

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: **22.11.05**

Teema:

Adhesioon. Adhesiivid . Adhesiooni teooriad.

Kasutatud kirjandus: Peep Christjanson. *Adhesioon ja adhesiivid*, TTÜ kirjastus Tallinn 1999

Täiendavaks lugemiseks:

Heiki Timotheus. *Praktiline keemia*, Avita 1999

Renovatum ANNO 2004, Kriste Sibul. *Traditsiooniline ja kaasaegne materjal polükroomsete puitobjektide konserveerimises I osa*, lk 65 - 76 (II osa ilmub Renovatum ANNO 2006)

C.V.Horie. *Materials for Conservation*. Organic consolidants, adhesives and coatings. Butterworth-Heinemann Ltd 1987

Adhesiiv e. **liim** on materjal, mis kantakse **liimitavatele** pindadele ja mis pindade kokkusurumisel ning kõvenedes annab **liimühenduse**.

Liimi põhikomponendiks on **liimaine** (liimvaik). Peale selle sisaldab liim **lahustit**, täiteaineid, plastifikaatoreid, stabilisaatoreid ning teisi aineid. Liimaine on peamiselt kõrgmolekulaarne sünteetiline orgaaniline ühend, harvemini looduslik või anorgaaniline aine, mis **lahustatuna**, **dispergeerituna** või **sulatatuna** annab liimile liimimisvõime.

Pöörduvad liimid kujutavad endast tavaliselt *termoplastse polümeer*'i lahust või emulsiooni mõnes lahustis. Paljud termoplastsed polümeerid lahustuvad hästi orgaanilistes lahustites ja liim **kõveneb** peale lahusti aurumist. Järelikult tuleks valida võimalikult kergesti lenduv lahusti, et liim kõveneks kiiremini. Siin on aga oht, et liimiga kaetud pindadel kuivab liim ära enne, kui need jõutakse ühendada ja kokku suruda. Pealegi peavad lahusti molekulid liimikihist väljumiseks liikuma liimikihi pinna suunas. Kui aga liimikiht liiga kiiresti kuivab (pinnale tekib koorik), jäävad lahusti aurud liimikihti mullidena ja vähendavad liimühenduse tugevust.

Pöörduva liimi kõvenemine on füsikokeemiline protsess, keemilist reaktsiooni siin ei teki. Pöörduvateks võib neid liime nimetada sellepärast, et kui liimühendus puutub kokku sama või samalaadse lahustiga, millega liim valmistati, hakkab ta algul punduma ja siis lahustuma. Liimühendus kaotab oma tugevuse. See on pöörduvate liimide oluline puudus, et nad pole niiskuse ja solventide kindlad. Pöörduvate liimide puuduseks on ruumala kahanemine kõvastumisel, kui lahusti ära aurab, mis võib põhjustada liimikihi pingestumist, pragunemist, liimliite nõrgenemist ja substraadi kahjustunud sisestruktuuri nõrgenemist.

Pöördumatutes liimides kulgevad kõvenemisel keemilised reaktsioonid, mis muudavad põhipolümeeri (*termoreaktiivsed polümeerid*) struktuuri. Lineaarsed molekulid seotakse põiksidemete tekkimise abil võrgutaoliseks struktuuriks, mis on praktiliselt lahustumatu. Pöördumatute liimide eelis pöörduvate ees on selles, et kõvenemisel nende ruumala ei muutu.

Liimaine jaotus **kõvenemise** järgi:

- **lahusti aurumisel** -vee või solvendi migreerumine kuivamise käigus:
looduslikud liimained, lubivärvid, modifitseeritud tselluloosliimid, akrüülliidid jt.

- **tahkestumisel** nn sulamliimid
polüesterliimid (tekstiili, naha ja plastikute lamineerimine), polüamiidliimid (tekstiil, puit), polüesterliimid, polüamiidliimid, polüvinüülatsetaadi baasil EVA -liimid , akrüülliidid jt.

- **keemilise reaktsiooni tulemusel :**

fenooliimid (puitlaastplaadid), karbamiidliimid (puit, vineer), melamiinliimid (puit , paberplast), resoollimid (veekindel vineer), epoksiidliimid (klaas, metall, betoon, keraamika, plastid), polüuretaanliimid (vaipade liimikihid, tekstiilide lamineerimine, mittekootud materjalid; jalatsitööstus, plastid jms), akrüüllimid jt.

- liimid, mis kõvenevad õhus või materjalides oleva **niiskuse toimel** tsüanoakrülaatlimid (kiire kõvenemise tõttu saab liimida vaid detaile) jt.

Adhesioon on *molekulaarjõudude* põhjustatud **seos eri faaside või kehade** kokkupuutepindade vahel (*adhaesio*-külgejäämine).

Molekulaarjõud - keemilised (primaarsed) ja füüsikalised (sekundaarsed). Adhesiooni korral tulevad arvesse eelkõige sekundaarsed jõud (H-sidemed, Van der Waalsi jõud, dipoolsed jõud).

Molekulaarjõud pindade vahel on otseselt seostatavad termodünaamilise suurusega- **pinnaenergiaga**. Pinnaenergia füüsikaliseks olemuseks on, et molekulide olukord aine sees ja pinnal on erinev. Pinnajõud tekivad molekulide vahel molekulidevaheliste jõudude tasakaalustamatuse tõttu pinnakihis.

Adhesiooni tõttu klaas märgub, grafiit jääb kirjutamisel paberi külge, tolm kinnitub esemele jne.

Tahkete kehade vaheline adhesioon on tavaliselt nõrk. Tugev adhesioon tekib kahe vedeliku kokkupuutepinnal (vesi:õli) ning tahke keha ja seda märgava vedeliku vahel (kaks märga klaasi kleepuvad väga tugevalt teineteise külge).

Adhesiooni mõõduks on pindade lahtirebimiseks kuluv töö kokkupuutepinna pindalaühiku kohta -so **adhesiivne purunemine** e *praktiline adhesioon*, mis väheneb liimliites tekkivate sisepingete tõttu. Sisepinged tekivad liimikile kontraktsiooni tõttu kõvenemisel ning liimi ja substraadi füüsikaliste omaduste erinevustest.

Kohesioon (*cohaesus*- seotud) on molekulaarjõudude **seos ühe ja sama aine** molekulide vahel. Sellise seose purunemine liimikihis või liimitavas materjalis on **kohesiivne purunemine** e. *füüsikaline adhesioon*.

Joonis : liimliite adhesiivne ja kohesiivne purunemine.

Hea adhesiooni tagamiseks on oluline

- **substraadi ja liimi sobivus**
- **substraadi hea märgumine**

Adhesiooni teooriad

Adhesioon on äärmiselt keerukas nähtus ja tänapäeval pole täit selgust adhesiooni kui füüsikalise nähtuse, adhesiivi ja substraadi füüsikaliste omaduste ja praktilise adhesiooni vahel. Seepärast on koostatud rohkesti teoreetilisi mudeleid, mis ei välista üksteist. Fundamentaalseks küsimuseks on ja jääb *füüsikalise* ja *praktilise* adhesiooni omavaheline seos.

Elektrilise teooria aluseks on aatomite erinev elektronegatiivsus. Kokkupuutes olevate pindade vahel toimub elektronide ülekanne ühelt materjalilt teisele ja tekivad elektrostaatilised jõud. Moodustub nn

elektriline kaksikkiht. Teooria on hästi seostatava ka adsorptsiooniteooriaga, kus adhesioonitöö polaarsetes komponendis mängivad ilmselt osa ka elektrostaatilised jõud.

Difusiooniteooria eelduseks on, et liim ja substraat lahustuvad ja nende pindade vahel tekib difusiooni teel kiht, kus ühe materjali omadused lähevad üle teise materjali omadusteks.

Difusioon on aineosakeste liikumisest tingitud protsess, mis on suunatud komponentide kontsentratsioonide ühtlustamisele.

Difusioon toimub praktiliselt ainult olukorras, kus nii liim kui ka substraat on termoplastsed polümeerid. Selleks, et tekiks difusiooni tingimused, sulatatakse materjal pinda või töödeldakse lahustiga. Paljude termoplastide liimimisel lahustub liimitav pind osaliselt liimis, nii et kaob ära terav vahe liimitava pinna ja liimikihi vahel ja see on liimliite tugevuse saavutamiseks eriti kasulik. Kuid liimi lahusti ei tohiks termoplasti pinda liigselt lahustada, muidu võib liimitav eseme deformeeruda.

Hea adhesiooni tingimuseks difusiooniteooria järgi on, et liimi ja substraadi lahustuvusparameetrid oleksid võrdsed.

Paremat adhesiooni annavad mittepolaarsed ja polaarset materjalid omavahel.

Kasutatakse ka nn materjali liimimist materjali (polümeeri) endaga (autogeenne liimimine). Üks tuntumaid on *PS-liim*, mis on polüstüroolilahus toluenis ja mida kasutatakse polüstürooli liimimiseks. Pleksiklaasi e orgaanilise klaasi liimimiseks kasutatakse samuti nende koostisse kuuluvaid polümeeride lahuseid (polümetüülakrülaati, polümetüülmetakrülaati) ja lahustiks on atsetoon, etüületanaat või 1,2-dikloroetaan. *Kummiliimid* on aga mitmesuguste kautšukite lahused benseenis, toluenis vm. *Konserveerimises* kasutatakse sulamliimid - akrülaadid sh. BEVA 371.

Mehhaaniline teooria selgitab, miks kare või konarlik pind parandab adhesiooni.

Absoluutselt siledaid pindu ei ole, siledal pinnal on konarused lihtsalt palju väiksemad kui karedal. Muude võrdsete tingimuste puhul on kare pind liimimiseks sageli parem kui sile pind. Eriti head on liimimiseks *poorsed materjalid* - puit, paber, papp, keraamika jms. Konarlik pind annab võimaluse täita liimil konarused. Tekib liimi puhtmehhaaniline kiilumiseefekt substraadi pooridesse ehk nii on suurenenud materjalidevahelise mõju pindala. Sobiva struktuuriga kare pind võib praktilise adhesiooni kasvatada mitmekordseks.

Mehhaaniline kontakt pindade vahel on parem kui liimaine märgab substraati hästi. Kuna liimid on enamasti võrdlemisi paksud (viskoossed), ei pea liimitava materjali poorid olema väga sügavad, sest nagnunii ei jõua liim poori põhjani valguda.

Poorsete materjalide liimimisel tuleb jälgida, et poorid ei oleks täis mõnda adsorbeerunud vedelikku, kõige sagedamini vett, mis takistab liimi imbumist pooridesse.

Parema kontakti saamiseks tuleb liimitavad pinnad puhastada tolmust ja abrasiivsetest lisanditest ning kindlasti kuivatada pinnal olevast veest (ruumi kõrge RH%).

Konserveerimises on originaalkattega pindade karestamine praktiliselt võimatu (lubamatu). Liimaine paremaks pinda imbumiseks lisatakse liimidele pindaktiivseid aineid, mis aitavad liimil kergemini pinda valguda või töödeldakse originaali lahustiga (tavaliselt etanool), mis "avab" pinna liimainele.

Adsorptsiooniteooria e märgumise teooria, sest siin on adhesiooni tekkimise eelduseks pinna spontaanne märgumine. Märgumine väldib tühikute (mullide) teket ja suuri pingete kontsentratsioone nende äärtel ja otstel. Sealt arenevad tavaliselt praod ja materjal puruneb väiksema tugevuse tõttu. Hea adhesiooni saavutamiseks tuleb ilmtingimata tagada tihe kokkupuude liimi ja substraadi vahel. Märgumise põhjal eristatakse kahte liiki aineid: hüdrofiilsed (veesõbralikud) ja hüdrofoobsed (veekartlikud).

Hüdrofiilseid materjale märgab vesi hästi. Sellised on paljud anorgaanilised ained (*metallid, klaas ja teised silikaadid*), tselluloosirikad materjalid (*puit, puuvill*) ja valgulised materjalid (*nahk*). Need materjalid on kas ioonilise struktuuriga või sisaldavad palju polaarset hüdroksüül-, amino- ja karboksüühmi.

Hüdrofoobsete ainete struktuuris on põhiliselt süsivesinikahelad. Nende hulka kuulub enamus sünteetilisi polümeere (*polüetüleen, poliüvinüülkloriid*). On ka aineid, mida nende suure hüdrofoobsuse tõttu on raske liimida, kuna nad ei märgu hästi ka orgaaniliste lahustitega. Selline aine on näiteks *teflon*,

osaliselt ka *polüvinüülkloriid ja polüetüleen*. Nende materjalide liimimisel tuleb kasutada pinna keemilist töötlust või sulatamist.

Joonis. pindade (erinev) märgumine epoksiidliimiga
 γ - substraadi kriitiline pinnaenergia

Adhesiooni seostatakse järjest rohkem doonoraktseptorlike* mõjudega. Siit veel üks **hea adhesiooni** tingimus: sõltuvalt substraadi happelisusest või aluselisusest tuleb valida vastupidise reaktsiooniga liim.

* Klassikalise kovalentse sideme moodustamisest võtavad aatomid osa ühesuguse arvu elektronidega.

Kui ühistatud elektronid on pärit ühelt aatomilt, siis nimetatakse sidet **koordinatiivseks**. Sidet nimetatakse ka **doonoraktseptorlikuks**, kuna sideme moodustamisel muutub üks aatom elektronidoonoriks, teine elektroniaktseptoriks. Koordinatiivne side on alati polaarne ja teatud määral ka elektrostaatiline.

Viimasel ajal on adhesiooni juures hakatud suuremat tähtsust omistama doonor-aktseptorliku olemusega jõududele eriti kahes alaliigis.

- **Happe-aluse mõjud**. Lewise hapete ja aluste teooria järgi on happed ained, millel on elektronide defitsiit ja alused ained, millel on vaba elektronipaar. Nende vahel tekivad doonoraktseptorliku olemusega mõjud.

- **Vesinikside** tekib tugevalt elektronegatiivsete elementidega seotud positiivse osalaenguga H-aatomi ja vaba elektronipaariga aatomi vahel. Tekkiv side on koordinatiivne, osaliselt ka elektrostaatiline.

Keemilise sideme teooria.

Kuna ka siin on vajalik märgumine ja adsorptsioon, siis vahetegemine adsorptsiooniteooriaga on raske. Pealegi on molekulaarjõudude jaotumine ainult füüsikalisteks või keemilisteks jõududeks tänapäeval ähmastunud.

Ioonsete sidemete tekkimise võimalused materjalide liimliite kontaktpinnal on suhteliselt väikesed.

Klassikaliseks näiteks on metalli (ka klaasi) liimimine karboksüülrühmi sisaldavate liimidega (R-COO⁻ Me⁺), millega kaasneb nõrkade (+ -) pinnakihtide teke.

Orgaaniliste substraatide puhul tekivad enamasti *kovalentsed sidemed*.

Kovalentse sideme tekkimisel (~50...150 kcal/mool) tõuseb **adhesiooni energia** oluliselt ja tundub, et keemilised sidemed on obligatoorsed tugevate liimliidete saamiseks. Teoreetilised arvutused näitavad, et ka ainult *dispersioonijõududel* töötavad liimliited on võimelised andma tugevaid liimliiteid.

Kovalentsete sidemete kasulikkus* ilmneb liimliite vananemisel. Nad moodustavad barjääri vee toime vastu. Vesi peab hüdrolüüsima kõigepealt keemilised sidemed.

*konserveerimise juures vanade liimide lahustamisel on see siiski ebameeldiv ja tööd raskendav nähtus.

Liimide valik.

Täiesti *universaalseid* liime ei ole, kasvõi juba sellepärast, et kord on vaja saada elastset teinekord jäika ühendust. Tuleb lähtuda kahest asjaolust:

- milliseid materjale on vaja üksteisega ühendada
- millistes tingimustes peab liimühendus hiljem olema (temp, lahustid, mehhaanilised mõjud jms).

Paljusid igapäevases elus kasutatavaid liime nimetatakse *universaalseteks*- see pole täiesti õige aga ka mitte päris vale. Liimid liimivad loetletud (tootepakendil märgitu) materjale küll, aga meid ei pruugi rahuldada ühenduse tugevus. See ei tähenda, et liim on kehv - see on lihtsalt sobimatu.

Näiteks : PVA omab head adhesiooni erinevate pindade suhtes ja see võimaldab liimi laia kasutust: kasutatakse liimina, aga ka värvide sideainena, kruntides jms. PVA (vesi-emulsioonliimi) kasutatakse puidu, papi ja tekstiilide liimimisel laiatarbekeemia tootena, kuid liim ei sobi portselanesemete liimimiseks - nakkub küll hästi ja on tugev, kuid pehmeneb vee toimel -ei sobi kasutuses olevate portselanesemete parandamiseks. Konserveerimises on seda liimi kasutatud puitdetailide ühendamisel, nahk ja paberobjektide korral- kuid vesilahusena jätab ta plekke ja tema kasutus on seetõttu piiratud. Pärgamentürikutes, mida on liimitud plastifitseeritud PVA-ga, on liimaine tunginud läbi pärgamendi ja jätnud ebameeldivaid plekke. Liigselt paksud PVA-liimikihid tungivad ühenduskohtade äärtest välja ja tekitavad ebameeldivaid plekke, mis tumenevad ja määrduvad sidudes tolmu. Liimi õige valik on eriti tähtis poorsete materjalide korral, sest kord juba liimi kasutanud, oleme pinnas olevad pooride sellega täitnud ja seda täielikult eemaldada pole võimalik ning hiljem õige liimi kasutamisel jääb vajalik liimühendus nõrgaks.

Spetsiaalliimid

- kõige tuntumad neist on mittekõvastuvad liimid, mis säilitavad oma poolvedela oleku ja kleepuvuse pikema aja jooksul. Selliste liimide abil valmistatakse silte, kleeplinte, plaastreid, kahjurite liimpüüniseid, kärbseparabereid jms.

Need on põhimõtteliselt samasugused kui pöörduvad liimid, aga lahustina kasutatakse mittelenduvat mineraalõli. Liimi põhipolümeer on madala M-ga ja hästi plastiline (näit. *polüisobutüleen*). Nad peavad olema suure viskoossusega, et nad objektilt "maha ei valguku" ning ei tohi valguse ja O₂ toimel edasi polümeriseeruda.

- meditsiinis kasutatavad kudede liimimiseks mõeldud liimained- mittemürgised, peavad nakkuma hästi elavate kudedega ja hiljem ajajooksul organismi imenduma - *polütsüaanakrülaat*, mis polümeriseerub niiskuse mõjul.

- mõned kiiresti kõvenevad liimid - ("Makroflex") - liim on küllastatud rõhu all gaasiga ja kõvenemise käigus gaas eraldub ja liimikiht saadakse vahtplastitaoline - täitemassina kasutatav, mehhaaniline tugevus pole siin tähtis

Liimidega on väga lähedases suguluses ka **kitid**. Kittide abil ühendatakse ebakorrapäraste liitepindadega detaile või täidetakse auke. Kitid valmistatakse liimidest, millelele lisatakse juurde pulbrilisi või kiulisi täiteaineid, et muuta neid paksemaks ja tugevamaks (analoogne betooni valmistamisega tsemendimördist ja kruusast). Kui liim on juba enne kõvenemist küllalt paks, näiteks EPO-liim, võib seda kohe kitina kasutada (kiulise materjali lisamine tõstab veelgi tugevust).

Pahtlid on umbes samasuguse koostisega kui kitid, kuid nende abil tasandatakse pinda enne värvimist, seepärast kuuluvad need rohkem pinnakatete hulka.

Vead liimimisel.

- liiga paksu liimikihi kasutamine, optimaalne oleks liimikihi paksus 0,1...0,3 mm, uurimused on näidanud, et hea liimühendus tekib ka 0,001 mm korral, aga see on tehnilistel põhjustel mitte alati teostatav. (! BEVA liimkihed konserveerimises- väldime liiga paksu liimikihi viimist liimliitesse ja kontakti max tekke tagab vaakumlaud, ühtlane tõmme ja kerge soojendus). Paks liimikiht võib kuivades praguneda.

- soovitatav on katta liimiga mõlemad liimitavad pinnad
- pöörduva liimiga kaetud pindu tuleks lasta enne kokkupanemist veidi õhu käes seista (see aeg on tavaliselt tuubile märgitud)
- suur osa nõrku liimühendusi on tingitud sellest, et liimitav pind on rasvane, niiske või tolmuine.
- jms

Liimi vananemine

Liimikihi lõplik struktuur sõltub oluliselt polümeeri molekulide ümberkorraldumisest liimikile moodustumise ajal. Kuivamisel lahusti (vesi, org. lahustid) aurub, liim tahkub ja polümeer muutub klaasjaks. Liimi kuivamisel väheneb molekulide liikuvus, tekivad molekulidevahelised sidemed ning sellega tõuseb polümeeri kristallilisus. Mida suurem on liimikihi kristallilisus, seda läikivam, tugevam ning hapram see on.

Üleminekud viskoosse ja klaasja oleku vahel sõltuvad liimisordist, polümeeri hüdrolüüsiastmest, kuivamise kiirusest, keskkonna temperatuurist ja niiskusesisaldusest, liimikihi alusmaterjalist ning täiteainete hulgast liimis. Kips ning teised täiteained toimivad tsementeerivalt, takistades liimi kokkutõmbumist ja paisumist ning vähendavad vee adsorbeerimise võimet.

Pöörduvad liimid (näit. loomsed liimid) on veetundlikud ja hakkavad niiskuse toimele porsuma (põhjustades liimliite ruumala suurenemise), mis hiljem asendub molekulide ümberpaiknemise tõttu kokkutõmbumisega (liimliite ruumala vähenemine)- põhjustades liimikihis ja hiljem ka substraadis pingeid ja lõhenemisi.

Liimikihi vananemine sõltub suurel määral keskkonnatingimustest: hüdrolüüsil aluste ja hapete toimele ning oksüdatsioonil valguse, õhuhapniku ja saasteainete tõttu katkevad liimaine keemilised sidemed ja muutuvad liimikihi mehhaanilised ja optilised omadused.

Laiatarbetoodete info: (liimid ja värvide sideained)

www.eniro.ee/liimid

www.loctite.ee

www.meritreid.ee

www.kiilto.ee

www.hansapakend.ee

www.varvikeskus.ee

www.vivacolor.ee

Kokkuvõtteks:

Konserveerimises kasutatakse liimaineid detailide **liitmiseks**, pehastunud struktuuride **tugevdamiseks** ja pinna(värvi-) kihtide **kinnitamiseks** (fikseerimiseks) ning eelistatakse liime:

- mis kõvenevad *lahusti aurumisel*: naha- ja kalaliim, zelatiin, kaseiin, tärklis(ed), gummiaraabik, tselluloosiderivaadid (paber, nahk jms. Klucel G, MC jms), PVA-emulsioonid (puit, paber, tekstiil, maalide dubleerimisel jms), PVAL- vesiemulsioonid (Mowiol, Gelvatol, Rhodoviol - kasutatakse seinamaalide konserveerimisel) jms. Hea liimliite saavutamiseks tuleb **objekt asetada kerge pressi alla** kuni lahusti on aurunud.

- mis kõvenevad *tahkumisel* ja mille T_g on toatemperatuurile lähedane. *Paraloid B-72* ($T_g + 40^\circ\text{C}$, klaas, keraamika, metall, värvikihid jms.), *Lascaux 360 HV* ($T_g + 28^\circ\text{C}$, tekstiilide dubleerimisel), *Plextol M 630* ($T_g + 53^\circ\text{C}$, paber, tekstiil, pärgament, valmistatakse paikamiseks *membraane*), *Acronal 300 D* ($T_g + 26^\circ\text{C}$, veetundlikud pinnad; sobib kriidikruntide puhul), Aquazol ($T_g + 55^\circ\text{C}$, värvikihid sh klaasil) Liimimiseks on vajalik liimainega töödeldud pindu **soojendada** soojaspaatliga (läbi *Melinex* kile), tööpiirkond jääb vastava liimaine klaasisiirdetemperatuuri (T_g) vahemikku. Liimikihti saab aktiveerida ka **sobilikku lahustit** kasutades.

- vältimaks liimaine liiga pakse kihte liimliites ja valgumist originaalmaterjali sisse kasutatakse dubleerimisel (toestamisel) liimainega kaetud **membraane** (liimainega kaetud paber, loorpaber, tekstiil või pärgament, saab valmistada ise ja on tooted - BEVA 371 kiled, Filmoplast® kiled jms.), mis tagab liimliite kontaktpindadel ja on piisav kahemõõtmeliste objektide toestamiseks (maalid, maakaartid, lipud jms). Töös kasutatakse soojendusplaadiga vaakum-dubleerimislauda.

- aeg-ajalt on vajadus kasutada **ajutist** tugevdus- ja immutusvahendit, mis peab olema hea

kilemoodustaja, vees mittelahustuv, mittetoksiline ja kergesti pööratav (peab hiljem süsteemist väljuma)

- rabedate ja kahjustunud pindadega objektide (maalid, polükroomsed skulptuurid, arheoloogilised esemed jms) transpordiks
- seinamaalingute fikseerimisel enne pinnapuhastust
- veetundlike värvide ja tintidega objektide pesemine jms.

üks võimalus on kasutada *tsükloodekaani* ($\text{C}_{12}\text{H}_{24}$):valge vahatekstuuriga keemiliselt inertne materjal, mis lahustub org. lahustites aga vees mitte. Süsteemist ei ole vaja teda eraldi töötluste (lahustamise) teel eemalda, sest ta on nn "lenduv sideaine" ja eraldub õhuga kokkupuutel sublimeerumise teel.

Sublimeerumine- üleminek gaasifaasi otse tahkest olekust, jättes moodustumata vedeliku faasi.

Tutvumiseks:

Beva 371 / kile ja liim

kokkuvõtte tootekataloogist **firma Kremer Pigmente**, www.kremer-pigmente.de

Toode: Beva 371 liim

Kaubandusliku toote kontsentratsioon : 40%- line polümeeri lahus toluenis; värvitu viskoosne mass (ei voola), originaalpakend - 1 liiter polümeeri.

- Liimi valmistamine

Beva 371 kogusele - **1 liiter**- lisada 1/8 osa (**125 ml**) aromaatsset süsivesinikku (tolueen) või ksüleeni/ või **mõlema lahusti segu***, väikeste osade kaupa. Purk kinni katta, kuid mitte sulgeda ja vesivannil soojendada kuni segu on vedel ja läbipaistev. Moodustub ~37%-line voolav viskoosne lahus.

Sellises konsistentsis on segu valmis kasutamiseks liimina vana lõuendi ja uue dubleerimismaterjali fikseerimisel (täpsem kasutus vt tootekataloogist)

Lahjemate lahuste valmistamine: konserveerimises kasutatakse pinnakihtide **kinnitamiseks** ~ 8-10%-list lahust; 1 osa liimimassi : 3 osa tolueni

10 g liimi + 30 g tolueni

pind töödelda lahusega ja fikseerida kuumaspaatliga läbi Melinex'i temp-l 65⁰C.

**Kommentaar: Ksüleen on lisatud kui kuivamisprotsessi aeglustaja, sest ksüleeni aururõhk on 10, toluenil aga 22 ja mida madalam on aururõhk, seda aeglasemalt lahusti lendub ja liimikiht kuivab ning töötlemise aeg on seetõttu pikem.*

Toode : Beva kile

õhuke 25 µm

paks 65 µm

Õhukest kilet kasutatakse spetsiaalselt just õhukeste liimikihtide moodustamiseks, näiteks pabermaterjalidest kollaazide kokkupanekul ja liimimisel ning tekstiil-ja pabermaterjalidest kunstiteoste konserveerimisel.

- Beva 371 õhuke kile on lahustivaba ja ei tekita kasutamisel mingeid kahjulikke aure.
- Läbipaistev alus võimaldab detaile täpselt lõigata ja peale kanda, mis on eriti oluline kollaazide ja rabedate materjalide fikseerimisel
- Beva 371 kile ei kleepu - kontakteeru liimitava pinnaga enne soojendamist või lahustiga aktiveerimist. See võimaldab lahtiste ja rabedate (pehkinud) osade täpset fikseerimist enne liimimist. Liimaine aktiveeritakse temperatuuril **65⁰C** e 150⁰F.
- Beva 371 kilet kasutatakse nii tekstiili kui paberi konserveerimises. Kuna see pole vedel (sula) saab seda kasutada ka lokaalselt ja kui on vaja paksemat aplikatsiooni võib kasutada kahte õhukest või ühte paksemast kilest kihti.
- Beva 371 kilet saab vajadusel eemaldada heksoani või atsetooniga , eeldades et need lahustid ei kahjusta originaali (testid!). Need lahustid ei lahusta liimainet vaid porsutavad selle üles. Töötlusel tuleb olla ettevaatlik, et lahustit siduv liimikiht ei määrduks (pehmenenud polümeerikiht seob kergesti tolmu).