



RAHVUSARHIIV

Erinevatel ajaperioodidel
valmistatud paberi koostis,
omadused ja säilivus.

Jaan Lehtaru

Rahvusarhiiv

Konserveerimisvaldkonna juht Tartus

20.02.2020



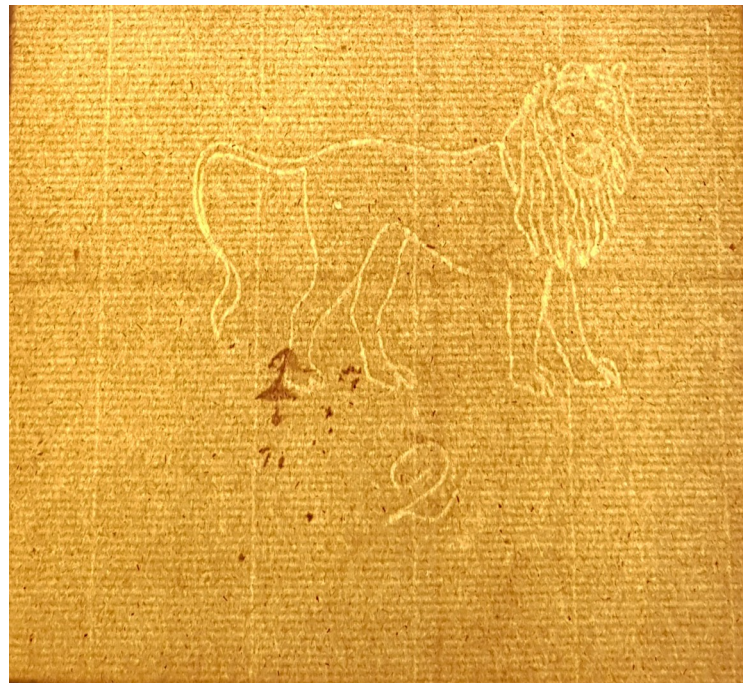
Millest täna räägime

- Mis on paber?
- Kuidas sõltuvad paberi omadused ja säilivus valmistamise tehnoloogia arengust.
- Kust sai alguse paberi valmistamise kunst?
- Levik Euroopasse...kaltsupaberi valmistamine.
- Paberimasina kasutusele võtmine.
- Tööstuslik tootmine...puidumassi kasutamine toorainena.
- Nõukogudeaegne paber.
- Tänapäeva paber.
- Arhiivipüsivate paberite tootmine.



Mis on paber?

- Paberi all mõeldakse lehtmaterjali, mis on ülesehitatud peamiselt taimsepäritoluga kiudainetest, mille peamiseks koostisosaks on tselluloos.
- Paberi valmistamisel kasutatakse toorainena peamiselt linase või puuvillase kaltsu kiudusid, kanepit, puitu jne.
- Paberit täidetakse, toonitakse ja liimitakse andmaks materjalile erinevad omadusi.
- Paberi kvaliteedi ja omadused sh säilivuse määravad suures osas paberi koostis ja valmistamise tehnoloogia.



Räpina paberiveskis käsitsi valmistatud paber 19. sajandi algus



Paberi koostis

- Paberi peamisteks koostisaineteks on:
- **Tselluloos** (peamine paberi koostisaine, kiulise materjaliga võib kaasneda **ligniin** nt lina ja kanep – 3%, puidumass 14 – 40%.),
- **Liimained** (tähtsaks, želatiin, kamps, karboksümetüülselluloos, akrüüllim jne),
- **Täidisained** (kaltsiumkarbonaat, kips, kaoliin, värvained jne),
- **Vesi** (3-12%). Paberi imamisvõime on tingitud paberi poorsusest ja koostisest (nt erinevad tädis- ja liimained) mõjutavad paberi niiskusesisaldust sõltuvalt hügrokoopsusest). Liigne kuivus (suhteline õhuniiskuse tase $RH < 30\%$) muudab paberi hapraks ning $RH > 65\%$ võib põhjustada hallituskahjustuse.
- **Lisandid** (vesi, tootmisjäätised, keskkonnast tingitud lisandid, saasteained, bakterid, seened jms).



Millal hakati valmistama ja kus?

- Paberi valmistamise algusaega pole täpselt teada. Kanepikiudusid sisaldavad vanimad arheoloogilised leiud (vähemalt 200 eKr.) pärinevad Hiinast.
- Traditsiooniliselt loetakse paberi leiutamise ajaks 105 prKr. ja leiutajaks Csai Lun'i (Ts'ai Lun). Kirjalike allikate põhjal on mainitud just tema nime ja pole täpselt teada, kas ta oli selle leiutise autoriks või patrooniks.
- Kui varasemal perioodil leidis kirjutusmaterjalidena laialdast kasutamist kallihinnaline siid ja suhteliselt raske materjal bambus, siis Chai Luni ajal kasutati paberimassi valmistamiseks puidukoort, kanepikiudusid ning vanu kaltse ja kalavõrke.



Millal hakati valmistama ja kus?

- Paberimassi saamiseks leotati toorainet vees, tambiti kiududeks ning keedeti. Tuntud paberiuurija Dard Hunteri arvates kasutati algselt pabermassi kättesaamiseks bambuseraamile kootud materjalist ammutussõela.
- Paberi valmistamise tooraine valik laienes samuti. Kasutust leidsid sellised kohalikud taimed nagu mooruspuu koor, bambus, džuuat jms.



Paberi valmistaja Vanas-Hiinas
tsai lun.jpg
home.earthlink.net





RAHVUSARHIIV

Millal hakati valmistama ja kus?

- Peatselt võeti kasutusele pabervalmistamisel kasutusele nelinurkse kujuga puitraamile kinnitatud bambusribadest punutud sõel.
- Liigne vesi nõrgus maha ning päike kuivatas paberi umbes poole tunni jooksul. Seejärel eemaldati paberilehed sõelalt ning laoti üksteise otsa virna.
- Hilisemal perioodil hakati sõelale jäänud pabermassi laduma lehtedena üksteise otsa virna, pressiti liigne vesi välja ning kuivatati selleks sobilikel pindadel õhukäes (nt maja seintel või laudadel). Paberi ammutusõelad läksid koheselt uuesti kasutusele ning seetõttu tõusis paberi valmistamise tootlikus märgatavalt.



Pabermassi ammutusraam <http://www.lokta4u.co.uk/How-Lokta-paper-is-made/b/1897547031>



<http://www.lokta4u.co.uk/How-Lokta-paper-is-made/b/1897547031>



RAHVUSARHIIV

Millal hakati valmistama ja kus?

- Paberi valmistamisel hakati 5. sajandil kasutama liimainena tärklisist ning pinna siledamaks muutmiseks kipsi.

Selline näeb välja vanim säilinud hiina paber

<http://www.wunderground.com/blog/Proserpina/archive.html?year=2012&month=07>

- Paberi valmistamise oskust suudeti sajandeid hoida vaid hiina meistrite hulgas. Alles 7. sajandi alguses levis see oskus Koreasse [seda maad peetakse tänini ümbriku ja tualettpaberi sünnimaaks , <http://ipst.gatech.edu/amp/education/TeacherManual.pdf>] ja Jaapanisse, kus hakati paberit valmistama peamiselt mooruspuu koorest ja Gampist.





Paberi valmistamise kunst jõuab Euroopasse.

- 751. aastal langesid hiina paberi valmistajad Samarkandi piiramisel vangi. Vabaks saamiseks tuli neil reeta paberi valmistamise tehnoloogia. Sellisel viisil levis paberi valmistamise oskus Kesk-Aasiasse ja sealt edasi juba Araabia maadesse, Egiptusesse ja seejärel Euroopasse.
- Araablaste vallutusretked Euroopas tõid kaasa paberi valmistamise leviku Hispaanias. Vanim teadaolev paberiveski asutati Valencia lähisel Xativas 1151 aastal. **Toorainena kasutati linast, kanepist ja puuvillast kaltse**, mida niisutati ja pressiti ning jäeti kuhjades kõdunema kuni kaheks kuuks. See meetod oli aeganõudev ning ligikaudu 1/3 kaltsumassist muutus paberi valmistamise jaoks kõlbmatuks.



Paberi valmistamise kunst jõuab Euroopasse.

- Pabermassi saamise kiirendamiseks hakati Xativas kasutama kiudude peenestamiseks ja tampimiseks uhmrinuia ja uhmreid. Selline tampimisveskite süsteem oli kasutusel kuni hollanderi leiutamiseni. Paberi saamiseks kasutati traadist ammutussõelasid ning liimainena oli levinud peamiselt **tärklis** [[Hunter](#)].
- Tasapisi tekkisid väiksemad paberiveskid Itaaliasse Sitsiiliasse ja Genova lähistele.
- Kuulsaim paberiveski Itaalias asus Ancona lähistelt Fabrianos
Esimesed andmed paberiveski kohta pärinevad aastatest 1268-76.
[Collins, T., M. A. [New Chronology of Papermaking Technology](#). Paper Conservator. 14. 1990. p 58-61.]



RAHVUSARHIIV

Paberi valmistamise kunst jõuab Euroopasse.

- Uuendusena võeti kasutusele loomsepäritoluga **liimaine želatiin** ning teadaolevalt valmistati esmakordselt Euroopas 1282. aastal just Fabriano paberiveskis **traadist sõelal vesimärgiga paberit** [Tajani].
- Ammutussõela jäljend ja vesimärk – oluline infoallikas paberi päritolu ja valmistamise tehnoloogia määramisel.
- Sajandite jooksul asendati käsitsitöö järkjärgult vee jõul töötavate seadmetega. Näiteks pabermassi saamisel hakati kasutama kaltsude peenestamisel tampimishaamreid.



[pinterest.com](https://www.pinterest.com)



[lusyvivante.net](https://www.lusyvivante.net)



[haikudeck.com](https://www.haikudeck.com)



Paberi valmistamise kunst jõuab Euroopasse.

- Pärgamendi kui kirjutusmaterjali väljatõrjumine paberi poolt Vahemere maades andis tõuke paberi tootmisele ka Kesk-Euroopas, kus hakkasid tekkima esimesed paberiveskid: Hollandis (1322), Prantsusmaal (1326 või 1338), Saksamaal (1390), Sveitsis (1405), Poolas (1491), Inglismaal (1494), Leedus (1524), Rootsis (1532), Venemaal (1578), Eestis (1664-67) [[Hõrrak](#)].



[know.cf](#)

- Paberi tootmise seisukohalt omas suurt tähtsust trükikunsti leiutamine Johann Gutenbergi poolt alates 1450ndatest. Kasvas tunduvalt nõudlus paberi järele ning trükkimiseks vajati rohkem peenekiulisemat ja siledamat paberit.



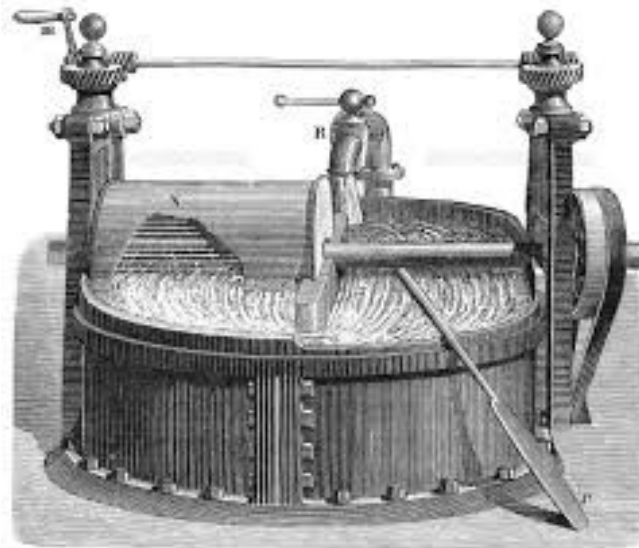
[lookandlearn.com](#)



RAHVUSARHIIV

Paberi valmistamise tehnoloogia areng.

- Oluliseks daatumiks paberi valmistamise ajaloos võib pidada 1640. aastat, mil Hollandis leiutati mass-hollander. See kujutas endast metallist lõiketeradega varustatud pöörlevat trumlit, mis kiirendas oluliselt kaltsumassi purustamist kiududeks ning seega ka kogu paberi valmistamise protsessi [Collins].
- Paber, mille valmistamiseks vajaminevat toorainet peenestati hollanderiga, muutus lühemakiulisemaks, seega ka vähenes natukene ka paberi mehaaniline vastupidavus.
- Eestisse jõudis kõige esimesena mass-hollander Rápina paberiveskisse 1737. aastal [Valk-Falk].



[sciencesource.com](https://www.sciencesource.com)



Enne 19. sajandit valmistatud paberi säilivus ja omadused.

- Euroopas 1400-1800 valmistatud paber on hea kvaliteediga ning pikaajalise säilivusega [Barret]
 - toormaterjalina kasutati peamiselt kanepist ja linasest riidest kaltse,
 - kaltse lasti enne mehaanilist töötlemist korralikult kõduneda,
 - kaltsude tampimine ja peenestamine oli põhjalik,
 - kiud on hoolimata hollanderi kasutusele võtust suhteliselt pikad ja paber mehaaniliselt tugev,
 - kiudude jaotus on kõikides suundades ühtlane, mis tagab võrdse tugevusega paberi,
 - toormassi pesti korralikult läbi mehaanilise töötlemise käigus,
 - vesi oli väga hea kvaliteediga, sisaldas arvestatavas koguses Ca,
 - paberit liimistati tärklise ja želatiiniga (viimase pindliimistus tugevdas oluliselt paberi vastupidavust rebenemisele, kulumisele; trükikõlbulikkus↑)
- Selline paber on küll suhteliselt krobeline pinnaga ja tumeda tooniga, kuid väga vastupidav! Tooreainest tingituna ei neela paber UV-kiirgust, mistõttu on see vastupidav ka foto-keemilisele lagunemisele!**



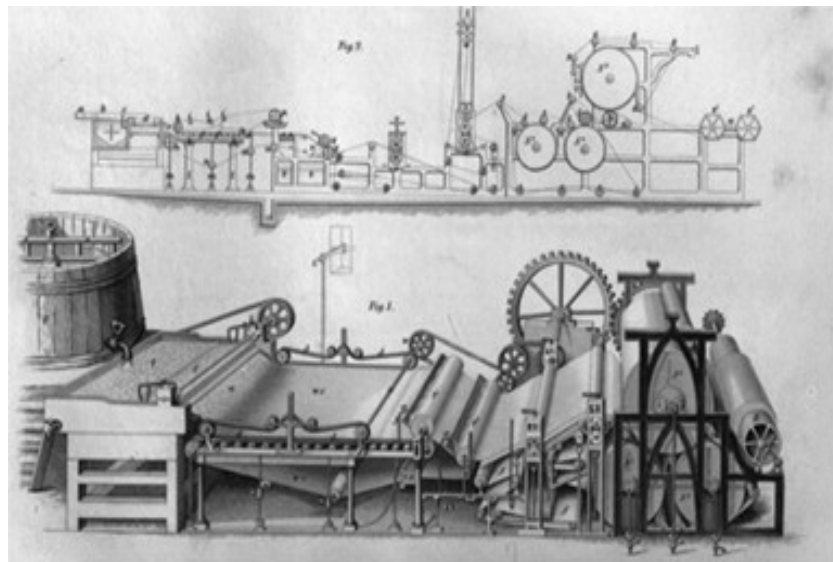
RAHVUSARHIIV

Paberi valmistamise tehnoloogia areng.

- 1799 kujunes paberi valmistamise ajaloos revolutsiooniliseks. Louis Robert sai patendi paberi valmistamise masinale. 1830–40. aastatel olid paberimasinad levinud üle Euroopa.
- Eestis alustas 1814. aastal Tallinna jõudnud paberimasin tööd 1839. aastal J.W.Donati juhtimisel.
- Uus leiutis võimaldas valmistada pidevat paberikangast. Kahe võlli vahel liikus vasksõel, millele juhiti tugevasti veega lahjendatud paberimass. Sõelale moodustunud paberimassist pressiti valtside abil liigne vesi välja ning paberikangas tõsteti sõelalt maha järgnevaks vee eraldamiseks ja kuivatamiseks.



commons.wikimedia.org

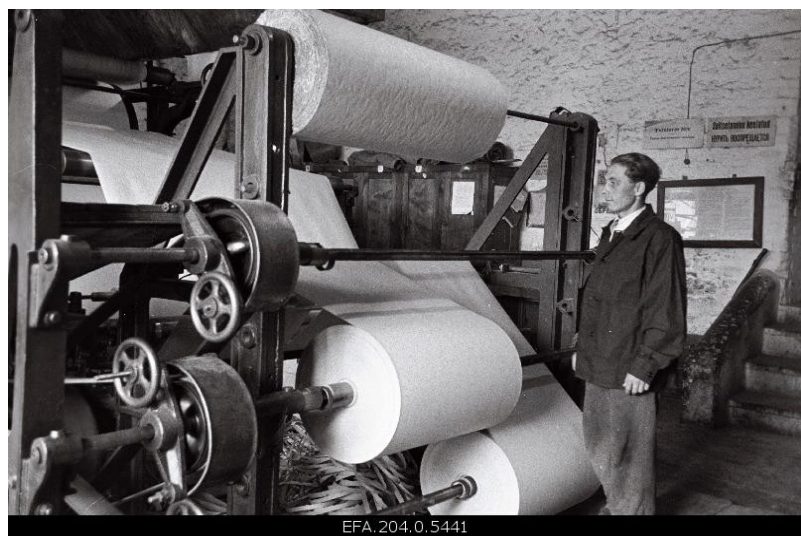
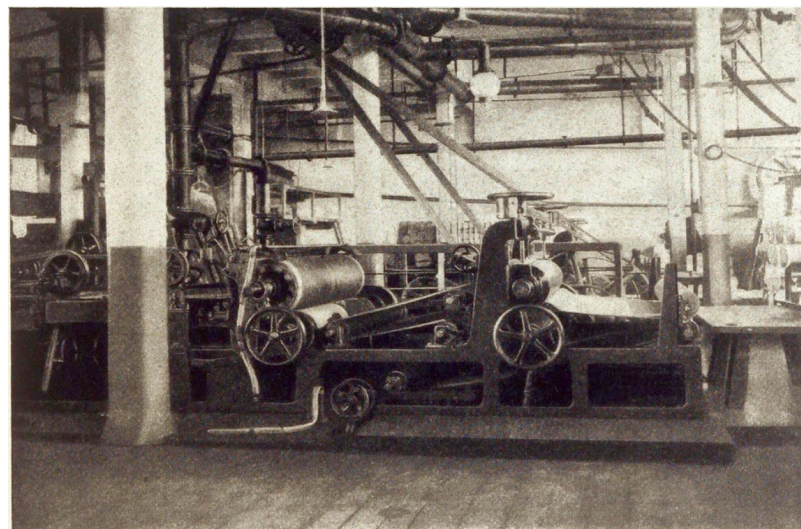


multimediaman.blog



Paberi valmistamise tehnoloogia areng.

- Modifitseeritud paberimasin võimaldas hakata tootma paberit senisest tunduvalt kiiremini ja hoopis suuremas mahus. Paberikangast sai masinas kuivatada ja pressida, vajadusel anda vastavat siledust ja läiget (Ernst Osse ja Ko Tallinna tselluloosi- ja paberivabriku sisevaade aastatel 1893–1913. *Die baltische Papierindustrie. Reval, Riga, 1922.*)
- Paberimasinaga valmistatud paberil paiknesid kiud paberikanga liikumise suunas, mis mõjutas paberi rebimis-, murdetugevust ning erinevat käitumist märgumisel ja kuivamisel (Räpina paberivalmistamise masin 1870. aastatest. Foto Ü. Vatser, (1953). RA, EFA.204.0.5441)





Paberi valmistamise tehnoloogia areng.

- 1800.a. vanapaberi ümbertöötlemine (Mathias Koop).
- Paberi toorainet hakati **pleegitama klooriga**.
- Liimainena võeti kasutusele odavam tooraine – **kampol**.
- 1817.a. tegi Moritz Friedrich Illig ettepaneku liimistada paber kampiliga otse pabermassis.
- Saadakse männipuu vaigust. Tootma hakati 1820. aastal, paberitööstuses hakati rohkem kasutama 19. saj. keskel. Koosneb peamiselt abietiinhapetest (kuni 90%) ja teistest vaikhapetest.



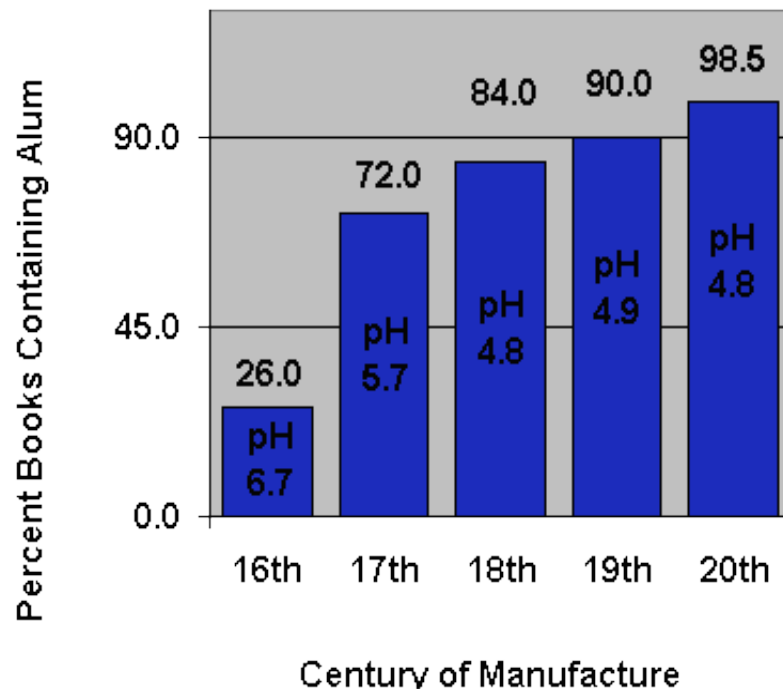
www.fao.org/docrep/007/ae542e/ae542e17.jpg





Paberi valmistamise tehnoloogia areng.

- Kampoli kinnistamiseks paberikiude oli vajalik kaaliumalumiiniummaarjast lisada. Maarjase ja kampoli kasutamine paberitööstuses suurenes hüppeliselt 19.saj. II-poleel.
- Ajaloolistest raamatutest määratud maarjase sisalduse uuringud näitavad maarjase suuremat kasutamist mille tagajärjeks on paberi happelisuse suurenemine ([Barrow.Research Laboratory, 1974, Table](http://cool-palimpsest.stanford.edu/byorg/abbey/an/an17/an17-4/an17-407.html))





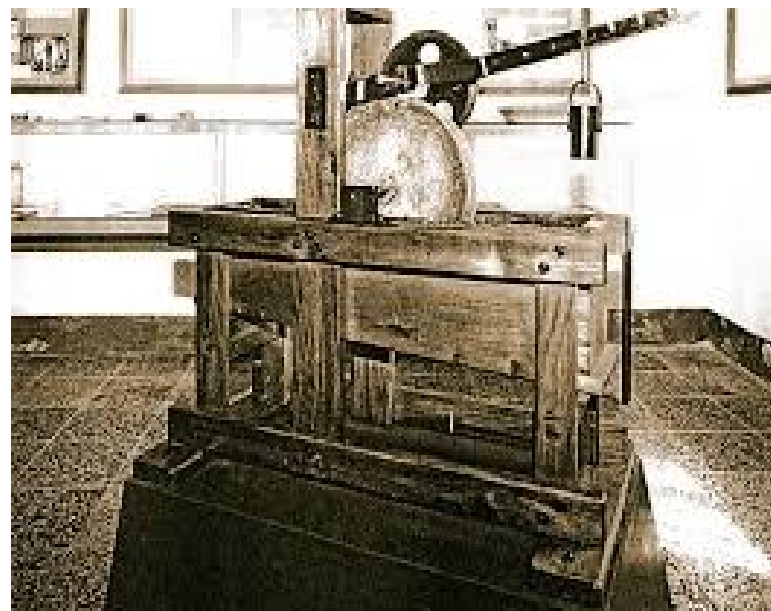
Paberi valmistamise tehnoloogia areng.

- Kui maarjast on paberis liigselt, siis võib see osutada paberi happelisuse allikaks klooriga pleegitatud paberite puhul (alumiiniumsulfaat reageerib kloorühenditega ning niiskuse juuresolekul tekib kloorhape).
- Kampol neelab UV- kiirgust põhjustades see läbi paberi lagunemist valguse toimetel ning happelisuse suurenemist.
- Kampoli ja maarjase kasutamine paberitööstuses vähenes märgatavalt 1980-ndatel.



Paberi valmistamise tehnoloogia areng.

- Kõige tähtsamaks muutuseks tuleb aga paberivalmistamisel pidada **puidumassi kasutusele võttu**. Sakslased Friedrich Keller ja Henrich Voelter viisid 1844. aastal praktikas ellu ligi sada aastat tagasi Rene Antoine Ferchault de Reaumur'i mõtte, et paberit võiks valmistada puidust (Hunter. Papermaking. ill. Lk 314).
- Puidumassi kasutuselevõttuga muutus paber küll märgatavalt odavamaks kuid oma omadustelt tunduvalt halvemaks. Puidutselluloosi kiud on tunduvalt lühemad võrreldes kanepi- ja linakiududega.



F.G. Kellersi puidumassi hõõrumismasin c.1854,
http://en.wikipedia.org/wiki/Friedrich_Gottlob_Keller



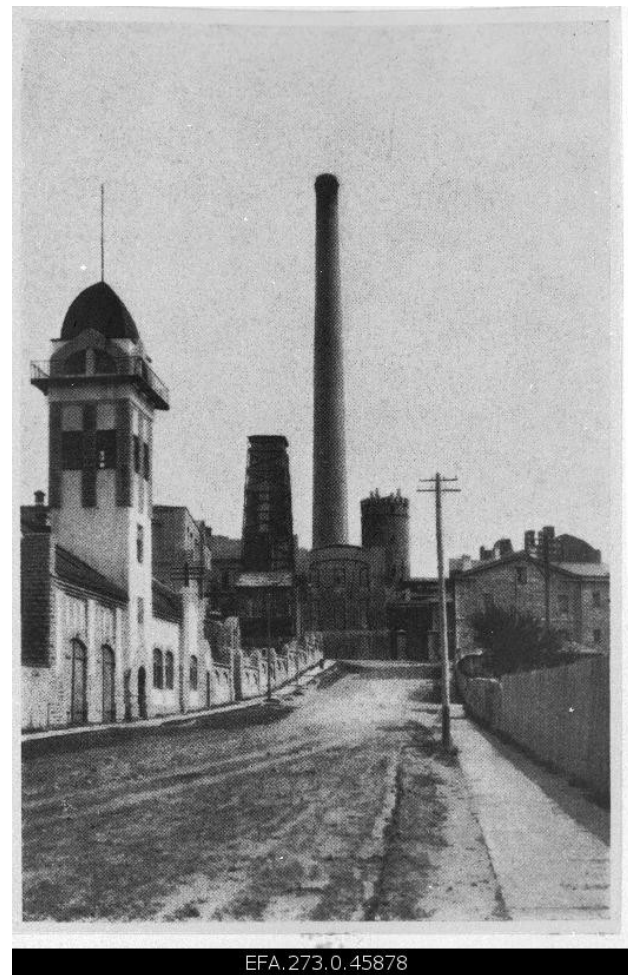
Paberi valmistamise tehnoloogia areng.

- Lisaks sisaldab puidumass lisandaineid nagu **ligniin** ja hemitselluloos, mis vähendavad paberi mehaanilist kui ka keemilist vastupidavust.
- Selleks, et saada parema kvaliteediga paberit, oli vajalik tselluloos lisandainetest puhastada.
- Esimene katse puidutselluloosi töötlemiseks ja puhastamiseks tehti 1851. aastal Hugh Burgess'i ja Charls Watt'i poolt kui okaspuidutselluloosi keedeti naatriumhüdrokksiidi lahusega.
- 1867. aastal võttis USA keemik Tilgman kasutusele **sulfittselluloosi** saamise meetodi, keetes puidulaaste kaltsiumvesiniksulfiti ja väävlisshappega (tuntud ka kui **Kraft'i protsess**). See meetod leidis laiemat rakendamist paberitööstuses peale 1874. aastat.



Paberi valmistamise tehnoloogia areng.

- 1884. aastal arendas Carl F. Dahl välja **sulfaattselluloosi** saamise meetodi, kus puidumassi keedeti naatriumhüdroksiidi ja naatriumsulfiidiga.
- Tallinna tselluloosi- ja paberivabrikusse paigaldati 1894 tselluloosikeedukatel ja hakati Eestis esimesena valmistama tselluloosi ja paberit puidust. Tallinna paberivabrik renoveeriti ja kaasajastati Eesti vabariigi algusaastail ning sellest kujunes 1920ndatel üks moodsamaid sulfittselluloosi baasil tootvaid ettevõtteid kogu maailmas ([Lehtaru. Projekt THULE artiklite kogumik. Rahvusraamatukogu. 2000](#))



EFA.273.0.45878



Paberi valmistamise tehnoloogia areng.

- Saksa kapitalil ja sulfitmenetlusel töötavast Waldhofi tselluloosivabrikust kujunes aastatel 1899–1915 Venemaa suurim tselluloositehas. Koos Tallinna tehasega anti Esimese maailmasõja algusaastateks juba 70% kogu Venemaa tselluloosi toodangust. *Russische Aktiengesellschaft Zellstoffabrik Waldhof Pernau, Livland: Die ersten zehn Betriebsjahre der Fabrik 1900–1910. St. Petersburg: , 1910)*
- 1938. aastal asutati sulfaatmenetlusel töötav Kehra paberivabrik, millest kujunes Euroopa moodsaaim paberitööstuse ettevõtte. Ainuüksi nelja kuuga suudeti toota 15% kogu Eesti tolle aja aastatoodangust. Paberivabrik töötab tänaseni Horizon Tselluloosi ja Paberi AS nime all. *Kehra paberivabrik 1938, RA.EFA.271.0.390997*





20. sajandi I-poolel valmistatud paberi säilivus ja omadused.

- Louis Robert'i leiutatud paberi valmistamise masina kasutusele võtmine võimaldas paberi tootmise mahte oluliselt suurendada. Kuivatussilindrite lisamine muutis paberi ühtlasemaks ja pinna läikivamaks ning siledamaks. Masinal valmistatud paber ei olnud rebimistugevusest kõikides suundades ühtlane, sest kiud formeerusid paberikanga liikumise suunaga paralleelselt.
- Puidumassi kasutusele võtmine ja uued tootmismeetodid (sooda-, sulfit-, sulfaatprotsess, pleegitamine jms) muutsid paberi happelisemaks ning vähendasid oluliselt võrreldes kaltsupaberiga selle säilivust ja vastupidavust (tooraine lühemad kiud, kampoli- ja ligniinisaldus jne). Kampol ja ligniin põhjustavad UV-kiirguse neeldumist paberis ning paberi kiirendatud lagunemist valguse toimel.
- 1927. aastast hakati mõningal määral kasutama täidisainena kaltsiumkarbonaati.



20. sajandi I-poolle lõpuni valmistatud paberi säilivus ja omadused.

- Ligniini eraldamisel etendas olulist rolli saksa bioloog Smith, kes avastas 1920. aastal kloordioksiidi kui hea pleegitaja ja ligniini eraldaja. Kasutama hakati seda ligniini eraldamise meetodit paberitööstuses sajandi keskel.
- Võrreldes kaltsupaberiga on sel perioodil valmistatud paber säilivuse seisukohalt tunduvalt kehvem. Eriti halva kvaliteediga on sõdade perioodil ja sellele järgnenud ajal toodetud paber (nt välis-eesti kirjandus). Need paberid on happelised, rabedad, kollakas-pruunid, rebaseplekkidega jms). Seda on näidanud ka mitmed erinevad seisundiuringud.
- Säilivuse seisukohalt kuuluvad sageli riskirühma perioodilised väljaanded (nt ajalehed).
- Sulfittselluloospaber jääb säilivuselt enamasti alla sulfaattselluloospaberile.



20. sajandi II-poolel valmistatud paber.

- Lääneriikides hakkas paberi kvaliteet tasapisi tõusma.
- Melamiin-formaaldehüüdvaikude kasutusele võtmine parandas paberi mehaanilisi omadusi.
- Sünteetiliste liimainete (alküülketeenide) kasutusele võtmine, samuti polüvinüülalkoholi kasutamine liimainena hakkas kampoli osatähtsust vähendama. Nüüd toimus liimitamise protsess neutraalses ja aluselises keskkonnas (v.a NSVL-s, kus kasutati kampolit veel aastakümneid), mis lagundas tselluloosi vähem.
- Polüakrülaatlüimide kasutamine (nt naatriumpolüakrülaat) muutis paberi elastsemaks, temperatuuri ja veekindlamaks. Need liimid olid aga UV-kiirgusele tundlikud, paberi värvus muutus aja jooksul kollasemaks.



20. sajandi II-poolel valmistatud paber.

- Pleegitajana hakati kasutama rohkem vesinikperoksiidi.
- Kloordioksiidi kasutamine ligniini eraldamiseks hakkas massiliselt levima 1950ndatel. Peale seda muutus sulfaattselluloos paber konkurentsivõimeliseks valgedusastme poolest sulfittselluloos paberiga.
- Kaltsiumkarbonaati hakati massiliselt kasutama, mis viis arhiivipüsivate paberite tootmisele lähemale.



20. sajandi II-poolel valmistatud paber.

- Arendatakse erinevaid paberi tootmise meetodeid.

Kaheksakümneandel on kasutusel palju meetodeid ja paberi sorte (nt mehaaniline puidumass, termo-mehaaniline puidumass, keemiline puidumass, poolkeemiline-, termokeemiline-, kemotermiline-, kemotermomehaaniline puidumass). Lisaks pleegitatud ja pleegitamata, okas- ja lehtpuu tselluloos. Paberi valmistamisel kasutatakse neid enamasti segatuna erinevates vahekordades.

- Mehaaniline puidumass on kõige madalama kvaliteediga (ligniin sees, kolletub kergesti). Lisatakse peamiselt keemilisele puidumassile (nt kirja-, trüki-, pakkepaberid).
- Ajalehepaberi tootmisel kasutatakse termo-mehaanilist puidumassi (ligniini ei eraldata, pikemaid kiudusid rohkem, mehaaniliselt suhteliselt tugev ja poorne, säilivus halb, happeline, kolletub).
- Keemiline puidumass (sulfit- ja sulfaattselluloos) võrreldes kahe esimesega säilib kauem. Kasutatakse trüki- ja kirjapaberis.



20. sajandi II-poolel valmistatud paber.

- „Kloorivaba paber”- kloori sisaldus paberis 1kg paberi kohta 0,2 g (Hahnemühle, tootjate kohta erinev)
- Happevaba paber – ei sisalda vabasid happeid, pH neutraalse lähedal või nõrgalt aluseline (Roberts, Matt T., and Don Etherington, *Bookbinding and the Conservation of Books: A Dictionary of Descriptive Terminology*. United States, Government Printing Office, 1982).
- Kaheksakümnendatel suureneb aluselises kk-s valmistatud puidumassi osakaal. 1989 hakatakse puidumassi tootma hapnik-leelise meetodil kombineerituna vesinikperoksiidiga.
- Kongressi raamatukogus 1981 uute raamatute testimisel selgus, et 25% Ameerika ja 50% Euroopa raamatutest on neutraalsel või aluselisel paberil. 1976 oli see protsent alla ühe.
- **Üleminek neutraalsele või nõrgalt leeliselisele puidumassi valmistamisele, kaltsiumkarbonaadi lisamine, ligniinivabade meetodite ja optiliste valgendajate kasutamine ja sünteetiliste ainete (nt akronitriil lateks täidisainena) lisamine parandasid oluliselt paberite säilivust.**



Nõukogudeaegne paber.

- Trükkimiseks mõeldud paberid liigitati NSVL-s sõltuvalt kasutusotstarbest ja trükitehnoloogiast trüki-, sügavtrüki-, ofset-, illustratsiooni- ja kriidipaberiks ning nende omadused olid normeeritud standarditega ([Reiska. Projekt THULE artiklite kogumik. Rahvusraamatukogu. 2000](#)).
- Kõrgtrükitehnikas kasutatavaid pabereid nimetati trükipaberiteks ning liigitati vastavalt kvaliteedist paberiteks nr 1, 2 ja 3 ning markideks A ja B. Nt mark A (okaspuu sulfittselluloos, millele lisati 30% lehtpuu sulfaattselluloosi; täitaineks kaoliin; optilised valgendajad).
- Trükipaber nr 2 massitiraažiks ettenähtud (pleegitatud okaspuu sulfittselluloos + 20% valget puitmassi; madalama valgususega kui paber 1)



Nõukogudeaegne paber.

- Ofsetpaber nr 1 oli mõeldud pikaajalist säilivust nõudvate trükiste jaoks (ei sisaldanud termo-mehaanilist puidumassi; pleegitatud sulfit- ja sulfaattselluloos 25–40%; optilised valgendajad; kõrge valgesus vähemalt 83%).
- Kriitpaberit toodeti ühe või kahekordse kattekihiga. Vesiekstrakti pH 6–9,5.
- Kõrgema kvaliteediga trükipaberite valmistamisel kasutatud sulfitselluloosi vesiekstrakti pH oli 5,5–7, sulfaattselluloosil 6–7.
- Säilivuse seisukohalt on sulfaattselluloos vastupidavam kui sulfitselluloos.
- Kokkuvõtteks võib öelda, et kvaliteedilt ja säilivuse seisukohalt jäi nõukogudeaegne paberitoodang enamasti alla lääneriikide toodangule.



Tänapäeva paber.

- Palju keerulisema ja mitmekesisema koostisega kui kaltsu- ja klassikaline vana puidumassipaber.
- Kasvanud on vajadus erinevate paberi liikide järele ning laienenud sortiment.
- Lisandunud on terve rida aineid nt:
 - **Plastifikaatorid** – annavad paberile elastsust ja plastilisust (lisatakse 0,5–3%; nt kastroolõli, kaltsiumstearaat, polüetüleenglükool, glütseriin, parafiini ja vaha dispersioonid);
 - **Antiseptikud** – pidurdavad mikroorganismide arengut (piirkontsetratsioonid 0,02–2% kattekihi või paberit immutatava segu massist; fenoolühendid, benso-, salitsüülhape ning äädikhappe soolad);



Tänapäeva paber.

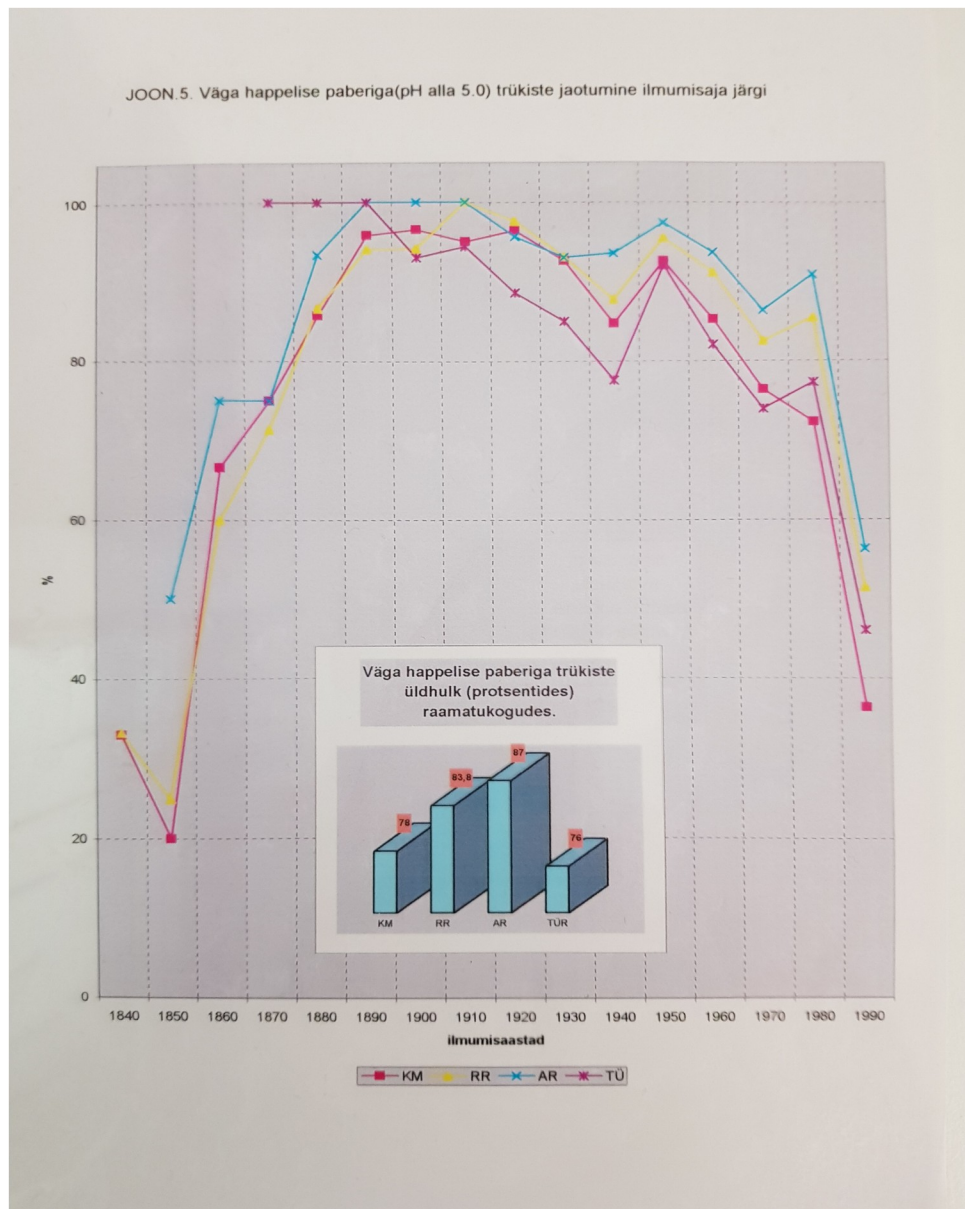
- **Antioksidandid** – mõjuvad pärssivalt tselluloosi lagunemisprotsessidele (oksüdeerumine ja radikaalmehhanism) (lisatakse 0,01–5% kattekihi massist; kasutatakse valgus-, temperatuuritundlikes paberites; aromaatsed fenool- ja amino rühma sisaldavad ühendid; dialküülsulfiidid ja fosforhapete estrid);
- **Antistaatikud** – vähendavad elektrostaatilise laengu tekkimist paberi pinnal, mis tekib paberi tootmise käigus nt suurel kiirusel liikumisel valtside vahel. Elektrilaeng nt raskendab kattekihi või trükivärvi peale kandmist. Lisatakse 0,1–0,5% kattekihi massist (a. hea elektrijuhtivusega ained: grafiit, süsi, kaltsiumkloriid, glütseriin; b. antistaatiliste omadustega kilet moodustavad ained: polüakrüülamiid, alküülamiid; c. pindaktiivsedained: ained, mis sisaldavad hüdroksüül- või aminorühma).



Seisundiuringud.

- **THULE (Eesti trükiste seisundiuring 1998–2000)**
- Happelise paberiga (pH<5) trükiseid on 87% (AR); 83,8% (RR); 78% (KM) ja 76%(TÜR). Sellised on trükitud valdavalt perioodil 1850–1990.
- pH 4,0–4,5 (31,0–46,6%);
- PH<4,0 (2,9–35%).
- Ligniini ja kampolit sisaldavate paberite üldseisund halvem.
- Hapra paberiga trükised jäid vahemikku 1890–1960.

[Projekt THULE aruanne.2000]





Seisundiuringud.

- **Kaardikogu seisundiuring**

Rahvusarhiivis UPAA-MD (Universal Procedure for Archive Assessment of Maps and Drawings, Netherland) muudetud metoodika alusel **2007**.

- Kaardikogu (~150 000 tk) seisundi hindamiseks valiti juhusliku valiku alusel välja 300 kaarti (neist osutus >50% 19.saj.II-pool; 72% masinal valmistatud paberil).

- Happelise paberiga (pH<4,5) kaarte oli 10%

- Ligniini sisaldavaid pabereid oli 2,67%

- Säilivuse seisukohalt paberi kvaliteet hea, sest enamasti kasutatud kaltsupaberit.

Peamised kahjutused kasutamisest ja hoiutingimustest.

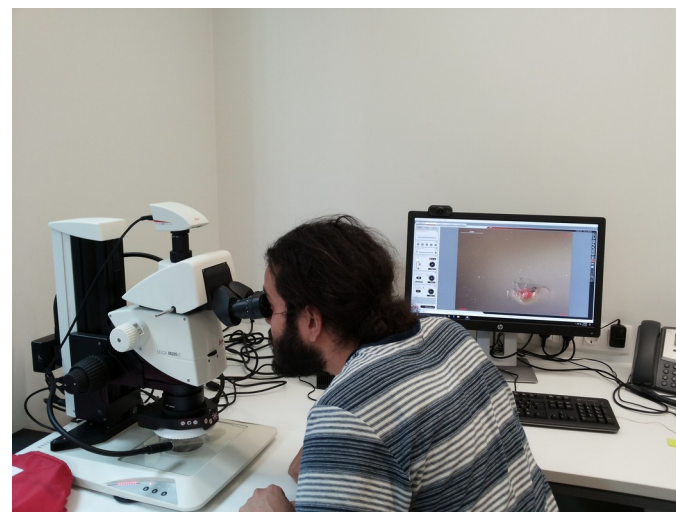




RAHVUSARHIIV

Seisundiuringud.

- Haapsalu Pedagoogilise kooli arhiivkogu seisundiuring Rahvusarhiivis 2017–2018 (385 säilikut Teise maailmasõja järgsest perioodist).
- Aluseks *Arhiivimaterjalide kahjustuste atlases* välja töötatud seisundiuringute metoodika.
- Uuringut aitasid läbi viia analüütilise keemia rahvusvahelisele magistriõppekavale vastu võetud tudengid Tartu Ülikoolist.
- Paberi happelisus jäi pH vahemikku 4,1 – 5,9 ning ligniinisaldusega pabereid esines 44%. Madalat paberi kvaliteeti kinnitasid ka muud näitajad nt kolletumist esines kuni 97% ning rebendeid 34%.



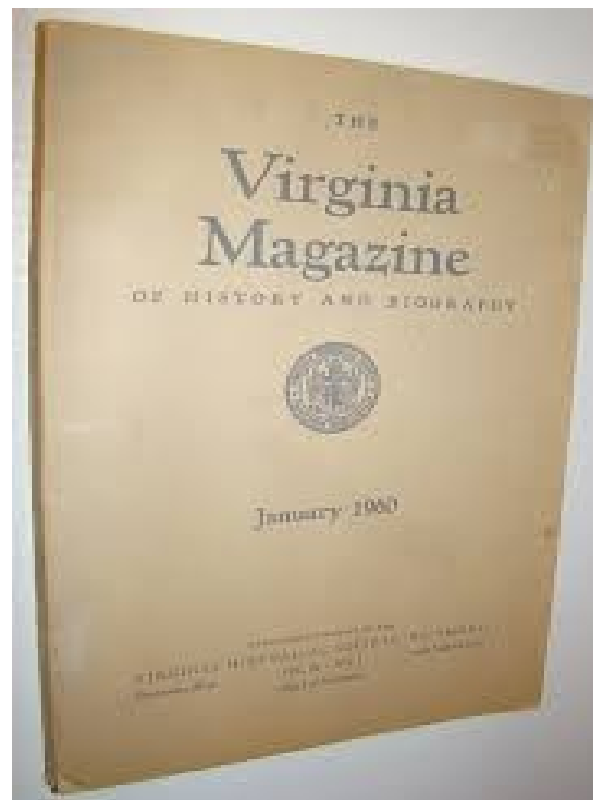


RAHVUSARHIIV

Arhiivipüsivad paberid ja standardid.

- W. J. Barrow initsiatiivil suudeti USA-s hakata tootma arhiivipüsivat paberit. Esimene publikatsioon sellisel paberil ilmus 1960. The Virginia Magazine of History and Biography.
- Esimene standard arhiivipüsivate paberite kohta oli ANSI standard aastal 1984 (ANSI 156 Z39.48-1984)
- ANSI/NISO Z39.48-1992 (R2002), “Permanence of Paper for Publications and Documents in Libraries and Archives”

<https://preservationhistory.wikispaces.com/Brittle+Paper>



wintagemagazines.com



Arhiivipüsivad paberid ja standardid.

- ISO 9706:1994 (EVS-EN ISO 9706 : 2001) Information and documentation – Paper for documents Requirements for permanence (Informatsioon ja dokumentatsioon – Dokumendipaber – Nõuded püsivusele).
 - 1) paberi **pH** külma vee ekstrakti meetodil vahemikus **7,5-10**;
 - 2) **aluselisuse reservi** tagava kaltsiumkarbonaadi (CaCO_3) sisaldus vähemalt **2 %**
 - 3) kergesti **oksüdeeruvate ainete sisaldus** (Kappa number) **väiksem kui 5**
 - 4) paberi **vastupidavus rebimisele** paberi kiudude risti- ja pikisuunas vähemalt **350 mN**

NB! ofset- ja kriidipaber ei ole arhiivipüsivad paberid.



Arhiivipüsivad paberid ja standardid.

- ISO 11108 : 1996 Information and documentation – Archival paper – Requirements for permanence and durability (Informatsioon ja dokumentatsioon – Arhiivipaber – Nõuded püsivusele ja vastupidavusele).
- ISO 9706 nõuetele lisanduvad:
- vastupidavus kasutamisele (määratakse murdetestiga)
- paberi kiuline koostis määratud
(nt puuvill, lina, kanep, pleegitatud keemiline puidumass või eelnimetatute segu)
- ei tohi sisaldada ligniini!



Arhiivipüsivad paberid ja standardid.

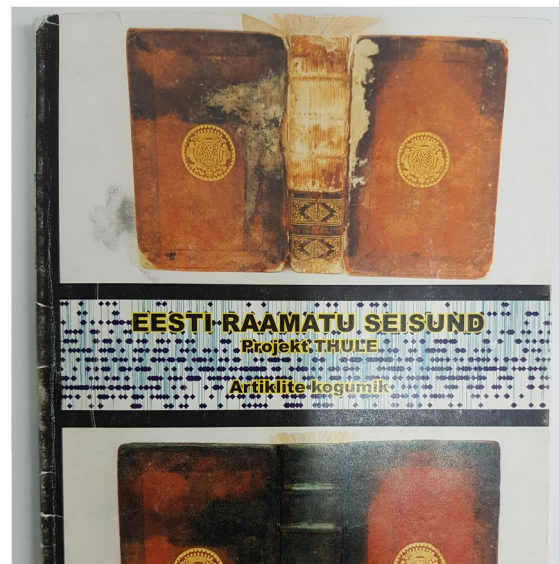
- EVS-ISO 11799:2005. Information and documentation – Document storage requirements for archive and library materials (Informatsioon ja dokumentatsioon – Arhiivi- ja raamatukogumaterjalide hoiunõuded).
- Dokumendiga vahetus kontaktis oleva kaitseümbrise paber peab vastama ISO 9706 nõuetele.
- Kaitseümbris ei tohi sisaldada plastifikaatoreid.
- Kaitseümbris ei tohi eraldada happelisi ühendeid ega muid kahjulikke gaase.



RAHVUSARHIIV

Arhiivipüsivad paberid ja standardid.

- Arhiivipüsivale paberile on mõttekas trükkida meile olulisi väärtuslikke dokumente ja raamatuid. Heaks eeskujuks võib tuua näitena THULE projekti *Kultuuriväärtuste seisund Eesti suuremates raamatukogudes* artiklite kogumiku aastast 2000, mis on trükitud ISO-9706 paberile ja mida tähistab piktogrammna lõpmatuse märk. Tegemist on Rahvusraamatukogu trükisega, mille välja andmist toetasid UNESCO ja Avatud Eesti Fond.



Koostaja Mari Siiner
Keeletoimetaja Inna Saaret
Kujundaja Kadri Possul

Raamat on trükitud paberile, mis on spetsiaalselt töödeldud vananemiskindlaks vastavuses Rootsi Rahvusliku Arhiivi ja ISO 9706 nõuetega.



ISO 9706

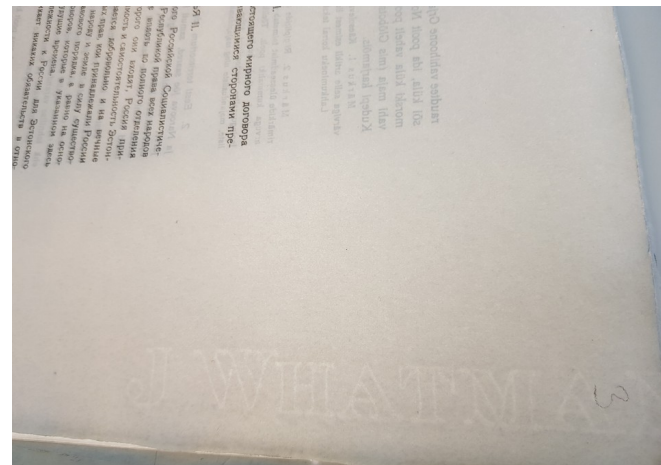
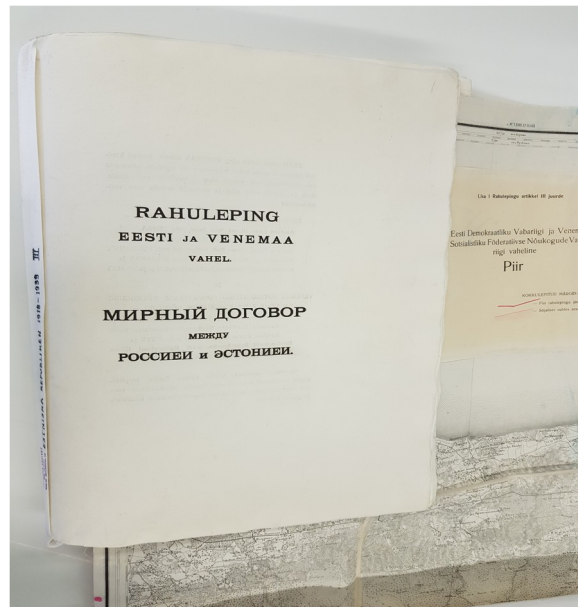


Arhiivipüsivad paberid ja standardid.

- There is nothing which compares to the quality of J Whatman handmade paper. Using linen and/or cotton rag, gelatine sized.

<https://vintagepaper.co/blogs/news/drying-paper-at-whatmans-springfield-mill>

- Just sellisele 1916. a. Inglismaal käsitsi valmistatud paberile on trükitud Tartu rahuleping, mida kinnitavad vastavad vesimärgid.
- Tuleb tunnistada meie esiisade tarkust, et nad valisid suurepärase paberi meile kõige tähtsama dokumendi trükkimiseks!





Kasutatud kirjandus.

- D. Hunter. Papermaking. The History and Technique of an Ancient Craft. New York. 1978.
- A. Tajani. Tracing the History of paper. 2005.
- K. Hõrrak. Vesimärgid kaltsupaberil: narrimütsi sümboolika ja sellega seonduv. Tartu. 2014.
- T. Collins. A New chronology of papermaking technology. Paper conservator, 14.1990.
- E. Valk-Falk. Vesimärk ja pitsatijäljend pütipaberil. Haruldasi vesimärke ja nende sümboolikat. Paberiveskitest Eestimaal. Tallinn. 1996.
- T. Barrett. Early Papermaking methods 1400 – 1800. Paper conservator, 13.1989.
- M. Siiner (toim). Projekt THULE artiklite kogumik. Rahvusraamatukogu. 2000.
- M. Roberts, D. Etherington. Bookbinding and the Conservation of Books: A Dictionary of Descriptive Terminology. United States, Government Printing Office, 1982.
- Projekt THULE aruanne. 2000.