

Særtryk af

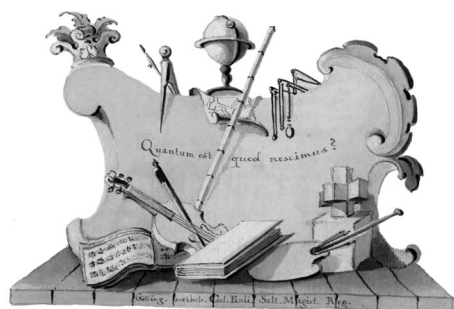
FUND OG FORSKNING

I DET KONGELIGE BIBLIOTEKS

SAMLINGER

Bind 49

2010



With summaries

KØBENHAVN 2010

UDGIVET AF DET KONGELIGE BIBLIOTEK

Om billedet på papiromslaget se s. 258.

Det kronede monogram på kartonomslaget er tegnet af
Erik Ellegaard Frederiksen efter et bind fra Frederik III's bibliotek

Om titelvignetten se s. 107.

© Forfatterne og Det Kongelige Bibliotek

Redaktion: John T. Lauridsen

Redaktionsråd:

Ivan Boserup, Grethe Jacobsen, Else Marie Kofod,
Erland Kolding Nielsen, Anne Ørbæk Jensen,
Stig T. Rasmussen, Marie Vest

Fund og Forskning er et peer-reviewed tidsskrift.

Papir: Lessebo Design Smooth Ivory 115 gr.
Dette papir overholder de i ISO 9706:1994
fastsatte krav til langtidsholdbart papir.

Grafisk tilrettelæggelse: Jakob Kyril Meile
Tryk og indbinding: SpecialTrykkeriet, Viborg

ISSN 0060-9896
ISBN 978-87-7023-077-3

EN SUR UDFORDRING
OM SURT PAPIR I BIBLIOTEKETS SAMLINGER

AF

BIRGIT VINTHER HANSEN

L angt den største del af vores skriftlige kulturarv er nedfældet på papir – et materiale, der gennem mange århundreder har formidlet viden mellem mennesker. Biblioteker og arkiver verden over har indsamlet denne skriftlige kulturarv og har, som det Kongelige Bibliotek, en forpligtelse til at bevare den for eftertiden. Den største fare for at miste hovedparten af disse værker er ikke katastrofer som oversvømmelser eller brand, men omkring 130 års industrielt fremstillet papirs selvdestruktive karakter.

På Det Kongelige Bibliotek er vi begyndt at støde på bøger og håndskrifter fra 1800- og 1900-tallet, som er så nedbrudte, at de ikke længere kan tåle fysisk håndtering, og dermed ikke længere kan stilles fysisk til rådighed for borgerne. Nedbrydningen skyldes, at et højt syreindhold i papiret ved almindelig stuetemperatur forårsager kemiske splitninger, så papiret bliver svagere og svagere, ender med at blive mere og mere gulbrunt og til sidst bliver så sprødt, at det kan falde fra hinanden ved almindelig håndtering.

Det industrielt fremstillede papirs forholdsvis korte levetid er en velkendt udfordring verden over. Siden slutningen af 1970'erne, hvor biblioteker i USA og Europa begyndte at rapportere om et voksende antal meget nedbrudte bøger fra 1850'erne og frem,^{1,2} har der internationalt været stort fokus på den korte levetid, som store dele af samlingerne forventeligt har tilbage. Erkendelsen af at hovedparten af det industrielt fremstillede papirs kemiske sammensætning er en trussel mod bevaring af bibliotekernes kulturarv, har medført, at der siden er brugt meget store ressourcer på at finde en metode til at forhindre samlin-

¹ Terry Sanders: *Slow Fires: On the Preservation of the Human Record* (1987). Dokumentarfilm. 58 min.

² The Yale Survey. A Large-Scale Study of Book Deterioration in the Yale University Library. *College & Research Libraries*, 46, 1985.

gernes forholdsvis hastige nedbrydning. Som datidens eneste bud på at forlænge samlingernes levetid blev masseafsyring af de enorme mængder papir taget i brug i USA og Europa. Der er i dag adskillige masseafsyrimetoder i brug, som alle har det til fælles, at de neutraliserer syren i papiret med et alkalisk salt, og indlejrer en bufferkapacitet, som forebygger fremtidig forsuring. Behandlingen reducerer nedbrydningshastigheden kraftigt, men vil ikke medføre en fysisk forstærkning af allerede nedbrudt papir. Masseafsyring gennemføres i dag i større målestok på eksempelvis Library of Congress i USA og på Nationalbiblioteket i Schweiz.

Papirhistorie og nedbrydning

Før industrialiseringen fremstillede man traditionelt det håndgjorte papir af indsamlede, langfibrede klude af hør og bomuld. Det håndgjorte papir blev efterlimet med gelatine, hvilket resulterede i en meget stærk og langtidsholdbar papirkvalitet.

Med industrialisering af papirproduktionen og kraftig stigende efterspørgsel blev der i første halvdel af 1800-tallet overalt i den vestlige verden mangel på råstoffet klude. I Danmark blev det i 1825 endda forbudt ved lov at eksportere klude ud af Danmark, da der var brug for det til dansk papirfremstilling.³ Kludemanglen bevirkede, at der blev eksperimenteret med anvendelse af mange andre fiberkilder – enten sammen med kludene for at strække kludepapirmassen eller for helt at erstatte denne. I Danmark blev halmmasse anvendt i stor stil i perioden 1850-90, men på længere sigt blev det træmassen, der sejrede som fiberråstof. I 1862 fik Danmark sit første træsliberi.⁴ Tilsætningen af halm og træmasse medførte en forringet papirkvalitet, da fibrene herfra er kortere end det langfibrede hør og bomuld, og desuden indeholder en stor andel sur lignin, der i træet fungerer som en form for lim i fiberstruktur, men i papiret medvirker til forsuring.

Sammen med papirmaskinens indtog – i Danmark i 1829 – introduceredes med stor succes en vegetabilsk harpikslim tilsat direkte til papirmassen, da papiret nu blev produceret i løbende baner, og ikke længere kunne efterlimes arkvis. Harpiks fungerer kun som fiberlimstof i et surt miljø, så det er nødvendigt at tilsætte store mængder alun til papirmassen for at justere surhedsgaden (pH-værdien) til rette niveau.

³ Kjeld Dalsgaard Larsen: *Dansk Papirindustri 1829-1999*, 2000, s. 17.

⁴ Dalsgaard Larsen 2000, s. 19.

Limtypen bliver derfor i Danmark naturligt kaldt surlimning. Med surlimning kan det ikke undgås, at det færdige stykke papir ender med at have et forholdsvis højt syreindhold (det samme som en lav pH-værdi). Omkring 1870erne erstattedes den ellers naturudvundne alun af en industrielt fremstillet alun, som var langt mere koncentreret, og desuden indeholdt en del svovlsyre, hvilket bidrog til at datidens papirkvaliteter forsuredes yderligere.

En stor del af papiret var i slutningen af 1800-tallet hermed både surlimet, og indeholdt forholdsvis kortfibret, ligninholdigt fibermateriale. Således skete på forholdsvis kort tid en meget stor kvalitetsændring af papirindustriens produkter, som sammen med en meget hård indbyrdes konkurrence i dansk papirindustri førte til en katastrofal dårlig papirkvalitet i slutningen af århundredet. Den generelle papirkvalitet var tydeligvis så dårlig, at den danske regering iværksatte en undersøgelse⁵ af samtidens papirs fysiske egenskaber. Undersøgelsen viste at det danske papir var væsentligt dårligere end samtidigt tysk papir og at den fysisk dårlige papirkvalitet skyldtes udstrakt indblanding af træslib og fyldstoffer i selv de bedre papirkvaliteter.⁶ Iblanding af fyldstoffer gør, udover at sikre en hvis hvidhed og dække over urenheder, papiret tungere (og dermed billigere) og ikke mindst svagere. Undersøgelsen viste desuden at der ikke var sammenhæng mellem kvalitet og pris.

Man blev altså tidligt opmærksom på de nye papirtypers ringe fysiske kvaliteter, men tillagde ikke den sure limning nævneværdig indflydelse på kvaliteten/holdbarheden. I 1930erne blev det dog endeligt klart, at syren i papiret spiller en afgørende rolle for papirets holdbarhed. En basisk limning blev efterfølgende udviklet i 1950erne, og der blev siden udviklet en international standard⁷ for krav til papirets holdbarhed. I løbet af 1970erne vandt neutralt eller alkalisk limet, langtidsholdbart papir terræn, og fra 1980erne blev det dominerende på markedet. Papiret, som vi anvender i dag, har dermed igen generelt en god holdbarhed med en forventet levetid på mere end tusind år for de bedste

⁵ V.A. Secher: *Vort Papir: Meddelelser om Papirundersøgelse og Papirsorterne fra de danske Fabrikker og Lessebo Bolag i Sverige*, 1887, 62 s.

⁶ Secher 1887, s. 48.

⁷ ANSI NISO Standard Z39.48-1984 – “Permanence of Paper for Publications and Documents in Libraries” i 1984. Siden også vedtaget som “International Standard ISO 9706:1994, International Organization for Standardization, Geneva. Information and documentation – Paper for documents – Requirements for permanence”.



Ill. 1. Sprødt papir. Her avisen Information fra 1946, Det Kongelige Bibliotek

kvaliteter.⁸ Aviser og billigbøger er dog stadig eksempler på materiale, som er trykt på papir fremstillet af ligninholdigt træslib, og som hurtigt nedbrydes.

Surt og sprødt papir i Det Kongelige Biblioteks samlinger

Tidligere tiders traditionelt håndgjorte papir har, som nævnt, vist sig at være et yderst stabilt materiale med en meget lang holdbarhed. Vi har således papirhåndskrifter på Det Kongelige Bibliotek fra sen middelalder, som stadig er i en rigtig god bevaringstilstand.

I modsætning hertil har vi på biblioteket eksempelvis avisrapir fra 1946 (se fig. 1), som er så nedbrudt, at det ikke længere kan håndteres uden at smuldre. I dag støder vi således jævnligt på meget nedbrudte genstande i bibliotekets samlinger og med flere og flere nedbrudte værker bliver en aktiv bevaringsindsats presserende.

⁸ ASTM D 3290-00, "Standard Specification for Bond and Ledger Papers for Permanent Records", section 3.2.3.2 and Appendix X1.

De alarmerende udenlandske undersøgelser af papirets ringe holdbarhed førte i 1987 til, at Det Kongelige Bibliotek lavede en egen undersøgelse af papirsurhed og papirstyrke i nordiske bøger 1850-1985.⁹ Undersøgelsen viste, at papiret i bibliotekets samlinger samlet set var mindre nedbrudte end tilsvarende undersøgte amerikanske samlinger, men at vi stod overfor samme bevaringsmæssige problem som resten af den vestlige verden. I et senere arbejde med bibliotekets store bevaringsplan fra år 2001¹⁰ blev andelen af sprødt papir i samlingerne undersøgt, og det viste sig her, afhængig af samling, at mellem 10 og 40 % af papiret var sprødt papir defineret ved, at det ikke kunne holde til seks håndfalsninger af et hjørne, uden at det knækkede. Det viste sig her, at også en forholdsvis stor andel af papiret mellem 1800 og 1850 var sprødt, hvilket sjældent dokumenteres i stikprøveundersøgelser, da denne periode som regel ikke inkluderes.

Med de to undersøgelser fik biblioteket et aktuelt billede af samlingernes mindre synlige bevaringsmæssige tilstand, da vi fik et indblik i hvor fremskreden den kemiske nedbrydning af papiret var. Men selv med kendskab til andelen af sprødt papir i samlingerne, var det på daværende tidspunkt vanskeligt at forudsige, hvor hurtigt denne nedbrydning ville fortsætte. Uvisheden omkring årtusindskiftet gav anledning til forestillinger om en meget hurtig nedbrydning, og man talte om en tidsindstillet bombe og afmontering af denne indenfor den næste menneskealder.¹¹

I 2003 udarbejdede Kulturministeriet rapporten "Udredning om bevaring af kulturarven" hvor det anerkendes, at bevaring af surt papir kræver en særlig indsats. Derfor nedsatte Kulturministeriet i 2004 en arbejdsgruppe under Biblioteksstyrelsen (i dag Styrelsen for Bibliotek og Medier), som skulle undersøge, hvor meget bevaringsværdigt surt papir der var i de statslige, danske samlinger, og hvorvidt masseafsyring af samlingerne kunne anbefales.¹² Det Kongelige Bibliotek var repræsen-

⁹ Ivar Hoel: *Papirnedbrydning. En undersøgelse af papirsurhed og papirstyrke i nordiske bøger 1850-1985*. Det Kongelige Bibliotek. Forskningsrapporter 1. 1987.

¹⁰ *Bevaringsplan 2010*. Det Kongelige Bibliotek, 2001. 92 s. Tilgængelig på <http://www.kb.dk/da/kb/nb/bev/bevaringsplan_2010.html>

¹¹ Erland Kolding Nielsen: Har fortiden en fremtid? Omkring nutidens bevaringsproblemer. *Bogens Verden*, 6, 2001.

¹² Resultatet af arbejdet, der løb frem til 2008, kan ses i netpublikationen *Bevaring af surt papir i de statslige samlinger*. 45 s. Styrelsen for Bibliotek og Medier, 29.12.2008 <<http://www.bibliotekogmedier.dk/publikationer/rapporter-fra-bibliotek-og-medier>>.

teret i udvalget og bidrog dermed aktivt til udvalgets undersøgelser og anbefaling omkring bevaring af surt papir i Danmark.

Stikprøveundersøgelsen

For at kortlægge omfanget af surt papir og bevaringstilstanden af bl.a. Det Kongelige Biblioteks samlinger gennemførte Bevaringsafdelingen en stikprøveundersøgelse af materiale fra den kritiske periode mellem 1800 og 1985 i alle samlinger kategoriseret som værende af enestående national betydning (ENB). Stikprøveundersøgelsen omfattede både bøger, kort, småtryk og håndskrifter. I tabel 1 er ENB-samlingernes størrelse opgjort i hyldemeter (hm) sammen med samlingernes andele af genstande fra perioden 1800-1985.

Samling	Tidsperiode	hm i alt pr. 1.1.2005	% fra	hm fra
			perioden 1800-1985 ^{b)}	perioden 1800-1985
Udenlandske Ældre Samling (ÆS)	før 1949	22.600	73	16.498
Danske Samlinger (1.-2. samling)	1474-1959	7.900	76	6.004
Danske Samlinger (3. samling)	1960-	11.300	59 ^{e)}	5.000
Orientaliske og Judaistisk Samling	1600-	3.644 ^{a)}	73	2.660
Musikafdelingens tryk	1600-	3.920 ^{a)}	87	3.410
Småtryksamlingen	1900-	5.500		3.500 ^{e)}
Kortsamlingen	1470-	2.200	82	1.804
Ældre Naturvidenskabelig Samling	1500-1899	2.500	59 ^{d)}	1.475
Håndskrifter	1500-	7.999	83 ^{b)}	6.639
I alt		59.564		40.351

Tabel 1. Oversigt over Det Kongelige Biblioteks samlinger med bevaringsforpligtelse.

a) Bestand pr. 1.1. 2003.

b) Beregning baseret på stikprøveundersøgelse i 1999.¹³

c) Bestand opgjort i 1985.

d) Beregning baseret på stikprøveundersøgelse i 1996.¹⁴

e) af 8.475 hm opgjort i 1999.

¹³ *Bevaringsplan 2010*. Det Kongelige Biblioteks Bevaringsafdeling, 2000. 92 s. Findes tilgængelig på <http://www.kb.dk/export/sites/kb_dk/da/kb/nb/bev/dokumenter/BevPlan2010-sept01.pdf>

¹⁴ Dorrit Bergqvist: *Smuldrende naturvidenskab*. Intern rapport, Det Kongelige Bibliotek, 1996. 62 s.

Som det fremgår af tabellen, så er 70 % (godt 40 hyldekilometer ud af knapt 60 hyldekilometer) af bibliotekets bevaringsværdige bøger, kort og håndskrifter fremstillet i den kritiske periode mellem 1800 og 1985, selvom bibliotekets papirbaserede samlingers ældste genstande er fra sen middelalder. To tredjedele af bibliotekets beholdning er således fremstillet i papirfremstillingens "mørke" årtier.

Et vigtigt formål med stikprøveundersøgelsen var at bestemme papirets surhedsgrad i samlingerne med en mere præcis målemetode¹⁵ end hvad tidligere havde været muligt. På tværs af bibliotekets trykte og håndskrevne ENB-samlinger blev 390 tilfældigt udvalgte genstande undersøgt i 2006, hvilket giver et konfidensniveau på 95 % +/- 5 %. Der blev udtaget små prøver på 1 mm i diameter tre steder på hver genstand til måling af surhedsgrad (pH) ved koldestrakt og ligninbestemmelse, nederste højre hjørne af et udvalgt ark blev håndfalset til bestemmelse af den fysiske nedbrydningsgrad, papirets egenfarve blev målt ved hjælp af et farvespektrofotometer og tykkelsen og vægten af de enkelte genstande blev målt. Metode er udførligt beskrevet i rapporten "Resultater af stikprøveundersøgelser udført i Det Kongelige Biblioteks og Statens Arkivers Samlinger".¹⁶

Resultater af undersøgelsen

De 390 genstande er repræsentative for bibliotekets samlinger således, at man ud fra resultaterne af stikprøven kan overføre disse til generelt at omfatte hele det undersøgte samlingsmateriale. Af de undersøgte genstande viste det sig, at 93 % var syreholdige svarende til 1,2 millioner genstande i bibliotekets samlinger. Da surt papir er udsat for en forholdsvis hurtig nedbrydning, vil det sige, at næsten alle bibliotekets værker fra perioden 1800-1985 nedbrydes langt hurtigere end de ældre og nyere dele af samlingerne, og de udgør således en særlig bevaringsmæssig udfordring.

Undersøgelsen har først kunne påvise ligninholdige fibermaterialer fra 1870 i bibliotekets samlinger, men da her er tale om en relativ lille

¹⁵ M. Sandahl & I. Nielsen: pH measurement of paper: a micro-extraction method. *PapierRestaurierung* 7:4, 2006, s. 26-31.

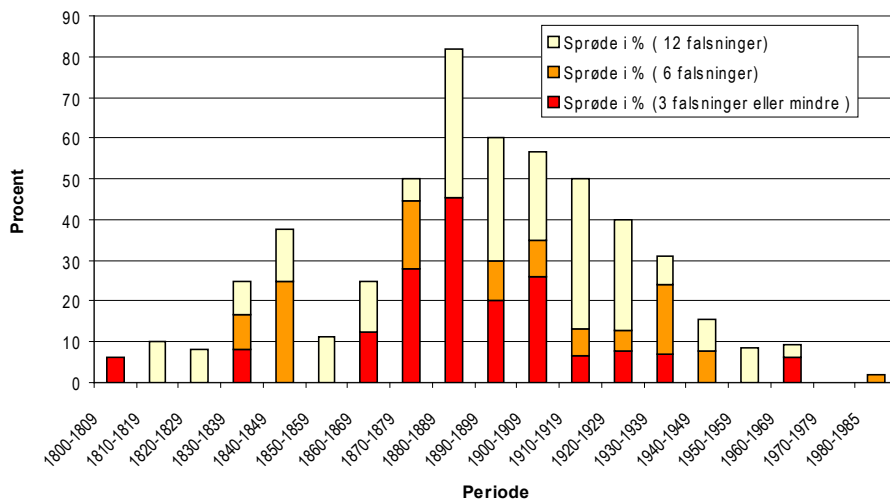
¹⁶ *Resultater af stikprøveundersøgelser udført i Det Kongelige Biblioteks og Statens Arkivers Samlinger*. Det Kongelige Biblioteks Bevaringsafdeling, 2007. 34 s. Findes tilgængelig på <http://www.bibliotekogmedier.dk/fileadmin/publikationer/rapporter_oevrige/bilagA_Resultater_stikproeve.pdf>

stikprøve, er det muligt, at det ville kunne påvises i tidligere værker, da Danmark som nævnt havde træsliberi i 1862 og også kan have importeret træslib.

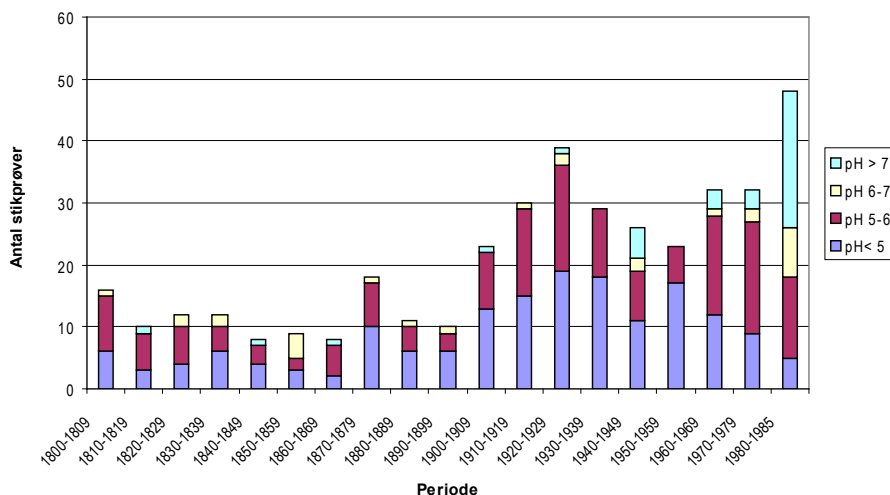
I tidligere undersøgelser – både Bevaringsplan 2010 og andre internationale undersøgelser – har man arbejdet med at sprødt papir defineres ved at det knækker ved højst 6 falsninger. Ved 6 falsninger er der dog stadig et vist tidsspænd hvor håndtering, samt substitution/sikkerhedskopiering ved digitalisering/kopiering/mikrofilmning er mulig. Når papiret knækker ved højst 3 falsninger, er genstanden så nedbrudt, at der indenfor en forholdsvis kort tidsramme må iværksættes en form for sikkerhedskopiering til et nyt bærende materiale for at bevare informationen.

I fig. 2 ses hvor stor andelen af nedbrudt papir er i Det Kongelige Biblioteks samlinger i de undersøgte årtier. I opgørelsen er medtaget alle genstande, hvis papir knækker ved 12 håndfalsninger eller mindre, da vi hermed får det bedste billede af hvordan bevaringstilstanden er for de enkelte årtier. Ved kun at medtage de virkelig nedbrudte genstande (tre falsninger) eksisterer så få prøver, at en opdeling på årtier giver et for usikkert billede.

Sammenholder man papirets fysiske tilstand, illustreret i fig. 2, med papirfremstillingshistorien, så ses tydeligt en effekt af papirmaskinen og



Ill. 2. Nedbrydningsgraden af de undersøgte genstande fordelt på årtier i forhold til den samlede bestand af genstande fra de enkelte årtier i perioden 1800-1985.



Ill. 3. Surhedsgraden af de udtagne stikprøver på Det Kongelige Bibliotek fordelt på tiårsperioder. pH værdien af de enkelte stikprøver er beregnet som gennemsnit af tre målinger fordelt over siden på det enkelte blad.

surlimningens indtog omkring 1830 og de ligninholdige fibermaterialer som halm og træ fra 1870 sammen med en mere koncentreret, sur limning og stærk benyttelse af fyldstoffer. Det er tydeligt, at samlingernes tilstand er dårligst for genstande fremstillet i 1880erne, hvor konkurrencen i branchen var meget hård, efterfulgt af en forholdsvis kraftig forbedring i 1890erne for at blive gradvis bedre i årtierne fremover, hvor genstandene også har færre år på bagen. Den hårde konkurrence på markedet afsluttedes brat i 1889, hvor De forenede Papirfabrikker A/S blev stiftet. Dette kan meget vel tænkes have haft en stor effekt på det danske papirs kvalitet og dermed holdbarhed i tiden derefter.

Det er værd at bemærke at papiret i 1850-60erne er i ret god stand, og generelt har højere pH-værdi, i forhold til både tiden før og efter. Samme tendens ses i andre nordiske stikprøveundersøgelser og som her uden en god papirhistorisk forklaring.^{17 18}

¹⁷ Jonas Palm og Per Cullhed: *Ett vittrande kulturarv. Undersökningar av papper I Kung. biblioteket, Göteborgs och Uppsala universitetsbibliotek samt Riksarkivet*. FoU-projektet för papperskonservering, rapport nr. 2, 1988. 25 s.

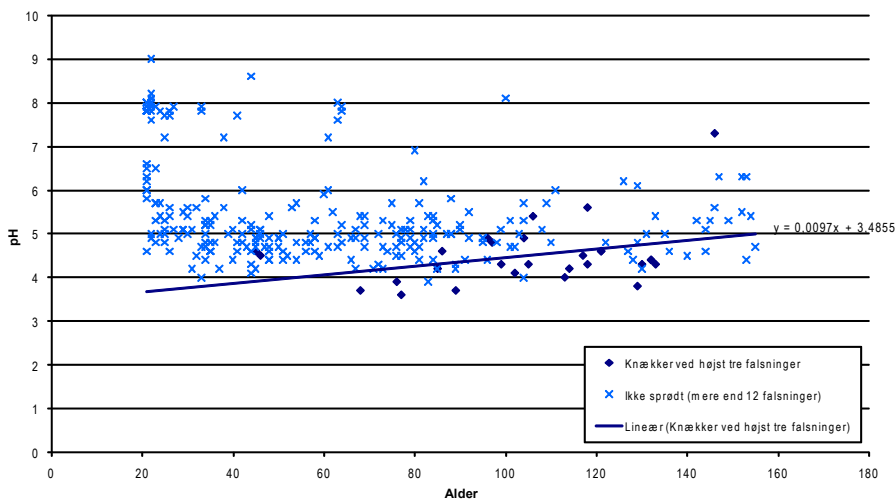
¹⁸ Birgit Vinther Hansen og Inger Hoby: *Oplæg til bevaring af Geologisk biblioteks Ældre Samling*. 2007. 13. s. Ikke publiceret.

De udtagne stikprøvers pH-værdi er fremstillet i fig. 3, hvor man kan ane, at der er en vis sammenhæng mellem en stor andel af lave pH-værdier (< 5) i de pågældende årtier i forhold til papirets nuværende fysiske styrke illustreret i fig. 2. For eksempel har mere end halvdelen af papiret fra 1870 til 1910 en pH-værdi på mindre end 5, mens kun knapt halvdelen af papiret fra 1980 og frem overhovedet er surt. Som nævnt er der en sammenhæng mellem hvor surt papiret er, og hvor hurtigt det nedbrydes. Papir med meget lav pH-værdi nedbrydes væsentlig hurtigere end papir med en pH-værdi mellem 6 og 7.

Forudsigelse af Det Kongelige Biblioteks samlingers levetid

Kigger man nærmere på de allerede meget nedbrudte papirer (dem der knækker ved tre falsninger), og udelukker data fra perioden 1800-1850, som er en noget uhomogen periode papirfremstillingsmæssigt, så ses i fig. 4 at det er muligt at lave en grov tendenslinje, som illustrerer en sammenhæng mellem pH, alder og nedbrydningsstadium. Jo surere papiret er des tidligere vil det nå nedbrydningsstadiet "3 falsninger".

Tendenslinjen (angivet som "Lineær") viser, at man kan forvente, at et papir på Det Kongelige Bibliotek med en pH på 4,5 kan holde i om-

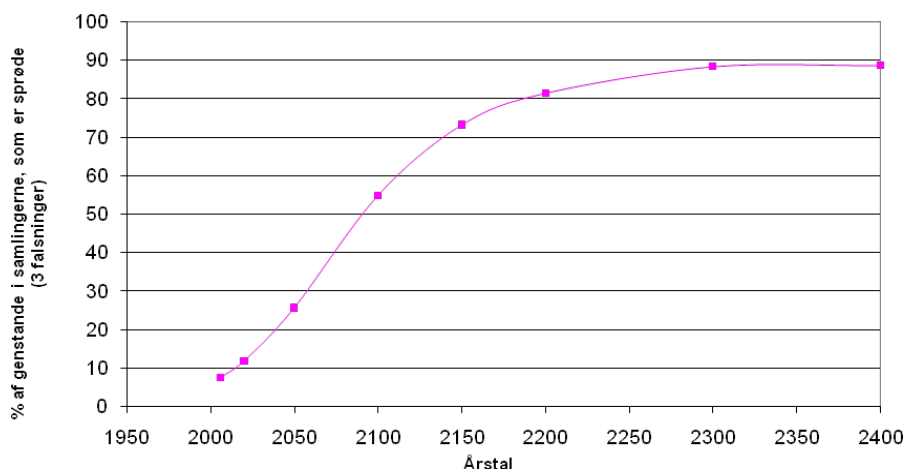


III. 4. Stikprøveundersøgelsens målinger viser sammenhæng mellem alder og pH i genstande nedbrudt til 3 håndfalsninger.

kring 100 år, før i hvert fald papirets kanter er så nedbrudte, at papiret ikke længere kan håndteres uden at knække. Forudsætningen er at det opbevares i klima sammenligneligt med det historisk gældende. Da det trods alt er et forholdsvist lille datamateriale, der ligger til grund for beskrivelse af sammenhængen, kan fremskrivningen for bibliotekets materialer kun regnes for vejledende. Nedbrydningshastigheden af historisk papir ved stuetemperatur i forhold til pH bekræftes af en engelsk undersøgelse (med andre klimatiske forudsætninger og med andre målemetoder) om end denne undersøgelse giver en mere optimistisk levetidsforudsigtelse.¹⁹

Med tendenslinjen, som er repræsentativ for netop Det Kongelige Biblioteks Samlinger, er det muligt at lave en grov prognose for bibliotekets endnu ikke nedbrudte genstandes resterende håndterbare levetid, idet vi ud fra stikprøveundersøgelsen kender samlingernes alder og pH-værdi.

En sådan prognose er fremstillet i figur 5. Stikprøven viste, at det i dag er otte procent af papiret, der er så nedbrudt, at papiret knækker, hvis det falses tre gange og derfor ikke uden videre kan formidles i sin fysiske form uden at knække eller smuldre.



Ill. 5. Grafen viser hvor stor en del af de undersøgte samlinger fra 1850-1985, som vil have nået et nedbrydningsstadium, hvor papiret knækker efter 3 falsninger, hvis de fortsat opbevares i magasiner med tempereret klima som det historisk har været.

¹⁹ Jana Kolar et al: *Predicting the Future: Estimating Future Conditions from Past Trends i Advances in Paper Conservation Research*, London 23.-24.11 2009, s. 38-39.

Fremskrivningen viser, at så godt som alle bibliotekets omkring 1,2 mio. syreholdige, bevaringsværdige genstande vil have overskredet grænsen for almindelig fysisk brug om 200 år, hvis de opbevares i magasiner under samme tempererede forhold, som de historisk har været opbevaret i. I et bevaringsmæssigt perspektiv er dette en meget kort levetid idet vi har været forventet med tidligere tiders papirs (og andre materialers) meget længere levetid. I dag møder vi kun sporadisk de meget nedbrudte genstande, da papiret trods alt kan holde en del år fra fremstillingstidspunktet. Men som tiden skrider frem, vil de kommende generationer opleve en massiv nedbrydning af bøger, håndskrifter, noder, kort og billeder i biblioteker og arkiver og naturligvis også af deres egne private bøger og dokumenter.

Indsats: afsyring eller nedkøling

De nye papirfremstillingsprocesser resulterede altså i et surt papir, som på grund af syren nedbryder sig selv forholdsvis hurtigt ved almindelig stuetemperatur. Jo mere surt papiret er des hurtigere går nedbrydningen. Når værket bliver så nedbrudt at det ikke længere kan anvendes må tilgængeligheden på anden vis sikres. Informationen kan da digitaliseres eller lagres på et nyt langtidsholdbart materiale som mikrofilm eller nyt papir. Det er dog stadig mange gange dyrere at langtidbevare informationen digitalt i forhold til at bevare den fysiske original i et magasin. Derfor er det afgørende at forlænge værkets fysiske anvendelige levetid så længe som muligt.

I 1980'erne var eneste bud på at forlænge samlingernes levetid at masseafsyre disse. I løbet af de seneste årtier er der imidlertid udført en del forskning i, hvorledes sænkning af temperatur og luftfugtighed kan forlænge organiske materialers levetid. I dag har vi derfor viden om effekten af både masseafsyring og magasinklimaændringer, og er i stand til at sammenligne disse. For at øge samlingernes levetid kan vi med andre ord vælge at opbevare dem i køligere magasiner med lav luftfugtighed og/eller masseafsyre dem.

Effekten af masseafsyring har det afsluttede EU-projekt PaperTreat (Evaluation of Mass deacidification Processes) beregnet til at give cirka tre gange forlænget levetid for papir med pH 5²⁰, hvilket er repræsen-

²⁰ J. Kolar (mundtlig fremlæggelse), "Immediate and long-term Effect of Deacidification Treatments (thermal ageing)" på konferencen PaperDurability II, 7.-9. juli, 2008 i Slovenien.

tativt for hovedparten af vores nationale samlinger. Effekten angives i anden undersøgelse ²¹ at være 3,3 gange ved afsyring af papir med pH 6,2 ved 20 grader og 65 % RH.

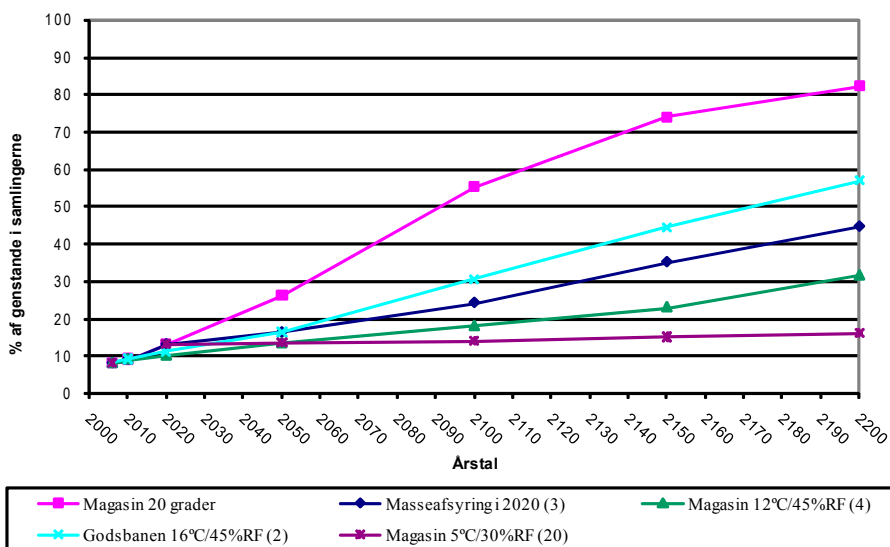
Nedbrydningshastigheden af papir påvirkes først og fremmest af temperaturen, men også den relative luftfugtighed (RF) i magasinerne spiller en stor rolle, da nedbrydningen hovedsagelig er hydrolytisk – altså kræver vand for at kunne foregå. Påvirkningen er veldokumenteret²², og man kan med rimelig sikkerhed antage, at papirets levetid kan fordobles, hvis klimaet for eksempel ændres fra 20° C/50 % RH til 18° C/40 % RH. Ved at ændre klimaet er det endda muligt at forlænge levetiden med 20 gange, hvis temperaturen sænkes til 5° C i kombination med en luftfugtighed på kun 30 %.

Modellen anvendt for fremskrivning af levetiden (i fig. 5) bygger på den nedbrydningshastighed der historisk set har været gældende i bibliotekets magasiner. Her har der typisk været opvarmet til omkring stuetemperatur for at tilgodese de mange medarbejdere, der har arbejdet i magasinområderne. Med den viden vi har i dag og med bibliotekets placering på de nordlige breddegrader er der grund til at kigge nærmere på hvordan mindre opvarmning eller direkte nedkøling kan påvirke samlingerne levetid.

I fig. 6 er de mulige levetidsforlængelser beregnet og indsat i forhold til hinanden. En forlængelse af levetiden med tre gange, som kan opnås med masseafsyring, kan alternativt opnås ved at sænke temperatur og luftfugtighed fra bibliotekets typiske magasinforhold på 20° C/50 % RH til 15° C/45 % RH. Herved er det muligt at forlænge genstandenes brugbare levetid så meget, at kun omkring halvdelen af de syreholdige papirgenstande vil have overskredet grænsen for sikker fysisk håndtering om 200 år. Efter 300 år vil omkring 60 % af bibliotekets genstande have overskredet grænsen selvom samlingerne masseafsyres, hvis de derefter fortsat opbevares ved stuetemperatur. Ved at køle samlingerne ned er det altså muligt at forlænge levetiden markant mere end ved masseafsyring alene.

²¹ Aneta Balažic et al.: *Extending the Useful Life of Paper – Evaluation of the Effect of Various Preservation Actions in Museum Microclimates*. Contributions to the conference in Copenhagen 19.-23. November 2007, s. 39-41.

²² ASHRAE *Handbook – Heating, Ventilating, and Air-Conditioning – Systems and Equipment*, Chapter 21, 2007.



Ill. 6. Forventet andel af genstande som i fremtiden vil have nået nedbrydningsstadiet 3 håndfalsninger afhængig af bevaringsindsats. Prognosen har udgangspunkt i tilstanden i 2006 hvor stikprøven blev gennemført. En effekt af nedkøling til 5 grader og masseafsyring er først regnet ind som en realistisk indsats fra 2020. Tallene i parentes angiver den opnåede levetidsforlængelse for de enkelte indsatser.

Både masseafsyring og nedkøling er kostbare indsatser og bør kun omfatte bibliotekets hurtigt nedbrydelige materialer. Regner man på omkostningerne per ekstra opnået levetidsforlængelse viser det sig at det er langt billigere at køle ned end det er at afsyre idet alene en femgraders sænkning af temperaturen og nedsættelse af RF fra 50 til 45 % modsvarer effekten af masseafsyring. Med energipriserne gældende i 2006, hvor beregningerne blev udført, vil det være muligt at nedkøle til 10° C med 50% RF i 180 år for samme pris som masseafsyring.²³ Disse beregninger viste også, at jo mere vi køler ned – des billigere er det i energiforbrug per levetidsforlængelse. Man får altså mere levetid per krone jo mere man køler. Sammenholdningen af omkostninger de to “livsforlængende” metoder imellem er alene baseret på selve “behandlingen” og medtager ikke omkostninger ved udvælgelse, transport,

²³ Birgit Vinther Hansen: Cold storage as an alternative to mass deacidification. *Incredible Industry. Preserving the evidence of industrial society. Conference Proceedings May 2009* Denmark. Nordisk Konservator Forbund, s. 59-66.

logistik og kvalitetskontrol for masseafsyring og ej heller investering i velegnede magasiner med ekstra stor kølekapacitet og kan derfor synes forsimplet.

Ud fra en evaluering af fordele og ulemper ved kolde magasiner frem for masseafsyring har biblioteket besluttet at arbejde for en udvidelse af kapaciteten af koldest mulige magasiner, da masseafsyring hverken er en økonomisk eller (bevaringsmæssig) etisk konkurrencedygtig løsning. Bevaring af surt papir er en i dobbelt betydning sur udfordring – og det vil det blive ved med at være indtil vi får sikret ressourcer dertil.

Forhåbentlig lykkes det dog at sikre den skriftlige kulturarvs fysiske eksistens i mange generationer fremover, så biblioteket kun i begrænset omfang for de næstkommende generationer, vil være nødt til at give beskeden, at det efterspurgte materiale desværre ikke længere kan benyttes.

SUMMARY

BIRGIT VINTHER HANSEN: *A particularly "acidic" challenge – acidic paper in the Library's collections.*

New materials were adopted during the industrialisation of paper production in the early 1800s. Experiments were done with straw and wood as fibre sources and acidic alum was commonly used as a sizing agent for all paper qualities produced by the paper machines. This, along with stiff competition among paper manufacturers, resulted in a drastic decrease in the quality of all types of paper and the production of vast quantities of acidic paper that could last only a relatively short time.

Many of the Royal Library's collections consist of acidic, short-fibre paper from around 1830 up to the middle of the 1980s when, finally, increased production of neutral-sized, long-like paper became possible.

Acidic paper breaks down under ordinary storage conditions of room temperature and a certain degree of air humidity. Librarians and archivists throughout the Western world face a major challenge in the preservation of this relatively unstable material. To meet this challenge, various mass deacidification processes have been developed that, by deacidifying the paper, extend its lifetime three to four times.

On the basis of a national report on the preservation of Danish cultural heritage, a committee was set up in 2004 to examine more closely the extent of acidic paper in the collections and whether mass deacidification of the country's collections of unique national significance could be recommended. The committee had various sample tests done, including of the Royal Library's collections. It was found that 70% of the Library's collections date from 1800 to 1985 and that 93% of the objects concerned are

more or less acidic. On the basis of the sample tests, it was possible to establish a rough prognosis as to how long the Library's collections would be able to withstand ordinary physical handling, given that the paper, over time, will inevitably become so brittle that it disintegrates with use. If the collections are preserved in a climate, as was historically the case, at room temperature and varying humidity throughout the year, then half of the collections will have severely deteriorated in a hundred years.

In order to ensure a longer lifetime, the collections can either be mass deacidified or the temperature and air humidity can be reduced so as to inhibit the breakdown processes. The committee and the Royal Library chose to work to ensure the collections' long-term life by focusing on cool, dry storerooms, since this solution is, both from the financial point of view and with respect to preservation ethics, the most competitive. Lowering the temperature and the air humidity also makes it possible to extend the collections' lifetime far more than with deacidification alone.