

Karakterizacija poslikanih panjskih končnic skozi etično oko sodobne dediščinske znanosti

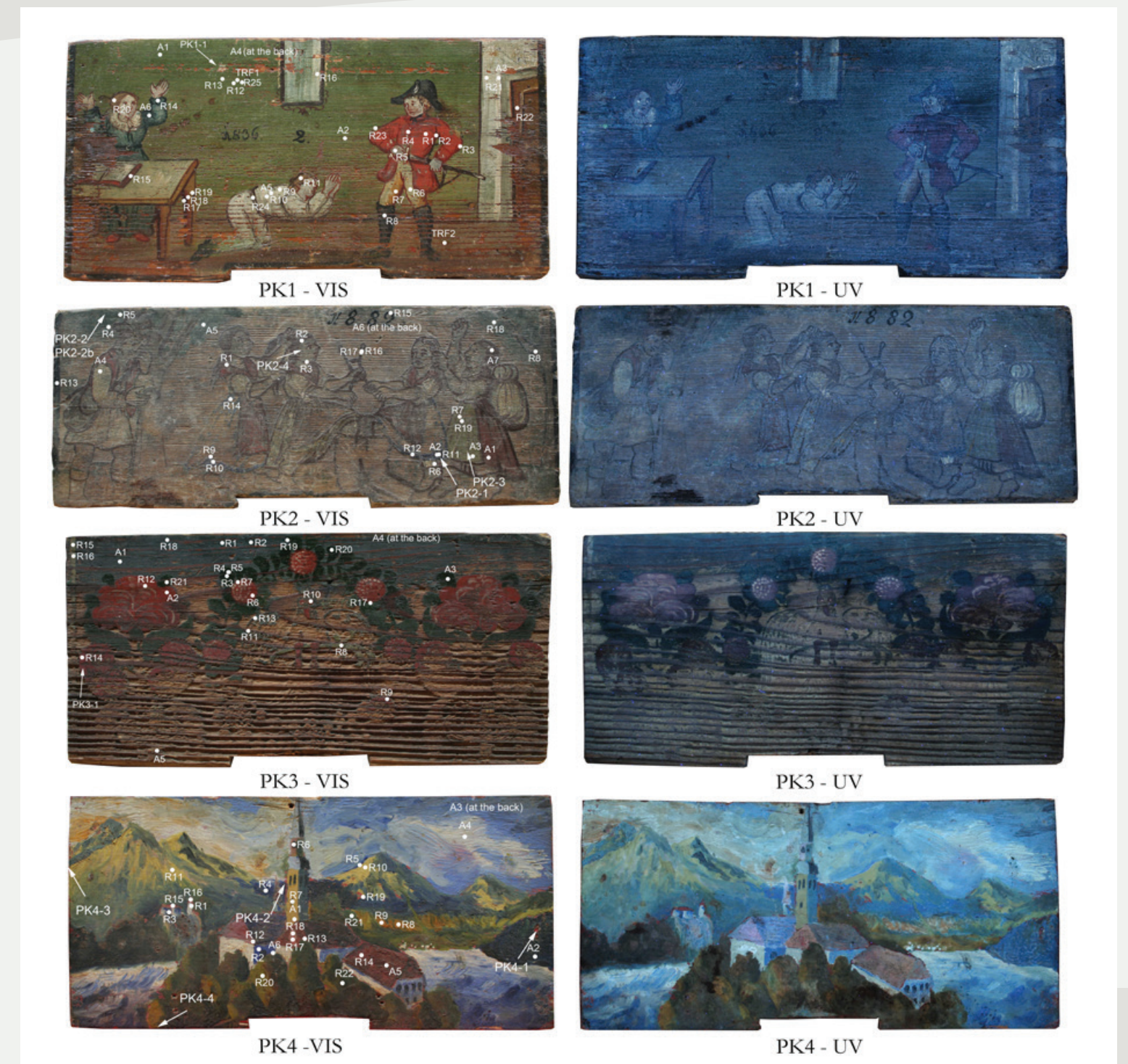
ETIČNI PRINCIPI RAZISKAV V KONSERVATORSKI STROKI IN DEDIŠČINSKI ZNANOSTI

Identifikacija in karakterizacija materialnih komponent predmetov kulturne dediščine (KD) s tehnikami in metodami naravoslovnih znanosti, optimiziranih za različna področja dediščinskih raziskav, sta bistvenega pomena za doseganje visokih standardov na področju varstva in varovanja KD. Etična priporočila dajejo prednost neinvazivnim preiskavam, ki ne posegajo v fizično integriteto predmetov KD, in prenosnim inštrumentom, ki omogočajo preiskave *in situ*, s čimer se lahko izognemo negativnim posledicam transporta in vzorčenja KD. Za temeljito oceno stanja pa so vzorčenje materialne substance KD in analize z zmogljivejšimi stacionarnimi analitskimi inštrumenti pogosto nujni. Etični standardi v takšnem primeru narekujejo minimalni zahtevani odvzem materialne substance s predhodnim soglasjem lastnika oz. skrbnika KD. Pri analizi vzorcev imajo prednost nedestruktivne tehnike (ki omogočajo ohranitev vzorcev) pred destruktivnimi.

POSLIKANE PANJSKE KONČNICE IZ ZBRKE SLOVENSKEGA ETNOGRAFSKEGA MUZEJA (SEM)

Poslikane panjske končnice so predstavljale študijski primer zagonskega projekta »Napredni materiali za ohranjanje kulturne dediščine«, ki je pod vodstvom Raziskovalnega inštituta (RI) ZVKDS potekal v sklopu EU projekta InnoRenew CoE (H2020 WIDESPREAD-2-Teaming; #739574) v letih 2018 do 2021. Poglobljeno analitsko obravnavane so bile štiri slogovno raznolike poslikane panjske končnice, izdelane med začetkom 19. in drugo polovico 20. stoletja (slika 1):

- PK1: Neugotovljiv prizor vaškega nasilja; 1836; inv. št. EM 15782; c. 12,8 x 25,4 x 1,4 cm
- PK2: Boj za moške hlače; 1882; s.n.; 13 x 32,5 x 1,5 cm
- PK3: Sv. Duh v podobi goloba; zač. 20. stol.; inv. št. EM 15779; c. 14,7 x 30,9 x 1,6 cm
- PK4: Motiv pokrajine; 2. pol. 20. stol.; s.n.; c. 13,4 x 28,3 x 1,2 cm



Slika 1: Poslikane panjske končnice iz zbirke SEM. Fotografije končnic v vidni svetlobi z označenimi točkami neinvazivnih ramanskih (R) in IR analiz (A) ter odvzetih vzorcev (levi stolpec). Fotografije UV-inducirane vidne fluorescence končnic (desni stolpec). (Foto: Maša Kavčič)

ANALITSKI PRISTOP K KARAKTERIZACIJI PANJSKIH KONČNIC PK1, PK2, PK3 IN PK4

Preiskave panjskih končnic RI ZVKDS so bile osredotočene zlasti na ugotavljanje njihovih tehnoloških in materialnih značilnosti z mikroskopskimi in spektroskopskimi tehnikami, predvsem FTIR- in ramansko spektroskopijo, z različnimi stacionarnimi in prenosnimi inštrumenti. Zaradi majhnih dimenzij in precejšnje dotrajanosti nekaterih končnic smo se osredotočili na neinvazivne (brez vzorčenja) in minimalno invazivne analize (neopazno vzorčenje). Z invazivnim načinom (opazno vzorčenje, pri čemer velikost odvzetega vzorca ne presega 1mm²) smo opravili minimalno število preiskav. **Izbira analitskih tehnik in metod ter njihovega sosledja od neinvazivnih do invazivnih in destruktivnih je podana na primeru karakterizacije barvne plasti zelenega ozadja končnice z oznako PK1 (tabela 1).** V tem primeru smo določene originalno prisotne pigmente (schweinfurtsko in Scheelejevo zeleno) lahko nedvoumno potrdili šele na podlagi odvzetega vzorca oz. z invazivno analizo in stacionarnimi inštrumenti. Kljub temu, pa smo v raziskavi pokazali na velik potencial uporabe neinvazivnih tehnik in prenosnih inštrumentov.

	ANALITSKA TEHNIKA	TIP TEHNIKE	IDENTIFIKACIJA	INTERPRETACIJA
1.	Fotografija UV-inducirane vidne fluorescence (365 nm)	Neinvazivna	Relativno enakomerna zelenkasta površinska fluorescence preko barvne plasti in poškodb	Možna prisotnost sekundarnega laka na osnovi naravne smole tipa damar ali mastiks
2.	Rentgenska fluorescenčna spektroskopija s prenosnim spektrometrom Elio (Bruker)	Neinvazivna	Svinec (Pb), baker (Cu), možna prisotnost arzena (As)	Možna prisotnost pigmenta svinčeva bela in pigmenta na osnovi bakra, možna prisotnost pigmenta na osnovi arzena
3.	FTIR-spektroskopija v refleksijski tehniki s prenosnim spektrometrom Alpha-R (Bruker)	Neinvazivna	Lipidi, triterpenoidna smola	Domnevno oljno vezivo poslikave, možna prisotnost laka iz naravne smole (damar, mastiks)
4.	Ramanska spektroskopija s stacionarnim FT-ramanskim spektrometrom MultiRAM (Bruker)	Neinvazivna	Svinčeva bela (2PbCO ₃ ·Pb(OH) ₂) in barijev sulfat (BaSO ₄)	Svinčeva bela verjetno prisotna kot pigment, barijev sulfat kot polnilo (morda polnilo drugega, npr. zelenega pigmenta ali barve)
5.	FTIR-spektroskopija v transleksijski tehniki s spektrometrom Perkin Elmer Spectrum 100 FTIR na vzorcu odvzetem z mikro-vzorčenjem (neopazno vzorčenje z diamantno paličico)	Minimalno invazivna	Lipidi, triterpenoidna smola, bakrov (Cu) karboksilat, oksalat	Domnevno oljno vezivo poslikave, možna prisotnost laka iz naravne smole (damar, mastiks), verjetna prisotnost pigmenta na osnovi bakra, degradacijski produkti, ki kažejo na oljno tehniko poslikave in /ali prisotnost naravnih smol
6.	Optična mikroskopija prečnega preseka odvzetega vzorca z mikroskopom Olympus BX-60	Invazivna, nedestruktivna	Barvna plast zelene barve, nanesena direktno na leseni nosilec v enem nanosu; prisotni beli in zeleni pigmentni delci	Možna prisotnost svinčeve bele in pigmenta na osnovi bakra glede na morfologijo in UV-fluorescenco delcev
7.	Ramanska spektroskopija prečnega preseka odvzetega vzorca s spektrometrom Horiba Jobin Yvone LabRAMHR800	Invazivna, nedestruktivna	Zelena barvna plast: svinčeva bela (2PbCO ₃ ·Pb(OH) ₂), barijev sulfat (BaSO ₄), Scheelejeva zelena (Cu(AsO ₂) ₂), schweinfurtska zelena (angl. Emerald green (Cu(C ₂ H ₃ O ₂) ₂ ·3Cu(AsO ₂) ₂))	Verjetno pigmentna mešanica svinčeve bele in dveh zelenih pigmentov (Scheelejeve in schweinfurtske zelene) ali enega zelenega pigmenta (schweinfurtske zelene pridobljene s sulfatno metodo). Barijev sulfat najverjetneje predstavlja polnilo, dodano zelenim pigmentom.
8.	FTIR-spektroskopija v transmisijski tehniki odvzetega vzorca s spektrometrom Perkin Elmer Spectrum 100 FTIR	Invazivna, destruktivna	Zelena barvna plast: lipidi, svinčeva bela (2PbCO ₃ ·Pb(OH) ₂), schweinfurtska zelena (Cu(C ₂ H ₃ O ₂) ₂ ·3Cu(AsO ₂) ₂), barijev sulfat (BaSO ₄), bakrov (Cu) karboksilat Transparentna zgornja plast: triterpenoidna smola	Verjetno oljna barvna plast, vsebujoča pigmentno mešanico svinčeve bele in schweinfurtske zelene, slednji je najverjetneje dodano polnilo barijev sulfat. Triterpenoidna smola je najverjetneje sekundarni zaključni lak na osnovi damarjeve ali mastiksove smole.

Tabela 1: Potek etično usmerjene raziskave materialne karakterizacije barvne plasti na primeru zelenega ozadja končnice PK1.



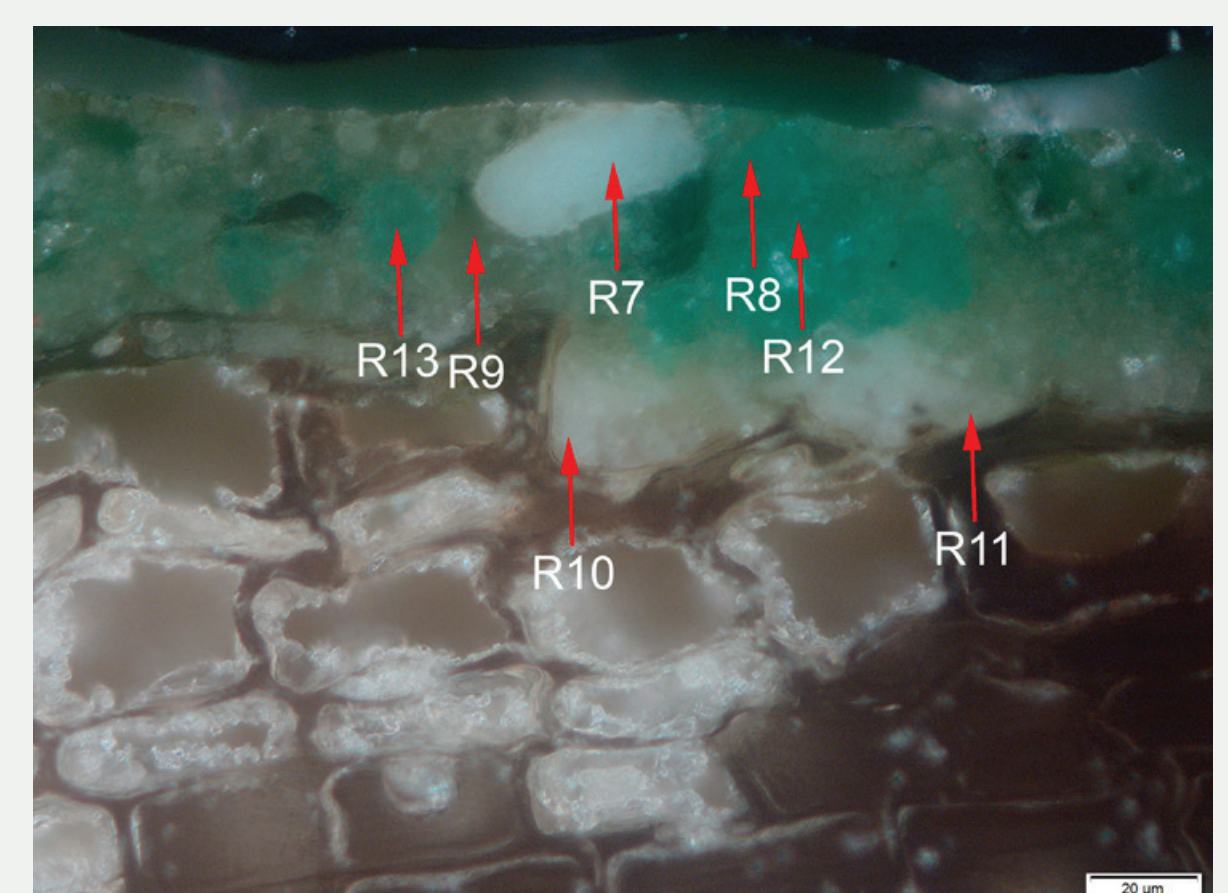
Slika 2: Med neinvazivno analizo PK1 s prenosnim XRF-spektrometrom Elio (Bruker). (Foto: Maša Kavčič)



Slika 3: Med neinvazivno analizo PK1 s prenosnim FTIR-spektrometrom Alpha-R (Bruker). (Foto: Maša Kavčič)



Slika 4: Med neinvazivno analizo PK1 s stacionarnim FT-ramanskim spektrometrom MultiRAM (Bruker). (Foto: Maša Kavčič)



Slika 5: Točkovne analize na odvzetem vzorcu zelenega ozadja PK1 s stacionarnim ramanskim spektrometrom Horiba Jobin Yvone LabRAMHR800. (Foto: Maša Kavčič, Klara Retko)

MATERIALNA KARAKTERIZACIJA PANJSKIH KONČNIC - ZBRANI REZULTATI RAZISKAVE

Analitske pristope in rezultate analiz vseh štirih panjskih končnic smo podrobneje predstavili v treh znanstvenih člankih:

- Retko, K. et al. Material characterisation of a painted beehive panel by advanced spectroscopic and chromatographic techniques in combination with hyperspectral imaging. *Herit Sci* 8, 120 (2020). <https://doi.org/10.1186/s40494-020-00468-y>
- Sandak, J. et al. Nondestructive Evaluation of Heritage Object Coatings with Four Hyperspectral Imaging Systems. *Coatings* 11, 244 (2021). <https://doi.org/10.3390/coatings11020244>
- Retko, K. et al. Characterisation of painted beehive panels—Slovenian unique folk art creativity. *Archaeometry* (2021). <https://doi.org/10.1111/arc.12657>