

Predstavitev dosezka v okviru raziskovalnega projekta L2-4249 (2011-2014):

## Barvne, absorpcijske in zaščitne nanoplastne prevleke za Al-zlitine

Nosilec projekta: dr. Peter Panjan  
Institut "Jožef Stefan", Ljubljana

Ostali sodelavci na projektu: dr. Miha Čekada, dr. Darinka Kek Merl, dr. Matjaž Panjan, dr. Janez Kovač, dr. Miran Čeh, dr. Zoran Samardžija, dr. Kristina Žagar, Andrej Mohar, Tomaž Sirnik

### **Sodelujoče organizacije:**

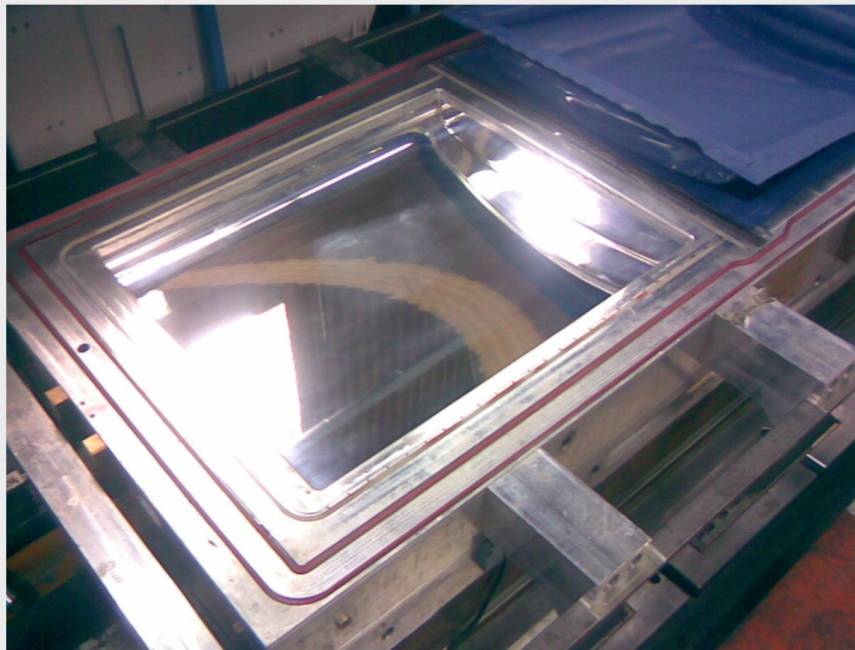
Kemijski inštitut: dr. Marta Klanjšek Gunde, dr. Metka Hajzeri

Impol d.o.o.: dr. Peter Cvahte, Marina Jelen, Vukašin Dragojević, Robert Kučič

Zasebni raziskovalec: dr. Varužan Kevorkijan

## a) Razvoj nizekotemperaturnih trdih PVD-prevlek za zaščito orodij iz Al-zlitin

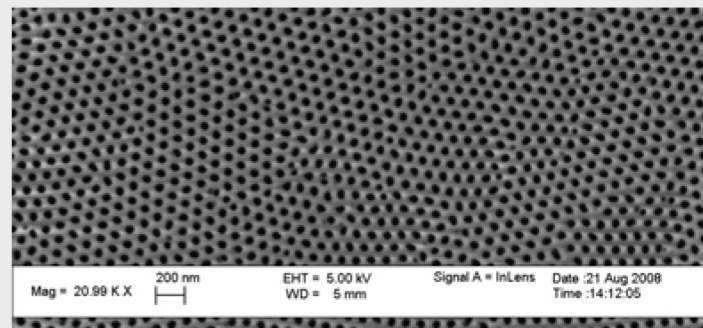
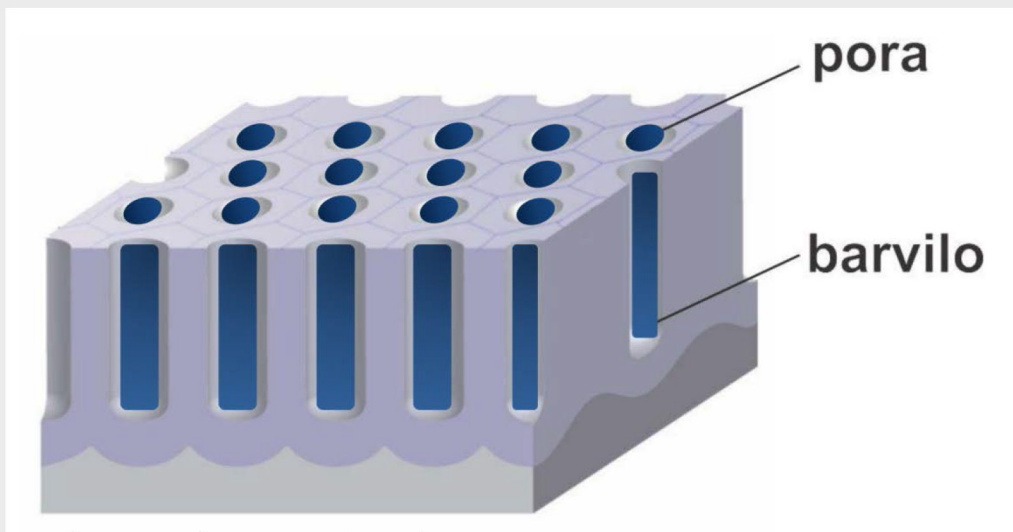
Polirana orodja iz Al-zlitin se zaradi dobre obdelovalnosti, toplotne prevodnosti in majhne teže vse pogosteje uporabljajo zlasti za preoblikovanje plastike. **Obrabno in korozijsko obstojnost** takšnega orodja poskušamo izboljšati z nanosom PVD-trdih prevleke, ki hkrati **zmanjša sprejemanje plastike** na površino orodja. Tako se izognemo uporabi okolju škodljivih ločevalnih sredstev.



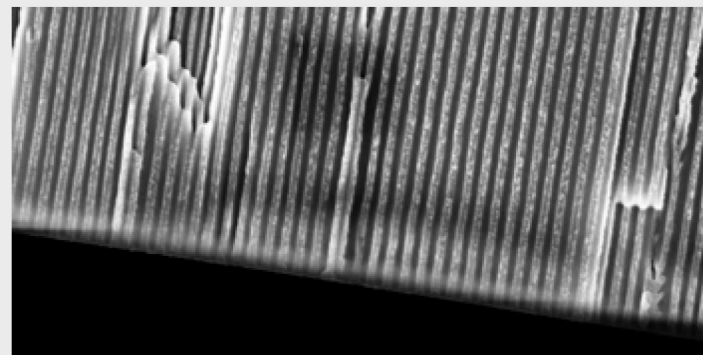
*Orodje za oblikovanje notranje obloge hladilnika (Gorenje)*

## b) Razvoj postopka anodne oksidacije Al-zliti in postopkov barvanja

V okviru projekta razvijamo postopke anodne oksidacije Al-zliti, ki omogočajo barvanje površin z uporabo pigmentov oziroma nanašanja tankih plasti ogljika na anodizirano površino Al-zliti.



*Adsorptivno barvanje oksidne plasti*



## c) Razvoj zaščitnih in dekorativnih prevlek na odkovke iz Al-zlitin

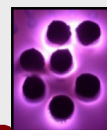
Praktično vsak izdelek iz Al-zlitine, ki je narejen z različnimi postopki obdelave, se obdela z enim od postopkov inženirstva površin (anodna oksidacija, nanos konverzijske prevleke, lakiranje itd.). **Namen površinske obdelave je izboljšanje estetskega videza izdelka ter povečanje korozijske in obrabne obstojnosti.** S takšno dodelavo (pol)izdelkov iz aluminijevih zlitin se doseže bistveno večjo dodano vrednost.



*Zaščitne in dekorativne prevleke na odkovkih iz aluminijeve zlitine. Izdelki so bil narejeni z vročim kovanjem v podjetju Stampal (Slovenska Bistrica)*

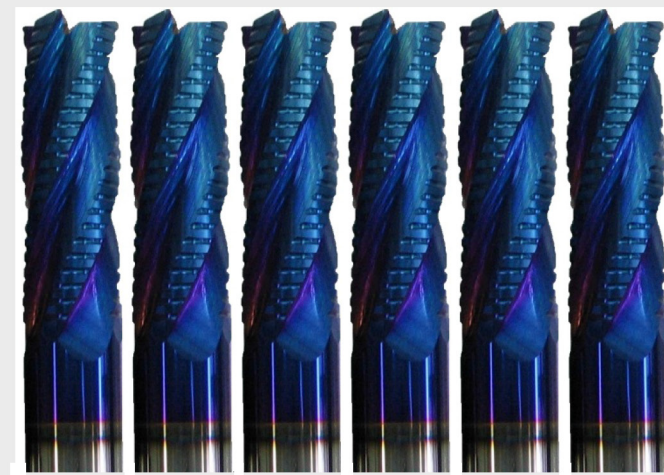
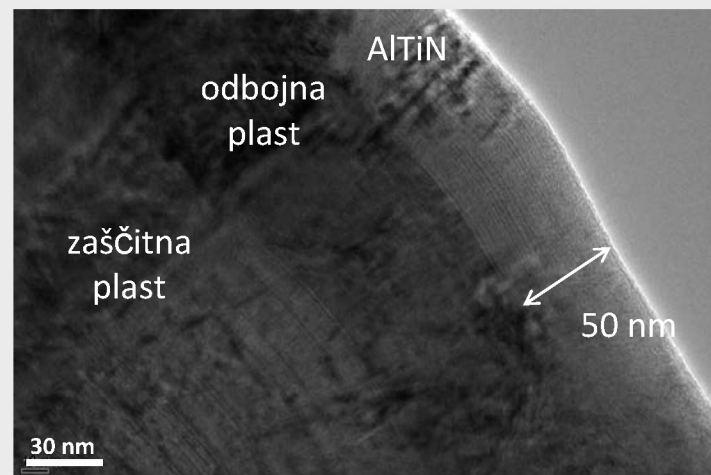
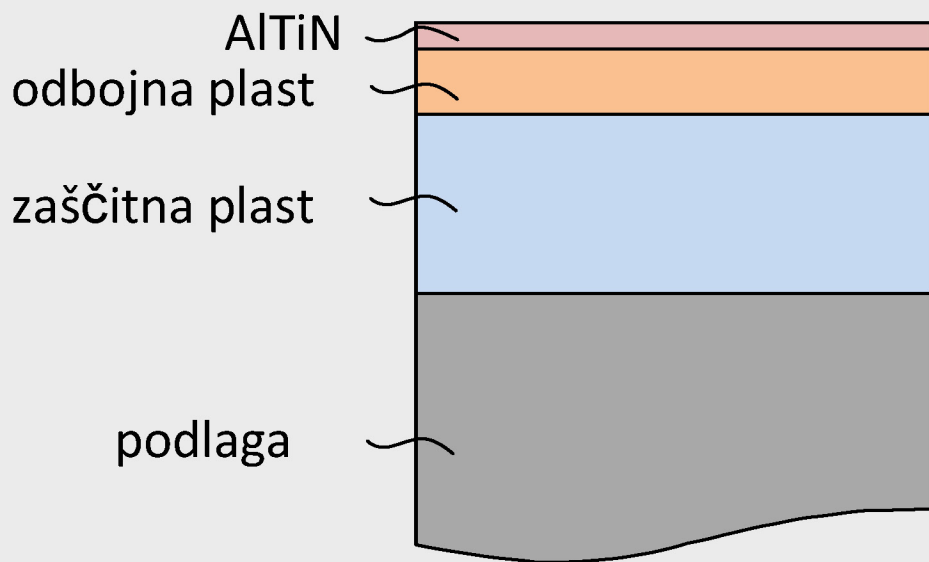
Dosezek v okviru raziskovalnega projekta L2-4249:

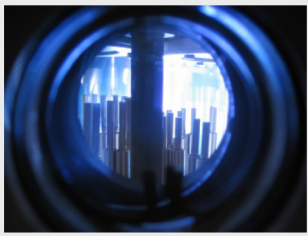
# Barvne, absorpcijske in zaščitne nanoplastne prevleke za Al-zlitine



## Nanoplastna modra prevleka AlTiN/TiN

**Patent št. 23538:** Trde zaščitne prevleke z možnostjo spreminjanja barve





*plinska plazma*



*modro nebo*



*mavrica*

## Mehanizmi, ki povzročajo barvo

1. **vzbujanje prostih atomov in ionov ter vibracije v molekulah**: ogenj, strela, plinska plazma, nekateri laserji
2. **efekti zaradi električnega polja v kristalih**: smaragd, aleksandrit, ametist
3. **prehodi med stanji molekularnih orbital**: modri safir, biološki pigmenti (npr. klorofil, hemoglobin, kerotin)
4. **prehodi med energijskimi pasovi v kristalih**: kovine, polprevodniki (npr. laserske diode)
5. **pojavi geometrijske optike**: lom (mavrica), sipanje (modro ali rdeče nebo), interferenca (plast olja na vodi, prekritja na lečah, barve nekaterih hroščev in metuljev), uklon (barva tekočih kristalov, hologrami)

*absorpcija svetlobe*

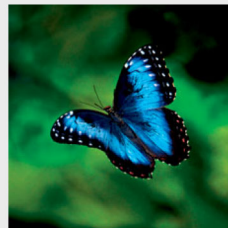
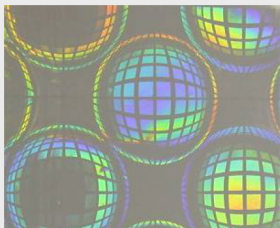


*rubin*



*smaragd*

*hologram*

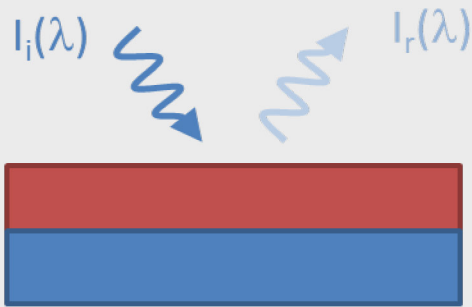


*metulj*

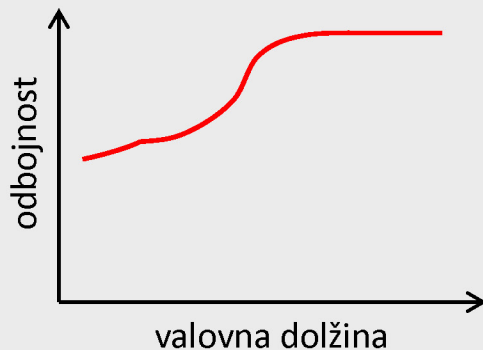
*tekoči kristali*



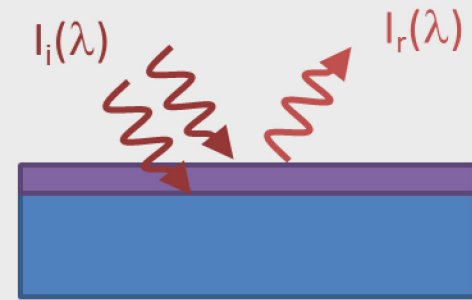
# Glavna mehanizma, ki določata barvo trdih prevlek



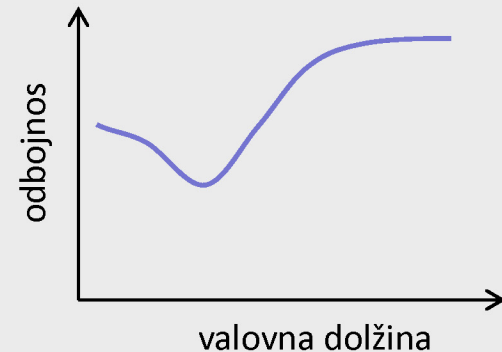
debela absorpcijska plast



- *Intrinzična barva določajo optične lastnosti materiala (te so posledica njegove elektronske strukture)*
- *Barvo lahko v določenem obsegu spreminjamo z sestavo prevleke*

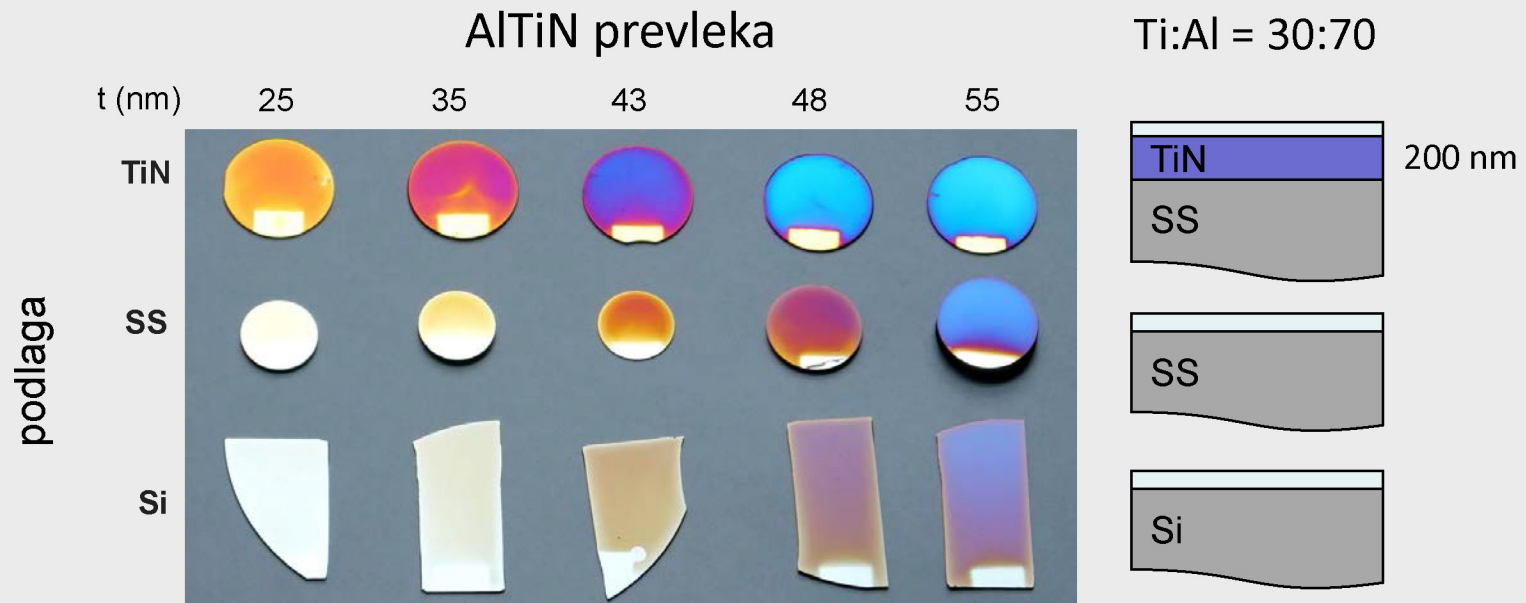
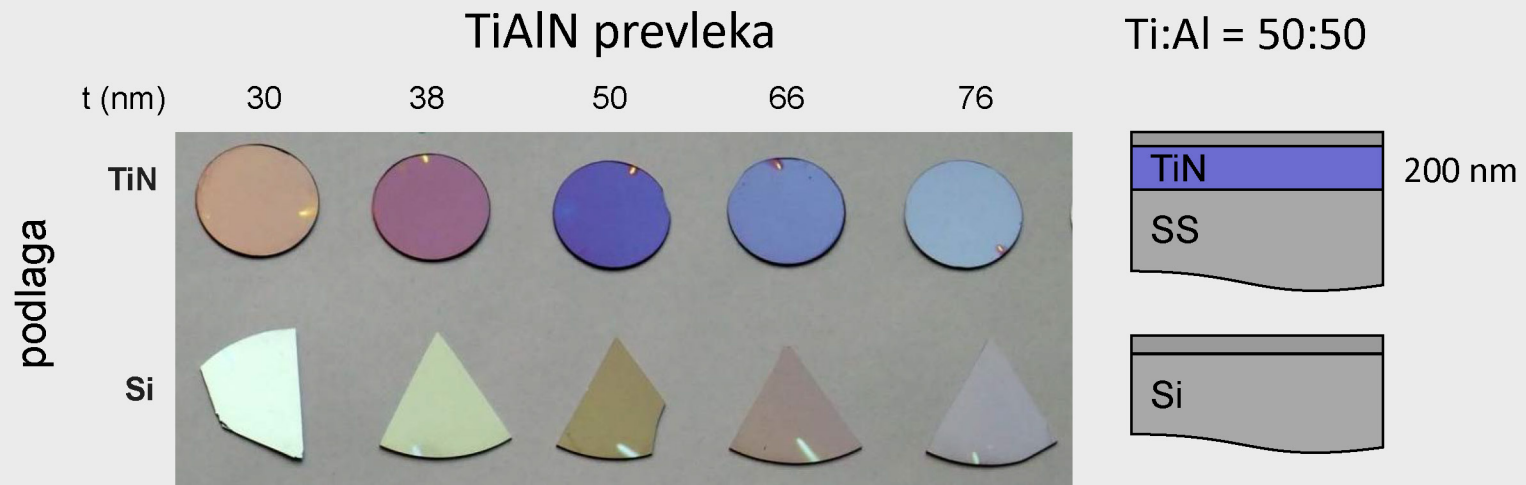


presojna plast ali ultra tanka absorpcijska plast



- *Interferenčna barva je odvisna od optičnih lastnosti plasti in podlage ter od debeline plasti*
- *Barvo lahko spreminjamo v celotnem barvnem spektru*

# Barve različno debelih plasti TiAlN in AlTiN nanesenih na različne podlage

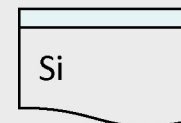
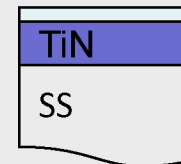
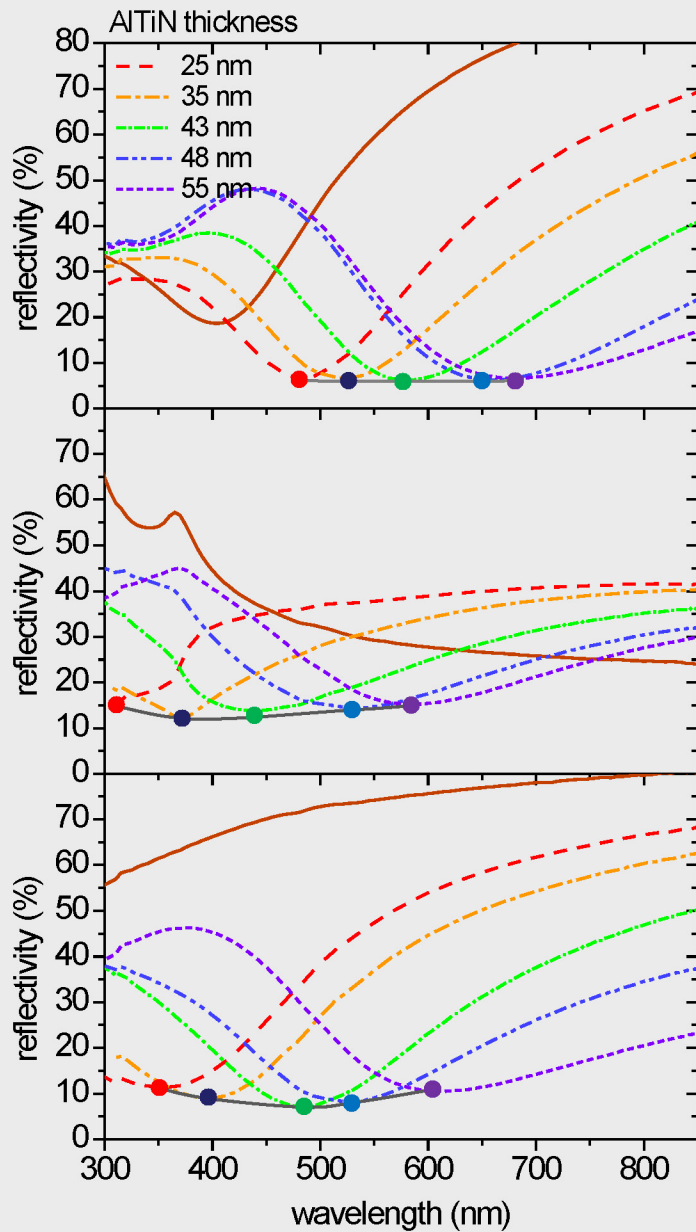
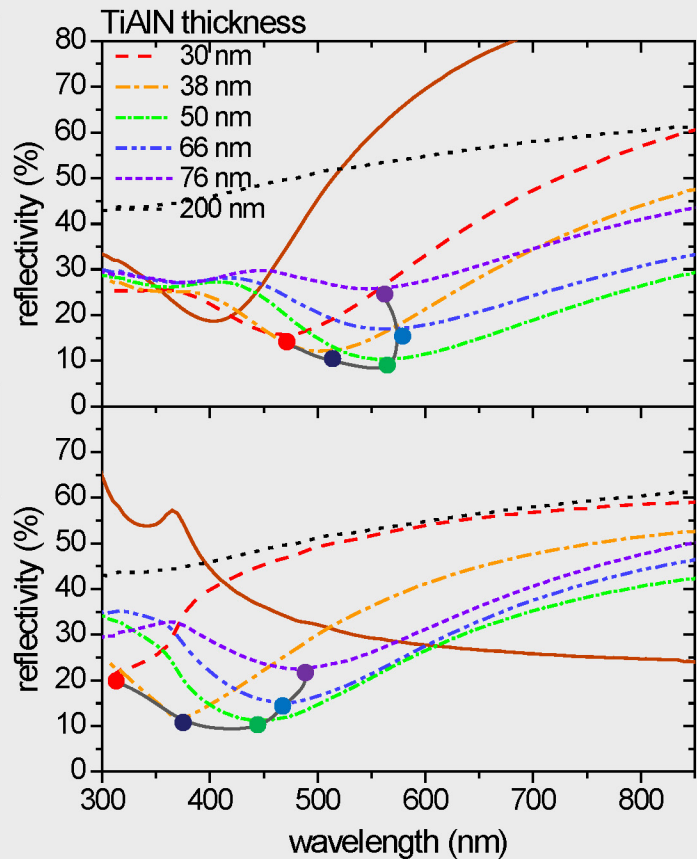
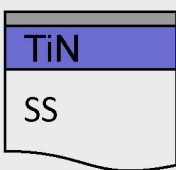




# Odbojnost TiAlN in AlTiN prevlek na različnih podlagah

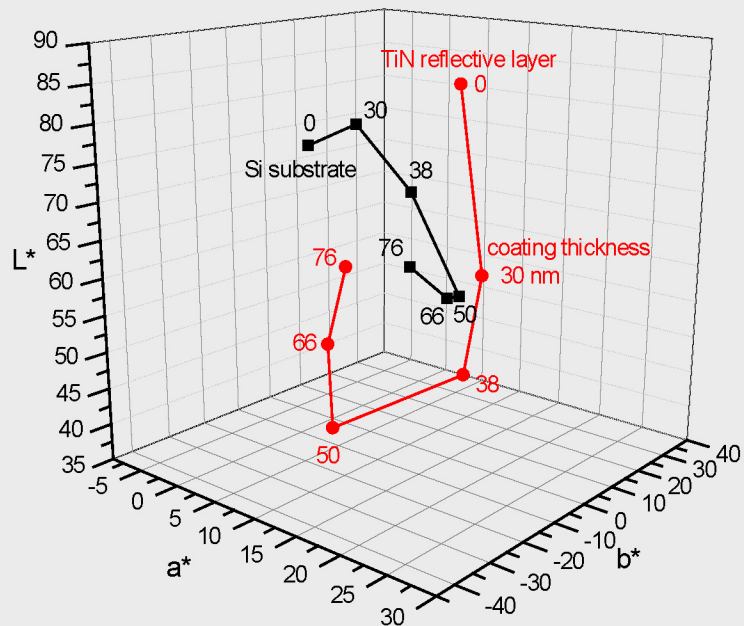
## TiAlN prevleka

## AlTiN prevleka

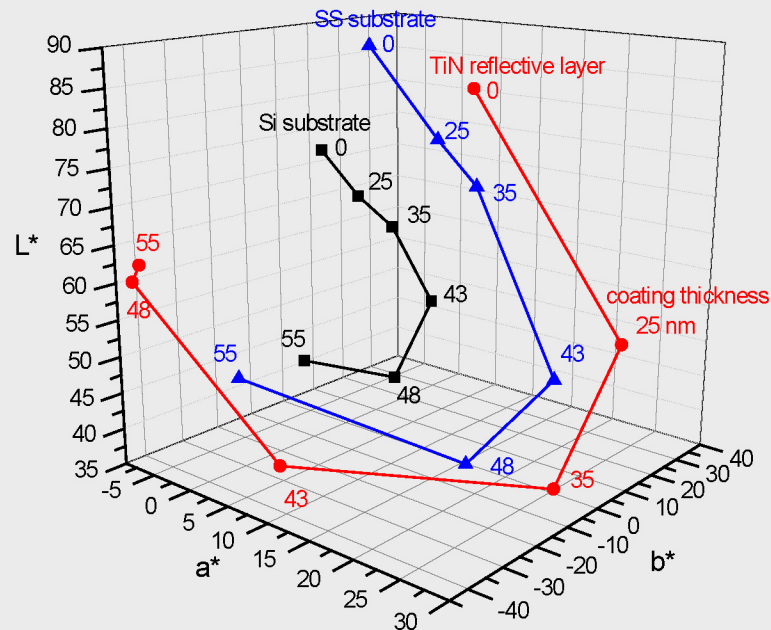


# Barvne koordinate TiAlN/TiN in AlTiN/TiN prevlek

## TiAlN



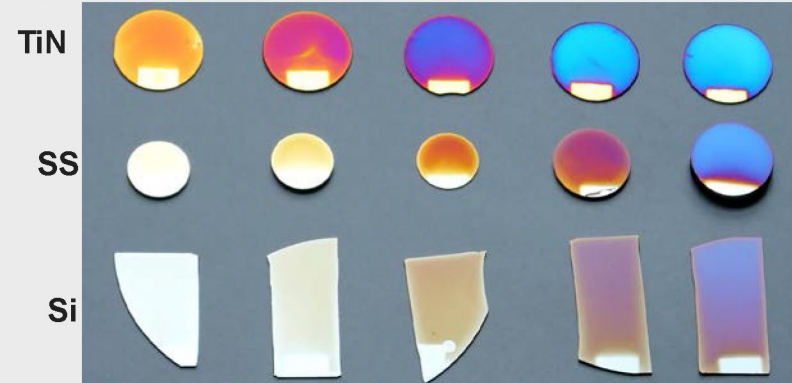
## AlTiN



t (nm)    30    38    50    66    76

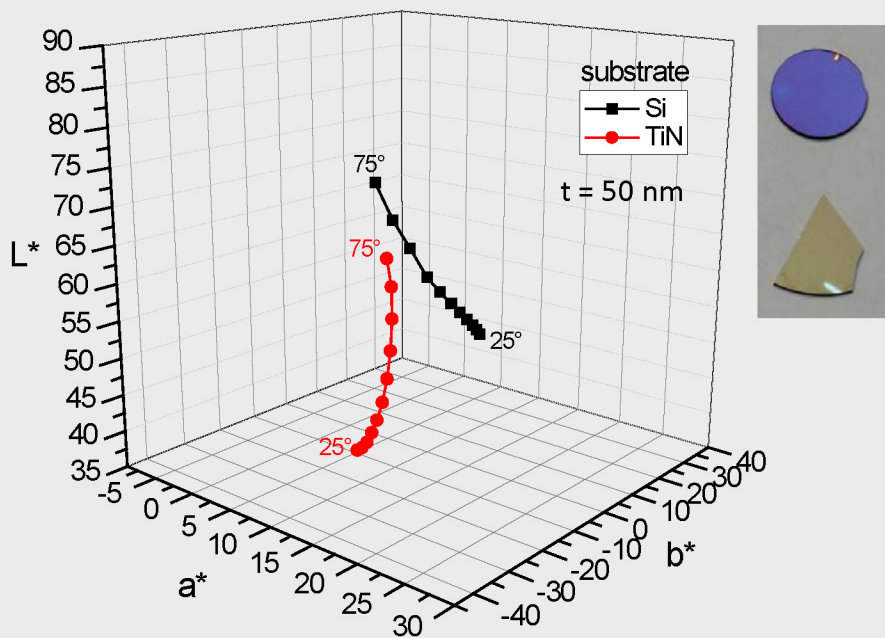


t (nm)    25    35    43    48    55

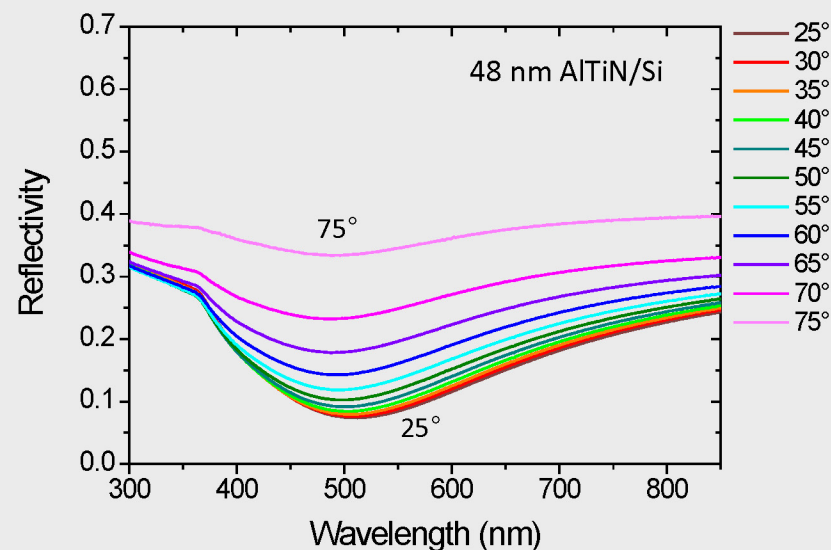
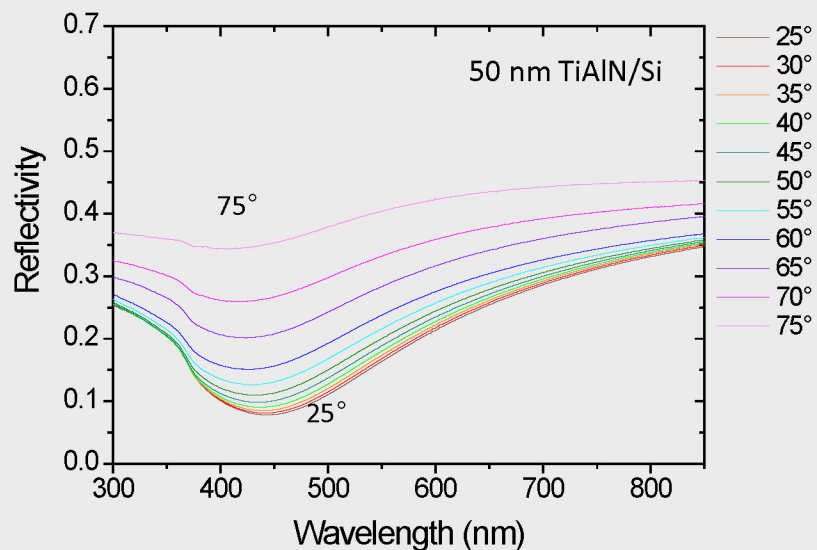
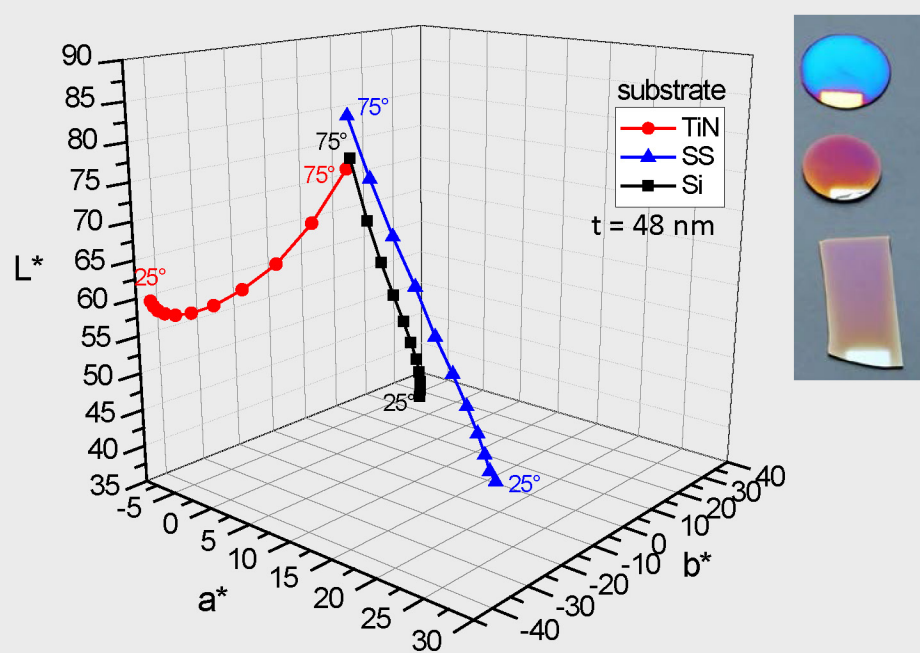


# Spreminjanje barve z vpadnim kotom gledanja

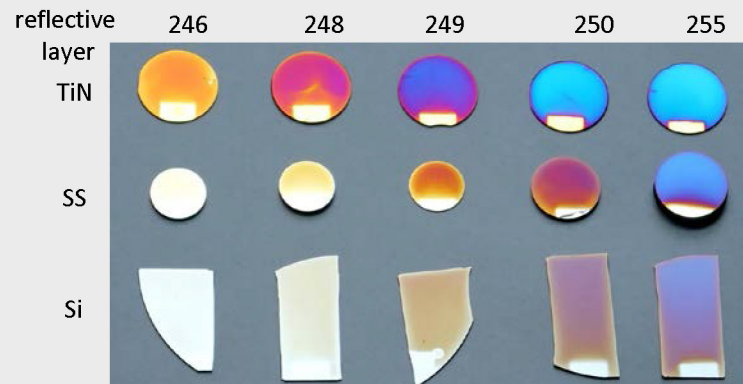
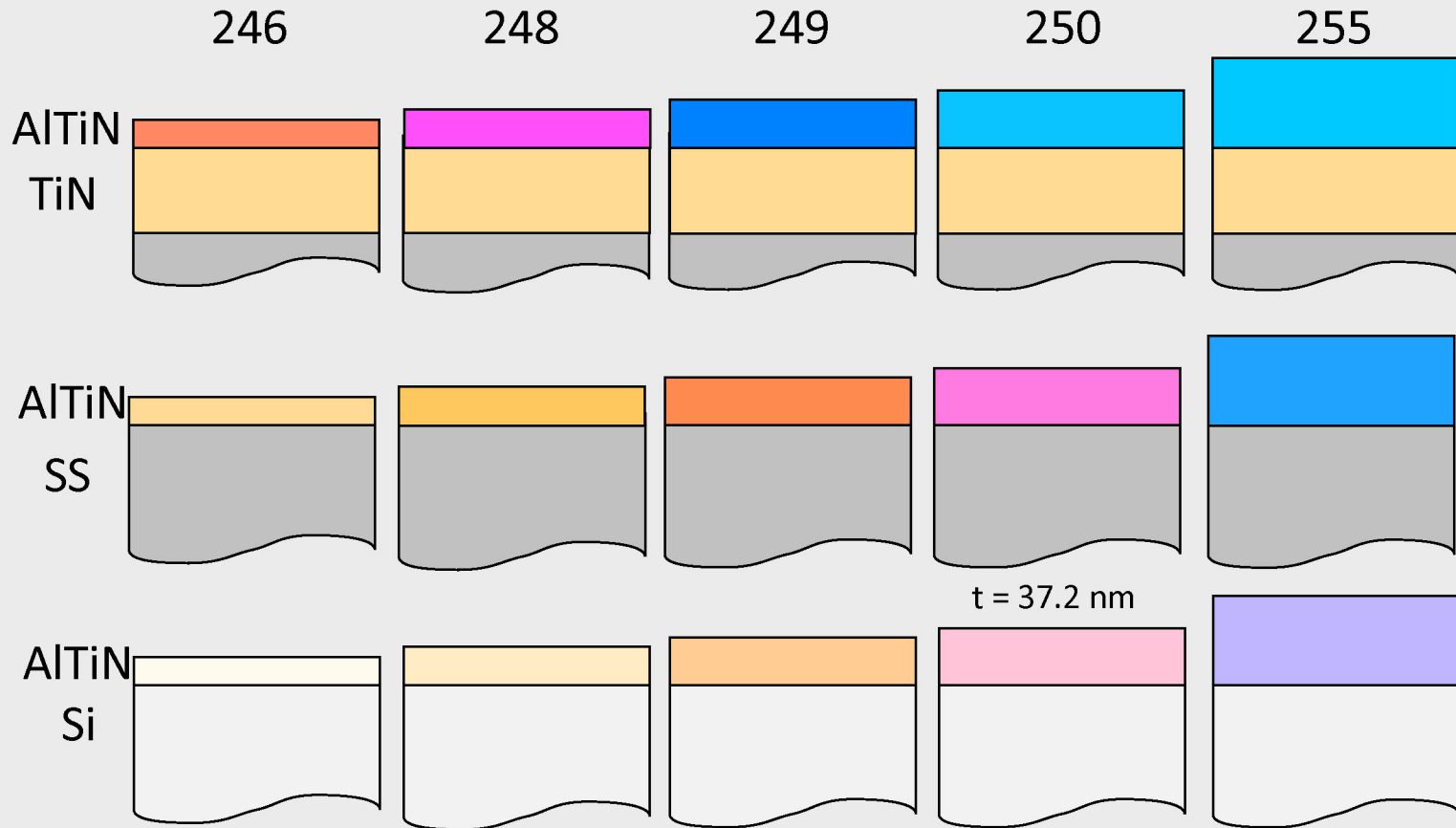
## TiAlN



## AlTiN



# Izracunane barve



# Sklepi

- TiAlN prevleke so ne samo izjemno obrabno, oksidacijsko in korozijsko obstojne, ampak so zanimive tudi kot dekorativne plasti.
- Barvni efekt je posledica absorpcije svetlobe v prevleki, odboja na podlagi in interference (prvega reda)
- Barvo eno- ali dvoplastnih struktur lahko spreminjamo v širokem spektru
- V primerjavi s presevnimi (oksidnimi) prevlekami, se barva takšnih prevlek s kotom gledanja le malenkostno spreminja
- Prevleke na osnovi AlTiN s ponovljivo modro barvo lahko na industrijskem nivoju nanesemo tudi na podlage z komplicirano geometrijo



# Trde PVD-prevleke za industrijsko uporabo

