

Har fluorid i drikkevand en betydning for caries hos børn ?

Erfaringer med samkøring af registerdata
vedrørende miljø og sundhed

Henrik Bøggild
Sundhedsstyrelsen
Embedslægeinstitutionen Nordjylland

Anders Carlsen
Sundhedsstyrelsen
Embedslægeinstitutionen Midtjylland

Lilli Kirkeskov & Eva Kristiansen
Arbejdsmedicinsk Klinik
Regionshospitalet Skive

Mogens Joost Larsen & Sven Poulsen
Aarhus Tandlægeskole
Aarhus Universitet

Frants von Platen-Hallermund
Danmarks og Grønlands Geologiske undersøgelse

Halfdan Sckerl
Miljøministeriet
Miljøcenter Ringkøbing

Miljøstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling.

Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter.

Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Indhold

FORORD	5
SAMMENFATNING	7
SUMMARY	11
1 INDLEDNING	15
1.1 FORMÅL	15
1.2 BAGGRUND	15
1.2.1 <i>Udvikling i cariesforekomst i Danmark fordelt på amter</i>	15
1.2.2 <i>Fluoridindhold i drikkevand og caries</i>	16
1.2.3 <i>Fluorids cariesforebyggende mekanisme</i>	18
1.2.4 <i>Dental fluorose</i>	18
1.2.5 <i>Samkøring af registerdata for miljø og sundhed</i>	18
2 MATERIALER	21
2.1 REGLER	21
2.1.1 <i>Personfølsomme data</i>	21
2.1.2 <i>Ikke personfølsomme data</i>	21
2.2 CPR-REGISTRET	21
2.2.1 <i>Generelt</i>	21
2.2.2 <i>Anskaffelse</i>	22
2.2.3 <i>Databehandling</i>	23
2.3 SCOR-REGISTRET	23
2.3.1 <i>Generelt</i>	23
2.3.2 <i>Anskaffelse</i>	25
2.4 BBR-REGISTRET	25
2.4.1 <i>Generelt</i>	25
2.4.2 <i>Anskaffelse</i>	26
2.4.3 <i>Databehandling</i>	26
2.5 OSAK ADRESSERNE	26
2.5.1 <i>Generelt</i>	26
2.5.2 <i>Anskaffelse</i>	27
2.5.3 <i>Databehandling</i>	27
2.6 JUPITER DATABASEN	27
2.6.1 <i>Generelt</i>	27
2.6.2 <i>Anskaffelse</i>	28
2.6.3 <i>Databehandling</i>	29
2.7 SKAT DATA	29
2.7.1 <i>Generelt</i>	29
2.7.2 <i>Anskaffelse</i>	30
2.7.3 <i>Databehandling</i>	30
3 METODER	31
3.1 ANVENDELSE AF GIS VED REGISTERSAMKØRINGER	31
3.2 AFGRÆNSNING	31
3.3 SCOR	32
3.4 JUPITER DATABASEN	32
3.4.1 <i>Udvælgelse og kvalitetskontrol af data</i>	32

3.4.2	<i>Lokal statistisk bearbejdelse</i>	34
3.4.3	<i>Fremstilling af teoretisk forsyningskort</i>	34
3.4.4	<i>Håndtering af usikkerheden i de producerede kort</i>	37
3.4.5	<i>Videre anvendelse og samkøring af fluorid-data</i>	37
3.5	DATAANALYSE	38
4	RESULTATER	41
4.1	RESULTATER AF SAMKØRING AF REGISTERDATA	41
4.1.1	<i>Resultater af analyser af fluoridindhold i drikkevand (Jupiter databasen)</i>	41
4.1.2	<i>Resultater af analyser af fluoridindholdet i drikkevand og dets betydning for cariesforekomsten hos 5- og 15-årige børn i Danmark</i>	47
5	DISKUSSION	55
5.1	KVALITET OG RELEVANS AF DE FUNDNE RESULTATER VEDRØRENDE FLUORID I DRIKKEVAND OG CARIESFOREKOMST	55
5.2	VURDERING OG BESKRIVELSE AF DE TEKNISKE OG ADMINISTRATIVE PROBLEMSTILLINGER VED DEN FORETAGNE SAMKØRING AF REGISTRE (PROCESEVALUERING)	57
5.3	ERFARINGER MED SAMKØRING AF DATA	58
5.4	BORTFALD	61
6	KONKLUSION OG ANBEFALINGER	63
6.1	KONKLUSION	63
6.1.1	<i>Fluorid i drikkevand og cariesforekomst hos danske børn</i>	63
6.1.2	<i>Erfaring med registersamkøring</i>	63
6.2	ANBEFALINGER	64
6.2.1	<i>Vedrørende forebyggelse af caries</i>	64
6.2.2	<i>Foranstaltninger, der fremover vil kunne lette muligheden for samkøring af de anvendte registre</i>	65
7	PERSPEKTIVERING	67
8	REFERENCER	69
	FORKORTELSER	73

Bilag A
 Bilag B
 Bilag C
 Bilag D
 Bilag E

Forord

Nærværende projekt ”Har fluorid i drikkevand stadig en betydning for caries hos børn?” er gennemført for Miljøstyrelsen under programmet ”Samkøring af registerdata for miljø og sundhed” i perioden juni 2005-marts 2007.

Formålet med projektet er at beskrive muligheder for samkøring af registerdata indenfor området miljø og sundhed i relation til en relevant problemstilling: ”Findes der også i dag en association mellem fluoridindhold i drikkevand og udviklingen af caries hos børn?”. Caries (huller i tænderne) er stadig udbredt i befolkningen og anvendelsen af fluortandpasta har ikke fjernet de forskelle i forekomsten af caries, der findes mellem forskellige områder i Danmark. Det er derfor relevant at undersøge betydningen af drikkevandets fluoridindhold for cariesforekomsten. Der er foretaget registerbaseret samkøring af data fra Sundhedsstyrelsens Centrale Odontologiske Register (SCOR) vedrørende caries med analyser for fluoridindhold i drikkevand. Undersøgelsen bygger på data fra følgende leverandører: SCOR, CPR-registret, Jupiter (Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse (GEUS)), Bygnings- og Boligregistret (BBR) og SKAT. Som led i projektet er de tekniske og administrative problemstillinger ved sammenkoblingen vurderet og beskrevet sammen med anbefalinger til foranstaltninger, der vil kunne lette muligheden for samkøring af de anvendte registre fremover.

Projektet er udført af en projektgruppe bestående af:

Henrik Bøggild, Embedslæge, ph.d.; Sundhedsstyrelsen,
Embedslægeinstitutionen Nordjylland

Anders Carlsen, Ledende Embedslæge; Sundhedsstyrelsen,
Embedslægeinstitutionen Midtjylland

Lilli Kirkeskov, Ledende overlæge, ph.d., Arbejdsmedicinsk Klinik,
Regionshospitalet Skive (projektansvarlig)

Eva Kristiansen, Toksikolog, cand. med. vet., ph.d., Arbejdsmedicinsk Klinik,
Regionshospitalet Skive (sekretær)

Mogens Joost Larsen, Professor, dr. odont., MPH, Afdeling for
Tandsygdomslære, Aarhus Tandlægeskole, Aarhus Universitet

Sven Poulsen, Professor, lic. et dr. odont., Afdeling for Samfundsodontologi
og Pæodonti, Aarhus Tandlægeskole, Aarhus Universitet

Frants von Platen-Hallermund, Geodatalog, cand. scient., GEUS, Danmarks
og Grønlands Geologiske Undersøgelse

Halfdan Sckerl, Geograf, cand. scient.; Sundhedsstyrelsen,
Embedslægeinstitutionen Midtjylland

I forbindelse med projektet er der nedsat en styregruppe med følgende deltagelse:

Afdelingslæge Lis Keiding, Center for Forebyggelse, Sundhedsstyrelsen

Embedslæge Henrik L. Hansen; Sundhedsstyrelsen, Embedslægeinstitutionen Syddanmark

Seniorforsker Knud Juel, Statens Institut for Folkesundhed

Cand. pharm. Poul Bo Larsen, Miljøstyrelsen

Fuldmægtig Lars Fock, Miljøstyrelsen

Akademiingeniør Susanne Rasmussen. Miljøstyrelsen

Specialkonsulent, cand. scient. Jørn Kirkegaard, Miljøstyrelsen

Sammenfatning

Formålet med nærværende projekt er at beskrive mulighederne ved samkøring af registerdata inden for området miljø og sundhed i relation til problemstillingen: "Kan der også i dag påvises en association mellem fluoridindhold i drikkevand og udviklingen af caries hos børn".

Der er foretaget registerbaseret samkøring af data fra Sundhedsstyrelsens Centrale Odontologiske Register (SCOR) vedrørende caries med analyser for fluoridindhold i drikkevand. Undersøgelsen bygger på data fra SCOR, CPR-registret, Jupiter (Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse (GEUS)), Bygnings- og Boligregistret (BBR) og SKAT. Som led i projektet er de tekniske og administrative problemstillinger ved sammenkoblingen vurderet og beskrevet sammen med anbefalinger til foranstaltninger, der vil kunne lette muligheden for samkøring af de anvendte registre fremover. Samkøringen foretages ved hjælp af GIS (Geografiske Informations Systemer).

Der er indledningsvis indhentet generelle oplysninger for de enkelte registre samt oplysninger om dataanskaffelse og databearbejdning. Data fra de forskellige registre er, så vidt det har været muligt, oprenset for fejl og mangler.

Projektet samkører data, der henviser til personer født i årene 1979, 1989 og 1999. Tandstatus for disse tre årgange ved hhv. 5 og 15 år samkøres, idet indberetning af tandstatus er obligatorisk i disse aldersgrupper.

Tabel 1 Undersøgelseskohorterne defineret ved fødselsår.

	1979	1989	1999
Tandstatus v. 5 års alder		X	X
Tandstatus v. 15 års alder	X	X	

Undersøgelsen anvender to forskellige cariesindices, nemlig:

- DMFS: Antal permanente tandflader (alle tænder) med "carieserfaring", hvorved forstås såvel behandlede (dvs. fyldte eller ekstraherede) som ubehandlede cariesangreb og
- dmfs, alle primære tænder: Antal primære tandflader (alle tænder) med "carieserfaring", hvorved forstås såvel behandlede (dvs. fyldte eller ekstraherede) som ubehandlede cariesangreb

CPR-registret anvendes som reference, da disse data anses for meget fuldstændige med hensyn til registrering af enkeltpersoner. Data, der ikke kan matches i eks. SCOR, eller hvor der er ufuldstændige oplysninger om bopæl, indgår ikke i de endelige analyser, men bliver brugt til bortfaldsanalyser.

Samkøring af data begrænser sig til adresser med vand fra anlæg til fælles vandforsyning. Opdelingen mellem vandforsyninger på de enkelte adresser er foretaget ud fra BBR-registret.

For at et anlæg kan indgå i materialet skal følgende kriterier tillige være opfyldt:

- Der skal være mindst 2 fluoridanalyser fra et vandforsyningsanlæg i perioden 1994-2004 og hvis der er under 5 skal der være mindst 5 år mellem den ældste og den nyeste
- Der skal findes mindst et indvindingstal i perioden 1994-2004 og
- Der skal være koordinater til anlægget eller tilknyttede boliger

Det er ikke muligt at tilknytte vand fra et vandværk til en specifik adresse. Det endelige resultat af databearbejdningen af fluoriddata fra GEUS's Jupiter database er derfor et digitalt kort, der opdeler landet i små polygoner, hvortil der er knyttet attributter om fluoridindholdet i vandet fra et nærliggende vandværk. Ved en simpel GIS-operation kan alle adressepunkter med caries-oplysninger få overført fluoridoplysningerne fra kortet, og den derved dannede kombinationstabel er basis for den videre statistiske analyse.

Analyserne af fluoridindholdet i drikkevand viser, at der ikke er en år til år variation på fluoridindholdet. Derimod er der en betydelig variation i fluoridindholdet afhængig af den geografiske placering af vandværket. Der er på basis heraf konstrueret én eksponeringsvariabel for et givet vandværk som gennemsnit af målingerne over en 10-årsperiode (1994-2004).

Der er udtrukket data fra de 4 kohorter i Tabel 1, defineret ved fødselstidspunkt og opfølgningsslængde. Hver kohorte er analyseret dels for alle deltagere og dels for de der har haft samme bopæl i hele perioden, hvor eksponeringen må anses for ens gennem hele perioden. For kohorterne med 15 års opfølgning benyttes DMFS som outcomemål, for de med 5 års opfølgning dmfs. Der er beregnet et fluorideksponeringsniveau af adressens fluoridkoncentration og den tid personen har boet på bopælen.

For kohorten af 15-årige født i 1989, er i alt 67.261 registreret i CPR-registret. Der er skatteoplysninger på 64.223 (95,5 %), oplysninger i SCOR på 52.645 (78,3 %) og oplysninger i både SKAT, SCOR og BBR på 43.848 (65,2 %).

For de permanente tænders vedkommende findes i dette projekt en sammenhæng mellem fluoridindhold og en mindre risiko for at have caries (50 % lavere risiko for DMFS > 1 og 60 % lavere risiko for at have DMFS ≥ 6) med stigende fluoridkoncentration i drikkevandet for børn født i 1979 og 1989. For de temporære tænder findes blandt de børn, der er født i 1989 en 50 % reduktion i risiko for at have skader ved den højeste mængde fluorid og i 1999 er risikoreduktionen på 25 %. Betydningen af fluoridindholdet i drikkevand for de temporære tænder er således blevet mindre indenfor en ti års periode. Det har ikke den store betydning for resultaterne at indskrænke analysen til dem, der har boet på samme bopæl i hele eksponeringsperioden.

Projektet viser, at det har været muligt at samkøre registre vedrørende miljø og sundhed med et rimeligt tidsforbrug. Projektet har også vist, at samkøring af registre indenfor miljø- og sundhedsområdet fordrer registre med høj konsistens og stor dækningsgrad, noget der i høj grad er opfyldt i danske registre. Databearbejdningen af så store og komplekse datamængder, som de aktuelle, har vist sig at fordrer specialkendskab til databaser og programmering, og at det er nødvendigt at få hjælp af programmør til databearbejdning.

Den historiske del af registrene er vigtig for projekter, der, som i aktuelle projekt, oparbejder registeroplysninger til en form for eksponeringsindeks. I BBR erstattes tidligere inddateringer med nye ved opdateringer, hvilket kan

være uheldigt i forbindelse med registersamkøringsprojekter, og medføre fejl i eksponeringsvurderingen.

Der er i dette projekt anvendt indkomstdata fra SKAT som proxy for social klasse/socialstatus. Det havde været hensigtsmæssigt hvis data med indkomstoplysninger over en given kohortes eksponeringsperiode havde været anvendt, med det var ikke praktisk muligt med data fra SKAT. For at løse dette skulle data have været fra Danmarks Statistik, men det ville have været problematisk idet DST's diskretionspolitik er strengere end andre dataholdere. Det er således ikke muligt at arbejde med data indeholdende CPR-numre udenfor DST's datanetværk, hvilket umuliggør anvendelse af GIS-værktøjet, som projektgruppen ønskede at arbejde med, idet GIS ikke findes på de sikrede forskermaskiner hos DST.

Da det ikke har været muligt at fremstille et forsyningskort, hvor man kunne relatere den enkelte bolig til et bestemt vandværk, er GIS anvendt til at fremstille teoretiske, beregnede forsyningskort. Det betyder, at drikkevandsdata ikke foreligger på individniveau, og der er store usikkerheder om eksponeringen i visse områder, hvor fluoridindholdet i drikkevand varierer betydeligt selv inden for et forholdsvis begrænset geografisk område. Fremstillingen af forsyningskortene bød tillige på mange metodiske problemer, og understreger behovet for et reelt forsyningskort baseret på vandværkernes konkrete oplysninger. Dette projekts data kunne derved også blive yderligere optimeret, idet det kun er SCOR-data og data fra SKAT, der er analyseret på individniveau.

Alene problemet med at opbygge et effektivt beredskab til håndtering af forureninger i drikkevandet og opbygning af alternativ drikkevandsforsyning i disse situationer ville være hjulpet betydeligt ved etablering af en sådan database. Men også generelle undersøgelser af sammenhæng mellem drikkevand og elementer heri (forureninger med pesticider, sporstoffer, mikrobielle forureninger) i relation til sundhed som det herværende projekt ville forbedres og effektiviseres betydeligt med adgangen til disse data. Vi anbefaler, at der tages initiativ til at opbygge en sådan database/digitalt kort.

Det anbefales, at der udarbejdes standarder for de anvendte registre til forskningsanvendelse, således at der stilles krav til deklaration af data, opdatering af data, herunder oparbejdelse af historiske kohorter, principper for udlevering, adgangsrettigheder og prisfastsættelse. Det vil tillige medføre en mere effektiv udnyttelse af registrene, hvis der blev stillet krav om en tilbagerapportering af fundne fejl og mangler, f.eks. gennem anvendelse af et fast indrapporteringsskema.

Nærværende projektgruppe opfordrer i øvrigt til, at alle dataholdere overvejer forskningspotentialer af deres registre og sikrer at forskerverdenen har adgang til deres registre, således at der samlet opnås det bedste datagrundlag til miljø- og sundhedsforskningsprojekter. Herved bliver der i Danmark adgang til det bedste datagrundlag for forskning i verden.

Summary

The aim of the present project was to describe the possibilities of linking data from health and environmental registers in relation to the question “Do we still see an association between fluoride in drinking water and caries in children”.

Data from the Danish Recording System for the Public Dental Health Services (SCOR), National Board of Health were linked to analyses of fluoride in drinking water. The project used data from SCOR, The Central Population Register (CPR), The Jupiter database (Geological Survey of Denmark and Greenland (GEUS), The Building and Dwelling registration (BBR), and The Tax registration (SKAT).

As part of the project technical and administrative problems with linking data from health and environmental registers by using data from Geographic Information Systems (GIS) were evaluated and described. Additionally, recommendations on measures to facilitate the linking process were given.

The first step was to collect and evaluate data from the included registers. Data from children born in 1979, 1989, and 1999 were used for linking. Dental status at 5 and 15 years for these three classes was used for linking, since registration and reporting of dental status are statutory for these age groups.

Table 1 Study cohort defined by year of birth

	1979	1989	1999
Dental status at 5 years		X	X
Dental status at 15 years	X	X	

The present study used two caries indices:

- DMFS: Decayed, missing, and filled surfaces of permanent (indicated by capital letters) teeth
- dmfs: Decayed, missing, and filled surfaces of deciduous (indicated by lower-case letters) teeth

The CPR register was used as reference, as data are considered complete regarding individual registration. Non-matching data to e.g. SCOR or incomplete data concerning residence/address were excluded from the final analysis, but used for analysis of drop-out rate.

Data linking was restricted to addresses that according to the BBR registration were connected to public water supply.

The following inclusion criteria were used for the individual waterworks to participate:

- At least two values for fluoride analyses should be available in the period 1994-2004, if less than 5 analyses in the period, more than 5 years should separate the analyses
- At least one value for catchment-amount should be available in the period 1994-2004

- Coordinates (X,Y input to denote a space on earth) for the individual waterworks or associated residences should be present

It was not possible to link a specific waterworks to a specific address. The final result from the analyses of fluoride data in The Jupiter database was a digital map which separated the country into small polygons. To each polygon information on fluoride concentration in drinking water from a nearby waterworks was linked. By use of a simple GIS-operation fluoride information from the map could be transferred to all address-points with caries information. The resulting combination table constituted the basis for further statistical analysis.

The analyses of fluoride in drinking water did not show annual variation in fluoride concentration.

However, a considerably variation in fluoride concentration, due to geographical site of the waterworks, was found. On this basis an exposure variable was constructed for a given waterworks as the average of analyses over a ten-year period (1994-2004).

Data were drawn from the 4 cohorts in table 1, defined by year of birth and follow-up period. Each cohort was analysed first with all children participating in the cohort and next with children having the same address in the exposure period, where the fluoride exposure was assumed to be constant throughout the period. The cohort with 15 years follow-up used DMFS as outcome, and the cohort with 5 years follow-up, dmfs. Level of fluoride exposure was calculated from the fluoride concentration and duration of residence linked to the specific address.

A total of 67.261 persons born in 1989 were registered in The Central Population Register (CPR). Of these 64.223 (95.5 %) were registered in The Tax registration (SKAT), and 52.645 (78.3 %) were registered in the Danish Recording System for the Public Dental Health Services (SCOR). A total of 43.848 (65.2 %) were registered in SKAT, SCOR and BBR.

The present project found an inverse relation between fluoride concentration in drinking water and risk of caries (50 % reduced risk for DMFS > 1 and 60 % reduced risk for DMFS ≥ 6 at fluoride concentration > 1 mg/l) in permanent teeth in children born in 1979 and 1989.

The deciduous teeth in children born in 1989 had a 50 % reduced risk for caries (dmfs) at fluoride concentration > 1 mg/l in drinking water. The effect of fluoride in drinking water on dmfs was reduced to 25 % over the 10 year period (children born in 1999).

The present project showed that it was possible to link data from health and environmental registers within a reasonable time. Also, the project showed that linking this kind of data required registers with valid data including a large part of the population. The Danish registers showed to fulfil these criteria. Data analyses of large and complex data, as in this project, required specialist with detailed experience in databases and programming.

The historical part of the registers is essential in projects using register data as exposure indices. In the Building and Dwelling registration (BBR), old data are exchanged with new when updating data. This is inappropriate in projects linking data from registers and could give rise to erroneous exposure assessment.

This project used income data from SKAT as proxy for social status. It would have been preferable to use income data over a given period for a cohort, but data from SKAT did not allow this. To do this, data from Statistics Denmark (DST) should have been used. These data are available only inside DST's data network, and since the project group wanted to use GIS - and GIS is not in the research computers in DST - this could not be done.

It was not possible to generate a water supply map relating a specific waterworks to a specific address. Therefore, GIS was used for generating a theoretical calculated water supply map. This means that drinking water data do not exist at individual person level, and that the exposure data in certain areas, where fluoride concentration varies considerably even in small areas, are unreliable. The generation of the water supply maps gave several methodological problems and emphasized the need for a real water supply map based on substantial data from the waterworks. In this way data in the present project could be further optimized as only data from SCOR and SKAT were analysed at individual person level.

Such a database would also be very helpful in these circumstances where efficient alert has to be constructed to handle drinking water pollution and alternative drinking water supply.

In addition, investigations of relations between drinking water and its content (pesticides, microbial pollution, trace elements) in relation to human health as in the present project could be markedly improved and optimized by access to these data. The project group recommends initiation to build up such a database / digital map.

It is recommended that registers used for research should prepare standards with demands for data declaration, data update including creation of historical cohorts, principles for handing over, right of admission, and price setting. Request for feedback from researchers to data holders about errors and lacks should be initiated e.g. by filling in a report.

The present project group recommends that all data holders consider the research potential of their registers and guarantee access for the researchers to the registers. In this way the best data for environmental and health research projects would overall be secured and the best data for research in this area would be placed in Denmark.

1 Indledning

1.1 Formål

I nærværende projekt er det overordnede formål at beskrive mulighederne ved samkøring af registerdata inden for området miljø og sundhed i relation til en relevant problemstilling: 'Kan der også i dag påvises en association mellem fluoridindhold i drikkevand og udviklingen af caries hos børn'.

Det ene formål er at undersøge om mængden af fluorid i drikkevand har en betydning for cariesforekomsten hos 5- og 15-årige børn i Danmark. Begrundelsen for at vælge denne problemstilling er, at caries stadig er udbredt i befolkningen. Anvendelsen af fluortandpasta har ikke fjernet de forskelle, der findes mellem forskellige områder i landet, og det er derfor relevant at undersøge betydningen af drikkevandets fluoridindhold.

Det andet formål med projektet er at vurdere og beskrive de tekniske og administrative problemstillinger ved registersammenkoblinger og at give anbefalinger om foranstaltninger, der fremover vil kunne lette muligheden for samkøring af de anvendte registre. Derudover skal projektet vurdere mulighederne for samkøring af registerdata vedrørende miljø og sundhed og med anvendelse af GIS (Geografiske Informations Systemer).

Der er desuden følgende delmål med projektet:

- Kvalitetskontrol af de anvendte drikkevandsdata
- Erfaringsindsamling vedrørende muligheden for at fastlægge drikkevandsforsyningsområder på grundlag af eksisterende data hos vandværksadministrationen
- Undersøgelse af variationen i fluoridindhold i drikkevand for at kunne vurdere vigtigheden af detaljerede forsyningskort

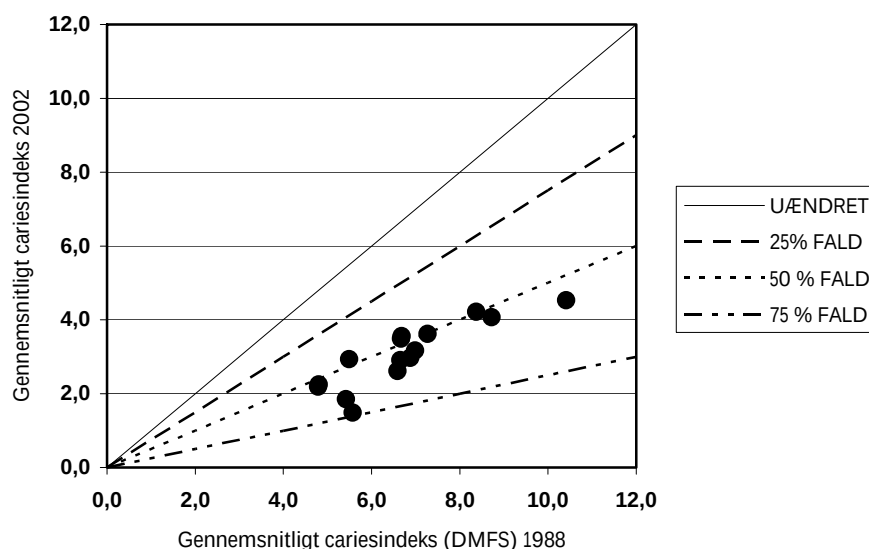
Projektet bygger på eksisterende datakilder og vil tillige kunne tilføre en generel viden om modellering af drikkevandsforsyning, ligesom projektet vil benytte datakilder, der ikke hidtil har været benyttet til GIS-projekter (data fra SCOR og SKAT). Resultaterne fra projektet vil efterfølgende kunne anvendes generelt til andre projekter om sammenhængen mellem drikkevand og aspekter af sundhed.

1.2 Baggrund

1.2.1 Udvikling i cariesforekomst i Danmark fordelt på amter

Siden Lov om børnetandpleje trådte i kraft i 1972 har Sundhedsstyrelsen på basis af en systematisk indberetning af kliniske registreringer til Sundhedsstyrelsens Centrale Odontologiske Register (SCOR) (Sundhedsstyrelsen, 1999) kunnet følge udviklingen i tandsygdomsforekomsten og tandsundheden hos børn og unge. Registreringssystemet omfatter børn under det kommunale tandplejetilbud. Det har herigennem kunnet dokumenteres, at der er sket markante forbedringer af tandsundheden gennem årene (Poulsen & Pedersen, 2002). Der har imidlertid altid været betydelige regionale forskelle på tandsundheden.

Figur 1 viser således det gennemsnitlige antal cariesangrebne tandflader (DMFS) hos 15-årige på amtsniveau (Sundhedsstyrelsen, 2003). I nogle amter er cariesforekomsten dobbelt så stor som i andre.



Figur 1 Scatterplot visende ændringer i cariesforekomst hos 15-årige danske børn fra 1988 til 2002. Hvert punkt repræsenterer et amt

Viborg, Ringkøbing og Nordjyllands Amter er blandt nogle af de amter, der har den højeste cariesforekomst, men også i disse amter er gennemsnitligt cariesindeks faldet betydeligt. Begrundelsen for lavere tandsundhed har været angivet som dårlige tandplejetilbud, dårlig socialstatus og manglende tradition og forståelse for vigtigheden af at passe på tænderne. I Danmark er der betydelige regionale variationer i fluoridindholdet i drikkevand. Således er indholdet generelt lavt i Viborg, Ringkøbing og Nordjyllands Amt og højt på Bornholm og i en del af Storstrøms Amt.

Associationen mellem drikkevandets fluoridindhold og caries i Danmark blev første gang undersøgt i begyndelsen af 1960'erne (Møller, 1965). I mellemtiden er fluoridholdig tandpasta blevet indført, og langt den største del af tandpastaforbruget i Danmark er i dag fluoridholdigt. En senere analyse antyder, at en del af den udtalte inter-kommunale variation i caries kan forklares ved variationen i drikkevandets fluoridindhold (Ekstrand et al., 2003). Denne undersøgelse er imidlertid ikke baseret på individbaseret samkøring af data fra registre, og såvel cariesdata som data om drikkevandets fluoridindhold er aggregeret på kommuneplan. Den information, der ligger i den intra-kommunale variation i drikkevandets fluoridindhold, er således ikke udnyttet. Der er derfor god grund til at undersøge associationen mellem fluoridindholdet i drikkevand og caries hos danske børn med en mere fuldstændig brug af registrerede data.

1.2.2 Fluoridindhold i drikkevand og caries

De fleste fødevarer indeholder fluorid i mængder, der er mindre end 0,5 mg/kg. Fluorid i fødevarer er formentlig bundet og frigives ikke ved indtagelse. Derfor har fødevarerindholdet ikke væsentlig betydning i relation til cariesforebyggelse. En overvejende kilde til fluorid i kosten vil dog være det vand, der anvendes ved tilberedning af maden. Tandplejeprodukter er i dag den væsentligste kilde til det totale daglige indtag af fluorid, men drikkevand

bidrager også til indtaget. Fluorid findes naturligt i grundvand og er blandt andet bestemt af de geologiske lags afgivelse af fluorid til nedrivende regnvand og grundvand. Rundt omkring i verden varierer indholdet i drikkevand fra 0 op til 45 mg/l. Teblade indeholder op til 400 mg/kg og vil kunne give en te af middelstyrke et fluoridindhold på 1-2 mg/l. Til fremstilling af sukkerholdige drikke (sodavand) i Danmark bruges generelt vand fra den offentlige vandforsyning. Afhængig af drikkevandets indhold har den samlede mængde fluorid, der indtages i Danmark, været vurderet til ca. 1-10 mg/person/dag, hvoraf kosten bidrog med 0,5-1 mg/dag (Miljøstyrelsen, 1984).

Reduktionen i caries i de industrialiserede lande anses i dag primært at skyldes brugen af fluortandpasta. Fluortandpasta indeholder mellem 1.100 og 1.450 mg fluorid/kg, og i Danmark er langt den overvejende del af den tandpasta, der bruges, fluortandpasta. Den cariesforebyggende effekt er meget veldokumenteret (Marinho et al., 2002). Andre fluormetoder til forebyggelse af caries er penslinger, geler, lakker og skylninger.

Fluorskylninger havde tidligere en meget udbredt anvendelse, men i 1980'erne blev fluorskylningerne i mange kommunale tandplejer indstillet under indtryk af den lave cariesforekomst blandt børnene. Dette skete uden nogen klinisk signifikant negativ effekt på cariesforekomsten (Heidmann et al., 1992). I de seneste år er debatten om fluorskylningerne dukket op igen, og nogle kommuner har reetableret fluorskylningerne for udvalgte grupper af børn som et led i en høj-risiko-gruppe strategi. I forbindelse med nærværende projekt blev der - via Tandlægernes Nye Landsforenings lederinformations-mail - udsendt en forespørgsel til alle kommunale tandplejer med klinik-kommuneordning.¹ 68 kommunale tandplejer svarede, og af disse gennemførte 6 kommunale tandplejer fluorskylninger på udvalgte, ofte mindre grupper af børn.

Sammenhængen mellem fluorid og caries er for nyligt blevet belyst i et systematisk litteratur review udført af NHS Centre for Reviews and Dissemination, University of York (McDonagh et al., 2000). Review'et omfattede 214 artikler og viste, at der var en negativ association mellem drikkevandets fluoridindhold og cariesforekomsten hos børn. Forfatterne konkluderede imidlertid også, at undersøgelserne på en række punkter vedrørende såvel design som analyse var mangelfulde og at evidensen måtte betegnes som lav til moderat.

I Danmark er den negative association mellem drikkevandets fluoridindhold og caries for år tilbage undersøgt af Møller (1965). For nylig har Ekstrand vist, at denne association stadig findes (Ekstrand et al., 2003, 2005).

Endvidere har Andersen & Blegvad (2002) vist, at den negative association mellem drikkevandets fluoridindhold og caries også eksisterer, når der i analyserne tages højde for potentielle confoundere.

Sammenfattende er der derfor næppe nogen tvivl om, at der er en negativ association mellem drikkevandets fluoridindhold og caries. Det er derimod usikkert, hvor stærk associationen er, og i hvilket omfang den er udsat for bias (først og fremmest informationsbias på grund af tandlægernes kendskab til drikkevandets indhold af fluorid) eller er et resultat af confounding. Endelig skal man være opmærksom på, at alle tidligere studier er udført som økologiske korrelationsstudier (makrostudier), hvor informationerne om såvel fluoridindhold i drikkevandet som cariesforekomsten er indhentet på kommuneniveau, og ikke på individniveau, som er det niveau, hvor de mekanismer, der kunne forklare associationen, udspiller sig.

¹ En ordning, hvor kommunen opretter egne klinikker og ansætter eget tandplejepersonale.

1.2.3 Fluorids cariesforebyggende mekanisme

Fluorid er et effektivt og veldokumenteret middel til at reducere dental caries. To mekanismer har været aktuelle: Efter resistensteorien skal fluorid optages i emaljen under tandens dannelse og mineralisering, hvorved tandens livslange resistens mod caries etableres. Ganske rigtigt kan der optages ikke så lidt fluorid i emaljen under mineraliseringen, men en varig resistens har ikke kunnet påvises hverken *in vitro* eller i klinikken. Efter opløselighedsteorien derimod skal fluorid i passende koncentrationer være til stede i væskefasen, når emaljen udsættes for et syreangreb, hvorved evt. opløst emalje umiddelbart genudfældes som fluorapatit. Fordi spytet i munden hele tiden skiftes ud, skal der for at opretholde cariesprofylakse livslangt tilføres fluorid i små mængder. Der er omfattende eksperimentel og klinisk erfaring bag den sidstnævnte opløselighedsteori. I praksis tilføres fluorid dagligt via tandbørstning med en fluoridholdig tandpasta og via drikkevandets fluorid (Cate et al., 2003).

Ud fra virkningsmekanismen vil det være forventeligt, at der i et vist omfang er en dosis-respons-sammenhæng mellem koncentrationen af fluorid i tandpasta og den anticariogene virkning. At dette også er tilfældet, er set i en række kliniske undersøgelser, hvor man over en årrække har set på cariestilvæksten ved anvendelse af tandpasta med forskellige koncentrationer fluorid (Ellwood & Fejerskov, 2003).

1.2.4 Dental fluorose

Langtidsindtag af fluorid under emaljedannelsen indtil 12 års alderen kan resultere i en række kliniske forandringer i udseendet og kvaliteten af tandemaljen, kaldet dental fluorose, karakteriseret ved at emaljen bliver kridtagtigt hvid og mekanisk svagere. Når først tanden er færdigdannet og frembrudt, kan den ikke rammes. Fluorosen er afhængig af den kumulative mængde fluorid optaget fra alle eksponeringskilder under emaljedannelsen, og den er fundet at være direkte relateret til fluoridkoncentrationen i drikkevand. Der er en lineær sammenhæng mellem total fluoriddosis og emalje fluorose og selv et lavt fluoridindtag (omkring 0,02 mg/kg lgv.) vil resultere i en vis, om end lav, grad af fluorose i de tænder, der er under mineralisering i indtagelsesperioden. På verdensplan er der en stigende prævalens af dental fluorose. Det skyldes sandsynligvis et stigende indtag af fluoridprodukter hos børn under 6 år, idet drikkevandskoncentrationen er rimeligt stabil. Milde former af dental fluorose forekommer undertiden under danske forhold (Ellwood & Fejerskov, 2003).

1.2.5 Samkøring af registerdata for miljø og sundhed

Danmark har gennem en årrække opbygget en lang række store nationale registre. Det giver en oplagt mulighed for registerforskning, idet datamaterialet allerede er tilvejebragt i de offentlige registre. Dansk registerforskning har imidlertid budt på en række barrierer, som er blevet påpeget fra forskellig side.

På initiativ fra Dansk Grundforskningsfond i 1993 og IT- og Videnskabsministeriets i 2000 har der tidligere været nedsat arbejdsgrupper, der skulle afdække barriererne i dansk registerforskning og fremkomme med anbefalinger og løsningsforslag til forbedringer (IT- og Forskningsministeriet, 2001). Mange af barriererne er på den måde blevet synliggjort og fjernet, så tilgangen til de enkelte registre er blevet lettere.

Forskningsprojekter, der ønsker at samkøre forskellige registre til beskrivelse af sammenhænge, stiller imidlertid andre krav, idet der skal kunne identificeres en fælles nøgle for registrene, så de kan kobles sammen.

Miljøstyrelsen har ladet udarbejde en rapport, som beskriver mulighederne for samkøring af registerdata (Poulstrup, 2003). Rapporten omhandler samkøring af registerdata indenfor områderne miljø og sundhed, og beskriver dels eksisterende registre og dels deres mulighed for samkøring. På baggrund af gennemgangen foreslås forskningsprojekter, der bygger på registre, hvor der er mulighed for at koble miljødata og sundhedsdata ved som fællesnøgle at benytte en stedbestemmelse, som alle miljøregistre indeholder.

Sundhedsregistrene indeholder ikke umiddelbart en stedbestemmelse, men via CPR-oplysningerne kan de kobles til "Adresseregistret" (OSAK adresserne, se afsnit 2.5), hvor alle adresser i Danmark er blevet geo-kodet, og derved er blevet tilknyttet den nødvendige stedbestemmelse i form af et koordinatsæt. Samtidig foreslås, at projekterne udarbejder et katalog af problemstillinger, tekniske som ikke-tekniske i forbindelse med en samkøring.

2 Materialer

Projektet anvender data fra følgende registre: CPR-registret, Sundhedsstyrelsens Centrale Odontologiske Register (SCOR), Bygnings- og Boligregistret (BBR), De Officielle Standard Adresser og Koordinater (OSAK), Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelses Jupiter database samt indkomstdata fra SKAT (se bilag A). I de følgende afsnit gives beskrivelse af de generelle regler for registersamkøringsprojekter og beskrivelser af de enkelte registre der indgår i projektet.

2.1 Regler

2.1.1 Personfølsomme data

Behandling af personfølsomme registre er i Danmark reguleret i 'Lov om behandling af personoplysninger, LOV nr. 429 af 31/05/2000' og de senere ændringer til loven. Lovens populærtitel er Persondataloven og yderligere oplysninger kan findes via Retsinformation på www.retsinfo.dk. Tilladelse til behandling af personfølsomme data gives ud fra en vurdering af at Persondatalovens bestemmelser overholdes. Det er Datatilsynet der giver tilladelse til projekter der indbefatter personfølsomme oplysninger. For yderligere oplysninger om Datatilsynet, samt information om ansøgningsprocedurer mv. henvises til Datatilsynets hjemmeside på www.datatilsynet.dk.

Idet nærværende projekt indeholdt personfølsomme data, både med hensyn til CPR-registret, tandstatus og husstandsindkomst søgte projektet Datatilsynet om tilladelse til behandling af de pågældende data. Datatilsynet har været særdeles behjælpeligt i forbindelse med behandlingen af ansøgningen og fremstår som en statslig institution med et meget højt serviceniveau. Når Datatilsynets tilladelse har foreligget, har der ikke været problemer med at få udleveret personfølsomme data til projektet fra de enkelte dataejere.

2.1.2 Ikke personfølsomme data

Regulering af ikke personfølsomme data foregår ud fra de enkelte dataholderes interne regler. I nærværende projekt har der ikke været problemer med anskaffelse af denne type data.

2.2 CPR-registret

2.2.1 Generelt

CPR-registret blev oprettet den 2. april 1968, hvorefter alle personer med fast bopæl i Danmark har fået tildelt et personnummer. CPR-registret administreres af CPR-kontoret i Indenrigs- og Sundhedsministeriets departement. CPR-kontoret fungerer som central leverandør af basale personoplysninger til offentlige myndigheder og den private sektor. Oplysninger vedrørende kontaktoplysninger og regler mv. i forbindelse med dataudtræk kan ses på CPR-kontorets hjemmeside på www.cpr.dk. CPR-

systemet er reguleret af Lov om Det Centrale Personregister (CPR-loven), jf. lovbekendtgørelse nr. 140 af 3. marts 2004. Den egentlige lovtekst kan findes via Retsinformation på www.retsinfo.dk.

Udover personer med fast bopæl i Danmark er det ligeledes muligt at have et CPR-nummer i de tilfælde, hvor der er en administrativ begrundelse herfor. Dette kan f.eks. være af skatte- eller pensionshensyn eller i forbindelse med udenlandske personers deltagelse som hovedperson i en kirkelig vielse i Danmark. CPR-numre, der tildeles personer, der er bosiddende udenfor Danmark, betegnes som administrative CPR-numre, og disse tildeles specielle koder, så de kan adskilles fra almindelige CPR-numre.

CPR-nummeret består af en 10 cifret kode, der opbygges på følgende måde: Fødselsdag (01-31), fødselsmåned (01-12), fødselsår (00-99), løbenummer (3 cifre) og kontrolciffer (0-9). Kontrolcifferet anvendes dels til kodning for køn (ulige = mand, lige = kvinde) dels til kontrol af CPR-nummeret vha. modulus-11. Kombinationen af løbenummer og fødselsår anvendes ligeledes til bestemmelse af fødselsårhundrede. Når en person er blevet tildelt et CPR-nummer, følger det pågældende CPR-nummer personen for resten af livet. CPR-nummeret kan alene ændres, såfremt det kan dokumenteres, at der er uoverensstemmelse mellem ens faktiske fødselsdato og/eller køn og de tilsvarende oplysninger i CPR-nummeret.

CPR-registret indeholder oplysninger om personlige forhold, herunder bl.a.: CPR-nummer, Navn, Fødselsdato, Adresse, Tilflytning, Fødested, Status (herboende/udvandret/forsvundet/død mv.), Ægteskabeligt forhold (gift/ugift/fraskilt/enke), Ægtefælle og Forældre. For registrering af status og ægteskabeligt forhold registreres ligeledes begyndelsesdato. CPR-registret opdateres løbende i forbindelse med opdatering af personoplysninger i folkeregistrene. Oplysninger der opdateres med nye indberetninger registreres herefter med afslutningsdato og er således ikke gældende længere. Eksempel herpå er f.eks. registrering af bopæl, hvor en flytning resulterer i opdatering af adresseoplysninger, hvorved den tidligere adresse lukkes med fraflytningsdato.

Selvom CPR-registret er oprettet til administrative forhold er det ligeledes muligt at anvende det til forskningsmæssige opgaver. Værdien i forhold til miljømedicinske projekter er især oplysningerne omkring nuværende og tidligere bopæl, idet det f.eks. i forbindelse med udredning af en given eksponering der knytter sig til en ejendom eller et område ikke er ligegyldigt hvor længe en person har været udsat for den pågældende eksponering.

I nærværende projekt er oplysningerne omkring nuværende og tidligere bopæl anvendt med henblik på estimering af den fluorid-påvirkning hver enkelt person i undersøgelsespopulationerne har været udsat for. Ligeledes er bopælsoplysningerne anvendt til at opdele populationerne i grupper med forskellig sikkerhed for kvaliteten af den estimerede eksponering, samt inddeling i forhold til de forskellige fluoridniveauer i landets vandværker. Endelig er oplysninger vedrørende familieforhold anvendt, idet CPR-registrets forældre-oplysninger er anvendt i forbindelse med identifikation af husstandsindkomst for undersøgelsespopulationen.

2.2.2 Anskaffelse

Anskaffelse af et udtræk af CPR-registret til forskningsformål sker ved henvendelse til CPR-kontoret. CPR-kontoret forestår sagsbehandlingen i forbindelse med godkendelse af projekt mv. CPR-kontoret er vant til denne

type af henvendelser, hvorfor sagsgangen opleves som ukompliceret og hurtig. Generering af dataudtrækket foretages af en datadistributør, der ved programmering tager ca. 1000 kr. i timen, og det er oplyst, at der kan forventes et minimumsforbrug på ca. 30 timer. I stedet er det muligt at udvælge et udtræk, der matcher en eller flere af de standardudtræk, som CPR-kontoret har defineret, hvorved prisen kan reduceres drastisk. For et udtræk, der indeholder data fra efter 1986, kan et totalt udtræk erhverves for nogle få tusinde kroner, mens udtræk, der derudover indeholder data fra før 1986, koster lidt mere, ca. 10.000 kr.

2.2.3 Databehandling

For at få data på en form så det er muligt at arbejde videre med dem, har projektet anvendt en professionel programmør til at lægge data i en database. Datasæt i denne størrelse kan ikke lægges i en MS Access database, da der er en databasebegrænsning på Access databaser på 2 Gb. Derfor lagde programmøren data i et professionelt databaseværktøj, MS SQL Server, med henblik på videre databehandling. En licens til MS SQL Server varierer meget i pris, det anbefales at tage kontakt til en softwareleverandør for at få den aktuelt gældende pris.

Fra SQL serveren er det muligt ved hjælp af simple sql-kommandoer at generere udtræk der indeholder netop de personer og variable der behandles i projektet. Data kan trækkes ud til mange typer af filer, hvorved det er muligt at arbejde videre med data i netop det softwaremiljø som man er bekendt med. Ligeledes er det muligt at lade data blive i SQL serveren og anvende den til registersamkøringen. I dette projekt er data trukket ud til et format, der kan læses af ArcGIS, idet GIS programmet senere skulle anvendes til databehandling af rumlige data.

2.3 SCOR-registret

2.3.1 Generelt

Sundhedsstyrelsens Centrale Odontologiske Register (SCOR) blev etableret i forbindelse med vedtagelse af Lov om Børnetandpleje (Lov nr. 217 af 19. maj 1971) med det formål, at de kommunale myndigheder såvel som Sundhedsstyrelsen kunne overvåge forekomsten af tandsygdomme hos danske børn og unge (Helm, 1973). For de lokale myndigheder, herunder tandplejens ledelse, har systemet haft stor betydning i forbindelse med planlægning og evaluering af den kommunale børne- og ungdomstandpleje (Hansen, 1998, Hansen et al., 2001). Derudover har SCOR dannet grundlag for rapporter fra Sundhedsstyrelsen (Poulsen & Pedersen, 2002, Sundhedsstyrelsen 1985, 2004), og har været anvendt i en lang række forskningsprojekter (Heidmann, 1985, Parner et al., 2001, 2002, Poulsen et al., 2001).

SCOR blev implementeret trinvist på samme måde som den kommunale børne- og ungdomstandpleje. Indtil 1993 var det obligatorisk for kommunerne at indberette alle børn, der var omfattet af den kommunale tandpleje. Fra 1993 reduceredes de obligatoriske indberetninger til at omfatte 5-, 7-, 12- og 15-årige. Reduktionen af de obligatoriske indberetninger blev besluttet af Sundhedsstyrelsen på grundlag af et besparelseskrav. De obligatoriske indberetningstidspunkter er valgt ud fra odontologiske kriterier. En del kommuner (ca. halvdelen) indberetter dog flere – ofte udvalgte – årgange, end de obligatoriske. Der er det samme krav om indberetning i de kommuner,

hvor børne- og ungdomstandplejen foregår på kommunale tandklinikker, som i de kommuner, hvor den foregår på private tandklinikker. SCOR har undergået en række revisioner i årenes løb. Disse er dog foretaget med skyldigt hensyn til ønsket om at sikre kontinuitet i systemet. Den seneste revision samt vejledning i brugen af systemet gældende fra 1/1 2000 findes i en rapport fra Sundhedsstyrelsen fra 1999 (Sundhedsstyrelsen, 1999). Dataindsamlingen foregår på den enkelte tandklinik i forbindelse med de regelmæssige undersøgelser af tandlæge eller tandplejer, og der indberettes én gang årligt. Som baggrundsplysninger registreres CPR-nummer, kommunenummer og undersøgelsesdato. Derudover er der mulighed for at registrere skolekode, klassetrin og (i kommuner, hvor tandplejen foregår på private klinikker) den privatpraktiserende tandlæges sygesikringsydernummer. Registreringerne af de kliniske forhold omfatter følgende:

- Tilstedeværende tænder (tandstatus)
- Caries og caries-følgetilstande (dvs. fyldninger og ekstraktioner)
- Skader efter akutte mekaniske traumer
- Gingivitis ("tandkødsbetændelse") og marginal parodontitis ("parodontose") på 12 udvalgte tænder. Registrering af gingivitis er ikke obligatorisk, og registrering af marginal parodontitis er kun obligatorisk for 12- og 15-årige
- Tandstillingsfejl

For hvert af de ovenfor nævnte kliniske forhold findes der relativt præcist beskrevne kriterier. Der er dog næppe nogen tvivl om, at der kan være forholdsvis store inter-undersøger variationer i fortolkningen af de beskrevne kriterier. En række kommunale børne- og ungdomstandplejer har derfor arbejdet med kalibrering (Klausen & Sander, 2001).

Fundene fra de kliniske undersøgelser noteres på en OCR-blanket (Optical Character Recognition) (Figur 2).

Blanketten er opdelt i flere sektioner:

- NAVN**: Felter til registrering af patientens navn.
- STATUS**: Felter til registrering af patientens status.
- SIGN**: Felter til registrering af patientens signatur.
- ANAMNESE SKEMA D.D.**: Felter til registrering af undersøgelsesdato.
- OVERKÆBE**: Felter til registrering af overkæbets tilstand.
- UNDERKÆBE**: Felter til registrering af underkæbets tilstand.
- personnummer**: Felter til registrering af patientens personnummer.
- kommunenr.**: Felter til registrering af kommunenummer.
- skole**: Felter til registrering af skolekode.
- ydemr.**: Felter til registrering af ydernesnummer.
- STATISTIK**: Felter til registrering af statistiske data.

Figur 2 OCR-blanket, der anvendes til indberetning til SCOR.

Alder beregnes som statusår minus fødselsår (f.eks. er et barn som er født i 1999 og undersøgt i 2004 defineret som 5-årig (2004-1999 = 5 år). OCR-blanketten indsendes fra de kommunale tandplejer til IBM Danmark A/S, Bytoften 1, 8240 Risskov. Her indlæses data, "afluses" og lagres mhp. på senere analyse. Data fra de enkelte indberetningsår ligger lagret separat,

således at det ikke umiddelbart er muligt at udføre individ-baserede longitudinelle analyser. Hen imod kalenderårets slutning melder IBM en deadline for indberetning i det pågældende kalenderår ud til de kommunale tandplejer, og ved slutningen af januar måned (ofte omkring d. 20. januar) modtager hver kommunal tandpleje et tabsæt. Derudover modtager Sundhedsstyrelsen en national total, der lægges ud på Sundhedsstyrelsens hjemmeside. Det tabsæt, de kommunale tandplejer modtager, indeholder 9 standardtabeller. Derudover er der mulighed for at rekvirere en række specielle kørsler, hvilket dog ikke sker særlig ofte. Der findes i øvrigt en brugerhåndbog, som i detaljer beskriver systemet (Sundhedsstyrelsen, 1988).

2.3.2 Anskaffelse

Indledningsvist anmodedes i e-mail af 8. juni 2005 med vedhæftet projektbeskrivelse Sundhedsstyrelsens afdelingstandlæge om tilladelse til at få foretaget et udtræk af SCOR af data for alle 5- og 15-årige i 1994 og 2004. Sundhedsstyrelsen anmodede herefter som dataansvarlig Datatilsynet om tilladelse til videregivelse af data, og i brev af 1. august meddelte Sundhedsstyrelsen, at Datatilsynet havde givet tilladelse til at indhente de ønskede data. Det tog således næsten 2 måneder fra vor anmodning til Sundhedsstyrelsen til vi fik godkendelsen. Dette skyldes angiveligt, "et mindre problem forårsaget af, at sagsnummeret var relateret til embedslægerne", samt at ansøgningen blev behandlet henover en ferieperiode. Projektet rettede herefter henvendelse til IBM A/S, Risskov, der leverede de ønskede data 9. august 2005 i det format, der er vist i bilag B. Prisen for dette var 6.715 kr. Bilag C giver en uddybende beskrivelse af datasættet. Dette format var ikke umiddelbart tilgængeligt for standard statistikprogrammer, hvorfor det blev konverteret til STATA af en programmør. Det kostede 10.000 kr. Det endelige datasæt var klart til analyserne ultimo august 2005.

2.4 BBR-registret

2.4.1 Generelt

Bygnings- og boligregistret (BBR) er et landsdækkende register, der blev oprettet i 1976, som indeholder oplysninger om bygnings- og boligforhold. Registret omfatter udover den almindelige boligmasse ligeledes oplysninger om specielle bygninger, som f.eks. kirker, hospitaler og slotte mv. Registret anvendes både af statslige, amtskommunale og kommunale myndigheder samt af forsyningsselskaber og private virksomheder, som f.eks. ejendomsmæglere, realkreditinstitutter mv. De fleste oplysninger i BBR er gratis og offentligt tilgængelige via den Offentlige Informations Server (www.ois.dk). I forbindelse med masseudtræk, som f.eks. til registersamkøringsprojekter, er det dog nødvendigt at anskaffe udtrækket via en godkendt OIS-datadistributør. En liste over godkendte distributører kan ligeledes findes på www.ois.dk. Det skal bemærkes, at distributørerne opererer med forskellige priser, hvorfor det kan anbefales at kontakte flere forskellige med henblik på en forhandling om udgifterne til dataudtræk fra OIS.

Det er BBR der ligger til grund for beregning af ejendomsvurderingerne, ligesom forsyningsselskaberne anvender BBR i forbindelse med planlægnings- og analyseopgaver og ved fastsættelse af afgifter. Det er Erhvervs- og Byggestyrelsen der har dataansvaret for BBR, men det er kommunernes opgave at ajourføre, opdatere og vedligeholde data. Registret opdateres

løbende via kommunernes inddatering af data bl.a. i forbindelse med byggesagsbehandling. Den enkelte ejer er forpligtet til at rette henvendelse til kommunen såfremt det konstateres, at der er ukorrekte data i BBR. BBR opdateres 5 gange ugentligt og afspejler således de aktuelle forhold i ejendomsmassen i Danmark for så vidt at de indberettede oplysninger er korrekte.

BBR indeholder ikke historiske oplysninger, idet opdateringer i registret erstatter tidligere inddateringer. Dette er fra en miljø- og sundhedsforskningsmæssig tilgangsvinkel uheldigt, idet det derved ikke er muligt fuldt ud at anvende de historiske oplysninger i CPR-registret. Netop dette problem er aktuelt i nærværende projekt, idet adresser, der er registreret i BBR tilhørende en almen vandforsyning, få dage inden dataudtrækket kan have været forsynet fra en privat brønd. Herved vil der opstå fejl i eksponeringen, idet brønde og almene vandværker sjældent indvinder vand fra samme grundvandsmagasin, og dermed kan drikkevandets karakteristika være ændret væsentligt.

BBR er opbygget i tre niveauer, hhv. Ejendom, Bygning og Enhed. Inddelingen skyldes at nogle oplysninger henviser til hele ejendommen, der kan bestå af flere bygninger, hvoraf nogle bygninger kan bestå af flere enheder. Et eksempel herpå kan være en ejendom, der består af en matrikel med bebyggelse på. Bebyggelsen kan være opdelt i en ejendom og nogle garageanlæg. Ejendommen kan inddeles mellem nogle enheder, f.eks. et erhvervslejemål, og en del der er indrettet til beboelse.

2.4.2 Anskaffelse

Anskaffelse af et udtræk af data fra BBR kan foretages af en af de OIS godkendte data-distributører. Nærværende projekt rettede henvendelse til to distributører, idet der var interesse i at finde ud af, om der var harmoniseret prisdannelse på området. De to forskellige distributører kunne levere et landsdækkende udtræk af BBR til hhv. 80.000 og 50.000 kr. Projektgruppen valgte den billige løsning, idet den yderligere indeholdt et udtræk af OIS' adressedata til den samme pris. For beskrivelse af adressedata se nedenstående afsnit (OSAK adresserne).

2.4.3 Databehandling

Databehandling af dataudtræk af den størrelse som CPR, BBR og OSAK kræver stor erfaring, idet mindre fejl kan være svære at opdage, selvom de har omfattende konsekvenser. Derfor valgte projektgruppen at benytte en ekstern konsulent til håndtering af de rå data. Konsulenten importerede alle tre registre fra rå data og lagde data i en database, hvorefter data kunne udtrækkes til brug for projektet herfra. Generering af udtræk fra databasen kan specificeres ud fra udvælgelseskriterier, der henviser til værdier i de enkelte kolonner.

2.5 OSAK adresserne

2.5.1 Generelt

OSAK står for Officielle Standard Adresser og Koordinater. OSAK adresserne ligger ligesom BBR på www.ois.dk, og formålet med OSAK er at sørge for at man ét sted kan finde et adressedatasæt, som de enkelte

kommuner har fastsat. OSAK er genereret som foreningsmængden af adresser registreret i BBR og KRR (Kryds Reference Registret). Hver enkelt adresse i OSAK er forsynet med koordinater, der refererer til det internationale koordinatsystem UTM/ETRS89 og OSAK opdateres ca. en gang om måneden.

OSAK indeholder i alt ca. 2,2 mio. adressepunkter med tilhørende koordinater. Koordinaterne repræsenterer husnumre og ikke boenheder, således vil etageejendomme alene have tilknyttet én koordinat, svarende til én gadedør. Udover koordinater er hvert enkelt adressepunkt refereret til Det Danske Kvadratnet, et standardiseret netværk (grid) dækkende hele Danmark. Kvadratnettet er opdelt i 5 maskestørrelser, hvoraf OSAK refererer til tre, med maskestørrelsen på hhv. 100 meter, 1 km og 10 km. Denne reference kan anvendes i de tilfælde, hvor det ikke har været muligt at tilknytte koordinater til en adresse, hvorved det er muligt at angive en omtrentlig placering af adressen.

2.5.2 Anskaffelse

OSAK adresserne var indeholdt i udtrækket fra BBR.

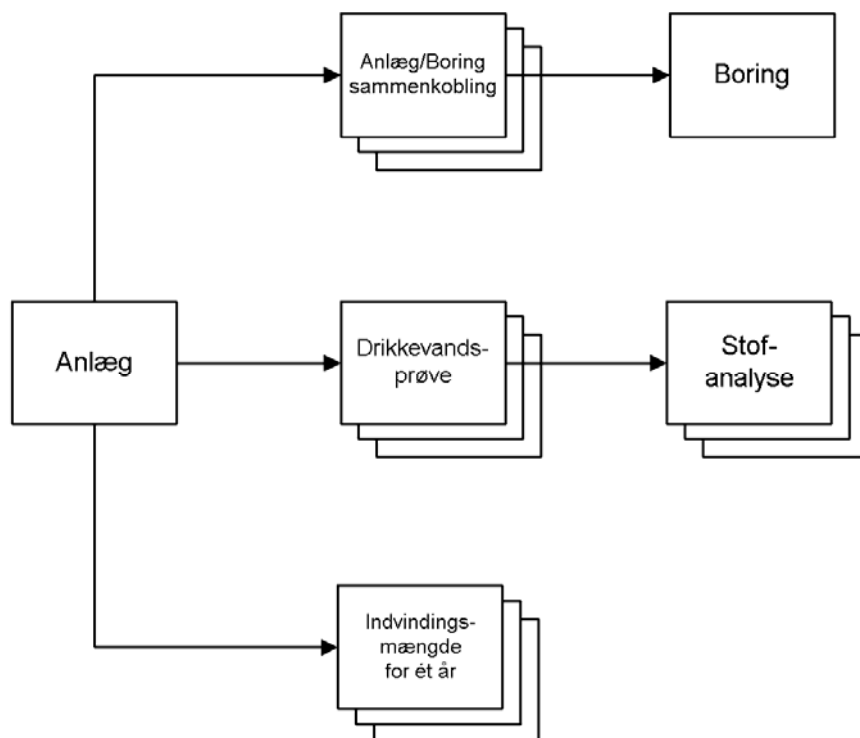
2.5.3 Databehandling

OSAK adresserne ligger i BBR med færdigbearbejdet adressekode, sammensat af kommunekode, vejkode og husnummer.

2.6 Jupiter databasen

2.6.1 Generelt

Jupiter databasen, samler GEUS's data vedrørende borer og drikkevand. De primære enheder i databasen er boring, pejling, grundvandsprøve, indvindingsanlæg og drikkevandsprøve, men langt flere detaljer findes i databasen. Til det aktuelle projekt er det oplysningerne vedrørende indvindingsanlæg og de dertil hørende drikkevandsprøver og indvindingsmængder, der anvendes. Strukturen i de anvendte tabeller er vist på Figur 3.



figur 3 Struktur for anvendt del af Jupiter databasen

Det ses af figuren, at termen "prøve" anvendes om en given prøvetagning af vand. Denne prøve analyseres for et antal stoffer og hver af disse stof-analyser lagres i "analyse", der altså kun rummer et enkelt analyseresultat fra et enkelt stof. Desuden kan der være mange boringer knyttet til et enkelt vandværk. De primære nøgler i Jupiter databasen er boringsnummeret (kaldet DGU-nummer) og anlægsnummeret, men i og med at både boringer og anlæg normalt vil være forsynet med koordinater, vil oplysningerne kunne samkøres med andre databaser gennem en oversættelse af koordinaten til et adressepunkt, matrikelnummer m.m. Disse kan også være eksplicit angivet i databasen, men ofte vil samkøringen ske via en GIS-baseret koordinat-kobling.

I de papirarkiver, der var forløberen for Jupiter-databasen, er der blevet indberettet boringsdata siden 1926, hvor det blev gjort lovpligtigt. Data vedrørende vandindvinding og drikkevandskvalitet er blevet indberettet fra amterne siden ca. 1985. Amterne har samlet data fra de enkelte kommuner (der er tilsynsmyndighed) og har foretaget en årlig indberetning til GEUS. I de senere år er der blevet indført en række automatiske kvalitetskontrol-rutiner, som har sikret en større kvalitet i de data, der fyldes i den centrale Jupiter-database.

2.6.2 Anskaffelse

Da GEUS har deltaget i projektet blev dataudtræk og databearbejdning foretaget af projektgruppen. Ellers ville det have krævet en henvendelse til GEUS med beskrivelse af det ønskede udtræk og en betaling på timebasis for den tid, der blev brugt på at fremstille det.

2.6.3 Databehandling

Den primære samkøring i dette projekt er mellem data vedrørende cariesforekomst og data vedrørende fluoridindhold i drikkevand. Cariesforekomst er knyttet til CPR-numre, som via CPR-registret kan kobles til adresser, og disse kan igen transformeres til adresse-koordinater via OSAK (De Officielle Standard Adresser og Koordinater). Fluoridanalyser er knyttet til et vandværk, og GEUS's Jupiter database har også koordinater for vandværkets fysiske placering. Problemet er så, at der p.t. ikke eksisterer en landsdækkende database eller digitalt kort, der kan knytte en forbindelse mellem et vandværk og de adresser, der forsynes med vand fra dette vandværk.

De enkelte vandværker og vandforsyningsselskaber har selvfølgelig viden om hvilke adresser, de forsyner. Denne viden vil findes på en eller flere af følgende former:

- Et kort over forsyningsområdet på analog eller digital form
- En database med oplysninger (herunder adresse) på de kunder, der skal betale for vandleverance
- En registrering af ledningsnettets opbygning på digital form

Men hvis man skal arbejde med landsdækkende data, vil det være en uoverkommelig opgave at indsamle disse oplysninger fra flere tusind vandværker.

Når der ikke allerede er etableret en landsdækkende database eller digitalt kortværk over forsyningsområderne, hænger det sandsynligvis sammen med, at datasammenhængen kan være temmelig kompliceret. I større byers vandforsyninger kan der indgå flere vandværker, hvis vand kan sammenblandes i vandtårne, højdebeholdere o. lign. inden levering til forbrugeren. Der kan også foregå import og eksport af vand mellem vandværker. I dette projekt beskæftiger vi os kun med kvaliteten af drikkevandet ved afgang fra vandværk, men hvis man ønskede at identificere hvilke konkrete borer og hvilke grundvandsmagasiner en given forbrugers vand stammer fra, ville sagen blive yderligere kompliceret. Det vil vi dog ikke komme nærmere ind på her.

Det komplicerede billede kan eksemplificeres med Københavns Energi's (KE) vandleverancer. Udover Københavns kommune er der 17 omegnskommuner, der dækker en større eller mindre del af deres vandforbrug med vand fra KE. I disse 17 kommuner befinder sig 12 % af Danmarks indbyggere og husstande. Uden at vi har sikker viden om det, vil vi antage, at den enkelte forbruger ikke på sin vandregning kan se, hvor vandet kommer fra, og at det importerede vand ofte vil blive blandet med kommunens egenindvundne vand.

2.7 SKAT data

2.7.1 Generelt

SKAT har leveret dataudtræk til projektet fra registreringen af indkomst for indkomståret 2004. Registreringen hos SKAT er alene beregnet til skatteformål og henvendelsen fra nærværende projektgruppe er behandlet som en special-sag i SKAT. Data i SKAT indeholder alle for SKAT relevante oplysninger, hvilket i realiteten vil sige alle oplysninger der forekommer på selvangivelsen og årsopgørelsen. Anvendelse af skatteoplysninger i

forskningsprojekter er traditionelt baseret på skatteoplysninger registreret ved Danmarks Statistik, men nærværende projekt valgte at anvende data fra SKAT dels på grund af prissætningen hos Danmarks Statistik og dels på grund af muligheden for tilknytning af CPR-numre og efterfølgende videre bearbejdning af projektgruppen, hvilket ikke er muligt med Danmarks Statistiks data.

2.7.2 Anskaffelse

Henvendelsen vedrørende anskaffelse af data fra SKAT er behandlet af SKATs kontor for Borgerservice. Derudover er henvendelsen bedømt af SKATs juridiske kontor men henblik på vurdering af det juridiske aspekt af udlevering af personfølsomme data. Ligesom ved de andre personfølsomme registre var en godkendelse af projektet ved Datatilsynet, samt en projektbeskrivelse tilstrækkeligt til at blive godkendt som modtager af data. Prisen for data ligger ikke fast, da SKAT meget sjældent modtager denne type af henvendelse. Derfor vil prisen for et udtræk være baseret på en konkret vurdering af tidsforbruget i forbindelse med sagsbehandling og generering af udtræk. Udtræksfilen er genereret på baggrund af match med en indsendt liste over CPR-numre der indgår i undersøgelsen. Data leveres på cd.

2.7.3 Databehandling

Den genererede udtræksliste af CPR-numre blev defineret som alle CPR-numre, der er bosiddende på den samme adresse, som en person der indgår i undersøgelsen. Den oprindelige mening var at husstandsindkomst skulle defineres som den samlede indkomst af alle personer bosiddende på samme adresse, som en person der indgår i undersøgelsen. Dette viste sig imidlertid uhensigtsmæssigt, idet enkelte adresser havde over 500 beboere på samme adresse, hvorved den samlede husstandsindkomst tydeligvis ikke ville kunne anvendes som proxy for socialstatus. I stedet defineredes husstandsindkomst som den samlede skattepligtige indkomst for personer bosiddende på samme adresse som børnene i undersøgelsen, og som samtidig er registreret som forælder til barnet i CPR-registret.

Definitionen af adresse (bo-enhed) er her udvidet fra definitionen af den normale adressekode i adresseregistret, idet adressekoden er defineret som en administrativ kode, der anvendes til gadedørsniveau, mens den udvidede adressekode udover kommunekode, vejkode og husnummer indeholder etageangivelse og sidedør. Denne udvidede adressekode kan derved anvendes i de tilfælde, hvor der er flere bo-enheder (f.eks. lejligheder) til den enkelte adressekode (gadedør).

3 Metoder

Der er foretaget en registerbaseret samkøring af data fra forskellige dataholdere. Data er blevet oprenset for fejl og mangler, idet CPR-registret anvendtes som reference. CPR-registret blev anvendt som reference, da disse data anses for meget fuldstændige med hensyn til registrering af enkeltpersoner. I forbindelse med samkøring af data ville alene data for personer (CPR-numre) der ikke var registreret i CPR-registret dermed udgå af undersøgelsen. Data, hvor der ikke kunne matches f.eks. fra SCOR-registret, eller hvor der var ufuldstændige oplysninger om f.eks. bopæl i CPR-registret, registreredes i de samkørte data med specielle koder, således at det var muligt at analysere bortfaldet opdelt på forskellige typer af matchnings-fejl.

3.1 Anvendelse af GIS ved registersamkøringer

Det er enklest at foretage registersamkøringer på basis af nøglefelter som f.eks. CPR-nummer, adressekode, matrikelnummer, kommunenummer - men nogle gange er der ikke mulighed for det. I disse tilfælde kan man ofte skabe forbindelsen vha. GIS (Geografiske Informations Systemer). Traditionelt vil GIS blive opfattet som et system til kortfremstilling. Men en mindst lige så vigtig egenskab ved GIS er muligheden for at foretage beregninger med et geografisk eller stedmæssigt indhold. Mange fænomener vil have et stedmæssigt aspekt, som ved hjælp af disse beregningsmuligheder kan resultere i en sammenkobling. Hvis man f.eks. kender koordinaterne til en vandboring vil man kunne beregne i hvilken kommune eller på hvilket matrikelnummer den ligger - eller hvilket adressepunkt der er nærmest, og hvor langt der er hen til det.

Men også GIS-systemernes visuelle side – kortfremstillingen – kan være nyttig i arbejdet med registersamkøring. Visning af resultater på kortform kan være effektivt til kvalitetskontrol, til at opdage nye sammenhænge – og til præsentation af resultaterne i sidste ende.

3.2 Afgrænsning

Projektet samkører data der henviser til personer født i årene 1979, 1989 og 1999. For disse tre årgange samkøres data vedrørende tandstatus ved hhv. 5 og 15 års alderen som illustreret i nedenstående Tabel 1, idet indberetning af tandstatus i disse aldersgrupper er obligatorisk.

Tabel 1 undersøgelsespopulation defineret ved fødselsår

	1979	1989	1999
Tandstatus v. 5 års alder		X	X
Tandstatus v. 15 års alder	X	X	

Samkøringen af data begrænser sig til adresser med vandforsyning fra almene vandværker. Denne afgrænsning er foretaget, idet oplysninger om fluorid i drikkevandsboringer er meget sporadiske for private boringer eller brønde. Opdelingen mellem vandforsyninger på de enkelte adresser er foretaget ud fra

BBR registret, hvori der forefindes oplysninger om enkeltejendommens vandforsyningsforhold.

3.3 SCOR

I undersøgelsen anvendes en række forskellige cariesindices som er beskrevet i Tabel 2.

Tabel 2 Beskrivelse af de i undersøgelsen anvendte cariesindices

Cariesindeks	Betydning	SCOR-koder
DMFS	Antal permanente tandflader (alle tænder) med "carieserfaring", hvorved forstås såvel behandlede (dvs. fyldte eller ekstraherede) som ubehandlede cariesangreb	1,2,4,5,6
dmfs, alle primære tænder	Antal primære tandflader (alle tænder) med "carieserfaring", hvorved forstås såvel behandlede (dvs. fyldte eller ekstraherede) som ubehandlede cariesangreb	1,2,4,5,6

For de aldersklasser, vi har analyseret, har Sundhedsstyrelsen defineret et cut-off punkt for 5-årige på 4 dmfs, i sin beskrivelse af de operationelle tandsundhedsmål, der skulle være opfyldt i 2005 (Sundhedsstyrelsen 1985). For de øvrige aldersklasser har vi selv defineret et cut-off punkt ud fra fordelingerne.

Tabel 3 Cut-off punkter for variable

Variabel	Cut-off punkt
dmfs	5
DMFS	6

3.4 Jupiter databasen

Som tidligere beskrevet eksisterer der p.t. ikke en landsdækkende database eller et digitalt kort, der kan knytte en forbindelse mellem et vandværk og de adresser, der forsynes med vand fra et vandværk.

Da vi i projektgruppen ønskede at foretage den faglige analyse af sammenhængen mellem caries og fluorid på trods af denne mangel, har vi forsøgt at benytte en alternativ metode til at sammenkoble registrene.

3.4.1 Udvalgelse og kvalitetskontrol af data

Der foretages en udvælgelse af data til dette projekt. Nogle kriterier giver sig selv ud fra projektets formål - andre er blevet føjet til for at sikre en bedre datakvalitet. Problemer med dårlig datakvalitet er altså til dels løst ved at udelukke nogle data fra analysen. Men der er dog også foretaget rettelser i databasen som resultat af den manuelle kontrol.

3.4.1.1 Anlægstype

Databasen indeholder data fra alle typer indvindingsanlæg: vandværker, markvandingsanlæg, industrianlæg, gartnerivanding, bortledning af vand m.m. Til det aktuelle formål er det kun data fra anlæg, der er klassificeret som

"Offentligt fællesanlæg", "Privat fællesanlæg" eller "Vandforsyning husholdning, 3-9 husstande", der anvendes. Desuden er vi kun interesseret i analyser for stoffet fluorid. Da de børn, der indgår i undersøgelsen, tidligst er født i 1989, anvendes kun analyser fra 1989 og frem.

3.4.1.2 Afskæring af periode

I de seneste år er proceduren for indberetning af drikkevandsdata fra amterne til GEUS blevet kraftigt automatiseret og forbedret. Der foregår en ret omfattende kvalitetskontrol af data - både som kontrol af den enkelte indberetning og som en sammenligning med tidligere indberettede data fra det samme anlæg. Resultatet er, at datakvaliteten i dag er betydelig bedre end tidligere. Det betyder så også, at der kan sikres en bedre datakvalitet ved at lade de ældste analyser udgå af undersøgelsen. Dette bør dog ikke gøres, hvis netop prøvetagningsåret er af betydning for fluoridværdien. For at undersøge dette, er såvel årsvariationen som den regionale variation i værdierne analyseret - som regioner er her valgt amterne.

3.4.1.3 Boringsdybde og fluorid

I sammenhæng med afskæring af dataperioden blev det i projektgruppen diskuteret, om der kunne påvises en sammenhæng mellem dybden af en indvindingsboring (eller mere præcist det dybdeinterval hvorfra der indvindes vand) og fluoridindholdet. Den eksisterende tendens til at lave dybere indvindingsboringer kunne i så fald bevirke en generel ændring i vandets fluoridindhold.

Denne sammenhæng er blevet undersøgt ved at anvende oplysningerne om hvilke boringer, der er tilknyttet et vandværk – og Jupiter databasens øvrige oplysning om dybde og filtersætning af disse boringer. Til de 3000 anlæg i dataudtrækket er der knyttet ca. 13.000 boringer. Hvis et anlæg har flere boringer tilknyttet sættes "anlægsdybden" til den dybeste filterbund eller (i mangel af filteroplysninger) største boringsdybde blandt boringerne. Sammenhængen mellem dybde og fluorid kan nu undersøges på landsplan, men da vi jo ved, at der er store regionale forskelle på fluoridindholdet, er sammenhængen også undersøgt i 8 kommuner med mange anlæg – fordelt ud over landet.

3.4.1.4 Skift i anlægs-identifikation

Det er en anden kilde til fejl i databasen, at det identifikationssystem, der benyttes for anlæg ved indberetningen, er temmelig uhensigtsmæssigt. Det udgøres nemlig af flere oplysningsfelter (kommunenummer, anlægstype, løbenummer og undernummer), hvoraf især anlægstypen også er informationsbærende. Hvis anlægstypen for et anlæg ændres - som følge af en reel ændring eller som følge af en ny tolkning - så ændres anlæggets identifikation også. Det er et led i den nuværende indlæsningsprocedure på GEUS, at et anlæg med en ny identifikation forsøges matchet med tidligere indberettede anlæg efter forskellige regler. Men hvis der ikke er tilstrækkelig med oplysninger til at fastslå, at der er tale om det samme anlæg, vil de ikke blive sammenlagt. Dette er først og fremmest et problem, hvis man vil arbejde med tidsserier for et enkelt anlæg, og derfor ikke så vigtigt ved den aktuelle undersøgelse. Det giver dog noget "mudder" i statistikberegningen, men ved at begrænse dataperioden til 1994-2004 begrænses også størrelsen af dette problem (se afsnit 4.1.1.2).

Den nærhedsanalyse, der er omtalt i afsnittet om håndtering af usikkerheden i de producerede kort, kan benyttes til at minimere problemet yderligere.

3.4.1.5 Manglende koordinater

Ca. 3 % af de anlæg, der skulle med i undersøgelsen, manglede oplysninger om vandværkets placering. For store anlæg er denne oplysning måske heller ikke så interessant, da både indvindingsboringer og forsyningsadresser kan ligge langt væk, men for mindre anlæg vil den være relevant. For en del af disse kan man ud fra oplysningerne om tilhørende boringer benytte en af disse bornings koordinat. De øvrige anlæg uden koordinater er blevet forsynet med skønnede koordinater ud fra adresseoplysninger o. lign. - men kun for de, der har en stor indvinding.

Som en ekstra koordinatkontrol undersøges det, om det kommunenummer, der angiver anlæggets administrative tilhørsforhold også stemmer med nummeret på den kommune, som koordinaterne angiver. I 55 tilfælde var de ikke ens - men det behøver ikke at være en fejl. Alle er undersøgt og kun 3 fejl blev fundet og rettet.

3.4.1.6 Indvindingsoplysninger

For at kunne vurdere betydningen af vandforsyningen fra det enkelte anlæg udtrækkes også de tilgængelige indvindingsoplysninger.

3.4.1.7 Få analyser til anlægget

I gennemsnit vil der være 11 analyser af fluorid for et anlæg i perioden 1994-2004. Dette tal dækker dog over udsving fra 1 til 127. Hvis der for et givet anlæg er under 5 analyser - og der tillige er under 5 år mellem den ældste og den nyeste - bliver datagrundlaget anset for at være for tyndt, og anlægget udgår af datamaterialet. Forinden er der dog lavet en række test, for at analysere om disse anlæg ikke har markante anderledes fluoridværdier end de øvrige i deres omegn. Fjernelsen af dem vil derfor ikke betyde en ændring af fluoridforholdene - blot en forenkling af kortet.

3.4.1.8 Sammenfatning af udvælgelseskriterier

Kriteriet for at et anlæg kan indgå i materialet kan nu sammenfattes således:

1. Det skal være et anlæg til fælles vandforsyning
2. Der skal findes mindst 2 fluoridanalyser i perioden 1994-2004 - og hvis der er under 5, skal der mindst være 5 år mellem den ældste og den nyeste
3. Der skal findes mindst ét indvindingstal i perioden 1994-2004
4. Der skal være koordinater til anlægget eller tilknyttede boringer

3.4.2 Lokal statistisk bearbejdelse

For de anlæg og analyser, der opfylder de ovennævnte kriterier, gennemføres følgende indledende statistisk bearbejdning: Data aggregeres på anlægsniveau. Der udregnes medianen af de tilhørende fluoridanalyser og gennemsnittet af de tilhørende indvindingstal.

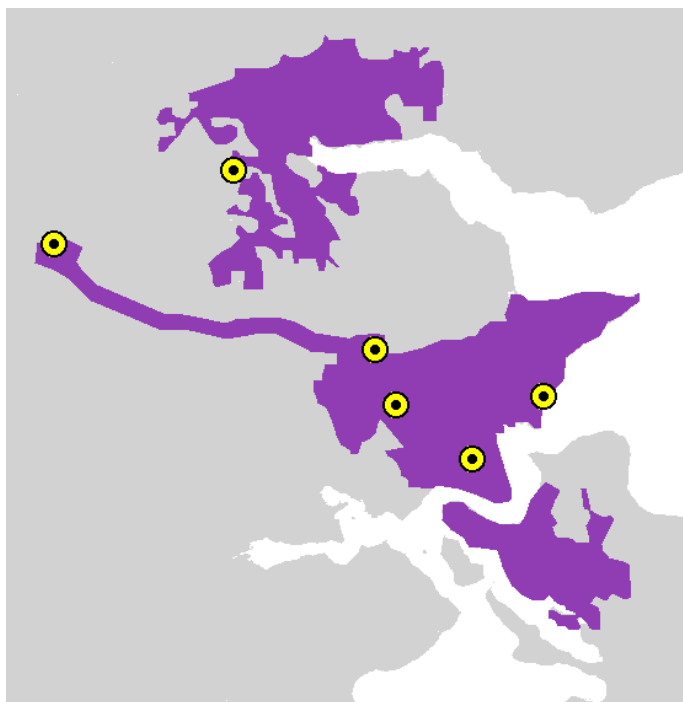
3.4.3 Fremstilling af teoretisk forsyningskort

Der er fremstillet et teoretisk forsyningskort i 2 udgaver. Begge er fremstillet ud fra identisk datagrundlag, men er forskellige derved, at kun det ene inddrager vandværkets indvindingsmængde.

Det var oprindeligt tanken, at inddrage konkrete forsyningsplaner i områder hvor der var en sådan usikkerhed. For en række af de største vandforsyninger er der fundet sådanne oplysninger - dog ikke på digital form. De introducerer dog nye metodiske problemer. For Københavns Energis (KE) vedkommende findes oplysninger om hvilke kommuner, der leveres til, og hvor stor en del af

Som det ses, er der tale om et meget sammensat område, hvis udbredelse bl.a. er bestemt af placeringen af kildepladser (midt i Egtved kommune) og samspillet med andre forsyningsselskaber (Børkop kommune ikke med).

35



Figur 5 Placering af de 6 TRE-FOR vandværker fra Jupiter databasen i forhold til forsyningsområdet

Disse værker har forskellig størrelse – indvinder mellem 4.000 og 2.5 mil. m³ vand om året – og deres vand vil sandsynligvis ofte blive blandet sammen før levering til forbrugerne. Hvis fluoridindholdet i det leverede vand var meget forskelligt værkerne imellem, ville denne forsyningsstruktur være med til at forøge usikkerheden i vores cariesundersøgelse. I dette tilfælde ligger det gennemsnitlige fluoridindhold mellem 0,13 og 0,19 mg/l for de 6 værker, og det har reelt, i forhold til den aktuelle problemstilling, ingen betydning, men andre steder i landet kan der være større forskelle i vandet fra forskellige værker i samme forsyningsselskab.

Den udgave af forsyningskortet, der ikke inddrager oplysninger om indvindingsmængde, er fremstillet ved en simpel opdeling af hele Danmarks areal, således at ethvert punkt tilknyttes det anlæg, der er tættest på (kaldet Thiessen-polygoner).

I den anden udgave (kaldet det cirkulære kort) opdeles anlæggene i kategorier efter deres gennemsnitlige årlige indvindingsmængde. Der bygges herefter på følgende principper/antagelser:

- Vandet benyttes i nærheden af vandværket
- Nærhedskriteriet har størst vægt for små vandværker
- Arealet af forsyningsområdet er proportionalt med indvindingsmængden
- Arealberegningen er forskellig for landområder og byområder
- En husstand bruger ca. 120 m³ pr år

Anlæggene opdeles i byanlæg og landanlæg på grundlag af deres placering i forhold til et GIS-tema med byomrids. Der skønnes herefter en forsyningsradius for hver indvindingskategori – og for nogle kategorier er den forskellig for hhv. by og land. Herefter beregnes ved hjælp af GIS-procedurer i første omgang et sæt cirkulære forsyningsområder for hver af de enkelte kategorier. Hvis to eller flere vandværker i samme kategori ligger tættere på hinanden end den anvendte forsyningsradius fordeles deres områder vha.

Thiessen-polygoner (se ovenfor). De beregnede forsyningsområder for alle kategorier samles herefter på en måde, som prioriterer de små anlægs områder højest. Dvs. at hvis et punkt falder inden for den forholdsvis lille forsyningsradius for et lille vandværk, så anses dette punkt som hørende til det lille vandværk – uanset om punktet også faldt inden for et større vandværks forsyningsradius. Ved denne metode vil der også blive enkelte områder af landet, som ikke tilknyttes til et vandværk, men det vil oftest være områder med få adresser. En undtagelse er f.eks. det sydvestlige Lolland, hvor indvindingsforholdene er meget vanskelige og der følgelig ikke er placeret nogen vandværker. Adresser i disse områder vil udgå af undersøgelsen.

3.4.4 Håndtering af usikkerheden i de producerede kort

Det fremgår af de automatisk producerede forsyningskort, at variationen i fluoridindholdet i vand fra tætliggende vandværker kan være stor i nogle områder. Mens den præcise placering af den beregnede afgrænsning af det enkelte vandværksforsyningsområde ikke er så vigtig i de områder, hvor fluoridindholdet viser stor regional stabilitet, vil betydningen af en forkert beregnet forsyningsgrænse være stor i de områder, hvor fluorid indholdet viser stor lokal variation. For at få et kvantitativt udtryk for denne usikkerhed er følgende beregning udført: Ved hjælp af en GIS-analyse identificeres for hvert anlæg de 4 anlæg, der ligger tættest på (i luftlinie). Median-fluoridværdierne fra disse anlæg hentes og sammenstilles med anlæggets egen værdi. Blandt disse 5 værdier findes den højeste og laveste og forskellen på disse udregnes. Størrelsen af dette tal vil være et kvantitativt udtryk for usikkerheden af forsyningskortet i det pågældende vandværks forsyningsområde. Eksempelvis vil et vandværk, hvis fluorid-værdi ligger markant over de nærliggende vandværkers, bevirke, at både dets eget og nabovandværkernes forsyningsområde bliver markeret som usikre områder. Vi har overvejet, om denne værdi (som jo er en forskel i mg/l) burde sættes i forhold til det absolutte niveau af vandværkets fluoridværdi (eller gennemsnittet af de 5 værdier) og dermed udtrykkes i procent. Dette ville dog bevirke, at områder med meget lave fluoridværdier vil have meget større risiko for at blive betegnet som usikre områder - og det passer dårligt med den eksisterende viden om fluorids betydning for caries. Vi har derfor valgt at benytte den absolutte forskel som "sikkerhedsindikator". Vi vil herefter undersøge om den fundne sammenhæng mellem fluorid og caries viser sig mere markant i kortets sikre områder end i de usikre. Antagelsen er her, at den høje risiko for at en adresse knyttes til et anlæg med en markant anderledes fluoridværdi end det anlæg, som i virkeligheden forsyner adressen, vil bevirke en sløring af sammenhængen. Se i øvrigt beskrivelsen af den statistiske bearbejdning.

3.4.5 Videre anvendelse og samkøring af fluorid-data

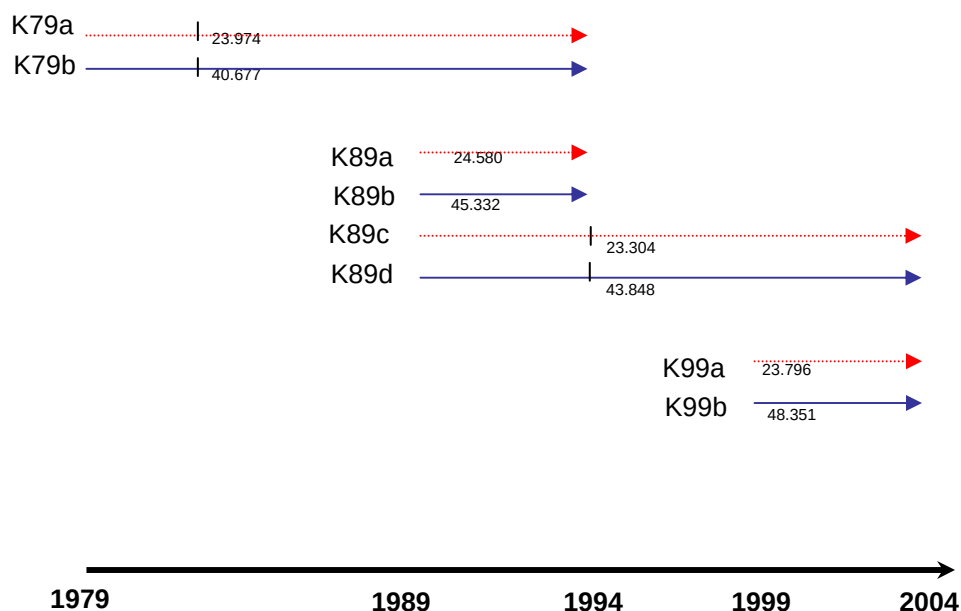
Det endelige resultat af databearbejdningen af fluoriddata fra GEUS's Jupiter database er altså et digitalt kort, der opdeler det danske landområde i små polygoner, hvortil der er knyttet attributter om fluoridindholdet i vandet fra et nærliggende vandværk. Den primære attribut er medianværdien af fluoridindholdet for analyserne fra de sidste 10 år. Ved en simpel GIS-operation, kan alle adressepunkter med cariesoplysninger få overført fluoridoplysningerne fra kortet. Den derved dannede kombinationstabel er basis for den videre statistiske analyse.

3.5 Dataanalyse

Der er udtrukket data til i alt 4 kohorter, defineret ved fødselstidspunkt og opfølgningsslængde. Kun forløb, hvor der er oplysning om bopæl i hele forløbet samt oplysninger om SCOR data indgår. Hver kohorte er dels analyseret for alle deltagere (de fuldt optrukne, blå pile), dels alene for den undergruppe, der har haft samme bopæl i hele perioden (de stiplede, røde pile), og hvor eksponeringen (fluoridindholdet) derfor må antages at være ens gennem hele perioden. Data er skitseret i nedenstående Figur 6, hvor kohorternes størrelse ligeledes er angivet.

For en af kohorterne, K89c, blev der endvidere udarbejdet et datasæt med mere detaljerede eksponeringsoplysninger med henblik på at vurdere betydningen af nøjagtigheden af vandforsyningstildelingen (se afsnit 3.4.4).

For kohorter med 15 års opfølgning (K79a og b, K89c og d) benyttes som outcomemål carierede, ekstraherede på grund af caries og fyldte flader på permanente tænder (DMFS), på kohorter med 5 års opfølgning (K89a og b, K99a og b) antallet af carierede, ekstraherede på grund af caries og fyldte flader i primære tænder (dmfs).



Figur 6 Undersøgte kohorter, benævnt efter fødselsår. Stiplede linier er kohorter med samme bopæl i hele undersøgelsesperioden, ustiplede linier kohorter med kendt, men ikke nødvendigvis samme, bopæl i hele perioden. Den lodrette streg angiver påbegyndelse af opfølgning for permanente tænder. Pilehoved angiver SCOR-måling. Tallet under hver kohorte angiver antal i kohorten

Fra CPR-nummeret blev udtrukket oplysning om køn.

Husstandsindkomsten 2004 er angivet for alle deltagere, men afspejler for 79 kohorterne forhold for den voksne (25-årige) frem for økonomiske forhold under opvæksten. Husstandsindkomsten er analyseret, men præsenteres ikke, da de ikke umiddelbart kan tolkes.

Data er konverteret til STATA format med brug af oversættelsesprogrammet StatTransfer version 7.

Alle analyser er foretaget i STATA version SE 8.2.

Kohorterne er defineret i CPR-registret, men en del personer er flyttet mellem forskellige adresser i perioden. Enkelte er i kortere eller længere perioder ikke tilknyttet identificerbare adresser, og da eksponeringen for fluorid derfor ikke har kunnet fastlægges, er disse udgået af kohorten. De resterende medlemmer af kohorten har alle fuldstændige adresseoplysninger. Der er beregnet et fluorideksponeringsniveau af adressens fluoridkoncentration og den tid personen har boet på den enkelte bopæl². Kohorterne er underinddelt efter om de har boet samme sted i hele eksponeringsperioden (fastboende), hvorved de har været eksponeret for samme fluoridkoncentration.

Fluoridkoncentrationen er opdelt i 5 grupper, defineret med arbitrære grænser. For husstandsindkomst er data i hver kohorte opdelt i 4 lige store grupper, hvorved grænserne mellem grupperne i kohorterne er blevet forskellige. Begrundelsen herfor er dels, at husstandsindkomstens fordeling er meget forskellig fra kohorte til kohorte og dels at benyttelsen af faste grænser mellem grupperne derfor vil medføre at nogle grupper bliver meget små. Det er vurderet, at dette ikke har betydning for tolkningen, idet projektets fokus ikke har været på sociale forskelle.

Der er flere målinger for fluoridkoncentrationen. Analyserne er udarbejdet med såvel mediane målinger i det cirkulære kort som i Thiessen kortet, men resultaterne har været stort set ens, hvorfor kun resultater med cirkulære kort præsenteres.

Der er primært foretaget en vurdering af de enkelte variables fordeling i hver af kohorterne, dernæst en visuel undersøgelse af sammenhængene mellem variablene, efterfulgt af testning hvor det har været relevant.

Fordelingerne af især outcome og eksponeringsmålene er ikke Gaussiske, og der er derfor primært benyttet non-parametriske tests for henholdsvis trends (nptrend) og grupperinger (Kruskall-Wallis).

Endelig er den multivariate sammenhæng vurderet i en logistisk regressionsanalyse. I analyserne er udfaldsvariablen dikotomiseret svarende til henholdsvis medianen og til niveauer, vurderet som klinisk relevante. Alle logistiske regressionsmodeller er efterfølgende testet med Hosmer-Lemeshow test.

² I princippet $(\text{fluoridkoncentration}_a \times \text{tid}_a) + (\text{fluoridkoncentration}_b \times \text{tid}_b) + \dots + (\text{fluoridkoncentration}_n \times \text{tid}_n)$

4 Resultater

4.1 Resultater af samkøring af registerdata

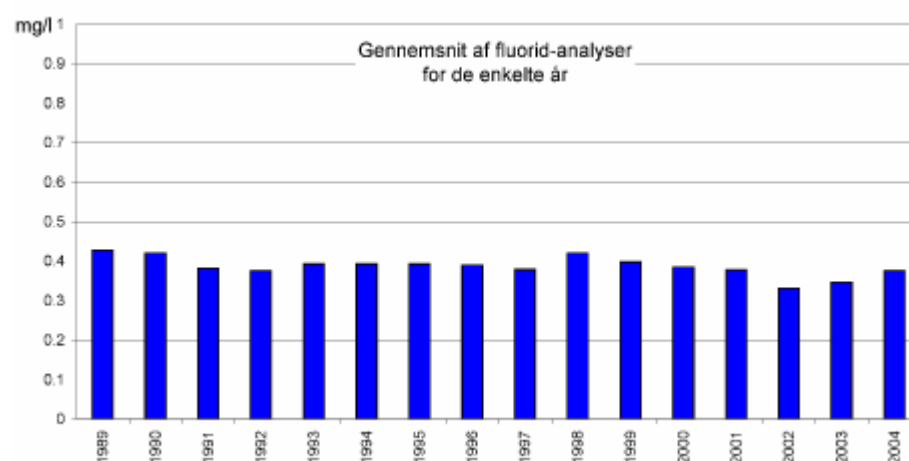
4.1.1 Resultater af analyser af fluoridindhold i drikkevand (Jupiter databasen)

4.1.1.1 Anlægstype

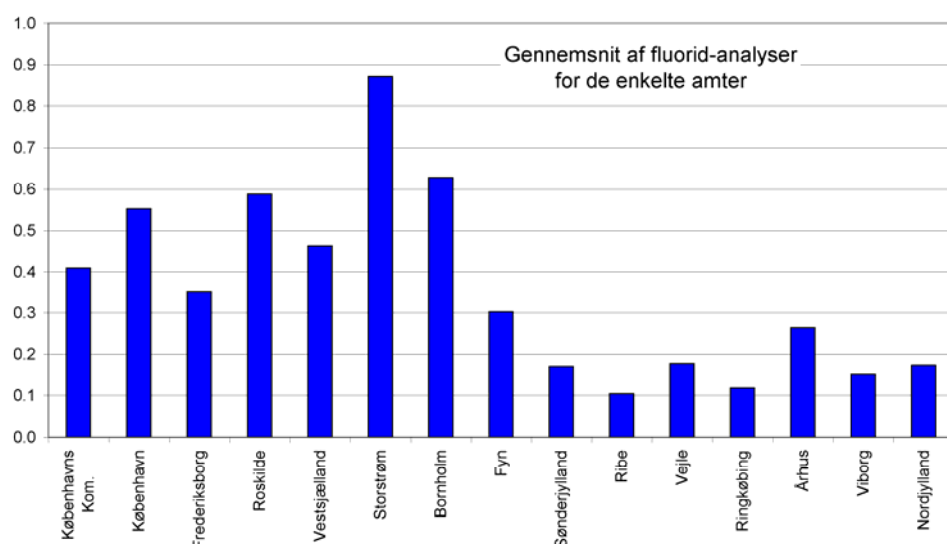
Til det aktuelle formål anvendtes kun data fra anlæg, der var klassificeret som "Offentligt fællesanlæg", "Privat fællesanlæg" eller "Vandforsyning husholdning, 3-9 husstande".

4.1.1.2 Afskæring af periode

Da de børn, der indgik i undersøgelsen, tidligst var født i 1989, anvendtes tillige kun analyser fra 1989 og frem. I alt indeholdt databasen ca. 50.000 sådanne analyser - fordelt på ca. 4.000 anlæg. For et enkelt år var der ca. 3.000 analyser. Resultaterne af analyserne af såvel årsvariationen som den regionale variation i fluoridværdierne ses på Figur 7 og 8. Som regioner er her valgt amterne.



Figur 7 Gennemsnit af fluorid-analyser for de enkelte år

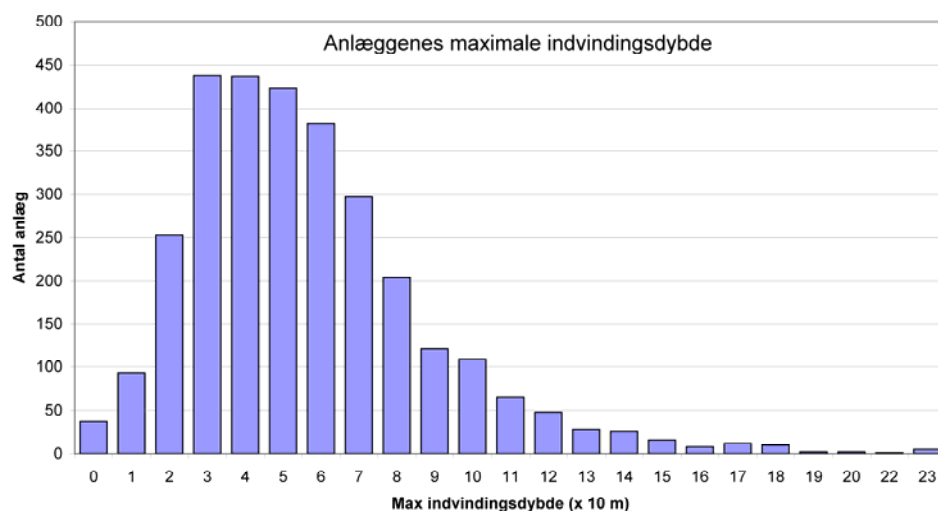


Figur 8 Gennemsnit af fluorid-analyser for de enkelte amter (1989-2001)

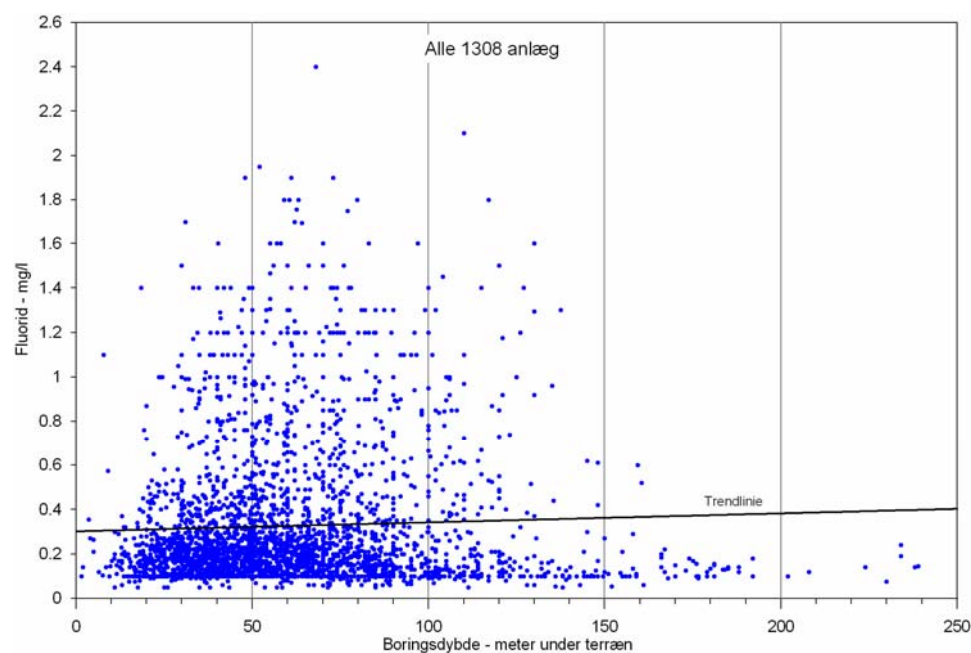
Det ses, at den regionale variation er betydelig større end den temporale, som er næsten lig med nul. Derfor skønnedes det forsvarligt at lade analyserne fra perioden 1989-1993 udgå i registersamkøringen. Dermed forsvandt også de mest ekstreme fluoridværdier, som sandsynligvis har været fejl.

4.1.1.3 Boringsdybde og fluorid

Figur 9 viser fordelingen af "anlægsdybden" og Figur 10 sammenhængen mellem dybde og fluorid for alle anlæg. Der kunne ikke påvises nogen signifikant sammenhæng mellem dybden af en indvindingsboring og fluorid-indholdet.



Figur 9 Anlæggenes maksimale indvindingsdybde



Figur 10 Sammenhæng mellem indvindingsdybde og fluoridkoncentrationen for hele landet

4.1.1.4 Skift i anlægs-identifikation

Nærhedsanalysen viste, at der var ca. 100 anlæg hvor afstanden til det nærmeste anlæg var under 100 meter – og mange af disse havde afstanden 0. Dette er et indicium på, at der i virkeligheden var tale om det samme anlæg. Disse anlæg blev undersøgt nærmere manuelt m.h.t. stamoplysninger og indvindingstal. Som resultat af dette kunne 59 anlæg slettes på grund af sammenfald.

4.1.1.5 Indvindingsoplysninger

For 150 anlægs vedkommende fandtes der ingen indvindingstal, selv om der forelå en analyse. Det virker underligt, at der tages en analyse fra et anlæg, der ikke producerer vand, så der er muligvis tale om fejl i indsamlingen eller indberetningen af data. Men de 150 anlæg udgik af materialet.

4.1.1.6 Få analyser til anlægget

For 426 anlægs vedkommende gjaldt, at der var under 5 analyser og under 5 år mellem den ældste og den nyeste analyse. Datagrundlaget blev derfor anset for at være for tyndt, og anlægget udgik af datamaterialet.

4.1.1.7 Sammenfatning af udvælgelseskriterier

Kriteriet for at et anlæg kunne indgå i materialet kan sammenfattes således:

1. Det skulle være et anlæg til fælles vandforsyning
2. Der skulle findes mindst 2 fluorid-analyser i perioden 1994-2004 – og hvis der er under 5, skal der være mindst 5 år mellem den ældste og den nyeste
3. Der skulle findes mindst ét indvindingstal i perioden 1994-2004
4. Der skulle være koordinater til anlægget eller tilknyttede borer

De oprindelige 4.000 fælles vandforsyningsanlæg med 50.000 analyser fra 1989-2004 bliver herved reduceret til 3.000 med tilsammen 34.000 analyser.

4.1.1.8 Lokal statistisk bearbejdelse

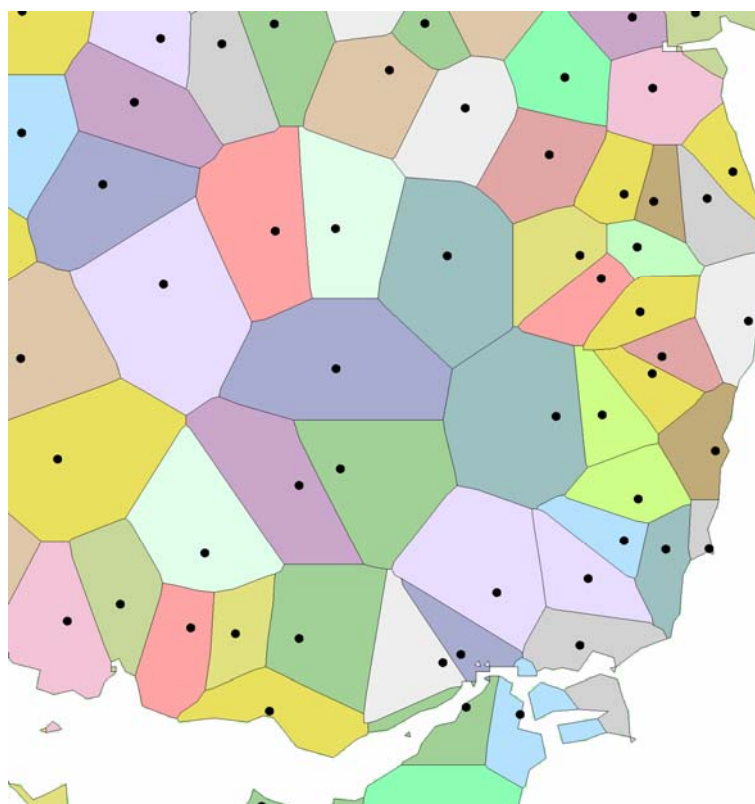
Ca. 10 % af de fluorid-analyser, der var udvalgt, havde et analyseresultat på formen "< x.x", heraf langt de fleste med resultatet "< 0,1", som er et udtryk

for, at der med den anvendte analysemetode ikke kan påvises fluorid - og at metodens detektionsgrænse er 0,1mg/l. Det er et generelt problem, hvordan man skal behandle denne type resultater i den statistiske bearbejdning. I dette tilfælde indgik de med detektionsgrænsen (altså f.eks. 0,1), og det betød, at de anvendte gennemsnitsværdier blev højere, end de reelt skulle være.

4.1.1.9 Fremstilling af teoretisk forsyningskort

Udsnit af de to udgaver af et teoretisk forsyningskort er afbilledet i Figur 11 og Figur 12.

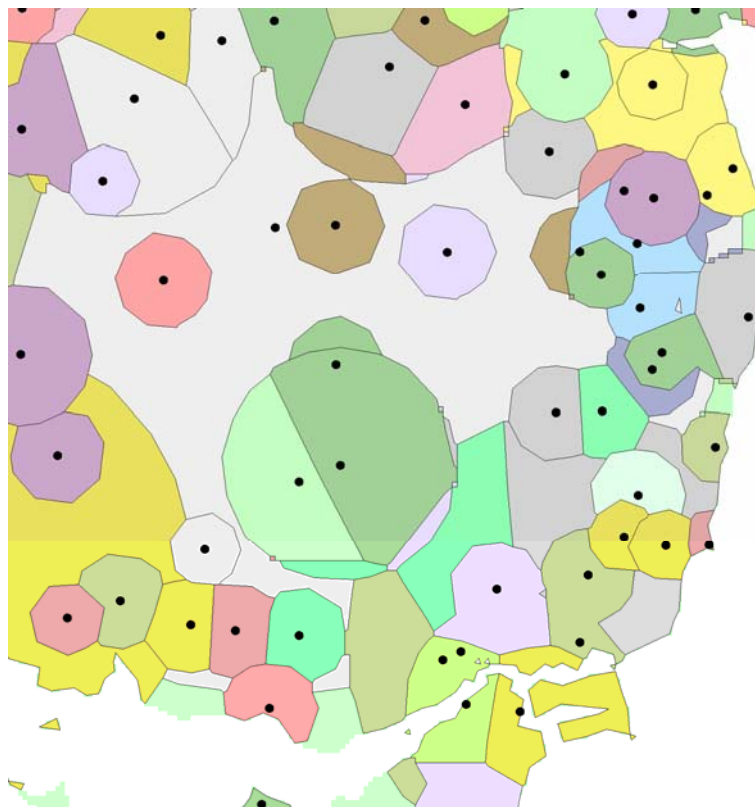
Figur 11 viser udsnit af en udgave, der ikke inddrog oplysninger om indvindingsmængde, og som blev fremstillet ved en simpel opdeling af hele Danmarks areal, således at ethvert punkt blev tilknyttet det anlæg, der var tættest på (kaldet Thiessen-polygoner).



Figur 11 Udsnit af forsyningskort uden hensyntagen til indvindingsmængde ("Thiessen kort")

I den anden udgave (det cirkulære kort) opdeltes anlæggene i kategorier efter deres gennemsnitlige årlige indvindingsmængde, efter den række principper/antagelser der omtales i metodeafsnittet.

Resultatet blev et kompliceret og "grimt" kort, der selvfølgelig ikke afspejler virkeligheden, men som netop ikke skal bruges som et kort i sig selv. Det skal kun anvendes til at påføre fluoridattributter til nogle adressepunkter. Figur 12 viser et udsnit af kortet.



Figur 12 Udsnit af forsyningskort med hensyntagen til indvindingsmængde ("cirkulære kort")

Denne sidstnævnte metode bevirkede, at enkelte vandværker slet ikke blev repræsenteret på kortet. Det skete for 38 anlæg, svarende til 1,2 %.

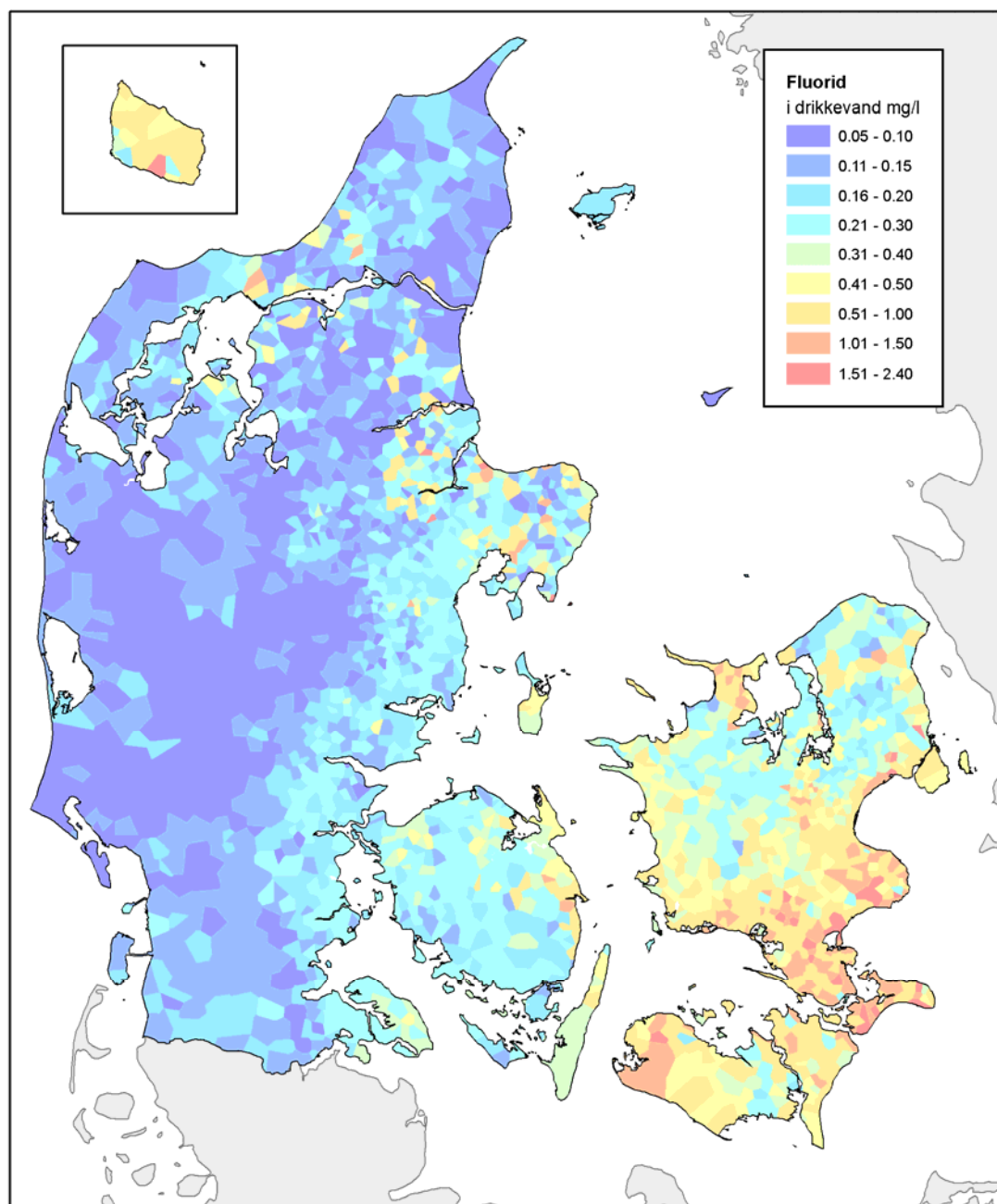
4.1.1.10 Håndtering af usikkerheden i de producerede kort

Det fremgik af de automatisk producerede forsyningskort, at variationen i fluoridindholdet i vand fra tætliggende vandværker kunne være stor i nogle områder.

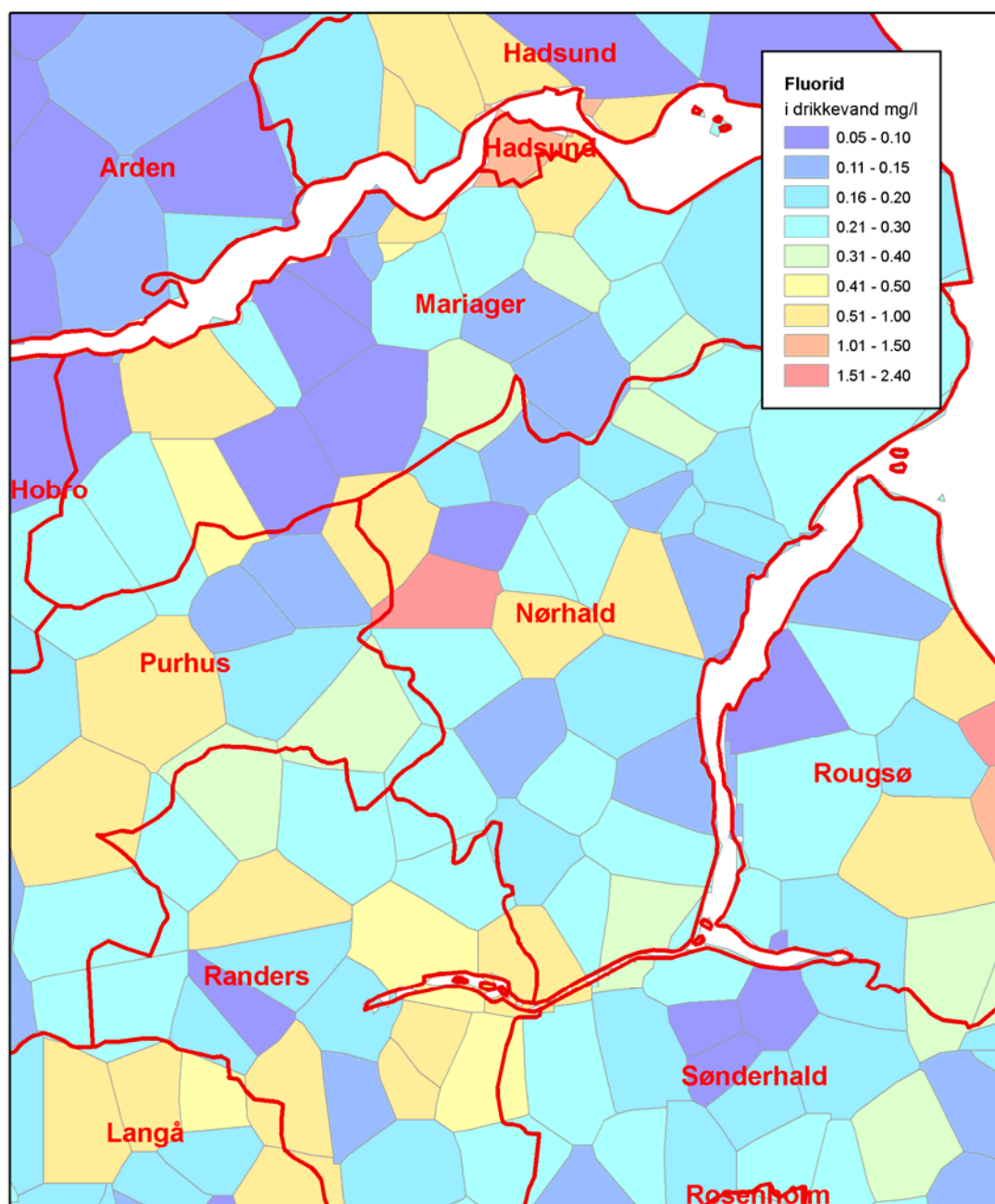
Den efterfølgende nærhedsanalyse viste bl.a. at 137 anlæg indgik i en 5-gruppe, hvor anlæggene lå mindre end 5 km fra hinanden og fluorid-range'n var større end 1 mg/l. Trustrup vandværk syd for Randers havde landets højeste fluoridmedian på 2.4 mg/l og skabte en sådan 5-gruppe omkring sig, men det var på basis af flere analyser. Andre af de største lokale udsving er undersøgt nærmere uden at oplagte fejl blev fundet.

4.1.1.11 Videre anvendelse og samkøring af fluorid-data

Det endelige resultat af databearbejdningen af fluoriddata fra GEUS's Jupiter database er altså et digitalt kort, der opdeler det danske landområde i små polygoner, hvortil der er knyttet attributter om fluoridindholdet i vandet fra et nærliggende vandværk. Den primære attribut er medianværdien af fluoridindholdet for analyserne fra de sidste 10 år. Ved en simpel GIS-operation, kan alle adressepunkter med cariesoplysninger få overført fluoridoplysningerne fra kortet. Den derved dannede kombinationstabel er basis for den videre statistiske analyse.



Figur 13 Danmarks kort med fluoridfordelingen i drikkevand
("Thiessen kort")



Figur 14 Detailkort med kommunegrænser til illustration af den inter-kommunale variation ("Thiessen kort")

4.1.2 Resultater af analyser af fluoridindholdet i drikkevand og dets betydning for cariesforekomsten hos 5- og 15-årige børn i Danmark

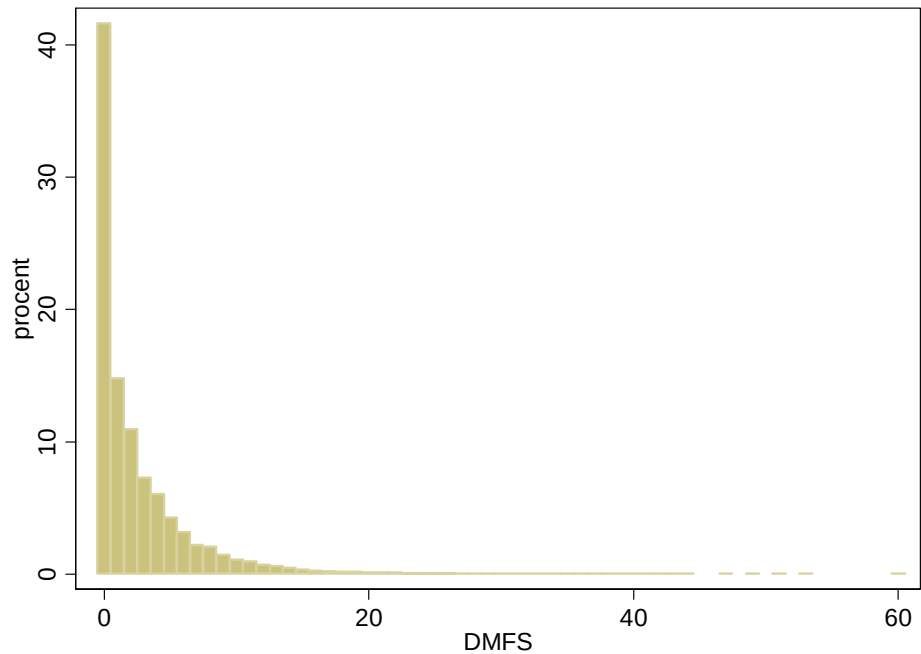
I det efterfølgende præsenteres resultaterne fra kohorterne med henholdsvis 15 og 5 års opfølgning. En detaljeret præsentation af resultaterne og analyserne findes i bilag D.

4.1.2.1 Analyse af DMFS hos 15-årige i kohorten 1989, samme bopæl

Der blev foretaget analyse af DMFS af 15-årige født i 1989, som havde været bosat på samme bopæl i alle 15 år (kohorten K89c). Ved dataanalyserne benyttedes outcome-målet DMFS, dvs. carierede, ekstraherede på grund af caries og fyldte flader på permanente tænder. Deltagerne var 15 år gamle på undersøgelsestidspunktet (2004) og 51,3 % af deltagerne var drenge.

Analyserne viste, at der var meget stor spredning i antallet af skadede tænder i kohorten. En stor del havde ingen registrerede skader, en enkelt havde 60 skadede flader.

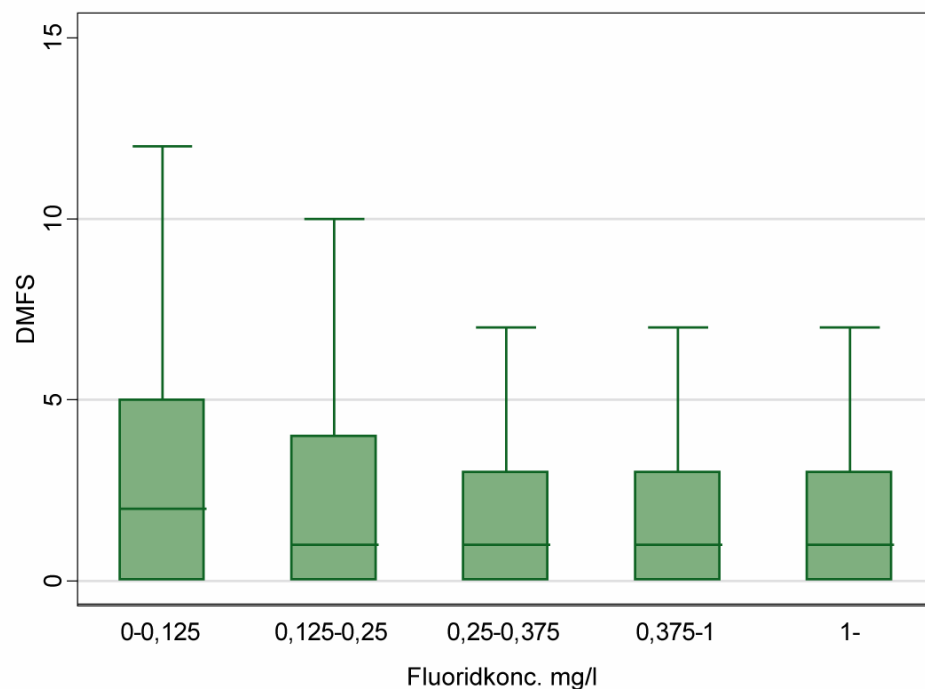
En nærmere beskrivelse af fordelingen af DMFS fremgår af Figur 15. Alle variable er, bedømt ved forskellen mellem median og gennemsnit, ikke normalfordelte.



Figur 15 DMFS hos børn født i 1989 (K89c), målt ved 15 års alderen. N=23.304.

Sammenhæng mellem fluoridkoncentration i drikkevandet, bedømt ved mediankoncentrationen, og DMFS tydede på, at der var en sammenhæng mellem stigende fluoridindhold og faldende DMFS.

Eksponeringsvariablen blev delt i 5 kategorier med henblik på non-parametriske analyser. Grænserne blev arbitrært afsat, så de indeholdt ca. 1/5 af materialet i hver gruppe. I Figur 16 findes i selve boksen en vandret streg, der angiver medianen, mens boksens øverste og nederste grænse afskærer 25 og 75 % af observationerne (IQR).



Figur 16 Sammenhæng mellem fluoridkoncentration (grupperet) og caries målt ved DMFS hos børn født i 1989, 15 år gamle, samme bopæl i eksponeringsperioden (K89c) ($z = -14.06$, $\text{Prob} > |z| = 0.000$). $N=23.304$.

De grupperede eksponeringsværdiers grænser fremgår af figuren. Der er grafisk en sammenhæng mellem faldende fluoridkoncentration i drikkevand og DMFS, i hvert fald for de lave værdier af fluorid. Da data ikke er normalfordelte testes sammenhænge med en non-parametrisk trendtest.

Der fandtes sammenhæng mellem husstandsindkomst som udtryk for socialstatus og DMFS, således at børn fra husstande med højest indkomst havde lavest DMFS.

For at justere for betydningen af køn og husstandsindkomst, estimeredes betydningen af fluorid i en logistisk regressionsmodel. Der blev beregnet to forskellige modeller. En model, hvor sandsynligheden for en DMFS-værdi på over én estimeredes som funktion af fluorid, husstandsindkomst og køn, og én model, hvor der tilsvarende estimeredes sandsynligheden for en DMFS værdi over 6, se Tabel 4.

Tabel 4 Betydning af fluoridkoncentration i drikkevand, justeret for husstandsindkomst og køn, for DMFS-værdi over henholdsvis 1 og 6. Børn født i 1989, samme bopæl i 15 år (K89c). OR og 95 % konfidensinterval for DMFS i 15 års alderen. N=23.304.

	DMFS > 1		DMFS ≥ 6	
	OR	95 % CI	OR	95 % CI
Fluoridindhold mg/l				
0-0,125	1		1	
0,125-0,25	0,82	0,76-0,88	0,75	0,69-0,83
0,25-0,375	0,68	0,62-0,74	0,52	0,46-0,59
0,375-1	0,61	0,56-0,66	0,49	0,44-0,55
>1	0,56	0,48-0,64	0,38	0,30-0,47
Husstandsindkomst				
Laveste ¼	1		1	
Næstlaveste ¼	0,85	0,76-0,94	0,75	0,66-0,85
Næsthøjeste ¼	0,70	0,64-0,77	0,57	0,51-0,64
Højeste ¼	0,50	0,45-0,55	0,35	0,31-0,39
Køn				
pige	1		1	
dreng	0,88	0,83-0,93	0,87	0,81-0,94

Der var en monoton faldende OR for stigende fluoridindhold i drikkevandet, når der kontrolleredes for køn og husstandsindkomst. Ligeledes var husstandsindkomsten positivt associeret med lavere DMFS. Drengene havde lavere DMFS end piger.

Sammenhængene var stærkere når der analyseredes for sandsynligheden for at have mange skader (DMFS ≥ 6).

4.1.2.2 Analyse af DMFS hos 15-årige i kohorten 1989, uanset bopæl

Kohorten K89d fulgte alle fra fødslen i 1989 til 15 års alderen, uanset om de havde haft samme bopæl i hele perioden. Der var omtrent de samme sammenhænge mellem husstandsindkomst, køn og fluoridkoncentration og DMFS i 15 års alderen som i kohorten K89c, jf. Tabel 5. Eksponeringen blev beregnet som summen af år x fluoridkoncentration på en given bopæl.

Tabel 5 Betydning af fluoridkoncentration i drikkevand, justeret for husstandsindkomst og køn, for DMFS-værdi over henholdsvis 1 og 6. Børn født i 1989, uanset bopæl i 15 år (K89d). OR og 95 % konfidensinterval for DMFS i 15 års alderen. N=43.848.

	DMFS > 1		DMFS ≥ 6	
	OR	95 % CI	OR	95 % CI
Fluoridindhold mg/l				
0-0,125	1		1	
0,125-0,25	0,77	0,73-0,81	0,72	0,67-0,77
0,25-0,375	0,66	0,62-0,70	0,52	0,48-0,57
0,375-1	0,57	0,54-0,61	0,45	0,42-0,49
>1	0,54	0,49-0,60	0,36	0,31-0,43
Husstandsindkomst				
Laveste ¼	1		1	
Næstlaveste ¼	0,82	0,77-0,86	0,77	0,71-0,83
Næsthøjeste ¼	0,72	0,68-0,76	0,64	0,59-0,68
Højeste ¼	0,51	0,48-0,54	0,39	0,36-0,42
Køn				
pige	1		1	
dreng	0,88	0,84-0,91	0,88	0,84-0,93

Der var således samme tendens som i analysen af K89c, svarende til at resultaterne ikke afhang af om analysen blev foretaget på alle med eksponeringsoplysninger i form af produktet af tid og koncentration, eller

analysen blev begrænset til den mere sikre eksponeringsoplysning i form af, at deltagerne i K89c hver især havde eksponering relateret til bopæl på en adresse i hele perioden.

4.1.2.3 Analyse af DMFS hos 15-årige i kohorten 1979, samme bopæl

For datasættet, der var defineret i 1979, blev sociale forhold ikke inddraget i analysen, idet husstandsindkomsten var defineret i 2004, hvor deltagerne har været 25 år. Pointen var, at påvirkningen var sket i barndommen (1984-), og at den målte husstandsindkomst ikke afspejlede husstanden på det tidspunkt, men derimod den unges egen husstand.

Også i denne gruppe var der en monoton faldende sandsynlighed for høje DMFS værdier med stigende fluoridkoncentration.

4.1.2.4 Analyse af DMFS hos 15-årige i kohorten 1979, uanset bopæl

Analyserne blev gentaget for deltagerne, uanset om man havde boet samme sted i alle årene (K79b).

Som for kohorten i 1989, var der for 79 kohorten ingen forskel på, om man kun inddrog de, der havde haft samme bopæl og dermed fluoridkoncentration i hele eksponeringsperioden, eller om man tillod deltagerne at flytte i perioden med et deraf følgende mere usikkert eksponeringsmål.

4.1.2.5 Analyse af dmfs hos 5-årige i kohorten 1989

For analyse af de temporære tænder (mæketænder) fandtes i K89a og K89b oplysninger om husstandsindkomst, målt da børnene var 15 år (2004). Disse blev medtaget i analyserne, selvom analysen omfattede dmfs i 1994, hvor børnene var 5 år.

Tabel 6 Betydning af fluoridkoncentration i drikkevand, justeret for husstandsindkomst og køn, for dmfs-værdi over 1. Børn født i 1989, samme bopæl i 5 år (K89a). OR og 95 % konfidensinterval for dmfs i 5 års alderen. N=24.580.

	dmfs > 1	
	OR	95 % CI
Fluoridindhold mg/l		
0-0,125	1	
0,125-0,25	0,76	0,70-0,82
0,25-0,375	0,64	0,59-0,70
0,375-1	0,56	0,51-0,61
>1	0,52	0,44-0,61
Husstandsindkomst		
Laveste ¼	1	
Næstlaveste ¼	0,87	0,79-0,95
Næsthøjeste ¼	0,77	0,70-0,84
Højeste ¼	0,49	0,45-0,54
Køn		
pige	1	
dreng	1,07	1,01-1,14

For temporære tænder er der, som det fremgår af Tabel 6, en faldende sandsynlighed til ca. 50 % for at have skader på tænderne med stigende fluoridindhold. Også husstandsindkomst havde en selvstændig betydning. I modsætning til forholdene for de blivende tænder, var sandsynligheden for skader lidt større for drenge end for piger.

Analyserne tydede tillige på, at sammenhængen mellem fluorid og dmfs var stærkest i den gruppe, der havde højest husstandsindkomst.

Når der blev analyseret for hele kohorten, uanset bopæl, men med estimeret koncentration af fluorid opnåedes tilnærmelsesvis samme mønster, jf. Tabel 7.

Tabel 7 Betydning af fluoridkoncentration i drikkevand, justeret for husstandsindkomst og køn, for dmfs-værdi over 1. Børn født i 1989, uanset bopæl i 5 år (K89b). OR og 95 % konfidensinterval for dmfs i 5 års alderen. N=45.332.

	dmfs > 1	
	OR	95 % CI
Fluoridindhold mg/l		
0-0,125	1	
0,125-0,25	0,77	0,73-0,82
0,25-0,375	0,66	0,62-0,71
0,375-1	0,58	0,55-0,62
>1	0,53	0,47-0,59
Husstandsindkomst		
Laveste ¼	1	
Næstlaveste ¼	0,82	0,77-0,86
Næsthøjeste ¼	0,70	0,66-0,74
Højeste ¼	0,46	0,43-0,49
Køn		
pige	1	
dreng	1,07	1,03-1,12

Der er formentlig en interaktion mellem betydning af fluorid og af husstandsindkomst. Interaktionen kan ses i tabellen, hvor betydningen af fluorid var langt større i gruppen med højeste indkomst hvor risiko var 0,18 (0,10-0,33) for den højeste gruppe fluorid, i forhold til 0,4-0,6 i de 3 andre grupper.

4.1.2.6 Analyse af dmfs hos 5-årige i kohorten 1999

Analyserne af kohorterne af børn født i 1999 og fulgt i 5 år med dmfs viste at betydningen af social ulighed var blevet meget større – der var ingen der havde huller i tænderne uanset fluoridudsættelse blandt børn af forældre med højeste husstandsindkomst.

Uanset om der blev analyseret på de børn, der var flyttet i perioden, eller kun på den undergruppe, der havde samme bopæl i perioden 1999-2004, var der en sammenhæng mellem stigende fluoridkoncentration og lavere risiko for dmfs. Sammenhængen syntes at være relativ ens for både en dmfs-værdi over 1 og over 5. Derimod syntes der fortsat at være en tydeligere sammenhæng mellem husstandsindkomst og en højere værdi, hvor risikoen for en værdi over 5 var næsten 1/5 for gruppen med den højeste husstandsindkomst.

4.1.2.7 Sammenfatning af resultaterne

Udviklingstendenser over tid:

For de permanente tænders vedkommende syntes der således at være en uændret sammenhæng fra 1979 til 1989 kohorten mellem fluoridindhold og ca. 50 % lavere risiko for at have DMFS >1 og 60 % lavere risiko for at have DMFS ≥ 6 med stigende fluoridkoncentration i drikkevandet.

Sammenligning mellem kohorte K89 og K99 tydede på, at betydningen af fluoridindholdet derimod var blevet mindre for de temporære tænder. Hvor der i 1989 kohorten var en 50 % reduktion i risiko for at have skader ved den højeste mængde fluorid, var den tilsvarende risikoreduktion i 1999 kohorten kun 25 %.

Endelig viste undersøgelsen, at det ikke har stor betydning at indskrænke analysen til dem, der har boet samme sted i hele perioden, og da man derved samtidig halverer materialet, synes det mest relevant at benytte resultaterne fra hele den gruppe af deltagere, hvor der er oplysninger.

4.1.2.8 Betydningen af eksponering

Eksponeringsoplysningerne bygger på et teoretisk vandforsyningskort. Nøjagtigheden af kortet og dermed fluoridkoncentrationen må antages at være størst, hvor variationen mellem de enkelte målinger er mindst. Det blev derfor besluttet at forsøge at undersøge, om ensartetheden, bedømt ved forskellen i fluoridkoncentration indenfor det målte og de nærmeste 4 vandværker betød noget for resultaterne.

Undersøgelsen tydede på, at der var større unøjagtighed i de områder af vandforsyningskortet, hvor den valgte medianværdi var størst. Det var ikke overraskende, idet en stor værdi i en af de 5 målinger vil trække gennemsnittet op.

5 Diskussion

5.1 Kvalitet og relevans af de fundne resultater vedrørende fluorid i drikkevand og cariesforekomst

Nærværende projekt har bekræftet den negative association, der tidligere er dokumenteret mellem drikkevandets indhold af fluorid og caries. Associationen mellem drikkevandets fluoridindhold og caries i Danmark blev beskrevet i 1960'erne (Møller, 1965). I mellemtiden er fluoridholdig tandpasta blevet indført, og langt den største del af tandpastaforbruget i Danmark er i dag fluoridholdigt. I en undersøgelse af Ekstrand et al., 2005 benyttedes data om fluorid i drikkevand fra de enkelte vandværker fra perioden 2000-2004 som gennemsnitsværdier. Caries blev udtrykt ved gennemsnitlige DMFS-værdier på 12-, 15- og 18-årige i 2004, alle på kommuneniveau. Undersøgelsen af Ekstrand et al. er således ikke baseret på egentlig samkøring af data fra registre, og såvel cariesdata som data om drikkevandets fluoridindhold blev aggregeret på kommuneplan. Den information, der ligger i den intra-kommunale variation i drikkevandets fluoridindhold og cariesforekomsten på individniveau, blev således ikke udnyttet. Selvom information om både drikkevandets fluoridindhold og caries er indsamlet "tættere" på individniveauet i denne undersøgelse, og selvom der i analyserne tages højde for socioøkonomisk status findes der stadig en effekt af fluorid i drikkevand, på trods af den intensive anvendelse af fluortandpasta og tandpleje.

Selv om kvaliteten af data i dette studie er forbedret betydeligt i forhold til tidligere undersøgelser er der mulighed for at optimere data yderligere, idet kun SCOR-data og data fra SKAT er analyseret på individniveau. Det har ikke været muligt at fremstille et forsyningskort, hvor man kunne relatere den enkelte bolig til et bestemt vandværk. Det betyder, at drikkevandsdata ikke foreligger på individniveau, og der er store usikkerheder om eksponeringen i visse områder, hvor fluoridindholdet i drikkevand varierer betydeligt selv inden for et forholdsvis begrænset geografisk område.

Der er forsøgt at lave en omfattende kvalitetskontrol på de anvendte fluoriddata. Da der er forskellige fejlmuligheder, der kan påvirke fluoriddata, herunder analysefejl eller skrivefejl på de enkelte vandværker/anlæg har vi forsøgt at minimere disse fejl ved at gennemgå data og rense dem for de store variationer. Der foregår i dag en ret omfattende kvalitetskontrol af data - både som kontrol af den enkelte indberetning og som en sammenligning med tidligere indberettede data fra det samme anlæg. Datakvaliteten er betydeligt bedre end tidligere. Det betyder, at der kan sikres en bedre datakvalitet ved at lade de ældste analyser udgå af undersøgelsen. Vi har derfor kun medtaget data fra 1994 og frem.

Ca. 3 % af de anlæg, der skulle med i undersøgelsen, manglede oplysninger om vandværkets placering. For en del af disse kunne man ud fra oplysningerne om tilhørende boringer benytte en af disse boringers koordinat. De øvrige anlæg uden koordinater er blevet forsynet med skønnede koordinater ud fra adresseoplysninger o. lign. - men kun for de, der har en

stor indvinding. Som en ekstra koordinatkontrol er det undersøgt, om det kommunenummer, der angiver anlæggets administrative tilhørsforhold også stemmer med nummeret på den kommune, som koordinaterne angiver. I 55 tilfælde var de ikke ens - men det behøver ikke at være en fejl. Alle er undersøgt og kun 3 fejl blev fundet og rettet.

I gennemsnit vil der være 11 analyser af fluorid (variation mellem 1 og 127) for et anlæg i perioden 1994-2004. Hvis der er under 5 analyser - og der tillige er under 5 år mellem den ældste og den nyeste - blev datagrundlaget anset for at være for tyndt, og anlægget er udgået af datamaterialet. Forinden er der dog lavet en række test, for at analysere om disse anlæg ikke har markant anderledes fluoridværdier end de øvrige i deres omegn.

Der blev desuden foretaget analyse af variation over år og data blev beregnet som et gennemsnit over 10 år. Det store antal data, den 10-årige periode og den aktuelle kvalitetskontrol har bidraget til at minimere fejlkilderne på fluoriddata mest muligt.

Anvendelse af social klasse / social gruppe i stedet for husstandsindkomst ville muligvis have forbedret analyserne, men det var ikke med ønsket om anvendelse af GIS-værktøjet muligt at anvende data fra Danmarks Statistik.

Det er velkendt, at særlige sociale grupper, herunder børn af fremmed etnisk herkomst har en højere cariesforekomst end andre (Sundby A., 2001). Vi har ikke haft data i denne undersøgelse til at analysere disse sammenhænge.

Husstandsindkomsten blev i denne undersøgelse defineret som den samlede skattepligtige indkomst for personer bosiddende på samme adresse som børnene i undersøgelsen, og som samtidig var registreret som forældre til barnet i CPR-registret. Dette kan muligvis betyde, f.eks. for børn, der er i sammenbragte familier, at husstandsindkomsten ikke afspejler den samlede husstandsindkomst, der reelt er i familien.

Det ville have været muligt at identificere indvandrere i 1. og 2. generation på baggrund af registeroplysninger. Det er dog også velkendt at en større andel af disse samtidig vil tilhøre gruppen med lavere husstandsindkomst, hvilket der er taget højde for i studiet (kontrolleret for confoundere).

I dette studie har det ikke stor betydning for resultatet at indskrænke analysen til dem, der har boet samme sted i hele perioden. Det kan enten forklares ved, at vores eksponeringsmodel ($\sum$ antal år på den pågældende bopæl x fluoridkoncentration) er dækkende, eller at befolkningen overvejende flytter inden for det samme geografiske område, hvor fluoridkoncentrationerne stort set er de samme.

Det synes på basis af ovennævnte mest relevant at benytte resultaterne fra hele den gruppe af deltagere, hvor der er oplysninger.

I undersøgelsen af Ekstrand et al, 2005 findes ligesom i denne undersøgelse en dosis-respons sammenhæng mellem koncentrationen af fluorid og udviklingen af caries, hvor effekten er højest i den højest eksponerede gruppe. Ekstrand et al. finder at effekten minimeres, når fluoridindholdet er $< 0,3$ mg/l. I nærværende studie findes en Odds Ratio på hhv. OR= 0,82, 0,68, 0,61 og 0,56 ved fluoridindhold på hhv. 0,125-0,250 mg/l, 0,250-0,375 mg/l og 0,375-1,0 mg/l, og > 1 mg/l (sammenlignet med 0-0,125 mg/l). Der er således i denne undersøgelse til forskel fra Ekstrand et al. også fundet en nedsat risiko for cariesforekomst ved fluoridværdier under 0,3 mg/l.

I betragtning af den høje koncentration af fluorid, der findes i tandpasta (op til 1450 mg/kg) kan det undre at drikkevandets fluoridindhold, der samlet svarer til et bidrag på 0,32-0,56 mg/dag (ved fluoridindhold på 0,4 mg/l drikkevand) overhovedet har en betydning. Det er muligt, at det skyldes, at en vis procentdel af befolkningen ikke børster tænder med fluortandpasta. Disse mennesker får fordel af fluorid i drikkevandet.

I Danmark er der over en årrække opbygget en effektiv cariesforebyggelse i den kommunale tandpleje, som omfatter forskellige metoder til lokal fluorbehandling af tænderne, forsegling af kindtændernes fissurer, instruktion i tandbørstning med fluorholdig tandpasta og forskellige sundhedsoplysende aktiviteter rettet mod sundere kostvaner. Der sker således stadig et fald i cariesforekomsten. For 15-årige er gennemsnitligt DMFS på landsplan faldet fra 2,85 i 2004 til 2,60 i 2005 (Sundhedsstyrelsen, 2006).

Epidemiologiske undersøgelser har derfor også kunnet vise, at det i en række områder med ikke-fluoridholdigt drikkevand har været muligt at reducere cariesforekomsten til samme niveau, som i områder med et optimalt fluoridindhold i drikkevandet (Thylstrup et al., 1982).

Samlet er det således også fremover vigtigt, at målrette forebyggelsen mod områder med høj cariesforekomst og lavt fluoridindhold i drikkevandet.

5.2 Vurdering og beskrivelse af de tekniske og administrative problemstillinger ved den foretagne samkøring af registre (procesevaluering)

Der er i bilag A for hvert enkelt af de anvendte registre beskrevet anskaffelsessted (ejer), kontaktpersoner, indhold af registret, anvendte data, beskrivelse af dataformat, pris for rådata, behov for konvertering og prisen for dette.

I forbindelse med nærværende projekt blev det på et tidligt tidspunkt besluttet, at en ekstern programmør skulle bearbejde de modtagne rådata. Denne beslutning har vist sig at være særdeles værdifuld, idet databearbejdning af så store og komplekse datamængder fordrer specialkendskab til databaser og programmering. Data for de store registre er leveret i flere separate filer, baseret på den databaseopbygning der er i de respektive registre, mens de mindre registre er leveret som én fil.

I forbindelse med leverance af data er der vedlagt dokumentation i form af enten tekstbaserede beskrivelser eller elektroniske kodelister med tilhørende beskrivelser. Kvaliteten af disse beskrivelser har stor betydning for hvor store problemer der er i forbindelse med anvendelse af data. I nærværende projekt har CPR- og BBR- registre generelt haft god tilhørende dokumentation. Dog tog det programmøren lidt tid at gennemskue opbygningen af dokumentationen til CPR-registret. Dokumentationen til BBR-registret er fra programmørens side beskrevet som værende overordentlig god og let gennemskuelig.

Nærværende projekt har vist at samkøring af registre indenfor miljø- og sundhedsområdet fordrer registre med høj konsistens og stor dækningsgrad, noget der i høj grad er opfyldt i danske registre. Specielt indenfor projekter der oparbejder registeroplysninger til en form for eksponeringsindeks er den historiske del af registreringerne vigtig. BBR indeholder ikke historiske oplysninger, idet opdateringer i registeret erstatter tidligere inddateringer.

Dette er fra en miljø- og sundhedsmæssig tilgangsvinkel uheldigt, idet det derved ikke er muligt fuldt ud at anvende de historiske oplysninger i CPR-registret. Netop dette problem er aktuelt i nærværende projekt, idet adresser, der er registreret i BBR tilhørende en almen vandforsyning, få dage inden dataudtrækket kan have været forsynet fra en privat brønd. Herved vil der opstå fejl i eksponeringen, idet brønde og almene vandværker sjældent indvinder vand fra samme grundvandsmagasin, og dermed kan drikkevandets karakteristika være ændret væsentligt. Med baggrund i den viden vi har nu, havde det været hensigtsmæssigt at man i stedet for den eksisterende løsning på adressekoderne havde valgt en af to andre mulige løsninger: 1) Lade den enkelte adresse arve kommunekoden fra den nuværende kommune, eller 2) Anvende helt nye kommunekoder, f.eks. kommunekoder der ender på et lige tal, da disse ikke har været brugt til de eksisterende kommuner. Derudover ville det være særdeles relevant at oprette en 'historisk' del af BBR i stil med den der eksisterer i CPR-registret. Et 'historisk' BBR ville f.eks. kunne anvendes til at undersøge om nye tiltag på boligområdet har en given effekt i forhold til befolkningen. Dette er naturligvis svært såfremt man hver gang registret opdateres så at sige sletter fortiden.

I nærværende projekt er der forsøgt anvendt indkomstdata fra SKAT som proxy for social klasse / socialstatus. Det havde været hensigtsmæssigt såfremt data med indkomstoplysninger over en given kohortes eksponeringsperiode havde været anvendt. Dette var ikke praktisk muligt med data fra SKAT. For at løse dette problem skulle data fra Danmarks Statistik (DST) have været anvendt. Imidlertid giver inddragelse af data fra DST problemer, idet DST's diskretionspolitik er langt strengere end andre dataholdere. Således er det ikke muligt at arbejde med data der indeholder CPR-numre udenfor DST's datanetværk. Det betyder at det ikke er muligt at anvende GIS til analyserne, idet GIS ikke forefindes på de sikrede forskermaskiner. DST har således en langt mere restriktiv datapolitik end de fleste andre dataholdere, der udleverer data indeholdende personfølsomme data, så længe der foreligger en godkendelse fra Datatilsynet.

Fremskaffelsen af SCOR data fra dataleverandør gik forholdsvis hurtig, men det må anses for et problem, at data leveres i et format, der ikke er tilgængeligt for standard statistikprogrammer, og at det derfor forudsætter programmør for at få dem konverteret. Hvis data ønskes leveret i et andet format, kræves der en systemtilretning. Omkostningerne ved dette kendes ikke (Hansen, 2006).

Der er derudover i løbet af projektet identificeret følgende problemer i relation til SCOR-databasen:

- Der forekommer gengangere, dvs. individer, der er registreret 2 eller flere gange i et år, pga. f.eks. flytninger fra en skole til en anden, eller fra en kommune til en anden
- I SCOR-databasen fandtes ca. 1.000 individer, der ikke kunne genfindes i CPR-registret
- Et mindre antal individer i SCOR-databasen kan via de sidste 4 cifre i CPR-nummeret identificeres som værende født i 1800-tallet

5.3 Erfaringer med samkøring af data

I den aktuelle registersamkøring mellem adresser og drikkevandsanalyser har vi anvendt GIS til at fremstille teoretiske, beregnede forsyningskort i mangel af rigtige forsyningskort. Desværre er forsyningsområderne i virkelighedens verden ofte temmelig komplicerede og vanskelige at konstruere ud fra de

tilgængelige oplysninger. De teoretiske forsyningskort forsynet med en fluoridværdi vil afspejle de større regionale forskelle i drikkevandets fluoridindhold, men de mere detaljerede lokale forskelle i tætliggende vandværkers vandkvalitet vil ikke kunne knyttes til forbrugsadresser med tilfredsstillende sikkerhed.

De fremstillede forsyningskort er bibeholdt i en form, der i princippet er automatisk fremstillet ud fra de tilgængelige registeroplysninger. En mulighed for at kontrollere datas validitet kunne være at udvælge et antal tilfældige projektdeltagere, finde de faktiske fluoridværdier i det vandforsyningsanlæg, der forsyner vedkommendes bopæl og sammenligne med de estimerede værdier. En anden mulighed var at udelade de områder, hvor værdierne er mest usikre. Forslagene ligger dog ud over det herværende projekts rammer.

I forbindelse med samkøring af forskellige registre opdages altid uregelmæssigheder der ikke umiddelbart lader sig afdække i det enkelte register alene. Disse uregelmæssigheder opstår ofte med baggrund i enten manglende oplysninger i enkelte registre, eller forskelle i registrering af den samme variabel i flere forskellige registre. I nærværende tilfælde er der især uregelmæssigheder i forhold til samkøring mellem CPR-registret og adresseregistret, det der med en geografisk term kaldes geokodning. Geokodningen består i oprettelse af en reference mellem et register med de variable der skal indgå i en analyse og et register med tilhørende koordinater. Herved er det muligt at placere de enkelte oplysninger fra registrene i en geografisk ramme, eller mere simpelt: På et kort. I nærværende projekt er de geokodede variable afgrænset ved tre årgange, hhv. 1979, 1989 og 1999.

Tidligere erfaringer med geokodning af CPR-registret har vist, at de aktuelt gældende data er særdeles gode, ligesom historiske oplysninger dækkende tilbage til 1986 generelt har en høj geokodnings-rate. Oplysninger der er ældre end 1986 er langt mere usikre, hvilket formodentlig i høj grad bunder i tidligere tiders manglende husnumre samt nedlæggelse af veje.

En arbejdsgruppe under Videnskabsministeriet har tidligere i 2000 angivet, at den adgang der var til at forskere kunne arbejde på Danmarks Statistiks edb-anlæg fra arbejdsstationer i København eller Århus skulle udvides således at autoriserede forskningsmiljøer kunne sikres en on-line adgang, der medførte, at man over hele landet kunne arbejde i egne institutioner på Danmarks Statistiks data. Desuden blev det påpeget, at der var store omkostninger forbundet med at anvende de pågældende data. Man har derfor besluttet, at man fremover alene skal betale for konstruktion af konkrete datasæt efter timelønstakst (IT- og Forskningsministeriet, 2001).

Denne mulighed er til stede i dag, hvor etablerede forskningsmiljøer kan få oprettet krypterede linier til at arbejde på datasæt i DST. Imidlertid skal alle datasæt forblive på DST's maskiner, datasæt skal tillægges DST data og anonymiseres efterfølgende og adgang til at analysere data kan kun ske med de programmer, der er installeret på DST.

Da dette projekt har foretaget oparbejdning af data løbende, ville der kun med besvær have været mulighed for at samle datasættene i DST. Samtidig ville det være umuligt at arbejde med GIS-programmerne, der ikke er en del af programmet på forskermaskinerne.

I forbindelse med udvalgsarbejdet under Videnskabsministeriet blev det besluttet at nedsætte taksten for anvendelse af CPR-registret, hvilket dette projekt har haft glæde af (pris i alt 10.000 kr. for alle oplysninger, inklusive de historiske oplysninger).

Man påpegede tillige fra udvalgets side, at der ikke sker en systematisk erfaringsopsamling med hensyn til validiteten og kvaliteten af data. Der er således ikke nogen systematisk tilbagerapporteringspligt til de dataansvarlige omkring de fejl og mangler, der findes under forskningsprocessen. Vi er heller ikke i relation til indhentning af data til dette projekt blevet anmodet om tilbagerapportering af fejl eller mangler. Det indebærer at andre forskergrupper vil skulle foretage samme oprensning som vi selv har gjort.

Vi har i dette projekt anvendt geo-kodning (OSAK) som fælles nøgle, som foreslået af Poulstrup (2003). Metoden vurderes som yderst anvendelig i relation til samkøring af registre.

Procesforløbet i projektet fremgår af Tabel 8. Tabellen illustrerer procesforløbet i det aktuelle projekt og vil ikke nødvendigvis afspejle forholdene i andre projekter.

Tabel 8 Beskrivelse af procesforløbet

	Dato	Varighed i måneder
Projekt-forberedelsesfase ▪ Udbud fra Miljøstyrelsen ▪ Udfærdigelse af projektansøgning ▪ Ansøgningsfrist ▪ Projektbevilling	Januar 2005 Marts 2005 30. marts 2005 15. april 2005 (betinget tilsagn)	4 måneder
Projektstart-fremskaffelse af data ▪ Ansøgning til datatilsynet ▪ Anmodning om data fra CPR-registret ▪ Ansøgning til Sundhedsstyrelsen om anvendelse af SCOR-data ▪ SST-ansøgning til Datatilsynet om godkendelse af udlevering af SCOR-data ▪ Anmodning om SCOR-data hos dataleverandør ▪ Udlevering af SCOR-data ▪ Anmodning om BBR-data ▪ Tilsendelse af BBR-data ▪ Anmodning om data fra Skat via Borgerservice ▪ Levering af data fra Skat	Maj 2005 Juli 2005 Juni 2005 Tilladelse august 2005 1. August 2005 9. August 2005 Medio juni 2005 Ultimo juni 2005 Primo oktober 2005 Ultimo december 2005	8 måneder
Oprrensning og databehandling ▪ Oprrensning af Jupiter-data ▪ Databehandling – Jupiter ▪ Databehandling (øvrige data) v. ekstern konsulent	1. august 2005 20. oktober 2005 August 2005	3 måneder
Bearbejdning og statistiske analyser ▪ Databearbejdning ▪ Statistisk analyse	September 2006 Februar 2006	6 måneder
Rapportskrivning ▪ 1. udkast ▪ 2. udkast	December 2006 Februar 2007	12 måneder

Den primære projektperiode fra projektbevilling til afslutning var beregnet til ca. 1 år. Som det fremgår af tabellen er der i stedet forløbet 29 måneder, altså en forlængelse af projektperioden på det dobbelte. Fremskaffelse af data viste sig at tage 8 måneder i stedet for de beregnede 3 måneder, datasamkøring og den statistiske bearbejdning var vurderet at tage 3 måneder men det tog 6

måneder, og rapportskrivningen var vurderet til 5 måneder, men tog 12 måneder. Årsagerne var flere, herunder længere leveringstid fra dataleverandører, og at det var nødvendigt at foretage fornyede analyser pga. fejl i det primære datasæt. Projektet kørte desuden sideløbende med et andet projekt, hvor der var forsinkelse på dataleverancerne, hvilket også var bestemmende for deadline for færdiggørelse af dette projekt.

Det kan anbefales, at man sørger for at tage højde for sådanne faktorer i fremtidige projektansøgninger, da det kan få afgørende indflydelse på projektets finansiering – og færdiggørelse. Det er også vigtigt at bevillingsmyndigheden sørger for at forlænge projektperioden, således at der tages højde for et evt. senere starttidspunkt for projektet.

5.4 Bortfald

De oprindelige 4.000 fælles vandforsyningsanlæg med 50.000 analyser fra 1989-2004 blev i relation til kvalitetssikringen af data reduceret til 3.000 med tilsammen 34.000 analyser svarende til en anvendelse af i alt 68 % af det samlede antal analyser. Samtidig med at kvaliteten af de tilbageblevne data blev bedre, blev antallet således også reduceret betydeligt.

Af Tabel 9 fremgår antal 5- og 15-årige registreret i henholdsvis CPR, SCOR og BBR, samt andel hvor der forefandtes skatteoplysninger.

Tabel 9 Bortfald. Antal 5- og 15 årige i henholdsvis 1979, 1989 og 1999, der er registreret i CPR- og SCOR-registret.

	CPR	SKAT	SCOR	BBR*	Samme bopæl	Flyttet
Kohorte						
15-årige						
1979	62.901	58.366	51.657	40.677	23.974	16.703
1989	67.261	64.223	52.645	43.848	23.304	20.544
5-årige						
1989	64.635	61.447	52.512	45.332	24.580	20.752
1999	69.997	66.236	55.372	48.351	23.796	24.555

* personen kan følges i hele undersøgelsesperioden

Som det ses, er der for 15-årige i 1989-kohorten i alt 67.261 registreret i CPR-registret. Der er skatteoplysninger på 64.223 (95,5 %), oplysninger i SCOR på 52.645 (78,3 %) og oplysninger i både SKAT, SCOR og BBR på 43.848 (65,2 %).

Der har igennem mange år været oparbejdet en fast procedure blandt tandlæger med registrering af alle børn i SCOR. Af besparelsesgrunde overgik man til registrering af særlige årgange (5-, 7-, 12- og 15-årige). Dette kan medføre en større risiko for at 'glemme' at registrere. Cariesdata i dette projekt stammer fra årgange (5- og 15-årige), hvor der er registreringspligt. I aktuelle projekt er der 20-25 % af 5 og 15 årige børn, der ikke registreres i SCOR, og blandt bortfaldet er flere fra lavere indkomstgrupper. En mulighed er, at tandlægerne ikke husker at registrere, men en anden nærliggende mulighed er, at det er børn fra de socialt dårligst stillede familier, der heller ikke kommer til de obligatoriske tandeftersyn. Der kan således ligge et yderligere forebyggelsesperspektiv i at foretage en målrettet indsats over for denne gruppe.

For K89c, som var kohorten fra 1989, fulgt 15 år med samme bopæl i eksponeringsperioden, blev foretaget en nærmere sammenligning mellem dem, der indgik og dem, der ikke indgik i analyserne. Der var ingen kønsforskel mellem grupperne. For dem, der ikke indgik på grund af manglende oplysninger om bopæl i 15 års opfølgningen, var der ingen betydende forskel i DMFS i forhold til dem, der indgik (median og IQR i begge tilfælde 0 (0-3)). Forskellen var dog statistisk signifikant (Mann-Whitney, $p < 0,0000$).

For gruppen, der blev ekskluderet på grund af manglende SCOR data, var der tilsvarende kun lille forskel i fluoridkoncentrationen (median og IQR 0,22 (0-1,95) og 0,24 (0,07-1,95)) henholdsvis. Sandsynligheden (p-værdien) for den fundne forskel var også her mindre end 0,0000.

I begge tilfælde havde grupperne, der blev ekskluderet betydeligt lavere husstandsindkomst end de deltagende. Medianindkomsterne var 228.029 og 292.322 i de to grupper udelukket på baggrund af henholdsvis bopælsoplysninger og manglende SCORdata, mod 447.617 for deltagerne.

6 Konklusion og anbefalinger

6.1 Konklusion

6.1.1 Fluorid i drikkevand og cariesforekomst hos danske børn

Det ene formål med projektet har været at undersøge om mængden af fluorid i drikkevand stadig på trods af den udbredte anvendelse af fluortandpasta har en betydning for cariesforekomsten hos 5- og 15-årige børn i Danmark.

For de permanente tænder vedkommende findes i dette projekt en sammenhæng mellem fluoridindhold og en lavere risiko for at have caries (50 % lavere risiko for DMFS > 1 og 60 % lavere risiko for at have DMFS ≥ 6) ved højeste fluoridkoncentration i drikkevandet (> 1mg/l) for børn født i 1979 og i 1989³ For de temporære tænder findes blandt de børn, der er født i 1989, en 50 % reduktion i risiko for at have skader (dmfs > 1) ved den højeste mængde fluorid (> 1mg/l) og en risikoreduktion i 1999 på 25 %. Betydningen af fluoridindholdet i drikkevand for de temporære tænder inden for en 10 års periode er således blevet mindre. Dette kan måske skyldes, at 99-kohorterne er eksponeret fra 1999-2004, mens 89 kohorterne er eksponeret fra 1994-2004, så, hvis der de sidste 5 år har forekommet en bedre forebyggelse i kommunerne kan det måske være en forklaring.

Vi kan ud fra de nuværende resultater konkludere, at drikkevandets indhold af fluorid stadig har en betydning for cariesforekomsten, især for de permanente tænder.

Ud over drikkevandets fluoridindhold medfører lav husstandsindkomst en højere risiko for caries, og piger har desuden en højere risiko end drenge, hvilket svarer til fund i tidligere undersøgelser.

6.1.2 Erfaring med registersamkøring

Det andet formål med projektet har været at vurdere og beskrive de tekniske og administrative problemstillinger ved registersammenkoblinger og at give anbefalinger om foranstaltninger, der fremover vil kunne lette muligheden for samkøring af de anvendte registre.

Projektet viser, at det i dette tilfælde har været muligt at samkøre registre vedrørende miljø og sundhed med et rimeligt tidsforbrug. Projektet viser tillige, at samkøring af registre indenfor miljø- og sundhedsområdet fordrer registre med valide data, der omfatter en stor del af befolkningen, noget der i høj grad er opfyldt i danske registre. Databearbejdning af store og komplekse datamængder fordrer specialkendskab til databaser og programmering, og anvendelse af ekstern programmør har været værdifuld. CPR- og BBR-registrene har i dette projekt haft god tilhørende dokumentation. SCOR data leveres i et format, der ikke er tilgængeligt for standard statistikprogrammer,

³ DMFS: Antal permanente tandflader (alle tænder) med "carieserfaring", hvorved forstås såvel behandlede (dvs. fyldte eller ekstraherede) som ubehandlede cariesangreb.

Ved fluoridindhold på henholdsvis 0,125-0,250 mg/l, 0,250-0,375 mg/l, 0,375-1,0 mg/l, og >1 mg/l drikkevand findes således en Odds Ratio på henholdsvis OR= 0,82, 0,68, 0,61 og 0,56 for DMFS >1 for børn født i 1989. For DMFS ≥ 6 findes Odds Ratio på 0,75, 0,52, 0,49 og 0,38.

og det kræver programmør for at få dem konverteret. Hvis data ønskes leveret i et andet format, kræver det en systemtilretning.

Indkomstdata fra SKAT blev anvendt som proxy for social klasse / socialstatus. Det havde været mere hensigtsmæssigt at anvende indkomstoplysninger over en given kohortes eksponeringsperiode, men det var ikke praktisk muligt med data fra SKAT. For at løse dette problem skulle data fra Danmarks Statistik (DST) have været anvendt.

BBR-registret indeholder ikke historiske oplysninger, idet opdatering af BBR-registret resulterer i overskrivning, med tab af tidligere gældende information. Dette er især problematisk i forhold til projekter, der analyserer over lange eksponeringsperioder, idet store dele af eksponeringen enten må accepteres som meget usikker eller helt udelades.

Der forekom i SCOR-databasen gengangere (individer, der er registreret 2 eller flere gange i et år); der var ca. 1.000 individer, der ikke kunne genfindes i CPR-registret og et mindre antal individer var født i 1800-tallet. Af i alt 63.000 børn i 1989-kohorten indgik i alt 48.000. Af disse havde 28.000 samme bopæl fra 5-15 års alderen.

De regionale og statslige myndigheder har p.t. ikke et operationelt værktøj til at sammenknytte adresser / personer og drikkevandskvalitet, og der er således ikke let adgang til landsdækkende oplysninger om hvilke forbrugere, der får vand fra hvilke vandværker. Sådanne oplysninger havde forbedret muligheden for at udføre dette projekt, men selv kendskab til forsyningsområde ville dog ikke løse alle problemer på grund af opblanding af vand fra forskellige vandværker som f.eks. i hovedstadsområdet.

6.2 anbefalinger

6.2.1 Vedrørende forebyggelse af caries

Dette projekt har påvist en association mellem højt fluoridindhold i drikkevandet og en lav cariesforekomst – tydeligst i det permanente tandsæt. Dette fund rejser spørgsmålet om, hvilke konsekvenser det bør få for børne- og ungdomstandplejens forebyggende aktiviteter i lyset af, at en justering af drikkevandets indhold af fluorid af en række grunde ikke vil ske i Danmark. De kommunale tandplejers forebyggende aktiviteter overfor børn og unge har i de seneste årtier angiveligt ændret sig fra at være baseret på en populationsstrategi til en mere individuelt orienteret strategi (Petersen & Torres, 1995), hvor man satser på anvendelse af fluorholdig tandpasta, forbedrede tandbørstevaner og forbedrede kostvaner kombineret med en klinisk forebyggende indsats i form af fissurforsøgling og lokal fluorbehandling af tandsættet. Disse forebyggende metode hviler på et relativt solidt evidensgrundlag, og bør bibeholdes og videreudvikles. Der er imidlertid på det seneste udtrykt bekymring for udelukkende at satse på en individualiseret forebyggende indsats, og det er fremhævet, at en kombination af en populationsorienteret forebyggelse og en individuelt tilpasset forebyggelse må anses for det mest hensigtsmæssige (Poulsen, 2004). Det forhold, at en typisk populationsorienteret forebyggelse som justering af drikkevandets fluoridindhold ikke er aktuel i Danmark, medfører at man må satse på andre populationsstrategier, som f.eks. sundhedsfremme, tværfagligt samarbejde, oplysning og regulering mhp. at fremme de sunde valg. Effekten af den forebyggende indsats må til stadighed følges via indberetningerne til SCOR.

I det aktuelle projekt kunne det være interessant at analysere bortfaldet yderligere. Der er 20-25 % af 5 og 15 årige børn, der ikke registreres i SCOR, og blandt bortfaldet er flere fra lavere indkomstgrupper. Databasen har almindeligvis været kendt for at være noget af den mest valide og mest dækkende registrering af børnesundhed. En yderligere analyse kunne derfor bibringe oplysninger om årsag til de manglende registreringer og også give et overblik over, om der er et yderligere forebyggelsesperspektiv.

6.2.2 Foranstaltninger, der fremover vil kunne lette muligheden for samkøring af de anvendte registre

Det kan anbefales at anvende erfaren programmør til databearbejdningen af så store og komplekse datamængder, som anvendt i dette projekt, idet bearbejdningen kræver specialkundskab til database og programmering, ligesom det er behov for tilstrækkeligt hardware til at håndtere opgaven.

Det anbefales at man udbeder sig skriftlige tilbud. Selv data fra CPR leveres i nye formater fra år til år.

Anvendeligheden af især SCOR og CPR-udtræk ville tillige øges yderligere ved en bedre deklaration af datasæt og variable. Projektet ville kunne have benyttet Danmarks Statistiks data for sociale forhold i stedet for SKAT med bedre resultater til følge, men ville ikke kunne have analyseret data i GIS sammenhænge, idet disse værktøjer ikke er tilgængelige på DST maskinerne. Det anbefales, at der på DST's forskerordningsnetværk åbnes for muligheden for at anvende GIS-værktøjer, hvorved anvendelsespotentialet af DST's registre vil øges indenfor rumligt relaterede studier.

Såfremt man hver gang BBR-registret opdateres vedbliver med at slette tidligere registreringer vil muligheden for anvendelse i forskningssammenhænge reduceres betydeligt. Det anbefales derfor, at der oprettes en 'historisk' del af BBR, i stil med den der eksisterer i CPR-registret. Et 'historisk' BBR ville f.eks. kunne anvendes til at undersøge om nye tiltag på boligområdet har en given effekt i forhold til befolkningen.

En del historiske data i BBR er allerede overskrevet, men da BBR tidligere har leveret dataudtræk til andre projekter, kunne man overveje om det var muligt på baggrund af disse datasæt at genskabe dele af de historiske oplysninger. I så fald måtte man genindkalde datasæt, f.eks. fra Dansk Data Arkiv eller enkeltforskere og uddrage de oplysninger, der var leveret herfra. Resultatet ville dog næppe blive fuldt historisk dækkende.

I forbindelse med strukturændringerne i 2007 skete der ændringer i registreringerne i BBR. Fremover vil adressenøglen udover kommunekode, vejkode, husnummer og evt. bogstav ligeledes indeholde postnummer. I stedet for at beholde de eksisterende kommunenumre er det besluttet, at de nye storkommuner fremover skal have den samme kommunekode for alle adresser. Med baggrund i den viden vi har nu, havde det været hensigtsmæssigt, at man i stedet for den eksisterende løsning på adressekoderne havde valgt at lade den enkelte adresse arve kommunekoden fra den nuværende kommune, eller anvendt helt nye kommunekoder, f.eks. kommunekoder, der ender på et lige tal, da disse ikke har været brugt til de eksisterende kommuner.

Resultatet af dette projekt understreger behovet for fremstilling af et reelt forsyningskort baseret på vandværkernes konkrete oplysninger, således at det bliver muligt at påvise hvilke forbrugere, der modtager vand fra hvilke vandværker. Alene problemet med at opbygge et effektivt beredskab til

håndtering af forureninger i drikkevandet og opbygning af alternativ drikkevandsforsyning i disse situationer ville være hjulpet betydeligt ved etablering af en sådan database. Men også generelle undersøgelser af sammenhæng mellem drikkevand og elementer heri (forureninger med pesticid, sporstoffer, mikrobielle forureninger) i relation til sundhed som det herværende projekt ville forbedres og effektiviseres betydeligt med adgangen til disse data. Vi anbefaler, at der tages initiativ til at bygge en sådan database/digitalt kort.

Også her er det af hensyn til forskningsmulighederne vigtigt at sikre at der etableres et system, så de historiske oplysninger gemmes når et vandforsyningsområde ændres med nye linieføringer, nye boringer mv.

Det anbefales, at der udarbejdes standarder for de anvendte registre til forskningsanvendelse, således at der stilles krav til deklaration af data, opdatering af data, herunder oparbejdelse af historiske kohorter, principper for udlevering, adgangsrettigheder og prisfastsættelse. Det vil medføre en mere effektiv udnyttelse af registrene, hvis der blev stillet krav om en tilbagerapportering af fundne fejl og mangler, f.eks. gennem anvendelse af et fast indrapporteringsskema.

Projektet har vist, at man ved planlægning af tidsbegrænsede registersamkøringsprojekter skal være opmærksom på den tid, der bliver afsat til projektet på særlig tre områder:

- Samkøringen af data kræver, at alle data fra de involverede dataholdere er indhentet før samkøring kan finde sted, og forsinkelse fra en enkelt dataholder kan udskyde hele projektet
- Håndteringen af de store datamængder tager ofte længere tid end planlagt
- Rapport skrivningsfasen tager ofte længere tid end planlagt. Registersamkøringsprojekter involverer hyppigt mange forskellige faggrupper med hver deres ansvarsområde i projektet, og det er tidsmæssigt krævende at få indhentet, samordnet og diskuteret de mange input til en rapport

Nærværende projektgruppe opfordrer i øvrigt til, at alle dataholdere overvejer forskningspotentialen af deres registre og sikre at forskerverdenen har adgang til deres registre, således at der samlet opnås det bedste datagrundlag til miljø- og sundhedsforskningsprojekter. Herved bliver der i Danmark adgang til det bedste datagrundlag for forskning i verden.

7 Perspektivering

Dette projekt har vist at det kan lade sig gøre at samkøre data for miljø og sundhed. Samtidig understreger det, at samkøringen kan bidrage med vægtige oplysninger, der i dette tilfælde bl.a. kan anvendes i forebyggelsesøjemed. Et fremstillet kort som GIS visualiserer forholdene og gør det langt lettere at se ikke tidligere erkendte sammenhænge.

Projektet understreger behovet for at kunne fremstille et forsyningskort over drikkevandsforsyningen, der gør det muligt at påvise hvilke forbrugere, der modtager vand fra hvilke vandværker. Dette er vigtigt ikke blot i forskningssammenhænge, men også som led i en beredskabsplan. I de store byområder er der særlige komplikationer med at dokumentere vandets oprindelsessted.

Der er store perspektiver fremover i anvendelse af GIS til visualisering af andre problemstillinger inden for miljø og sundhed. En oversigt på kort kan hurtigt visualisere en problemstilling til brug for hurtig induktion af løsningsmuligheder. Det kunne eks. være at følge en sygdom og dens spredning inden for særlige geografiske områder enten på grund af særlige industrielle forhold eller på grund af luftforurening.

Samkøring af data inden for miljø og sundhed kan bedst anvendes såfremt der er tale om sygdomme, der udvikles inden for en kortere årrække, hvor det er lettest at fremskaffe valide eksponerings- og sygdomsdata.

Dette problem vil til dels kunne afhjælpes såfremt man sørger for at bevare historiske data i de enkelte registre.

Områder, der kunne være velegnede til samkøring er f. eks. sammenhæng mellem iod i drikkevand og udvikling af struma. Det fordrer dog en tilstrækkelig valid registrering af iodindholdet i drikkevandet samt af forekomsten af struma i befolkningen. Sygdomme forårsaget af mikroorganismer i drikkevand samt nitrat i drikkevand og spædbørnssygelighed kunne være andre områder for samkøringsprojekter.

Der er dog her ikke taget stilling til andre problemstillinger i forhold til disse projekter, herunder andre forholdsregler som tages i forebyggelsesøjemed for at undgå sygdomsudvikling. Desuden er det af stor betydning at man inden for områder, der kunne være relevante at forske i, sørger for at foretage regelmæssige registreringer. Eksempler kunne her være indsamling af data for drikkevand (pesticidindhold, iodid, mikroorganismer, nitrat) eller spredning af *Borrelia* og malaria og *campylobacter* via kortlægning af forekomst af deres værter og disses bæreegenskaber.

8 Referencer

Andersen LB, Blegvad M. Offentlig og/eller privat børnetandpleje? Pris og tandsundhed i praksis- og klinikkommunerne. Institut for Statskundskab, Aarhus Universitet & Den medicinske forskningsenhed, Ringkøbing Amt. November 2002.

Cate JM ten, Larsen MJ, Pearce EIF, Fejerskov O. Chemical interactions between the tooth and oral fluids. i Fejerskov O, Kidd E (Eds.) Dental Caries. The Disease and its Clinical Management. Blackwell. Munksgaard, 2003, pp 49-69.

Ellwood R, Fejerskov O. Clinical use of fluoride i: Fejerskov O and Kidd E (Eds.) Dental Caries. The Disease and its Clinical Management. Blackwell. Munksgaard, 2003, pp 189-222.

Ekstrand K, Christiansen J, Christiansen MEC. Relation mellem fluoridindholdet i kommunernes drikkevand og caries. Tandlægebladet 2005;109:790-6.

Ekstrand KR, Christiansen MEC, Qvist V. Influence of different variables on the inter-municipality variation in caries experience in Danish adolescents. Caries Res 2003;37:130-41.

Hansen I. Evaluering af SCOR-systemets anvendelse. Master of Public Health, Aarhus Universitet, Udg. nr. 3, 1998.

Hansen I, Foldspang A, Poulsen S. Use of a national database for strategic management of municipal oral health services for Danish children and adolescents. Community Dent Oral Epidemiol 2001; 29:92-98.

Hansen NCR. Personlig meddelelse. 2006.

Heidmann J. Inconsistencies in a nationwide caries recording system. Community Dent Oral Epidemiol 1985; 13:216-218.

Heidmann J, Poulsen S, Arnbjerg D, Kirkegaard E, Laurberg L. Caries development after termination of a fluoride rinsing program. Community Dent Oral Epidemiol 1992;20:118-21.

Helm S. Recording system for the Danish Child Dental Health Services. Community Dent Oral Epidemiol 1973; 1:1-8.

IT- og Forskningsministeriet. Registerforskning. Enestående danske muligheder. 2001. IT- og Forskningsministeriet.

Klausen B, Sander M. Caries-kalibrering i kommunal tandpleje. Tandlæg Nye Tidsskr 2001;16(7):4-8.

Marinho VCC, Higgins JPT, Logan S, Sheiham A. Fluoride varnishes for preventing dental caries in children and adolescents. Cochrane Database of Systematic Reviews 2002, Issue 1. Art. No.: CD002279. DOI: 0.1002/14651858.CD002279.

McDonagh M, Whiting P, Bradley M, Cooper J, Sutton A, Chestnutt I, Misso K, Wilson P, Treasure E, Kleijnen J. A systematic review of Public Water Fluoridation. NHS Centre for Reviews and Dissemination, University of York. September 2000. P1-243.

Miljøstyrelsen. Kvalitetskrav til visse stoffer i drikkevandet. Vejledning nr. 2/1984. Miljøstyrelsen.

Møller IJ. Dental fluorose og caries. En oversigt over litteraturen samt nogle epidemiologiske undersøgelser af danske børn. Disputats. København: Rhodos, 1965.

Parner ET, Heidmann JM, Kjær I, Væth M, Poulsen S. Biological interpretation of the correlation of emergence times of permanent teeth. J Dent Res 2002; 81:451-454.

Parner ET, Heidmann J, Væth M, Poulsen S. A longitudinal study of secular trend in timing of eruption of permanent teeth in Danish children. Arch Oral Biol 2001; 46:425-431.

Petersen PE, Torres AM. Forebyggelses- og sundhedsarbejdet i den kommunale tandpleje i Danmark. Tandlæg Nye Tidsskr 1995;10(3):76-84.

Poulsen S. Kollektiv eller individuel profylakse? i: Holmstrup P, editor. Odontologi 2004. København: Munksgaard; 2004. p. 41-8.

Poulsen S, Heidmann J, Væth M. Lorenz curves and their use in describing the distribution of "the total burden" of dental caries in a population. Community Dent Health 2001; 18:68-71.

Poulsen S, Pedersen MM. Dental caries in Danish children: 1988-2001. Eur J Paediatr Dent 2002; 3:195-198.

Poulstrup A. Forprojekt om samkøring af registerdata for miljø og sundhed. Miljøprojekt Nr. 794, 2003. Miljøstyrelsen.

Sundby A. Tandsygdomme og tandplejeadfærd blandt børn med forskellig etnisk baggrund i Københavns Kommune. Masterafhandling. Master og Public Health-uddannelsen. Københavns Universitet 2001. Udgivelse nr. 72.

Sundhedsstyrelsen. Modeller for en fremtidig tandsundhedspolitik. København 1985.

Sundhedsstyrelsen. Brugervejledning til Sundhedsstyrelsens Centrale Odontologiske Register. København 1988.

Sundhedsstyrelsen. Indberetning på børne- og ungdomstandplejeområdet. København 1999.

Sundhedsstyrelsen. Sundhedsstyrelsens Centrale Odontologiske Register. København 2003.

Sundhedsstyrelsen. Tandplejens struktur og organisation. København 2004.

Sundhedsstyrelsen. Sundhedsstyrelsens Centrale Odontologiske Register. København 2006.

Thylstrup A, Bille J, Bruun C. Caries prevalence in Danish children living in areas with low and optimal levels of natural water fluoride. Caries Res 1982;16:413-20.

Forkortelser

BBR	-	Bygnings- og Boligregistret
CPR	-	Det Centrale Personregister
dmfs	-	Antal primære tandflader med "carieserfaring", dvs. såvel behandlede (dvs. fyldte eller ekstraherede) som ubehandlede cariesangreb
DMFS	-	Antal permanente tandflader med "carieserfaring", dvs. såvel behandlede (dvs. fyldte eller ekstraherede) som ubehandlede cariesangreb
GEUS	-	Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse
GIS	-	Geografiske Informations Systemer
IQR	-	Inter-Quartile Range
KE	-	Københavns Energi
KRR	-	Krydsreferenceregistret
OIS	-	Offentlige Informations Server
OR	-	Odds Ratio
OSAK	-	Officielle Standardadresser og Koordinater
SCOR	-	Sundhedsstyrelsens Centrale Odontologiske Register
STATA	-	Statistikprogram

Registerbeskrivelser

Navn	CPR-registret
Adresse	CPR kontoret, Christianslund 48, 3460 Birkerød
Telefon	45 94 03 00
Kontaktperson	
Beskrivelse af indhold i registret	CPR-registret indeholder CPR-oplysninger på nuværende og tidligere (afdøde, forsvundne eller udrejste) personer i Danmark der er tildelt et cpr-nummer CPR-registret er opdelt i flere tabeller der alle har CPR-nummeret som gennemgående identifikationsnøgle
Hvilke data er udtrukket til projektet	Fuldt udtræk af aktuelle, historiske og arkivregistreringer. Det vil sige udtrækket dækker perioden fra CPR-registrets oprettelse (2. april 1968) og indtil udtræksdatoen
Er dataudtræk beskrevet fra registerside	Det ville være ønskeligt med en bedre deklaration af udtrækket. Især hvad de enkelte udtræksfiler indeholder
Tid (fra rekv. til modt.)	Hurtigt, under 14 dage
Dataformat	Data opbygges efter iso format 9660. Tegnsættet er ASCII. Til pc'ere benyttes codepage 850
Pris – rådata (flere udbydere)	Ca. 10.000 kr.
Behov for konvertering	Ja. Data lagt i SQL-server mhp. den efterfølgende datahåndtering
Pris – konvertering	18.000 kr. (pris samlet for konvertering af både cpr og BBR)

Navn	SCOR-registret
Adresse	Sundhedsstyrelsen, Islands Brygge 67, 2300 København S
Telefon	72 22 76 91
Kontaktperson	Afdelingstandlægen i Sundhedsstyrelsen
Beskrivelse af indhold i registret	Registret indeholder tandsygdomsdata indberettet for danske børn fra de kommunale tandplejere
Hvilke data er udtrukket til projektet	Cariesdiagnoser for hver enkelt tandflade i tandsættet
Er dataudtræk beskrevet fra registerside	Ja, men ikke særlig brugervenligt
Tid (fra rekv. til modt.)	Ca. 3 måneder
Dataformat	Grunddata på diskette (data aggregeret på individniveau) eller SCOR rådata på CD
Pris – rådata (flere udbydere)	6.715 kr.
Behov for konvertering	Ja
Pris – konvertering	10.000 kr.

Navn	BBR registret (Bygge og Bolig Registret)
Adresse	Via underleverandør: LIFA a/s, Bredgade 91, 5660 Aarup
Telefon	64 43 31 00
Kontaktperson	Ole Runge Madsen
Beskrivelse af indhold i registret	BBR-registret indeholder oplysninger om bygninger i Danmark. Registret opdateres løbende af de enkelte kommuner i forbindelse med byggesager Desuden er oplysninger om placering af adressepunkter leveret sammen med BBR
Hvilke data er udtrukket til projektet	Udtræk dækkende hele boligmassen i Danmark
Er dataudtræk beskrevet fra registerside	Ja, dataudtrækket var meget godt beskrevet
Tid (fra rekv. til modt.)	Hurtigt, ca. 14 dage
Dataformat	Leveret som zippede tekst-filer
Pris – rådata (flere udbydere)	LIFA a/s: 50.000 kr. TDC: 80.000 kr.
Behov for konvertering	Ja. Data lagt i SQL-server mhp. den efterfølgende datahåndtering
Pris – konvertering	18.000 kr. (pris samlet for konvertering af både cpr og BBR)

Navn	GEUS Jupiter database
Adresse	Øster Voldgade 10, 1350 København K
Telefon	38 14 20 00
Kontaktperson	Frants von Platen
Beskrivelse af indhold i registret	Database med borer og vandværker og dertil knyttede oplysninger, bl.a. vandanalyser og indvindingsmængder Bygger på indberetninger fra brøndborere, amter m.v.
Hvilke data er udtrukket til projektet	Stamdata for vandværker, fluorid-analyser, indvindingsmængder. Desuden oplysninger om filterdybder
Er dataudtræk beskrevet fra registerside	Ja
Tid (fra rekv. til modt.)	Kontaktperson er også projektdeltager. En løbende proces
Dataformat	Kan leveres i gængse tabel-formater (excel, access m.m.). Til dette projekt som tabeller i dBase-format. Ud fra koordinatoplysninger dannes GIS-data i shapefile-format
Pris – rådata (flere udbydere)	Ikke prissat da GEUS deltager i projektet
Behov for konvertering	Nej
Pris – konvertering	
Forslag - forbedringer	Behov for kvalitetskontrol af ældre data. Sammenlægning i tilfælde hvor samme fysiske anlæg optræder flere gange

Navn	Indkomstdata fra Told & Skat
Adresse	Told & Skat, Borgerservice, Østbanegade 123, 2100 København Ø (www.skat.dk)
Telefon	72 37 90 00
Kontaktperson	Inge Marie Christoffersen (Borgerservice) / Morten Appelsø (Programmør)
Beskrivelse af indhold i registret	Registret er normalt ikke beregnet til forskning. Registret indeholder reelt alle told & skats oplysninger på personer i Danmark
Hvilke data er udtrukket til projektet	Der er udtrukket data matchende specifikke CPR-numre, svarende til personer der har samme bopæl som undersøgelsespopulationen. I alt ca. 660.000 personer
Er dataudtræk beskrevet fra registerside	Data er defineret i samarbejde med databehandler
Tid (fra rekv. til modt.)	Pga. kommunikationsproblemer er dette ikke relevant at angive i dette tilfælde
Dataformat	txt-fil
Pris – rådata (flere udbydere)	Aftales separat for hvert enkelt projekt – til dette projekt gratis
Behov for konvertering	Nej
Pris – konvertering	-

SCOR

LE C B O O K * * * B 1 4 3 2 K 0 2 * * *

START LENGTH FORMAT DEC

19.06.97 10.42.40 PAGE 1

ORIG: K01 COPY: K0X,K02,K30,K31,K35

 000100*****
 000200***** DENNE BOOK INDEHOLDER INDIVIDKARTOTEK *****
 000300***** RECLANGDE: 720 *****
 000400***

000500 01	05	K02-REC.			1	720	X-DEF.
000600	10	K02-PROJ	PIC X(4).		1	720	X-DEF.
000700	10	K02-ART	PIC XXX.		1	4	X-DEF.
000800	10	FILLER	PIC X(16).		5	3	X-DEF.
000900	10	K02-KDATO.			8	16	X-DEF.
001000	10	K02-KAR	PIC XX.		24	6	X-DEF.
001100	15	K02-KMD	PIC XX.		24	2	X-DEF.
001200	15	K02-KDD	PIC XX.		26	2	X-DEF.
001300	15	K02-GENNR	PIC 9(5).		28	2	X-DEF.
001400	10	FILLER	PIC X(684).		30	5	9-DEF.
001500	10				35	686	X-DEF.
001600							
001700	05	K02-ARTD10	REDEFINES K02-ARTD10.		1	720	X-DEF.
001800	10	K02-IDENT.			1	23	X-DEF.
001900	15	K02-DOB	PIC X(4).		1	4	X-DEF.
002000	15	FILLER	PIC XXX.		5	3	X-DEF.
002100	15	K02-KOMMUNE	PIC XXX.		8	3	X-DEF.
002200	15	K02-SKOLE			11	3	X-DEF.
002300	20	K02-SKOLE9	PIC 999.		11	3	9-DEF.
002400	15	K02-CPRNR.			14	10	X-DEF.
002500	20	K02-CPRDG	PIC XX.		14	2	X-DEF.
002600	20	K02-CPRVD	PIC XX.		14	2	X-DEF.
002700	20	K02-CPRAR	PIC XX.		18	2	X-DEF.
002800	20	K02-CPRCHECK.			20	4	X-DEF.
002900	25	K02-CPRLBNR	PIC XXX.		20	3	X-DEF.
003000	25	K02-CPRCHNR	PIC X.		23	1	X-DEF.
003100	10	K02-DATADEL.			24	697	X-DEF.
003200	15	K02-KLASSE	PIC XX.		24	2	X-DEF.
003300	15	K02-STATUSDATO.			26	6	X-DEF.
003400	20	K02-STATUSAR	PIC XX.		26	2	X-DEF.
003500	20	K02-STATUSND	PIC XX.		28	2	X-DEF.
003600	20	K02-STATUSDG	PIC XX.		30	2	X-DEF.
003700	15	K02-YDERNR	PIC X(6).		32	6	X-DEF.
003800	15	K02-TAENDER.			38	256	X-DEF.
003900	20	K02-TAEND	OCCURS 32	INDEXED BY X1.	38	256	X-DEF.
004000	25	K02-ØING	PIC X.		39	1	X-DEF.
004100	25	K02-POCH	PIC X.		39	1	X-DEF.
004200	25	K02-ØRA	PIC X.		40	1	X-DEF.
004300	25	K02-ØIS	PIC X.		41	1	X-DEF.
004400	25	K02-FAC	PIC X.		42	1	X-DEF.
004500	25	K02-MES	PIC X.		43	1	X-DEF.
004600	25	K02-ØKK	PIC X.		44	1	X-DEF.
004700	25	K02-ID	PIC X.		45	1	X-DEF.
004800	15	K02-ØRUP	PIC X.		294	1	X-DEF.
004900	15	K02-ROTATION	PIC X.		295	1	X-DEF.
005000	15	K02-KIPNING	PIC X.		296	1	X-DEF.
005100	15	K02-INVERT	PIC X.		297	1	X-DEF.
005200	15	K02-ØXTRHAX	PIC X.		298	1	X-DEF.
005300	15	K02-MANDØB	PIC X.		299	1	X-DEF.
005400	15	K02-ØYTBID	PIC X.		300	1	X-DEF.
005500	15	K02-ØBENTID	PIC X.		301	1	X-DEF.
005600	15	K02-DISTAL	PIC X.		302	1	X-DEF.
005700	15	K02-MESIAL	PIC X.		303	1	X-DEF.
005800	15	K02-KRYDSBID	PIC X.		304	1	X-DEF.

LE C B O O K * * * B 1 4 3 2 K 0 2 * * *

START LENGTH FORMAT DEC

19.06.97 10.42.40 PAGE 2

ORIG: K01 COPY: K0X,K02,K30,K31,K35

005900	15	K02-SAKSBID	PIC X.		305	1	X-DEF.
006000	15	K02-HØDTILM	PIC X.		306	1	X-DEF.
006100	15	K02-IVANGSF	PIC X.		307	1	X-DEF.
006200	15	K02-TRANGST1	PIC X.		308	1	X-DEF.
006300	15	K02-TRANGST2	PIC X.		309	1	X-DEF.
006400	15	K02-SPREDST1	PIC X.		310	1	X-DEF.
006500	15	K02-SPREDST2	PIC X.		311	1	X-DEF.
006600	15	K02-ØRALE	PIC X.		312	1	X-DEF.
006700	15	K02-DASTENA	PIC X.		313	1	X-DEF.
006800	15	K02-ØRBEHØV	PIC XX.		314	2	X-DEF.
006900	15	K02-FUNKTF.			316	2	X-DEF.
007000	20	K02-SØB	PIC X.		317	1	X-DEF.
007100	20	K02-KLI	PIC X.		318	1	X-DEF.
007200	15	K02-VARIAKD.			319	1	9-DEF.
007300	20	K02-VARIAKD9	PIC 9.		319	2	X-DEF.
007400	15	K02-DISPUKD.	PIC 99.		319	2	9-DEF.
007500	20	K02-DISPUKD9	PIC 99.		321	6	X-DEF.
007600	15	K02-STATFELTER.			321	1	X-DEF.
007700	20	K02-STAT	PIC X.		322	1	X-DEF.
007800	20	K02-STATB	PIC X.		323	1	X-DEF.
007900	20	K02-STATC	PIC X.		324	1	X-DEF.
008000	20	K02-STATD	PIC X.		325	76	X-DEF.
008100	15	FILLER	PIC X(76).		401	220	X-DEF.
008200	15	K02-SUMMER.			401	2	9-DEF.
008300	20	K02-ØLDER	PIC 99.		403	2	PAKKET
008400	20	K02-PERM-FL	PIC S999	COMP-S.	405	2	PAKKET
008500	20	K02-TEMP-FL	PIC S999	COMP-S.	407	2	PAKKET
008600	20	K02-ØALT-FL	PIC S999	COMP-S.	409	2	PAKKET
008700	20	K02-TEMP-TD	PIC S999	COMP-S.	411	2	PAKKET
008800	20	K02-PERM-TD	PIC S999	COMP-S.	413	2	PAKKET
008900	20	K02-ØALT-TD	PIC S999	COMP-S.	415	2	PAKKET
009000	20	K02-ØBS-TØR	PIC S999	COMP-S.	417	72	X-DEF.
009100	20	K02-TABSUM1K.			417	72	X-DEF.
009200	25	K02-TABSUM1	OCCURS 3	INDEXED BY K02-TAB1.	417	2	PAKKET
009300	30	K02-DEF-S	PIC S999	COMP-S.	419	2	PAKKET
009400	30	K02-FLADE-Ø	PIC S999	COMP-S.	421	2	PAKKET
009500	30	K02-FLADE-1	PIC S999	COMP-S.	423	2	PAKKET
009600	30	K02-FLADE-2	PIC S999	COMP-S.	425	2	PAKKET
009700	30	K02-FLADE-3	PIC S999	COMP-S.	427	2	PAKKET
009800	30	K02-FLADE-4	PIC S999	COMP-S.	429	2	PAKKET
009900	30	K02-FLADE-5	PIC S999	COMP-S.	431	2	PAKKET
010000	30	K02-FLADE-6	PIC S999	COMP-S.	433	2	PAKKET
010100	30	K02-FLADE-7	PIC S999	COMP-S.	435	2	PAKKET
010200	30	K02-FLADE-8	PIC S999	COMP-S.	437	2	PAKKET
010300	30	K02-FLADE-9	PIC S999	COMP-S.	439	2	PAKKET
010400	30	K02-FLADE-X	PIC S999	COMP-S.	489	78	X-DEF.
010500	20	K02-TABSUM2K.			489	78	X-DEF.
010600	25	K02-TABSUM2	OCCURS 3	INDEXED BY K02-TAB2.	489	2	PAKKET
010700	30	K02-DEF-T.	PIC S999	COMP-S.	491	2	PAKKET
010800	30	K02-TAEND-Ø	PIC S999	COMP-S.	493	2	PAKKET
010900	30	K02-TAEND-1	PIC S999	COMP-S.	495	2	PAKKET
011000	30	K02-TAEND-2	PIC S999	COMP-S.	497	2	PAKKET
011100	30	K02-TAEND-3	PIC S999	COMP-S.	499	2	PAKKET
011200	30	K02-TAEND-4	PIC S999	COMP-S.	501	2	PAKKET
011300	30	K02-TAEND-5	PIC S999	COMP-S.	503	2	PAKKET
011400	30	K02-TAEND-6	PIC S999	COMP-S.	505	2	PAKKET
011500	30	K02-TAEND-7	PIC S999	COMP-S.	507	2	PAKKET
011600	30	K02-TAEND-8	PIC S999	COMP-S.			

ORIG: K01 COPY: K0X,K02,K30,K31,K35

011700	30	K02-TAEND-9	PIC S999	COMP-3.	509	2	PAKKET
011800	30	K02-TAEND-X	PIC S999	COMP-3.	511	2	PAKKET
011900	30	K02-HT	PIC S999	COMP-3.	513	2	PAKKET
012000	20	K02-TABSUM3X.			547	54	X-DEF.
012100	25	K02-TABSUM3	OCCURS 9	INDEXED BY K02-TAB3.	567	54	X-DEF.
012200	30	K02-Z2XXXK	PIC S999	COMP-3.	567	2	PAKKET
012300	30	K02-Z3XXXK	PIC S999	COMP-3.	569	2	PAKKET
012400	30	K02-Z4XXXK	PIC S999	COMP-3.	571	2	PAKKET
012500	15	K02-PERMSO	PIC X.		621	1	X-DEF.
012600	15	K02-TEMPSON	PIC X.		622	1	X-DEF.
012700	15	K02-SVAERZON	PIC X.		623	1	X-DEF.
012800	15	K02-GINGIV1	PIC S999	COMP-3.	624	2	PAKKET
012900	15	K02-GINGIV2	PIC S999	COMP-3.	624	2	PAKKET
013000	15	K02-GINGIV	PIC S999	COMP-3.	628	2	PAKKET
013100	15	K02-POCHE4	PIC S999	COMP-3.	630	2	PAKKET
013200	15	K02-FORSTET5	PIC S999	COMP-3.	632	2	PAKKET
013300	15	K02-POCHFORS	PIC S999	COMP-3.	634	2	PAKKET
013400	15	FILLER	PIC X(85).		636	85	X-DEF.
013500							
013600	05	K02-ART020	REDEFINES K02-ARTD10.		1	720	X-DEF.
013700	10	K02-FELT1	PIC X(37).		1	37	X-DEF.
013800	10	K02-FELT2	PIC X(256).		38	256	X-DEF.
013900	10	K02-FELT3	PIC X(31).		294	31	X-DEF.
014000	10	K02-FELT4	PIC X(76).		325	76	X-DEF.
014100	10	K02-FELT5	PIC X(235).		401	235	X-DEF.
014200	10	K02-FELT6	PIC X(85).		636	85	X-DEF.
014300							
014400	05	K02-ART030	REDEFINES K02-ARTD10.		1	720	X-DEF.
014500	10	K02-TABLEDX.			1	720	X-DEF.
014600	20	K02-TABLED	OCCURS 720 INDEXED BY K02-TAB4.		1	720	X-DEF.
014700	25	K02-TABLEDNR	PIC X.		1	1	X-DEF.
014800							
014900	05	K02-ARTHV	REDEFINES K02-ARTD10.		1	720	X-DEF.
015000	10	FILLER	PIC X(23).		1	23	X-DEF.
015100	10	K02-AFST	PIC S9(9) COMP-3.		24	5	PAKKET
015200	10	FILLER	PIC X(492).		29	492	X-DEF.

ORIG: K01 COPY: K0X,K02,K30,K31,K35

011700	30	K02-TAEND-9	PIC S999	COMP-3.	509	2	PAKKET
011800	30	K02-TAEND-X	PIC S999	COMP-3.	511	2	PAKKET
011900	30	K02-HT	PIC S999	COMP-3.	513	2	PAKKET
012000	20	K02-TABSUM3X.			547	54	X-DEF.
012100	25	K02-TABSUM3	OCCURS 9	INDEXED BY K02-TAB3.	567	54	X-DEF.
012200	30	K02-Z2XXXK	PIC S999	COMP-3.	567	2	PAKKET
012300	30	K02-Z3XXXK	PIC S999	COMP-3.	569	2	PAKKET
012400	30	K02-Z4XXXK	PIC S999	COMP-3.	571	2	PAKKET
012500	15	K02-PERMSO	PIC X.		621	1	X-DEF.
012600	15	K02-TEMPSON	PIC X.		622	1	X-DEF.
012700	15	K02-SVAERZON	PIC X.		623	1	X-DEF.
012800	15	K02-GINGIV1	PIC S999	COMP-3.	624	2	PAKKET
012900	15	K02-GINGIV2	PIC S999	COMP-3.	624	2	PAKKET
013000	15	K02-GINGIV	PIC S999	COMP-3.	628	2	PAKKET
013100	15	K02-POCHE4	PIC S999	COMP-3.	630	2	PAKKET
013200	15	K02-FORSTET5	PIC S999	COMP-3.	632	2	PAKKET
013300	15	K02-POCHFORS	PIC S999	COMP-3.	634	2	PAKKET
013400	15	FILLER	PIC X(85).		636	85	X-DEF.
013500							
013600	05	K02-ART020	REDEFINES K02-ARTD10.		1	720	X-DEF.
013700	10	K02-FELT1	PIC X(37).		1	37	X-DEF.
013800	10	K02-FELT2	PIC X(256).		38	256	X-DEF.
013900	10	K02-FELT3	PIC X(31).		294	31	X-DEF.
014000	10	K02-FELT4	PIC X(76).		325	76	X-DEF.
014100	10	K02-FELT5	PIC X(235).		401	235	X-DEF.
014200	10	K02-FELT6	PIC X(85).		636	85	X-DEF.
014300							
014400	05	K02-ART030	REDEFINES K02-ARTD10.		1	720	X-DEF.
014500	10	K02-TABLEDX.			1	720	X-DEF.
014600	20	K02-TABLED	OCCURS 720 INDEXED BY K02-TAB4.		1	720	X-DEF.
014700	25	K02-TABLEDNR	PIC X.		1	1	X-DEF.
014800							
014900	05	K02-ARTHV	REDEFINES K02-ARTD10.		1	720	X-DEF.
015000	10	FILLER	PIC X(23).		1	23	X-DEF.
015100	10	K02-AFST	PIC S9(9) COMP-3.		24	5	PAKKET
015200	10	FILLER	PIC X(492).		29	492	X-DEF.

Variabelbeskrivelse

Dato: 17. august 2005

Variablene er beskrevet ud fra **Brugerhåndbog** dateret den 16. marts 1995.

Cases: 214.856

Nr.	Brugerhåndbog	Navn	Type	Tegn
1	Kortart	KORT	Tekst	2
2	EDBnummer	EDB	Tekst	4
3	Kommunenr.	KOMM	Tekst	3
4	Skole	SKOLE	Tekst	3
5	DD	CPRDAG	Tekst	2
6	MM	CPRMD	Tekst	2
7	ÅÅ	CPRAAR	Tekst	2
8	Løbenr.	LBNR	Tekst	3
9	Ch.ciffer	KONTROL	Tekst	1
10	Klasse	KLASSE	Tekst	2
11	(Statusdato-) DD	STATAAR	Tekst	2
12	(Statusmåned) MM	STATMD	Tekst	2
13	(Statusår) ÅÅ	STATDAG	Tekst	2
14	Ydernr.	YDERNR	Tekst	6
15	-8ORA	M8ORA	Tekst	1
16	-8DIS	M8DIS	Tekst	1
17	-8FAC	M8FAC	Tekst	1
18	-8MES	M8MES	Tekst	1
19	-8OKK	M8OKK	Tekst	1
20	-8ID	M8ID	Tekst	1
21	-7ORA	M7ORA	Tekst	1
22	-7DIS	M7DIS	Tekst	1
23	-7FAC	M7FAC	Tekst	1
24	-7MES	M7MES	Tekst	1
25	-7OKK	M7OKK	Tekst	1
26	-7ID	M7ID	Tekst	1
27	-6GING	M6GING	Tekst	1
28	-6POCH	M6POCH	Tekst	1
29	-6ORA	M6ORA	Tekst	1
30	-6DIS	M6DIS	Tekst	1
31	-6FAC	M6FAC	Tekst	1
32	-6MES	M6MES	Tekst	1
33	-6OKK	M6OKK	Tekst	1
34	-6ID	M6ID	Tekst	1
35	-5ORA	M5ORA	Tekst	1
36	-5DIS	M5DIS	Tekst	1
37	-5FAC	M5FAC	Tekst	1

Nr.	Brugerhåndbog	Navn	Type	Tegn
38	-5MES	M5MES	Tekst	1
39	-5OKK	M5OKK	Tekst	1
40	-5ID	M5ID	Tekst	1
41	-4ORA	M4ORA	Tekst	1
42	-4DIS	M4DIS	Tekst	1
43	-4FAC	M4FAC	Tekst	1
44	-4MES	M4MES	Tekst	1
45	-4OKK	M4OKK	Tekst	1
46	-4ID	M4ID	Tekst	1
47	-3ORA	M3ORA	Tekst	1
48	-3DIS	M3DIS	Tekst	1
49	-3FAC	M3FAC	Tekst	1
50	-3MES	M3MES	Tekst	1
51	-3OKK	M3OKK	Tekst	1
52	-3ID	M3ID	Tekst	1
53	-2GING	M2GING	Tekst	1
54	-2POCH	M2POCH	Tekst	1
55	-2ORA	M2ORA	Tekst	1
56	-2DIS	M2DIS	Tekst	1
57	-2FAC	M2FAC	Tekst	1
58	-2MES	M2MES	Tekst	1
59	-2OKK	M2OKK	Tekst	1
60	-2ID	M2ID	Tekst	1
61	-1GING	M1GING	Tekst	1
62	-1POCH	M1POCH	Tekst	1
63	-1ORA	M1ORA	Tekst	1
64	-1DIS	M1DIS	Tekst	1
65	-1FAC	M1FAC	Tekst	1
66	-1MES	M1MES	Tekst	1
67	-1OKK	M1OKK	Tekst	1
68	-1ID	M1ID	Tekst	1
69	8-ORA	X8MORA	Tekst	1
70	8-DIS	X8MDIS	Tekst	1
71	8-FAC	X8MFAC	Tekst	1
72	8-MES	X8MMES	Tekst	1
73	8-OKK	X8MOKK	Tekst	1
74	8-ID	X8MID	Tekst	1
75	7-ORA	X7MORA	Tekst	1
76	7-DIS	X7MDIS	Tekst	1
77	7-FAC	X7MFAC	Tekst	1
78	7-MES	X7MMES	Tekst	1
79	7-OKK	X7MOKK	Tekst	1
80	7-ID	X7MID	Tekst	1
81	6-GING	X6MGING	Tekst	1
82	6-POCH	X6MPOCH	Tekst	1
83	6-ORA	X6MORA	Tekst	1
84	6-DIS	X6MDIS	Tekst	1
85	6-FAC	X6MFAC	Tekst	1
86	6-MES	X6MMES	Tekst	1
87	6-OKK	X6MOKK	Tekst	1
88	6-ID	X6MID	Tekst	1

Nr.	Brugerhåndbog	Navn	Type	Tegn
89	5-ORA	X5MORA	Tekst	1
90	5-DIS	X5MDIS	Tekst	1
91	5-FAC	X5MFAC	Tekst	1
92	5-MES	X5MMES	Tekst	1
93	5-OKK	X5MOKK	Tekst	1
94	5-ID	X5MID	Tekst	1
95	4-ORA	X4MORA	Tekst	1
96	4-DIS	X4MDIS	Tekst	1
97	4-FAC	X4MFAC	Tekst	1
98	4-MES	X4MMES	Tekst	1
99	4-OKK	X4MOKK	Tekst	1
100	4-ID	X4MID	Tekst	1
101	3-ORA	X3MORA	Tekst	1
102	3-DIS	X3MDIS	Tekst	1
103	3-FAC	X3MFAC	Tekst	1
104	3-MES	X3MMES	Tekst	1
105	3-ID	X3MID	Tekst	1
106	2-GING	X2MGING	Tekst	1
107	2-POCH	X2MPOCH	Tekst	1
108	2-ORA	X2MORA	Tekst	1
109	2-DIS	X2MDIS	Tekst	1
110	2-FAC	X2MFAC	Tekst	1
111	2-MES	X2MMES	Tekst	1
112	2-ID	X2MID	Tekst	1
113	1-GING	X1MGING	Tekst	1
114	1-POCH	X1MPOCH	Tekst	1
115	1-ORA	X1MORA	Tekst	1
116	1-DIS	X1MDIS	Tekst	1
117	1-FAC	X1MFAC	Tekst	1
118	1-MES	X1MMES	Tekst	1
119	1-ID	X1MID	Tekst	1
120	+8ORA	P8ORA	Tekst	1
121	+8DIS	P8DIS	Tekst	1
122	+8FAC	P8FAC	Tekst	1
123	+8MES	P8MES	Tekst	1
124	+8OKK	P8OKK	Tekst	1
125	+8ID	P8ID	Tekst	1
126	+7ORA	P7ORA	Tekst	1
127	+7DIS	P7DIS	Tekst	1
128	+7FAC	P7FAC	Tekst	1
129	+7MES	P7MES	Tekst	1
130	+7OKK	P7OKK	Tekst	1
131	+7ID	P7ID	Tekst	1
132	+6GING	P6GING	Tekst	1
133	+6POCH	P6POCH	Tekst	1
134	+6ORA	P6ORA	Tekst	1
135	+6DIS	P6DIS	Tekst	1
136	+6FAC	P6FAC	Tekst	1
137	+6MES	P6MES	Tekst	1
138	+6OKK	P6OKK	Tekst	1
139	+6ID	P6ID	Tekst	1

Nr.	Brugerhåndbog	Navn	Type	Tegn
140	+5ORA	P5ORA	Tekst	1
141	+5DIS	P5DIS	Tekst	1
142	+5FAC	P5FAC	Tekst	1
143	+5MES	P5MES	Tekst	1
144	+5OKK	P5OKK	Tekst	1
145	+5ID	P5ID	Tekst	1
146	+4ORA	P4ORA	Tekst	1
147	+4DIS	P4DIS	Tekst	1
148	+4FAC	P4FAC	Tekst	1
149	+4MES	P4MES	Tekst	1
150	+4OKK	P4OKK	Tekst	1
151	+4ID	P4ID	Tekst	1
152	+3ORA	P3ORA	Tekst	1
153	+3DIS	P3DIS	Tekst	1
154	+3FAC	P3FAC	Tekst	1
155	+3MES	P3MES	Tekst	1
156	+3ID	P3ID	Tekst	1
157	+2GING	P2GING	Tekst	1
158	+2POCH	P2POCH	Tekst	1
159	+2ORA	P2ORA	Tekst	1
160	+2DIS	P2DIS	Tekst	1
161	+2FAC	P2FAC	Tekst	1
162	+2MES	P2MES	Tekst	1
163	+2ID	P2ID	Tekst	1
164	+1GING	P1GING	Tekst	1
165	+1POCH	P1POCH	Tekst	1
166	+1ORA	P1ORA	Tekst	1
167	+1DIS	P1DIS	Tekst	1
168	+1FAC	P1FAC	Tekst	1
169	+1MES	P1MES	Tekst	1
170	+1ID	P1ID	Tekst	1
171	8+ORA	X8PORA	Tekst	1
172	8+DIS	X8PDIS	Tekst	1
173	8+FAC	X8PFAC	Tekst	1
174	8+MES	X8PMES	Tekst	1
175	8+OKK	X8POKK	Tekst	1
176	8+ID	X8PID	Tekst	1
177	7+ORA	X7PORA	Tekst	1
178	7+DIS	X7PDIS	Tekst	1
179	7+FAC	X7PFAC	Tekst	1
180	7+MES	X7PMES	Tekst	1
181	7+OKK	X7POKK	Tekst	1
182	7+ID	X7PID	Tekst	1
183	6+GING	X6PGING	Tekst	1
184	6+POCH	X6PPOCH	Tekst	1
185	6+ORA	X6PORA	Tekst	1
186	6+DIS	X6PDIS	Tekst	1
187	6+FAC	X6PFAC	Tekst	1
188	6+MES	X6PMES	Tekst	1
189	6+OKK	X6POKK	Tekst	1
190	6+ID	X6PID	Tekst	1

Nr.	Brugerhåndbog	Navn	Type	Tegn
191	5+ORA	X5PORA	Tekst	1
192	5+DIS	X5PDIS	Tekst	1
193	5+FAC	X5PFAC	Tekst	1
194	5+MES	X5PMES	Tekst	1
195	5+OKK	X5POKK	Tekst	1
196	5+ID	X5PID	Tekst	1
197	4+ORA	X4PORA	Tekst	1
198	4+DIS	X4PDIS	Tekst	1
199	4+FAC	X4PFAC	Tekst	1
200	4+MES	X4PMES	Tekst	1
201	4+OKK	X4POKK	Tekst	1
202	4+ID	X4PID	Tekst	1
203	3+ORA	X3PORA	Tekst	1
204	3+DIS	X3PDIS	Tekst	1
205	3+FAC	X3PFAC	Tekst	1
206	3+MES	X3PMES	Tekst	1
207	3+ID	X3PID	Tekst	1
208	2+GING	X2PGING	Tekst	1
209	2+POCH	X2PPOCH	Tekst	1
210	2+ORA	X2PORA	Tekst	1
211	2+DIS	X2PDIS	Tekst	1
212	2+FAC	X2PFAC	Tekst	1
213	2+MES	X2PMES	Tekst	1
214	2+ID	X2PID	Tekst	1
215	1+GING	X1PGING	Tekst	1
216	1+POCH	X1PPOCH	Tekst	1
217	1+ORA	X1PORA	Tekst	1
218	1+DIS	X1PDIS	Tekst	1
219	1+FAC	X1PFAC	Tekst	1
220	1+MES	X1PMES	Tekst	1
221	1+ID	X1PID	Tekst	1
222	ERU	ERU	Tekst	1
223	ROT	ROT	Tekst	1
224	KIP	KIP	Tekst	1
225	INV	INV	Tekst	1
226	EXA	EXA	Tekst	1
227	MOB	MOB	Tekst	1
228	DYB	DYB	Tekst	1
229	AAB	AAB	Tekst	1
230	DIO	DIO	Tekst	1
231	MEO	MEO	Tekst	1
232	KRB	KRB	Tekst	1
233	SKB	SKB	Tekst	1
234	MLF	MLF	Tekst	1
235	TVF	TVF	Tekst	1
236	TSO	TSO	Tekst	1
237	TSU	TSU	Tekst	1
238	SSO	SSO	Tekst	1
239	SSU	SSU	Tekst	1
240	ORV	ORV	Tekst	1
241	DIM	DIM	Tekst	1

Nr.	Brugerhåndbog	Navn	Type	Tegn
242	ORB	ORB	Tekst	2
243	FUS	FUS	Tekst	1
244	FUK	FUK	Tekst	1
245	VAR	VAR	Tekst	1
246	DIK	DIK	Tekst	2
247	ST1	ST1	Tekst	1
248	ST2	ST2	Tekst	1
249	ST3	ST3	Tekst	1
250	ST4	ST4	Tekst	1

1 Resultater af analyser af fluoridindholdet i drikkevand og dets betydning for cariesforekomsten hos 5- og 15-årige børn i Danmark

1.1 Analyse af DMFS hos 15-årige i kohorten 1989, samme bopæl

Data for deltagerne beskrives med udgangspunkt i en grundigere gennemgang af én af kohorterne, K89c. Deltagerne er 15 år gamle på undersøgelsestidspunktet (2004) og 51,3 % af deltagerne er drenge.

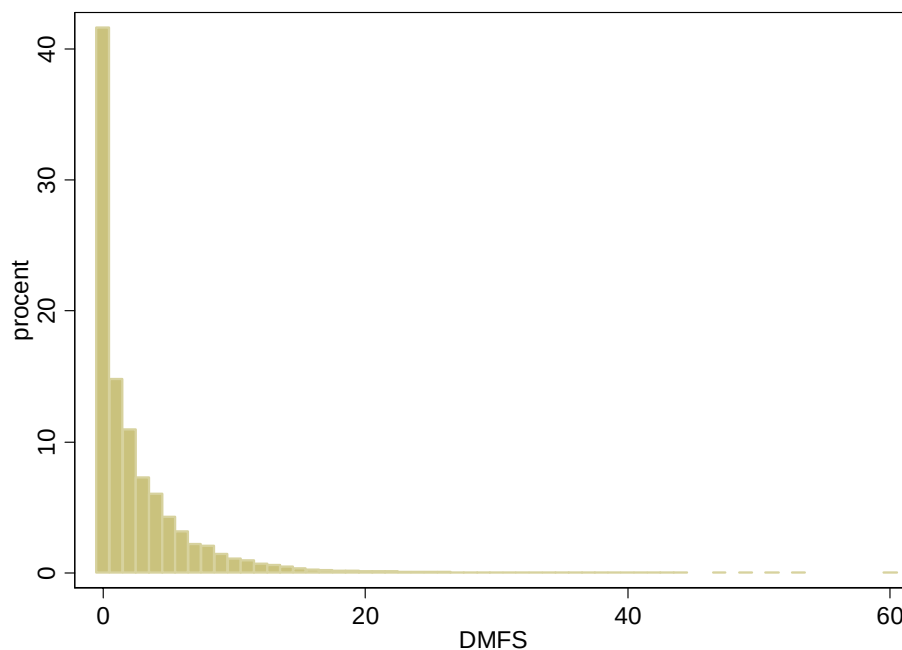
Tabel 1 Børn født i 1989. Samme bopæl i 15 år. DMFS målt ved 15 års alderen, husstandsindkomst målt i 2004. N=23.304.

Variabel	(min-max)	median	(25-75 % percentil)	Gennemsnit (mean)	Standard afvigelse (sd)
DMFS	(0-60)	1	(0-4)	2,60	(4,2)
Husstandsindkomst	-3.097.497- 11.200.000	514.596	(370.024- 644.631)	533.978	(316.439)
Fluoridkonc. (median) cirk	(0,05-1,95)	0,22	(0,14-0,40)	0,33	(0,29)
Fluoridkonc (median) thies	(0,05-1,95)	0,22	(0,14-0,38)	0,32	(0,29)

Det fremgår af Tabel 1, at der er meget stor spredning i antallet af skadede tænder i kohorten. En stor del har ingen registrerede skader, en enkelt har 60 skadede flader. Husstandsindkomsten i kohorten indeholder negative værdier. Dette kan enten skyldes fejl i datamaterialet, eller det kan skyldes at husstanden har en skattemæssig negativ indkomst. Det kan ikke nærmere vurderes på baggrund af materialet.

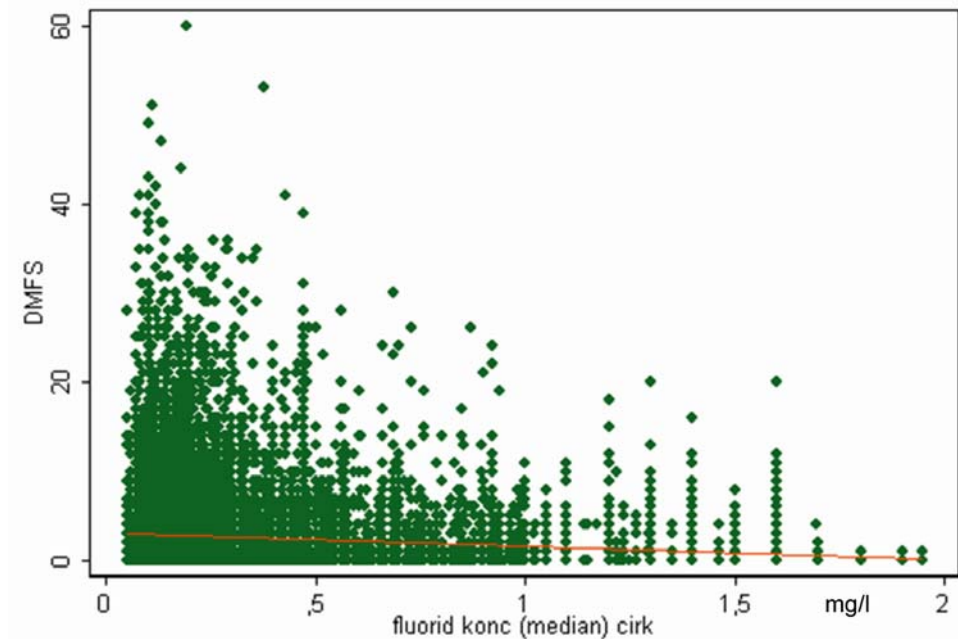
Af tabellen fremgår endvidere at fordelingen af fluorid i drikkevandet er stort set den samme, uanset om der benyttes det teoretiske vandforsyningskort beregnet på baggrund af det såkaldte cirkulære kort eller Thiessen kortet.

En nærmere beskrivelse af fordelingen af DMFS fremgår af Figur 1. Alle variable er, bedømt ved forskellen mellem median og gennemsnit, ikke normalfordelte.



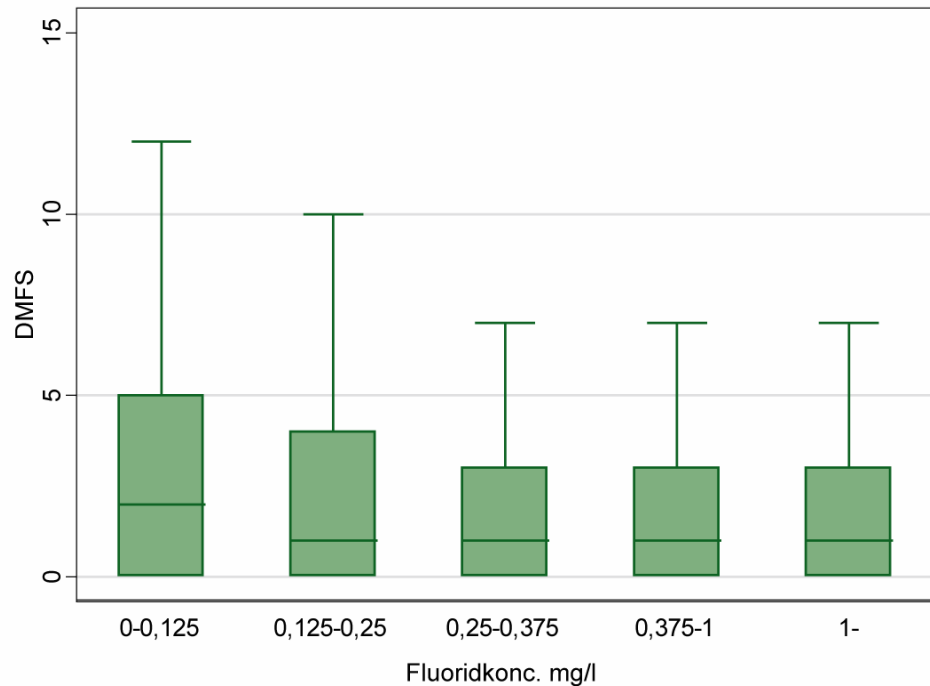
Figur 1 DMFS hos børn født i 1989 (K89c), målt ved 15 års alderen.
N=23.304.

Sammenhæng mellem fluoridkoncentration i drikkevandet, bedømt ved mediankoncentrationen, og DMFS er anført i scatter plottet Figur 2. Figuren viser alle 23.000 observationer i datasættet, de fleste er beliggende i figurens nederste venstre del. At der er mange børn med relativ lav fluoridkoncentration i drikkevandet og få skader på tænderne trækker den bedst beliggende lineære sammenhæng mellem data ned mod X-aksen. Den bedst beliggende linie tyder på, at der en sammenhæng mellem stigende fluoridindhold og faldende DMFS.



Figur 2 Sammenhæng mellem median fluoridkoncentration i drikkevand, vurderet på baggrund af cirkulært kort, og DMFS hos 15 årige børn, samme bopæl i 15 år. Antallet af observationer i nederste del af figuren er tæt. Linien beskriver den bedst beliggende lineære sammenhæng mellem fluoridkoncentration og DMFS. N=23.304.

Eksponeringsvariablen deles i 5 kategorier med henblik på non-parametriske analyser. Grænserne er arbitrært afsat, så de indeholder ca. 1/5 af materialet i hver gruppe. I figurerne 3-14 findes i selve boksen en vandret streg, der angiver medianen, mens boksens øverste og nederste grænse afskærer 25 og 75 % af observationerne (IQR). Afstanden mellem de lodrette linier angiver hovedparten af observationerne. De observationer, der er meget afvigende (outliers), er ikke medtaget i figurerne.

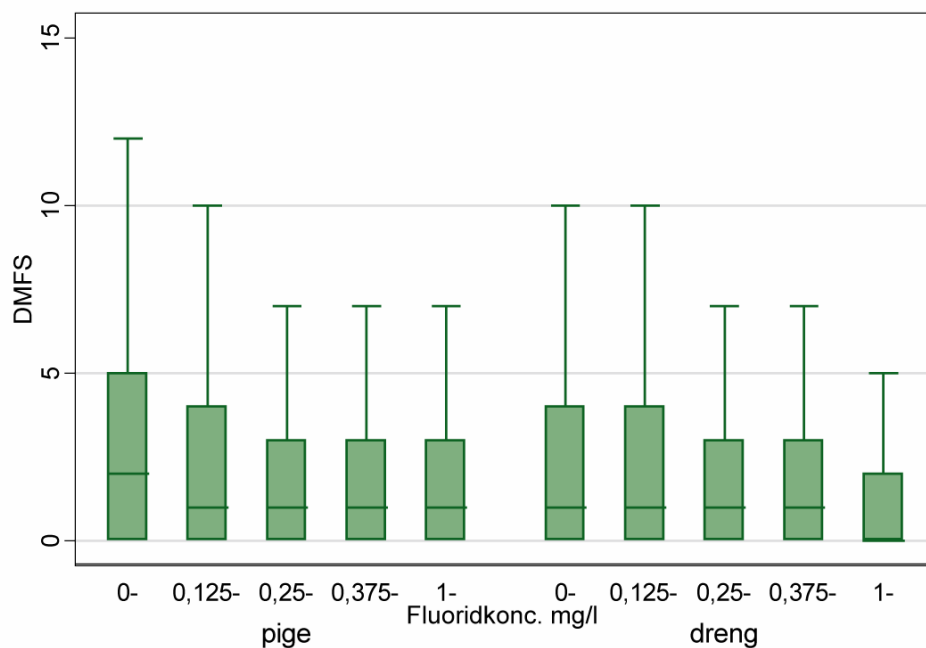


Figur 3 Sammenhæng mellem fluoridkoncentration (grupperet) og caries målt ved DMFS hos børn født i 1989, 15 år gamle, samme bopæl i eksponeringsperioden (K89c) ($z = -14.06$, $\text{Prob} > |z| = 0.000$). $N=23.304$.

De grupperede eksponeringsværdiers grænser fremgår af figuren. Der er grafisk en sammenhæng mellem faldende fluoridkoncentration i drikkevand og DMFS, i hvert fald for de lave værdier af fluorid. Da data ikke er normalfordelte testes sammenhænge med en non-parametrisk trendtest.

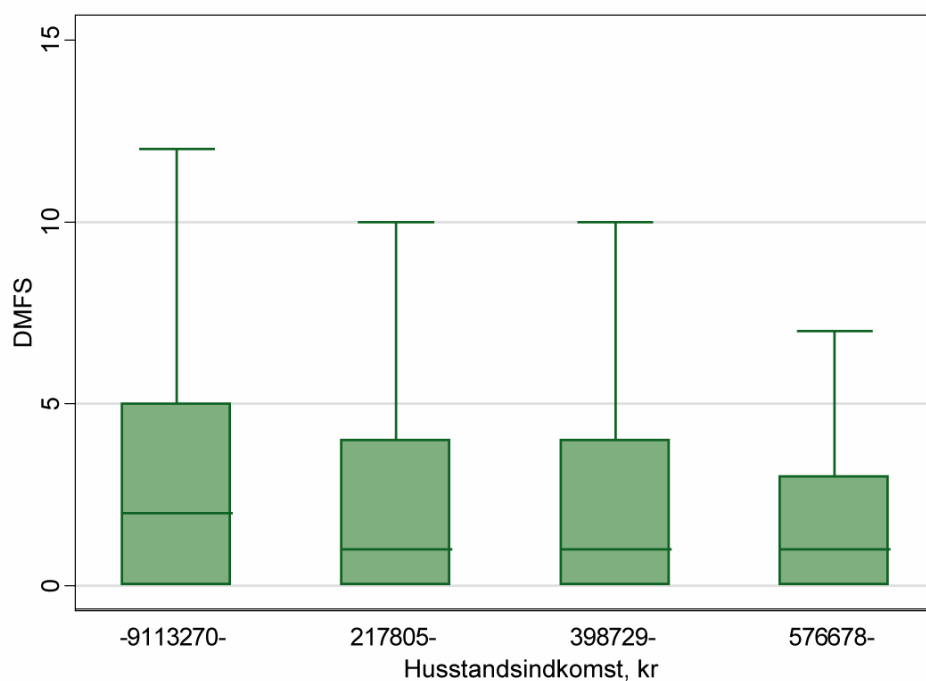
De mulige confoundere er derefter undersøgt grafisk og i alle tilfælde testet non-parametrisk (Kruskall-Wallis eller trend test).

Køn er associeret med tandstatus (piger har median 1 (IQR 4) DMFS, drenge median 1 (IQR 3) DMFS, som udtryk for at pigerne har et højere DMFS (Kruskall-Wallis $X^2 52,4$ (1 frihedsgrad), $p=0,0001$). Forskellen er ikke stor, men fluoridsammenhængen er, som det fremgår grafisk af figuren nedenfor, til stede i begge køn.



Figur 4 Sammenhæng mellem fluoridindhold og DMFS, fordelt på køn hos 15 årige. Samme bopæl i eksponeringsperioden (K89c). N=23.304.

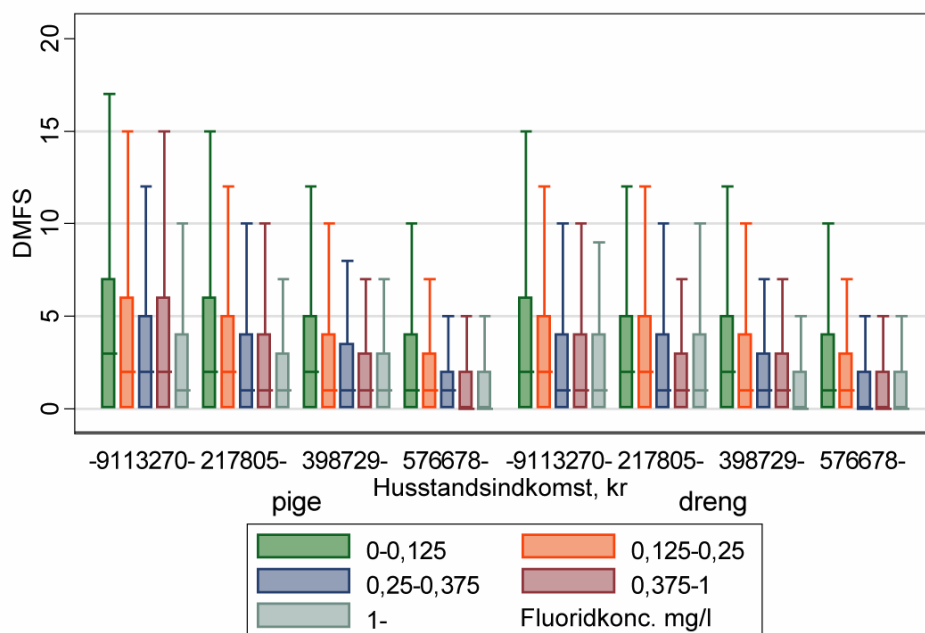
Der er sammenhæng mellem husstandsindkomst som udtryk for socialstatus og DMFS, således at børn fra husstande med højest indkomst har lavest DMFS, se Figur 5.



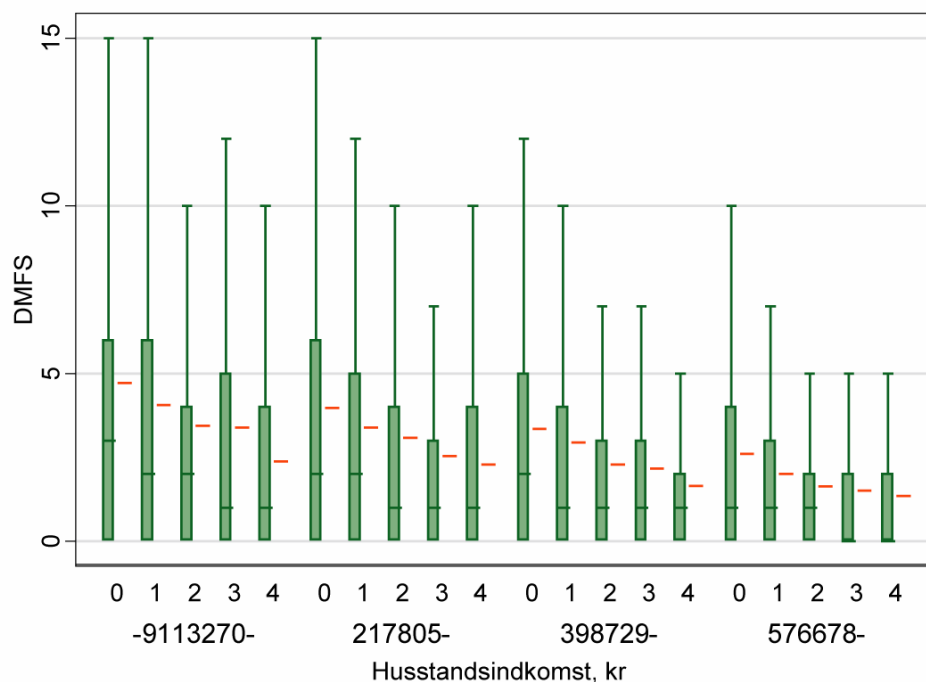
Figur 5 Sammenhæng mellem husstandsindkomst og DMFS hos 15 årige. Samme bopæl i eksponeringsperioden (K89c). ($z = -20.44$ Prob > $|z| = 0.000$). N=23.304.

Husstandsindkomsten i kohorten indeholder negative værdier. Dette kan enten skyldes fejl i datamaterialet, eller det kan skyldes at husstanden har en skattemæssig negativ indkomst. Det kan ikke nærmere vurderes på baggrund af materialet.

Der synes grafisk at være sammenhæng mellem fluoridkoncentration og DMFS bedømt ved DMFS indenfor hver af de i alt 16 kategorier, der er defineret af husstandsindkomst og køn, således at der hos såvel drenge som piger er en faldende DMFS-værdi med stigende fluoridkoncentration indenfor alle husstandsindkomstgrupper.



Figur 6 Sammenhæng mellem fluoridindhold og DMFS, fordelt på husstandsindkomst og køn hos 15 årige. Samme bopæl i eksponeringsperioden (K89c). N=23.304.



Figur 7 Sammenhæng mellem husstandsindkomst, fluoridindhold og DMFS. Fluoridindholdet er angivet i 5 grupper svarende til figur 3-6 (0: 0-0,125; 1: 0,125-0,25; 2: 0,25-0,375; 3: 0,375-1; 4: 1-). Med en vandret streg til højre for søjlen er angivet gennemsnitlig DMFS for den pågældende gruppe. 15 årige, samme bopæl i hele eksponeringsperioden (K89c). N=23.304.

Af hensyn til den traditionelle måde at beskrive DMFS på, hvor der benyttes gennemsnitsværdier, er i ovenstående figur beskrevet sammenhængen mellem fluoridkoncentration, husstandsindkomst og DMFS, hvor der på figuren også er markeret gennemsnitsværdien for DMFS. Der ses også her en tydelig faldende sammenhæng mellem stigende fluoridkoncentration og faldende DMFS i alle 4 grupper defineret ved husstandsindkomst.

Logistisk regression

For at justere for betydningen af køn og husstandsindkomst, estimeres betydningen af fluorid i en logistisk regressionsmodel. Der beregnes to forskellige modeller. En model, hvor sandsynligheden for en DMFS-værdi på over én estimeres som funktion af fluorid, husstandsindkomst og køn, og én model, hvor der tilsvarende estimeres sandsynligheden for en DMFS værdi over 6, se Tabel 2.

Tabel 2 Betydning af fluoridkoncentration i drikkevand, justeret for husstandsindkomst og køn, for DMFS-værdi over henholdsvis 1 og 6. Børn født i 1989, samme bopæl i 15 år (K89c). OR og 95 % konfidensinterval for DMFS i 15 års alderen. N=23.304.

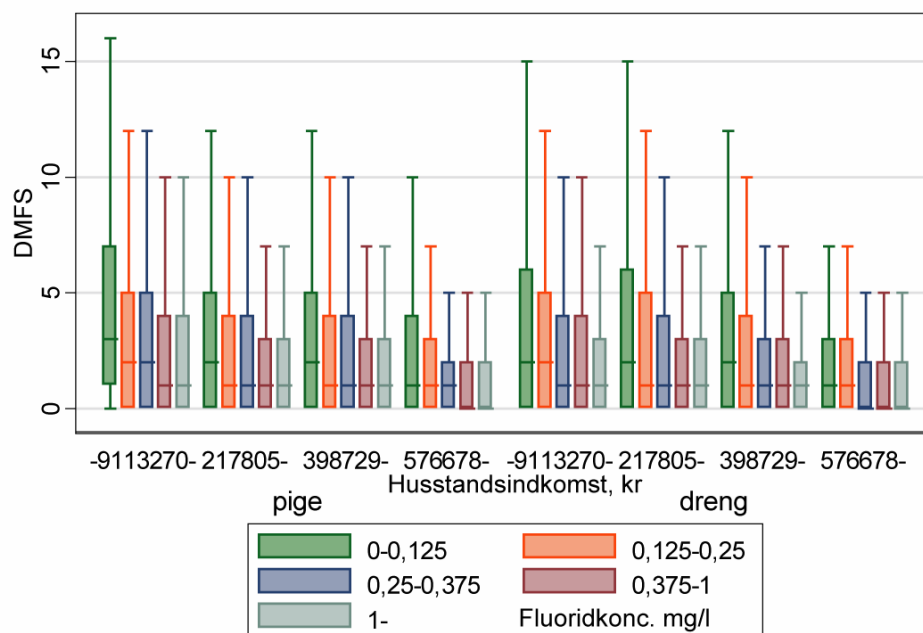
	DMFS > 1		DMFS ≥ 6	
	OR	95 % CI	OR	95 % CI
Fluoridindhold mg/l				
0-0,125	1		1	
0,125-0,25	0,82	0,76-0,88	0,75	0,69-0,83
0,25-0,375	0,68	0,62-0,74	0,52	0,46-0,59
0,375-1	0,61	0,56-0,66	0,49	0,44-0,55
>1	0,56	0,48-0,64	0,38	0,30-0,47
Husstandsindkomst				
Laveste ¼	1		1	
Næstlaveste ¼	0,85	0,76-0,94	0,75	0,66-0,85
Næsthøjeste ¼	0,70	0,64-0,77	0,57	0,51-0,64
Højeste ¼	0,50	0,45-0,55	0,35	0,31-0,39
Køn				
pige	1		1	
dreng	0,88	0,83-0,93	0,87	0,81-0,94

Der er en monoton faldende OR for stigende fluoridindhold i drikkevandet, når der kontrolleres for køn og husstandsindkomst. Ligeledes er husstandsindkomsten positivt associeret med lavere DMFS. Dreng har lavere DMFS end piger.

Sammenhængene er stærkere, når der analyseres for sandsynligheden for at have mange skader (DMFS ≥ 6).

1.2 Analyse af DMFS hos 15-årige i kohorten 1989, uanset bopæl

Kohorten K89d følger alle fra fødslen i 1989 til 15 års alderen, uanset om de har haft samme bopæl i hele perioden. Der er omtrent de samme sammenhænge mellem husstandsindkomst, køn og fluoridkoncentration, og DMFS i 15 års alderen som i kohorten K89c, jf. Tabel 3. Eksposeringen blev beregnet som summen af år multipliceret med fluoridkoncentrationen på en given bopæl..



Figur 8 Sammenhæng mellem fluoridindhold og DMFS, fordelt på køn og husstandsindkomst hos 15 årige. Uanset bopæl i eksponeringsperioden (K89d). N=43.848.

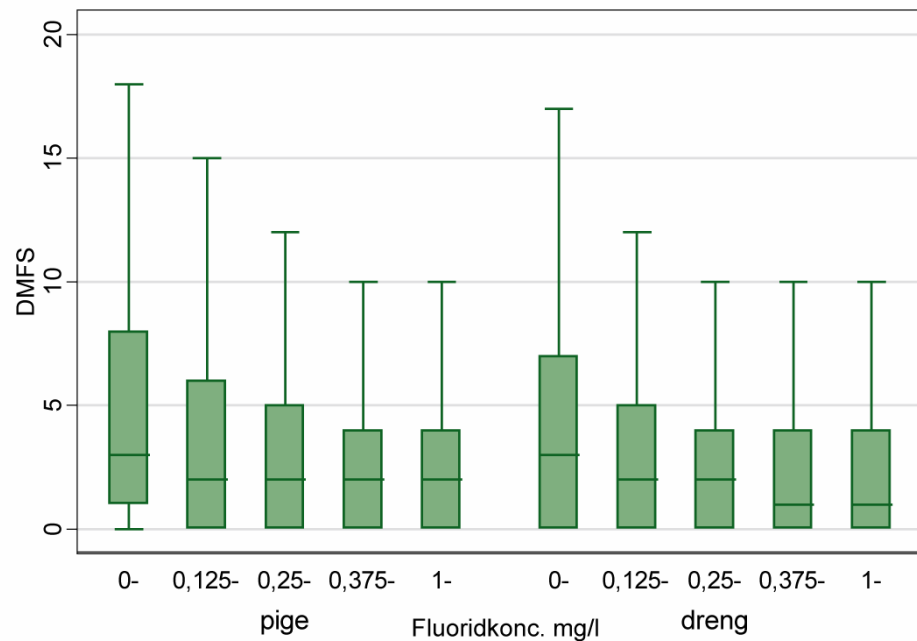
Tabel 3 Betydning af fluoridkoncentration i drikkevand, justeret for husstandsindkomst og køn, for DMFS-værdi over henholdsvis 1 og 6. Børn født i 1989, uanset bopæl i 15 år (K89d). OR og 95 % konfidensinterval for DMFS i 15 års alderen. N=43.848.

	DMFS > 1		DMFS ≥ 6	
	OR	95 % CI	OR	95 % CI
Fluoridindhold mg/l				
0-0,125	1		1	
0,125-0,25	0,77	0,73-0,81	0,72	0,67-0,77
0,25-0,375	0,66	0,62-0,70	0,52	0,48-0,57
0,375-1	0,57	0,54-0,61	0,45	0,42-0,49
>1	0,54	0,49-0,60	0,36	0,31-0,43
Husstandsindkomst				
Laveste ¼	1		1	
Næstlaveste ¼	0,82	0,77-0,86	0,77	0,71-0,83
Næsthøjeste ¼	0,72	0,68-0,76	0,64	0,59-0,68
Højeste ¼	0,51	0,48-0,54	0,39	0,36-0,42
Køn				
pige	1		1	
dreng	0,88	0,84-0,91	0,88	0,84-0,93

Der er således såvel grafisk (Figur 8) som i den logistiske model (Tabel 3) samme tendens som i analysen af K89c, svarende til at resultaterne ikke afhænger af om analysen foretages på alle med eksponeringsoplysninger i form af produktet af tid og koncentration, eller begrænser analysen til den mere sikre eksponeringsoplysning i form af, at deltagerne i K89c hver især har eksponering relateret til bopæl på en adresse i hele perioden.

1.3 Analyse af DMFS hos 15-årige i kohorten 1979, samme bopæl

For datasættet, der er defineret i 1979, inddrages sociale forhold ikke i analysen, idet husstandsindkomsten er defineret i 2004, hvor deltagerne har været 25 år. Pointen er, at påvirkningen er sket i barndommen (1984-), og at den målte husstandsindkomst ikke afspejler husstanden på det tidspunkt, men derimod den unges egen husstand.



Figur 9 Sammenhæng mellem fluoridindhold og DMFS, fordelt på køn hos 15 årige. Samme bopæl i eksponeringsperioden (K79a). N=23.974.

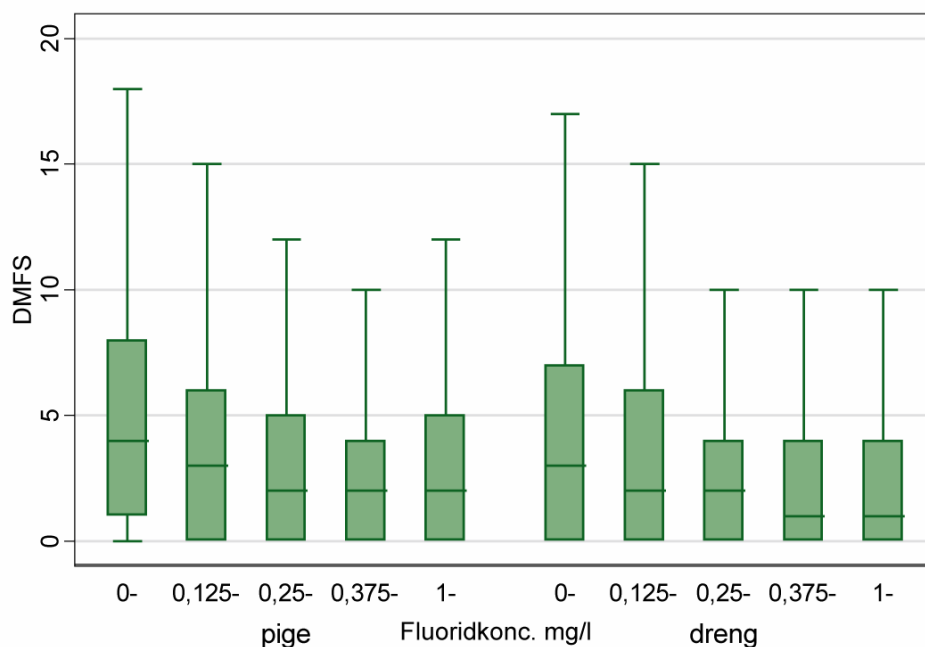
Tabel 4 Betydning af fluoridkoncentration i drikkevand, justeret for køn, for DMFS-værdi over henholdsvis 1 og 5. Børn født i 1979, samme bopæl i 15 år (K79a). OR og 95 % konfidensinterval for DMFS i 15 års alderen. N=23.974.

	DMFS > 1		DMFS ≥ 6	
	OR	95 % CI	OR	95 % CI
Fluoridindhold mg/l				
0-0,125	1		1	
0,125-0,25	0,76	0,70-0,81	0,69	0,64-0,74
0,25-0,375	0,59	0,54-0,64	0,50	0,45-0,55
0,375-1	0,50	0,46-0,54	0,40	0,36-0,43
>1	0,54	0,47-0,62	0,39	0,32-0,46
Køn				
pige	1		1	
dreng	0,84	0,79-0,88	0,81	0,76-0,86

Også i denne gruppe er der en monoton faldende sandsynlighed for høje DMFS værdier med stigende fluoridkoncentration.

1.4 Analyse af DMFS hos 15-årige i kohorten 1979, uanset bopæl

Analyserne er gentaget for deltagere, uanset om man har boet samme sted i alle årene (K79b).



Figur 10 Sammenhæng mellem fluoridindhold og DMFS, fordelt på køn hos 15 årige. Samme bopæl i eksponeringsperioden (K79b). N=40.677.

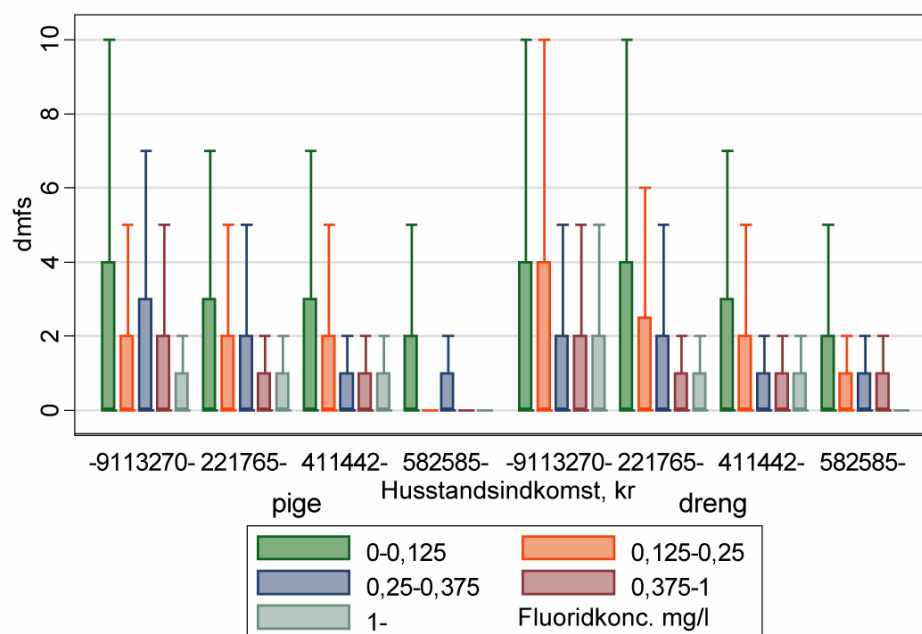
Tabel 5 Betydning af fluoridkoncentration i drikkevand, justeret for køn, for DMFS-værdi over henholdsvis 1 og 5. Børn født i 1979, uanset bopæl i 15 år (K79b). OR og 95 % konfidensinterval for DMFS i 15 års alderen. N=40.677.

	DMFS > 1		DMFS ≥ 6	
	OR	95 % CI	OR	95 % CI
Fluoridindhold mg/l				
0-0,125	1		1	
0,125-0,25	0,75	0,70-0,79	0,68	0,64-0,73
0,25-0,375	0,58	0,54-0,62	0,50	0,46-0,53
0,375-1	0,51	0,48-0,54	0,40	0,37-0,43
>1	0,53	0,48-0,59	0,37	0,32-0,42
Køn				
pige	1		1	
dreng	0,85	0,81-0,88	0,81	0,78-0,85

Som for kohorten i 1989, er der for 79 kohorten ingen forskel på om man kun inddrager de, der har haft samme bopæl og dermed fluoridkoncentration i hele eksponeringsperioden, eller om man tillader deltagerne at flytte i perioden med et deraf følgende mere usikkert eksponeringsmål.

1.5 Analyse af dmfs hos 5-årige i kohorten 1989

For analyse af de temporære tænder (mælketænder) findes i K89a og K89b oplysninger om husstandsindkomst, målt da børnene er 15 år (2004). Disse er medtaget i analyserne, selvom analysen omfatter dmfs i 1994, hvor børnene var 5 år.



Figur 11 Sammenhæng mellem fluoridindhold og dmfs, fordelt på husstandsindkomst og køn hos 5 årige. Samme bopæl i eksponeringsperioden (K89a). N=24.580.

Tabel 6 Betydning af fluoridkoncentration i drikkevand, justeret for husstandsindkomst og køn, for dmfs-værdi over 1. Børn født i 1989, samme bopæl i 5 år (K89a). OR og 95 % konfidensinterval for dmfs i 5 års alderen. N=24.580.

	dmfs > 1	
	OR	95 % CI
Fluoridindhold mg/l		
0-0,125	1	
0,125-0,25	0,76	0,70-0,82
0,25-0,375	0,64	0,59-0,70
0,375-1	0,56	0,51-0,61
>1	0,52	0,44-0,61
Husstandsindkomst		
Laveste ¼	1	
Næstlaveste ¼	0,87	0,79-0,95
Næsthøjeste ¼	0,77	0,70-0,84
Højeste ¼	0,49	0,45-0,54
Køn		
pige	1	
dreng	1,07	1,01-1,14

For temporære tænder er der, som det fremgår af Tabel 6, en faldende sandsynlighed til ca. 50 % for at have skader på tænderne med stigende fluoridindhold. Også husstandsindkomst har en selvstændig betydning. I modsætning til forholdene for de blivende tænder, er sandsynligheden for skader lidt større for drenge end for piger, se Figur 11.

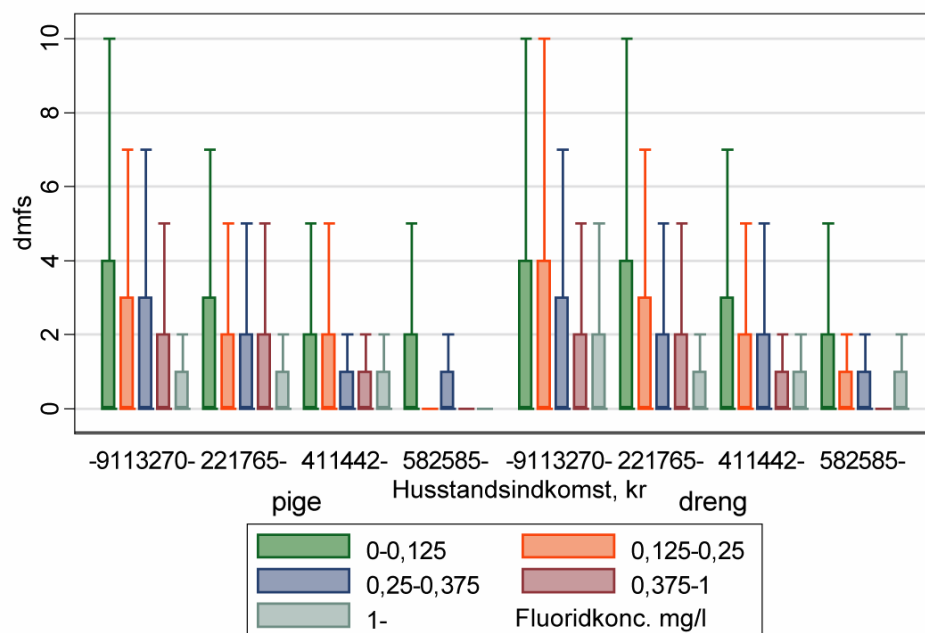
Ved analyse af et skæringspunkt for dmfs ≥ 5 flader er det ikke muligt at benytte den beskrevne logistiske regressionsmodel, idet modellens Hosmer-Lemeshow test har en lav p-værdi. Ved nærmere undersøgelse tyder det på, at der er en yderligere sammenhæng mellem husstandsindkomst og fluoridindhold (interaktion). Derfor er modellen ændret, så den analyserer sammenhængen mellem fluorid og dmfs indenfor hver af de 4 husstandsindkomstgrupper.

Tabel 7 Betydning af fluoridkoncentration i drikkevand, justeret for køn. Analyse for hver gruppe af husstandsindkomst for dmfs værdier over 5. Børn født i 1989, samme bopæl i 5 år (K89a). OR og 95 % konfidensinterval for dmfs i 5 års alderen. N=24.580.

	dmfs ≥ 5							
	Laveste ¼		Næstlav. ¼		Næsthøj. ¼		Højeste ¼	
	N= 3.310		N= 5.494		N= 8.008		N= 7.768	
	OR	95 % CI	OR	95 % CI	OR	95 % CI	OR	95 % CI
Fluorid mg/l								
0-0,125	1		1		1		1	
0,125-0,25	0,90	0,70-1,16	0,71	0,58-0,86	0,79	0,68-0,93	0,63	0,51-0,77
0,25-0,375	0,88	0,66-1,17	0,68	0,54-0,85	0,63	0,51-0,78	0,52	0,41-0,67
0,375-1	0,71	0,54-0,93	0,46	0,37-0,58	0,59	0,48-0,72	0,33	0,26-0,43
>1	0,43	0,25-0,75	0,48	0,32-0,72	0,65	0,45-0,93	0,16	0,07-0,34
Køn								
pige	1		1		1		1	
dreng	1,25	1,05-1,49	1,13	0,97-1,31	1,06	0,93-1,21	1,14	0,97-1,35

Det tyder således på at sammenhængen mellem fluorid og dmfs er stærkest i den gruppe, der har højest husstandsindkomst.

Når der analyseres for hele kohorten, uanset bopæl, men med estimeret koncentration af fluorid fås tilnærmelsesvis samme mønster, jf. Tabel 8.



Figur 12 Sammenhæng mellem fluoridindhold og dmfs hos 5 årige, fordelt på køn og husstandsindkomst, uanset bopæl i eksponeringsperioden (K89b). N=45.332.

Tabel 8 Betydning af fluoridkoncentration i drikkevand, justeret for husstandsindkomst og køn, for dmfs-værdi over 1. Børn født i 1989, uanset bopæl i 5 år (K89b). OR og 95 % konfidensinterval for dmfs i 5 års alderen. N=45.332.

	dmfs > 1	
	OR	95 % CI
Fluoridindhold mg/l		
0-0,125	1	
0,125-0,25	0,77	0,73-0,82
0,25-0,375	0,66	0,62-0,71
0,375-1	0,58	0,55-0,62
>1	0,53	0,47-0,59
Husstandsindkomst		
Laveste ¼	1	
Næstlaveste ¼	0,82	0,77-0,86
Næsthøjeste ¼	0,70	0,66-0,74
Højeste ¼	0,46	0,43-0,49
Køn		
pige	1	
dreng	1,07	1,03-1,12

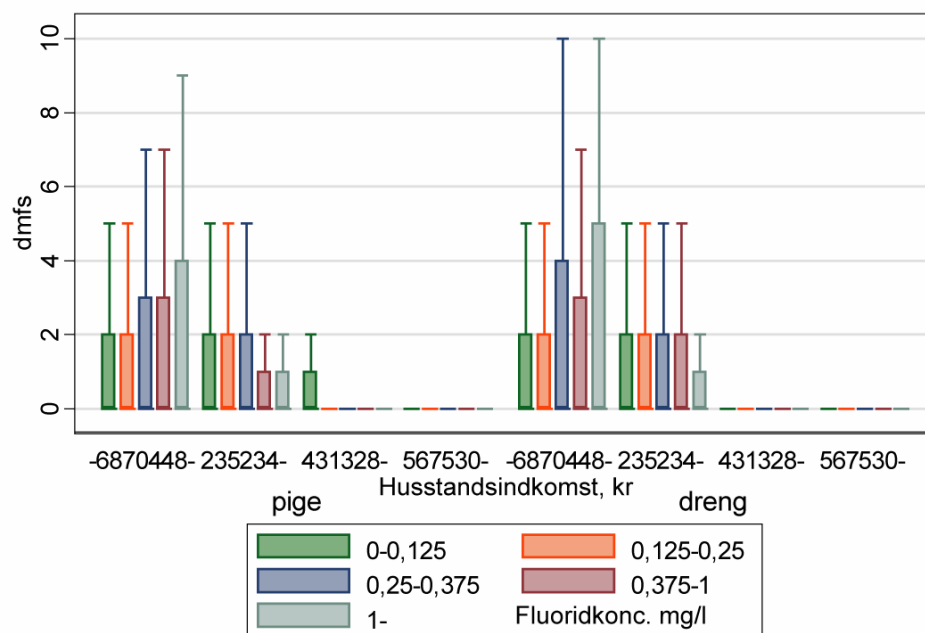
Tabel 9 Betydning af fluoridkoncentration i drikkevand, justeret for køn, for dmfs-værdi over 5. Analyseret for hver husstandsindkomstgruppe. Børn født i 1989, uanset bopæl i 5 år (K89b). OR og 95 % konfidensinterval for dmfs i 5 års alderen. N=45.332.

	dmfs ≥ 5							
	Laveste ¼		Næstlav. ¼		Næsthøj. ¼		Højeste ¼	
	N= 9.128		N= 11.570		N= 12.322		N= 12.312	
	OR	95 % CI	OR	95 % CI	OR	95 % CI	OR	95 % CI
Fluorid mg/l								
0-0,125	1		1		1		1	
0,125-0,25	0,82	0,71-0,96	0,75	0,65-0,86	0,77	0,67-0,88	0,65	0,55-0,77
0,25-0,375	0,80	0,67-0,94	0,61	0,51-0,71	0,68	0,57-0,80	0,52	0,42-0,63
0,375-1	0,61	0,52-0,72	0,52	0,45-0,61	0,58	0,50-0,69	0,36	0,29-0,44
>1	0,44	0,31-0,60	0,53	0,40-0,70	0,59	0,43-0,80	0,18	0,10-0,33
Køn								
pige	1		1		1		1	
dreng	1,21	1,09-1,34	1,14	1,03-1,26	1,06	0,96-1,18	1,21	1,07-1,38

Der er formentlig en interaktion mellem betydning af fluorid og af husstandsindkomst (se teksten under Tabel 6). Interaktionen kan ses i tabellen, hvor betydningen af fluorid er langt større i gruppen med højeste indkomst hvor risiko er 0,18 (0,10-0,33) for den højeste gruppe fluorid, i forhold til 0,4-0,6 i de 3 andre grupper.

1.6 Analyse af dmfs hos 5-årige i kohorten 1999

Kohorterne af børn født i 1999 og fulgt i 5 år med dmfs giver anledning til følgende billede:

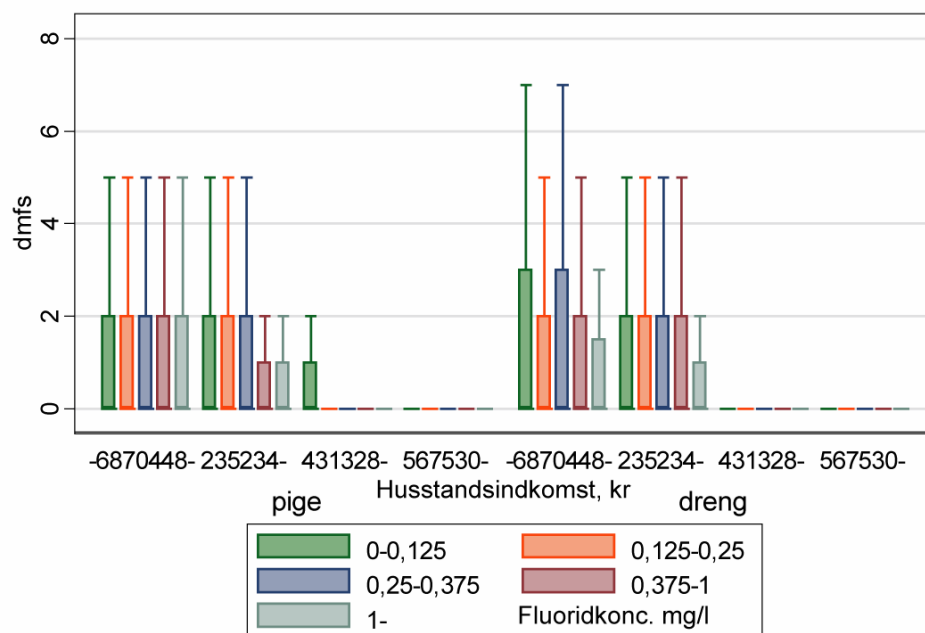


Figur 13 Sammenhæng mellem fluoridindhold og dmfs, fordelt på køn og husstandsindkomst hos 5 årige. Samme bopæl i eksponeringsperioden (K99a). N=23.796.

Her er betydningen af social ulighed blevet meget større – der er ingen der har huller i tænderne uanset fluoridudsættelse blandt børn af forældre med højeste husstandsindkomst.

Tabel 10. Betydning af fluoridkoncentration i drikkevand, justeret for husstandsindkomst og køn, for dmfs-værdi over henholdsvis 1 og 5. Børn født i 1999, samme bopæl i 5 år (K99a). OR og 95 % konfidensinterval for dmfs i 5 års alderen. N=23.796.

	dmfs > 1		dmfs ≥ 5	
	OR	95 % CI	OR	95 % CI
Fluoridindhold mg/l				
0-0,125	1		1	
0,125-0,25	0,87	0,79-0,95	0,85	0,75-0,97
0,25-0,375	0,96	0,86-1,07	0,98	0,85-1,13
0,375-1	0,86	0,78-0,94	0,88	0,77-1,01
>1	0,82	0,68-0,98	0,82	0,64-1,06
Husstandsindkomst				
Laveste ¼	1		1	
Næstlaveste ¼	0,78	0,70-0,86	0,71	0,62-0,80
Næsthøjeste ¼	0,43	0,38-0,47	0,32	0,28-0,37
Højeste ¼	0,30	0,27-0,33	0,20	0,17-0,23
Køn				
pige	1		1	
dreng	1,11	1,04-1,19	1,15	1,05-1,26



Figur 14. Sammenhæng mellem fluoridindhold og dmfs, fordelt på køn og husstandsindkomst hos 5 årige. Uanset bopæl i eksponeringsperioden (K99b). N=48.351.

Tabel 11 Betydning af fluoridkoncentration i drikkevand, justeret for husstandsindkomst og køn, for dmfs-værdi over henholdsvis 1 og 5. Børn født i 1999, uanset bopæl i 5 år (K99b). OR og 95 % konfidensinterval for dmfs i 5 års alderen. N=48.351.

	dmfs > 1		dmfs ≥ 5	
	OR	95 % CI	OR	95 % CI
Fluoridindhold mg/l				
0-0,125	1		1	
0,125-0,25	0,86	0,80-0,91	0,80	0,73-0,89
0,25-0,375	0,86	0,80-0,93	0,88	0,79-0,98
0,375-1	0,78	0,73-0,84	0,76	0,69-0,84
>1	0,74	0,65-0,84	0,69	0,56-0,84
Husstandsindkomst				
Laveste ¼	1		1	
Næstlaveste ¼	0,83	0,78-0,88	0,78	0,71-0,84
Næsthøjeste ¼	0,47	0,44-0,50	0,36	0,33-0,40
Højeste ¼	0,32	0,30-0,34	0,20	0,18-0,23
Køn				
pige	1		1	
dreng	1,09	1,04-1,14	1,14	1,07-1,22

Uanset om der analyseres på de børn, der er flyttet i perioden, eller kun på den undergruppe, der havde samme bopæl i perioden 1999-2004, er der en sammenhæng mellem stigende fluoridkoncentration og lavere risiko for dmfs. Sammenhængen synes at være relativ ens for både en dmfs-værdi over 1 og over 5. Derimod synes der fortsat at være en tydeligere sammenhæng mellem

husstandsindkomst og en højere værdi, hvor risikoen for en værdi over 5 er næsten 1/5 for gruppen med den højeste husstandsindkomst.

1.7 Sammenfatning af resultaterne

Udviklingstendenser over tid:

For de permanente tænders vedkommende synes der således at være en uændret sammenhæng fra 1979 til 1989 kohorten mellem fluoridindhold og ca. 50 % lavere risiko for at have DMFS >1 og 60 % lavere risiko for at have DMFS ≥ 6 med stigende fluoridkoncentration i drikkevandet.

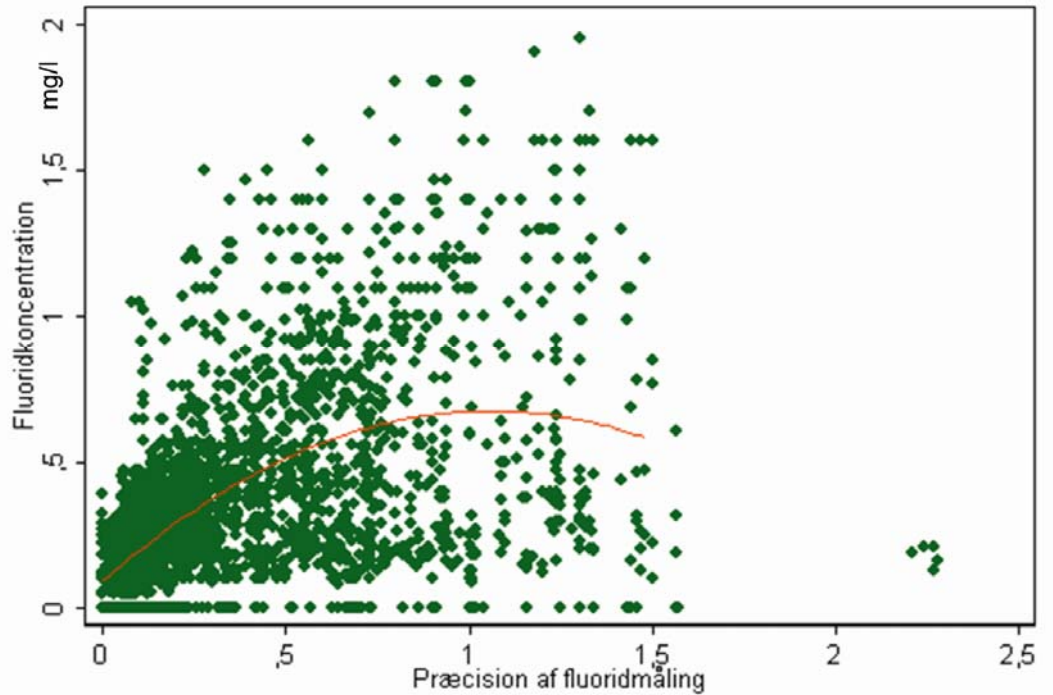
Sammenligning mellem kohorte K89 og K99 tyder på, at betydningen af fluoridindholdet derimod er blevet mindre for de temporære tænder. Hvor der i 1989 kohorten var en 50 % reduktion i risiko for at have skader ved den højeste mængde fluorid, var den tilsvarende risikoreduktion i 1999 kohorten kun 25 %.

Endelig viser undersøgelsen, at det ikke har stor betydning at indskrænke analysen til dem, der har boet samme sted i hele perioden, og da man derved samtidig halverer materialet, synes det mest relevant at benytte resultaterne fra hele den gruppe af deltagere, hvor der er oplysninger.

1.8 Betydningen af eksponering

Eksponeringsoplysningerne bygger på et teoretisk vandforsyningskort. Nøjagtigheden af kortet og dermed fluoridkoncentrationen må antages at være størst, hvor variationen mellem de enkelte målinger er mindst. Det blev derfor besluttet at forsøge at undersøge, om ensartetheden, bedømt ved forskellen i fluoridkoncentration indenfor det målte og de nærmeste 4 vandværker betød noget for resultaterne.

Nedenstående scatterplot, hvori der er fittet bedst beliggende linie (quadratic), på at der er større unøjagtighed i de områder af vandforsyningskortet, hvor den valgte medianværdi er størst. Det er ikke overraskende, idet en stor værdi i en af de 5 målinger vil trække gennemsnittet op.



Figur 15 Sammenhæng mellem præcision i fluoridmåling, bedømt ved forskellen mellem den højeste og laveste værdi af boringen og de 4 nærmeste, og målingens fluoridkoncentration. Der er fittet den bedst beliggende linie for værdierne under 1,5 (K89d). N=43.848.

Der blev derfor foretaget en opdeling af datasættet i tre lige store grupper (mest præcise målinger (forskel i fluoridkoncentration 0-0,08), midtergruppen (0,08-0,26) og de mest upræcise målinger (0,26 og opefter)), og analyserne blev gentaget indenfor hver af disse tre grupper.

Tabel 12 Betydning af fluoridkoncentration i drikkevand, justeret for husstandsindkomst og køn, for DMFS-værdi over 1. Børn født i 1989, uanset bopæl i 15 år (K89d). OR og 95 % konfidensinterval for DMFS i 15 års alderen. Analyser efter sikkerhed i fluoridmåling (forskel mellem største og mindste værdi). n = 30.309

	DMFS> 1					
	0-0,08		0,08-0,26		0,26-	
	OR	95 % CI	OR	95 % CI	OR	95 % CI
Fluoridindhold mg/l						
0-0,125	1		1		1	
0,125-0,25	0,97	0,89-1,06	0,87	0,77-0,99	0,71	0,54-0,93
0,25-0,375	0,79	0,66-0,95	0,79	0,68-0,90	0,61	0,46-0,79
0,375-1	0,37	0,18-0,79	0,62	0,53-0,72	0,59	0,46-0,75
>1	.		0,72	0,27-1,95	0,53	0,40-0,69
Husstandsindkomst						
Laveste ¼	1		1		1	
Næstlaveste ¼	0,91	0,82-1,02	0,85	0,76-0,95	0,86	0,76-0,97
Næsthøjeste ¼	0,71	0,63-0,79	0,67	0,60-0,75	0,73	0,67-0,82
Højeste ¼	0,58	0,51-0,65	0,57	0,51-0,65	0,55	0,49-0,62
Køn						
pige	1		1		1	
dreng	0,87	0,80-0,94	0,88	0,82-0,96	0,90	0,82-0,97

Analysen tyder på, at modellerne opfører sig ens hvad angår de to confoundere, mens betydningen af fluoridkoncentrationen er størst, hvor variationen i fluoridkoncentrationen er mindst.

Toksikologisk vurdering af fluorid i drikkevand

1	GENEREL BESKRIVELSE	111
1.1	IDENTIFIKATION	111
1.2	PRODUKTION OG ANVENDELSE	111
2	FOREKOMST OG HUMAN EKSPONERING	113
2.1	LUFT	113
2.2	VAND	113
2.3	KOST	113
2.4	DENTALT BRUG	114
2.5	ESTIMERET TOTAL EKSPONERING OG ANDEL FRA DRIKKEVAND	114
3	TOKSIKOKINETIK	117
3.1	OPTAGELSE, FORDELING OG UDSKILLELSE	117
3.2	TOKSIKOLOGISK MEKANISME	118
3.3	VIRKNINGSMEKANISME – CARIES	118
4	EFFEKTER PÅ FORSØGSDYR OG <i>IN VITRO/IN VIVO</i> TESTSYSTEMER	121
4.1	AKUT OG KORTVARIG EKSPONERING	121
4.2	LANGVARIG EKSPONERING	121
4.3	MUTAGENICITET OG LIGNENDE ENDEPUNKTER	121
4.4	CARCINOGENICITET	122
5	EFFEKTER PÅ Mennesker	123
5.1	AKUT EKSPONERING	123
5.2	DENTAL FLUOROSE	123
5.3	SKELETFLUOROSE	125
5.4	HOFTEBRUD	125
5.5	NYRESKADER	125
5.6	REPRODUKTION	126
5.7	INTELLIGENS	126
5.8	GENOTOKSISK EFFEKT	126
5.9	CANCER	126
6	REGULERINGER OG ANBEFALINGER	129
7	KONKLUSION	131
8	REFERENCER	133

1 Generel beskrivelse

1.1 Identifikation

Fluor er et grundstof, hvis forbindelser findes udbredt i jordskorpen; i almindelighed dog kun i ringe mængde. Fluor udgør omkring 0,3 g/kg af jordskorpen og optræder som fluorider i en række forskellige mineraler, hvoraf fluspat (CaF_2), kryolit (Na_3AlF_6) og fluorapatit ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$) er de vigtigste. Fluor optræder ikke i fri tilstand i naturen på grund af dets store reaktionsevne. Natriumfluorid, NaF , og Kaliumfluorid, KF , er begge hvide krystallinske pulvere, som er moderat opløselige i vand. Calciumfluorid, CaF_2 , er et hvidt krystallinsk pulver som er relativt uopløseligt i vand (ATSDR 2003, WHO 2002, 2004).

Den efterfølgende toksikologiske vurdering omfatter kun uorganiske fluorider, som kan frigøre fluoridionen, idet det er denne, der er toksikologisk aktiv. Ved vurderingen er vægten tillige lagt på undersøgelser efter oral indtag.

1.2 Produktion og anvendelse

Det vigtigste fluormineral til fremstilling af forskellige fluorforbindelser er fluspat, herefter følger fluorapatit og kryolit. Uorganiske fluorforbindelser anvendes industrielt til en lang række formål. Stålintustrien, den kemiske og den glaskeramiske industri anvender hovedparten.

I lande, der tillader tilsætning af fluorid til drikkevandet, anvendes natriumfluorid, hydrogensiliciumhexafluorid (H_2SiF_6) eller natriumhexafluorosilikat (Na_2SiF_6) (ATSDR 2003, WHO 2002, 2004).

2 Forekomst og human eksponering

2.1 Luft

Fluorider frigøres naturligt til omgivelserne fra forvitring og opløsning af mineraler, fra vulkanudbrud og marine aerosoler. Fluorider frigøres også ved kulforbrænding, og fra forskellige industrielle processer, som eksempelvis stålproduktion, aluminium-, kobber- og nikkelproduktion, produktion og brug af fosfatgødning og fremstilling af glas, keramik og mursten. Det naturlige baggrundsniveau i luft er af størrelsesordenen $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. I industriområder ligger niveauet omkring $2-3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (ATSDR 2003, WHO 2002).

2.2 Vand

Fluorid findes naturligt i grundvand og mængden varierer meget afhængig af de geologiske lags afgivelse af fluorid til nedsivende regnvand og grundvand. Rundt omkring i verden varierer indholdet i grundvand fra 0 op til 45 mg/l, men normalt overstiger det ikke 10 mg/l. Overfladevand indeholder fra 0,01 til 0,3 mg/l afhængig af geografisk placering og afstand fra emissionskilder. Havvand indeholder 1,2-1,5 mg/l (ATSDR 2003, WHO 2002, 2004). I Danmark er medianværdien for fluorid i grundvandet generel lav og under den højst tilladelige værdi for drikkevand på 1,5 mg/l (Miljø- og Energiministeriet 2001). Høje medianværdier ses især i kalkområder. Det er ikke tilladt at sætte fluorid til drikkevandet i Danmark. Der har været overvejelse om tilsætning i midten af halvfyrdserne, men det blev afvist. I beslutningen indgik forsyningsmæssige, sundhedsmæssige og miljømæssige overvejelser (Miljøstyrelsen 1977). I Europa foretages fluoridering af drikkevand i 2004 kun i Irland, Spanien, Schweiz og Storbritannien (Whelton et al. 2004). I USA startede man fluoridering af drikkevand i 1945, og i områder hvor drikkevandet fluorideres ligger koncentrationen generelt mellem 0,7 og 1,2 mg/l (WHO 2002).

2.3 Kost

Den danske Fødevaredatabank indeholder oplysninger om næringsstofindholdet i en lang række danske og udenlandske fødevarer. Imidlertid omfatter den ikke oplysninger om fluorid (Danmarks Fødevareforskning 2005). Udenlandske databaser og undersøgelser over fluoridindhold i visse drikkevarer og fødevarer er ikke umiddelbart anvendelige til vurdering af kostens bidrag under danske forhold, da der er stor spredning mellem værdierne. De fleste fødevarer har dog et lavt indhold af fluorid, mindre end 0,5 mg/kg. Fluorid i fødevarer er formentlig delvis kompleksbundet og frigives ikke i væsentlig grad. Fluorid i fiskeben opløses i luge og frigøres dog fuldt ud. En overvejende kilde til fluorid i kosten vil være det vand, der anvendes ved tilberedning af maden (USDA 2004, WHO 2002).

Modermælk har et meget lavt indhold af fluorid (5-10 µg/l), og koncentrationen synes ikke at påvirkes af, om kvinden indtager drikkevand med 1,0 eller 0,2 mg fluorid/l. Komælk indeholder 30-60 µg/l (REPROTOX 2004, WHO 2002).

Visse fisk og skaldyr har et relativt højt indhold af fluorid, og enkelte plantearter er kendt for at akkumulere fluorid i op til adskillige hundrede mg/kg, eks. te (*Camillea sinensis*) og andre medlemmer af familien Camillia. Teblade kan indeholde op til 400 mg/kg og vil kunne give en te af middelstyrke et fluoridindhold på 1-2 mg/l (ATSDR 2003, Fomon & Ekstrand 1996, Miljøstyrelsen 1984, WHO 2004).

Til industriel fremstilling af drikkevarer bruges generelt vand fra den offentlige forsyning, og læskedrikkenes fluoridindhold afspejler derfor det geografiske område, hvor de er tappet (WHO 2002). Dette gælder også for Danmarks vedkommende. Ved analyse af 18 forskellige læskedrikke, mineralvand og juicer på det danske marked fandtes varierende, men generelt lave fluoridkoncentrationer bortset fra en enkelt med 1,8 mg fluorid/liter (Larsen et al. 1999).

I EU er maksimumsgrænsen for naturligt forekommende fluorid i naturligt mineralvand ved aftapning 5 mg/l. Naturligt mineralvand med en fluorkoncentration på over 1,5 mg/l skal endvidere mærkes med følgende angivelse: »Indeholder over 1,5 mg/l fluor – bør ikke regelmæssigt indtages af spædbørn og børn under 7 år«. Det faktiske fluorindhold skal anføres i forbindelse med den fysisk-kemiske sammensætning af de karakteristiske bestanddele (Fødevaredirektoratet 2003). Koncentrationen angives imidlertid ikke altid af producenterne, og hvis man drikker meget mineralvand fra visse europæiske kilder, kan det daglige totale indtag af fluorid blive betragteligt (Bottenberg 2004).

2.4 Dental brug

Dentalprodukter tilsat fluorid bidrager væsentligt til det totale daglige indtag, og reduktionen i caries i de industrialiserede lande anses i dag primært at skyldes brugen af fluortandpasta, der normalt indeholder 1000-1500 mg/kg fluor. Til helt små børn er indholdet ofte mindre, omkring 400 mg/kg. Børn under 6 år angives at synke fra 24-60 % af tandpastaen, og dette optages næsten fuldkomment fra mave-tarmkanalen (ATSDR 2003, Fomon & Ekstrand 1996). I EU er den maksimale koncentration af fluorid i mundplejemidler fastsat til 1500 mg/kg beregnet som fluor (Miljøministeriet 2005).

2.5 Estimeret total eksponering og andel fra drikkevand

Mennesker eksponeres for fluorider fra en række forskellige kilder, hvis eksakte indhold og biotilgængelighed enten ikke kendes eller er dårlig belyst. Estimering af det totale daglige indtag vil derfor være behæftet med en vis usikkerhed.

Tandplejeprodukter er i dag den væsentligste kilde til det totale daglige indtag af fluorid. Niveauet for den daglige eksponering afhænger tillige af drikkevandsforsyningens fluoridindhold og dermed også af geografisk placering. Inhalation bidrager kun i meget begrænset mængde til det totale indtag af fluorid (ATSDR 2003, WHO 2002).

I Danmark var den samlede mængde fluorid, der blev indtaget, estimeret til 1-10 mg/person/dag i 1984, heraf bidrog kosten med 0,5-1 mg/dag.

Mængden var afhængig af drikkevandets fluoridindhold (Miljøstyrelsen 1984).

Indtagelse af drikkevand varierer afhængigt af alder, fysisk aktivitetsniveau og omgivelsestemperaturen. Børn har et højere indtag på vægtbasis.

Miljøstyrelsen har i en årrække anvendt en gennemsnitværdi på 1 liter drikkevand/dag for børn og 2 liter for voksne som standardværdi ved fastsættelse af kvalitetskriterier for drikkevand (Miljøstyrelsen 1990). Denne værdi ligger i overkanten af de værdier, der foreslås i en række andre lande på basis af eksponeringsundersøgelser. I en nylig rapport foreslås, at de hidtil anvendte værdier for indtagelse af drikkevand revurderes, med udgangspunkt i følgende gennemsnitsværdier: Børn mellem 1 og 10 år: 0,8 liter/dag, børn mellem 11 og 19 år: 1 liter/dag og voksne: 1,4 liter/dag (Miljøstyrelsen 2004). Ved et gennemsnitligt indhold af fluorid i drikkevand i Danmark på 0,4 mg/l svarer disse gennemsnitsværdier til et fluoridbidrag fra drikkevand på henholdsvis 0,32, 0,4 og 0,56 mg pr. dag for de tre aldersgrupper.

Selv om der foreligger en række omfattende danske kostundersøgelser med indtagelsesvurderinger af forskellige levnedsmiddelgrupper, kan de ikke bruges til en estimering af fluoridbidrag fra kosten, da der ikke foreligger systematiske analyser af fluorid i danske fødevarer. Bidraget fra drikkevand kan derimod godt estimeres, idet undersøgelserne omfatter indtagelsesoplysninger for drikkevarer, herunder drikkevand. I kostundersøgelserne fra 2000/01 var det gennemsnitlige totale væskeindtag hos børn i aldersgruppen 4-14 år således 1235 ml/dag, heraf var 288 ml drikkevand (Fagt et al. 2004). Med et gennemsnitligt indhold af fluorid i drikkevand på 0,4 mg/l svarer kostundersøgelseernes drikkevandsindtag på 288 ml/dag for børn i aldersgruppen 4-14 år til et dagligt indtag på 0,12 mg fluorid.

Det er estimeret, at brystbørn indtager mellem 5 og 10 µg fluorid/dag, og de der får mælkeerstatning mellem 160 og 800 µg/dag (REPRO TOX 2004). Hos større børn, vil fluoridindtaget tilsvarende være markant højere hos dem, der hovedsagelig indtager væske i form af vand, juice, saftvand eller sodavand, i forhold til dem, der overvejende drikker mælk (komælk: 30-60 µg/liter) (Fomon & Ekstrand 1996, WHO 2002).

3 Toksikokinetik

3.1 Optagelse, fordeling og udskillelse

Hovedkilden til fluoridoptagelse er via mave-tarmkanalen. En mindre mængde kan optages fra luftbåret fluorid afhængig af partikelstørrelse og opløselighed af fluoridforbindelsen.

Letopløselige fluorider, som de der findes naturligt i eller er tilsat drikkevand, optages hurtigt og næsten komplet fra mave-tarmkanalen. Der er ikke fundet signifikant forskel på optagelsen af fluorid fra vand af forskellige hårdhedsgrader (20 contra 450 mg calciumcarbonat/l) (Maguire et al. 2004). Mindre opløselige salte og kompleksbundet fluorid optages kun langsomt og i mindre udstrækning. Samtidig fødeoptag forsinker optagelse og kan nedsætte biotilgængeligheden af fluorid. Viden om biotilgængeligheden af fluorid i kosten er imidlertid begrænset (ATSDR 2003, WHO 2002).

Optagelsen af fluorid sker ved passiv diffusion og foregår i både ventrikel og tarmkanal. Optagelsen af fluorid fra ventriklen, hvor det lave pH favoriserer dannelsen af det let diffuserbare hydrogenfluorid, HF, sker meget hurtigt. Da pK_a for hydrogenfluorid er 3,4 vil fluorid findes som den ioniserede form F^- i blod, spyt og vævsvæsker (WHO 2002). Fra plasma sker fordeling til organismen og plasmahalveringstiden angives til mellem 2 og 10 timer (ATSDR 2003, Melsen et al. 1996, WHO 2002).

Fluorid optages hurtigt i mineraliseret væv (tænder og knogler), hvor det inducerer en mineralisering af hydroxyapatit til det tungtopløselige fluorapatit. Cirka 99 % af al fluorid i menneskekroppen findes deponeret i mineraliseret væv. Hurtigvoksende væv under udvikling optager fluorid hurtigere end færdigdannet knoglevæv og tænder. Bindningen til knoglevævet er reversibel, og der frigives vedvarende fluorid fra knoglevævet under nedbrydning og remodellering. Niveauet af fluorid i knoglevæv er ikke homøostatisk reguleret, men synes direkte relateret til fluoridindtag. Det er endvidere afhængigt af alder, køn og knogledel- og type og menes at reflektere det enkelte individs langtidsudsættelse for fluorid (ATSDR 2003, WHO 2002).

Koncentrationen af fluorid i tandemalje aftager eksponentielt med afstanden fra overfladen og varierer med placering, tandoverfladeslid, systemisk eksponering og eksponering fra lokal brug af tandprodukter (WHO 2002). På grund af fluorids selektive præference for mineraliseret væv, er det i disse væv både de gavnlige og skadelige effekter af fluorider manifesterer sig (ATSDR 2003, Cerklewski 1997).

Fluorid udskilles i spyt, og koncentrationen afspejler niveauet i blodet med en ratio 0,5-0,64 mellem spyt og plasmafluorid. Koncentrationen synes at være uafhængig af flow-rate. Dette fluorid bidrager ikke til den cariesprofylaktiske effekt i mundhulen (ATSDR 2003, WHO 2002).

Fluorid udskilles i sveden, men i beskedne mængder (WHO 2002).

Fluorid passerer placenta og overføres fra moder til fosteret.

Navlestrengsblod er målt til at indeholde 60-75 % af fluoridindholdet i moderens blod (ATSDR 2003, REPROTOX 2004, WHO 2002).

Fluorid udskilles kun i små mængder i modermælk (5-10 $\mu\text{g/l}$), og synes kun marginalt påvirket af indtag af fluoridtilskud (REPROTOX 2004, WHO 2002). Der er dog fundet signifikant højere fluoridkoncentration i brystmælk

hos kvinder fra områder med højt naturligt indhold af fluorid i drikkevandet (1-7 mg/l) i forhold til kvinder fra områder med lave niveauer (0,2 mg/l) (ATSDR 2003).

Under almindelige forhold vil 50-60 % af optaget fluorid hos voksne blive udskilt med urinen og det resterende deponeret i skelettet. Hos børn optages 80-90 % af tilført fluorid. Værdierne er dog afhængige af urinmængde og urin pH (ATSDR 2003, WHO 2002).

3.2 Toksikologisk mekanisme

Det er fluoridionen, der er toksikologisk aktiv. I *in vitro* undersøgelser har man fundet at fluorid påvirker forskellige enzymesystemer især metalloenzymer. Fluorid danner metal-fluorid-phosphatkomplekser, som påvirker aktiviteten af de enzymer, der er afhængige af metalioner som co-faktor. Fluorid er en generel hæmmer af cellernes energisyntese, dvs. de glykolytiske processer og oxidative phosphoryleringsenzymer, der er ansvarlige for dannelsen af ATP. De niveauer, der i *in vitro* undersøgelser har givet enzyinhæmning, ligger 100-1000 gange højere, end de der normalt findes i organismen (ATSDR 2003). En række *in vitro* undersøgelser antyder, at fluorid hæmmer syntesen af DNA og proteiner, hæmmer celleproliferation og er cytotoxisk i tilstrækkelig høje doser (WHO 2002). I den menneskelige organisme resulterer tilførsel af fluorid i udfældning af fluorapatit. Udfældningen kan resultere i hypocalcæmi. Ved stigende koncentrationer fluorid øges knoglemassen, men knoglernes styrke synes at aftage (ATSDR 2003).

3.3 Virkningsmekanisme – caries

Caries er en progressiv destruktiv tandsygdom forårsaget af cariogene bakterier. Bakterierne, som er til stede i biofilm, såkaldte plak (belægninger), koloniserer tandoverfladen og danner polysakkarider, som er med til at øge adhærens af plakken til tandemaljen. Når plakken er dannet, omsætter bakterierne kulhydraterne til organiske syrer. Syrerne opløser calcium- og fosfatminerale, og der sker en demineralisering af tandemaljen (ATSDR 2003, Fejerskov & Clarkson 1996, WHO 2002).

Fluorid er et effektivt og veldokumenteret middel til at reducere dental caries. Det har længe været kendt, at populationer, der drak fluorideret vand, havde markant lavere prævalens af dental caries, end de der drak ikke fluorideret vand. Denne forskel er dog gradvist blevet mindre på grund af brug af fluortandpasta og større indtag af drikkevarer produceret i områder med højere fluoridindhold i drikkevandet (WHO 2002).

Før i tiden var det opfattelsen, at fluorid skulle inkorporeres i emaljens krystalgitter som fluorideret hydroxyapatit under tandens udvikling, for at forhindre cariesudviklingen. Herved blev gitteret anset for mere stabilt og mindre udsat for demineralisering fra syre. Det blev derfor anset som bedst at indtage fluorid.

I dag er der enighed om, at en stor del af fluorids cariostatisk effekt sker på de frembrudte tænder ved den vedvarende tilstedeværelse af fluorid i spyt og væsken omkring dentale plak. Fluorids cariesreducerende effekt skyldes dels udfældning af det mere tungtopløselige fluorapatit i emaljens hydroxyapatitlag, dels fluorids betydning for remineralisering af tidlige cariesangreb, som derved stoppes (ATSDR 2003, DHHS 2000, Fejerskov & Clarkson 1996, WHO 2002).

I et nyligt systematisk review af drikkevandsfluoridering er fundet, at dette reducerer prævalensen af dental caries med 15 % (McDonagh et al. 2000). I tidligere undersøgelser blev effekten af fluorid i drikkevand tillagt større betydning (op til 60 %) (DHHS 2004). Et fluoridindhold i drikkevand på 0,5-1,2 mg/l anses for effektivt til reduktion af dental caries. Mindstekoncentrationen for positiv effekt er af WHO angivet til 0,5 mg/l (WHO 2004). En stor effekt på tandsundheden er dog indførelse af fluortandpasta, som angives at være ansvarlig for op til 40-50 % af reduktionen i dental caries (Aoba & Fejerskov 2002).

4 Effekter på forsøgsdyr og *in vitro/in vivo* testsystemer

Dyreeksperimentelle undersøgelser anvendes til at forudsige mulige virkninger på mennesker og til at supplere humane data. Resultater fra disse kan imidlertid kun give tilnærmede svar, da der skal tages højde for en række faktorer som eks. forskelle i toksikokinetik og –dynamik. Dyreeksperimentelle undersøgelser benytter sig tillige af standardiserede forsøgsbetingelser, som ikke umiddelbart kan sammenlignes med de forhold, der gælder for en heterogen sammensat befolkning.

4.1 Akut og kortvarig eksponering

Akut fluoridforgiftning giver symptomer som øget spytskretion og tåreflåd, opkastning og diarre samt åndedrætsbesvær. Alvorlige vævsskader er set i nyrer og mavetarmkanal (WHO 2002).

LD₅₀ oralt for natriumfluorid er fra 31-101 mg/kg hos rotter og fra 44,3-58 mg/kg hos mus (WHO 2002).

I undersøgelser, hvor rotter har fået >16 mg/l fluorid tilført oralt af 3-5 ugers varighed, er set effekter på skeletsystemet som hæmning af knoglemineraliseringen og knogledannelsen, nedsat knogleheling og reduktion i knoglemasse og kollagensyntese (WHO 2002).

4.2 Langvarig eksponering

Ved dosering i op til 6 mdr. er set ændring i knogleremodellering, nyredegeneration, mineralisering af myokardiet, nekrose eller degeneration af sædkanalerne i testiklerne hos mus, der fik fluorid i drikkevandet svarende til > 4,5 mg/kg legemsvægt/dag (WHO 2002).

Resultater fra undersøgelser af fluorids reproduktionsskadelige effekter har været modstridende. I en række undersøgelser af nyere dato er der imidlertid ikke fundet reproduktionsskadelige effekter af fluorid i drikkevandet til rotter og kaniner i doser, der ikke var toksiske for moderdyrene (WHO 2002).

4.3 Mutagenicitet og lignende endepunkter

Fluorid er undersøgt for genotoksicitet i en lang række *in vitro* og *in vivo* testsystemer. Fluorid er generelt ikke mutagent i prokaryote celler. Fluorid er klastogent i en række forskellige celletyper. Mekanismen bag dette er tillagt fluorids effekt på syntesen af proteiner involveret i DNA-syntese og DNA-reparation, snarere end en direkte interaktion mellem fluorid og DNA. I de fleste undersøgelser, hvor fluorid er blevet givet oralt til mus og rotter, er der ikke set nogen effekt på spermmorfologi eller frekvensen af kromosomaberrationer, mikrokerner, søsterkromatidudveksling eller DNA strand breaks. Cytogenetiske skader i knoglemarv er dog blevet påvist efter intraperitoneal injektion af fluorid (IARC 1987, WHO 2002).

4.4 Carcinogenicitet

Fluorid er undersøgt for carcinogenicitet i mus og rotter. I de tidlige undersøgelser i mus havde data ikke en kvalitet, der tillod en evaluering (IARC 1987). I nyere undersøgelser med rotter, der indtog drikkevand med op til 79 mg fluorid/l (som NaF) i 2 år, sås ingen effekt på forekomsten af tumorer i nogle af grupperne. En statistisk signifikant trend mod øget incidens af osteosarkomer hos hanrotter med stigende fluorideksponering var dog indenfor niveauet hos historiske kontroller. Fluorid indgivet via foderet i doser svarende til 11,3 mg/kg/dag gav ikke anledning til statistisk signifikante øgninger af osteosarkomer eller andre tumorer hos rotter i et 2-års carcinogenicitetsstudie (WHO 2002, 2004).

5 Effekter på mennesker

Hvorvidt fluorid er et essentielt stof for mennesker og dyr er ikke endelig afklaret. World Health Organization betragter imidlertid fluorid som et essentielt stof, da den gunstige virkning overfor dental caries betragtes som en fysiologisk væsentlig funktion (WHO 2002).

Erfaring med fluorids effekt på mennesker stammer primært fra undersøgelser af erhvervsmæssigt eksponerede personer beskæftiget med aluminiumssmeltning og fra drikkevandsundersøgelser.

Undersøgelserne af erhvervsmæssigt eksponerede grupper lider ofte under det faktum, at der i erhvervet har været udsættelse for en lang række andre kemiske stoffer end fluorid og fluorforbindelser. Det har derfor været vanskeligt at finde entydige sammenhænge mellem eksponering og effekter (ATSDR 2003, WHO 2002).

Langt de fleste epidemiologiske drikkevandsundersøgelser er designet til at vurdere om indtag af fluorideret drikkevand er associeret med uønskede helbredseffekter, særligt cancer og skeletpåvirkninger. De fleste er undersøgelser af befolkninger og har ikke oplysninger om individuelt indtag eller hvilke fluoridkilder, det drejer sig om (ATSDR 2003).

Efterfølgende beskrives hovedsagelig resultater opnået ved undersøgelser af fluorideksponering via drikkevand, fødevarer, dentalprodukter eller som medicinsk behandling.

5.1 Akut eksponering

Den akutte letale dosis fluorid for voksne mennesker angives til 32-64 mg fluorid/kg legemsvægt (WHO 2002), men højere værdier er også angivet, 100 mg/kg (Whitford 1996). Den dødelige dosis for børn angives til 15 mg fluorid/kg (WHO 2002). Mindste toksiske dosis for børn angives til 5 mg fluorid/kg legemsvægt (Whitford 1996). Ved indtagelse af akut store doser oralt dannes store mængder hydrogenfluorid, som er stærkt ætsende for slimhinderne. Symptomerne er opkastninger, mavesmerter og voldsom diarre. Senere i forløbet kan ses kramper, hjertearytmi, hjertestop og evt. død som følge af væske- og elektrolyttabet. Efterhånden som fluoridet transporteres til knoglevæv, udfældes det som fluorapatit, hvilket fremkalder en mere eller mindre udtalt hypocalcæmi, med paræstesier og kramper (Larsen & Richards 2000, WHO 2002).

5.2 Dental fluorose

Langtidsindtag af fluorid under emaljedannelsen kan resultere i en række kliniske forandringer i kvaliteten og udseendet af emaljen, som varierer fra fine små linier til markant uklarhed af emaljen, der slides hurtigt efter tandfrembrud. Jo mere fremskreden tilstanden er, jo dybere involveret er emaljen og graden af porøsitet stiger. Tilstanden benævnes dental fluorose. Den mest følsomme periode for de midterste (for) blivende tænder angives til mellem 15 og 24 mdr. for drenge og 21-30 mdr. for piger. Andre finder, at der ikke findes en specifik følsom periode. Når tanden først er færdigdannet og brudt frem, kan den ikke få dental fluorose. Prævalensen afhænger af den

kumulative mængde fluorid optaget fra alle eksponeringskilder under den lange tid emaljedannelsen tager, og den er fundet at være direkte relateret til fluoridkoncentrationen i drikkevandet (ATSDR 2003, Fejerskov et al. 1996b, WHO 2002).

Jo senere en tand i tandsættet mineraliseres jo højere er prævalensen og graden af fluorose. Dette kan forklares ved stigende indtag af fluorideret drikkevand og brug af fluortandpasta med alderen. Drikkevandets fluoridindhold påvirker graden af fluorose i alle blivende tænder på nær fortænderne i undermundten, der mineraliserer meget tidligt, mens barnet stadig får modermælk eller komælk. I områder, hvor børn får modermælkserstatning lavet med drikkevand i stedet for mælk, er prævalensen og graden af fluorose større (Larsen et al. 1987, 1988). Fejerskov et al. (1996a) har lavet et estimat over sammenhængen mellem fluoridindtag fra drikkevand og prævalensen af dental fluorose. Et fluoridindtag fra drikkevand svarende til 0,02 mg/kg er ifølge dette estimat forbundet med en fluoroseprævalens på 40-50 %. Øget indtag fra dentalprodukter vil øge prævalensen.

I en meta-analyse af 88 undersøgelser af dental fluorose er der fundet dosis-respons relation mellem niveauet af fluorid i drikkevand og dental fluorose. Ved en vandkoncentration på 1 mg/l var den estimerede prævalens af dental fluorose 48 %, heraf var 12,5 % et æstetisk problem (McDonagh et al. 2000). De fleste af undersøgelserne havde dog ikke taget højde for andre fluoridkilder som dentalprodukter, kosten og drikkevarer. Andre angiver, at drikkevandskoncentrationer under 1,5-2 mg/l ikke giver dental fluorose i tempererede områder (WHO 2004).

Det er blevet foreslået, at 60 % af den totale prævalens af fluorose kan tilskrives indtag fra andre kilder end drikkevand, der er optimalt fluorideret (Whelton et al. 2004).

Da der er en lineær sammenhæng mellem total fluoriddosis og emalje fluorose, kan det forudses, at for hver stigning i fluoriddosis på 0,01 mg/kg lgv., sker der en stigning i forekomsten af dental fluorose i en befolkning på 0,2 (dental fluorose community index, (Fci)) (Fejerskov et al. 1996a). Dette antyder, at der ikke findes en tærskelværdi under hvilken effekten af fluorid på tandemaljen ikke vil være manifest (Fejerskov et al. 1996a, Whelton et al. 2004). Selv et lavt fluoridindtag (omkring 0,02 mg/kg lgv.) vil resultere i en vis, om end lav, grad af fluorose i de tænder, der er under mineralisering i indtagelsesperioden (Larsen & Richards 2000). Vurderingen af fluorideffekten på tænderne kan først vurderes i 12-14 års alderen, når de sidste blivende tænder er brudt frem, dog ikke visdomstænderne. Denne periode, hvor tanddannelsen er følsom for fluorideffekten, strækker sig over mange år, hvor der sker mange ændringer i kostvalg, ligesom der kan opstå forskelle ved flytning fra områder med lavt fluoridindhold i drikkevand til højt. Tillige er der stor forskel på hvor mange af de børn, der har drukket vand med forhøjede mængder fluorid, der udvikler symptomer, og af disse er der også forskel på graden af forandringer i angrebne tænder (ATSDR 2003). Årsagerne til dette kan være brug af tandprodukter med fluorid (ATSDR 2003), men kan også skyldes genetiske forskelle (Vieira et al. 2005). Endelig kan variationer også skyldes anvendelse af forskellige klassifikationssystemer til beskrivelse af dentalfluorosen (Browne et al. 2005).

Korrelationen mellem tandens indhold af fluorid og graden af dental fluorose er endvidere dårlig, dvs. tænder med samme fluoridindhold har varierende grader af dental fluorose (Aoba & Fejerskov 2002, Vieira et al. 2005). Af

disse årsager er det forventelig at finde en væsentlig forskel i graden af fluorose blandt enkeltpersoner (Aoba & Fejerskov 2002). En signifikant sammenhæng mellem dental fluorose og brug af fluoridtilskud er fundet i en enkelt metaanalyse (ATSDR 2003). På verdensplan er der en stigende prævalens af dental fluorose. Da fluoridkoncentrationen i drikkevand er rimeligt stabil, er det sandsynligt at stigningen skyldes et øget indtag af fluoridprodukter hos børn under 6 år (Browne et al. 2005). Under danske forhold, hvor fluoridindholdet i drikkevand er relativt lavt, er der kun rapporteret enkelte tilfælde (kosmetisk skæmmende) af dental fluorose (Larsen & Richards 2000).

5.3 Skeletfluorose

Skeletfluorose er en tilstand, som opstår efter lang tids eksponering for meget store mængder fluorid. Ved øget tilførsel af fluorid inkorporeres dette i knoglevævet. Der sker en forøgelse i knoglemassen, og i starten er dette som regel symptomløst. Senere i forløbet ses ledstivhed og ledsmerter, osteosklerose og ligamentforkalkning. I alvorlige tilfælde er tilstanden stærkt invaliderende med begrænset bevægelighed i leddene, skeletmisdannelse, muskelsvind og neurologiske symptomer. I alvorlige tilfælde kan indholdet af fluorid i knoglevævet være mellem 3500 og 5500 mg/kg knoglevæv eller i nogle tilfælde højere end 8400 mg/kg, sammenlignet med den normale referenceværdi på 500-1000 mg/kg hos folk, der drikker vand med 1 mg/l. Tilstanden forekommer endemisk i lande som Indien, Kina og mange afrikanske lande, hvor drikkevandsforsyningen har et højt fluoridindhold. Andre faktorer som ernæringstilstand og klimatiske forhold, der giver et stort vandindtag spiller formentlig også en stor rolle, ligesom graden og varigheden af eksponeringen. Det kan derfor være vanskeligt at foretage valide eksponerings-respons sammenhænge (ATSDR 2003, WHO 2002). Tilstanden er set ved drikkevandsindhold på 3-6 mg fluorid/l. Alvorlige tilfælde ses almindeligvis først ved drikkevandskoncentrationer over 10 mg fluorid/l (WHO 2002, 2004). I de få tilfælde fra USA, hvor dosis er kendt, ligger de mellem 15 og 20 mg/dag i over 20 år (ATSDR 2003). Skeletfluorose forekommer ikke under danske forhold, hvor indholdet af fluorid i drikkevandet generelt er lavt.

5.4 Hoftebrud

Adskillige befolkningsundersøgelser har foreslået en association mellem indtag af fluorideret drikkevand og hoftefraktur eller andre knoglefrakturer. Andre undersøgelser har ikke kunnet påvise dette. Mange af undersøgelserne af disse sammenhænge har haft mangelfulde eksponeringsoplysninger og beskrivelse af forsøgsbetingelserne, hvilket har gjort det vanskeligt at drage konklusioner (ATSDR 2003, McDonagh et al. 2000, WHO 2002).

5.5 Nyreskader

Fluoridniveauer på op til 8 mg/l påvirker ikke nyrefunktionen eller giver øget dødelighed på grund af nyresygdomme. Patienter med nyreinsufficiens har imidlertid nedsat clearance af fluorid og dermed højere plasmaniveauer, men ændringer i fluoridniveauet vil ikke forbedre tilstanden (ATSDR 2003, WHO 2002).

Behandling af osteoporotiske patienter med op til 60 mg NaF/dag i en 5 års periode har ikke givet anledning til effekter på nyrerne (WHO 2002).

5.6 Reproduktion

Der er ikke fundet eksempler på øget risiko for abort eller andre reproduktionsforstyrrelser, herunder Down syndrom, hos kvinder, der indtager fluorideret drikkevand (ATSDR 2003, IARC 1987, REPROTOX 2004, WHO 2002).

5.7 Intelligens

Tre undersøgelser af sammenhængen mellem børns intelligens og bopæl i områder med høj prævalens af dental fluorose i Kina har fundet, at børn med bopæl i områder med høj fluoroseprævalens har en signifikant lavere IQ end de med bopæl med lav fluoroseprævalens. Undersøgelserne gør dog ikke tilstrækkeligt rede for andre faktorer, der kunne have indflydelse på resultatet (ATSDR 2003, McDonagh et al. 2000, WHO 2002). I en nyere og mere omfattende undersøgelse bl.a. med inddragelse af iod-indtag findes den samme sammenhæng, som i tidligere undersøgelser fra Kina (Xiang et al. 2003). Undersøgelserne er blevet kritiseret for ikke at omfatte analyse af blyindholdet i blod, som kan påvirke IQ ved forhøjede værdier (Burgstahler 2003).

5.8 Genotoksisk effekt

Undersøgelse af søsterkromatidudvekslinger i de hvide blodlegemer hos personer, hvis drikkevand havde fra 0,11 til 5,03 mg fluorid/l, har ikke vist genotoksisk effekt. Andre rapporter har vist genotoksisk effekt i områder med endemisk fluorose, målt ved mikrokerner og søsterkromatidudveksling i hvide blodlegemer, men tolkningen af disse er vanskeliggjort af mangelfuld afrapportering af forsøgsbetingelser (ATSDR 2003, WHO 2002). Blandt osteoporosepatienter behandlet med natriumfluorid eller natriummonofluorofosfat (29 mg fluorid/dag) i 29 måneder sås ingen effekt på kromosomaberrationer eller mikrokerner i de hvide blodlegemer (WHO 2002).

5.9 Cancer

Sammenhængen mellem indtag af fluorideret drikkevand og cancer mortalitet og morbiditet er blevet undersøgt i en lang række epidemiologiske undersøgelser. Der er foretaget sammenligning af cancer mortalitet af såvel alle cancertyper som specifikke cancertyper mellem områder med højt indhold af uorganisk fluorid i drikkevand, naturligt eller tilsat, og områder med lavt indhold, såvel som sammenligning af områder før og efter drikkevandsfluoridering. Undersøgelserne har vist, at der ikke synes at være en øget risiko for udvikling af cancer hos personer bosiddende i områder med et højt naturligt indhold af fluorid i drikkevandet, ligesom fluoridering af drikkevand ikke øger forekomsten. Enkelte undersøgelser har fundet en øget incidens af osteosarkomer. Disse undersøgelser er imidlertid baseret på meget få cases eller ikke relateret til varigheden af drikkevandsfluorideringen (IARC 1987, WHO 2002).

De epidemiologiske undersøgelser har været såkaldte geografisk-økologiske studier, hvor man typisk har sammenlignet større enheder som kommuner, stater eller provinser og ikke individer, og har sammenlignet morbiditets- og mortalitetsrater i ueksponerede og eksponerede områder. Sådanne undersøgelser tager ikke højde for, at folk flytter ind og ud af områderne eller for en række andre variable, som kan have indflydelse på helbredet (IARC 1987).

Case-control undersøgelser har ikke fundet en sammenhæng mellem indtag af fluorideret drikkevand og udvikling af knoglecancer (McDonagh et al. 2000, WHO 2002).

I nogle undersøgelser er koncentrationen af fluorid i drikkevand fundet omvendt proportional med cancerincidensen (Steiner 2002), hvilket har frembragt forslag om, at cancer er et resultat af ernæringsbrist med hensyn til fluorid (Steiner & Steiner 2004).

Det Internationale Agentur for Cancerforskning (IARC) har i deres klassificering af fluorid og natriumfluorid placeret dem i gruppe 3, som omfatter stoffer, der ikke kan indplaceres i andre grupper på grund af utilstrækkelige data (IARC 1987).

6 Reguleringer og anbefalinger

INSTANSER	BESKRIVELSE	VÆRDIER	REFERENCE
Nationale			
Miljøstyrelsen	Optimale konc. i drikkevand til forebyggelse af caries	0,5-1,2 mg/l	Miljøstyrelsen 1984
Miljø- og Energiministeriet	Maksimalværdi i drikkevand	1,5 mg/l	Miljø- og Energi-Ministeriet 2001
Sundhedsstyrelsen	Overskridelse af værdi i drikkevand der kan give fluorose af tænderne (0-7 år)	1,5 mg/l	Sundhedsstyrelsen 1994
Miljøstyrelsen	Overskridelse af værdi i drikkevand der kan give fluorose af tænderne (0-7 år)	1,5 mg/l	Miljøstyrelsen 1984
Miljøstyrelsen	Kan forårsage tydelig dental fluorose af ringe sværhedsgrad. Ikke kosmetisk problem	Op til 2 mg/l	Miljøstyrelsen 1984
Miljøstyrelsen	Bevirker dental fluorosehyppighed på 100 %, enkelte kosmetisk uheldige	3,4 mg/l	Miljøstyrelsen 1984
Internationale			
WHO	Optimale konc. i drikkevand til forebyggelse af caries	0,5-1,2 mg/l	WHO 2002
WHO	Maksimalværdi i drikkevand	1,5 mg/l	WHO 2004
EU	Anbefalet dagligt indtag	Ikke fastlagt	CEC 1993

7 Konklusion

Fluorid har både positive og negative effekter på helbredet.

Hvad angår tandsundhed er prævalensen af dental caries omvendt relateret til koncentrationen af fluorid i drikkevandet, mens der er en positiv dosis-respons sammenhæng mellem koncentrationen af fluorid i drikkevandet og prævalensen af dental fluorose. Blandt befolkninger hvis drikkevand og kost indeholder meget store mængder fluorid er skeletfluorose den mest markante helbredsmæssige effekt.

Der er ikke evidens for at indtag af drikkevand med en fluoridkoncentration mellem 0,5 og 1, 0 mg/l udgør et helbredsmæssig problem ud over en stigning i dental fluorose.

Indtag af store mængder fluorid over mange år (total indtag på 14 mg/dag) resulterer i skeletfluorose og knoglefrakturer.

Fluoridindholdet i drikkevand i Danmark er relativt lavt og er ikke sundhedsmæssigt problematisk. Enkelte tilfælde af dental fluorose vil dog kunne forekomme.

8 Referencer

ATSDR. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological Profile for fluorine, hydrogen fluoride and fluorides. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service 2003.

Aoba T, Fejerskov O. Dental fluorosis: Chemistry and biology. *Crit Rev Oral Biol Med* 2002;13(2):155-170.

Bottenberg P. Fluoride content of mineral waters on the Belgian market and a case report of fluorosis induced by mineral water use. *Eur J Pediatr* 2004;163:626-627.

Browne D, Whelton H, O'Mullane D. Fluoride metabolism and fluorosis. *J Dentistry* 2005;33:177-186.

Burgstahler AW. Influence of fluoride and lead on children's IQ: U.S. tolerance standards in question. *Fluoride* 2003;36(2):79-81.

Cerklewski FL. Fluoride bioavailability – Nutritional and clinical aspects. *Nutr Res* 1997;17(5):907-929.

CEC. Commission of the European Communities. Reports of the Scientific Committee for Food: Nutrition and energy intakes for the European Community (Thirty-first series of Food – Science and Techniques). Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 1993.

Danmarks Fødevareforskning. Fødevaredatabanken 2005.

DHHS. U.S. Department of Health and Human Services. Oral Health in America: A Report of the Surgeon General. U.S. Department of Health and Human Services. U.S. Public Health Service. National Institute of Health. 2000.

Fagt S, Matthiessen J, Biloft-Jensen A, Groth MV, Christensen T, Hinsch HJ, Hartkopp H, Trolle E, Lyhne N, Møller A. Udviklingen i danskernes kost 1985-2001 med focus på sukker og alkohol samt motivation og barrierer for sund livsstil. Danmarks Fødevare- og Veterinærforskning. 2004.

Fejerskov O, Baelum V, Richards A. Dose-response and dental fluorosis. I: Fejerskov O, Ekstrand J and Burt BA (Eds.). *Fluoride in Dentistry*. Munksgaard Textbook, Copenhagen, 1996a, pp.153-166.

Fejerskov O, Clarkson BH. Dynamics of caries lesion formation. I: Fejerskov O, Ekstrand J and Burt BA (Eds.). *Fluoride in Dentistry*. Munksgaard Textbook, Copenhagen, 1996, pp.187-206.

Fejerskov O, Richards A, DenBesten P. The effect of fluoride on tooth mineralization. I: Fejerskov O, Ekstrand J and Burt BA (Eds.). Fluoride in Dentistry. Munksgaard Textbook, Copenhagen, 1996b, pp.112-152.

Fomon SJ, Ekstrand J. Fluoride intake. I: Fejerskov O, Ekstrand J and Burt BA (Eds.). Fluoride in Dentistry. Munksgaard Textbook, Copenhagen, 1996, pp.40-52.

Fødevaredirektoratet. BEK nr. 1015 af 10/12/2003 om naturligt mineralvand, kildevand og emballeret drikkevand.

IARC. Overall evaluation of carcinogenicity: An updating of IARC monographs, volumes 1-42. Lyon, International Agency for Research on Cancer, 1987, pp 208-210 (IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Supplement 7.

Larsen MJ, Kirkegaard E, Poulsen S. Patterns of dental fluorosis in a European country in relation to the fluoride concentration of drinking water. J Dent Res 1987;66(1):10-12.

Larsen MJ, Senderovitz F, Kirkegaard E, Poulsen S, Fejerskov O. Dental fluorosis in the primary and the permanent dentition in fluoridated areas with consumption of either powdered milk or natural cow's milk. J Dent Res 1988;67(5):822-825.

Larsen MJ, Richards A. Fluorids farmakologi, toksikologi og virkninger. Tandlægebladet 2000;104(2):94-103.

Larsen MJ, Sørensen I, Nyvad B. Erosioner i emaljen forårsaget af læskedrikke, mineralvand og appelsinjuicer in vitro. Tandlægebladet 1999;103(6):272-277.

Maguire A, Moynihan PJ, Zohouri V. Bioavailability of fluoride in drinking water – a human experimental study. Report for the UK Department of Health. June 2004.

McDonagh M, Whiting P, Bradley M, Cooper J, Sutton A, Chestnutt I, Misso K, Wilson P, Treasure E, Kleijnen J. A systematic review of Public Water Fluoridation. NHS Centre for Reviews and Dissemination, University of York. September 2000. P1-243.

Melsen F, Eriksen EF, Mosekilde L. Clinical aspects of fluoride in bone. I: Fejerskov O, Ekstrand J and Burt BA (Eds.). Fluoride in Dentistry. Munksgaard Textbook, Copenhagen, 1996, pp.96-111.

Miljøministeriets Bekendtgørelse nr. 74 af 14/01/2005 om kosmetiske produkter (kosmetikbekendtgørelsen).

Miljø- og Energiministeriets Bekendtgørelse nr. 871 af 21/09/2001 om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg (drikkevandsbekendtgørelsen).

Miljøstyrelsen. Fluoridation of drinking water. Nyt fra Miljøstyrelsen, Special Issue, February 1977. Miljøstyrelsen.

Miljøstyrelsen. Kvalitetskrav til visse stoffer i drikkevandet. Vejledning nr. 2/1984. Miljøstyrelsen.

Miljøstyrelsen. Risikovurdering af forurenede grunde. Miljøprojekt Nr. 123, 1990, Miljøstyrelsen.

Miljøstyrelsen. Principper for sundhedsmæssig vurdering af kemiske stoffer med henblik på fastsættelse af kvalitetskriterier for luft, jord og drikkevand. Miljøprojekt Nr. 974, 2004, Miljøstyrelsen.

REPROTOX. Fluorides. October 01, 2004. REPROTOX database. An Information System on Environmental Hazards to Human Reproduction and Development. Reproductive Toxicology Center.

Steiner G G. Cancer incidence rates and environmental factors: An ecological study. J Environ Pathol Toxicol Oncol 2002;2(3):205-212.

Steiner DM, Steiner G G. Fluoride as an essential element in the prevention of disease. Med Hypoth 2004;62:710-717.

Sundhedsstyrelsen. Udtalelse vedr.: Fluoridindhold i vandforsyning til 3 ejendomme (j.nr. 413-0017-93) af 3 . juni 1994. Sundhedsstyrelsen.

US DA. U.S. Department of Agriculture. USDA National Fluoride Database of Selected Beverages and Foods. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. October 2004.

Vieira APGF, Hancock R, Eggertsson H, Everett ET, Grynpas MD. Tooth quality in dental fluorosis: Genetic and Environmental factors. Calcif Tissue Int 2005;76:17-25.

Whelton HP, Ketley CE, McSweeney F, O'Mullane DM. A review of fluorosis in the European Union: Prevalence, risk factors and aesthetic issues. Community Dent Oral Epidemiol 2004; 32 (Suppl. 1):9-18.

Whitford GM. Fluoride toxicology and health effects. I: Fejerskov O, Ekstrand J and Burt BA (Eds.). Fluoride in Dentistry. Munksgaard Textbook, Copenhagen, 1996, pp.167-184.

WHO. Fluoride in Drinking-water. Background document for development of WHO **Guidelines for Drinking-water Quality**. WHO 2004.

WHO. Fluorides. Environmental Health Criteria 227. World Health Organization. International Programme on Chemical Safety (IPCS). Geneva 2002.

Xiang Q, Liang Y, Chen L, Wang C, Chen B, Chen X, Zhou M. Effect of fluoride in drinking water on children's intelligence. Fluoride 2003;36(2):84-94.