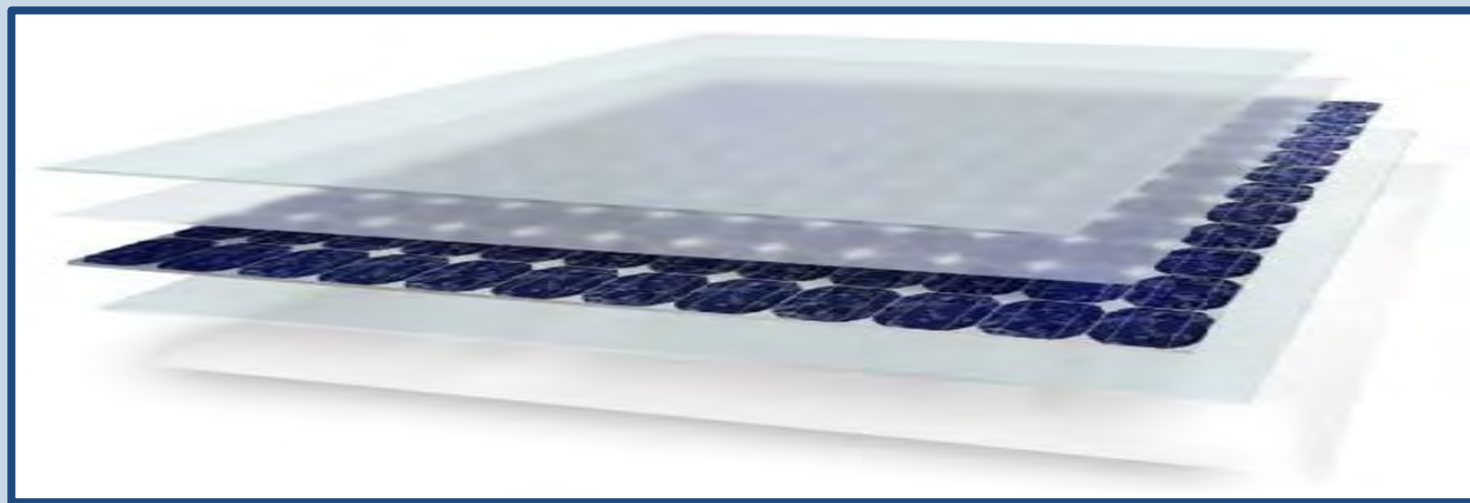


Uvod i cilj rada

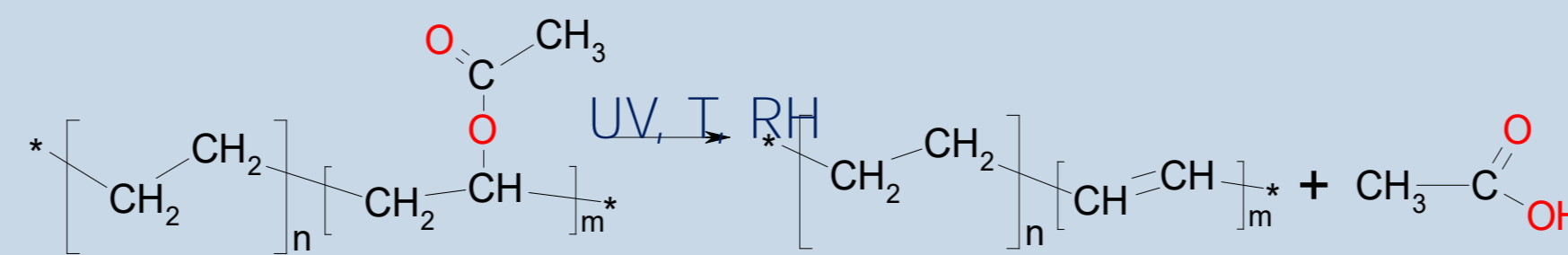
Izloženost FN modula vanjskim uvjetima (sunce, T, UV, vlaga, mehanička oštećenja) dovodi do degradacije. Najčešći degradacijski mehanizmi su delaminacija, pojava mjehurića i **formiranje octene kiseline** što utječe na **pad efikasnosti FN modula i redukciju životnog vijeka**. Octena kiselina koja se formira uslijed degradacije EVA-e posebno utječe na koroziju, PID efekt i diskoloraciju.



Prednji zaštitni sloj (eng. encapsulant) treba imati visoku transparentnost, nizak modul i pružati visoku stabilnost. Najdominantniji materijal je **etilen vinil acetat (EVA)**. **Stražnji zaštitni sloj** (eng. backsheet) pruža dodatnu zaštitu, posebice električnu izolaciju i služi kao barijera za razne permeate (voda, kisik). Kako bi se zadovoljila sva svojstva, u tu svrhu se laminira više polimernih filmova: fluoropolimeri, PET, PA, PE, PP.

IZVOR OCTENE KISELINE

Formiranje octene kiseline u EVAi:



- **glavni degradacijski mehanizam EVA-e**
- **autokatalitička reakcija** → potiče daljnje stvaranje octene kiseline (degradaciju)
- značajan utjecaj CH₃COOH na degradaciju modula: korozija, diskoloracija, PID efekt → **pad efikasnosti**



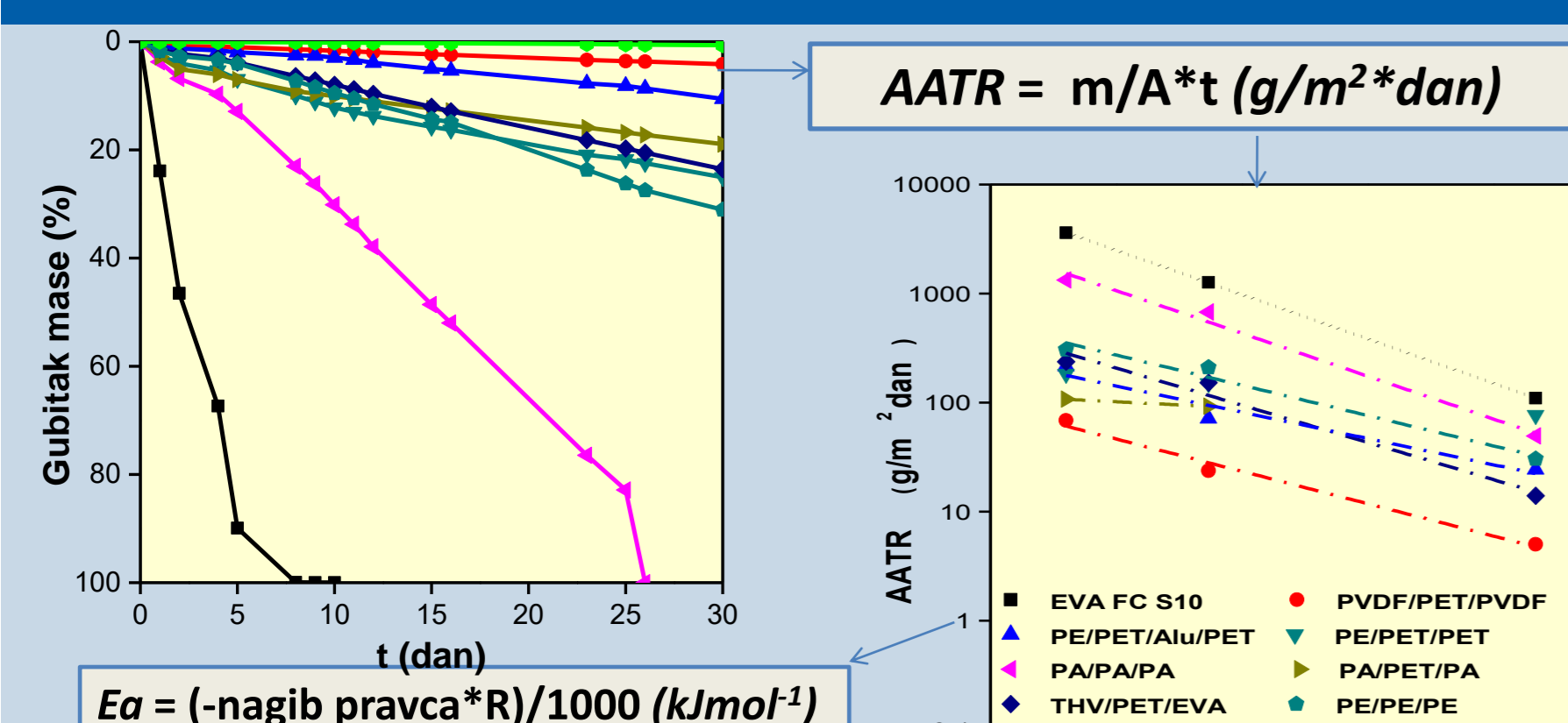
- ✓ formirana octena kiselina treba napustiti sustav putem **stražnjeg zaštitnog sloja** (permeacija)
- ✓ važna permeacijska svojstva **stražnjeg zaštitnog sloja**
- ✓ **kombinacija EVA/stražnji zaštitni sloj utječe na stabilnost životni vijek cjelokupnog FN modula**

Pristup problemu:

- Nepoznata permeacijska svojstva stražnjih zaštitnih slojeva korištenih u praksi**
 - termogravimetrijskom metodom izračunat stupanj prijenosa octene kiseline (AATR) kroz različite materijale i energija aktivacije permeacije (Ea) octene kiseline
- Razvijanje metode za mjerenje koncentracije formirane octene kiseline**
 - čelične čahure s minimodulima u kombinaciji sa GC/MS metodom
- Utjecaj vanjskih čimbenika (UV/T i DH) na formiranje i permeaciju octene kiseline kroz vanjsku podlogu minimodula (GC/MS)**
 - starenje minimodula u komorama
- Utjecaj formiranja i permeacije octene kiseline na degradaciju EVA**
 - UV/Vis/NIR i Raman spektroskopija

Rezultati i rasprava

1. Termogravimetrijska analiza



Materijal	Sastav	Debljina (mm)	AATR (25°C) (g/m ² dan)	AATR (65°C) (g/m ² dan)	AATR (85°C) (g/m ² dan)	Ea (kJmol ⁻¹)
EVA FC S10	EVA	0.422	109.65*	1262.07*	3614.02*	22.42*
KPK	PVDF/PET/PVD F	0.329	5.01	23.74	68.69	16.33
PPE/Alu	PE/PET/Alu/PET	0.388	24.36	71.52	215.66	13.24
PPE	PE/PET/PET	0.365	76.71	149.80	183.28	5.68
AAA	PA/PA/PA	0.370	49.20	673.72	1330.30	21.67
APA	PA/PET/PA	0.361	/	92.43	107.36	3.27
THV	THV/PET/EVA	0.44	13.96	152.47	236.10	18.83
EXP	PE/PE/PE	0.485	30.49	209.38	306.83	15.33

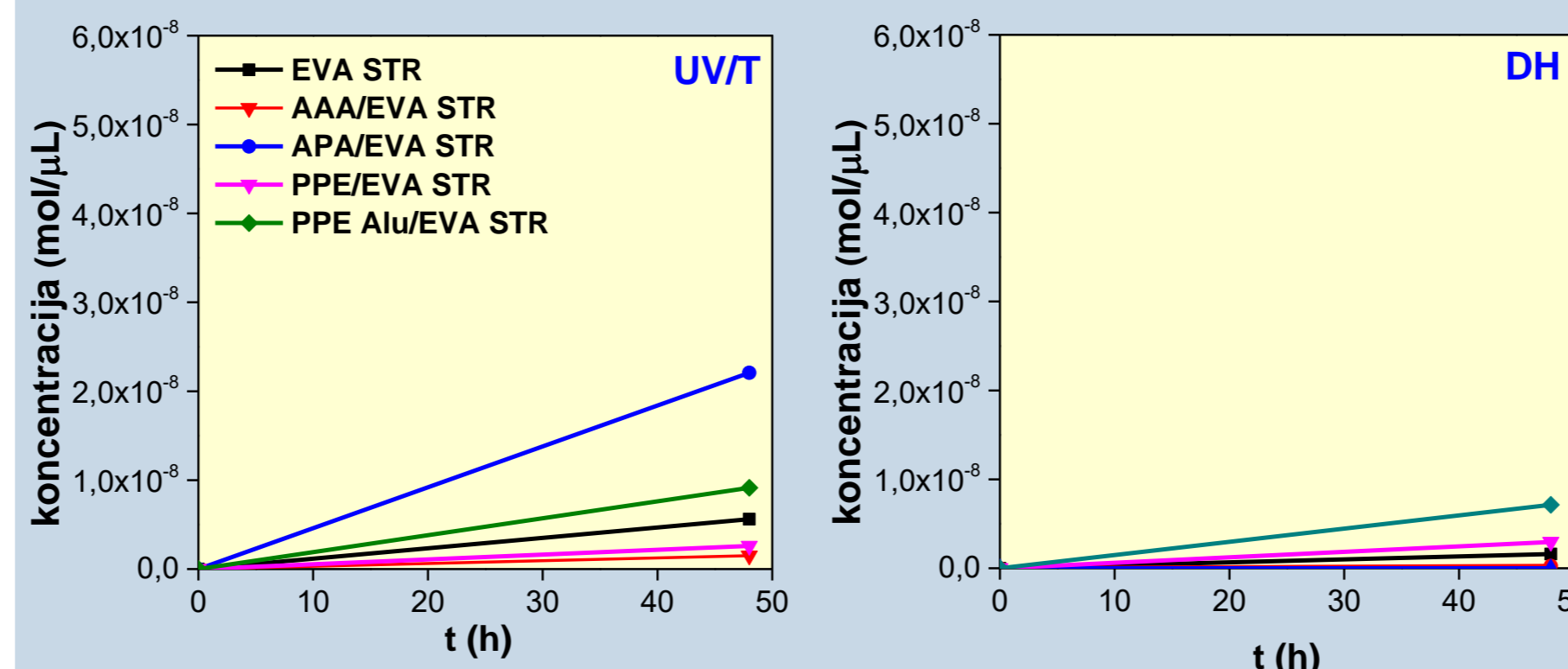
- "Prozračan" stražnji zaštitni sloj potiče permeaciju octene kiseline i njeno napuštanje sustava
- Najviši stupanj prijenosa octene kiseline: EVA i laminati koji ne sadrže PET i/ili fluoropolimerni sloj

Zaključci

- Sastav materijala, stupanj kristalnosti i debljina uzorka značajno utječu na permeaciju octene kiseline
- Zadržavanje octene kiseline na međufazi EVA/stražnji zaštitni sloj potiče dodatno formiranje octene kiseline → degradacija
- Izraženiji utjecaj UV/T na formiranje octene kiseline
- Minimoduli kombinirani sa stražnjim zaštitnim slojem višeg AATR pokazuju manji porast bazne linije (manja degradacija)

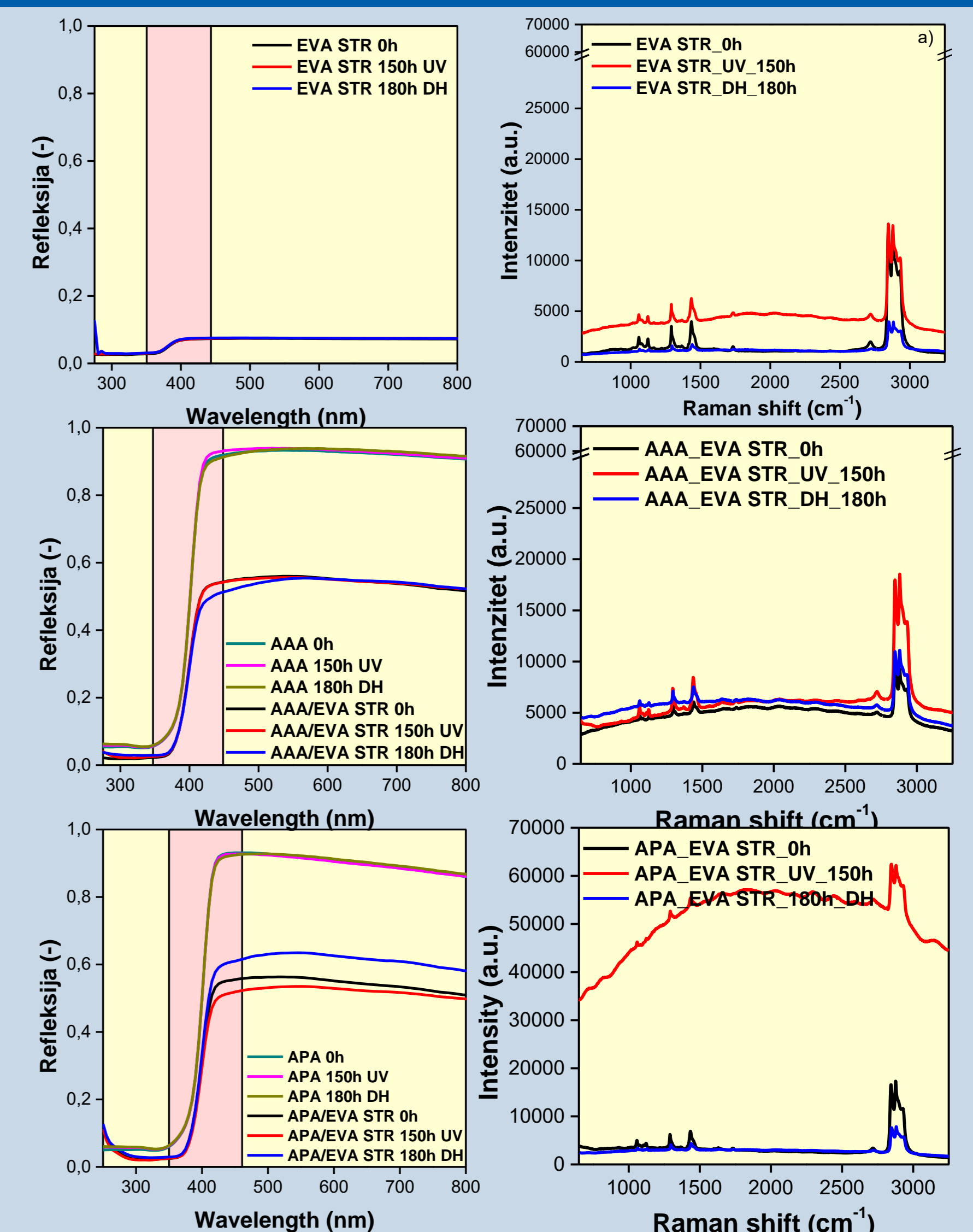
- Kakva su permeacijska svojstva stražnjih zaštitnih slojeva koji se koriste u PV industriji?
- Kako na formiranje octene kiseline u EVA-i (degradaciju) utječu vanjski čimbenici: UV/T i DH?
- Kakav je utjecaj vanjskih čimbenika (UV/T i DH) i kombinacije različitih stražnjih zaštitnih slojeva/EVA na degradaciju EVA-e u PV modulu?

2. Plinska kromatografija sa masenom spektroskopijom



- Razvijena testna metoda: čelične čahure u koje je smješten minimodul i izložen starenju
- Uzorkovanje "zraka" sa stražnje strane modula pomoću nepropusne injekcije
- Detekcija octene kiseline iz "zraka" GC/MS metodom uz prethodnu posebnu kalibraciju uređaja
- Minimoduli sa stražnjim slojem nižeg AATR (APA, PPE/Alu) pokazuju veću koncentraciju formirane i permeirane octene kiseline → **zadržavanje octene kiseline na međufazi EVA/stražnji sloj potiče autokatalitičku reakciju** → dodatno formiranje octene kiseline → **degradacija EVA**
- Minimoduli sa stražnjim slojem višeg AATR (AAA) pokazuju nižu koncentraciju formirane octene kiseline zbog olakšane permeacije octene kiseline što sprječava zadržavanje octene kiseline
- Izraženiji utjecaj UV/T na formiranje octene kiseline (degradaciju)

3. UV/Vis/NIR i Raman spektroskopija



- Stražnji zaštitni sloj potiče diskoloraciju EVA-e (degradaciju) → treba birati materijal sa višim AATR
- Porast bazne linije uslijed fluorescencije zbog razvoja kromofornih vrsta koje nastaju degradacijom EVA-e (Raman)
- Nema značajnog porasta bazne linije (degradacije) u minimodulima staklo/EVA i EVA/AAA (viši AATR)
- Značajan porast bazne linije u minimodulima sa stražnjim zaštitnim slojem niskog AATR (APA)