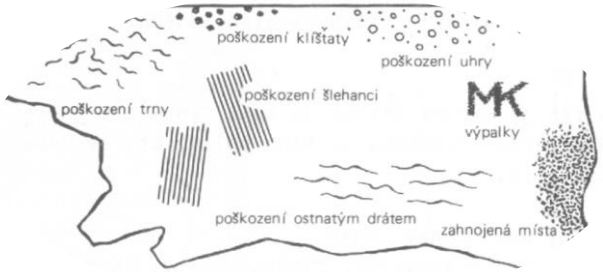
UNIVERZITA PARDUBICE
FAKULTA RESTAUROVÁNÍ

Nové udržitelné postupy v restaurování a konzervování papírových artefaktů

Distanční opora

Poškození pergamenu - degradace



Vnitřní faktory

???

vnější faktory

Příčiny poškození usně a pergamenu

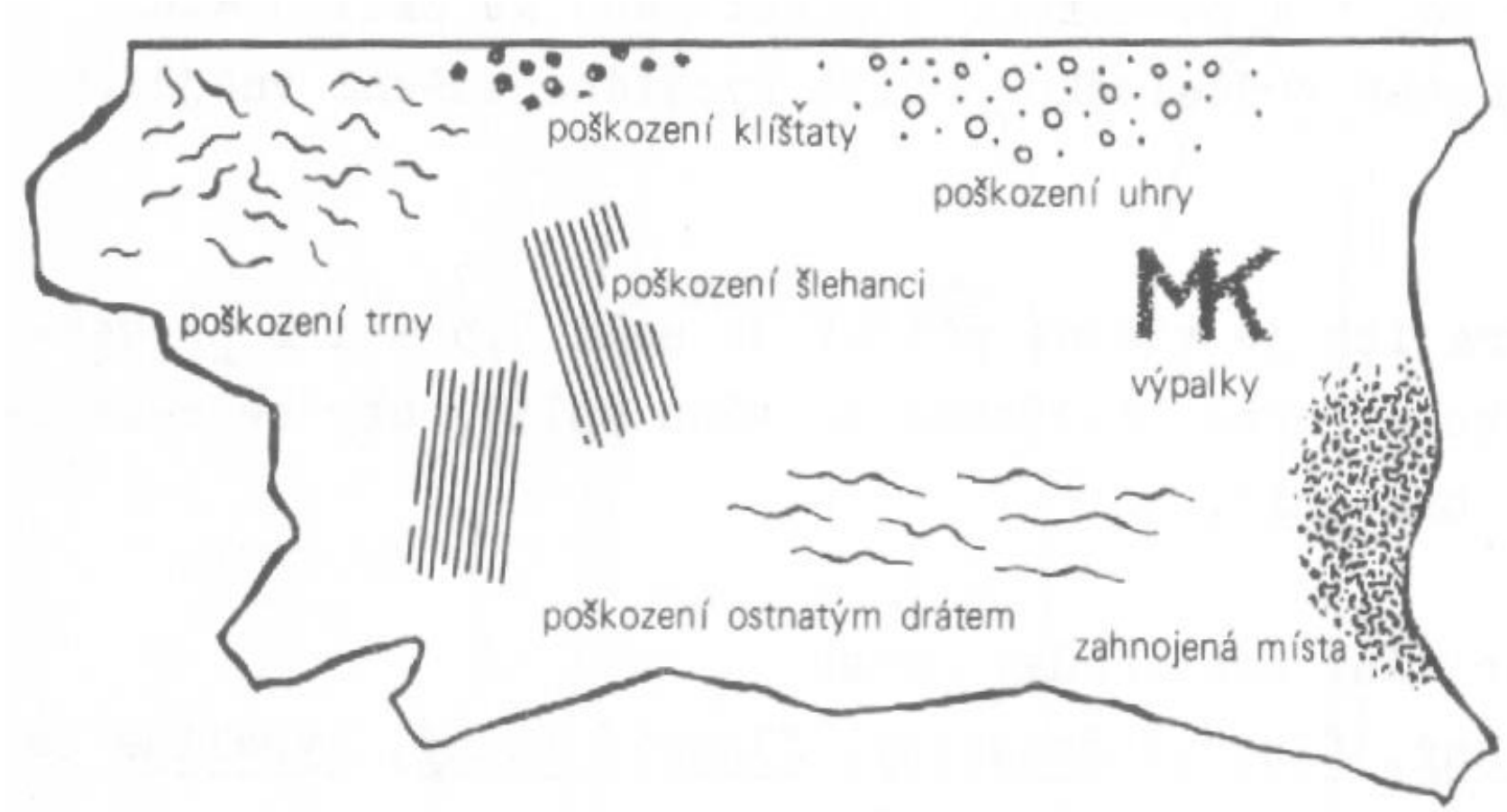
- degradace (poškození) je proces, který způsobuje fyzické znehodnocování materiálu
- na degradaci má vliv mnoho různých faktorů
- degradační faktory dělíme

1. **Vnitřní** –> vyplývají z chemického složení, struktury, způsobu výroby, činění, mazání apod.
2. **Vnější** – ty dále dělíme
   a. fyzikální a chemické –> světlo, kyslík, teplota, vlhkost, znečištění ovzduší atd.
   b. biologické a mikrobiologické
   c. mechanické

- degradace se projevuje ztrátou vlastností usně
  → vysycháním tvrdnou, ztrácí pružnost, dochází k rozměrovým změnám a vnitřní napětí v usni vede ke snadnějšímu mechanickému poškození a k prasklinkám
  → teplé a vlhké prostředí způsobuje, že kolagenní materiál může zželatinovat
  → vlhké prostředí u třísločiněných usní může způsobit jejich tmavnutí –> vysvětluje se to tím, že dochází k migraci zdegradované třísloviny k povrchu
  → snížení pevnosti usně –> degradace řetězce kolagenu
  → snížení teploty smrštění usně

vnitřní faktory degradace

= faktory, které jsou s kůží spojeny primárně (tj. poškození, které vzniklo už za života zvířete nebo při získávání surové kůže po jeho zabití)



- **degradace pergamenu**
  - → u pergamene také může docházet k oxidaci a hydrolýze
  - → jsou odolnější vůči degradaci –> obsahují velké množství alkálií, které tvoří **alkalickou rezervu**, která chrání bílkovinnou strukturu pergamenu před **kyselou hydrolýzou**
    - kyseliny reagují v první řadě s vápennými složkami pergamenu, např. s plnivem (křída), za vzniku neškodného síranu vápenatého –> H_2SO_4 reaguje se zásaditou rezervou za vzniku šedých částeček $CaSO_4$ (= síran vápenatý) a až po vyčerpání alkalické rezervy dochází k rozpadu kolagenových vláken
    - není to běžné, ale jsou známy případy, kdy došlo ke kyselému poškození pergamene vlivem inkoustu, které vedly až k vypadávání písma
  - → rychlost **oxidace** kolagenu pergamenu je za normálních podmínek malá
  - → pro pergamen je nebezpečná dlouhodobě **vyšší RV** prostředí nad 70 % (20 °C) –> mikrobiální napadení, kyselá hydrolýza
  - → přímý styk s **teplou vodou** –> může vést k překročení teploty smrštění, a tím dojít ke smrštění, zželatinování a transparenci = toto poškození je velmi často **nevratné**
  - → **přesušení** materiálu –> zvýšení tvrdosti, křehkosti vlivem dehydratace kolagenu = do značné míry reverzibilní
    - např. Svitky od Mrtvého moře přežily v extrémně suchém prostředí přes 2000 let
  - → **kolísání RV** –> poškození barevné vrstvy
  - → **fotolýza kolagenu** a vliv světla na doprovodné materiály (vosk, textilie, barevnou vrstvu) –> dochází k síťování a následnému štěpení molekul kolagenu vlivem expozice světlem, ke které dochází při výstavách, fotografování nebo působením UV atd.
  - → mechanické poškození, špína, prach, napadení hlodavci a hmyzem

Druhy pergamenu

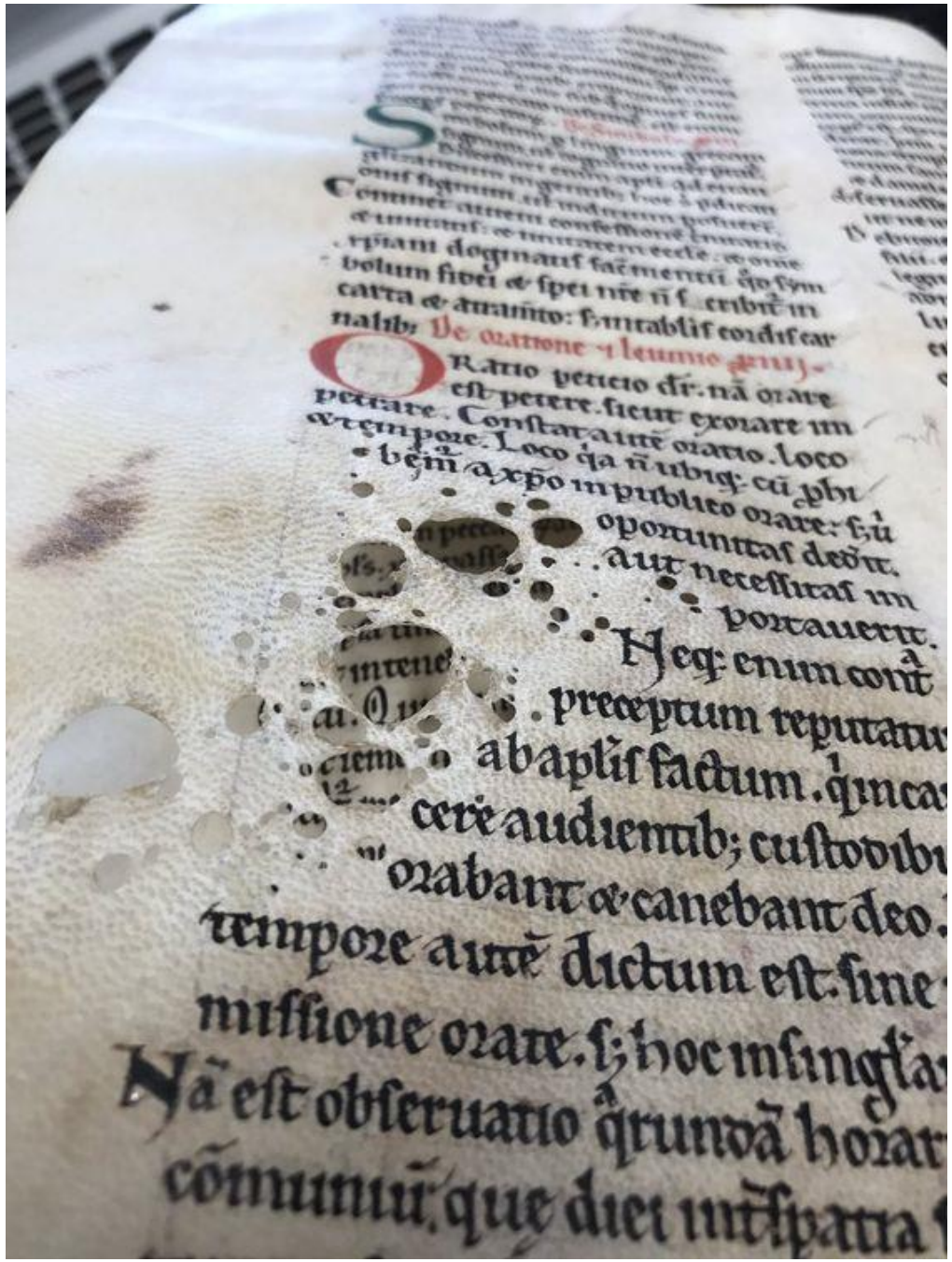
- **jihoevropský**, **italský pergamen** –> broušen pouze z masové strany (vyráběn většinou z kozí a ovčí kůže)

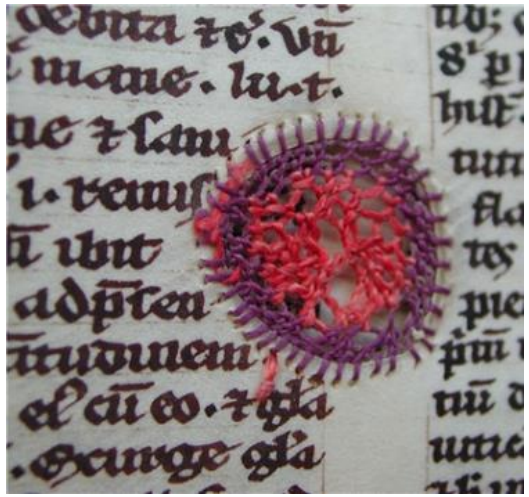
- **středoevropský, severní (německý)** –> broušen z obou stran, v našich knihovních a archivních fondech je nejběžnější (často vyráběn z telecích kůží)

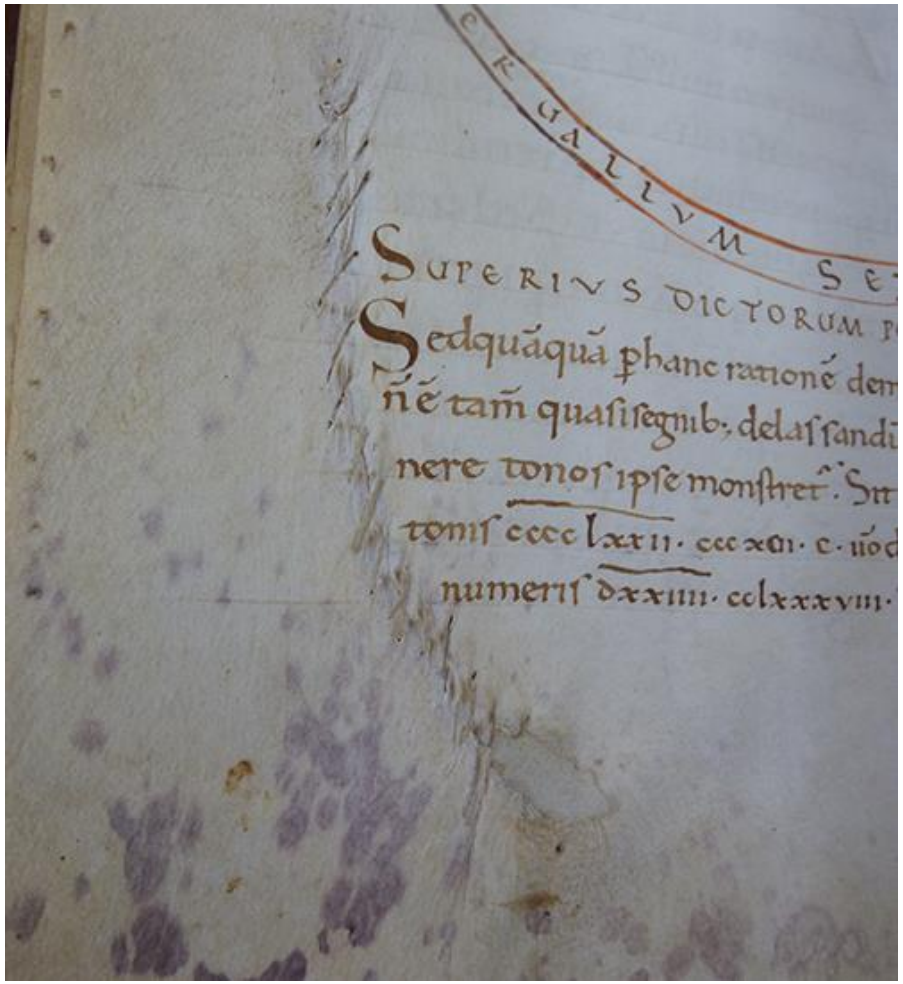
- **byzantský** –> lesklý, potírán bílkem, případně škrobem a lněným semínkem a následným leštěním (pokud byl tento pergamen iluminován, tak se často objevují krakely a odprýskávání malby)
- **děložní pergamen** –> pergamen z nenarozených mláďat

- **transparentní pergamen** –> používán ve skriptoriích jako kopírovací materiál, transparentnosti bylo dosahováno vysycháním pergamenu bez vypínání do rámu, případně nátěrem bílkem, arabskou gumou nebo klihem

- **palimpset** –> přeškrábaný pergamen, druhotně použitý





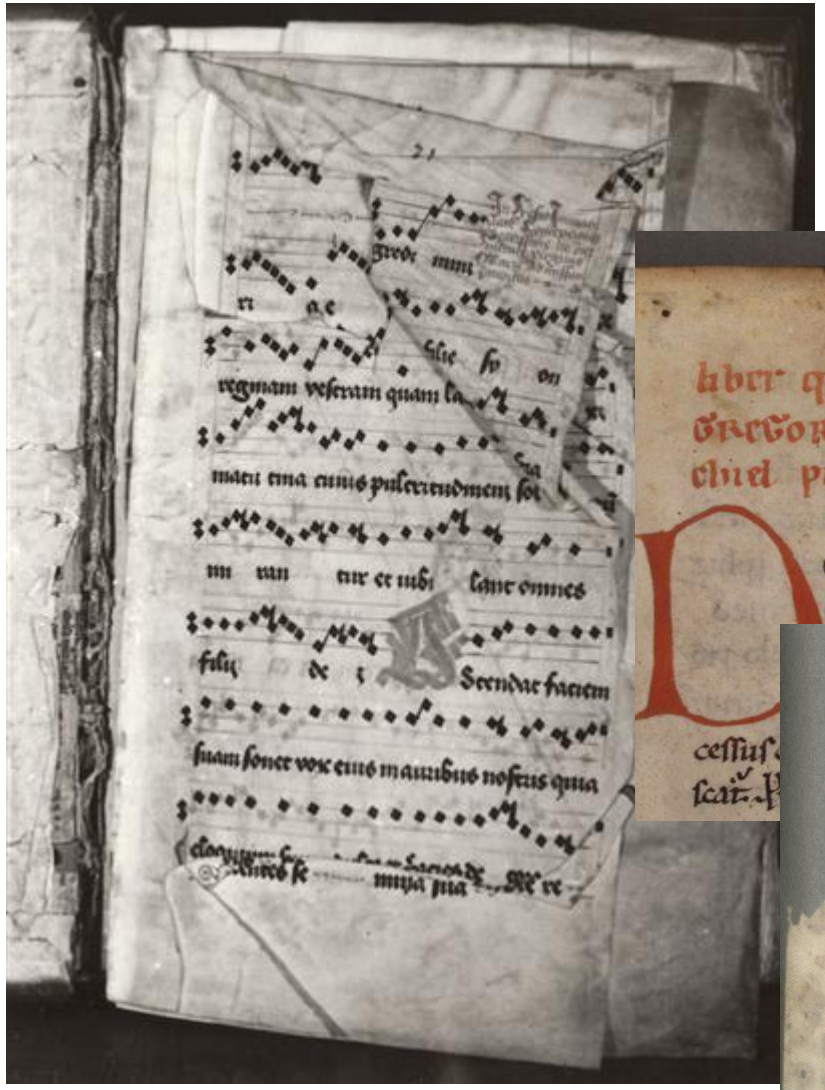


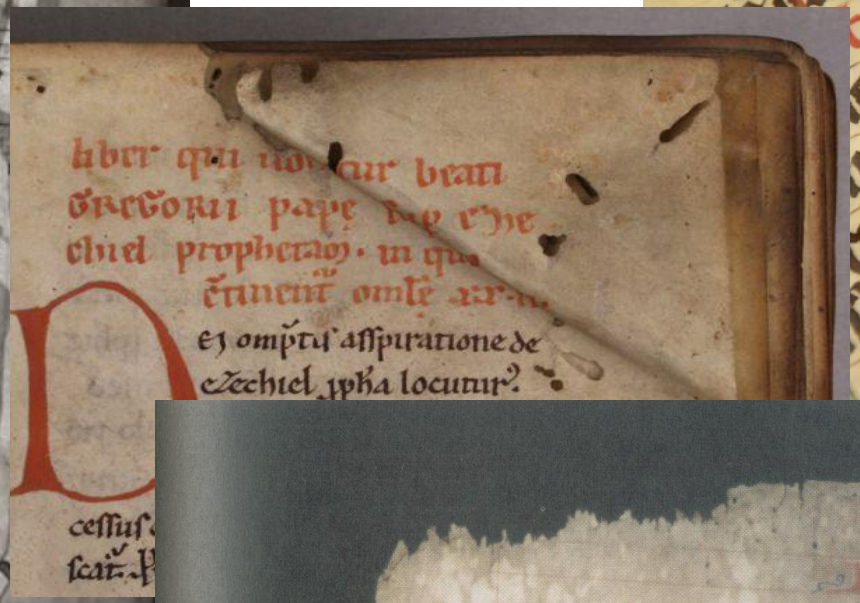
???

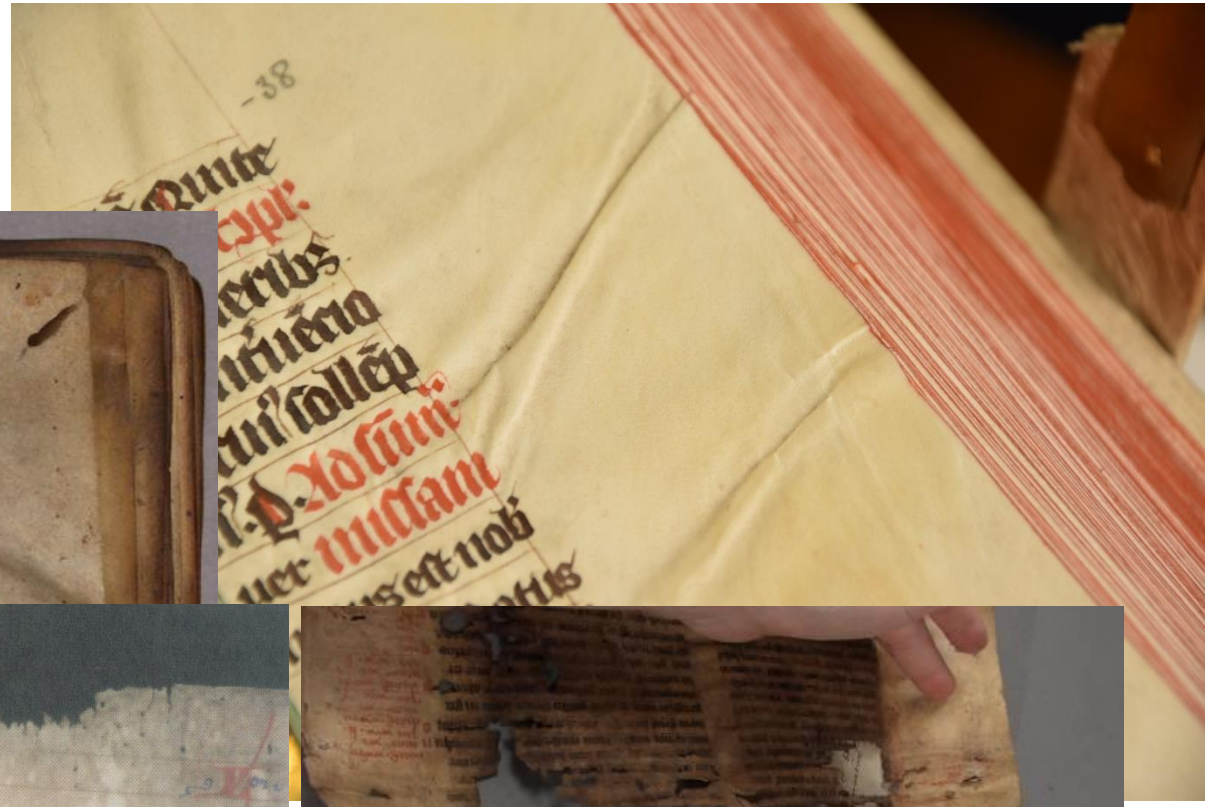
https://twitter.com/PaulMMCooper/status/983668105707696128/photo/1

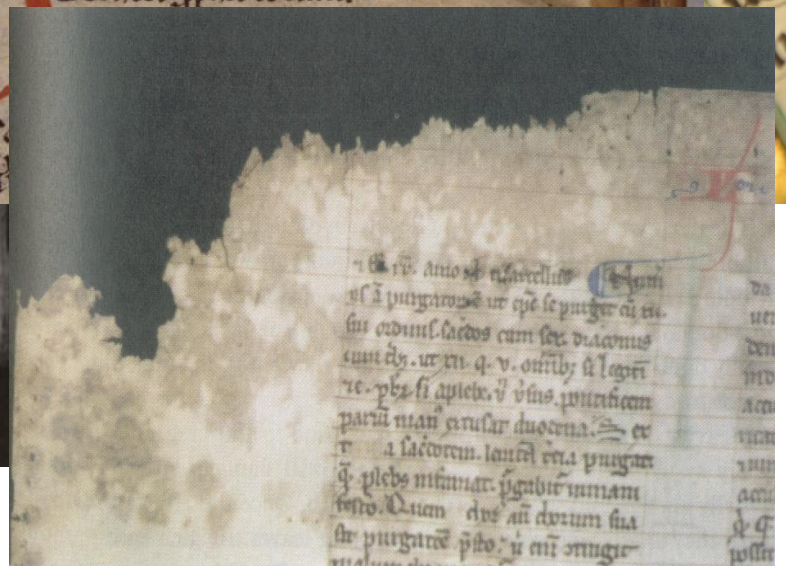
https://medievalbooks.nl/2014/10/24/feeling-good-about-bad-skin/

https://pinknantucket.com/the-age-of-parchment

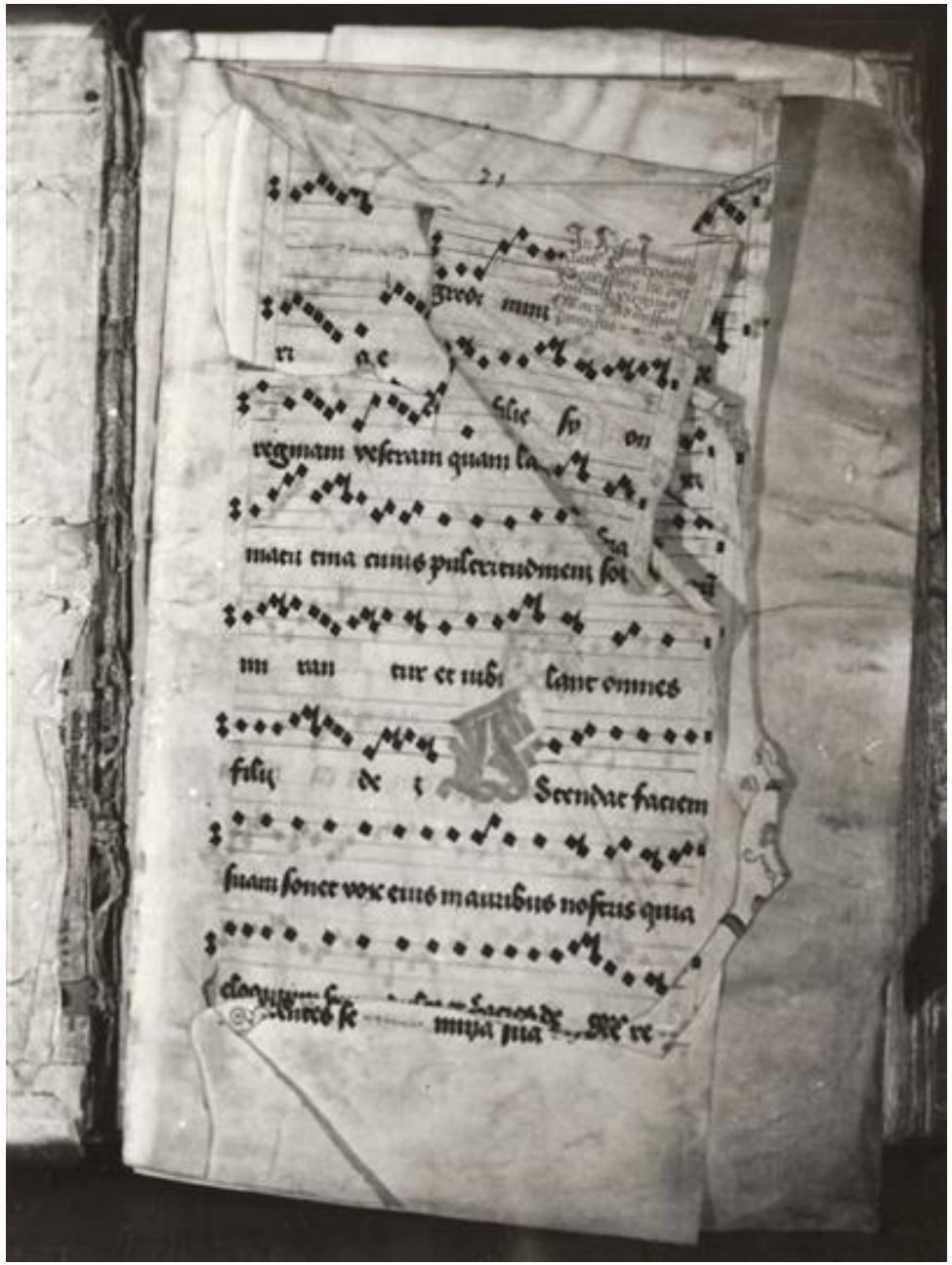






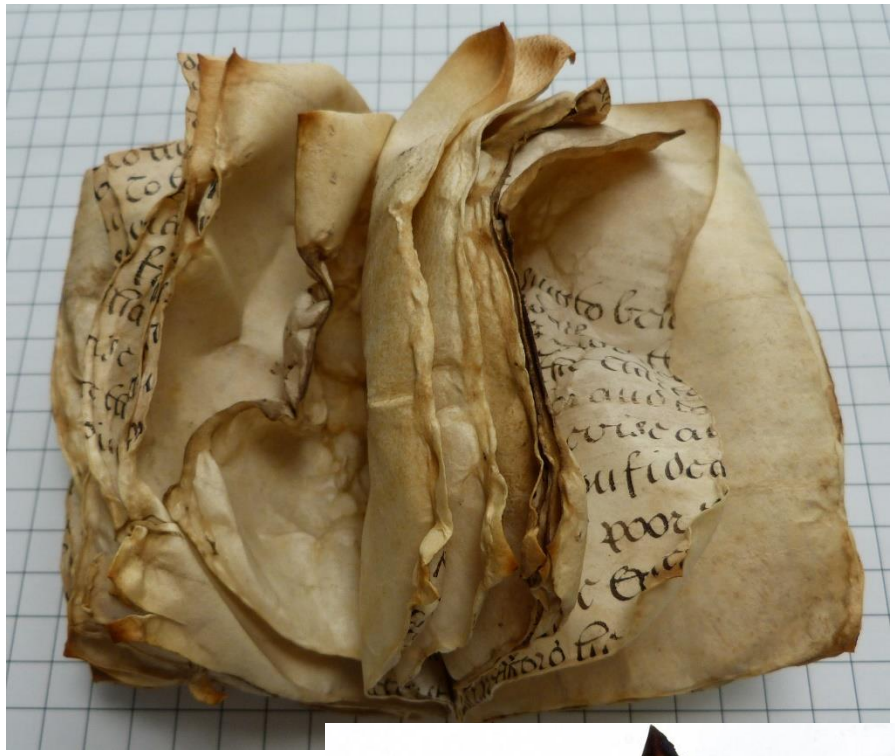


Mechanické poškození



čb foto z pozůstalosti restaurátora Ladislava Kolaříka

Fyzikální poškození

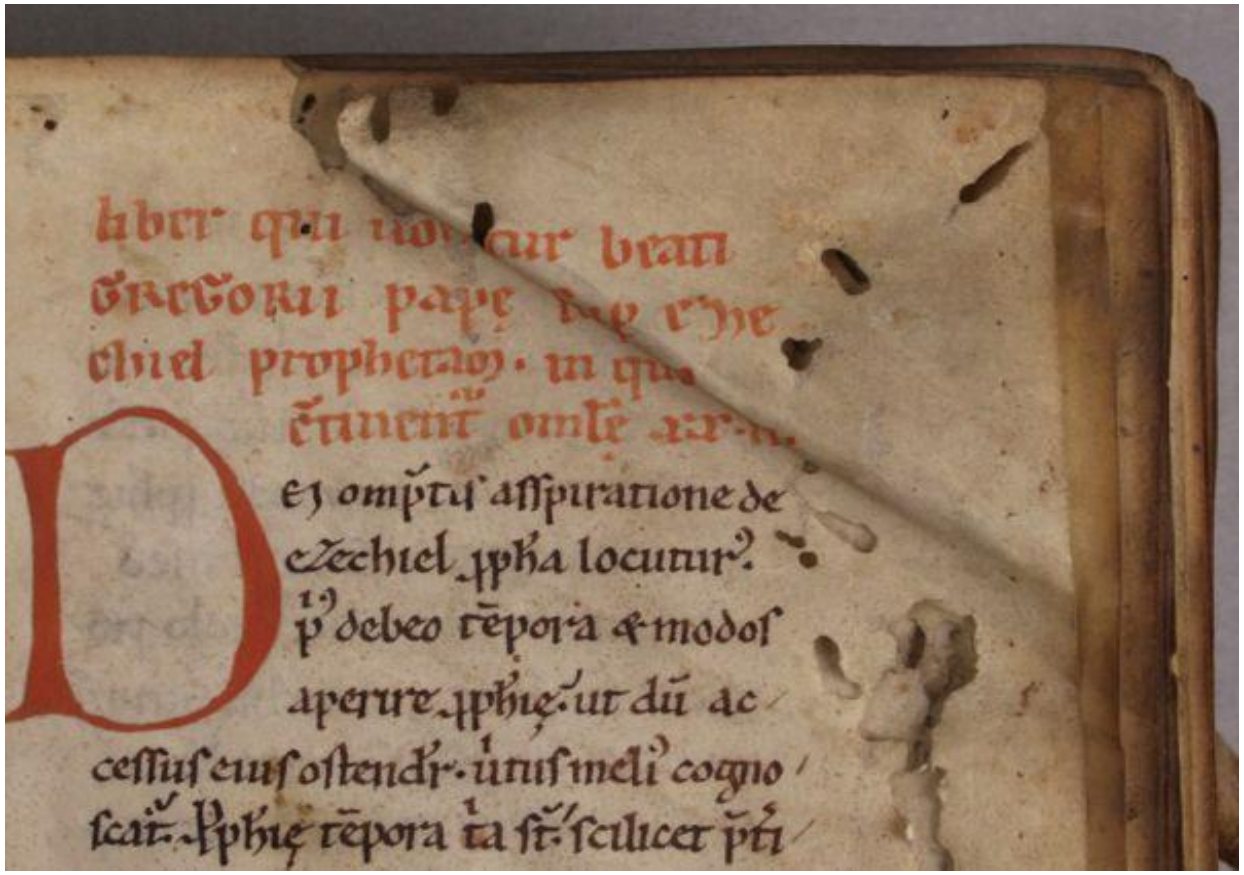


http://www.greatparchmentbook.org/wp-content/uploads/2012/07/post8fig1.jpg https://www.freeimages.com/photo/burnt-paper-1195732 http://www.greatparchmentbook.org/category/conservation/

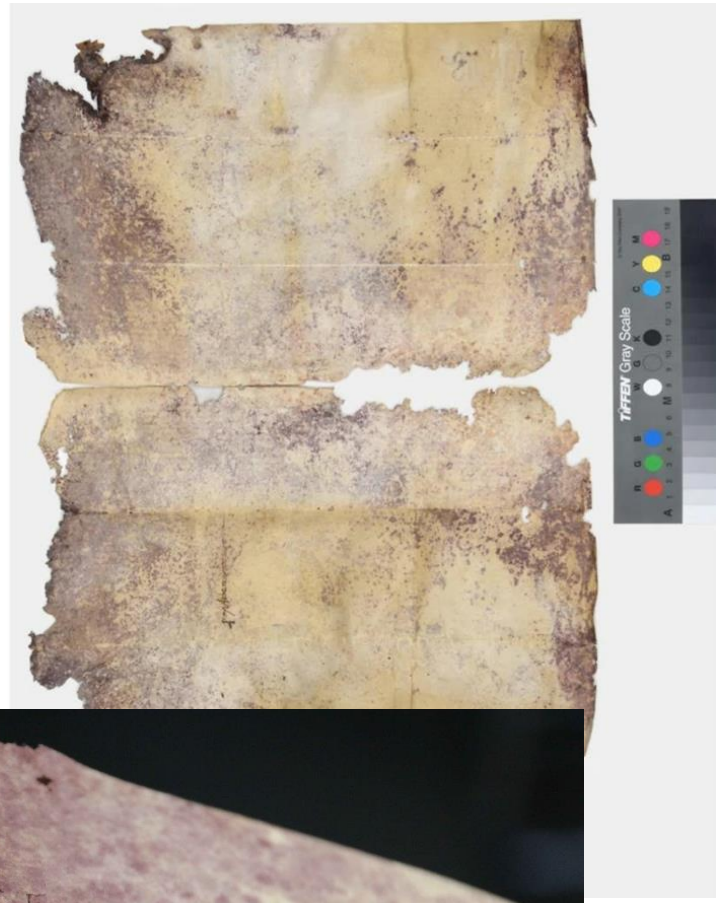
https://text.nkp.cz/o-knihovne/odborne-cinnosti/sprava-a-ochrana-fondu/vyzkumne-zamery-a-projekty-ookf/improved-damage-assessment-of-parchment-idap

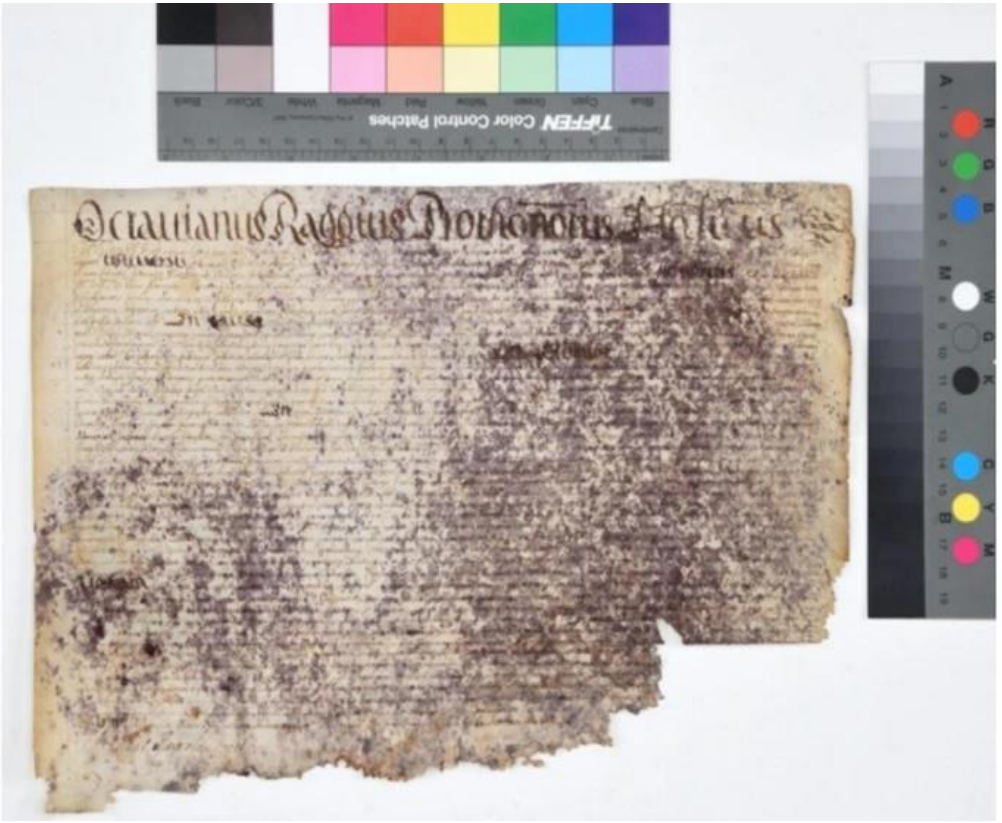
https://cz.pinterest.com/pin/16325617380043160/

- **biologické poškození usní**
  - → rozvíjí se při RV dlouhodobě vyšší než 70 % (20 °C)
  - → napadení **plísněmi** zrychluje hydrolýzu, rozklad usně, ztrátu vlastností a vznikají nevzhledné skvrny
    - třísločiněné usně jsou náchylnější –> třísloviny mohou sloužit jako zdroj výživy
  - → napadení **hmyzem** –> kožojed, rybenky, červotoči, rušníci atd.

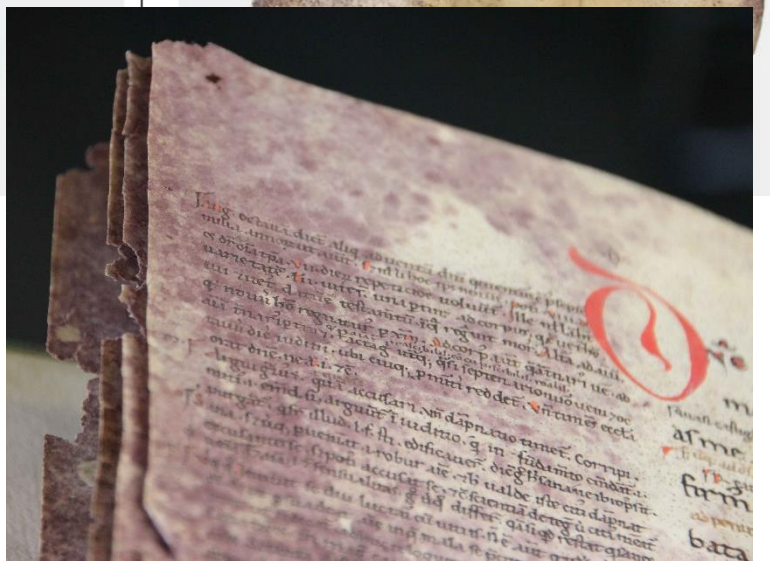


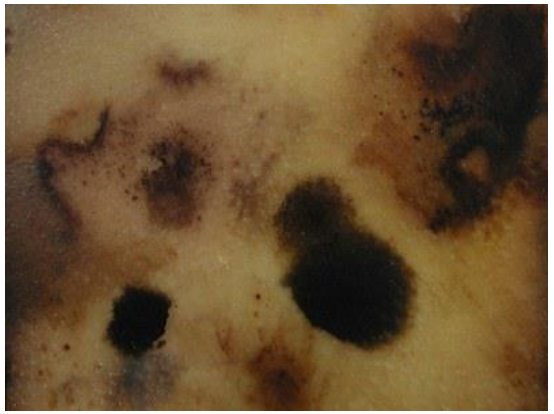
- usně a pergameny často napadá hmyz parazitující na kolagenových materiálech (tj. *kožojedi* a *rušníci)*, ale i hmyz vyskytující se na materiálech, které často kolagenové materiály doprovází (např. *vrtavcovití*, *rybenky, červotoči atd.)*





Mikrobiologické poškození





https://medievalbooks.files.wordpress.com/2014/10/leiden_ub_bpl_2896.jpg

https://media.springernature.com/full/springer-static/image/art%3A10.1038%2Fs41598-018-37651-y/MediaObjects/41598_2018_37651_Fig1_HTML.png?as=web

https://text.nkp.cz/o-knihovne/odborne-cinnosti/sprava-a-ochrana-fondu/vyzkumne-zamery-a-projekty-ookf/improved-damage-assessment-of-parchment-idap

<u>Cíl konzervace</u>: stabilizace stavu historického materiálu

- vykazuje dobré výsledky u usní a pergamenů, kde je zachována vláknitá struktura

→ ! rozdílné přístupy ke konzervaci v závislosti na použití konzervačních kroků na vodné bázi!

- nebílé usně v mírně degradovaném stavu → lze použít přípravky na vodné bázi
- bílé, velmi degradované usně a vazební pergameny = velká citlivost na vodu → nelze použít přípravky na vodné bázi
- psací pergameny ⇒ speciální přístup → nelze použít přípravky na vodné bázi

Obecné schéma konzervace psacích pergamenů:

průzkum → dezinfekce → čištění → **měkčení a vyrovnávání deformací** → opravy → vhodné podmínky uložení → restaurátorská zpráva

= založeno na zpětném navrácení optimálního obsahu vody do struktury pergamenu

- pro vyrovnání je nutné, aby obsah vody v pergamenu byl mezi 22-28 %

uložením do prostředí o vyšší RV prostředí (v hermeticky uzavřené nádobě (tj. klimatizační komora, exsikátor nebo PE pytel) v podmínkách t = 20 °C a RH = 80-90 % → dojde ke změknutí struktury materiálu ⇒ poté následuje vyrovnávání

vodně-alkoholové roztoky - nejčastěji 50-80 % roztok methanolu, ethanolu nebo isopropanolu ve vodě

- v podobě par v hermeticky uzavřené nádobě (= proces měkčení a dezinfekce v jednom krok) nebo námokem

- na velmi poškozené pergameny (zželatinové, velmi zkroucené)

Odstranění deformací

- stejně jako pergamen je i useň hygroskopický materiál (= snadno váže vodu), který se zvyšujícím obsahem vody mění mechanické vlastnosti
- voda působí jako zvláčňující prostředek –> toho lze využít při odstraňování deformací nebo při změně tvaru
- zvýšení vlhkosti v usni se provádí stejně jako u pergamene, a to v klimatizační komoře nebo obklady pomocí Gore-Texu (= Sympatex, membrána, kterou voda neprojde, pronikne pouze vodní pára)
- po zvýšení vlhkosti v usni je deformace možné vyrovnávat vypínáním či lisováním pod mírným tlakem
- ne všechny deformace je možné odstranit
- vlivem styku usně s vodou by mohlo dojít mimo jiné i k nevratnému smrštění

Měkčení a vyrovnávání deformací

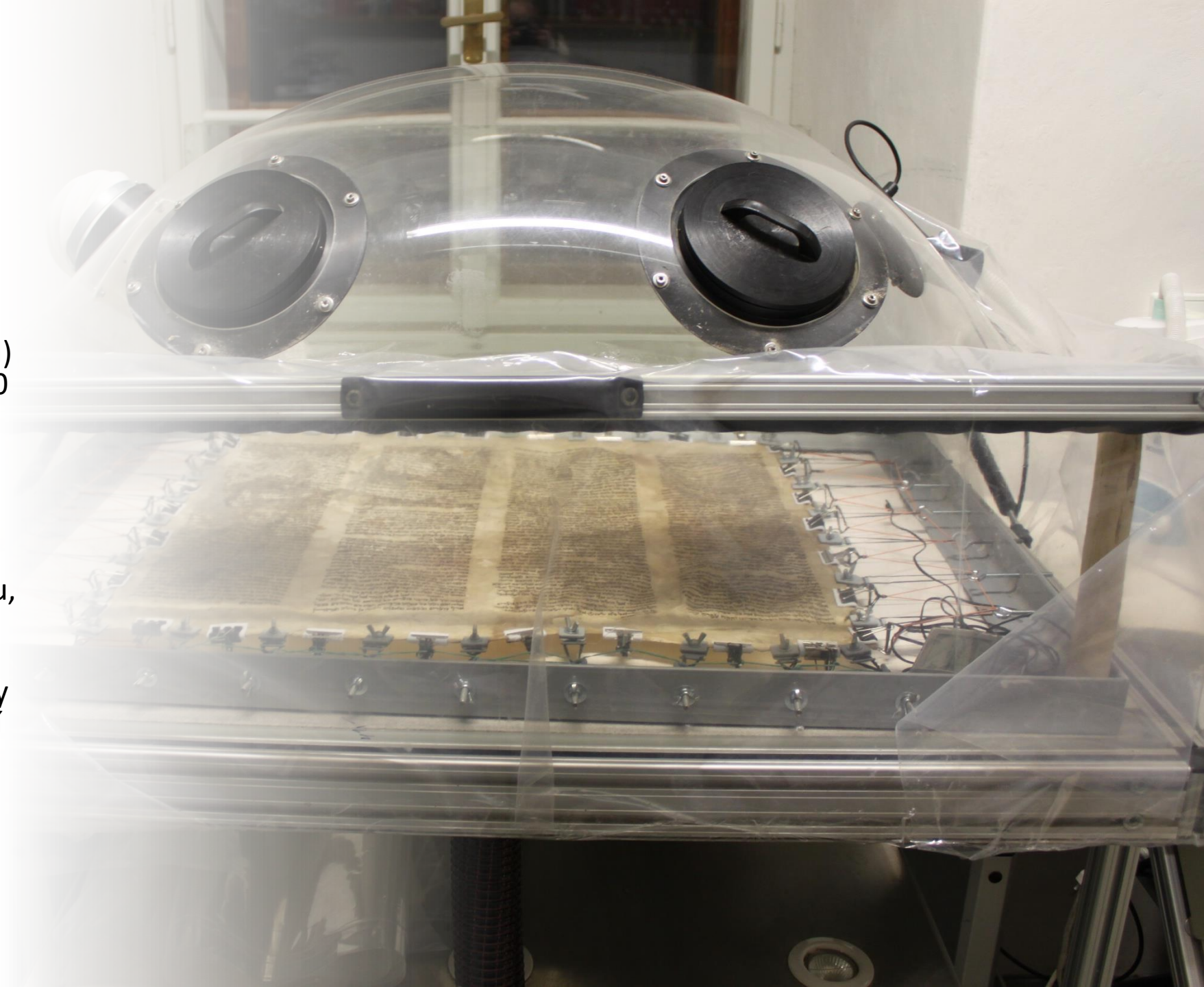
- využívá se pro vyrovnání a odstranění deformací, které jsou způsobeny přesušením pergamenu a pro rozlepování stmelených pergamenů
- je nutné zavedení optimálního obsahu vody do pergamenu a jejího rovnoměrného působení ve hmotě pergamenu
- pro změkčení pergamenu se využívá několik metod

  → nejméně invazivní –> využívá přirozené vlastnosti pergamenu, hygroskopicity, účinkem **vodní páry**

    - při krátkodobém působení zvýšené RV prostředí dochází k rychlé a značné absorpci vodních par
    - absorbovaná voda plní funkci změkčovadla a ovlivňuje mechanické vlastnosti
    - při rychlé změně vlhkosti probíhá desorpce rychleji než absorpce a pergamen se rychle vrací na svou hmotnost
    - při postupné, pomalé změně vlhkosti zůstává v pergamenu po desorpci vyšší obsah vlhkosti (o 5–25 %), než bylo původně
    - pergamen reaguje velmi individuálně, závisí na druhu, struktuře povrchu, míře poškození
    - měkčení je dobré provádět ve zvlhčovací komoře s regulací, s postupným zvyšováním vlhkosti, (udává se RV 80–90 %) po dobu cca jednoho dne

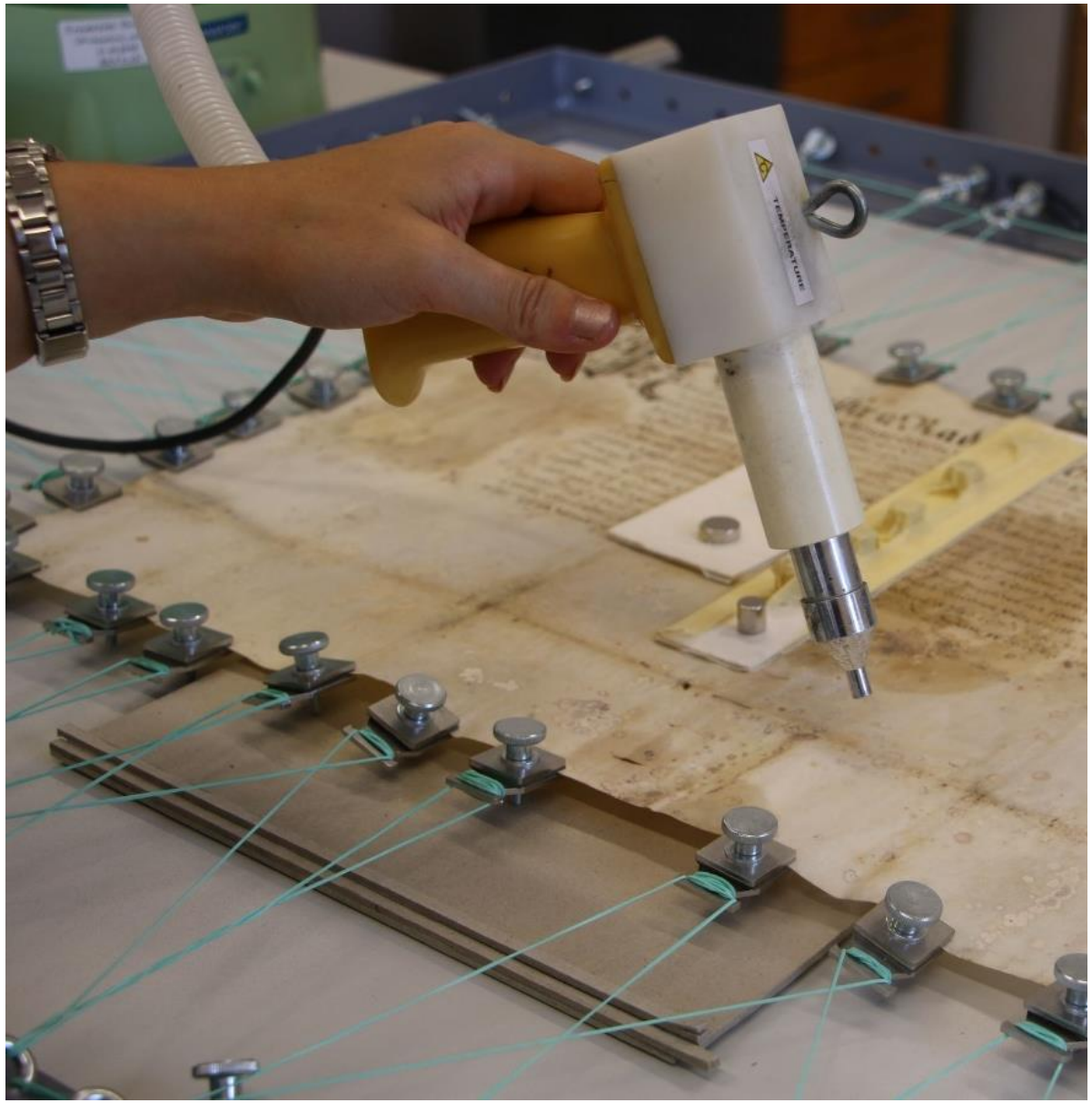
- *uložením do prostředí o vyšší RV prostředí* (v hermeticky uzavřené nádobě (tj. klimatizační komora, exikátor nebo PE pytel) v podmínkách t = 20 °C a RH = 80-90 % → dojde ke změknutí struktury materiálu ⇒ poté následuje vyrovnávání

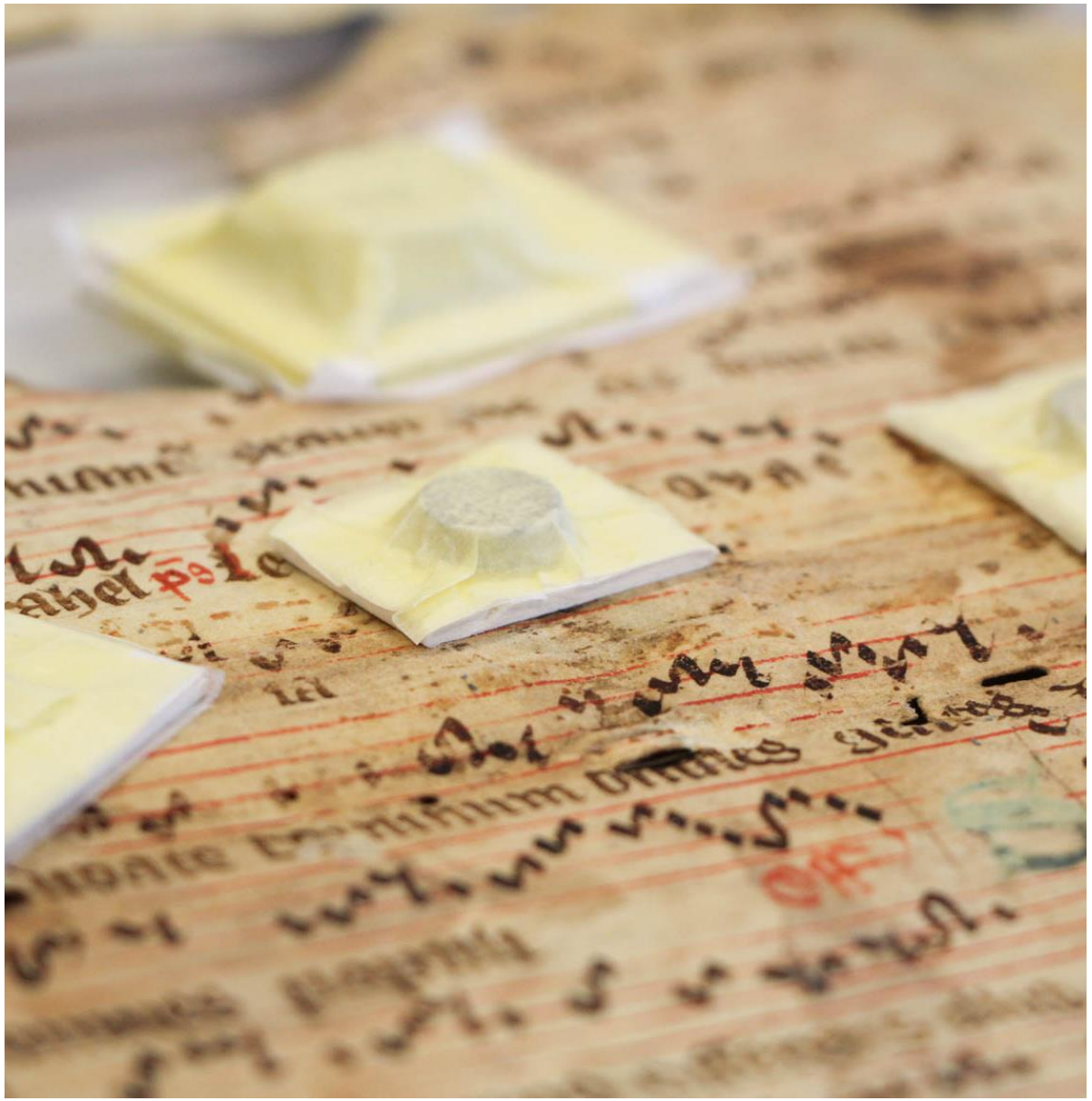
- *vodně-alkoholové roztoky* - nejčastěji 50-80 % roztok methanolu, ethanolu nebo isopropanolu ve vodě
- - v podobě par v hermeticky uzavřené nádobě (= proces měkčení a dezinfekce v jednom krok) nebo námokem

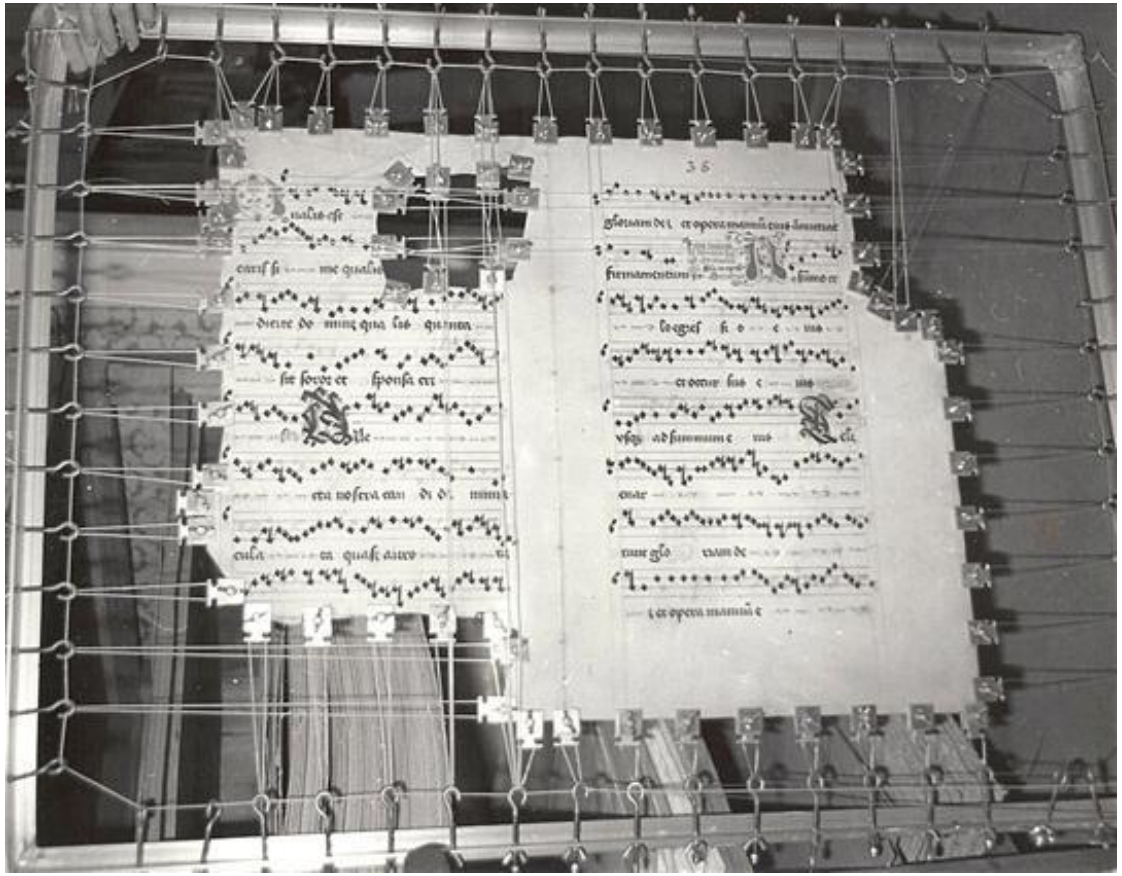


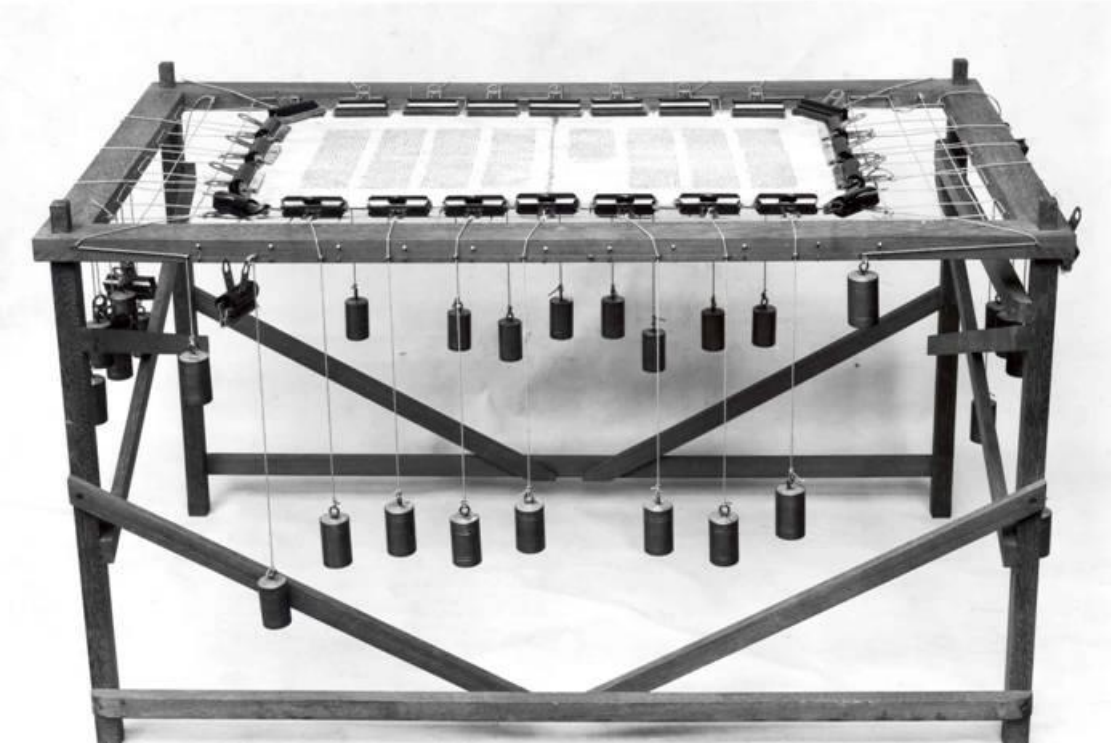
Celoplošné vlhčení

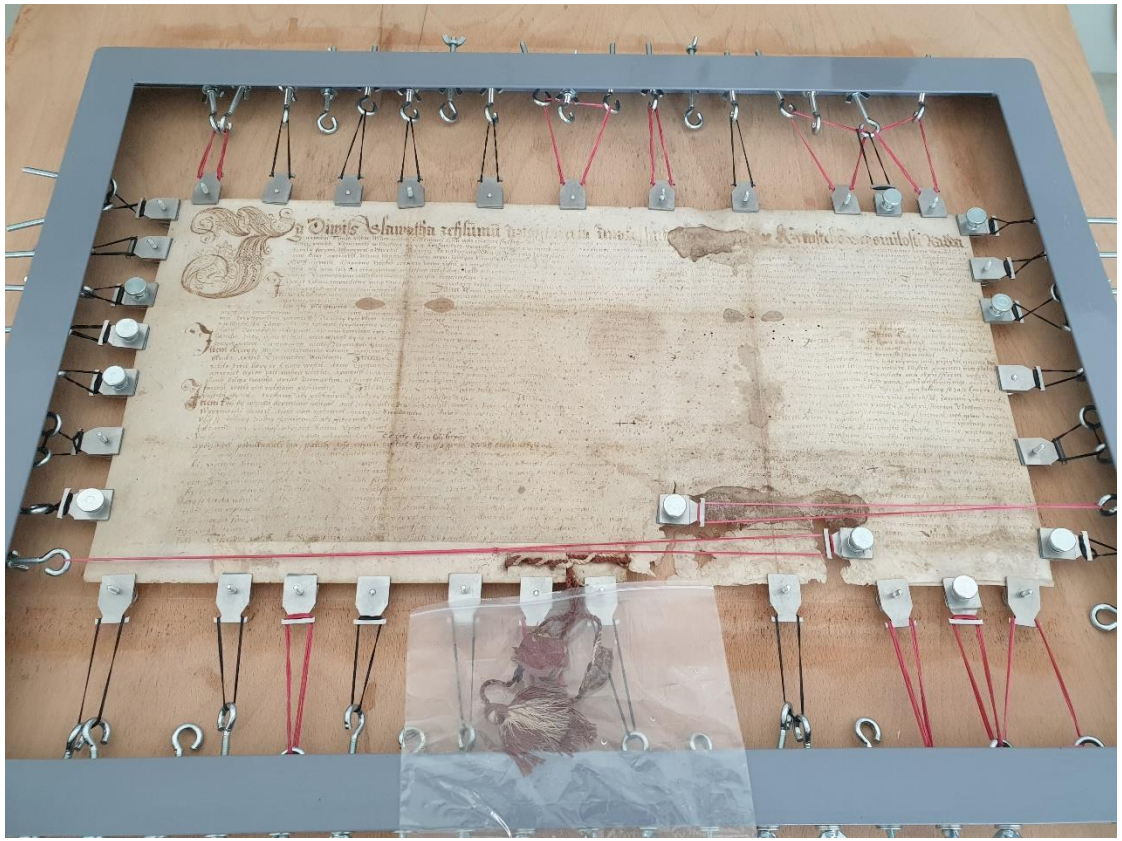
Lokální vlhčení


TEMPERATURE



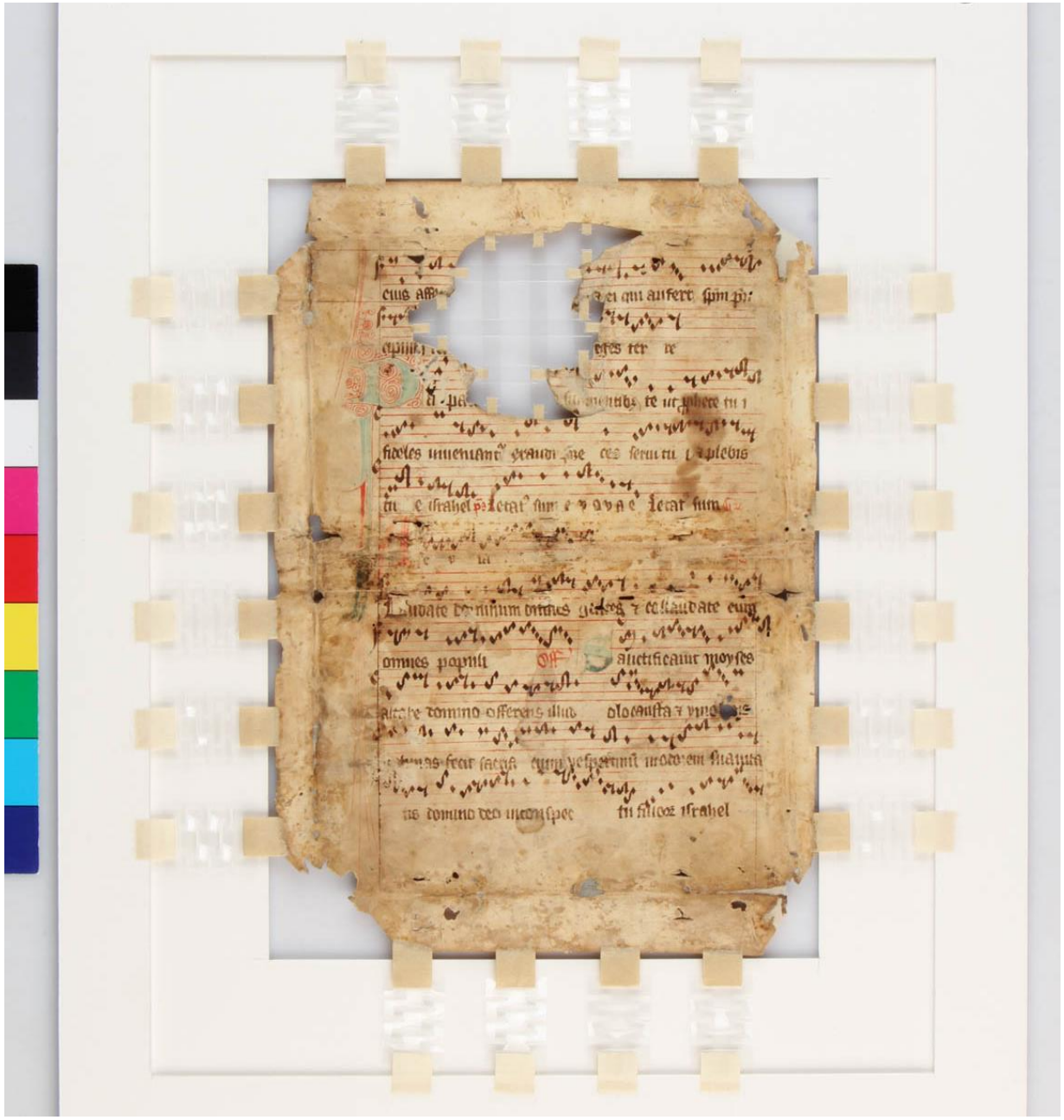


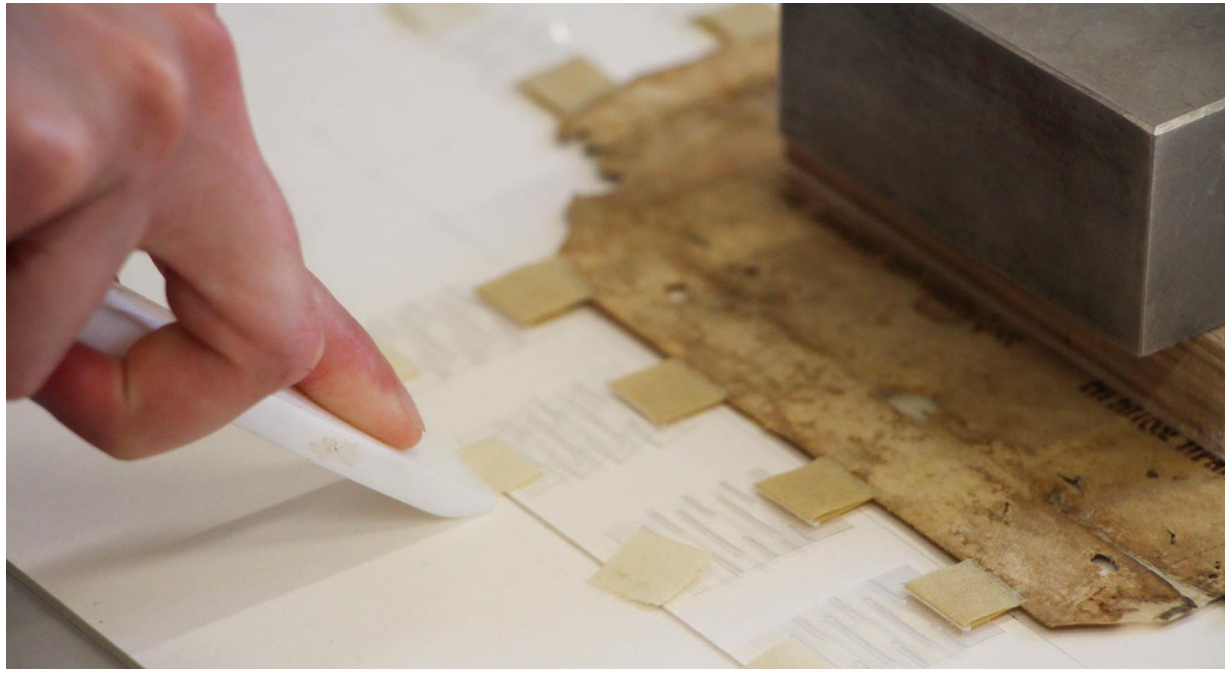




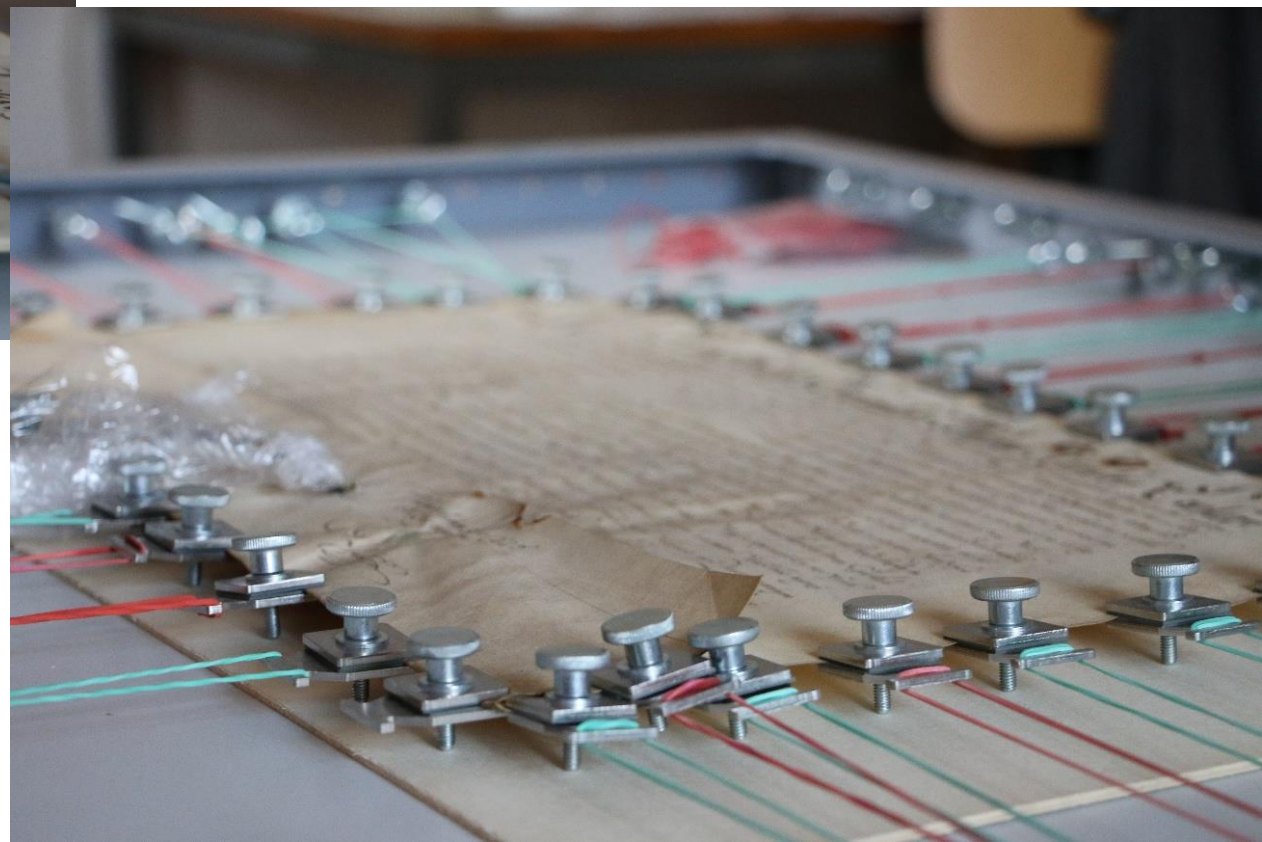
Pergamen navlhčen v klimakomoře pomocí
vodní páry (RV 80 %)

fideles inueniant
israhel
letat

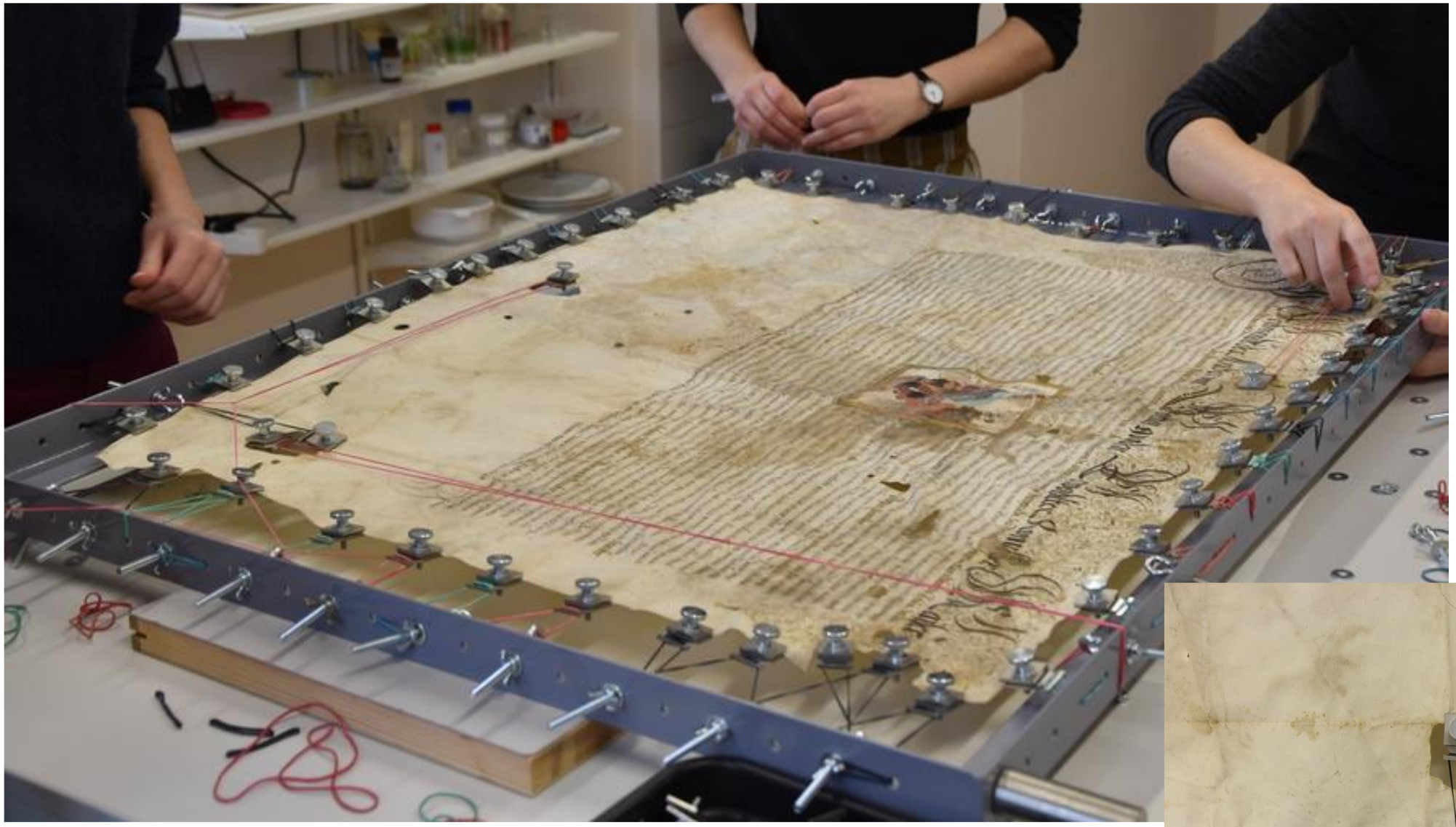


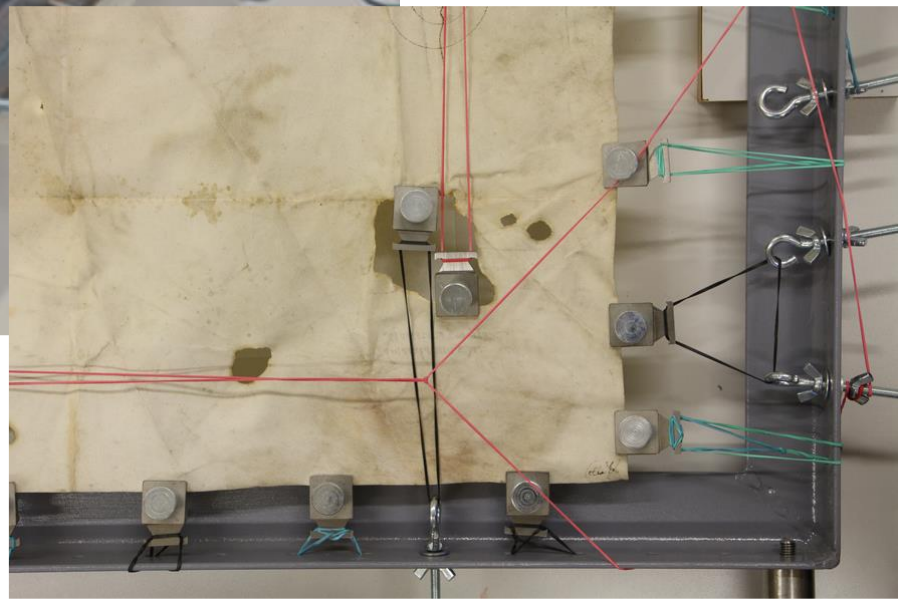


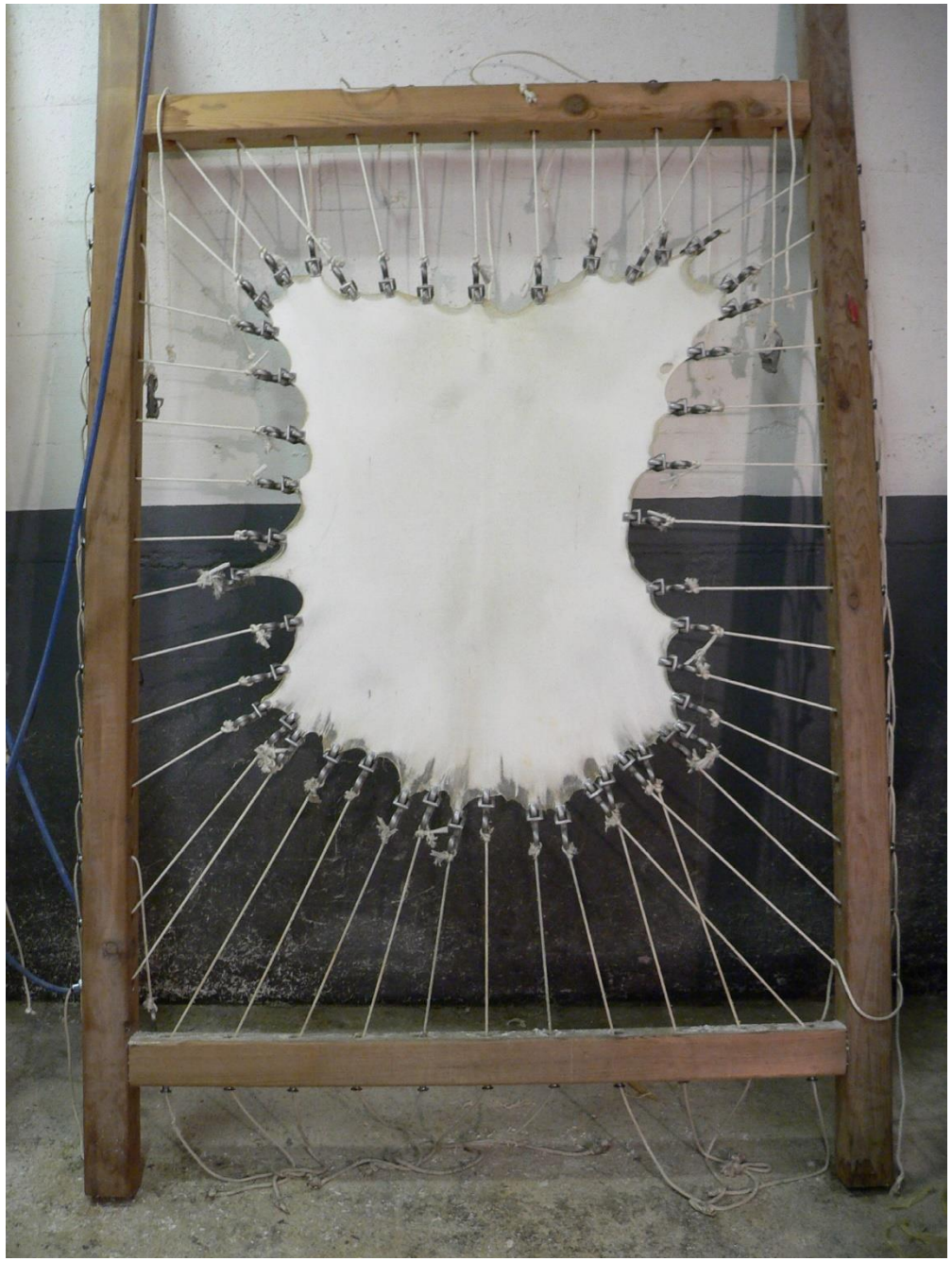
Pergamen je kolagenní materiál, který ve špatných podmínkách ztrácí flexibilitu, tedy je nutné jej zvlhčit, dokud se mu nenavrátí vázaná vlhkost.



Pečeť i nitě musí být kvůli tomu zabaleny do fólie, aby nedošlo k průniku vlhkosti k těmto materiálům. Např. u nití by pak mohlo dojít k nabobtnání vláken. Zvlhčená listina byla poté napnuta do kovového rámu a ponechána v tomto stavu několik dní.

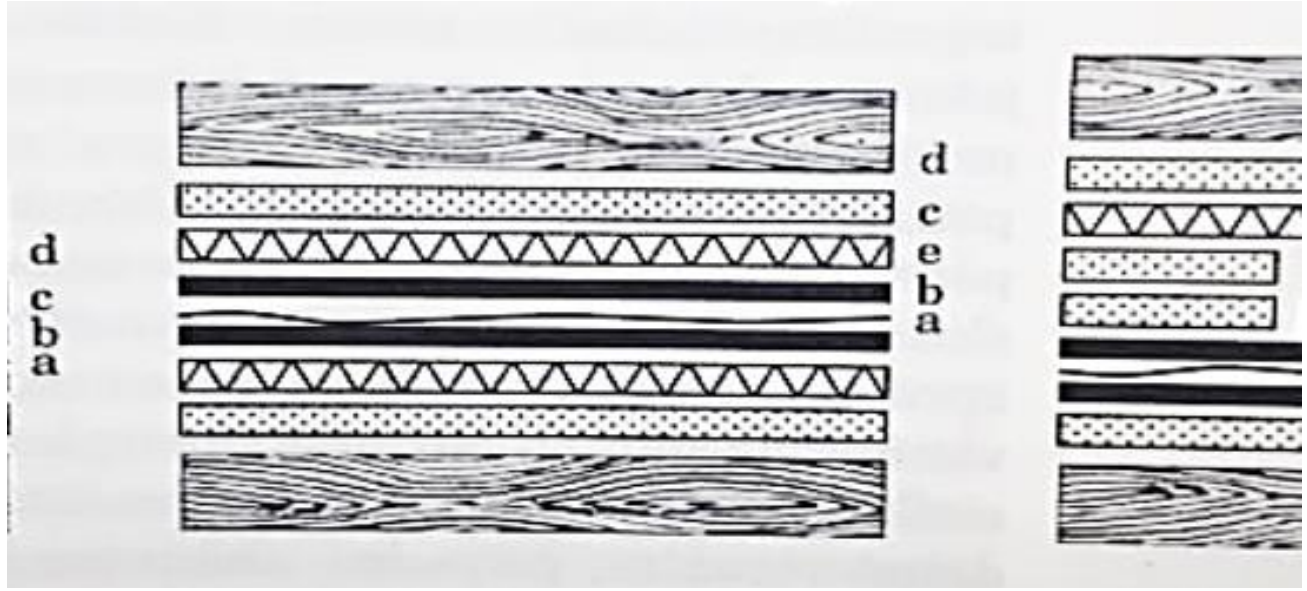






nepřímé měkčení - pomocí sendvičového uspořádání (pergamen se vloží mezi 2 netkané textilie, vrstvu Goretexové textilie (tj. PTFE textilie s PES vrstvou) a vlhkou látku nebo filtrační papíry → zatíží se)

- vyrovnání trvá velmi krátkou dobu (několik hodin)



Preventivní konzervace

- měly by být co nejvíce stálé, bez větších výchylek

teplota – 12-20 °C (při vyšší vhodné prostředí pro růst mikroorganismů)

RH – 50-55 % - při nižší (pod 40 %) dojde časem k přesušení a ztrátě mech. vlastností; při vyšší (nad 65 %) vhodné prostředí pro růst mikroorganismů
- přizpůsobení pergamenů novým podmínkách vyžaduje min 3 dny
- úpravy RH lze provádět pomocí zvlhčovačů a odvlhčovačů

záření - max. přípustné osvětlení je 150 luxů (pro folia s iluminacemi max 50 luxů)
→ nejjednodušší ochranou je skladování předmětů ve tmě
- kontrola intenzity záření se provádí luxmetrem

čistota ovzduší – udržovat co nejnižší koncentrace kyselinotvorných oxidů a ozónu vhodný způsob uložení (obalový materiál či mobiliář)

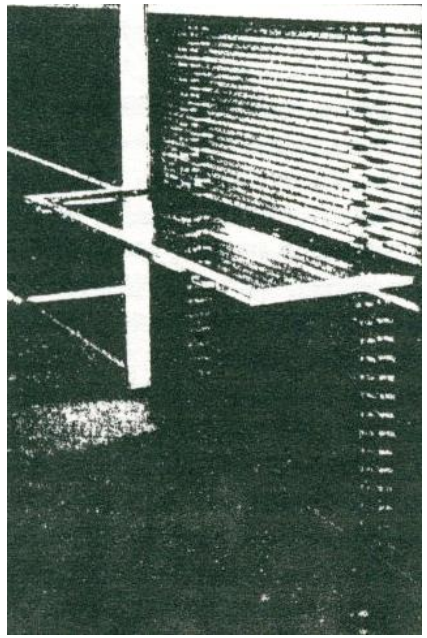
Způsob uložení

- ukládací systém tzv. **Melinex**, který se vžil kvůli použití základního komponentu, a to folie Melinex –> tento systém bývá také označován jako **Buijtenenův systém**, dle holandského archiváře Buijtenena (změna u konstrukci systému)
  → vertikální uložení listiny v rozloženém stavu uchycenou mezi folií, přičemž pečetě jsou k ní fixovány ve zvláštní schránce (makrolonové pouzdro)
- ukládací systém **Planorama** –> horizontální ukládání, základním systémem je typizovaná skříň s definovaným počtem zásuvek
- dalším způsobem horizontálního uložení je **kartonový (krabicový) systém** (vychází ze systému Melinex i Planorama) –> listina je v rozloženém stavu uložena v krabici, kde je fixována pásky z Melinexu a pečeť je fixována v ochranném pouzdře také z Melinexu

krabicový systém uložení

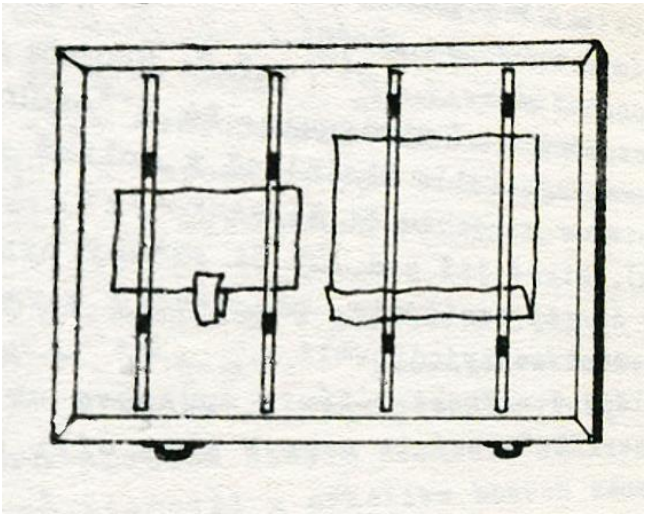
= speciální krabice vhodných velikostí vybavené páskami z Melinexu (PEs), případně se speciálním pouzdrem pro pečeť také z Melinexu

- Nutné použít vhodnou lepenku (tj. nekyselá, lepší když má alkalickou rezervu, nesmí nic uvolňovat…)



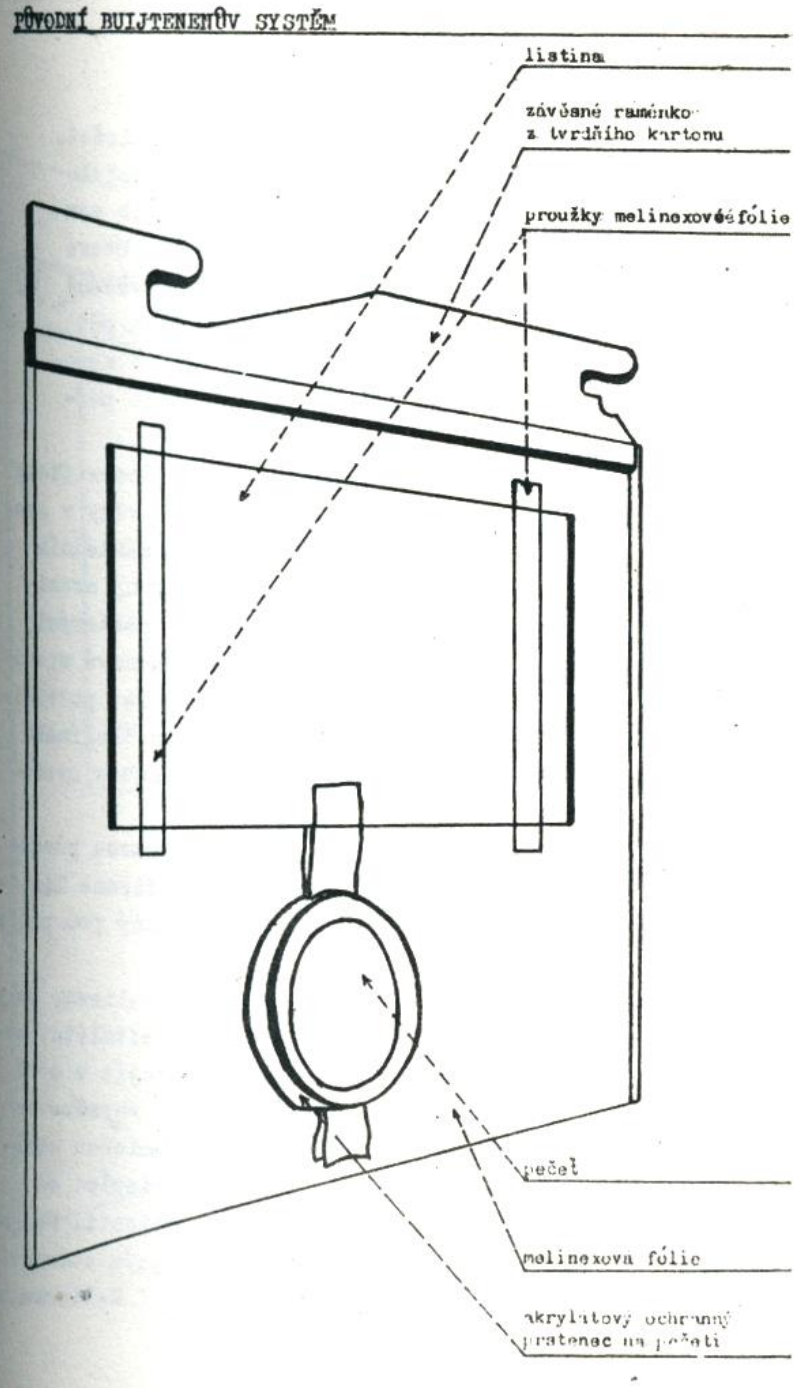
systém Planorama

= zásuvkový systém (vertikální uložení listin do typizované skříně se speciálními zásuvkami)
- každá zásuvka je tvořena rámem z hliníku a tenkou skleněnou deskou (listina se umístí na skleněnou podložku stolu, ke které je spolu s pečetěmi přichycena páskami. Potom se listina přeryje melinexovou folii)
- omezení do výšky zásuvky (pečetě)



https://www.arteymemoria.com/trk/planorama.html

http://www.arteymemoria.com/docs/Envelopes_folders.pdf

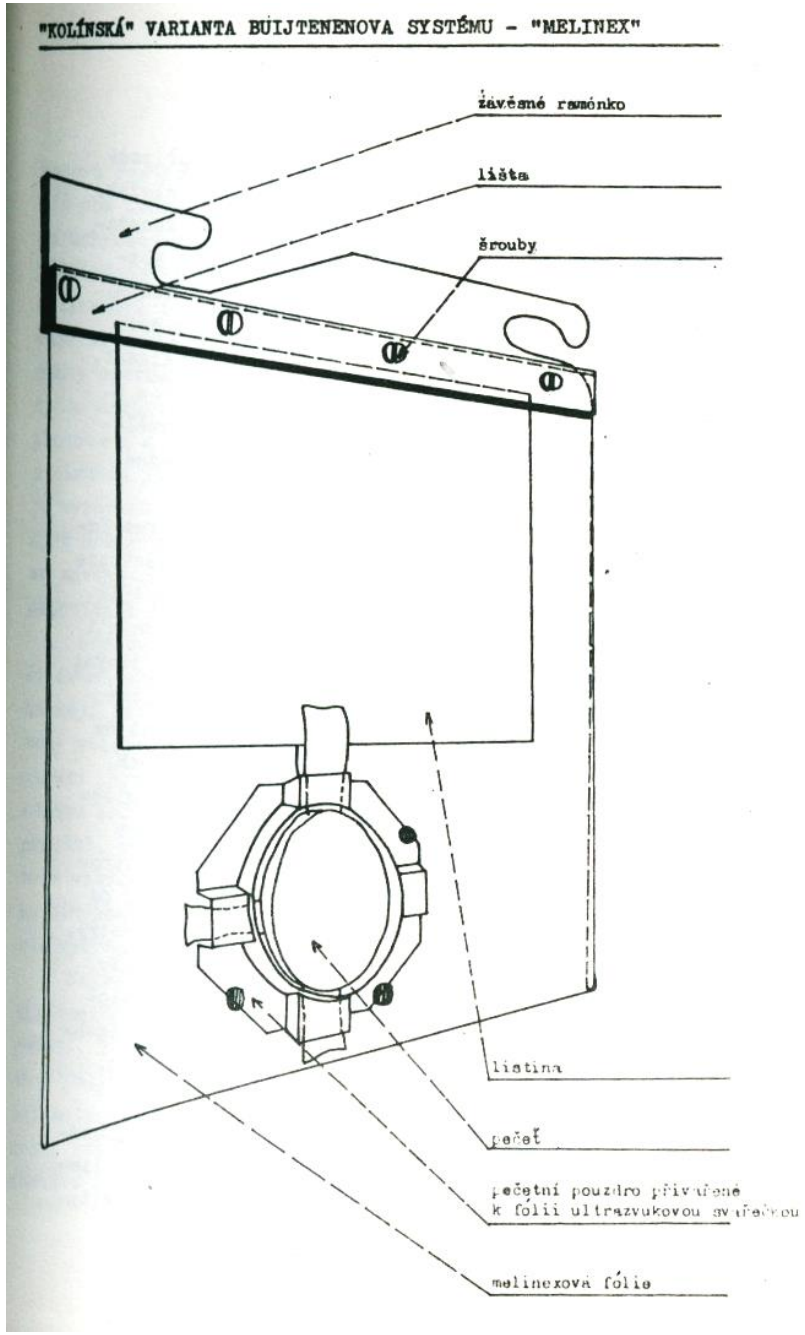


Buijtenenův systém

= jedná se o vertikální uložení listiny v rozloženém stavu (vyvinut v 60. letech 20. stol. holandskými archiváři pod vedením pana von Buijtenena)

- úložný systém je tvořen ochranným rukávem (tj. přehnutý arch) z melinexové folie, na který je z jedné strany přichyceny 2 proužky melinexové folie nýty. Tato folie je fixována (přilepena a uchycena stiskacími knoflíky) do raménka, které je tvořeno 1 či 2 pruhy tvrdého kartonu se závěsnými otvory. Listina se ukládá mezi 2 proužky melinexové folie a pečeti jsou fixovány před případným poškozením při manipulaci speciální schránce

Sborník semináře, Sedmý seminář restaurátorů a historiků, Straka R. Ukládání listinného souboru Archiv české koruny Bujtenenovým systémem. str. 44-64



systém Melinex

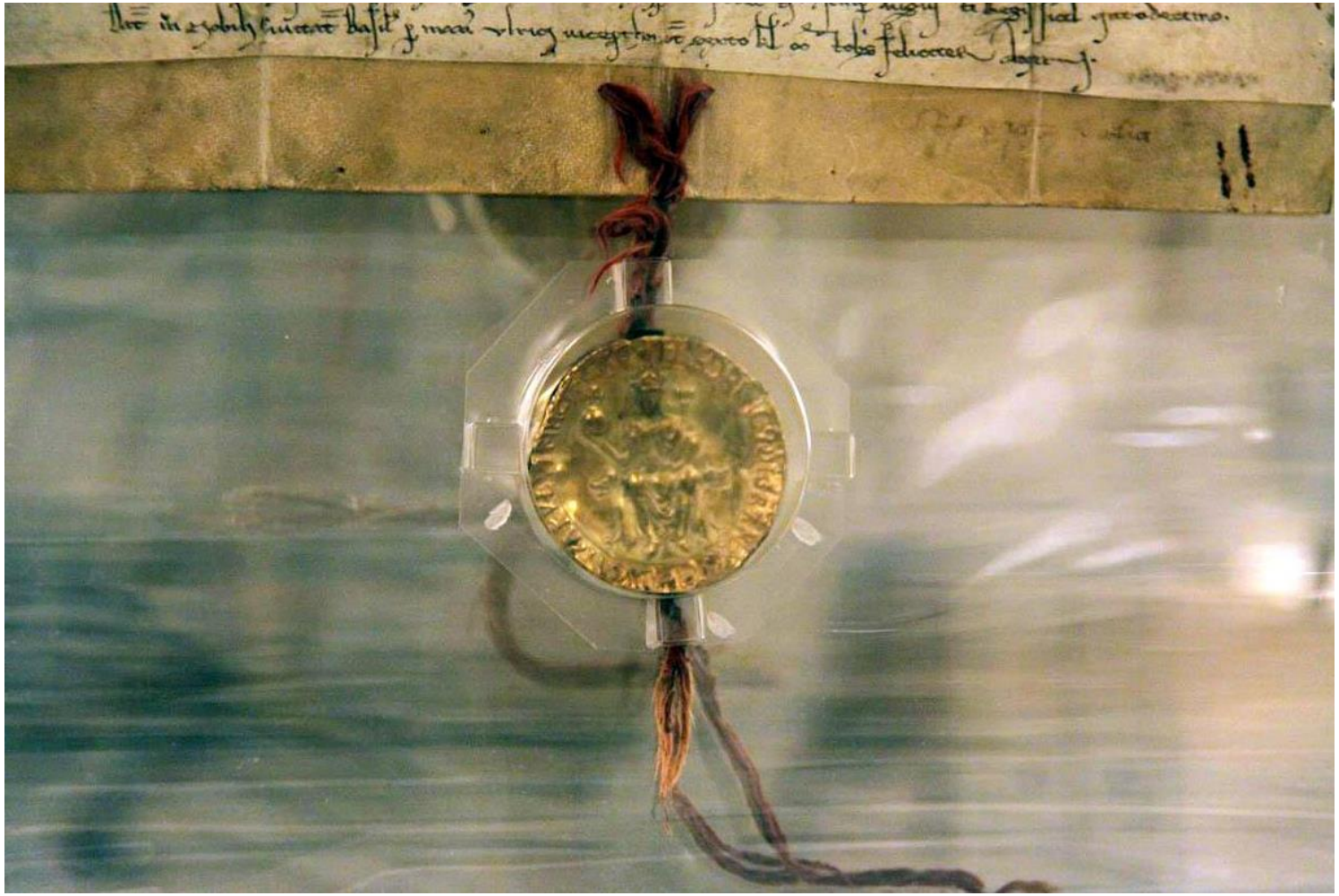
= úložný systém (z Německa), který vznikl úpravou původního Buijtenenova systému.

- Kapsa z melinexové folie, mezi kterou se vkládá listina, oba konce folie jsou společně s horním okrajem listiny umístěny mezi ploché těleso závěsného raménka a průhlednou lištu.
- Pečeť je chráněna speciálním pouzdrem, které je vakuově tvarované (z polykarbonátové folie) ; toto pouzdro je k vnitřní straně melinexového rukávu přichyceno ultrazvukovým svářením

https://www.irozhlas.cz/fotogalerie/5801553?fid=6007669

https://www.irozhlas.cz/fotogalerie/5801553?fid=6007669

https://www.monasterium.net/mom/CZ-NA/ACK/779/charter



https://www.irozhlas.cz/fotogalerie/5801553?fid=6007669

UNIVERZITA PARDUBICE
FAKULTA RESTAUROVÁNÍ

Vytvořeno v rámci projektu **Green Deal UPCE**, reg. č. NPO_UPCE_MSMT-2142/2024-4.

Toto dílo podléhá licenci Creative Commons BY-SA 4.0. Pro zobrazení licenčních podmínek navštivte https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/.

NÁRODNÍ PLÁN OBNOVY

Financováno Evropskou unií
NextGenerationEU