



Degradace stavebních materiálů

Ing. Richard MILIČ, CSc.

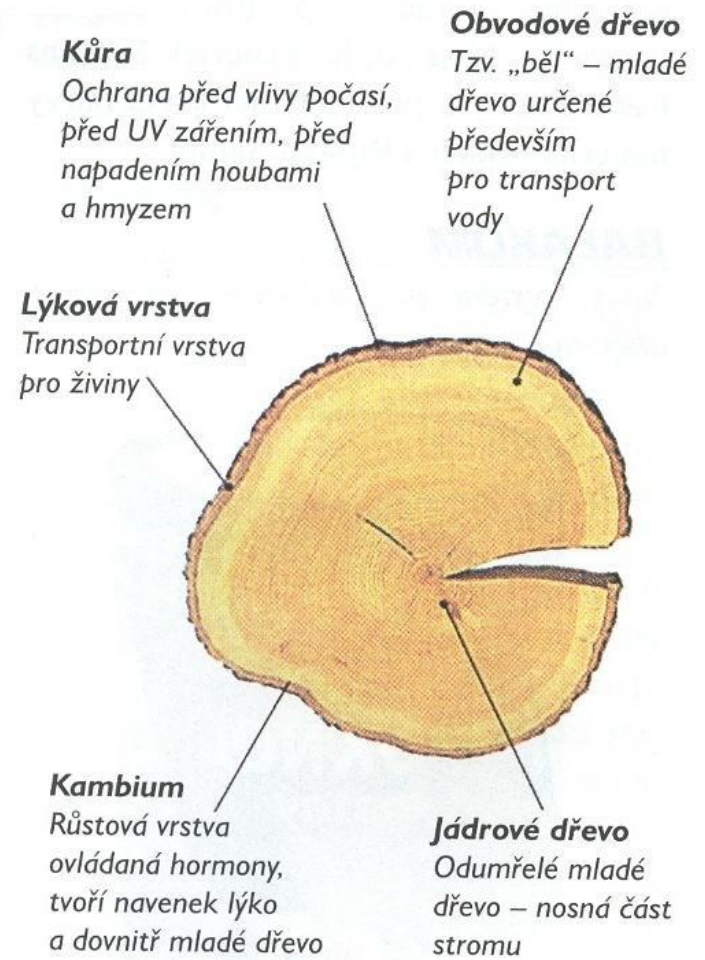
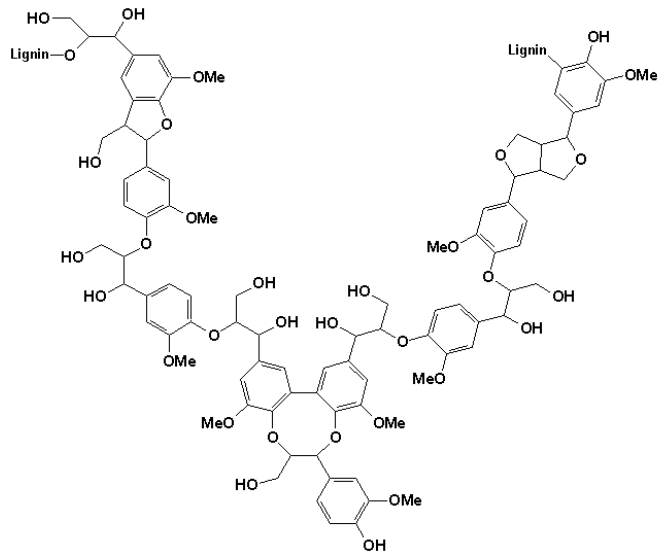
1979-1993	VŠCHT Pardubice, odborný asistent
1993	SYNPO, a.s. Pardubice, vědecký pracovník
1991	Soudní znalec v oboru nátěrových hmot
2018	Pracující důchodce

Osnova

- Dřevěné konstrukce
 - Stavba dřeva
 - Ochrana před vlivy prostředí
 - Vady nátěrů
- Beton
 - Koroze betonu
 - Nátěry a jejich vady
- Fasády
 - Omítkoviny
 - Fasádní nátěry
- Nátěry kovů

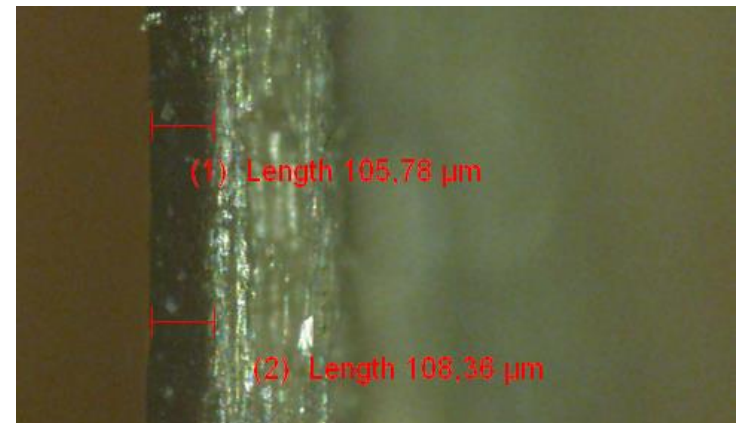
Složení dřeva

- Celulóza – 40 až 50%
- Hemicelulóza 20 až 30%
- Lignin 20 až 30%



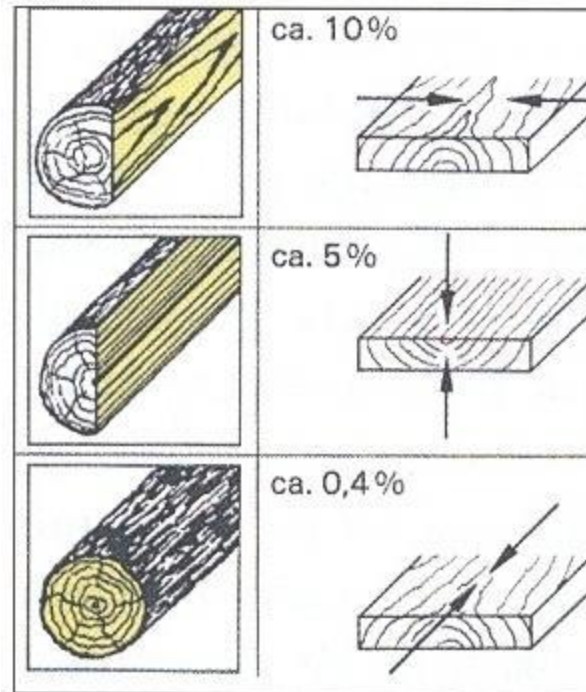
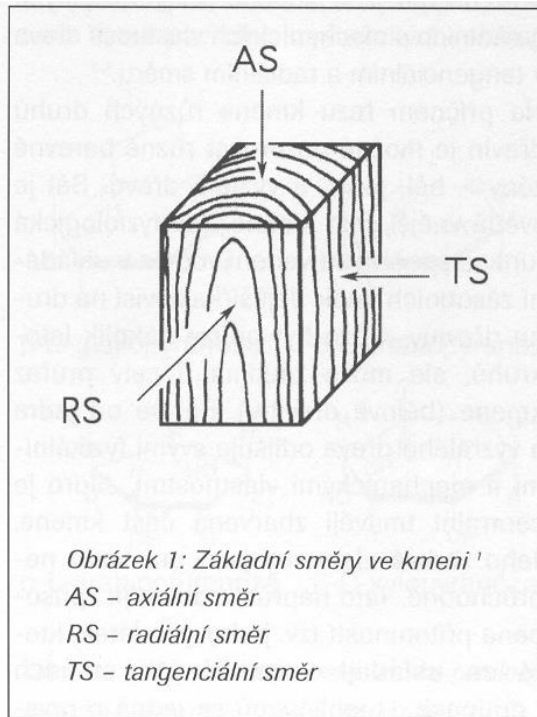
Jarní (Early) vs. Letní (Late) dřevo

Letní dřevo má větší
objemové změny



Objemové změny dřeva

- BNV ~ 30%



Objemové změny ve dřevě v různých směrech při schnutí od BNV do absolutního vysušení

Degradace dřeva



Dřevěné konstrukce

- Kvalitní materiál bez suků a prasklin
- Vlhkost dřeva v oblasti **10 až 14%**
- Řádné opracování materiálu
- **Konstrukční řešení.** Bezprostřední odtok dešťové vody – **sešikmení 15°**, **zaoblení hran min. 3 mm**, zabránění vniknutí vlhkosti pod nátěr a do dřeva
- Odpovídající povrchová úprava s odpovídající (dostatečnou) tloušťkou nátěru

Domácí dřeviny (Evropské)

ThermoWood®

- Speciálně tepelně upravené dřevo, které se ohřívá na teplotu nejméně 180°C přičemž je chráněno parou. Jeho barva při procesu tmavne a výsledný produkt je v podmínkách proměnlivé vlhkosti stálejší než běžné dřevo a jsou zlepšeny jeho tepelně izolační vlastnosti. Pokud je ošetření provedeno při dostatečně vysoké teplotě, je dřevo také odolné proti hnilobě. Po ukončení procesu je dřevo ochlazeno a nasyceno vlhkostí na konečných 4 – 7% při normální teplotě a vlhkosti vzduchu 65%.
- Trvanlivost je zlepšena vzhledem k odbourání hemicelulóz (arabinózy, galaktózy, xylózy, manózy). Tyto jsou živinami pro houby a bakterie způsobující hnilobu, které při nedostatku výživy nejsou schopné rozvoje.

Tropické dřeviny

- Teak, Meranti, Merbau, Dahoma, Mahagon, Iroko, ...
- Venkovního prostředí - dřevo s vysokou hustotou 700 – 1150 kg/m³ (dub 620 – 670 kg/m³).
- Tyto vlastnosti zaručují, že dřevo není nasákové, dlouhodobě odolává povětrnostním vlivům, dešti, sněhu, silnému slunečnímu záření i mrazu.
- Všechny druhy tropických dřevin jsou pro použití v exteriéru tzv. „bezúdržbové“ (bez povrchové úpravy nebo hloubkové impregnace).
- Důsledkem UV záření je ztráta původní barvy povrchu způsobenou světlem a klimatickými vlivy. Po několika týdnech a měsících se vytvoří stříbrošedá patina (estetická otázka).
- Použití tropického dřeva je však také kontroverzní otázkou. Při jeho získávání se ničí stávající tropické pralesy a zhoršuje se tak ekologická stabilita.

Charakteristika NH systémů

- Definice
 - Disperzní systémy (VŘ)
 - Emulze (VŘ)
 - Roztoky pryskyřic (R)
- Rozdíl mezi VŘ a Rozpouštědlovými pojivy
 - Velikost částic
 - Koagulace při zmrznutí
 - Difúzní odpor filmu
 - **Penetrace do porézních materiálů**

Degradace nátěrů

- Oxidace, obecně stárnutí
- Změna vzhledu
 - Žloutnutí, lesk, křídování
 - Změna barevného odstínu
- Změna mechanických vlastností
 - Ztráta pevnosti, houževnatosti, praskání
- UV stabilizátory
 - Organické - absorbují UV záření (290 – 400 nm) nebo jej mění na méně degradující nebo tepelné
 - Nanočástice ZnO, TiO₂, CeO₂, Al₂O₃, Fe oxidy

Škůdci - Rostlinná říše

- Plísně (fungi) – modré, černé
 - Růst i při menší vlhkosti
 - Ve spárách parket
- Řasy (algae) – zelené zbarvení
 - Kromě vlhkosti i světlo
 - Často ve stínu (vyšší vlhkost)
- Houby (dřevomorka)
 - Ve dřevě s obsahem vody nad 22%

Škůdci - Dřevokazný hmyz

- Tesaříci
- Červotoč
- Termiti

Typy VŘ pojiv a jejich vlastnosti

- Akryláty, StyrenAkryláty
- Alkydy,
- Hybridy Alkyd-Akrylát
- Polyuretany
- Dvousložkové systémy
 - Epoxidy
 - 2K polyuretany

Typy R pojiv a jejich vlastnosti

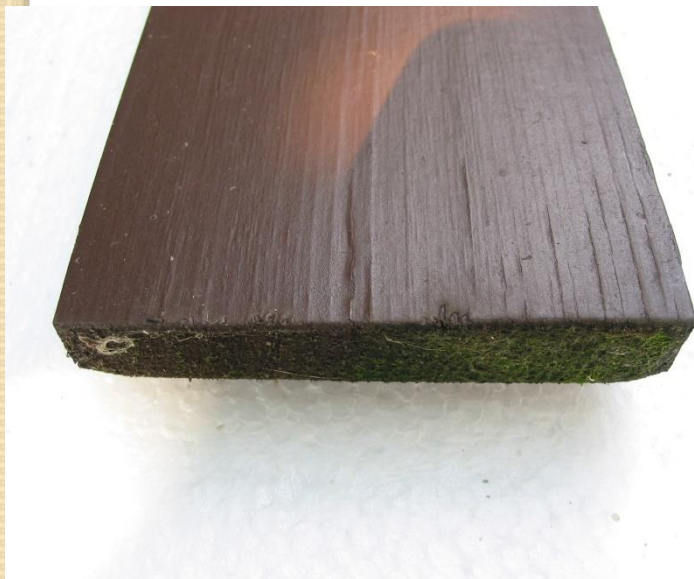
- Oleje, vosky
- Alkydy – lakový benzín, bezaromátový LB
- Modifikované alkydy
 - Akryláty
 - Polyurethany
- Dvousložkové systémy
 - Epoxidy
 - 2K polyuretany

Nátěrové hmoty na dřevo

- Napouštědlo
 - Anorganické – soli mědi, kyselina boritá
 - VŘ – akrylát x alkyd (penetrace)
 - Rozpouštědlové – olej, alkyd
- Lazury
 - VŘ (obyčejné x silnovrstvé)
 - Rozpouštědlové - alkydové
- Základní barva, Email

Konstrukční vady

- Rádus
- Sešikmení
- Zasychání
- Spojování



Bezbarvá lazura, olej

- Pro exteriér naprosto nevhodné



Vady nátěrů – Akrylát, malá DFT



Vady nátěrů – VŘ akrylát

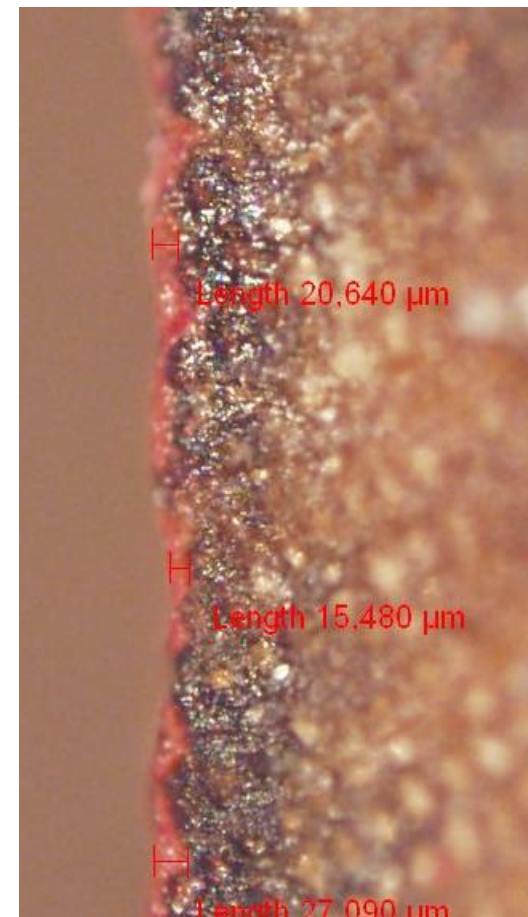
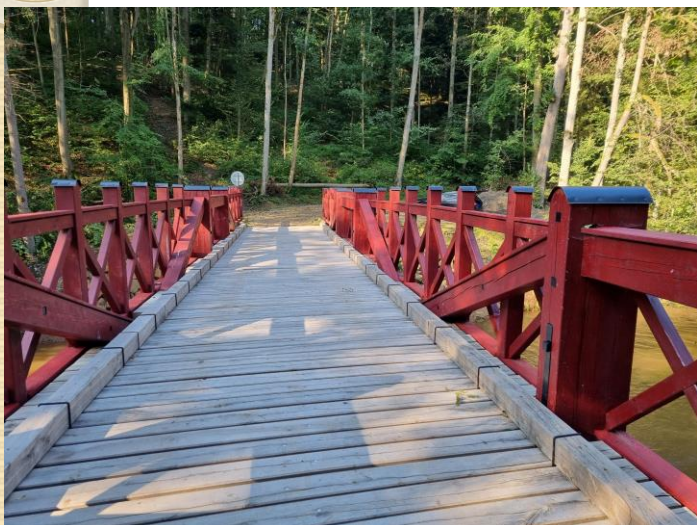


Vady nátěrů - Alkyd



Vady nátěrů - Alkyd

- Červený most – Babiččino údolí



Vady nátěrů – fládr, nízká DFT



Vady nátěrů – Výron pryskyřice



Vady nátěrů – nízká DFT



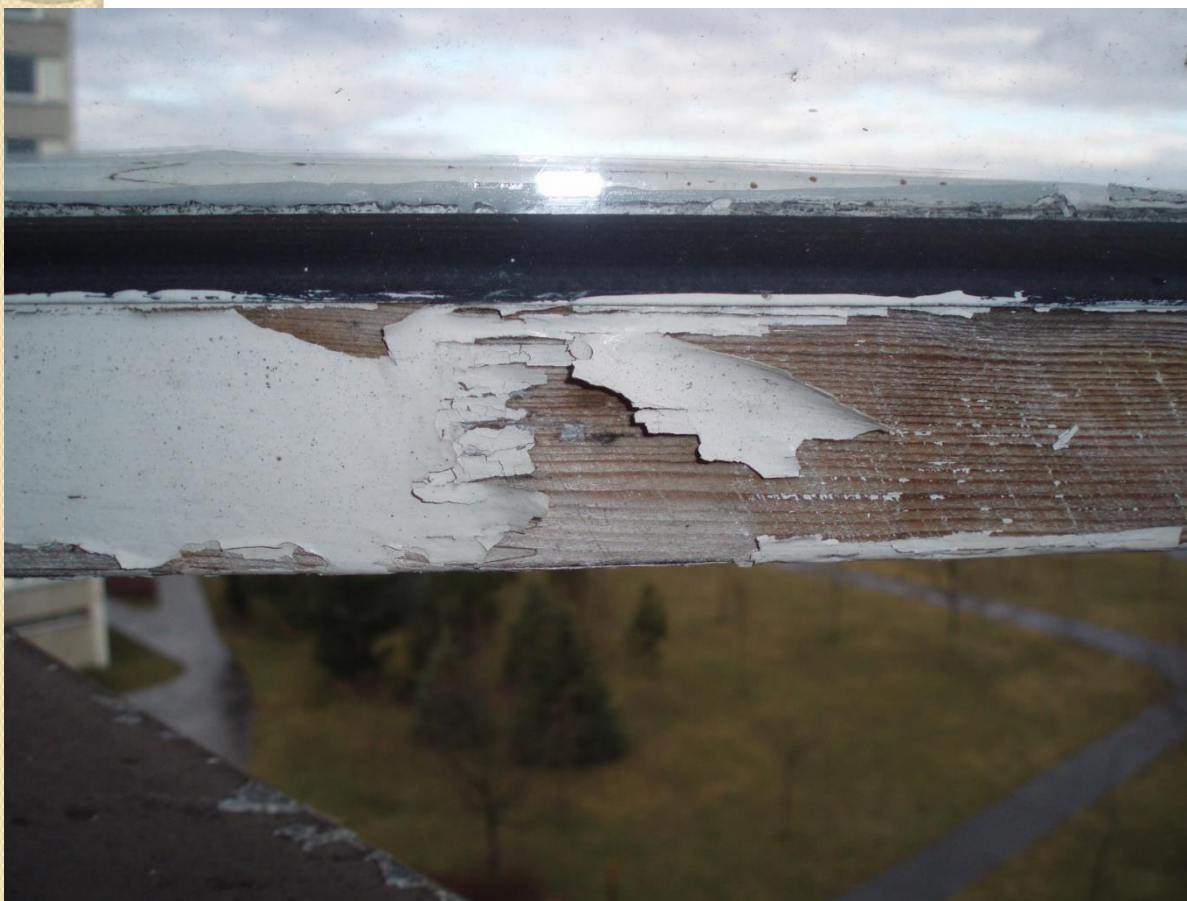
Voda pod nátěrem

- Průnik vody ze stěny do rámu



Vady nátěrů

- Opravné nátěry



Vady nátěrů - ThermoWood



Vady nátěrů – póry v Meranti



Vada nátěrů podlahy

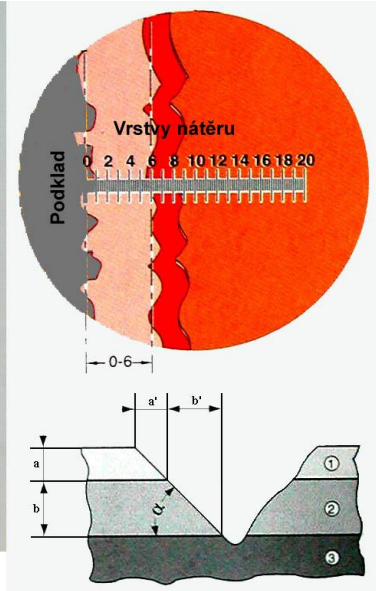


Zkoušení a hodnocení nátěrů

- Tloušťka nátěrů



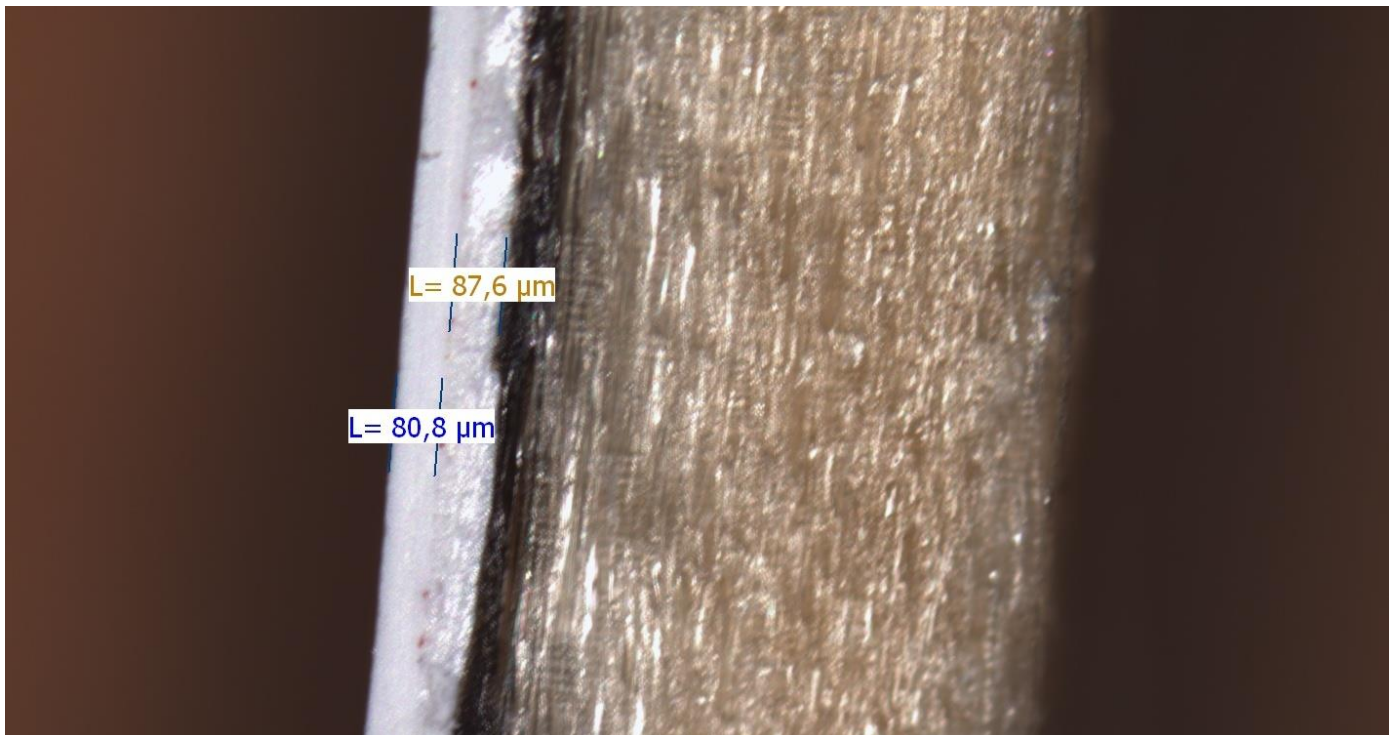
Zařízení PIG a princip měření



Analýza vzorku červené barvy pod mikroskopem

Zkoušení a hodnocení nátěrů

- Tloušťka nátěrů – optický mikroskop s kamerou



Beton

- Koroze betonu
 - Vyluhování měkkou vodou
 - Reakce s kyselou vodou (CO_2)
 - Rekrystalizace (vlivem síranů, chloridů) - pnutí
- Karbonatace vlivem CO_2
 - $\text{pH}=12 \rightarrow 8,4$ ($\text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCO}_3$)
 - Koroze betonové výztuže
 - Ve vodě nebo v suchu při $\text{RH}<30\%$ neprobíhá

Ochrana betonu a výztuže

- Barvy odolné alkáliím a Ca^{2+} iontům
- Povrch
 - VŘ styrenakryláty
 - Epoxidy - nátěry i stěrky
 - VŘ, rozpouštědlové i bezrozpouštědlové
 - PUR jako vrchní krycí nátěr
- Výztuž
 - VŘ styrenakryláty
 - Práškové NH

Ochrana betonu

Nátěry

- Obroušení vrchní vrstvy, odsátí prachu
- Penetrace
- Barva v celkové tloušťce 80 až 500 μm

Stěrky

- Obroušení vrchní vrstvy, odsátí prachu
- Penetrace, vsyp (pro odstup $> 24\text{h}$)
- Stěrka 2 – 4 mm

Nátěry betonu

- Haly a garáže
 - Dokonalé odmaštění
 - Odstranění solí
- Vyzrálý beton
 - Min. 28 dní
 - Obsah vody max. 4%
 - Soudržný (pevnost v tahu min. 1,5 MPa)
 - Nevhodná barva – degradace, tvorba filmu
 - Pneumatiky – pouze 2K EP, 2K PUR

Nátěry betonu

- Obroušení vrchní vrstvy



Nátěry betonu

- Nátěr za vysokých teplot - pomeranč



Nátěry betonu

- Estetické hledisko



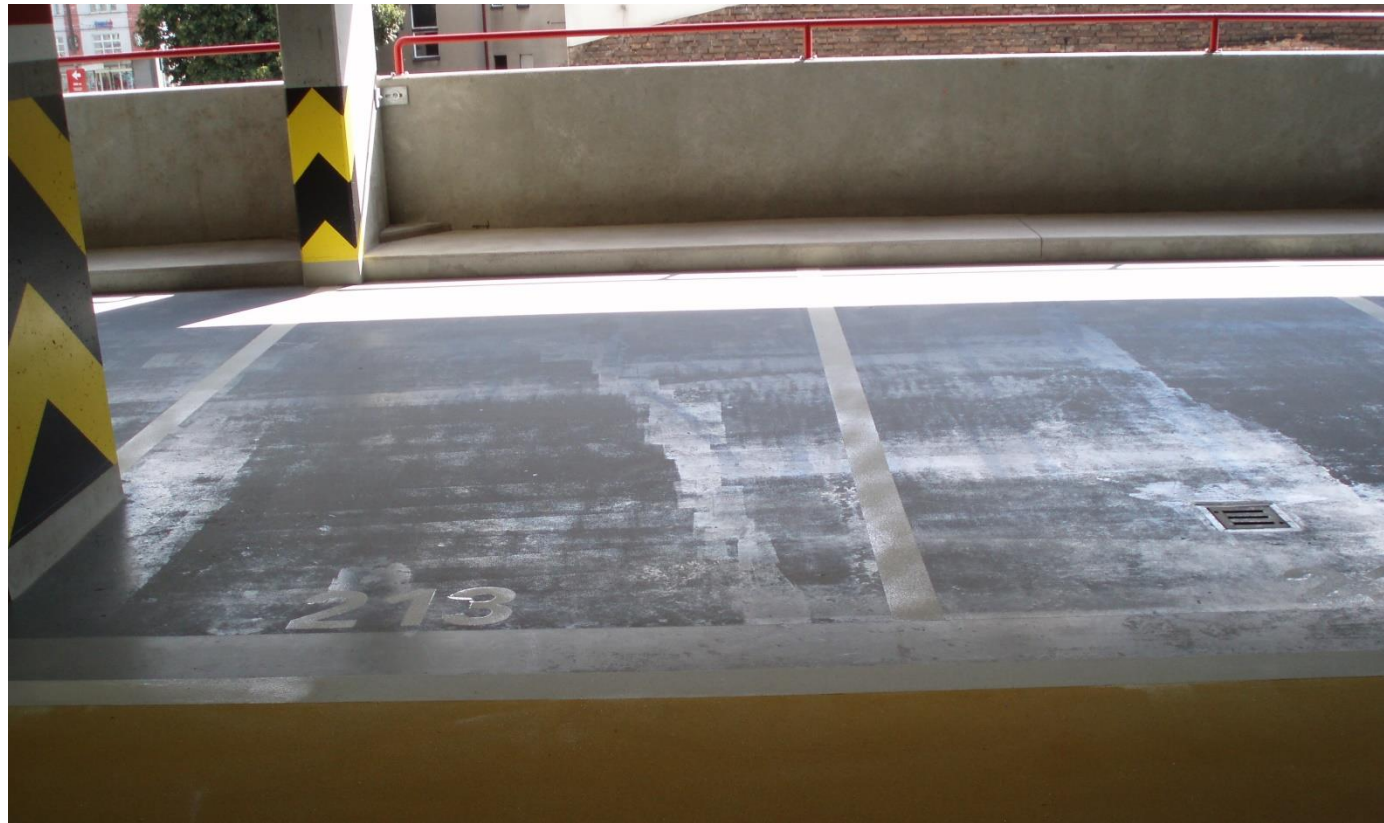
Nátěry betonu

- Estetické hledisko, nanášení



Nátěry betonu

- Estetické hledisko, tmelení



Stěrky na betonu

- poškozená izolace při instalaci dilatačního prvku



Stěrky na betonu

- Chybějící izolace



Stěrky na betonu

- Nedostatečná chemická odolnost



Stěrky na betonu

- Tmel s obsahem těkavých látek



PUR lak na EP stěrce

- Degradace EP, odlupování laku



Fasády

- Organické místo vápenocementových
 - vyšší produktivita práce
 - menší náklady
 - dostupnost celé řady barevných odstínů
 - nižší trvanlivost

Fasády - Omítkoviny

- Tloušťka jeden až tři milimetry
- Malá nasákavost a nízká propustnost pro kapalnou vodu
- Co nejmenší difuzní odpor pro vodní páru
- Odolnost na povětrnosti i proti UV záření
- Dobré mechanické vlastnosti
- Nízká špinivost

Pojiva Omítkovin

- Akrylátové
 - vinylacetát-akrylátová pojiva – odolnost na světle, málo odolná vůči hydrolýze v zásaditém prostředí (na nevyzrálém podkladu nevydrží)
 - styren-akrylátová pojiva - výborná odolnost proti vodě i proti hydrolýze menší odolnost na světle
 - čistě akrylátová pojiva - dobrá odolnost proti vodě i na světle
- Ethylen-vinylchlorid - vysoká odolnost vůči hydrolýze i dobrá odolnost na povětrnosti
- Silikonové hmoty – odolné UV záření, odolné na povětrnosti, proti vodě i proti hydrolýze, obvykle se jimi modifikují jiná pojiva na bázi vinylových kopolymerů nebo akrylátů, na rozdíl od silikátů však obsah levnější akrylátové nebo vinylové disperze není omezen
- Silikátové hmoty - vytvářejí vysoce odolný minerální film bez hydrolýzy nebo degradace UV zářením, ale vyžadují vyzrálý podklad. Problémy s adhezí na starých nátěrech.

Vlastnosti Omítkovin

- Vodotěsnost menší než $0,3 \text{ l/m}^2 / 30 \text{ minut}$
 - Do 0,1 se označují jako vodotěsné
 - 0,1 až 0,5 jako vodoodpudivé
 - Silikonakrylátové - $0,02$ až $0,07 \text{ l/m}^2$
- S_d ekvivalentní difuzní tloušťka
 - Kolik metrů vzduchové vrstvy by nahradilo
 - Vyšší hodnota = složitější průchod
 - Silikonové a silikátové omítky $0,02$ až $0,1 \text{ m}$
 - Částečně paropropustné $0,1$ až $0,5 \text{ m}$

Nekvalitní silikonová omítkovina

- Kromě StyAcr disperze žádný silikon
- Nasákavost i paropropustnost 10x horší
- 38% vody v minerální vatě



Nekvalitní silikonová omítkovina

- 3 až 10% silikonové emulze
- Silikonová aditiva 0.1 až 1% ve hmotě
- ČR omítkovina 0,08% Si, tj. 0,21% silikonu, při sušině 50 % 0,4% emulze = aditiva
- Rakouská omítkovina 1,12% Si, tj. 2,96 % silikonu, při sušině 50 % asi 5,5% emulze, tj. obvyklý obsahu silikonu (3 až 10%).

Fasádní nátěry

- Štětec, váleček, stříkání
- Celková tloušťka 100 až 200 μm , desetkrát menší než u omítkovin
- Chyby v kvalitě podkladu se projeví dříve
- Chemické složení pojiv stejné

Nátěry nových omítek

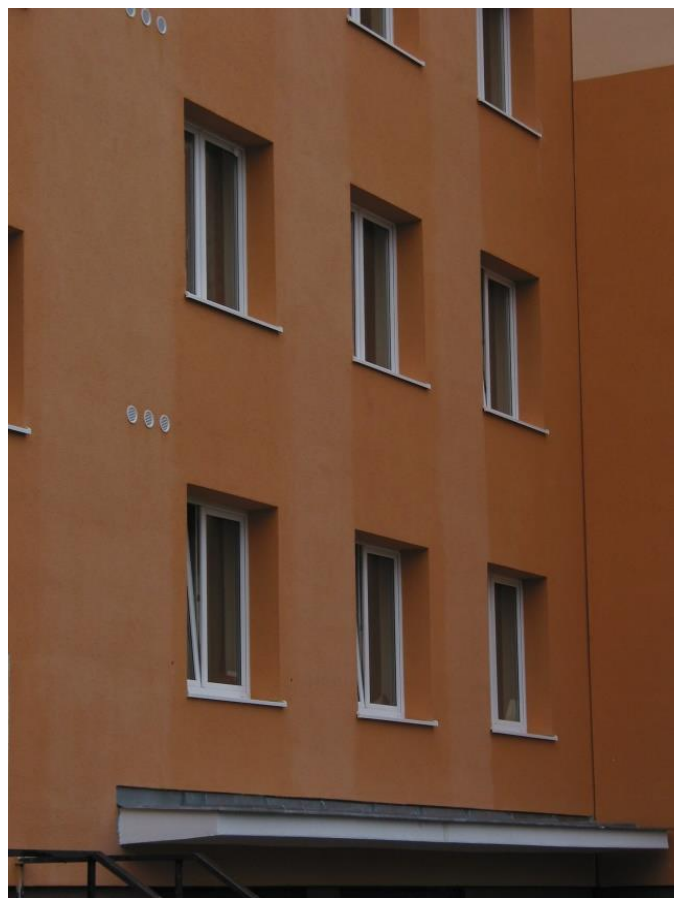
- Dostatečná pevnost
- Suchá (vlhkost podkladu maximálně 7%)
- Karbonatovaná (vyzrálá)
 - Běžná stavební praxe - 28 dní
 - pH podkladu mezi 9,5 a 10
- Strukturní omítkoviny
 - Na bázi hydraulických pojiv (schnutí 1 d na 1 mm)
 - Disperzní
- Zateplovací systémy
 - Tmel je na bázi suchých disperzí s cementem
 - Hydratovaný, vyzrálý (stříkat vodou)

Staré fasády

- Očištění tlakovou vodou
- Odstranění nepřilnavé části omítky
- Poškozená místa a praskliny vytmelit
- Celý povrch penetrovat
 - VŘ – snadné čištění nářadí
 - R – sjednocení savosti, zpevnění
- Aplikace fasádní hmoty

Vady fasádních nátěrů

- Nevyzrálý podklad, VAc disperze



Vady fasádních nátěrů

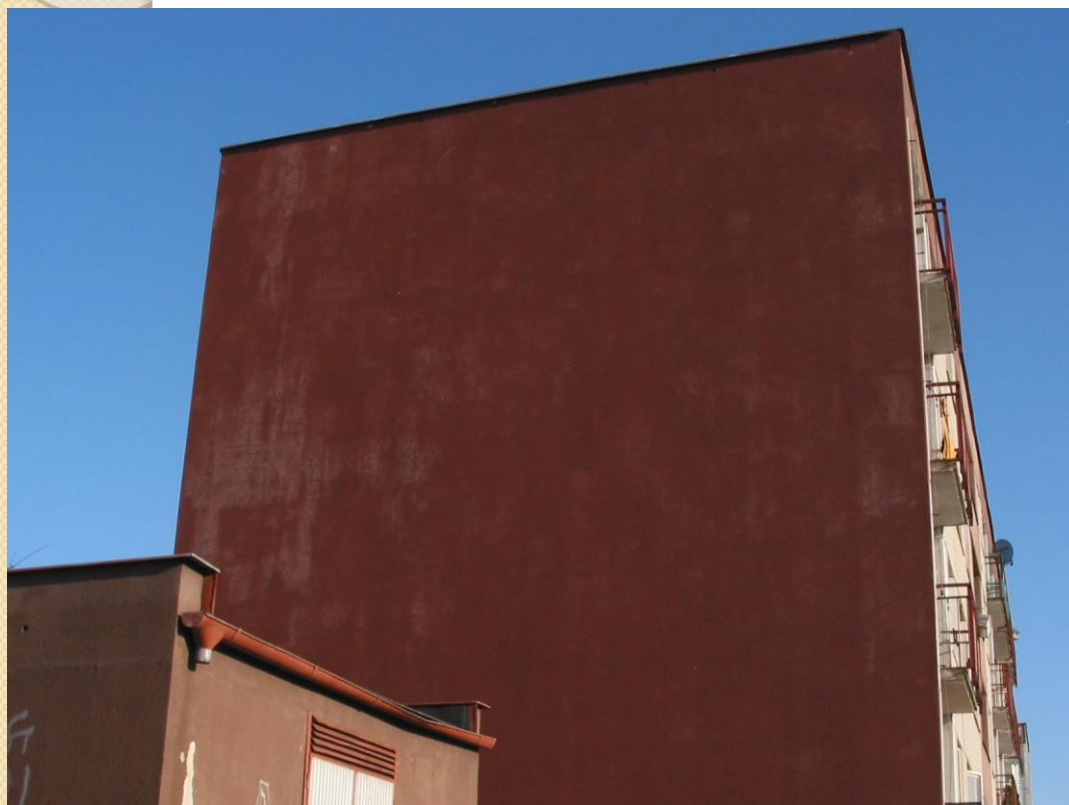
- **Nevyzrálé tmely na zateplovacích systémech**



Stabilita pigmentů



Vápenné výkvěty



Výkvěty na zateplovacím systému



Nevyzrálá omítka po opravě



Špatné konstrukční řešení



Villa Bianca – Fotoaktivní nanočástice



**Nová budova
6 let po výstavbě
10 let po ošetření**



Fotoaktivní nanočástice – FN Nano



Vady fasád - shrnutí

- *90% vad fasádních nátěrů je způsobeno špatně připraveným nebo nedostatečně vyzrálým podkladem*
- *Oprava nedostatečně vyzrálých fasád je velmi složitá*
- *Nejlepším řešením je počkat s opravným nátěrem do plného vyzrání podkladu, což ovšem může trvat několik měsíců*

Kovy – Koroze a ochrana

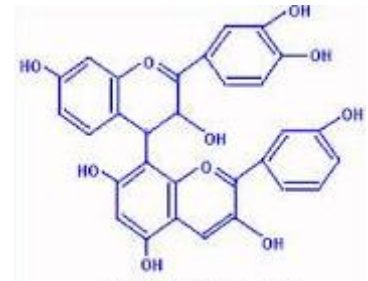
- Elementární kov se mění působením kyslíku a vlhkosti na hydratované oxidy
- Nestálé a nepřílnavé „houbovitá“ struktura
- Zadrž vlhkosti - pokračování korozních dějů
- Ztráty 2-3% HDP (150–200 miliard Kč/rok)
- Obliba použití nátěrů
 - Snadná aplikace,
 - Nízké pořizovací náklady (vs. smalty, kovové povlaky)
 - Univerzálnost, ochrana nejrůznějších materiálů

Kovy – Koroze a ochrana

- Koroze oceli - voda a kyslík.
- Malé molekuly kyslíku – difúzi nelze zabránit
- Rozhodujícím faktor – voda
 - Nízká tloušťka nátěru
 - Kondenzace na povrchu chladných předmětů
 - Uzavřena pod nátěrem
 - Obsažena ve rzi při nátěrech zkorodovaných povrchů

Kovy – Koroze a ochrana

- Odstranění korozních produktů
- Mechanicky
- Odrezovače
 - Oplachové - rozpouštějí rez (H_3PO_4), vytvářejí na povrchu pasivní vrstvu fosfátů, zlepšení přilnavosti nátěrů, nutný oplach
 - Bezoplachové – rez je pasivována a zůstává na povrchu kovu
(tannin – fenolická látka)



Předúprava povrchu

- Odmaštění
- Odstranění prachu a cizorodých látek
- Pozink, hliník
 - Volná oxidace
 - Předúprava
 - Reaktivní základ

Nátěry pozinku



Žárové zinkování



Nátěr na rezatém povrchu



A po delší době ...



Kovy – Koroze a ochrana

- Okuje – nestálé oxidy železa
 - Hutní výrobky válcované za tepla
 - Zdánlivě vypadají velmi dobře
 - Namodralá, hladká, celistvá vrstva svádí k natírání bez jakékoliv úpravy
- Odstranění
 - Obroušením je obtížné
 - Moření v kyselinách
 - Otryskání
 - Samovolná koroze

Nátěr na okujích



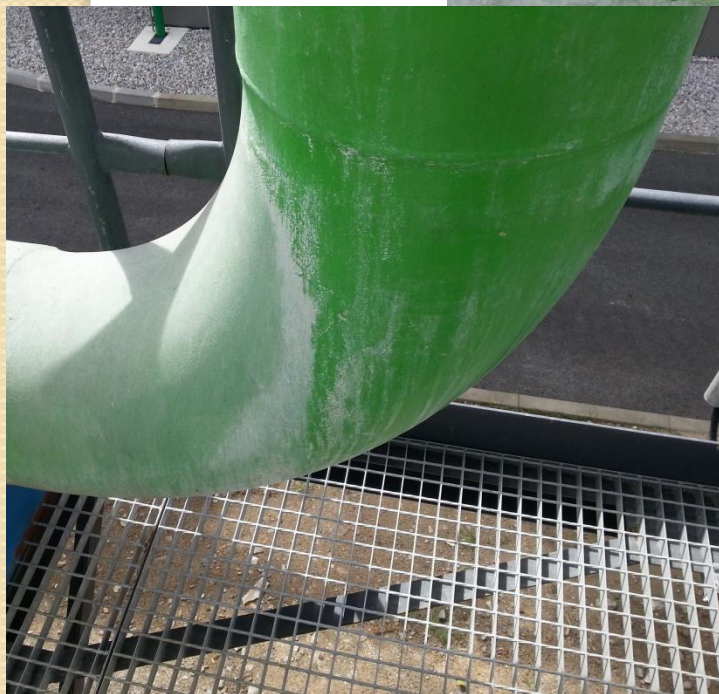
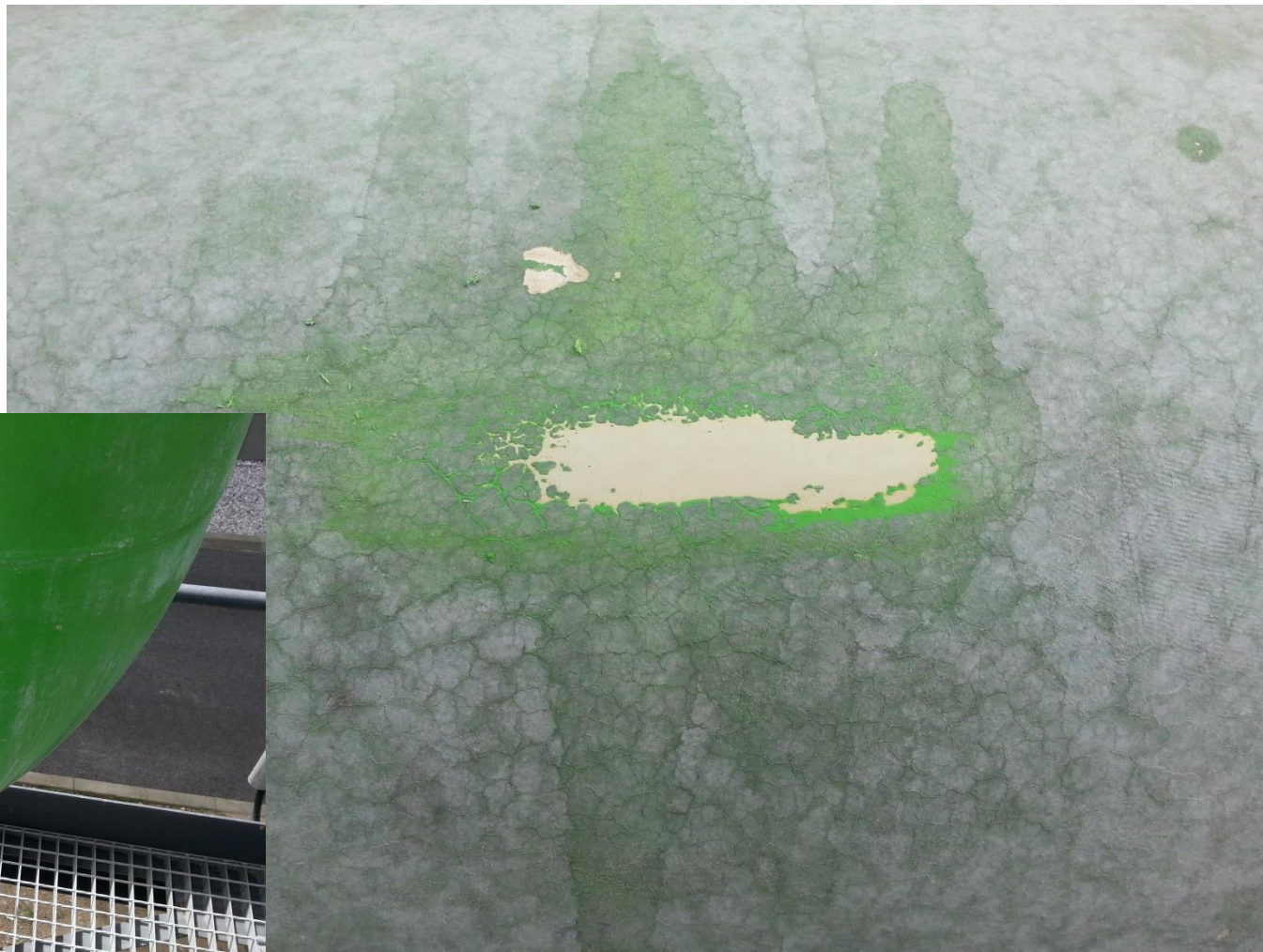
Konstrukční řešení

- Vyvarovat se
 - Zadržování kapalin a usazování kalů či koncentrátů, styků stěn pod ostrými úhly, štěrbin, uzavřených prostor a koutů
 - Odtokový otvor
 - Štěrbin a místa styku dvou ploch zatmelit pružným tmelem

Tvrký PES tmel



Chyba v 2K nátěru



Chyba při výrobě – EP nátěr



Střešní panely v hutích - tloušťka



Nekvalitní nános – OBI Ostrava



Základní pravidla pro natírání

- Tajemství úspěchu spočívá především v předúpravě povrchu.
- První vrstvu je vždy výhodnější nanášet štětcem.
- Další vrstvu je třeba nanášet až po dokonalém zaschnutí předcházejícího nátěru.
- Dvě slabé vrstvy nátěru jsou vždy lepší než jedna silnější.
- Klasický systém 1 + 2 je pracnější, ale vydrží déle než jednošichtovka.

Hodně štěstí při nátěrech

