

## OHRANJANJE DOKUMENTNEGA GRADIVA NA PAPIRJU Standardi in priporočila za trajnost in obstojnost

**Marjeta Černič\***

**UDK: 676.000:34**

**Marjeta Černič: Ohranjanje dokumentnega gradiva na papirju - Standardi in priporočila za trajnost in obstojnost. Tehnični in vsebinski problemi klasičnega in elektronskega arhiviranja. Zbornik referatov z dopolnilnega izobraževanja, Maribor 8/2009, str. 317–334.**

*Izvirnik v slovenščini, izvleček v slovenščini in angleščini, povzetek v angleščini.*

Ohranjanje dokumentnega gradiva na papirju je odvisno od kakovosti surovin, ki sestavljajo papir in zapis, od tehnologije izdelave nosilca in zapisa ter od načina uporabe in pogojev hranjenja dokumentnega gradiva. V prispevku bomo predstavili pregled standardnih zahtev in priporočil na področju ohranjanja dokumentnega gradiva na papirju v mednarodnem merilu, ki so jih v posameznih deželah sprejeli kot nacionalne standarde in vgradili v arhivsko zakonodajo ter vsakodnevno prakso.

**UDC: 676.000:34**

**Marjeta Černič: Preservation of Paper Documents and Publications - Standards and Recommendations for Permanence and Durability. Technical and Field Related Problems of Traditional and Electronic Archiving. Conference Proceedings, Maribor 8/2009, pp. 317–334.**

*Original in Slovenian, abstract in Slovenian and English, summary in English.*

Preservation of paper documents depends on the quality of raw materials of which paper and record consist, production technology of carriers and records and type of application, preservation and storage conditions. The international and national standard specifications and recommendations for permanent paper in the field of legalization, preservation and application of the archive quality paper documents and publications will be presented in the article.

*Ključne besede: dokumentno gradivo na trajnem papirju, razgradnja vlaken in papirja, trajnost in obstojnost papirja in dokumenta, ohranjanje kulturne dediščine na papirju.*

### 1 UVOD

Papir tudi v prihodnosti ostaja eden pomembnejših prenašalcev in nosilcev pisne, risane in tiskane kulturne dediščine. Vendar tudi papir ni večen, saj je izdelan iz nestabilnih organskih surovin in tako bolj ali manj podvržen staranju - njegove lastnosti so časovno spremenljive, kakovost za uporabo je časovno omejena. Staranje dokumentov na papirju je hitrejše ali počasnejše, odvisno od kakovosti surovin, ki sestavljajo papir, od kakovosti surovin, ki sestavljajo zapis, od tehnologije izdelave nosilca in zapisa ter od načina uporabe in pogojev hranjenja vseh vrst gradiva [1-4].

Zgodovinski pregled ohranjanja dokumentnega gradiva na papirju pokaže, da segajo začetki raziskav že v obdobje pred letom 1900 [5]. Osnovo predstavlja razvoj celulozne kemijske znanosti, ki temelji na odkritjih strukture in sinteze ogljikovih hidratov v obdobju med leti 1884 in 1894, za katere je Nemeč Hermann Emil Fischer v letu 1902 prejel Nobelovo nagrado za kemijo [6]. V letu 1903 je Nobelovo nagrado za kemijo prejel Šved Svante August Arrhenius za raziskave na področju

---

\* Dr. Marjeta Černič, Inštitut za celulozo in papir Ljubljana, Bogišičeva 8, SI-1000 Ljubljana, Slovenija.

elektrokemije [7]. Arrhenius je že leta 1889 pri študiju vpliva temperature na hitrost reakcije ugotovil odvisnost konstante reakcijske hitrosti pri spremembi temperature in zapisal enačbo  $K = Ae^{-E_a/RT}$ , ki predstavlja osnovo pri proučevanju reakcij razgradnje organskih snovi [8]. Obe odkritji predstavljata v začetku 20. stoletja osnovo za raziskave o razgradnji dokumentov na papirju iz 19. stoletja. Bibliografski pregled trajnosti in obstojnosti dokumentov na papirju med leti 1885 do 1939 in o trajnosti papirja do leta 1969, ko so v tehnologiji papirja pričeli z uvajanjem nevtralnega klejenja, je prikazan v številnih raziskavah iz prve polovice 20. stoletja, katerih rezultati so danes splošno znani [9-15]. Primerjalne raziskave postopkov naravnega in umetnega staranja so pokazale negativen vpliv kislega klejenja in pozitiven učinek vsebnosti kalcijevega karbonata na trajnost papirja. Ugotavljali so negativen vpliv žveplovih oksidov na staranje dokumentnega gradiva in vpliv učinkovanja svetlobe zaradi reakcije fotooksidacije na spremembo optičnih lastnosti dokumenta [16-20].

V obdobju med leti 1950 in 1970 se je obseg raziskav razširil, k čemur je pripomogel razvoj novih instrumentov in postavitvev raziskovalnih laboratorijev v okviru Kongresne knjižnice v Washingtonu in podobnih institucij [21]. Pričeli so z raziskavami ugotavljanja vplivov staranja pri povišani vlagi in temperaturi in pri cikličnih spremembah klimatskih pogojev [22-25]. V okviru ameriškega nacionalnega arhiva in oddelka za papir pri odboru za standardizacijo so v letu 1966 pripravili prve specifikacije za trajne zapise, ki so bili sprejeti kot ASTM standardi. Vključevali so kakovost papirja za izdelavo zaščitnih ovojev in map, za uporabo v tehnikah mehanografije in v postopkih kopiranja [26]. Po letu 1970 se je pričel zelo hiter razvoj na vseh področjih ohranjanja dokumentnega gradiva na papirju. Ameriški nacionalni arhiv je v sodelovanju z nacionalnim organom za standardizacijo v letu 1976 ustanovil samostojni laboratorij pri konservatorskem oddelku v Kongresni knjižnici [27]. Raziskovalno dejavnost na področju ohranjanja knjižničnega, arhivskega in muzejskega gradiva na papirju so v zadnjih dveh desetletjih razširili v sodelovanju s podobnimi institucijami po svetu: v Kanadi, Veliki Britaniji, Franciji, Italiji, na Nizozemskem in Švedskem. Rezultati prikazujejo pomembne dosežke o vplivu klimatskih pogojev in onesnaževanja iz zraka na razgradnjo papirja in dokumentnega gradiva. Ugotovili so, da je hitrost razgradnje pri 50 % relativni vlagi dvakrat hitrejša kot pri 25 %, da je pri spremembi temperature ključnega pomena presežna aktivacijska energija reakcije razgradnje, ki se ohranja tudi potem, ko reakcija že poteče. Reakcija je pri višji energetski barieri počasnejša, vendar je bolj občutljiva za spremembe temperature [28-33]. Problem, o katerem se v zadnjem desetletju veliko razpravlja, je ugotavljanje vpliva lastnosti celuloznih vlaken visokega izkoristka na trajnost papirja. Raziskave so pokazale, da so papirji z visokim deležem lignina in kalcijevim karbonatom kot polnilom v postopkih umetnega staranja mehansko bolj obstojni, vendar so zelo občutljivi za spremembe optičnih in barvometričnih lastnosti. Raziskave o vplivu lignina in hemiceluloz na trajnost dokumentnega gradiva na papirju so še danes zelo aktualne [34-39].

## 2 TRAJNOST IN OBSTOJNOST PAPIRJA

Pri izdelavi dokumentnega gradiva na papirju je zelo pomembno, da izberemo ustrezno vrsto papirja, ne glede na to, ali pripravljamo dokument, poročilo ali strokovno publikacijo. Trajnost postane pomembna, ko vsebina dokumenta pridobi kulturno, znanstveno, zgodovinsko ali umetniško vrednost. Lastnosti današnjih vrst papirja so na videz, za nepoznavalca pa celo zelo podobne, vendar je kakovost med posameznimi vrstami zelo različna, saj se razlikujejo v celokupni surovinski sestavi in

tehnoloških pogojih izdelave in oplemenitenja. Lastnosti papirja razlikujemo glede na strukturne, fizikalno-kemijske lastnosti, mehansko odpornost, lastnosti površine in optične lastnosti. Kakovost papirja vpliva neposredno na trajnost in obstojnost dokumenta in na stroške, ki so povezani z njegovo uporabo in zaščito.

Na mehanizem staranja vplivajo številne reakcije med snovmi v papirju in njegovi okolici, ki se kažejo v poslabšanju mehanske odpornosti, kemijske obstojnosti in optičnih karakteristik. Osnovni povzročitelji razgradnje so notranji in zunanji dejavniki, kot so kislina hidroliza, oksidativna degradacija, alkalna hidroliza, termoliza, učinkovanje mikroorganizmov, reakcije plesnenja in mehanske poškodbe. Življenjsko dobo dokumenta povečata tako kemijska kot fizikalna obstojnost papirja, zato ločimo pojma trajnost in obstojnost, ki se med seboj dopolnjujeta in večkrat tudi prepletata, zato pa je potrebno določiti njuno medsebojno povezavo. *Trajnost* se nanaša na ohranjanje kemijsko-fizikalnih lastnosti sestavin ob učinkovanju zunanjih dejavnikov (svetloba, toplota, onesnaženo ozračje) v daljšem obdobju, medtem ko se *obstojnost* nanaša na procese razgradnje, ki jih pospešuje uporaba v različnih neugodnih okoljih in je odvisna predvsem od fizikalno-mehanskih lastnosti papirja in dokumenta [34-44].

*TRAJNOST (permanence)* je definirana kot sposobnost ohranjanja kemijske in fizikalne stabilnosti v daljšem časovnem obdobju [41-47]. Vsi materiali se s časom spreminjajo, vendar za trajne velja, da v pretežni meri ohranjajo prvotne lastnosti v daljšem časovnem obdobju, kar pomeni več stoletij. Trajnost se nanaša na stabilnost kemijskih in fizikalnih lastnosti papirja in pomeni, v kolikšni meri je papir zaradi nečistoč v sestavi odporen proti razgradnji. Kot trajen označimo papir, ki ga lahko hranimo zelo dolgo obdobje, ne da bi se v večji meri spremenil videz (barvne in optične lastnosti) ali molekulska struktura sestavin oziroma celotna struktura papirja. Trajnost opišemo tudi kot ohranjanje oz. retencijo obstojnosti. Papir je lahko obstojen, vendar ni trajen (v primeru recikliranih papirjev), oziroma je trajen, vendar ni obstojen (kakovostne vlaknine pri neustrezni pripravi in obdelavi, kislota, klejanje). Stabilizacija oziroma zvišanje trajnosti vključuje vse nečistoče v papirnem listu, ki lahko povzročijo razgradnjo, preprečimo oz. zaustavimo pa jo lahko s postopki konserviranja. Konservatorski postopek ali postopek obdelave s kemikalijami ne sme imeti nikakršnega slabega vpliva na obstojnost dokumenta. Obsega le odstranjevanje snovi, ki povzročajo razgradnjo in preoblikovanje destruktivnih snovi v kemijsko inertne.

*OBSTOJNOST (durability)* določajo fizikalne lastnosti vlaken v papirju oziroma vplivajo, v kolikšni meri se ohranjajo predvsem mehanske in vizualne lastnosti pri običajni vsakodnevni uporabi. Vendar je obstojnost relativen pojem. Najbolj obstojni papirji so izdelani iz dolgih vlaken enoletnih rastlin ali iz dolgih vlaken celuloze iglavcev, vendar so zaradi višje togosti manj primerni za izdelavo tiskovnih papirjev, ker dosegajo slabšo opaciteto in voluminoznost, ki se zahteva za kakovosten papir pri izdelavi knjige. Za papirničarja pomeni opredeliti ustrezno obstojnost tudi določiti sposobnost združevanja posameznih lastnosti surovinske sestave glede na želene končne lastnosti predelave in uporabe. Pri izboljšanju obstojnosti in trajnosti dokumenta v postopkih konserviranja morajo vsi materiali dosegati čim boljše mehansko odpornost (prepogibno in raztržno), ki vključuje mehansko obstojnost, odpornost proti neprestani uporabi in povečanje fizikalnih jakosti.

*STARANJE* razumemo kot spremembo oziroma poslabšanje mehanske odpornosti, kemijskih, optičnih in barvnometričnih lastnosti papirja v postopku naravnega ali umetnega staranja. Vpliva na razgradnjo celuloznih vlaken in vključuje mehanizme *kemijske* (hidrolitska in oksidacijska razgradnja, zamreženje,

mikrobiološka in mehansko-kemijska razgradnja) in *fizikalne razgradnje* (sprememba kristaliniteti). Osnovni vzroki, ki povzročajo staranje papirja, so posledica kombinacije učinkovanja notranjih in zunanjih dejavnikov, in sicer:

- vzroki, ki izhajajo iz neustrezne surovinske sestave (vlaknine, polnila, klejiva, dodatki) in iz tehnoloških pogojev izdelave (mletje vlaknin in priprava papirne snovi, vrsta klejiva in postopek klejenja);
- vplivi, ki jih s seboj prinašajo postopki pisanja (črnila), tiskanja (vrsta tiska, kakovost tiskarske barve), predelave (postopki vezave) in uporabe nasploh;
- onesnaževanje iz zraka ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{O}_3$ ), učinkovanje svetlobe, povišane temperature in vlažnosti ozračja, tudi delovanje mikroorganizmov in plesni.

Za opredelitev trajne obstojnosti papirja moramo upoštevati časovni faktor, da določimo lastnosti papirja za več sto let uporabe, ki mora z vidika uporabnosti v arhivu, knjižnici ali muzeju dosegati predpisano kemijsko in optično stabilnost in mehansko odpornost. Postopki naravnega staranja so zaradi časovne odmaknjenosti manj primerni. Od leta 1920 so se razvijale različne metode umetnega staranja, ki upoštevajo vpliv povišane temperature, relativne vlage in učinkovanja svetlobe ter številnih zunanjih dejavnikov zaradi onesnaženega ozračja, delovanja sončne svetlobe in smoga ali kislih reakcij v samem papirju [30-53]. Namesto naravnega staranja se uporablja koncept zasledovanja kinetike kemijske reakcije v pogojih pospešenega umetnega staranja. Arrhenius je ugotovil, da se pri večini reakcij hitrost poveča za 2 do 3 krat, če se temperatura poviša za 10 stopinj [8].

V postopku razgradnje celuloznih vlaken potekajo številne fizikalno-kemijske reakcije, pri katerih se spreminja aktivacijska energija, potrebna za potek reakcije. Pri oksidacijski in hidrolitski razgradnji celuloznih vlaken je potrebna aktivacijska energija od 20 do 30 kcal/mol. Metoda se uporablja pri ugotavljanju vpliva temperature na razgradnjo celuloznih vlaken v papirju, na spremembo fizikalno-mehanskih lastnosti, predvsem prepogibne odpornosti papirja.

Vendar še danes ne moremo z gotovostjo potrditi, da bo papir, ki je izdelan iz celuloznih vlaken po novejših postopkih, sposoben ohraniti prvotne lastnosti čez nekaj sto let. To dejstvo potrjujejo rezultati raziskav za papirje oz. dokumente iz obdobja po letu 1815, ko se je začelo beljenje celuloznih vlaken s klorovimi spojinami, izredno slaba kakovost papirja po letu 1870 pri uporabi mehanskih celuloznih vlaken v sistemu kislega klejenja oziroma današnja množična uporaba optičnih belilnih sredstev, ki pričakovano vpliva na slabšo optično obstojnost dokumenta. V današnjem času je vprašljiva vedno večja uporaba recikliranih vlaken pri izdelavi grafičnih papirjev, ki v Evropi dosega že do 65 % in je za izdelavo trajnih vrst papirja popolnoma neprimerna. Na staranje papirja imajo zelo velik vpliv klimatski pogoji, ki kemijske reakcije pospešijo ali jih upočasnijo. Spreminjajoči se klimatski pogoji pri povišani temperaturi in vlagi ob učinkovanju UV sevanja vplivajo na pospešeno staranje in tudi na popolno razgradnjo papirja. Enakomerni klimatski pogoji hranjenja so osnovni pogoj dolgoročne stabilnosti in ohranjanja gradiva na papirju.

Z naravoslovnimi metodami danes odkrivamo vzroke razgradnje dokumentov in razvijamo metode za zaščito in konserviranje, pa tudi za restavriranje. Le tiste *konservatorske in restavratorske posege*, ki so znanstveno potrjeni in praktično preskušeni, lahko uporabimo na dokumentih, ki imajo značaj kulturne dediščine, med katero sodi tudi dokumentno gradivo na papirju. Naloga konservatorske stroke je izbrati postopek, s pomočjo katerega izboljšamo kemijsko stabilnost in povečamo trajnost dokumenta. Če je potrebno, izboljšamo tudi mehansko odpornost oz.

obstojnost, ki je sinonim za končno uporabnost. Še vedno se uporabljajo postopki in tehnike razkisljevanja in obnavljanja dokumenta v vodnem mediju, tudi v kombinaciji s suhimi tehnikami čiščenja [2-4]. Postopek množične nevtralizacije pri uporabi različnih kemijskih sredstev se je v zadnjih 15 letih razširil iz ZDA v Evropo predvsem pri reševanju velikih količin poškodovanega gradiva. Za dezinfekcijo se uporabljajo različne sterilizacijske tehnike, prevzete z medicinskega področja, kot so uporaba etilen oksida, mikrovalovne tehnike in različnih vrst sevanja, pri poškodbah z vodo pa tehnike zamrzovanja. V zadnjem obdobju se rešujejo obsežne poškodbe dokumentov zaradi negativnih učinkov železo taninskih črnih na kislem papirju. Novejše tehnike, kot je lasersko čiščenje, se uporabljajo predvsem pri čiščenju muzejskega gradiva, vendar učinki postopkov na lastnosti materialov še niso popolnoma razjasnjeni. Med najnovejše tehnike pri čiščenju in nevtralizaciji, izboljšanju mehanske odpornosti in kemijsko-fizikalnih lastnosti in pri odstranjevanju mikroorganizmov in plesni prištevamo tudi obdelavo s plazmo, vendar širši rezultati raziskav pri uporabi te metode še niso znani.

Za vrednotenje kakovosti trajne obstojnosti pisalnih in tiskovnih papirjev obstajajo v svetovnem merilu posamezni standardi in priporočila, ki jih morajo upoštevati tako uporabniki kot izdelovalci in predelovalci papirja. Eden izmed osnovnih in najcenejših načinov zaščite dokumentnega gradiva je vsekakor izbor ustreznega papirja kot trajnega in obstojnega nosilca informacije. Trajno obstojen je papir, ki dosega takšne kemijske in fizikalne lastnosti, ki v primerjavi z običajnimi vrstami omogočajo večjo trajnost in obstojnost pri uporabi v daljšem časovnem obdobju, to je več sto, tudi tisoč let. Začetni prihranek pri uporabi cenejših vrst papirja je precej manjši od kasnejših velikih stroškov pri reševanju poškodovanega gradiva slabe kakovosti [3, 47-53].

## 2.1 STANDARDNE ZAHTEVE ZA TRAJNOST IN OBSTOJNOST DOKUMENTNEGA GRADIVA NA PAPIRJU

V mednarodnem merilu obstajajo posamezni standardi in priporočila, ki so jih v posameznih deželah sprejeli kot nacionalne standarde in vgradili v arhivsko zakonodajo in vsakodnevno uporabo. Med prvimi državami so bile ZDA, Kanada, Avstralija, Velika Britanija ter skandinavske države Švedska, Norveška, Finska, Danska in Nizozemska.

Kot prvi na svetu so leta 1984 pri NISO, Inštitutu za informacijske standarde, ki deluje v okviru ANSI, Ameriškega inštituta za standardizacijo, razvili in izdali standard za uporabo v knjižnicah in informacijskih sistemih. Standard ANSI/NISO Z39.48-1984 za trajnost papirja in tiskanega knjižnega gradiva opredeljuje kakovost papirja in odpornost proti staranju glede na kemijsko stabilnost in mehansko odpornost v daljšem časovnem obdobju. Predpisuje značilnosti papirja, ki so: trajen papir ne sme vsebovati lesovinskih in nebeljenih celuloznih vlaknin, mora dosegati minimalno vsebnost kalcijevega karbonata za povečanje kemijske stabilnosti in ne sme vsebovati aluminijevega sulfata. V letu 1992 so izdali nov standard ANSI Z39.48-1992: Trajnost nepremazanega in premazanega papirja za pripravo publikacij in dokumentov v knjižnicah in arhivih. Prvotne lastnosti so dopolnili s povečanimi zahtevami za vlakninsko sestavo, pH vrednost in mehansko odpornost. Uporabljajo ga v posameznih državah ZDA in v Kanadi [54]. Kasneje so izdali standard ANSI Z39.66-1992, ki določa kakovost kartona in lepenke za izdelavo knjižnih platnic [55] in ANSI/NISO/LBI Z39.78-2000 za kakovost vseh materialov, ki se uporabljajo pri knjigoveški dodelavi [56]. Pred nekaj leti so izdali razširjen standard ANSI/NISO Z39.77-2001, ki določa merila za kakovost materialov, ki se uporabljajo pri zaščiti

dokumentnega gradiva v knjižnicah in arhivih, in obsega dokumente, knjige, CD-je, filme, fotografsko gradivo [57]. Opisuje zahteve za šest vrst materialov: za papir, karton, lepenko, tkanino, polimere, lepila in kompozitne materiale ter vključuje definicijo materialov, terminološki slovar in povezavo pri uporabi drugih standardov in specifikacij s podobno vsebino.

Za izboljšanje kakovosti pri ohranjanju arhivskega gradiva je NARA, Ameriški nacionalni arhiv, v letu 1991 izdal tri specifikacije, ki določajo lastnosti arhivskih škatel in dokumentov [58]. Tudi ASTM, Ameriško združenje za preskušanje materialov, je v 90-ih letih izdalo skupino standardov za *trajne pisarniške papirje* [59]. Določajo tri skupine trajnosti papirja, od tiskovnih do umetniških, vsaka skupina trajnosti pa obsega dve stopnji obstojnosti. Trajnost je določena s pH vrednostjo, alkalno puferno rezervo in mehansko odpornostjo. Papir za fotokopiranje (premazan ali nepremazan) mora v postopku umetnega staranja dosežati visoko mehansko in optično obstojnost, medtem ko so zahteve za ostale papirje primerljive z zahtevami standarda ANSI/NISO. V letu 1996 so v okviru ASTM izdali še dva standarda: trajen in obstojen papir za tisk publikacij in knjig v ofsetnem tisku in umetniške vrste papirja, ki vključujeta tudi metode umetnega staranja. Obe specifikaciji imata oznako standard, čeprav vsebujeta tudi navodila, ki so namenjena predvsem uporabnikom [60]. Pred nekaj leti so nekaj standardov iz 90-ih let dopolnili z izsledki najnovejših raziskav.

*Kanadska vlada in CGSB, Kanadski inštitut za standardizacijo* [61], sta v letu 2000 izdala standard CAN/CGSB-9.70-2000 [62], ki določa zahteve za trajnost papirja za dokumente, knjige in ostalo gradivo na papirju. Standard določa zahteve za trajnost glede na *splošne lastnosti* (alkalna puferna rezerva, pH vrednost, mehanska odpornost in vizualne lastnosti), *mehansko trajnost* (sestava) in skupno *mehansko in optično trajnost* (sestava). Osnovni namen je zaščita potrošnika in uporabnikov, da pridobijo jasno informacijo o kakovosti izdelkov, ki so opredeljeni kot trajni. Specifikacijo trajnosti so v letih 1993–1994 vgradili v standardne zahteve za uporabo v različnih postopkih tiskanja pri uporabi različnih vrst nepremazanih in premazanih pisalnih in tiskovnih papirjev [63]. V letu 2006 je CCA, Kanadski arhivski svet, v sodelovanju z odborom za konservacijo izdal navodila za uporabo arhivske zaščite dokumentov na papirju. Opisane so standardne zahteve za kakovost zaščitnih map iz papirja, arhivskih škatel iz lepenke ali valovitega kartona in iz ostalih polimernih materialov [64].

*GPS, Avstralska vladna institucija za tisk, in NAA, Nacionalni arhivi Avstralije*, sta v letih 1990 do 1993 izdali standarde in predpise za uporabo različnih vrst papirja v državnih institucijah - arhivih, knjižnicah in državni upravi [65]. Ker starejšega gradiva nimajo neobvladljivo veliko, z njim tudi nimajo večjih težav, zato verjamejo, da bodo v prihodnosti lahko sproti reševali probleme ohranjanja gradiva. Sprejeli so specifikacijo kakovosti papirja za trajne in arhivske namene, ki vključuje: gradivo A) *Trajen kopirni papir, 1990/1*, z vodnim znakom in brez njega, gradivo B) *Trajen pisalni in tiskovni papir, 1990/2* in gradivo C) *Reciklirani papir AS 4082/1992, zahteve za pisanje, tiskanje, kopiranje gradiva in za ostale namene uporabe*. V letu 2001 je NAA izdal novo, dopolnjeno specifikacijo zahtev za *Standardno arhivsko kakovost* vseh materialov in izdelkov iz papirja, ki vsebuje zahteve za fizikalne in kemijske lastnosti arhivskega papirja, kartona in valovitega kartona, ki se uporablja za pripravo in zaščito dokumentov. Določene so lastnosti izdelkov, ki so kemijsko stabilni, brez sprememb mehanske odpornosti, da se lahko uporabljajo daljše časovno obdobje. Lastnosti se nanašajo na trajnost in vključujejo sestavo, klejenje, alkalnost, obarvanje, mehansko odpornost in PAT test. Specifikacija ne vsebuje specifičnih lastnosti, ki so pomembne za tiskarsko in tiskovno prehodnost papirja,

tiskovno kakovost tiska in sposobnost za predelavo v končne izdelke.

Vsi izdelki, ki nosijo znak za *arhivsko kakovost*, morajo dosegati lastnosti, opisane v standardni specifikaciji. Certificiranje vseh materialov in izdelkov iz papirja izvaja nacionalni zavod za preskušanje materialov NATA, National Association of Testing Authorities.



*Slika 1: Znak za arhivsko kakovost nacionalnega arhiva Avstralije (NAA).*



*Slika 2: Znak za arhivsko kakovost švedskega nacionalnega arhiva (RA-FS-SP).*

*Skandinavske dežele* so že leta 1987 na pobudo nacionalne knjižnice in arhivskih institucij pričele z aktivnostmi na področju zaščite gradiva na papirju, in sicer v okviru raziskovalnega projekta FOU [66]. V projekt so vključili pripravo standardov in predpisov za izdelavo in uporabo trajnejših vrst pisalnega in tiskovnega papirja, za arhivske in ostale namene trajne uporabe. V povezavi s papirno industrijo nordijskih dežel (Švedska, Norveška, Finska, Danska in Islandija) so v letih 1991–1992 pripravili standarde in uredili arhivsko zakonodajo z obveznimi predpisi za izdelavo in uporabo trajnih vrst papirja, ki vključujejo: zahteve za kakovost trajnih dokumentov na papirju in metode preskušanja, zahteve za kakovost naprav za kopiranje, laserskih tiskalnikov, telefaksov in ostalih naprav za pripravo dokumentov in metode za vrednotenje zapisov in tiskanja [67]. Po letu 2005 so v skandinavskih deželah pričeli z uvajanjem elektronskega poslovanja v pokrajinskih in državnih arhivih, kar je vplivalo na spremembe pri uvajanju standardov in predpisov v arhivsko prakso. Švedski nacionalni arhiv je sprejel številne standarde in predpise za vse vrste arhivskega gradiva. V letu 2006 so izdali standardni predpis in navodila za ravnanje s papirjem in tehnično specifikacijo za kakovost papirja in dokumentov pri certificiranju. Standard RA-FS 2006:1 [68] določa splošne zahteve za ravnanje s papirjem pri pripravi, kopiranju in vzdrževanju javnih arhivskih dokumentov in kakovost materialov za zaščito in hrambo. Standard RA-FS 2006:4 [69], ki določa lastnosti in kakovost papirja in dokumentov, vključuje tudi embalažni papir za zaščito ter pogoje rokovanja in hranjenja vseh vrst gradiva. Preverjanje kakovosti trajnega in arhivskega papirja za pripravo dokumentov in za zaščito, naprav za tiskanje, kakovosti tiskanih dokumentov in zapisov izvaja SP Swedish National Testing and Research Institute za vse skandinavske dežele in certificirani izdelki imajo oznako »Svenskt arkiv«.

Inštitut izdaja certifikate kakovosti za vse vrste materialov na osnovi sprejetih standardov in predpisov nacionalne arhivske zakonodaje RA-FS in ISO standardov. V letu 2007 so izdali pregled certifikatov kakovosti različnih arhivskih materialov [70], v katerem najdemo tudi pregled proizvajalcev papirja.

Med novejšje standarde prištevamo *nizozemski standard* za trajne papirje NEN 2728, izdan leta 2004 in dopolnjen leta 2006, ki določa zahteve za kakovost papirja in metode preskušanja. Poleg lastnosti, ki so skladne z ISO standardom, vsebuje tudi dodatno zahtevo za obstojnost mehanskih odpornosti papirja v postopku umetnega staranja [71].

Nemški inštitut za standardizacijo, DIN, je leta 1992 izdal *standard za trajne papirje DIN 6738 - Papir in karton - LC (Lifespan Classes)*, ki papirje loči glede na življenjsko dobo v najmanj štiri skupine [72]. Od ostalih priporočil in standardov se razlikuje v tem, da določa kakovost mehanskih odpornosti končnega izdelka, papirja, kartona in lepenke glede na dosežene vrednosti raztržne odpornosti, utržne jakosti in raztezanja pred postopkom umetnega staranja in po njem, v časovnem razdobju 6, 12 ali 24 dni. LC klasifikacijo trajnosti določimo kot retencijo posameznih lastnosti v postopku umetnega staranja. Najdaljšo življenjsko dobo, več sto let, dosega papir, ki po 24 dneh umetnega staranja dosega vrednosti, višje od 85 %, kar pomeni, da dosega življenjsko dobo LC 24-85. Zahteve so uporabnike, predvsem pa proizvajalce papirja v evropskih deželah precej razburile. Dogovorili so se, da bodo zahteve standarda kot dodatno specifikacijo vključili v ISO standard za trajne papirje, ki ni obvezujoča, se pa priporoča [73].

Mednarodna organizacija za standardizacijo ISO [74] je problematiko trajnosti dokumentnega gradiva na papirju pričela reševati že v poznih 80-ih letih. Tehnični odbor za informacijo in dokumentacijo TC-46 je na zasedanju v Moskvi leta 1987 ustanovil strokovno skupino SC10 za proučevanje »Fizikalnih značilnosti nosilcev za dokumente«, z nalogo, da pripravi dokument »Trajnost papirja za tiskano knjižnično gradivo«. Prvo srečanje SC10 je bilo leta 1988 v Kopenhagnu, financiranje je v prvih letih potekalo preko nordijskega združenja za znanstvene informacije, NORDINFO [75]. V letu 1989 se je ISO TC46/SC10 preimenovala v skupino za »Ohranjanje fizikalnih lastnosti dokumentov« z nalogo, da pripravi standarde in tehnične zahteve za dokumente v arhivih, knjižnicah in državnih institucijah, ki morajo ohraniti svoje značilnosti za daljše obdobje. Delovna skupina WG1 združuje strokovnjake različnih dežel z vseh celin.

Aktivno vlogo so prevzeli strokovnjaki iz 17 držav (P-member): Švedska, Danska, Norveška, Finska, Nizozemska, Velika Britanija, Francija, Nemčija, Italija, Češka, ZDA, Kanada, Japonska, Ruska federacija, Južnoafriška republika, Avstralija, Iran. Kot opazovalci so sodelovali še predstavniki 13 držav (O-member): Argentina, Avstrija, Belgija, Bolgarija, Kitajska, Kolumbija, Islandija, Koreja, Mongolija, Poljska, Romunija, Slovaška in Tajska.

Pri pripravi standarda so sodelovale tudi zunanje organizacije: ICA, Mednarodni arhivski svet, IFLA, Mednarodna federacija knjižničnih združenj in ustanov, in IPC, Ameriški inštitut za konserviranje.

Glede na obširno in težavno problematiko so se odločili, da predpišejo osnovne minimalne lastnosti papirja za uporabo za trajne zapise. V maju 1991 so izdali priporočilo ISO TC 46/SC10/N45-1991/WG1 kot specifikacijo trajnosti papirja za dokumente, zapise in publikacije in v februarju leta 1994 *standard ISO 9706 - Informacija in dokumentacija, papir za dokumente, zahteve za trajnost* [73], ki določa osnovne smernice za kakovosti papirja za trajne dokumente in zapise, to je lastnosti pisalnih in tiskovnih papirjev (tudi kopirnih). Ni primeren za druge vrste papirja, za specialne namene uporabe, kot tudi ne za visoko premazane tiskovne in umetniške papirje. Specifikacija določa trajnost papirja za več sto let s predpogojem, da se papir oziroma dokumentno gradivo hrani in uporablja v enakomernih klimatskih pogojih, pri temperaturi 15 °C do 20 °C in relativni vlažnosti ozračja od 40 % do 50 %.



*Specifikacija lastnosti trajnega papirja, ISO 9706 ( $\infty$ ) določa osnovne značilnosti:*

- papir mora biti nevtralnno klejen;
- pH vrednost mora biti v območju 7,5 do 10,0;
- vsebnost kislj snovj v papirju ne sme presegati 0,4 mola kislj snovj na kg papirja, zato mora imeti alkalno puferno rezervo, to je najmanj 2 % kalcijevoga karbonata;
- raztržna odpornost je najmanj 350 mN (za gramaturo 70 g/m<sup>2</sup>);
- Kappa število je nižje od 5, papir vsebuje najmanjšo vsebnost snovj, ki z lahkoto oksidirajo (lignin);
- v dodatku so določeni pogoji preskušanja posameznih lastnosti v postopku 24-dnevnega umetnega staranja [76] in metoda preskušanja optičnih karakteristik pri določanju vsebnosti optičnih belil v papirju; pregled teh karakteristik se priporoča, vendar zaradi dolgotrajnosti postopka in drage opreme ni obvezen.



Na osnovi rezultatov raziskav sestave papirja, trajnosti starejšega gradiva in uporabe novejših metod in postopkov konserviranja in restavriranja je ISO/TC 46/SC10 nadaljevala s pripravo in izdajo novih priporočil in standardov. V letu 1996 so izdali standard za kakovost arhivskih papirjev ISO 11108 [77], ki določa, da je *arhivski papir* tisti trajen papir, ki dosega zelo visoko trajnost in obstojnost - včasih ima oznako »super trajen in obstojen papir«. Lastnosti trajnega in arhivskega papirja so označene s simbolom ( $\infty$ ), kot prikazuje slika 3.

**Slika 3: Simbol trajnosti, ki ga predpisujeta standarda ISO 9706 ( $\infty$ ) in ISO 11108 ( $\infty$ ).**

*Specifikacija lastnosti arhivskega papirja, ISO 11108 ( $\infty$ ) določa, da lastnosti arhivskega papirja ustrezajo specifikaciji ISO 9706 ( $\infty$ ) in dodatnim specifičnim značilnostim:*

- papir mora biti izdelan iz vlaken enoletnih rastlin: bombaža, konoplje, lanu ali mešanice teh vlaknin; vsebnost beljenih celuloznih vlaken mora biti vrednotena;
- prepogibna odpornost je najmanj log. 2,42 (Schopper) ali log. 2.18 (Lhomargy, Köhler-Molin, MIT).

V zadnjem desetletju je skupina TC 46/SC10 izdala nove standarde, ki so: ISO 11800 (1998): Zahteve za kakovost knjigoveških materialov in metode, ki se uporabljajo pri izdelavi knjige, ISO 11789 (1999): Trajnost in obstojnost pisanja, tiskanja in kopiranja na papirju, ISO 11799: Zahteve za hrambo dokumentnega gradiva, ISO 14416 (2003): Zahteve za vezanje knjig, publikacij in ostalega dokumentnega gradiva na papirju v knjižnicah in arhivih - Metode in materiali.

V pripravi je standard ISO/CD 15659: Arhivski karton in lepenka - Testi migracije in ISO/CD 16245: Informacija in dokumentacija - Škatle, zaščitne mape in ostali zaščitni izdelki iz celuloznih materialov za hranjenje dokumentov na papirju in pergamentu.

Pri opredelitvi trajnosti in obstojnosti dokumentov na papirju so zahteve za kakovost in metode preskušanja določene v standardu *SIST ISO 11798 z naslovom »Informacija in dokumentacija - Trajnost in obstojnost pisanih, tiskanih in kopiranih dokumentov na papirju - Zahteve in testne metode«* [78]. Poleg zahtev za kakovost nosilca zapisa in odtisa so predpisane naprave in pripomočki za izdelavo dokumenta na papirju. Zapis, odtis oziroma slika na papirju mora biti obstojna, kar pomeni, da postopek prenosa zapisa na papirju pri tiskanju ne vpliva na spremembo lastnosti nosilca, to je papirja.

Specifikacija določa metode za vrednotenje trajnosti in obstojnosti zapisa, odtisa in kopije na papirju, ki se hranijo v knjižnici, arhivu in drugih zaščiteneh okoljih za daljše časovno obdobje. Vključuje vse črno-bele in barvne zapise na papirju razen fotografskega gradiva. Ne uporablja se za dokumente, ki so hranjeni v neustreznih klimatskih pogojih. Ravno tako se ne uporablja za vrednotenje vrednostnih dokumentov (denar ipd.), pri katerih trajnost nima osnovnega pomena.

*CEN, Evropski komite za standardizacijo*, je v letu 1990 v okviru tehničnega odbora CEN/TC 172 osnoval skupino strokovnjakov na področju celuloze, papirja, kartona in lepenke iz različnih držav EU-ja z nalogo, da pripravijo klasifikacijo, standarde in predpise za uporabo trajnejših vrst papirja [79].

V letu 1994 je 17 držav (Avstrija, Belgija, Danska, Finska, Francija, Grčija, Irska, Islandija, Italija, Luksemburg, Nizozemska, Norveška, Portugalska, Španija, Švedska, Švica in Velika Britanija) potrdilo specifikacijo zahtev standarda ISO 9706, ki je bil leta 1998 prevzet kot evropski standard EN ISO 9706. Nizozemska (71) in Nemčija (72) sta v prevzeti in dopolnjeni standard ISO 9706 vključili zahteve po umetnem staranju pri določanju življenjske dobe in mehanske obstojnosti papirja.

Posamezne evropske države: Švedska, Norveška, Danska, Finska, Nizozemska, Nemčija, Velika Britanija so standardne zahteve za trajnost in obstojnost papirja in dokumentov na osnovi ISO standardov vgradile v nacionalno arhivsko zakonodajo. Certificiranje kakovosti izdelkov izvajajo v okviru nacionalnih institucij za preskušanje materialov [80-81].

V preglednici 1 so zbrane osnovne zahteve za trajnost in obstojnost, ki so opredeljene v standardih ANSI, CAN/CGS, DIN in ISO.

**Preglednica 1: Primerjava med standardnimi zahtevami za trajnost in obstojnost papirja.**

Zahteve	ANSI/NISO Z39.48-1992	CAN/CGSB- 9.70-2000	DIN 6738- 1992	ISO 9706 - 1994	ISO 11108 - 1996	ISO/CD 16425 - 2008
Vlkninska sestava						
- optična belila	da	da	da	da (brez) priporočja	da (brez) priporočja	da brez
Odpornost proti oksidaciji	< 1%	< 1%	ne	< 5	< 5	< 5
- vsebnost lignina	< 7		ne			
- Kappa število						
pH vrednost	7 - 10	7 - 10	7.5 - 10.0	7.5 - 10.0	7.5 - 10.0	7.5 - 10.0
Alkalna rezerva	2% CaCO <sub>3</sub>	2% CaCO <sub>3</sub>	2% CaCO <sub>3</sub>	2% CaCO <sub>3</sub>	2% CaCO <sub>3</sub>	2% CaCO <sub>3</sub>

Mehanske lastnosti		da		da
- raztržna odpornost	>5.2 mNm <sup>2</sup> /g		> 350 mN (70 g/m <sup>2</sup> )	> 350 mN (70 g/m <sup>2</sup> )
- utržna jakost	ne		da	
- odpornost na prepogibanje	ne			log.2.18 (MIT)
Obstojnost (postopki staranja)	ne		da - LC,	priporoča
- kemijska	da		Life Class,	priporoča
- mehanska	da		klasifikacija	
- optična	da		življenjske dobe	

Primerjava osnovnih standardnih zahtev za trajnost in obstojnost papirja nam pokaže naslednje:

- *Ameriški standard* ANSI Z39.48-1992 določa, da mora biti papir izdelan v nevtralnno-alkalnem področju, brez prisotnosti Al sulfata, iz vlaknin, ki ne presegajo 1 % vsebnosti lignina in mora vsebovati alkalno puferno rezervo. Določene so najmanjše vrednosti za raztržno odpornost nepremazanih in premazanih vrst papirja. Metode staranja, s katerimi ugotavljamo obstojnost za več sto let, niso predpisane.
- *Kanadski standard* CAN/CGSB-9.70-2000 poleg zahtev, ki jih določa ANSI, predpisuje tudi metode umetnega staranja, s katerimi ločeno vrednotimo mehansko ali skupno mehansko in optično obstojnost. Zahteve so vključene v skupino devetih standardov za pisalne in tiskovne papirje, ki se danes uporabljajo za izdelavo dokumentnega gradiva [293].
- *Nemški standard* predpisuje izdelavo papirja v nevtralnno-alkalnem področju, vsebovati pa mora alkalno puferno rezervo. Ne predpisuje sestave, vendar pri uporabi postopka umetnega staranja edini uporablja LC metodo določanja življenjske dobe papirja.
- *Mednarodna standarda* ISO 9706 in ISO 11108 za trajen in arhivski papir predstavljata osnovo za karakterizacijo trajnih in arhivskih papirjev. Vendar šele standard, ki je v pripravi ISO/CD 16425, predpisuje specifične zahteve za kakovost zaščitne embalaže iz papirja, kartona, lepenke in izrecno ne dovoljuje prisotnosti optičnih belil.

Na osnovi pregleda lahko ugotovimo, da je standardizacija na področju ohranjanja dokumentnega gradiva na papirju v mednarodnem merilu že precej urejena, saj določa zahteve za vrsto in kakovost vlaken, tehnološke pogoje izdelave in minimalne vrednosti mehanskih odpornosti papirja.

Poznana so tudi priporočila iz prakse na osnovi ASTM zahtev, ki podajajo višje zahteve za vrednotenje trajnosti. Vključujejo specifične kemijske lastnosti, kot so vsebnost  $\alpha$  celuloze, Cu število, vsebnost smol, železovih in kloridnih ionov. Na osnovi priporočenih vrednosti za trajnost ločijo papirje na visoko, srednjo in nizko trajne.

Večja neskladja med zahtevami so pri opredelitvi surovinske sestave, predvsem glede na vsebnost lignina in optičnih belil. Današnje vrste papirja, ki vsebujejo najmanj 3 % kalcijevega ali magnezijevega karbonata, se večkrat označujejo kot visoko trajne oz. arhivske vrste, kar pomeni, da se lahko pričakuje trajnost do 500

let. Pri tem je potrebno poudariti, da dodatek alkalne puferne rezerve ne pripomore k izboljšanju mehanske odpornosti papirja zaradi slabih lastnosti ali zunanjih pogojev delovanja.

Daljše časovno obdobje vpliva na zmanjšanje učinkovitosti alkalne puferne rezerve tudi do takšne mere, da jo popolnoma izniči. K temu pripomore predvsem onesnaženo ozračje ali neželeni strupeni dodatki v papirju že pri izdelavi. Alkalna rezerva zaščiti kemijsko razgradnjo vlaken, nima pa nikakršnega vpliva na osnovno obstojnost papirja, na njegovo notranjo trdnost, ki jo dosežemo z uporabo kakovostnih dolgih celuloznih vlaken ali zmanjšamo s previsoko vsebnostjo polnil in drugih dodatkov v papirju.

V okviru mednarodne dejavnosti želijo pri ISO TC 46/SC10 čimprej dopolniti veljavne standarde za trajen in arhivski papir s predpisi, ki ne bi dovoljevali optičnih belil in podobnih dodatkov in z uporabo novih postopkov in metod staranja, ki bi vključevali predvsem svetlobno obstojnost pri uporabi novejših tehnik tiska. Izvajajo se številne raziskave obstojnosti novejših specialnih vrst premazanih papirjev za fotografsko gradivo in pri uporabi novejših digitalnih tehnik tiska [82-88].

*Slovenski inštitut za standardizacijo, SIST*, izvaja v Sloveniji dejavnosti pri izdaji in prevzemu mednarodnih (ISO) in evropskih (EN) standardov. SIST je slovenski nacionalni organ za standarde, odgovoren za vzpostavitev, vodenje in vzdrževanje nacionalnega sistema standardizacije, ki na mednarodno primerljiv način zagotavlja vsem zainteresiranim slovenske nacionalne in druge standarde, predstavlja Slovenijo v mednarodnih in evropskih organizacijah ter omogoča ustvarjalno sodelovanje vseh zainteresiranih pri zastopanju nacionalnih interesov v procesu evropske in mednarodne standardizacije [89].

Slovenski nacionalni standardi in drugi dokumenti (tehnične specifikacije, tehnična poročila, vodila) se pripravljajo, sprejemajo, izdajajo, vzdržujejo in razveljavljajo v skladu z Navodili o postopku sprejemanja slovenskih nacionalnih standardov. Slovenski nacionalni standard ali drugi standardizacijski dokument se lahko pripravi na podlagi izvirnega besedila ali na podlagi privzema mednarodnega, evropskega, tujega nacionalnega standarda ali drugih dokumentov s področja standardizacije. Metode privzema so: razglasitvena objava, ponatis ali prevod. SIST je član vseh mednarodnih in evropskih standardnih organizacij.

V letu 1994 smo na pobudo ICP in strokovnjakov iz papirne industrije ustanovili Tehnični odbor za vlaknine, papir in izdelke z namenom, da uredimo področje kakovosti in metod preskušanja na področju vlaknin, papirja, kartona, lepenke, valovitega kartona in izdelkov iz teh materialov. Tehnični odbor SIST-TC-VPK pokriva področje dejavnosti ISO TC6 in EN TC 172. Njegova naloga je čim boljše sodelovanje papirničarjev z ostalimi dejavnostmi v grafični in predelovalni industriji ter z uporabniki sorodnih dejavnosti. Strokovnjaki s področja papirništva in grafike delujemo tudi v okviru SIST-ovega tehničnega odbora TC-GT, Grafična tehnologija, in TC-E, Embalaža. Na pobudo strokovnjakov TC-VPK so bili pri SIST TC-Informacija in dokumentacija v Sloveniji v zadnjem desetletju sprejeti vsi aktualni mednarodni in evropski standardi na področju ohranjanja dokumentov na papirju [90].

*Standardne zahteve za trajnost papirja v Sloveniji* - s problematiko kakovostne in trajne zaščite dokumentnega gradiva na papirju smo v Sloveniji raziskovalci v papirništvu in konservatorsko-restavratorski dejavnosti dediščine na papirju zadnji dve desetletji dobro seznanjeni, vendar kljub temu še vedno premalo močni in glasni, da bi lahko aktivno vplivali na splošno znano uvedbo trajnih in obstojnih papirjev v arhivski praksi. Od aprila 1996 imamo v Sloveniji sprejet prevzeti

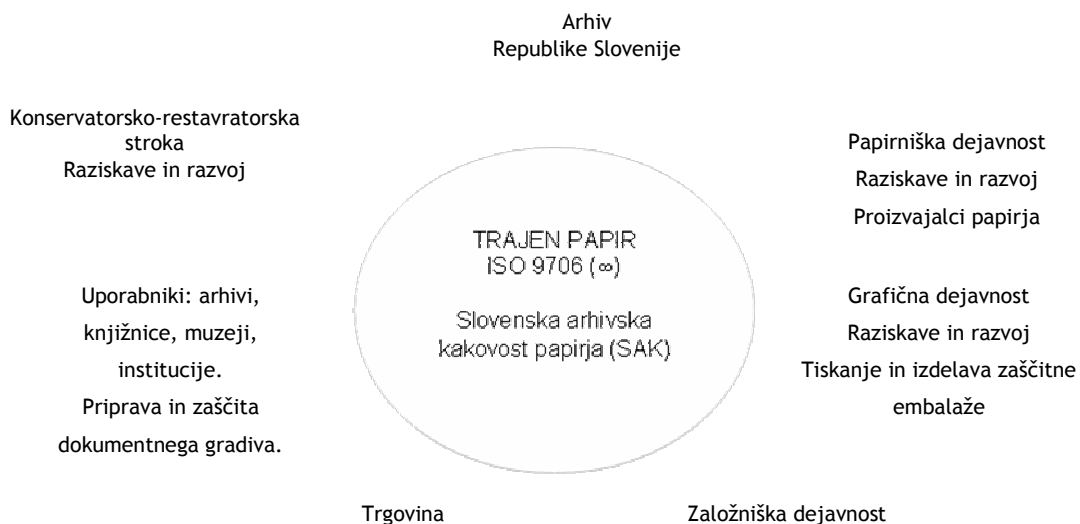
mednarodni standard za trajni papir SIST ISO 9706 ( $\infty$ ), ki smo ga v letu 2000 dodatno prevzeli kot evropski standard SIST EN ISO 9706. V letu 2003 smo prevzeli tudi standard za arhivski papir SIST ISO 11108 ( $\infty$ ) in SIST ISO 11798 za trajnost in obstojnost zapisa na papirju. Na Inštitutu za celulozo in papir v Ljubljani (ICP) že od leta 1992 na polindustrijskem papirnem stroju izdelujemo trajno obstojne vrste papirja, ki so primerne za pisanje, tiskanje in zaščito dokumentnega gradiva. Uredba o varstvu dokumentarnega in arhivskega gradiva (UL RS št.86./11.8.2006) v okviru materialnega varstva predpisuje zahteve »za papir, sredstva za zapisovanje vsebine, embalažo,« ki navaja nujno določevanje kakovosti na osnovi prevzetih mednarodnih standardov ISO, vendar zaenkrat ne vključuje tehnične specifikacije in navodila za uporabo in ne določa Slovenske arhivske kakovosti materialov (predlog SAK). Enako Uredba ne določa slovenske nacionalne institucije, ki bi izvajala preverjanje kakovosti arhivskih materialov iz papirja, kartona, lepenke. Upamo, da bo uresničevanje zahtev omogočilo v slovenskem prostoru povečanje dejavnosti na področju »ohranjanja dediščine na papirju«, tako pri proizvodnji papirja kot pri vrednotenju kakovosti vseh vrst izdelkov iz papirja, kartona in lepenke za arhivske namene.



Slika 4: Predlog znaka za slovensko arhivsko kakovost (SAK) materialov iz papirja, kartona in lepenke [90].

### 3 ZAKLJUČEK

Področje staranja papirja in vrednotenja kakovosti pisnih in tiskanih izdelkov na papirju je tudi v svetu v fazi razvoja in raziskovanja, in sicer predvsem pri ugotavljanju kakovosti novejših vrst papirja s specialnimi premazi in pri uporabi različnih vrst tiskarskih barv, črnih in tonerjev v novejših nekonvencionalnih tehnikah tiska.



Slika 5: Komunikacijska shema posameznih dejavnikov, ki so vključeni v sodelovanje pri ohranjanju dokumentnega gradiva na papirju.

Na trajno obstojnost papirja v pretežni meri vplivajo notranji dejavniki, ki so odvisni od fizikalno-kemijske obstojnosti osnovnih surovin pri izdelavi, od tehnoloških pogojev izdelave in od površinskega oplemenitenja in zunanjih vplivov, ter dejavniki, ki jih prinašajo postopki pisanja, tiskanja in rokovanja nasploh.

Zaščita kulturne dediščine na papirju predstavlja zelo kompleksno problematiko o vplivu notranjih in zunanjih dejavnikov na ohranjanje dokumentnega gradiva. Pri ohranjanju te dediščine se zahteva čim boljše sodelovanje vseh, ki sodelujejo v komunikacijski shemi ohranjanja dokumentov na papirju, kot je prikazano na sliki 5.

Pri ohranjanju kulturne dediščine na papirju je za dokumentno gradivo trajne vrednosti uporaba trajnejših vrst papirja in boljših sredstev, s pomočjo katerih zapisujemo vsebino (črnila, tiskarske barve, naprave za tiskanje in kopiranje), za ohranitev dediščine zanamcem nujna, ekonomsko opravičljiva in ekološko naravnana.

#### 4 LITERATURNI VIRI

1. Černič Letnar, M., Pepelnjak, G., Novak, G. in Vodopivec, J. Vpliv surovinske sestave in tehnoloških pogojev izdelave na staranje papirja. 21. mednarodni letni simpozij DITP, Bled, 1994. Zbornik predavanj. V: Igljč, B. (ur.), Malešič, I. (ur.). Ljubljana: DITP, 1994, str. 82-91.
2. Černič Letnar, M. in Vodopivec, J. Prenos in hramba informacij skozi daljše obdobje. V: Klasinc, P. P. (ur.). Sodobni arhivi '93. Maribor: Pokrajinski arhiv, Mednarodni institut arhivskih znanosti, 1993, str. 54-58.
3. Černič Letnar, M. Trajnost in obstojnost papirja kot nosilca kulturne dediščine. *Varstvo spomenikov*, 1993, št. 34, str. 161-171.
4. Černič, M. Paper - a living material. Conservation and restoration of paper -graphic material: conference: handbook for participants. Karniš, I. (ur.) Hrvatski restauratorski zavod. Hrvatski državni arhiv: Zagreb, 2004, str. 18-45.
5. Wilson, W. K. Some Happenings on the way to the Development of Permanent Records materials. Preservation Research and development: Round table proceedings, 1992. Washington: Library of Congress, Preservation Directorate, 1993, str. 51-55.
6. Fischer, E. The Nobel Prize of Chemistry 1902. [http://nobelprize.org/nobel\\_prizes/chemistry/laureates/1902/fischer-bio.html](http://nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/1902/fischer-bio.html).
7. Arrhenius, S. The Nobel Prize of Chemistry 1903. [http://nobelprize.org/nobel\\_prizes/chemistry/laureates/1903/arrhenius-bio.html](http://nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/1903/arrhenius-bio.html).
8. Arrhenius, S. Über die Reaktionsgeschwindigkeit bei der Inversion von Rohrzucker durch Säuren. *Zeitschrift für Physikalische Chemie*. 1889, str. 226-248.
9. Burton, J. O. Permanance Studies of Current Commercial Book Papers. *Bureau of standards Journal of research*. 1931, 5 str.
10. Herzberg, W. Destruction of Paper by Writing Ink. *Paper Trade J.* 76, 10, 1923, 55 str.
11. Kantrowitz, M. S., Spencer, E. W. in Simmons, R. H. Permanence and Durability of Paper: Annotated Bibliography of the Technical Literature from 1885 A.D. to 1939 A.D. Washington: U.S. Government Printing Office, 1940.
12. Launer, H. F. and Wilson, W. K. Photochemical Stability of Papers. *Journal of Research of the National Bureau of Science*, 30, 1, 1943, str. 55-74.
13. Hanson, F. S. Resistance of Paper to Natural Aging. *Paper Industry and Paper World*. 20, 11, 1939, str. 1157-1163.
14. Wilson, W. K., et. al. Accelerated Aging of Records Papers Compared with Normal Aging. *Tappi* 38, 9, 1955, str. 543.
15. Weisgerber, C. A., Davis, J. W. in Roberson, W. H. A New Sizing Agent for Paper- Alkylketene Dimers. *Tappi* 39, 12, 1956, 21 str.
16. Back, E. L. Thermal Auto-Crosslinking in Cellulose Material. *Pulp Paper Mag. Can*, 1967, 68, 4, str. T165.
17. Smith, R. D. Paper Impermanence: pH and Storage Conditions. *Library Quarterly* 39, 2, 1969, str. 53-195.
18. Wilson, W. K. in Hebert, R. L. Evaluation of the Stability of Record Papers. *Tappi Journal* 52, 8, 1969, str. 1523-1529.
19. Gray, G. G. An Accelerated-Aging Study Comparing Kinetic Rates vs. TAPPI Standard 453. *Tappi Journal* 52, 2, 1969, str. 325-334.

20. Luner, P. Paper Permanence. *Tappi Journal* 52, 5, 1969, str. 796-805.
21. The Library of Congress. <http://www.loc.gov/about/>.
22. Cardwell, R. D. Aging of Paper. Ph.D. Dissertation, New York State College of Forestry, Syracuse, N.Y. 1973, str. A2-A4.
23. Graminski, E. L. The Effects of Temperature and Moisture on the Accelerated Aging of Paper. In *Durability of Macromolecular Materials*, edited by Eby, R. K. (ACS Symposium Series, no. 95) Washington, American Chemical Society, 1979.
24. Wilson, W. K. in Parks, E. J. Comparison of Accelerated Aging of Book Papers in 1937 with 36 Years Natural Ageing. *Restaurator* 4, 1, 1980.
25. Du Plooy, A. B. J. Influence of Moisture Content and Temperature on the Aging of Paper. *APPITA Journal* 34 (4), 1981, str. 287.
26. ASTM standards: Volume 15.09. Paper; Business Imaging Products, 174 standards. 2007. str. 764. <http://www.normas.com/ASTM/CONTENTS/Vol.15.09.html>.
27. The National Archives and American National Standard Institute. <http://www.archives.gov/>, <http://www.ansi.org/>.
28. Wilson, W. K. in Parks, E. J. Historical Survey of Research at the National Bureau of Standards and Materials for Archival Records. *Restaurator* 5, 3 - 4, 1983, str. 191-241.
29. Erhardt, D. Relationship of Reaction Rates to Temperature. *Abbey Newsletter* 13, 3, 1989, str. 38-39.
30. Feller, R. L., Lee, S. B. in Curran, M. Three Fundamental Aspects of Cellulose Deterioration. *Art & Archaeology Technical Abstracts*, 22-1, 279-357, 1985, 280 str.
31. Browning, B. L. in Wink, W. A. Studies on the Permanence and Durability of Paper: Prediction of Paper Permanence. *Tappi*, Volume 51, No. 4, 1986, 25 str.
32. Dwan, A. Paper Complexity and the Interpretation of Conservation Research. *JAIC* 1987, Volume 26, Number 1, Article 1, str. 1-17.
33. Shahani, C. J. Accelerated Aging of Paper: Can it really foretell the Permanence of Paper. *Library of Congress. Preservation Research and Testing Series No. 9503*, 1995, 11 str.
34. Arnold, R. B. ASTM Paper Aging Research Program. *Programm Summary*. ASTM International, West Conshohocken, PA., 2002, 19 str.
35. Kaminska, E., Bégin, P., Grattan, D., Woods, D., Bülow, A. ASTM/ISR Research Program on the Effects of Aging on Printing and Writing Papers: Accelerated Aging Test Method Development. *Final report*. Canadian Conservation Institute, Conservation Processes and Materials Research Division, Ottawa, Ontario, Canada, 2000, 142 str.
36. Shahani, C. J., Lee, S. B., Hengemihle, F. H., Harrison, G., Song, P., Sierra, M. L., Ryan, C. C., Weberg, N. Accelerated aging of paper: I: Chemical analysis of degradation products, II: Application of Arrhenius relationship, III: Proposal for a new accelerated aging test. *Final report*. Preservation Research and Testing Division, Library of Congress, Washington, DC, 2000, 411 str.
37. Reilly, J. M., Zinn, E., Adelstein, P. Atmospheric Pollutant Aging Test Method Development. *Final report*. Image Permanence Institute, Rochester Institute of Technology, Rochester, NY. 2000, 74 str.
38. Forsskähl, I. ASTM/ISR Research Program on the Effects of Aging on Printing and Writing Papers: Accelerated Aging Test Method: Light Aging Test Method Development. *Final report*. KCL, OY Keskuslaboratorio. Centrallaboratorium Ab; Espoo, Finland. 2000, 238 str.
39. Atalla, R., Bond, J., Hunt, C., Agarwal, U. Quantification and Prediction for Aging of Printing & Writing Papers Exposed to Light. *Final report*. USDA Forest Service Forest Products Laboratory, Madison, WI, 2000, 151 str.
40. Vikman, K. Studies on fastness properties of ink jet prints on coated papers. *Dissertation*. (Helsinki University of Technology), Espoo, 2004, 95 str.
41. Frase, R.W. in Whiffin, J. J. Preserving our Documentary Heritage: The case for Permanent Paper. *International Preservation News* 15, 1997, str. 3-17.
42. Krist, G., Banik, G. Review on Paper Chemistry. ICCROM Paper Conservation Course 1995, Horn, Vienna, Austria. ICCROM-PCC 1995, Rome, Italy, 190 str.
43. Mc Crady, E. Selections from North American Permanent Papers. *North American Permanent Papers*, 3rd ed. McCrady, E., Abbey Publications, Geneva Dr., Austin, TX. 1998, 60 str.
44. Gurnagul, N., Howard, R. C., Zou, X., Uesaka, T. in Page, D. H. Book Ageing: The Mechanical Permanence of Paper: A Literature Review. © FACTS 2000, 19 str. [http://www.artfacts.org/artinfo/articals/book\\_ageing.html](http://www.artfacts.org/artinfo/articals/book_ageing.html).
45. Permanent paper. *Bookbinding and conservation of Books*. <http://palimpsest.stanford.edu/don/dt/dt2555.html>. 2 str.
46. IFLA Principles for the Care and Handling of Library Material. IFLA - ICPC - CLIR: Compiled and edited by E.

- P. Adcock with M.-T. Varlamoff and V. Kremp. *International Preservation Issues*, 2000, No. 1., 72 str.
47. A Blue Shield for the Protection of our Endangered Cultural Heritage. IFLA - PAC: Proceeding of the Open Session IFLA 68<sup>th</sup> General Conference, Glasgow 2002 (translated and edited by Koch, C.). *International Preservation Issues*, No. 4., 35 str.
  48. ISO 5630-1: Paper and board - Accelerated ageing - Part 1: Dry heat treatment at 105 degrees C. 2002, 8 str.
  49. Svenson, I.-L., Alwarsdotter, Y. A papermaker's view of the standard for permanent Paper, ISO 9706. 64<sup>th</sup> IFLA General Conference, 1998, Str. 4.
  50. Browning, B. L. in Wink, W. A. *Studies on the Permanence and Durability of Paper I. Prediction of Permanence*. Tappi 51, 4, 1968, str. 156.
  51. Stamm, A. J. *Thermal Degradation of Wood and Cellulose*, Ind. Eng. Chem, 1956, 48, 3, str. 413.
  52. Millet, A. M., Western, L. J. in Booth, J. J. *Accelerated Aging of Cellulosic Materials: Design and Application of a Heating Chamber*, Tappi 50, 11, 1967, str. 74A.
  53. Gray, G. G. *An Accelerated-Aging Study Comparing Kinetic Rates vs. TAPPI Standard 453*. Tappi 52, 2, 1969, str. 325.
  54. ANSI/NISO Z39.48-1984. *Permanence of Paper for Printed Lybrary Materials*. ANSI/NISO Z39.48-1992 (R2002). *Permanence of Paper for Publications and Documents in Libraries and Archives*. Published by NISO Press, 2002, 5 str. [www.niso.org/standards](http://www.niso.org/standards).
  55. ANSI/NISO Z39.66-1992. *Durable Hardcover Binding for Books*. [www.niso.org/standards](http://www.niso.org/standards).
  56. ANSI/NISO/LBI Z39.78-2000. *Library Binding*. [www.niso.org/standards](http://www.niso.org/standards).
  57. ANSI/NISO Z39.77-2001: *Guidelines for Information About Preservation Products*. An American National Standard Developed by the NISO, Approved 2000, by the ANSI. Published by the NISO Press, Bethesda, Maryland, USA, 22 str. [www.niso.org/standards](http://www.niso.org/standards).
  58. NARA: *Specification for an Acid-Free Archive Box*, 1991, 8 str., *Specification for an Low Lignin Archive Box*, 1991, 8 str., *Specification for Letter and Legal size Folders*, 1991, 6 str. [www.archives.gov](http://www.archives.gov).
  59. ASTM D 3208-94. *Manifold Papers for Permanent Records*. ASTM D 3290 - 94. *Bond and Ledger Papers for Permanent Records*. ASTM D 3301-00. *Standard Specification for File Folders for Storage of Permanent Records*. ASTM D 3458-94. *Copies from Office Copying Machines for Permanent Records*. ASTM D 5634-96. *Guide for Selection of Permanent and Durable Offset and Book Papers*. ASTM D 6034-96. *Guide for Selection of Permanent and Durable Artist's Paper*. [www.niso.org/standards](http://www.niso.org/standards).
  60. ASTM D 3301-00. *Standard Specification for File Folders for Storage of Permanent Records*. ASTM D 3290-01. *Standard Specification for Bond and Ledger Papers for Permanent Records*. [www.niso.org/standards](http://www.niso.org/standards).
  61. CGSB, Canadian General Standards Board. <http://www.pwgsc.gc.ca/cgsb/home/index-e.html>. in <http://www.collectionscanada.ca/8/14/r14-202-e.html#top-of-page>.
  62. CAN/CGSB-9.70-2000: *Permanence of Paper for Records, Books and Other Documents*. *Permanence du papier pour dossiers, livres et autres documents*. Standards Council of Canada., National Standard of Canada., Canadian General Standards Board, 2000, Ottawa. Canada. 5 str.
  63. CAN/CGSB-9.1-93 - *Bond Paper*, 5 str., CAN/CGSB-9.28-93 - *No. 1 and No. 2 Offset Paper*, 4 str, CAN/CGSB-9.29-93 - *Opaque Litho Book Paper*, 4 str., CAN/CGSB-9.36-93 - *Bristol Printing Paper*, 4 str., CAN/CGSB-9.37-93 - *Index Bristol Paper*, 5 str., CAN/CGSB-9.38-93 - *Antique Finish Cover Paper*, 4 str., CAN/CGSB-9.41:93 - *Ledger Paper*, 4 str., CAN/CGSB-9.51-93 - *Dry Toner Xerographic Copy and Electrostatic Duplicating Copy Paper*, 5 str., CAN/CGSB-9.66-93 - *Coated Offset Paper*, 5 str., CAN/CGSB-9.67-94 - *Coated Mechanical Offset Paper*, 5 str.
  64. Hill, R. *Archival Enclosures: Paper Records*. *Information Bulletin*, Canadian Council of Archives, 2006, 6 str., [http://www.cdncouncilarchives.ca/Paper\\_Records.pdf](http://www.cdncouncilarchives.ca/Paper_Records.pdf).
  65. *Guidelines on Papers for use by Commonweath Agencies*. Australian Government Publishing Service Canberra, 1993, 16 str.
  66. Fellers, C., Ivasen, T., Lindstrom, T., Nilsson, T in Rigdahl, M. in *Aging/Degradation of Paper: A Literature Survey*. FOU-projektet for papperskonservering, Report No. 1E, ISSN 0284-5636, Stockholm, 1989.
  67. RA-FS 1991:1. *Riksarkivets föreskrifter och allmänna råd om om arkiv hos statliga myndigheter*. 4 str., RA-FS 1992:4. *Swedish National Archives Regulations concerning technical requirements for writing material for recording paper documents*. 4 str., RA-FS 1992:5. *Swedish National Archives Regulations concerning testing methods for evaluation of writing material for recording on paper documents*. 7 str., RA-FS 1992:6. *Swedish National Archives Regulations concerning technical requirement for copying machines, laser printers, telefax etc. for recording on paper documents*. 5 str., RA-FS 1992:7. *Swedish National Archives Regulations concerning testing methods for evaluation of copying machines, laser printers, telefaxes etc. for recording on paper documents*. 8 str.
  68. RA-FS 2006:1. *Riksarkivets föreskrifter och allmänna råd om handlingar på papper*. 12 str. <http://www.ra.se/ra/nyarafsar/RAFS-06-1-Papper.pdf>.
  69. RA-FS 2006:4. *Riksarkivets föreskrifter och allmänna råd om tekniska krav och certifiering*. 28 str.



- <http://www.ra.se/ra/nyarafsar/RAFS-06-4-Tekniska-krav.pdf>.
70. Archival materials certified by SP Technical Research Institute of Sweden 2007. SP Chemistry and Materials Technology, SP Info 2007: 26, 46 str. [http://www.ra.se/SPinfo2007\\_26eng\[1\].pdf](http://www.ra.se/SPinfo2007_26eng[1].pdf).
  71. NEN 2728: Permanent houbaar papier - Eisen en beproevingsmethoden. Permanent paper - Requirements and test methods. 2006, 4 str.
  72. DIN 6738: Papier und Karton: Lebensdauer-Klassen (Paper and Board: Lifespan Classes). DIN, The Deutsches Institut für Normung, Berlin, 1992, 12 str.
  73. SIST EN ISO 9706: Informacija in dokumentacija - Papir za dokumente - Zahteve za trajnost ( $\infty$ ) (Information and Documentation - Paper for Documents - Requirements for Permanence ( $\infty$ )). 2000, 6. str.
  74. International Standard Organization ISO. <http://www.iso.org/iso/home.htm>.
  75. NORDINFO, Research and Academic Library Cooperation Across National Borders. Journal of Southern Academic and Special Librarianship (2000). Helsinki, Finland, 12 str. [http://southernlibrarianship.icaap.org/content/v02n01/hannedottir\\_s01.html](http://southernlibrarianship.icaap.org/content/v02n01/hannedottir_s01.html).
  76. ISO 5630-3: Paper and board - Accelerated ageing - Part 3: Moist heat treatment at 80 degrees C and 65 % relative humidity. 2002, 10 str.
  77. SIST ISO 11108: Informacija in dokumentacija - Arhivski papir za dokumente - Zahteve za trajnost ( $\infty$ ) (Information and Documentation - Archive Paper for Documents - Requirements for Permanence ( $\infty$ )). 2001, 4 str.
  78. ISO 11798: Information and documentation - Permanence and durability of writing, printing and copying on paper - Requirements and test methods. 1999, 12 str.
  79. CEN, European Committee for Standardization. <http://www.cen.eu/cenorm/homepage.htm>.
  80. Permanent Paper: Progress Report III: The UNESCO Resolution Frase. IFLA Journal, 1998, 24, str. 117-119.
  81. PIRA testing. Materials testing. Archival papers. [http://www.piraconsulting.com/pt/mt/mti\\_archival.php](http://www.piraconsulting.com/pt/mt/mti_archival.php).
  82. Guo, S. in Miller, N. Estimating lightfastness of inkjet images: Accounting for reciprocity failures. Proc. IS&T's NIP17 (IS&T Springfield, VA, 2001), str. 168-191.
  83. Burge, M. D., James, M., Reilly, J. M. in Nishimura, D. W. Effects of Enclosure Papers and Paperboards Containing Lignins on Photographic Image Stability. JAIC, 2002, Volume 41, Number 3, Article 6, str. 279 - 290.
  84. Schweikart, K. H., Lerch, J. P., Rohr, U. in Macholdt, H. T. Nano color pigments for water-based ink jet inks. Proc. European Coatings Conference (Berlin, 2003), str. 19-25.
  85. Blayo, A., Murie, C., Pineaux, B. Contribution of Spectroscopic techniques to the analysis of permanence properties of ink-jet printed materials. (IS&T's NIP19: International Conference on Digital Printing Technologies, New Orleans, 2003), str. 434-437.
  86. Messier, P., Baas, V., Tafilowski, D. in Varga, L. Optical Brightening Agents in Photographic Paper. JAIC 2005, Volume 44, Number 1, Article 1, str. 1-12.
  87. Bugner, D. E., Van Hanehem, R., Oakland, M., Artz, P., Zaccour, D. in Levesque, R. Ozone Concentration Effects on the Dark Fade of Inkjet Photographic Prints. J. Imaging Sci. Technol. 49, 2005, str. 317-325.
  88. Bugner, D. E. in Lindstrom, B. A. Closer Look at the Effects of Temperature and Humidity on Inkjet Photographic Prints. Proc. IS&T's NIP21 (IS&T Springfield, VA, 2005) str. 348-352.
  89. SIST - Slovenski inštitut za standardizacijo. <http://www.sist.si>.
  90. Černič, M. in Vodopivec, J. Slovenska arhivska kakovost papirja, kartona, lepenke in valovitega kartona. Teh. vseb. probl. klas. elektron. arh., (ur. Tovšak, S., Pokrajinski Arhiv Maribor), Maribor, 2006, št. 5, str. 216-227.

## SUMMARY

### **PRESERVATION OF PAPER DOCUMENTS AND PUBLICATIONS**

#### **Standards and Recommendations for Permanence and Durability**

Paper is and remains one of the most important transmitters and carriers of written and printed cultural heritage. One of the principal and cheapest methods to preserve it for the future is simply to select proper paper: paper of good permanence. Permanence of paper documents and publications became the most important for cultural, scientific, historical and art contents of national heritage.

The protection of archives on paper is a complex issue of the effect of internal and external factors on the ageing of written and printed materials on paper, which demands an active cooperation of people involved, including manufacturers, final consumers and state authorities for giving proper support. The durability of paper documents depends on the quality of their raw materials, production technology and types of use and storage conditions.

The international and national standard specifications and recommendations for permanent paper in the field of regulations, preservation and application of the archival quality paper documents and publications will be presented in the article.

In the case of archives, the use of permanent paper and recording agents (printing inks and colours, printing and copying devices) is economically justified, ecologically regulated and absolutely necessary in order for the preservation of written and printed cultural heritage on paper.