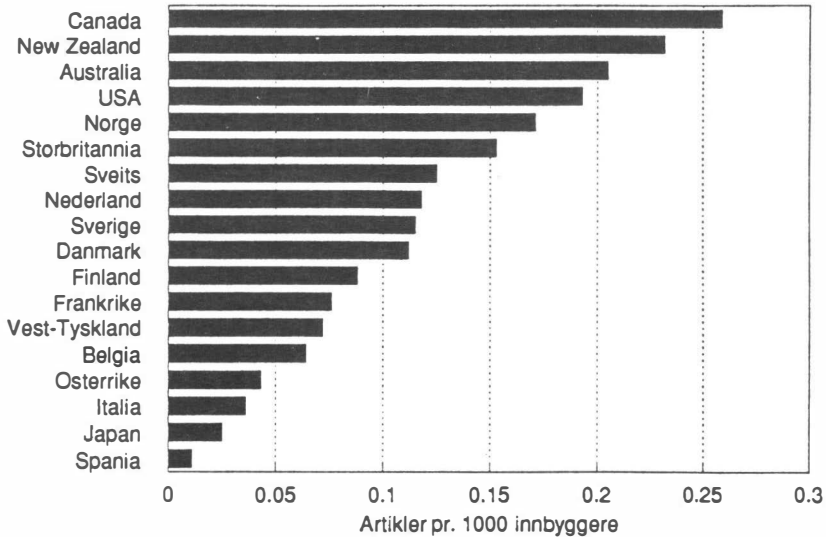
Vi ser av *figur 29* at de engelsk-talende land har de fleste artikler per capita, bortsett fra at Norge har flere enn Storbritannia. Deretter følger de små språk-områders land og til slutt ikke-engelsktalende land med "store" nasjonalspråk. Det bildet vi får fram av ulik forskningsaktivitet i de enkelte land forstyrres antakelig i stor grad av en skjevfordeling i materialet til fordel for de engelsktalende lands tidsskrifter. Problemet er nøyaktig det samme som på hovedområdet biologi.

Men også et annet funn er det samme som i biologi: Norge er det mest aktive ikke-engelsktalende land. Innen Norden skiller Norge seg ut med 50 prosent flere artikler per capita enn Danmark og Sverige og 96 prosent flere enn Finland.

Figur 31 viser at samtlige nordiske land øker sine andeler av 15 lands artikler etter 1980. Endringer i tidsskriftutvalget er en vesentlig grunn til dette. USA dominerer fullstendig på dette området med hele 62 prosent av de 15 lands artikler i begynnelsen av perioden, men mot slutten er andelen redusert til 57 prosent. Samtidig får flere nordiske tidsskrifter plass. *Lithos* (petroleumsgeologi - internasjonalt innhold og samnordisk redaksjon) og *Norsk geologisk tidsskrift* (engelskspråklig, men hovedsakelig med norske forfattere) kommer inn fra 1980,

Aktivitetsnivå - geovitenskap

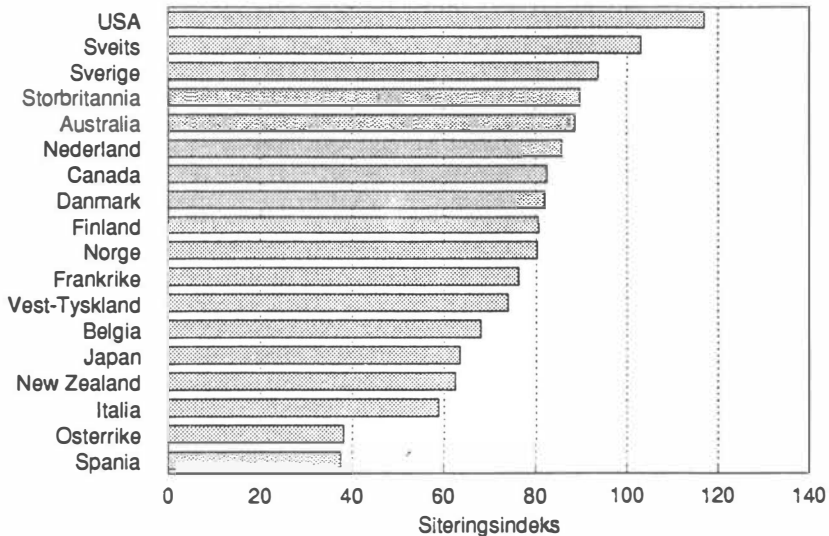
Artikler 1981-86 per capita (1983)



Figur 29

Innflytelse - geovitenskap

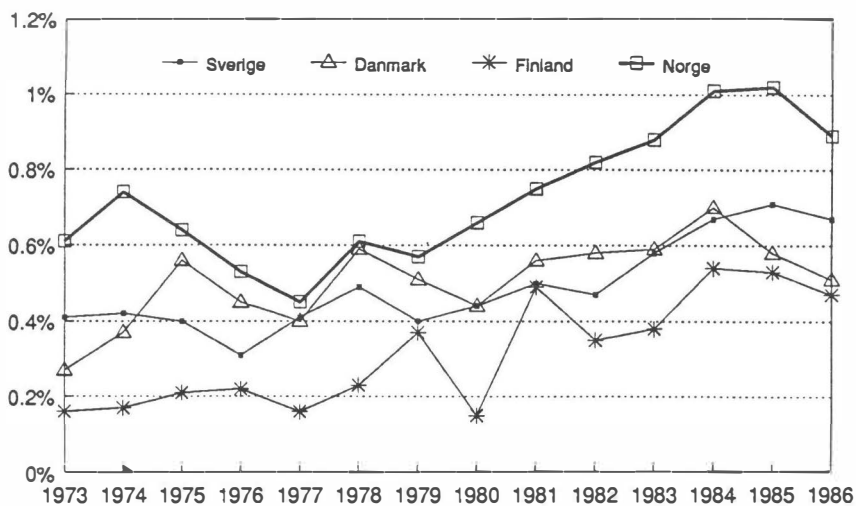
Siteringsindeks 1981-83 innen 18 land



Figur 30

Aktivitetsnivå - geovitenskap

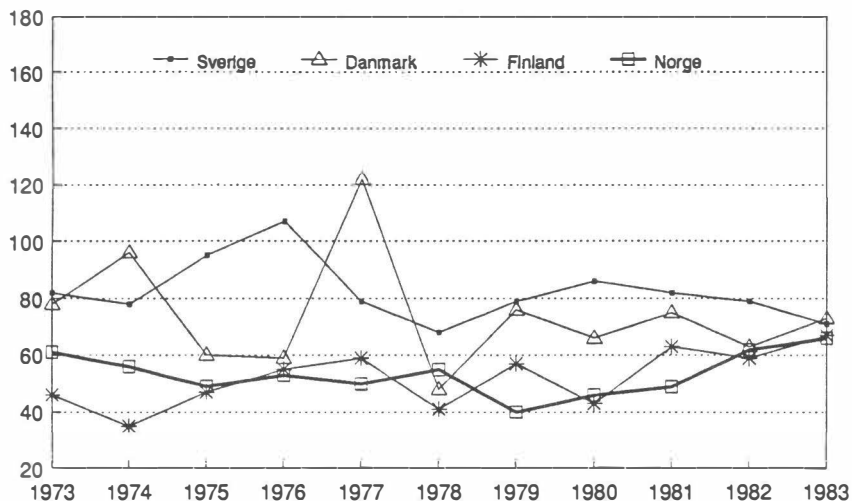
Årlig artikkelandel innen 15 OECD-land
normalisert til Norges folketall (1983)



Figur 31

Innflytelse - geovitenskap

Årlig siteringsindeks innen 15 OECD-land
(ikke vektet på disiplinnivå)



Figur 32

mens *Boreas* (kvartærgeologi - internasjonalt innhold og samnordisk redaksjon) er med fra 1981. (Det tredje samnordisk-internasjonale geologiske tidsskriftet *Lethaia* er imidlertid med helt fra 1973.) Dessuten kommer *Nordic Hydrology* (engelsk-språklig, samnordisk) med fra 1981.

Målingene fra 80-tallet gir et mer reelt bilde av de nordiske lands aktivitetsnivå. Man kan diskutere om *Norsk geologisk tidsskrift* gir Norge en overrepresentasjon i forhold til de øvrige nordiske land. Uten dette tidsskriftet ville vi ha målt et aktivitetsnivå på høyde med Sveriges (forutsatt at alle artikler i tidsskriftet har norsk forfatteradresse). På den annen side har utgivelsen av tidsskriftet alltid vært et uttrykk for at geologi har hatt en særegen posisjon i Norge. (Fra starten i begynnelsen av dette århundret hadde tidsskriftet betydelig internasjonal anseelse, men senere har det fått mindre betydning, også fra norsk synspunkt.) Vi velger å se det slik at inkluderingen av tidsskriftet uttrykker en reell forskjell i aktivitetsnivå mellom Norge og de øvrige nordiske land. I den perioden vi studerer har også petroleumsvirksomheten skapt behov for en særlig omfattende geologisk forskningsvirksomhet i Norge.

Innflytelse

Men høy aktivitet gir ikke nødvendigvis stor internasjonal innflytelse. For å oppnå det er det som tidligere nevnt nødvendig med bidrag som har internasjonal relevans og grunnforskningskarakter. *Figur 30* viser at det er Sverige som kommer best ut av sammenligningen når vi beregner siteringshyppighet. Danmark, Norge og Finland ligger på et middels nivå internasjonalt, mens den svenske gjennomsnittsartikkelen mottar 17 prosent flere siteringer og plasserer Sverige som en god nummer 3 blant de 18 land.

Amerikanske artikler er langt hyppigere sitert enn andre lands artikler, og fordi USA har så høy andel av artiklene, trekker dette gjennomsnittsverdien 100 opp over de fleste lands nivå. Norge må derfor karakteriseres som et middels innflytelsesrikt land i OECD-sammenheng.

Figur 32 bekrefter at svenske artikler gjennomgående blir mer sitert enn de øvrige nordiske lands artikler - enkelte år gjelder dette også danske artikler. Forskjellene svekkes imidlertid i løpet av perioden. Etter 1980 (da endres tidsskriftutvalget) stiger siteringshyppigheten for norske og finske artikler.

Disiplinene

Hovedområdet geovitenskap er inndelt i 6 disipliner, hvorav samtlige har tilstrekkelig mange norske artikler til å kunne analyseres. Disiplinene er rangert etter Norges artikkelandel blant 18 land i *tabellen* (bakerst).

Hele 34 prosent av Norges artikler på hovedområdet er registrert i disiplinen *geologi*, mens dette bare gjelder 16 prosent av artiklene fra de 18 land samlet. Geologi er ved siden av marin- og ferskvannsbiologi og enkelte kliniske disipliner det feltet hvor vi måler en særlig høy aktivitet i Norge. Tidsskriftsdekningen er riktignok spesielt god for Norge på dette feltet, men de mange artiklene avspeiler antakelig også den reelle forskningsprofil. Artiklenes siteringshyppighet er lav ut fra en internasjonal sammenligning, men dette gjelder også de øvrige nordiske land.

I disiplinen *miljøforskning* ("environmental research") finner vi kombinasjonen av høyt aktivitetsnivå og betydelig internasjonal innflytelse for norsk forskning. Også de øvrige nordiske land bidrar betydelig her, men for Norge gir denne disiplinen det kanskje mest fremragende resultat i hele undersøkelsen, tatt i betraktning at det dreier seg om et relativt stort antall artikler (158), og at indikatorene derfor er relativt sikre. Et viktig nordisk-internasjonalt tidsskrift - *Ambio* - savnes dessuten i materialet for denne disiplinen, slik at tallene utelukkende er basert på artikler i tidsskrifter som utkommer utenfor Norden.

Et relativt høyt aktivitetsnivå for Norge måler vi også i *geofysikk* (en stor disiplin i materialet) og *oseanografi & limnologi* (en liten disiplin i materialet), men her er de norske artiklenes siteringshyppighet lav. I to mindre disipliner, *meteorologi & atmosfære* og *astronomi & astrofysikk*, forekommer få norske artikler, og disse mottar svært få siteringer.

4.8 Teknologi

Små antall artikler, et tilfeldig tidsskriftutvalg (særlig fra nordisk synspunkt) og et spørsmålsteget ved verdien av å bruke publiseringsdata i en vurdering av teknologisk forskning - dette er faktorer som må tas med i betraktningen på dette hovedområdet. De resultater vi skal vise er trolig meget misvisende for de enkelte nasjoners - og særlig de små nasjoners - teknologiske forskningsinnsats. Den eneste grunn til at vi tar dette hovedområdet med i vår framstilling er at de samme tall blir brukt i rapporter til flernasjonale organer som Norge deltar i, blant annet OECD. Derfor mener vi at resultatet for Norge bør være kjent også her i Norge.

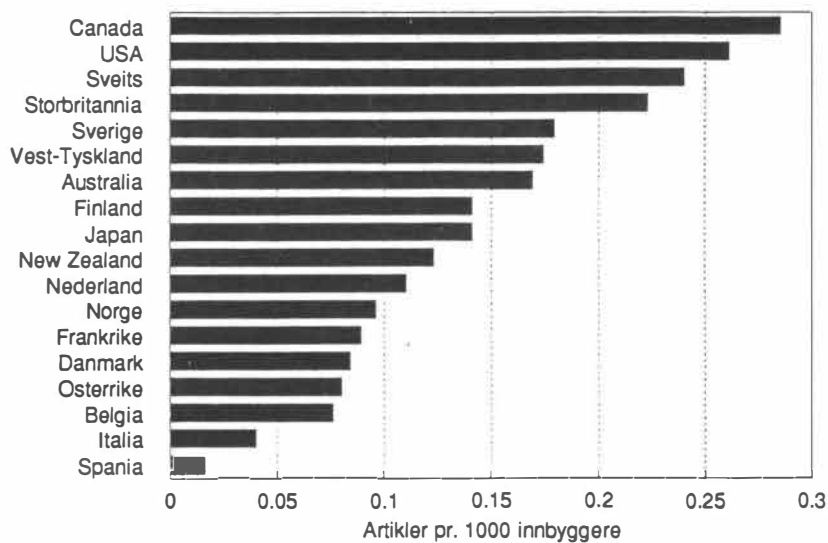
Resultatet er i korthet at Norge er minst sitert blant de 18 land, og har svært få artikler i forhold til innbyggertallet. Danmark har enda færre artikler, men disse er i særklasse mest sitert blant de 18 lands artikler. Ved gjennomgangen legger vi mest vekt på å drøfte hvorfor slike ekstreme utslag forekommer.

Materialet

Fra Norge er det registrert 397 artikler i løpet av perioden 1981-86. Antallet utgjør 3,4 prosent av Norges samlede SCI-artikler og 0,31 prosent av de 18 lands artikler på hovedområdet (bare i fysikk har Norge en lavere andel). Fra de 18 land er det

Aktivitetsnivå - teknologi

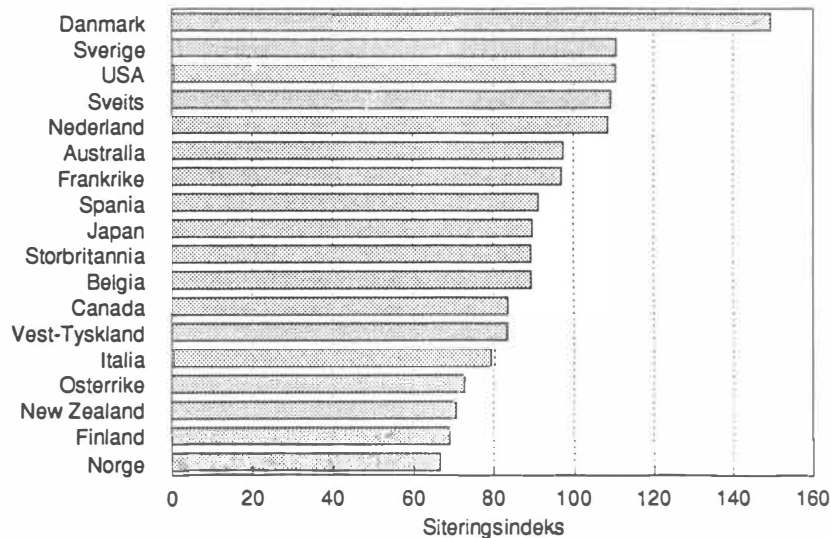
Artikler 1981-86 per capita (1983)



Figur 33

Innflytelse - teknologi

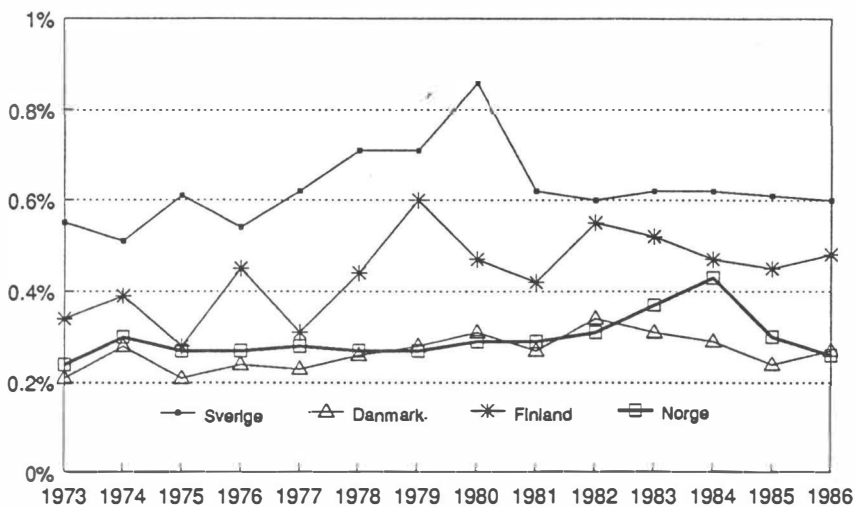
Siteringsindeks 1981-83 innen 18 land



Figur 34

Aktivitetsnivå - teknologi

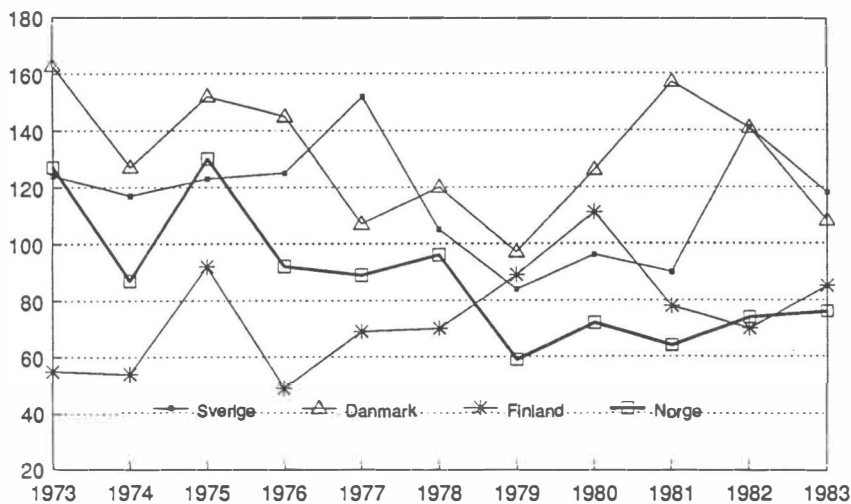
Årlig artikkelandel innen 15 OECD-land
normalisert til Norges folketall (1983)



Figur 35

Innflytelse - teknologi

Årlig siteringsindeks innen 15 OECD-land
(ikke vektet på disiplinivå)



Figur 36

registrert 126 556 artikler. Dette er 7,1 prosent av de 18 lands samlede SCI-artikler og 82,4 prosent av verdenstotalen i teknologi.

Aktivitetsnivå

Figur 33 viser betydelige forskjeller i antall artikler per capita mellom Sverige og Finland på den ene siden, og Norge og Danmark på den annen. Men Finland og Sverige er best representert i tidsskriftutvalget med nasjonale tidsskrifter, særlig innen papirindustri. Det er også disse to land som har den mest ujevne utvikling av artikkelandelen fra år til år (*figur 35*). Disse kurvene kan sammenholdes med tidsskriftoversikten vi har gitt bakerst i et eget *vedlegg*. Norges og Danmarks artikkelandeler er relativt konstante. De lave andelene representerer artikler som i hovedsak er publisert i tidsskrifter utenfor Norden.

Innflytelse

Figur 34 viser hvor store utslag indikatoren for siteringshyppighet kan ha for små land, når vi er på et område med små artikkelantall, store variasjoner mellom tidsskriftenes innhold og funksjon og en svært heterogen siteringspraksis. Slik resultatet foreligger er Danmark i særklasse den mest innflytelsesrike nasjon i den internasjonale teknologiske forskning. Sverige følger som nummer 2, mens Finland og Norge plasserer seg nestsist og sist blant de 18 land. De danske artiklene siteres gjennomsnittlig mer enn dobbelt så ofte som de norske.

Et mer nyansert, men motsetningsfullt bilde gir imidlertid *figur 36*, som viser den relative siteringshyppighet fra år til år. De store sprang understreker hvor følsom indikatoren er for enkeltartiklers siteringsskjebne. Men det er likevel et relativt gjennomgående trekk ved bildet at svenske og danske artikler har høyere siteringshyppighet enn norske og finske.

Disiplinene

Et bilde som er preget av de samme motsigelser framkommer når vi studerer hovedområdet på disiplinnivå i *tabellen* (bakerst). Her har vi tatt med bare 5 av 14 disipliner - de øvrige har norske artikkelantall på under 30.

Det stabile trekk er at de danske artiklenes høye siteringshyppighet lar seg påvise i hele fire av de fem disiplinene. Samtidig kommer de tilfeldige utslag klart fram når vi sammenholder siteringsindeksen i disiplinen *datateknologi* for Norge (12) og Sverige (787). Her har forøvrig Norge en særlig høy andel av de 18 lands artikler, men det skyldes nok at rapportserien *Modeling, Identification and Control* fra NTH er med i materialet (i serien tas bare inn norske artikler). Bak den ekstreme forskjellen i siteringsindeks mellom Norge og Sverige ligger følgende reelle tall: Fra Norge er det registrert 44 artikler 1981-83 som har mottatt 10

siteringer 1981-86 - det er 0,2 siteringer pr. artikkel. I praksis har antakelig ingen av de norske artiklene mottatt mer enn en enkelt sitering. Fra Sverige er det registrert bare 14 artikler, men de har mottatt 212 siteringer - dvs. 15,1 siteringer pr. artikkel, eller nesten 8 ganger så mange som gjennomsnittsnivået på 1,9 for de 18 land samlet (= siteringsindeks 100). Antakelig har en eller to av de svenske artiklene kommet med blant de mest siterte artikler i disiplinen - dvs. de få artiklene som ut fra det vanlige skjevfordelingsmønster mottar hovedparten av alle artiklers siteringer. Den høye siteringsindeks for Sverige oppstår når siteringene skal fordeles på et meget lite antall artikler ved gjennomsnittsberegningen. De små nordiske lands ekstremt forskjellige posisjoner på hovedområdet i *figur 34* skyldes antakelig tilsvarende forhold.

Fravær av høyt siterte artikler finner vi også for Norges vedkommende innen *mekaniske ingeniørfag* og *kjemiske ingeniørfag*, men ikke i *metallurgi* og *elektronikk*.

4.9 Matematikk

Dette fagområdet har den klart høyeste siteringshyppighet for norske artikler. Norge rangerer som nummer 2 blant OECD-landene de fleste år mellom 1977 og 1983 - bak Sverige eller Danmark. Fagområdet er lite og siteringsindeksen kan derfor gi store utslag for små land, men det synes klart at norske artikler har meget god internasjonal innflytelse, både i generell matematikk og statistikk. Aktivitetsnivået er derimot moderat.

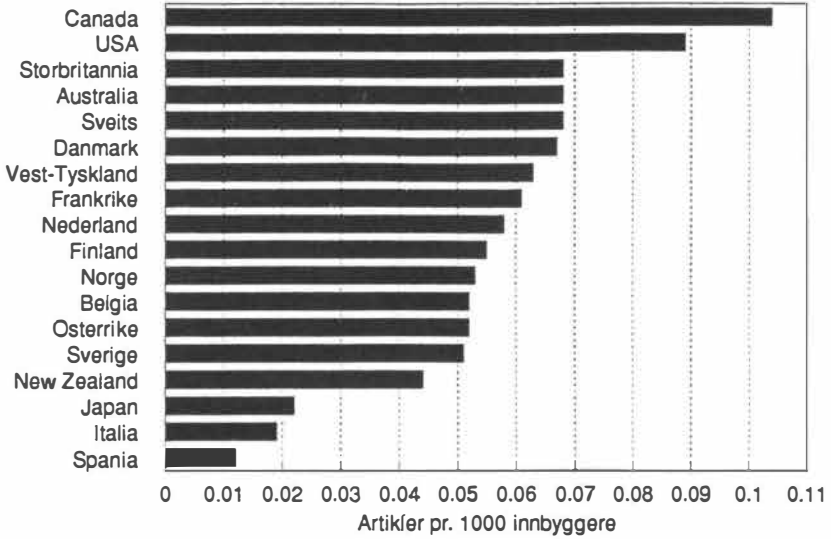
Materialet

Hovedområdet matematikk, som også inkluderer statistikk, har det minste antall artikler i materialet. Enkeltartiklers siteringsskjebne kan gi relativt store utslag for små land, samtidig som artikkelandelene varierer mer fra år til år. Derimot er det langt mindre problemer med tidsskriftutvalget, også fra nordisk synspunkt. Fagrådets tidsskrifter er mer homogene i funksjon og innhold, og det er mindre varierende siteringspraksis.

Fra de 18 land er det registrert 43 521 artikler i perioden 1981-86. Dette er 2,4 prosent av landenes samlede SCI-artikler og 81,9 prosent av verdenstotalen i matematikk. Fra Norge er det registrert 221 artikler. Artiklene utgjør en andel på 0,51 prosent av de 18 lands artikler, altså omtrent som i kjemi, men lavere enn i medisin, biologi og geovitenskap og høyere enn i fysikk. De matematiske artiklene utgjør 1,9 prosent av Norges samlede SCI-artikler.

Aktivitetsnivå - matematikk

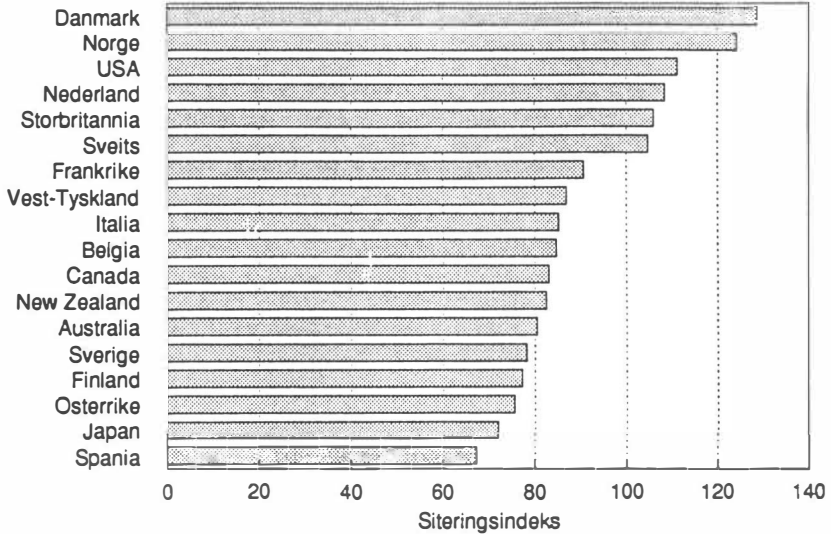
Artikler 1981-86 per capita (1983)



Figur 37

Innflytelse - matematikk

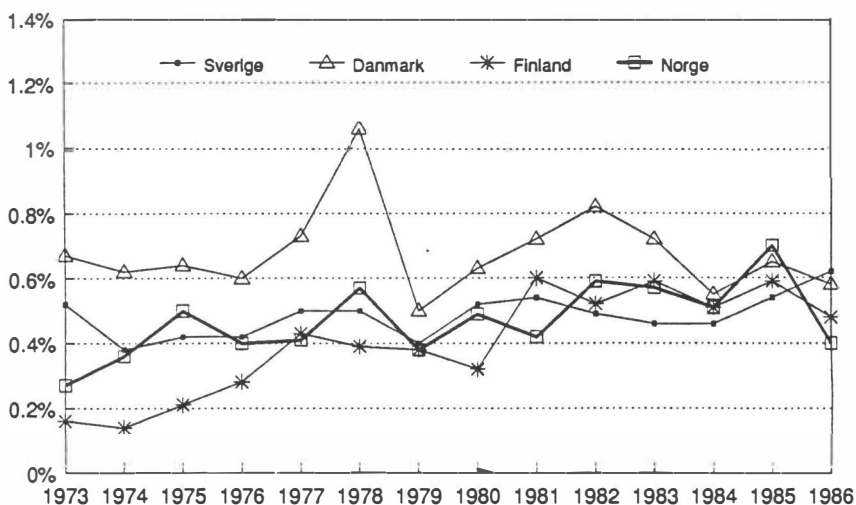
Siteringsindeks 1981-83 innen 18 land



Figur 38

Aktivitetsnivå - matematikk

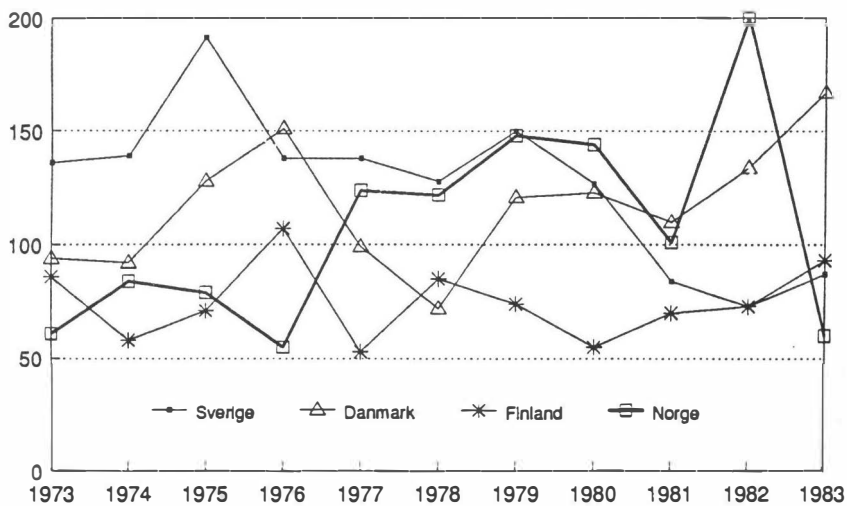
Årlig artikkelandel innen 15 OECD-land
normalisert til Norges folketall (1983)



Figur 39

Innflytelse - matematikk

Årlig siteringsindeks innen 15 OECD-land
(ikke vektet på disiplinnivå)



Figur 40

Aktivitetsnivå

Artikler fra USA og Canada dominerer i materialet. Disse land har svært store andeler av artiklene i forhold til befolkningsandelene - se *figur 37*. Vest-Tyskland og Frankrike er også bedre representert i matematikk enn i materialet som helhet.

Innen Norden finner vi et 25 prosent høyere aktivitetsnivå i Danmark enn i de øvrige land, når vi beregner antall artikler i forhold til folketallet. Særlig Sveriges aktivitetsnivå er lavt, når vi sammenligner med landets posisjon på de øvrige hovedområder. Men heller ikke Norge er blant de land som har høy aktivitet i matematikk.

Figur 39 viser utviklingen i de nordiske lands aktivitetsnivå over tid. En viss økning for samtlige land etter 1980 kan ha sammenheng med at tidsskriftet *Scandinavian Journal of Statistics* inkluderes fra 1981. I 1978 publiserte både *Acta Mathematica* og *Mathematica Scandinavica* spesielt mange artikler, og det gir kanskje noe av forklaringen på høydepunktene for Danmark og Norge dette året. Kontrollerer vi for dette, ser vi at aktivitetsnivået i Finland har økt noe i perioden, mens det har gått noe tilbake i Danmark.

Innflytelse

Ut fra artiklene som ble publisert 1981-83 og sitert 1981-86 rangerer Norge som nummer 2 etter Danmark i siteringshyppighet blant de 18 land - se *figur 38*. For Norges del er dette et betydelig positivt avvik fra tendensen i det øvrige materialet.

Vi må imidlertid minne om at vi her er på et meget lite felt, hvor siterings-skjebnen til enkeltartikler fra små land kan gi store utslag på indikatoren. Vi ser i *figur 40* at høyt siterte artikler særlig er med fra Norge i 1982, mens det tydeligvis er en viss mangel på slike artikler i 1983.

Inntrykket av tilfeldige utslag svekkes imidlertid når vi ser hvordan den høye gjennomsnittlige siteringshyppighet gjentar seg år etter år fra og med 1977. Det er bare de nordiske lands posisjoner som vises i *figur 40*, men det går fram av våre data at i 1977, 1978 og 1979 rangerer Norge som nummer 2 etter Sverige blant 15 OECD-land og i 1980 fremst blant de 15 land. I 1981 har Norge rang nummer 8. Ser vi lenger tilbake mot 1973, er tendensen at norske matematikere hever seg fra en relativt anonym posisjon, mens svensk matematisk forskning taper noe av en internasjonal eliteposisjon.

Selv om utslagene for de små nordiske land nødvendigvis blir mer ekstreme enn for de store land, er hovedinntrykket at Norge, Danmark og Sverige er betydelige internasjonale bidragsytere i matematikk.

Disiplinene

Tabellen (bakerst) viser resultatene for tre disipliner (vi har utelatt en fjerde med færre enn 30 norske artikler). De fleste norske artiklene er registrert innen *generell matematikk* (hvor også de tre samnordiske tidsskriftene er med), men artikkeldelen er høyest i *statistikk* (hvor også det samnordiske statistiske tidsskriftet er med). Norges høye siteringshyppighet stammer fra begge disse disiplinene. Innen *anvendt matematikk* ser det ut til at bare Danmark har bidratt med høyt siterte enkeltartikler.

4.10 Norges internasjonale profil - en drøfting av resultatene

Avslutningsvis presenterer vi to figurer som oppsummerer og sammenligner resultatene for hovedområdene. Tallene for "Norden" i figurene representerer sammenlagte beregninger for Norge, Danmark, Finland og Sverige.

Figur 41 viser at Norges aktivitetsnivå i OECD-sammenheng er særlig høyt i *klinisk medisin, biologi og geovitenskap*, og at dette også gjelder for de to sistnevnte områder i nordisk sammenheng, men ikke for *klinisk medisin*. Særlig lavt er aktivitetsnivået i *fysikk* ut fra begge referanserammer. Hvis vi bare sammenligner innen Norden, er aktivitetsnivået lavt også i *klinisk medisin* og *biomedisin*.

I *figur 42* ser vi at norske artiklers siteringshyppighet ligger under Nordens generelle nivå på alle områder unntatt *matematikk*. I OECD-sammenheng er imidlertid nivået godt også i *biologi*, og relativt godt i *klinisk medisin* (posisjonen er tilsynelatende bedre i kjemi, men vi tar med i betraktningen at en høy andel av mye siterte amerikanske artikler trekker verdien 100 langt opp over middelnivået i klinisk medisin, og at Norge her rangerer høyere blant landene). Siteringshyppigheten er særlig lav i *fysikk* ut fra begge referanserammer, og i *biomedisin* når vi sammenligner de nordiske land.

Et vesentlig og gjennomgående trekk ved de resultatene vi har sett i denne rapporten er den klare forskjell mellom Sverige og Danmark på den ene siden, og Norge på den annen, i hvor mange artikler landene bidrar med i forhold til folketallet og hvor ofte disse blir sitert. Et annet hovedfunn er at Norges aktivitetsprofil avviker fra de øvrige nordiske lands profil. Gir det sistnevnte funn noe av forklaringen på det førstnevnte?

Muligens kan Norge betegnes som det landet i Norden som i størst grad har tilpasset sin forskningsaktivitet til landets forutsetninger og behov, og i mindre grad har satt som mål å bidra til den generelle internasjonale kunnskapsutvikling. Vi har sett at den høye aktiviteten i biologi og geovitenskap især er representert med en omfattende marinbiologisk og geologisk forskning. Et viktig grunnlag for de betydelige bidrag til klinisk medisinsk forskning er sikkert også den formen for

velferdssamfunn de nordiske land har satset på, med et velordnet og enhetlig sykehusvesen.

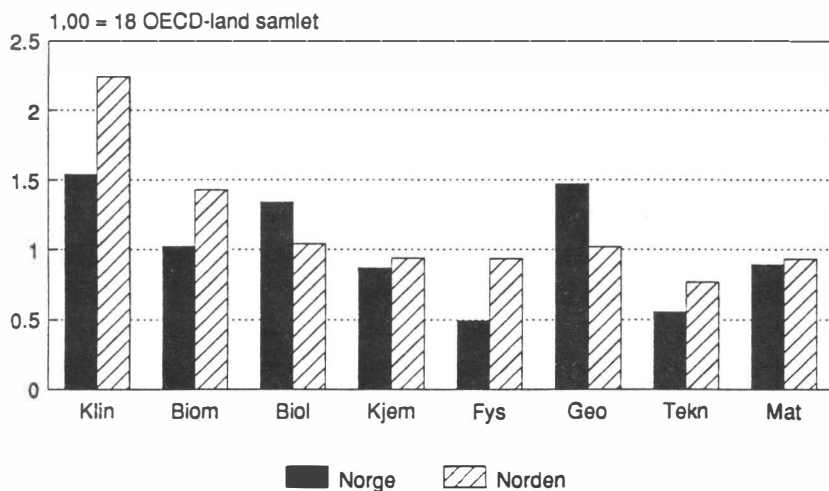
Forskjellen fra Sverige og Danmark er at disse land samtidig gir betydelige bidrag til den medisinske grunnforskning (særlig Sverige) og til kjemi og fysikk (særlig Danmark). For dette har disse land tradisjoner som kan følges langt tilbake gjennom mange forskergenerasjoner. Det hører med i bildet at tradisjonene er eldre enn Norges eldste universitet.

Som vi tidligere har vært inne på, fanger vårt materiale best inn den forskningslitteraturen som ut fra emne og art kanskje kan sies å ligge innenfor "Nobel-prisens horisont". Et land som gir sine forskere andre og mer nærliggende oppgaver enn å bidra til de grunnleggende forskningsresultater på internasjonalt nivå, vil komme dårligere ut av sammenligningen, både ut fra artikkelantall og siteringshyppighet.

Vårt materiale viser ikke om Norge er et slikt land. Men med den særegne aktivitetsprofilen og nivåforskjellen som framkommer, ligger dette nær som en hypotese. De alternative hypoteser er at norske forskere selv mangler internasjonale ambisjoner, at de er for få og har for få ressurser, at ressursanvendelsen er dårlig, eller at norske forskere ikke arbeider hardt nok og godt nok.

Norges områdeprofil - aktivitetsnivå

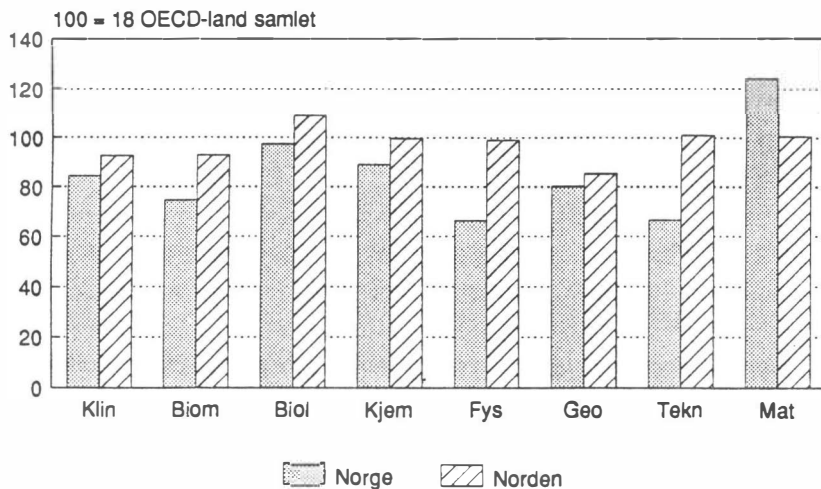
Artikler per capita for Norge og Norden
normalisert til generelt OECD-nivå



Figur 41

Norges områdeprofil - innflytelse

Siteringsindeks for Norge og Norden
sammenlignet med generelt OECD-nivå



Figur 42

Referanser

- 1) Irvine J, Martin BR, Peacock T, Turner, R. Charting the decline in British science. *Nature* 1985; 316:587-590.
- 2) Nørretranders T, Haaland T. *Dansk dynamit. Dansk forsknings internasjonale status vurderet ud fra bibliometriske indikatorer*. Kbh.: Forskningspolitisk Råd, 1990.
- 3) Wiig O. *Forskning og utviklingsarbeid i Norge og andre OECD-land*. Oslo: NAVFs utredningsinstitutt, 1990. Rapport 7/90.
- 4) *Nordisk FoU-statistikk för 1987 och statbudgetanalys för 1989*. Oslo: Nordisk Industrifond, 1989.
- 5) Garfield E. *Citation Indexing*. New York: John Wiley & Sons, 1979.
- 6) Carpenter MP. *Updating and maintaining thirteen bibliometric data series through 1982*. Cherry Hill, NJ: Computer Horizons, Inc., 1985.
- 7) Garfield E. Current Comments. *Journal Citation Studies*, 28. *Scandinavian Journals. Current Contents* 1976; No 41, Oct 11:71-78.
- 8) Narin F. *Measuring the research productivity of higher education institutions using bibliometric techniques*. Paris: OECD, DSTI (Workshop on science and technology indicators in the higher education sector, 10-13 June), 1985.
- 9) Seglen PO. From bad to worse: Evaluation by Journal Impact. *Trends Biochem Sci* 1989; 14:326-327.
- 10) Seglen PO. Bruk av siteringsanalyse og andre bibliometriske metoder i evaluering av forskningskvalitet. *Tidsskr Nor Lægeforen* 1989; 31:3229-3234.
- 11) Seglen PO. Kan siteringsanalyse og andre bibliometriske metoder brukes til evaluering av forskningskvalitet? *NOP-Nytt* 1989; 15:2-20.
- 12) Seglen PO. Evaluation of scientists by Journal Impact. In: Weingart P, Sheringer R, eds. *Science and Technology Indicators*. Leiden: DSWO Press, 1991 (in press).

- 13) Hamilton DP. Publishing by - and for? - the numbers. *Science* 1990; 250:1331-1332.
- 14) Cozzens SE. *Literature-based data in research evaluation: A manager's guide to bibliometrics*. SPSG Concept Paper No. 11. London: Science Policy Research Group, 1990.
- 15) *Science & Engineering Indicators - 1989*. Washington, DC: National Science Board, 1989.
- 16) Weingart P, Sehringer R, Winterhager M. Bibliometric indicators for assessing strengths and weaknesses of west german science. In: van Raan AFJ, ed. *Handbook of quantitative studies of science and technology*. Amsterdam: North-Holland, 1988.
- 17) Herskovic S, Lunenfeld B. *Indicators of clinical and biomedical research in Israel*. Jerusalem: The Weizmann Science Press, 1988.
- 18) Kyvik S. *Scientific publishing and productivity at Norwegian Universities*. Oslo: NAVFs utredningsinstitutt, memo 1990.

Tabell: Resultater på disiplinivå

Tabellen på de følgende 3 sider viser for hver disiplin:

- * Antall artikler fra Norge 1981-86.
- * De norske artiklene som andel i prosent av 18 lands artikler. Andelen er rangeringskriterium under hvert hovedområde. Den norske andelen sammenlignes med Danmarks, Finlands og Sveriges andeler ved at disse lands andeler er normalisert med henblikk på Norges størrelse i folketall (1983). Faktorene for å beregne de reelle andeler er: Danmark 1,24, Finland 1,18 og Sverige 2,02.
- * Siteringsindeks for hvert av de fire nordiske land. Verdien 100 tilsvarer siteringshyppigheten for gjennomsnittsartikkelen i disiplinen fra 18 OECD-land. Siteringsindeks på hovedområdenivå er vektet på disiplinivå med henblikk på antallet artikler i disiplinene fra hvert land.

Enkelte disipliner i materialet med færre enn 30 norske artikler i seksårs-perioden er utelatt fra tabellen.

Hovedområde/ disiplin	Antall artikler 1981-86	Artikkelandel (%) 1981-86 innen 18 land (normalisert til Norges størrelse i folketall)				Siteringsindeks 1981-83 (100 = gjennomsnittlig siteringshyppighet for alle art. fra 18 land)			
	Norge	Nor	Dan	Fin	Sve	Nor	Dan	Fin	Sve
Klinisk medisin	5582	0,9	1,3	1,0	1,6	84	89	79	102
Gastroenterologi	392	3,5	3,2	1,0	2,5	71	91	92	124
Odontologi	375	2,8	2,2	2,1	3,6	115	132	81	145
Allergi	79	1,9	4,4	1,2	4,0	58	34	14	77
Hematologi	227	1,7	1,5	0,5	1,5	64	74	85	100
Revmatologi	82	1,7	1,7	2,8	1,7	116	64	75	74
Ortopedi	99	1,5	3,0	1,9	3,8	75	92	88	115
Immunologi	515	1,1	1,1	1,0	1,7	67	61	65	82
Hud- & kjønns sykdom	146	1,1	3,1	1,6	2,2	108	73	99	109
Øre-nese-hals	94	1,1	2,8	2,0	3,4	81	101	64	121
Patologi	164	1,0	1,5	1,1	1,1	82	75	143	91
Anestesi	73	1,0	3,1	2,1	3,1	107	90	85	107
Fertilitet	63	1,0	0,8	1,9	1,8	65	85	48	98
Obstr. & gynekologi	127	1,0	2,3	2,6	3,0	93	89	103	91
Veterinærmedisin	250	1,0	0,8	0,5	0,6	84	115	89	98
Urologi	92	0,9	2,3	0,9	2,3	86	88	110	105
Folkehelse	90	0,9	0,9	2,4	1,8	121	83	75	151
Kreftsykdommer	274	0,9	0,8	0,5	1,0	99	88	95	106
Farmakologi	529	0,8	0,9	0,9	1,7	81	104	68	100
Radiologi	214	0,7	0,8	0,7	1,4	102	96	58	79
Kirurgi	207	0,7	1,4	1,1	2,3	62	63	58	80
Øyesykdommer	99	0,7	1,6	1,5	1,0	54	77	96	106
Psykatri	93	0,7	1,2	0,3	1,6	60	96	92	104
Nevrol. & nevrokir.	386	0,6	0,9	0,9	1,4	74	103	59	119
Hjerte/kar-sykdommer	155	0,6	0,4	0,5	0,7	99	110	83	85
Pediatri	102	0,6	1,0	1,5	1,7	74	105	94	102
Gen.- & indremedisin	459	0,6	1,4	0,9	1,1	107	89	96	96
Endokrinologi	103	0,4	2,0	1,2	1,6	53	100	74	88
Åndedrettssystemet	30	0,3	1,4	1,0	1,8	46	50	42	70

(Forts. neste side)

Hovedområde/ disiplin	Antall artikler 1981-86	Artikkelandel (%) 1981-86 innen 18 land (normalisert til Norges størrelse i folketall)				Siteringsindeks 1981-83 (100 = gjennomsnittlig siteringshyppighet for alle art. fra 18 land)			
	Norge	Nor	Dan	Fin	Sve	Nor	Dan	Fin	Sve
Biomedisin	1721	0,6	0,8	0,6	1,1	75	89	79	104
Mikrobiologi	277	1,2	0,9	0,7	1,0	55	80	101	95
Fysiologi	252	1,1	1,4	0,9	3,0	65	88	43	100
Diverse biomedisin	47	0,8	0,8	0,6	0,7	114	87	86	106
Genetikk	135	0,6	1,0	0,9	1,3	95	96	92	86
Cellebiologi	147	0,6	0,9	0,7	0,9	107	114	110	88
Biokjemi & mol.biologi	574	0,5	0,8	0,6	1,0	70	82	66	104
Bioteknologi	40	0,5	0,6	0,7	1,5	136	54	144	101
Ernæring og dietikk	36	0,4	0,4	0,7	0,7	75	124	132	20
Generell biomedisin	98	0,2	0,3	0,2	0,7	61	101	66	140
Biologi	1303	0,8	0,5	0,5	0,6	97	118	79	125
Marin- & ferskvannsbiol.	426	2,3	1,0	0,6	0,9	123	186	54	125
Diverse zoologi	86	1,3	0,5	0,7	0,9	127	84	101	143
Generell zoologi	92	1,0	0,6	1,5	0,8	71	65	84	92
Økologi	130	0,9	0,6	0,6	1,4	112	91	120	128
Landbruk: husdyrhold	75	0,6	0,7	0,2	0,4	83	111	82	102
Landbruk: jordbruk	220	0,5	0,4	0,3	0,5	74	97	71	142
Botanikk	213	0,5	0,5	0,5	0,6	54	101	66	109
Entomologi	39	0,3	0,2	0,1	0,3	178	143	105	182
Kjemi	1050	0,5	0,4	0,4	0,7	89	109	70	110
Uorganisk- & kjernekjemi	218	1,4	1,0	0,7	0,9	60	84	71	72
Organisk kjemi	266	0,7	0,6	0,5	0,7	114	86	68	89
Analytisk kjemi	195	0,7	0,5	0,7	1,2	104	131	107	143
Fysikalsk kjemi	267	0,6	0,5	0,3	0,7	79	133	84	117
Generell kjemi	84	0,1	0,2	0,3	0,3	94	122	27	88

(Forts. neste side)

Hovedområde/ disiplin	Antall artikler 1981-86	Artikkelandel (%) 1981-86 innen 18 land (normalisert til Norges størrelse i folketall)					Siteringsindeks 1981-83 (100 = gjennomsnittlig siteringshyppighet for alle art. fra 18 land)			
	Norge	Nor	Dan	Fin	Sve	Nor	Dan	Fin	Sve	
Fysikk	593	0,3	0,7	0,5	0,6	66	128	69	99	
Akustikk	31	0,5	0,5	0,2	0,8	97	101	34	69	
Optikk	53	0,5	0,3	0,4	0,4	96	69	105	157	
Generell fysikk	200	0,3	0,8	0,5	0,7	53	135	71	89	
Kjemikalsk fysikk	100	0,3	0,7	0,4	0,7	77	88	64	123	
Kjerne- & part.fysikk	82	0,3	1,2	0,7	0,6	57	144	110	95	
Faste stoffers fysikk	43	0,2	0,8	0,5	0,7	53	145	51	93	
Anvendt fysikk	53	0,1	0,4	0,4	0,5	66	138	53	104	
Geovitenskap	707	0,8	0,5	0,4	0,6	80	82	81	94	
Geologi	242	1,8	0,9	0,3	0,6	75	76	59	67	
Miljøforskning	158	0,9	0,7	0,7	0,8	170	110	138	155	
Oseanografi & limnologi	42	0,9	0,5	0,1	0,7	60	92	98	88	
Geofysikk	204	0,9	0,5	0,5	0,5	48	49	48	52	
Meteorologi & atmosfære	30	0,5	0,3	0,4	0,5	29	112	55	77	
Astronomi & astrofysikk	30	0,2	0,4	0,2	0,4	31	89	63	92	
Teknologi	397	0,3	0,3	0,5	0,6	66	149	69	111	
Datateknologi	72	1,0	0,4	0,8	0,2	12	151	51	787	
Metallurgi	70	0,5	0,2	0,4	0,6	111	223	69	77	
Elektronikk	94	0,3	0,2	0,3	0,6	94	75	101	134	
Mekaniske ingeniørfag	47	0,3	0,3	0,1	0,3	68	251	21	72	
Kjemiske ingeniørfag	34	0,2	0,3	0,2	0,3	53	235	111	85	
Matematikk	221	0,5	0,6	0,5	0,5	124	129	77	78	
Statistikk & sannsynl.	60	0,7	1,0	0,5	0,8	134	171	55	75	
Anvendt matematikk	33	0,5	0,4	0,7	0,6	67	106	81	70	
Generell matematikk	118	0,4	0,6	0,5	0,4	127	98	78	82	

Vedlegg: Nordiske tidsskrifter i materialet

Tabellen på de følgende 10 sider viser hvilken disiplin tidsskriftets artikler er fordelt til. Disiplinene er ordnet alfabetisk under hvert hovedområde.

På linjen med disiplinbetegnelsen vises det samlede antall artikler i disiplinen som hvert år er registrert fra Danmark, Finland, Norge og Sverige.

På linjen med tidsskriftets betegnelse vises antallet artikler som hvert år er inkludert fra tidsskriftet. Antallene fra tidsskriftene er summert på en egen sumlinje, når det er flere enn ett nordisk tidsskrift i samme disiplin.

Parentesen bak tidsskriftbetegnelsen viser hvilket land som er registrert som utgiver i SCI (denne registreringen er i flere tilfeller foreldet).

Merk: De fleste av tidsskriftene har artikler fra land utenfor Norden. Artiklene fra Norden i disiplinen skal derfor ikke nødvendigvis samstemme med artiklene fra de nordiske tidsskrifter i disiplinen. I en del disipliner er det likevel tydelig at variasjonene i de nordiske lands artikler fra år til år har sammenheng med dekningsgraden av de nordiske lands tidsskrifter.

Disiplin/tidsskrift	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
KLINISK MEDISIN														
Allergi	45	53	46	43	55	46	67	94	96	104	108	118	117	144
<i>Sum fra tidsskrifter</i>	40	38	44	41	38	51	41	108	50	92	73	65	89	92
ACT ALLERG (dk)	40	38	44	41	38	19								
ALLERGY (dk)						32	41	108	50	92	73	65	89	92
Anestesi	62	76	96	86	102	147	106	123	136	180	137	155	217	169
ACT ANAE SC (dk)	43	54	103	72	74	145	111	98	89	209	87	143	216	145
Div. klinisk medisin	6	7	3	4	4	10	3	11	37	28	18	21	19	21
SC J RE MED (s)								40	11	12				
Endokrinologi	157	174	174	198	161	214	190	227	326	310	301	319	291	266
ACT ENDOCR (dk)	247	278	259	276	290	296	213	309	292	324	311	299	291	401
Farmakologi	296	316	345	382	419	393	441	414	619	694	756	744	678	767
ACT PHARM T (dk)	88	104	119	113	179	131	132	112	114	164	154	131	163	319
Farmasi	55	74	67	60	55	60	55	49	20	32	28	27	37	29
ACT PHARM S (s)	56	72	45	66	89	47	57	43	45	46	100	54	55	40
Fertilitet	35	43	56	38	50	51	50	46	99	88	86	81	86	60
INT J ANDR (dk)									87	95	47	50	39	60
Folkehelse	35	35	31	34	46	36	44	57	122	112	174	161	152	134
<i>Sum fra tidsskrifter</i>	0	30	52	15	0	0	0	0	41	99	80	56	100	127
ENV PHYS BI (dk)		30	52	15										
SC J WORK E (sf)									41	99	80	56	100	127
Gastroenterologi	136	161	163	195	201	163	238	202	183	248	226	285	317	281
SC J GASTR (n)	164	131	168	173	210	205	178	230	344	330	277	399	365	379

Disiplin/tidsskrift	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
Gen.- & indremedisin	667	620	650	717	746	665	772	704	781	804	747	814	732	709
<i>Sum fra tidsskrifter</i>	562	514	462	598	582	474	716	454	673	707	564	625	691	516
ACT MED SC (s)	242	177	186	258	265	182	319	182	282	324	253	275	232	224
ANN MED EXP (sf)	20	13												
SC J CL INV (n)	171	133	108	78	157	114	158	104	169	135	136	116	260	124
UPSAL J MED (s)	49	32	27	30	33	43	22	33	67	28	17	59	25	62
DAN MED B (dk)	40	41	42	44	40	37	84	39	51	56	63	51	85	40
ANN CLIN R (sf)	40	75	63	112	40	62	51	48	64	97	55	68	89	66
MED BIOL (sf)		43	36	76	47	36	82	48	40	67	40	56		
Hematologi	135	113	102	98	128	96	104	117	132	139	176	170	185	166
<i>Sum fra tidsskrifter</i>	104	130	163	155	216	249	199	352	281	283	356	289	465	341
SC J HAEMAT (dk)	104	100	116	110	150	145	120	155	124	147	163	211	170	188
EXP HEMATOL (dk)		30	47	45	66	104	79	197	157	136	193	78	295	153
Hjerte/kar-sykdommer	81	80	66	77	65	98	81	74	100	109	129	161	151	162
ANGIOLOGICA (s)	45	15												
Hud- & kjønnsykdommer	102	92	97	106	136	168	174	181	234	266	286	265	248	215
<i>Sum fra tidsskrifter</i>	110	118	132	155	160	183	230	221	361	412	352	414	529	480
J CUT PATH (dk)		20	46	40	34	46	80	34	52	40	42	68	74	46
ACT DER-VEN (s)	110	98	86	115	126	137	150	187	165	193	121	139	253	172
CONTACT DER (dk)									144	179	189	207	202	262
Immunologi	330	356	338	337	360	339	354	341	471	586	617	487	534	485
<i>Sum fra tidsskrifter</i>	136	317	394	364	308	369	319	384	488	471	448	380	407	433
IMMUNOL REV (dk)						38	40	54	45	57	52	43	40	47
SC J IMMUN (n)	73	72	137	132	178	153	139	139	109	181	121	135	132	194
ACT PAT S B (dk)		135	96	87	53	89	52	60						
ACT PAT S C (dk)									60	8				
TRANSPLAN R (dk)	19	41	57	46										
ACT PAT M C (dk)										43	59	60	63	31
TISSUE ANTI (dk)	44	69	104	99	77	127	128	120	107	128	119	91	87	87
SC J IN DIS (s)								65	212	111	149	94	125	121

Disiplin/tidsskrift	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
Kirurgi	291	336	345	351	334	332	293	315	408	450	396	369	422	323
<i>Sum fra tidsskrifter</i>	242	245	263	226	329	226	262	286	360	411	376	280	291	302
SC J PLAST (s)	23	13	66	25	43	52	67	65	39	74	36	59	37	58
ACT CHIR SC (s)	142	132	118	136	219	127	147	99	199	241	179	174	188	195
ANN CHIR GY (sf)	77	100	79	65	67	47	48	58	50	72	73	11		
SC J THOR C (s)								64	72	24	88	36	66	49
Nevrol. & nevrokir.	308	293	314	249	375	336	316	301	471	698	547	654	524	500
<i>Sum fra tidsskrifter</i>	105	111	123	85	319	107	87	103	103	276	122	360	151	167
NEUROBIOLOG (dk)	30	36	42											
ACT NEUR SC (dk)	75	75	81	85	319	107	87	103	103	276	122	360	151	167
Obstr. & gynækologi	93	117	135	123	125	140	163	171	224	245	293	348	242	271
ACT OBST SC (s)	73	97	80	135	83	143	129	165	156	209	135	246	166	202
Odontologi	190	180	172	171	224	210	172	221	285	350	347	375	396	335
<i>Sum fra tidsskrifter</i>	115	129	106	131	125	132	124	283	314	514	335	411	439	533
ACT ODON SC (s)	39	47	45	34	45	22	69	54	33	54	68	41	51	48
INT J OR M (dk)														106
COMM DEN OR (dk)								68	47	98	73	65	87	83
INT J OR SU (dk)								67	52	148	40	98	62	18
SWED DENT J (s)									35	35	30	23	33	33
J CLIN PER (dk)									44	68	55	69	84	119
SC J DENT R (dk)	58	64	62	79	71	71	61	79	73	79	70	79	86	78
J PERIOD RE (dk)	57	65	44	52	54	61	63	69	63	86	67	77	87	96
Ortopedi	78	97	85	115	104	112	123	148	123	181	173	188	174	153
ACT ORTH SC (dk)	80	108	84	142	86	129	106	147	110	149	145	143	101	126
Patologi	165	142	166	120	169	128	132	129	167	160	175	192	176	135
<i>Sum fra tidsskrifter</i>	0	103	118	74	89	104	63	47	212	108	117	136	135	136
ACT PAT M A (dk)										57	67	65	54	64
J ORAL PATH (dk)									39	43	50	71	81	72
ACT PAT S A (dk)		103	118	74	89	104	63	47	173	8				
Pediatri	95	132	134	114	125	130	182	149	160	237	196	162	224	175
ACT PAED SC (s)	115	147	151	144	134	155	160	168	222	228	230	161	222	258

Disiplin/tidsskrift	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
Psykatri	93	122	89	83	90	88	89	112	107	101	131	135	165	167
ACT PSYC SC (dk)	99	63	117	84	88	89	113	128	151	118	132	177	208	252
Radiologi	193	165	206	225	206	246	223	258	265	263	253	277	300	188
<i>Sum fra tidsskrifter</i>	<i>141</i>	<i>109</i>	<i>147</i>	<i>151</i>	<i>130</i>	<i>170</i>	<i>130</i>	<i>177</i>	<i>171</i>	<i>134</i>	<i>173</i>	<i>168</i>	<i>187</i>	<i>159</i>
ACT RADIOL (s)	141													
ACT RAD DGN (s)		64	80	94	82	105	95	117	92	86	88	87	126	91
ACT RAD TPB (s)		45	67	57	48	26								
ACT RAD ONC (s)						39	35	60	79	48	85	81	61	68
Revmatologi	5	7	2	3	11	4	6	12	67	78	117	83	93	71
SC J RHEUM (s)								43	158	90	79	95	82	56
Urologi	57	58	73	67	135	69	71	72	177	110	173	178	177	127
SC J UROL N (s)	68	47	32	65	50	119	55	45	110	76	119	99	136	65
Veterinærmedisin	183	185	161	145	162	156	157	168	182	163	160	171	145	123
<i>Sum fra tidsskrifter</i>	<i>170</i>	<i>155</i>	<i>141</i>	<i>134</i>	<i>136</i>	<i>147</i>	<i>120</i>	<i>145</i>	<i>146</i>	<i>131</i>	<i>125</i>	<i>100</i>	<i>101</i>	<i>121</i>
NORD VETMED (dk)	79	91	62	80	68	72	56	68	54	65	50	51	42	40
ACT VET SC (dk)	91	64	79	54	68	75	64	77	92	66	75	49	59	81
Øre-nese-hals	141	101	86	128	109	92	140	103	181	272	217	263	157	130
SC AUDIOL (s)									134	70	75	40	36	31
Øyesydommer	115	133	111	101	149	132	137	134	149	136	143	157	188	129
ACT OPHTH K (dk)	118	124	87	94	112	106	101	123	109	143	137	164	148	147
Åndedrettssystemet	61	87	42	47	91	62	75	97	58	116	140	126	71	109
<i>Sum fra tidsskrifter</i>	<i>65</i>	<i>125</i>	<i>61</i>	<i>62</i>	<i>75</i>	<i>121</i>	<i>83</i>	<i>20</i>	<i>101</i>	<i>174</i>	<i>275</i>	<i>263</i>	<i>120</i>	<i>304</i>
SC J RESP D (dk)	65	125	61	62	75	121	83	20						
EUR J RESP (dk)									101	174	275	263	120	304

Disiplin/tidsskrift	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
BIOMEDISIN														
Biokjemi & mol.biologi	584	600	574	598	622	611	674	644	747	792	761	816	787	690
<i>Sum fra tidsskrifter</i>	53	62	80	72	85	111	169	164	173	163	189	201	213	260
CARLSBERG R (dk)						30	33	44	35	26	41	54	32	30
MED BIOL (sf)													36	54
CR TR LAB C (dk)	4	7	10	3										
INT J PEPT (dk)	49	55	70	69	85	81	136	120	138	137	148	147	145	176
Fysiologi	246	295	261	266	294	282	281	278	358	344	379	371	369	428
ACT PHYSL S (s)	206	241	206	233	227	271	202	205	272	259	239	237	285	357
Generell biomedisin	136	136	149	110	117	120	125	105	161	176	175	181	168	161
AMBIO (s)													64	48
Genetikk	203	192	200	180	167	177	164	176	199	177	173	228	220	189
<i>Sum fra tidsskrifter</i>	189	229	226	241	187	209	210	208	208	235	179	238	210	237
HEREDITAS (s)	93	87	103	95	85	86	73	85	75	101	51	70	80	75
B EUR S HUM (dk)	24	17	13											
CLIN GENET (dk)	72	125	110	146	102	123	137	123	133	134	128	168	130	162
Mikrobiologi	86	60	131	156	122	124	113	114	178	179	258	184	201	181
<i>Sum fra tidsskrifter</i>	0	0	57	86	59	62	52	48	71	72	73	53	77	65
ACT PAT S B (dk)									71	11				
ACT PAT M B (dk)										61	73	53	77	65
ACT PAT S C (dk)			57	86	59	62	52	48						

Disiplin/tidsskrift	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
BIOLOGI														
Botanikk	145	190	147	156	154	187	166	220	183	208	208	210	248	248
<i>Sum fra tidsskrifter</i>	256	270	246	277	241	314	302	307	294	282	321	339	257	387
ANN BOT FEN (sf)									42	17	37	29	25	44
PHYSL PLANT (dk)	179	194	206	210	168	241	203	243	224	265	284	310	232	343
BOTAN TIDS (dk)	18	28	11	8	19	15	12	20	9					
DANSK BOTAN (dk)	1	1					1							
NORW J BOT (n)	7													
BOTAN NOTIS (s)	51	47	29	59	54	58	86	44	19					
Diverse Zoologi	34	34	53	56	45	49	73	67	42	45	57	42	55	48
ORNIS SCAND (n)									33	30	50	25	58	43
Entomologi	8	6	6	5	6	7	14	8	21	26	24	38	43	38
ENT SC (s)									9					
Generell zoologi	21	15	20	24	24	24	27	30	64	103	77	91	75	72
<i>Sum fra tidsskrifter</i>	0	38	21	37	28	22	39	32	42	46	109	104	114	97
ZOOL SCR (s)		35	21	37	28	22	39	32	19	21	41	17	50	33
ANN ZOO FEN (sf)									23	25	40	68	33	37
ACT ZOOL (s)											28	19	31	27
ARK ZOOL (s)		3												
Landbruk: jordbruk	65	41	65	58	70	74	67	62	183	149	184	164	184	129
<i>Sum fra tidsskrifter</i>	3	0	1	0	1	0	6	0	131	77	74	87	54	90
ACT AGR SC (s)									64	38	46	63	36	62
MELD NORG L (n)									38	13				
AGR HOR GEN (s)	3		1		1		6							
SWED J AG R (s)									29	26	28	24	18	28
Marin- & ferskvannsbio	42	37	31	38	54	55	58	59	143	192	207	172	195	183
<i>Sum fra tidsskrifter</i>	24	16	23	12	15	17	42	22	77	47	60	39	45	116
OPHELIA (dk)									44	15	14	16	14	81
SARSIA (n)	24	16	23	12	15	17	42	22	33	32	46	23	31	35

Disiplin/tidsskrift	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
Økologi	50	36	35	34	79	66	68	43	119	95	113	110	154	116
<i>Sum fra tidsskrifter</i>	63	112	33	85	67	102	137	92	111	168	141	141	175	161
OIKOS (dk)	63	112	33	85	67	102	137	92	84	115	94	110	141	111
HOLARC ECOL (dk)									27	53	47	31	34	50

KJEMI

Acta Chemica Scandinavica t.o.m. 1984: Fordelt på flere kjemiske og biomedisinske disipliner, deretter på organisk kjemi og uorganisk kjemi (se disse):

<i>Sum fra tidsskriftet</i>	492	545	416	379	354	294	310	263	306	262	215	298		
ACT CHEM B (dk)		191	223	228	197	138	176	151	168	138	118	160		
ACT CHEM A (dk)		130	193	151	157	156	134	112	138	124	97	138		
ACT CHEM SC (dk)	492	224												
Anvendt kjemi	60	56	46	26	19	26	44	22	19	13	24	13	23	21
KJEMI (n)	44	34	11	12										
Generell kjemi	263	247	252	229	221	112	154	163	138	143	150	150	128	152
<i>Sum fra tidsskrifter</i>	206	210	196	198	136	123	100	155	162	115	118	104	124	195
SUOM KEMIST (sf)	76	33												
FIN KEM MED (sf)	8	4												
FINN CHEM L (sf)		55	53	61	58	71	61	63	34	29	52	28	31	36
CHEM SCR (s)	81	68	62	75	34	52	39	92	128	86	66	76	93	159
KEM TIDSKR (s)	41	50	81	62	44									
Fysikalsk kjemi	279	264	263	305	297	299	268	304	203	246	237	260	248	229
<i>Sum fra tidsskrifter</i>	899	139	148	130	126	1349	1204	1170	956	1235	380	276	306	274
ACT CRYST (dk)	796													
ACT CRYST A (dk)						184	181	176	152	150	137	118	109	91
ACT CRYST B (dk)						1005	900	864	681	927	118	84	73	85
J APPL CRYST (dk)	103	139	148	130	126	160	123	130	123	158	125	74	124	98
Organisk kjemi	235	213	180	187	208	204	192	194	227	225	232	206	232	220
ACT CHEM B (dk)													119	143

Disiplin/tidsskrift	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
Uorganisk- & kjernekjem	132	120	101	93	97	95	82	84	139	136	152	136	137	114
ACT CHEM A (dk)													88	98
FYSIKK														
Anvendt fysikk	142	143	105	138	123	139	129	139	201	186	210	136	169	128
ACT POLY PH (s)		7	6	2										
Generell fysikk	246	232	197	203	236	244	252	245	299	328	352	286	327	261
<i>Sum fra tidsskrifter</i>	161	103	185	103	84	226	219	225	298	280	402	244	249	199
COMM PHYS-M (sf)		4	3	5	7	7	2	2		3	3	2	14	1
PHYS NORVEG (n)	12	16	23	5	5	8								
PHYS SCR (s)	149	87	162	98	79	218	219	225	298	280	402	244	239	193
MAT FYS MED (dk)													10	6
GEOVITENSKAP														
Astronomi & astrofysikk	43	51	54	50	61	55	45	50	63	45	50	61	56	46
ARK ASTRON (s)		3												
Geofysikk	85	78	101	70	68	106	79	79	115	101	107	164	126	109
<i>Sum fra tidsskrifter</i>	69	75	65	42	69	49	61	67	87	102	25	29	37	3
REP KEVO (sf)									10	9	3	11		
NORD HYDROL (dk)									21	33	22	18	37	3
TELLUS (s)	69	75	65	42	69	49	61	67	56	60				
Geologi	30	35	24	29	20	37	57	33	95	95	89	122	118	97
<i>Sum fra tidsskrifter</i>	29	24	30	36	31	32	33	81	100	127	99	107	128	114
BOREAS (n)									29	37	23	29	31	23
LETHAIA (n)	29	24	30	36	31	32	33	31	28	35	37	23	37	33
NORSK GEOL (n)								19	23	21	20	28	34	35
LITHOS (n)								31	20	34	19	27	26	23

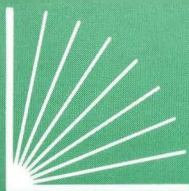
Disiplin/tidsskrift	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
Meteorologi & atmosfære	4	7	12	4	6	24	19	12	26	27	18	34	26	13
<i>Sum fra tidsskrifter</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	64	67	25
TELLUS B (s)											35	27	23	11
TELLUS A (s)											35	37	44	14
Oseanografi & limnologi	14	18	17	20	19	17	26	38	25	19	29	23	29	19
J CONSEIL (dk)	36	37	29	25	28	15	27	14	21	21	24	12	15	25
TEKNOLOGI														
Datateknologi	24	23	17	15	18	22	31	11	40	38	47	40	31	18
<i>Sum fra tidsskrifter</i>	0	0	2	1	1	1	1	19	14	9	21	15	10	20
MODEL IDENT (n)									13	6	17	15	10	20
ACT POLY MA (s)			2	1	1	1	1	19	1	3	4			
Elektronikk	102	88	90	91	86	81	85	106	103	92	121	126	113	84
<i>Sum fra tidsskrifter</i>	16	12	21	26	22	37	20	29	29	28	24	43	15	26
ACT POLY EL (s)		1	3	3		1								
ERICSSON RE (s)	13	6	12	16	17	26	15	28	29	28	24	43	15	26
ERICSSON TE (s)	3	5	6	7	5	10	5	1						
Materialvitenskap	138	173	157	163	146	194	193	170	148	169	179	158	156	149
<i>Sum fra tidsskrifter</i>	114	142	123	128	115	137	135	102	128	120	131	104	109	91
PAP PUU (sf)	43	61	43	44	42	47	52	46	47	50	49	40	40	50
NORSK SKOG (n)	13	20	10	19	11	12	2							
SVENS PAP T (s)	58	61	70	65	62	78	81	56	81	70	82	64	69	41
Mekaniske ingeniørfag	31	39	36	31	37	27	24	19	31	38	57	34	28	40
ACT POLY ME (s)		3	1	1		2	2	1	2	1	3			
Metallurgi	64	49	47	58	95	76	92	111	68	53	47	74	65	48
<i>Sum fra tidsskrifter</i>	1	8	10	7	56	32	54	62	49	9	1	1	0	0
ACT POLY CH (s)		5	10	3	5	2	3	2	2	6	1	1		
JERNKON ANN (s)	1	3		4	51	30	51	60	47	3				

Disiplin/tidsskrift	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
Sivilteknologi	21	22	42	20	8	16	9	34	12	16	14	14	7	9
<i>Sum fra tidsskrifter</i>	4	6	4	5	3	1	1	0	0	1	1	0	0	0
BYGNIN MEDD (dk)	4	4	4	5	2									
ACT POLY CI (s)		2			1	1	1			1	1			
MATEMATIKK														
Generell matematikk	116	93	107	91	112	119	77	83	109	128	123	119	129	65
<i>Sum fra tidsskrifter</i>	92	112	85	96	86	100	87	97	79	98	80	87	53	99
MATH SCAND (dk)	61	74	54	56	56	58	47	63	45	54	36	49	28	57
ACT MATH (s)	15	21	13	20	11	24	15	15	18	21	18	18	15	19
ARK MATEMAT (s)	16	17	18	20	19	18	25	19	16	23	26	20	10	23
Statistikk & sannsynl.	28	26	28	39	36	27	26	25	64	69	63	39	59	39
SC J STAT (s)									36	30	27	23	18	21

Norsk forskning på den internasjonale arena

I denne rapporten sammenlignes den naturvitenskapelige, medisinske og teknologiske forskning i 18 OECD-land ut fra hvor mange artikler som publiseres fra hvert land i ledende vitenskapelige tidsskrifter og hvor ofte disse artikler blir sitert. Slike sammenligninger kan gi støtte til - men ikke danne hele grunnlaget for - en vurdering av norsk forsknings bidrag på internasjonalt nivå.

Resultatene viser en middels posisjon for Norge i OECD-sammenheng, men en svak posisjon når de nordiske land sammenlignes.



NAVFs utredningsinstitut
Norges allmennvitenskapelige forskningsråd
Munthes gate 29, 0260 Oslo 2
Telefon (02) 55 67 00

Institute for Studies in Research and Higher Education
The Norwegian Research Council for Science and the Humanities
Munthes gate 29, 0260 Oslo 2, Norway