

Eesti Kunstiakadeemia
Restaureerimisteaduskond
Muinsuskaitse ja restareerimise eriala

Õppeaine: **Konserveerimiskeemia**
Õppejõud: Heige Peets
Ennistuskoda Kanut, tel 6 44 25 63, 52 97142
heige.peets@evm.ee

Loeng: **06.09.2005**
Soovitatav kirjandus:
Kurmo Konsa koostatud õppevahend "Arhivaalide säilitamine", Tartu 1998

Teemad: Konserveerimine kui eriala (AIC'i materjalid). Objektiga seotud passiivne ja aktiivne tegevus: ennetav konserveerimine ja konserveerimine-restaureerimine.

Säilitamine ja kogude seisundi analüüs.

Mis on konserveerimiskeemia?

Objekti materjaliõpetus: materjali füüsikalised ja keemilised omadused, tehnoloogia.

Materjalide vananemine ja seda soodustavad tegurid. Materjalisiseseid tegurid: materjalide tehnoloogiline areng. Välised tegurid: keskkonna mõju esemetele (t^0 , RH, valgus).

- Kultuuripärand moodustab olulise osa meid ümbritsevast kultuurist. Terve rea objektidega on inimkonnal erilaadne suhe, mis põhineb kultuurilistel, aga mitte näiteks majanduslikel väärtustel. Sellised objektid kuuluvad kultuuripärandi hulka. Kõige laiemas mõistes moodustavad kultuuripärandi ajaloolise, teadusliku, kunstilise, sotsiaalse, tehnoloogilise väärtusega objektid. Kultuuripärandiga on seotud rida spetsiifilisi tegevusi, mida teostavad erinevad teabeasutused. Kultuuripärandi ja sellega tegelevate teabeasutuste peamiseks ülesandeks on luua ja säilitada kultuurilist identiteeti ja järjepidevust. Olulised aspektid mida tuleks kultuuripärandi haldamisel silmas pidada on kultuuripärandi piiratud hulk, haruldus, uuendamatus ja väärtuslikkus. Kultuuripärandi säilitamine on reguleeritud küllaltki suure hulga riiklike normdokumentidega.
- *American Institute for Conservation of Historic and Artistic Works* (AIC) määratleb konserveerimise kui eriala, mis tegeleb kultuuriväärtuste säilitamisega tuleviku tarbeks ning hõlmab järgmisi tegevusi.
 - **Objektide hindamine**, et teha kindlaks objekti materjalid, valmistamismeetodid, omadused ja lagunemise või kahjustuste põhjused ning ulatus
 - **Objektide teaduslikud analüüsid ja uuringud**, et identifitseerida ajaloolised ja kunstilised meetodid ja materjalid ning hinnata nende kasutatavust objektide konserveerimisel;
 - **Dokumenteerimine**, et fikseerida objekti olukord enne töötlemist, töötlemise ajal ja pärast töötlemist ning kirjeldada töötlemismeetodeid ja materjale;
 - **Ennetavad meetmed**, et viia miinimumini kultuuriväärtuste vananemine ja lagunemine säilimiseks sobiva keskkonna loomise teel;
 - **Töötlemine**, et stabiliseerida objekte / aeglustada nende lagunemist;
 - **Restaureerimine**, et taastada kahjustatud või lagunenu objekt võimalikult algne välimus, või siis välimus mingil kindlal ajahetkel, koos minimaalse esteetilise ja ajaloolise terviklikkuse kaoga.
- **Museaalide säilitamiseks kehtestatud / soovituslikud/ normatiivid**
- **RN, T^0 , saasteained ja valgus**
- **Saastunud keskkond / tööstuse areng ja heitgaasid**
- **Objektide materjalid ja valmistamistehnoloogia areng kui objektide kahjustuse põhjus**

*Museaalid (objektid, esemed) koosnevad tavaliselt tervest reast erinevatest materjalidest nagu paber, nahk, tekstiil, puit metall, liimid, värvained, sünteetilised polümeerid jms.). Kõik need materjalid vananevad lühema või pikema ajavahemiku jooksul. Toimuvad keemilis -füüsikalised protsessid, mis viivad materjalide keemilise koostise muutumisele ja mehhaaniliste omaduste halvenemisele. Materjalide vananemisel kombineeruvad füüsikalised, keemilised ja bioloogilised tegurid. **Vananemisprotsess on pöördumatu, küll võib aga oluliselt muuta selle kiirust.**

Materjalid erinavad üksteisest vananemiskiiruse ning keskkonnatingimuste muutumisele reageerimise poolest, samuti on materjalide koostis heterogeenne ning nende vananemine ei toimu ühtlaselt.

Materjalide vananemise kiirust mõjutavad tegurid võib jagada:

endogeenseteks (materjalisisesteks) ja

eksogeenseteks (välisteks).

Materjalisesed tegurid:

- Materjalide keemilised ja füüsikalised omadused
- Objektide ajalugu (päritolu, hoiutingimused minevikus, katastroofid, restaureerimine)

Välised tegurid:

- keskkonnatingimused
 - õhutemperatuur ja - niiskus
 - valgustingimused
 - saasteaine
 - biokahjustajad
 - loodusõnnetused ,avariid
- inimõjutused
 - hoiustamine
 - esemete kasutamine
 - konserveerimine-restaureerimine
 - vandalism

*Kurmo Konsa, Arhivaalide säilitamine, Tartu 1998

I MATERJALISESED TEGURID

Materjalid on läbi aegade teinud läbi pika **tehnoloogilise arengu** ja seda eelkõige nende *kasutusest* ja *otstarbest* lähtuvalt. Materjale on püütud pidevalt teha paremini käsitletavateks, huvitavamateks ja vastupidavamateks: *tekstiilmaterjalid* kui igapäevases kasutuses olevad esemed- rõivad, samas aga pidulikumad, hinnalisemad ning teatud riistustega seotud esemed,; *nahk* kui tarbeese, kirjutusmaterjal,....; ehted, nipsasjakesed, maalid, mööbel jne

Materjalide tehnoloogiline areng jõuab meieni läbi esemete ja konservator peab oskama iga konkreetse eseme puhul orienteeruda selle *materjali olemuses, valmistamisviisis* ja selleks kasutatud *töö - ja abivahendites, otstarbes jms.*

Inimene tehnoloogiasaastatus..... kultuuripärand.....säilitamine

$RN \%$
 T^0

õhusaasteained
valgus

ennetav konserveerimine
konserveerimine
restaureerimine

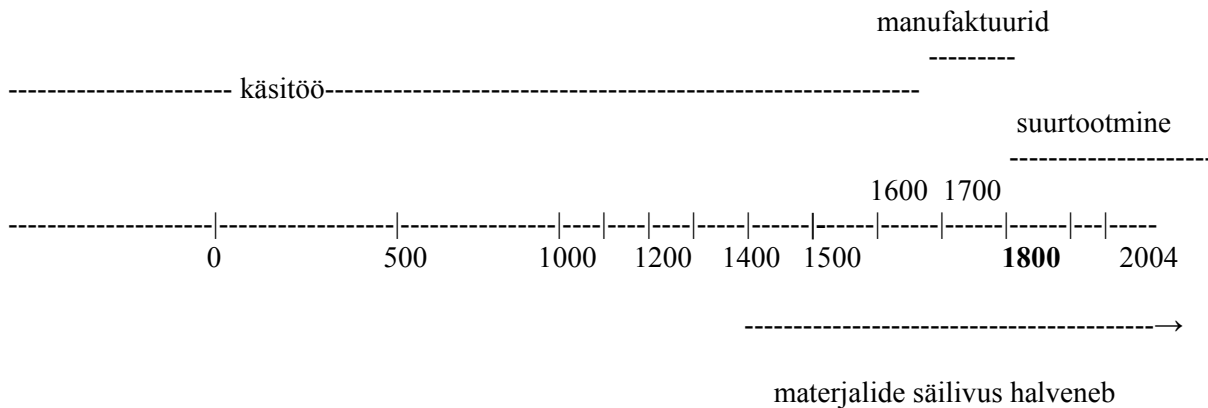
- 1960 "Rooma klubi" hakati rääkima looduskaitseprobleemidest
- 1970 USA-s loodi Keskkonnaministeerium
- 1992 I Riikidevaheline kliimakonverents
 - **restaureerimine muutus iseseisvaks teadusharuks 19.s.lõpul-20.s.alguses**
 - **1960-ndatel alustati USA raamatukogudes säilivate seisundi analüüsiga**
 - **1970.-ndatel aastatel hakati riiklikel tasanditel rääkima säilitamisest.**

Kogude uuringud Eestis:

- **1980** aastate algul alustati Tartu Ülikooli Raamatukogus kogude uuringuga: töötati välja meetodika ja uuriti vanemaid trükiseid (umbes 350 000 raamatut). Esialgsed uuringud avaldas trükis N. Mody
- **1992 - 1993** alustati rahvusvahelisele meetodikale tuginedes kogude uuringuid Tartu Ülikooli Raamatukogus ja Eesti Rahvusraamatukogus
- **1998.a** detsembris käivitus Eestis teadusraamatukogude raamatuvarade säilimise tagamise ühisprojekti THULE esimene alaprojekt enim kahjustatud kogude selgitamiseks "Kultuuriväärtuste seisund Eesti suuremates raamatukogudes".

.....

- Objektide materjalide ja valmistamistehnoloogia areng kui objektide kahjustuse põhjus



- 1800 . a. aurumasin / tekib eeldus masstootmisele

- Tekstiilikiudude ajaloost

Lina peetakse üheks vanemaks kultuurtaimeks maailmas
Umbes **5000 a e.m.a.** / Egiptus
Kiviaeg - Euroopas linaleiud

Lambavill

9000 e.m.a. / leiud Kagu-aasiast
4000 e.m.a. / noorem kiviaeg / Kesk-Euroopa, Kesk-Aasia
3000 e.m.a. / esimesed lambad Briti saartel

Puuvill

5000-3000 e.m.a. / India
2500e.m.a / Egiptus
Euroopas hakatakse puuvilla töötlemata **18. sajandil** (kangastena Inglismaalt. Prantsusmaal keelati siis ära, et kohalik *siidi* ja *lina* manufaktuurid tööta ei jääks).

Siid

2640 e.m.a. / Hiinas

- Paberi tehnoloogiline areng / ja olulisemad muutused kvaliteedis

179-141 a. e.m.a esimesed paberileiud Hiinas

105.a. m.a.j. Hiinas töötati välja paberivalmistamise tehnoloogilised alused

1150.a. Euroopa esimene paberiveski

1450..55.a. trükikunsti algus Euroopas

paberi kvaliteet langeb

1640-80.a holländerid kaltsude peenestamiseks

paberi kvaliteet langeb

1632-38 Eesti esimene paberiveski Tartus

1734 - Räpina paberiveski

1846 paberi tööstuslik tootmine mehhaanilisest puidumassist- *paberi kvaliteet langeb*

1800-1950-ndad kampolliimistus paberi tugevdamiseks *paberi kvaliteet langeb*

1950-ndad hakatakse valmistama spetsiaalpabereid pikaajaliseks säilimiseks (aluselise reserviga).....

- _____ Keemia kui **teaduse** areng hoogustus 19.-20 saj.(nn *alkeemi*aperiood lõppes 17. sajandil).

17. saj. ennustatakse ette võimalust luua **kunstkiude**.

19. saj valmistatakse esimene kunstkiud- nitrotselluloos **1814 - 1846**

1856 sünteesiti esimene orgaaniline aine (aniliin) ja nüüdisajal sünteesitakse enamik orgaanilisi ühendeid laborites.

Sünteesitud (kunst-) materjalid

Plastik on üldtermin, mida kasutatakse sünteetiliste materjalide nimetamiseks. Esemed, mis on valmistatud algmaterjalina plastikut või kummit kasutades võivad olla näiteks raadiod, kellad, sulepead, ehted, erinevad aksessuaarid (kammid, harjad, juuksenõelad jms), peegilaua komplektid, kööginõud, karbid, kohvrid jms. Esemed erinevad teineteisest plastiku tüübi poolest ja neil võivad olla erinevad säilitus- ja hooldamistingimused ja meetodid. Seetõttu on väga tähtis teha vahet tööstuslikult valmistatud eri tüüpi plastikute vahel.

Naturaalsed e looduslikud (traditsioonilised) materjalid: merevaik, sarv, vaha, shellak kummi(kautšuk)

Poolsünteetilised materjalid e keemiliselt modifitseeritud looduslikud materjalid: kõvakummi (*eboniit*, *vulkaniit*), kaseiin (*erinoid*, *galatiit*), nitrotselluloos, atsetaatselluloos jms.

Sünteetilised materjalid:

- varajased sünteetilised materjalid - fenoolformaldehüüd (*bakeliit*), ureaformaldehüüd...
- nn "polü"-ajastu materjalid: polüvinüülkloriid (PVC), polümetüülmetakrülaad (*perspex*), polüamiid (*nailon*), polüester jms.

Kronoloogia

1839 vulkaniseeritud kummi e kõvakummi - *eboniit* (1843 USA, 1861 Inglismaa)

1862 tselluloosnitraat (*parkesiin*)

1869 tselluloosnitraat (*tselluloid*)

1900 kaseiin (*galatiit* e valkplast, *erinoid*)

1909 fenoolformaldehüüd e fenoplastid (*bakeliit*, *kataliin*)

1912 tselluloosatsetaadi baasil fotograafias kasutatav film

1922 tselluloosatsetaat vormitav materjal

1926 karbamiid ja formaldehüüdvaigud

1930 polüvinüülkloriid (PVC)

1931 esimene akrüülvaik

1933 polümetüülmetakrülaad (*pleksiklaas*)

1935 polüstüreen

1936 polüvinüülatsetaat

1938 nailon

1942 polüetüleen, polüester

1943 silikoonid (elastik)

1947 epoksiidid

1954 polüpropüleen

1955 polükarbonaat

1959 polüformaldehüüd

1965 polüsulfoon

1970 polübutüleen tereftalaat / polüesterkiudained

.....teflon jne

II VÄLISED TEGURID

1. Õhutemperatuur

mõisted:

absoluutse temperatuuriskaala (T) alguspunktiks on absoluutne nullpunkt - 273,15⁰ C, mis on madalaimaks võimalikuks temperatuuriks. Mõõdetakse **kelvin**'ites (K)

Celsiuse skaala (t) püsipunktideks on valitud jää sulamistemperatuur (0⁰C) ja vee keemistemperatuur (100 ⁰C).

$T = t + 273,15$

Fahrenheiti skaalas (F) jaotub jää sulamispunkti (32⁰F) ja vee keemispunkti vahemik (212 ⁰ F) 180 kraadiks.

Seos Celsiuse (t) ja Fahrenheiti (F) skaalas:

$$t^{\circ} = (F-32) / 1,8$$

näit: 25°C

$$25^{\circ}\text{C} = (F-32) / 1,8$$

$$25/1 = (F-32)/1,8$$

$$F-32 = 1,8 \times 25$$

$$F = 45 + 32$$

$$F = 77^{\circ}$$

Temperatuuri toime materjalidele

| TAHKE AINE | t° (C, K, F) soojendades |
|---|--|
| molekulid ja aatomid on üksteisega tugevalt seotud seoseenergia | → suureneb aineosakeste soojusliikumise energia ja aine sulab |

VEDELIK

Kristalsetel ainetel on kindel st° , kuid amorfsetel (klaas, vaigud, pigi, osa plastmasse) on t° - vahemik, millal nad muudavad olekut.

Temperatuuril 20°C on enamus materjale oma tavalises agregaatolekus.

Kehade(materjalide) soojendamisel ületab soojusliikumise energia seoseenergia ja toimub **agregaatoleku muutus- tahke** keha sulab ja muutub *vedelikuks*; vedelik aurustub (*gaasiline* olek).

Molekulid ja aatomid hakates kiiremini liikuma, vajavad ka rohkem ruumi ja selle tulemusel **muutuvad objekti mõõtmed**. Jahtumisel omakorda mõõtmed vähenevad. Mõõtmete muutuste tõttu võivad esemetes tekkida **sisepinged**.

2. Õhuniiskus

mõisted:

- Õhus leiduvat veeauru nim. **õhuniiskuseks**
- **Auramise** all mõistetakse vee üleminekut gaasilisesse olekusse , s.o. muutumist veeauruks.
- Veeauru **kondesatsiooniks** nim. veeauru üleminekut vedelasse agregaatolekusse, st. veeks.
- Õhu **absoluutseks** e. tegelikuks niiskuseks nim. 1 m^3 õhu veesisaldust grammides.
- **Küllastav** e. võimalik **niiskus** on antud temperatuuril õhus maksimaalselt sisalduda võiv veeaurukogus.
- Kui lähedal on õhus leiduv veeaur küllastusolekule, seda iseloomustab **relatiivne** e. suhteline **niiskus**, mis võrdub absoluutse ja küllastava niiskuse suhtega (protsentides)

$$\text{Õhu suhteline niiskus} = \frac{\text{Veeauru kogus õhus (g)}}{\text{antud temp. võimalik veeauru kogus õhus}} \times 100 \%$$

- **Kastepunktiks** nim. temperatuuri, mille juures õhus olev veeaur õhku küllastaks st. temperatuuri, mille korral suhteline niiskus on 100 %. Nimetus on tulnud sellest, et kui mingi pinna , näiteks majaseina temperatuur langeb kastepunktini, algab seal veeauru kondenseerumine, mis väljendub kaste tekkimisena.
- **Hügromeetriline diagramm** väljendab seost õhu absoluutse õhuniiskusesisalduse, temperatuuri ja õhu suhtelise niiskuse vahel. Diagrammi kasutades võime leida ühe väärtuse, kui kaks ülejäänut on teada. Peaaegu kõik arhivaalide valmistamiseks kasutatud materjalid muudavad oma niiskusesisaldust vastavalt suhtelise õhuniiskuse muutustele ümbritsevas õhus.
- Kui õhu suhteline niiskus on madal, **liigub vesi materjalist õhku** ning kui suhteline õhuniiskus on kõrge, **liigub vesi õhust materjalisse**. Niiskuse vahetus kestab seni, kuni saabub tasakaal materjali veesisalduse ja õhuniiskuse vahel. Esemeid mõjutab just õhu suhteline, mitte absoluutne niiskus, kuna niiskuse vahetus oleneb materjalis ja õhus leiduva niiskuse vahest, mitte aga õhus leiduvast absoluutsest veeaurukogusest.
- T° tõstes : **RN väheneb**, sest osa niiskusest läheb aurufaasi
- T° langedes : **RN tõuseb**, jahtudes kondenseerub osa niiskusest välja.

Ruumide optimaalne mikrokliima

- Suhteline õhuniiskus vahemikus **30 % - 55 %** tagab materjalide stabiilsuse.
- RN 20- 30 % on alampiir, sest hügrokoopsematele materjalidele on kuivem õhk juba kahjustav
- RN 60% on kõrgem piir, sest niiskemas õhus hakkavad paljunema hallitusseened.
- Kõrgema suhtelise õhuniiskuse puhul tuleb jälgida ka võimalikku veeauru kondenseerumistemperatuuri, et ei toimiks veeauru kondenseerumist esemetele.

3. Valgus

Valguse materjale kahjustav toime avaldub **fotokeemilises** ja **soojuslikus** mõjus.

1. **Soojuskiirguse** suhtes on tundlikud hügrokoopseid (vett imavad) materjalid. Esemed soojenevad tugevasti ja kuivavad, mis toob kaasa elastsuse ja vastupidavuse vähenemise.
2. **Fotokeemiline kahjustus** on nende materjalide keemiline muundumine: materjalid pleegivad või tumenevad; muutuvad rabedaks, lagunevad tükkideks ning võivad lõpuks täielikult hävineda.
Materjalide fotokeemilise lagunemise kiirus sõltub kiirguse lainepikkusest, intensiivsusest, ja kestvusest aga samuti materjali omadustest ja ümbritseva keskkonna temperatuurist ning niiskuse- ja hapnikusisaldusest.

Valguse poolt materjalidele põhjustatud kahjustused on pöördumatud ja nn. ajas kuhjuvad (*kumulatiivsed*). See väljendub selles, et materjalide pikaajaline eksponeerimine madala intensiivsusega valguse käes kutsus esile samasuguseid kahjustusi nagu lühiajaline eksponeerimine kõrgema intensiivsusega valguse käes.

100 lux viie tunni kestel tekitab samasuguseid kahjustusi nagu 50 lux kümne tunni kestel.

Museaalidele on lubatud valgustugevus 50 -150 (250) lux.

Rahvusvaheline Muuseumide Nõukogu (ICOM) soovib eriti valgustundlike materjalide jaoks kindlat valgustushulka aasta jooksul - 145,600 lux-tundi, s.o. eseme valgustamine 50 lux valgustugevusega 8 tundi päevas iga nädal kogu aasta jooksul (s.o. 50 lux x 8 tundi x 7 päeva x 52 nädalat).

Museaalide valgusallikate (päevavalgus, kunstvalgus, fluoressentslamp jne.) kiirgusspektrid võib lainepikkuste järgi jagada :

- UV- kiirgus 300 - 400 nm
- nähtav kiirgus 400 - 760 nm
- IP-kiirgus 760nm.

Valguse toime materjalidele sõltub valguse lainepikkusest. Mida lühema lainepikkusega on valgus, seda suurem on tema energia ja seda kahjustavamalt toimet avaldab ta materjalidele. Fotokeemiliselt on kõige aktiivsemad ultravioletne ning violetne kiirgus (380...420 nm)

Eksponaatidele langeva valgustuse UV-komponent ei tohi ületada normi 20 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ (või 75 $\mu\text{W}/\text{lumen}$).