

# Istraživanje amanolipaza za hidrolizu poliesterske tkanine

---

**Meheš, Ivana**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2021**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Textile Technology / Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:201:458454>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-22**



*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Textile Technology University of Zagreb - Digital Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
TEKSTILNO-TEHNOLOŠKI FAKULTET  
TEKSTILNA TEHNOLOGIJA I INŽENJERSTVO**

# **DIPLOMSKI RAD**

**Istraživanje amanolipaza za hidrolizu  
poliesterske tkanine**

**IVANA MEHEŠ**

**Zagreb, rujan 2021.**

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
TEKSTILNO-TEHNOLOŠKI FAKULTET  
TEKSTILNA TEHNOLOGIJA I INŽENJERSTVO**

**Tekstilna kemija, materijali i ekologija**

## **DIPLOMSKI RAD**

# **Istraživanje amanolipaza za hidrolizu poliesterske tkanine**

Mentor:

**IVANA MEHEŠ**

izv. prof. dr. sc. Anita Tarbuk

Mat. br.: 1409/TKME

**Zagreb, rujan 2021.**

# DIPLOMSKI RAD

Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet

Prilaz baruna Filipovića 28a, 10000 Zagreb

Zavod za tekstilnu kemiju i ekologiju

Broj stranica:	135
Broj tablica:	52
Broj slika:	154
Broj literaturnih izvora:	34

Povjerenstvo za ocjenu i obranu završnog rada:

1. doc. dr. sc. Tihana Dekanić, predsjednica
2. izv. prof. dr. sc. Anita Tarbuk, članica - mentorica
3. dr. sc. Snježana Brnada, znanstveni suradnik, članica
4. doc. dr. sc. Lea Botteri, zamjenica članice

Rad je pohranjen u knjižnici Sveučilišta u Zagrebu Tekstilno-tehnološkog fakulteta,  
Prilaz baruna Filipovića 28a, Zagreb.





Ovaj rad je sufinancirala Hrvatska zaklada za znanost projektom UIP-2017-05-8780 *Bolničke zaštitne tekstilije*.

Istraživanje je u okviru znanstveno-istraživačkog projekta *Bio-inovirani poliesteri* u sklopu zajedničke hrvatsko-srpske suradnje u trajanju od 1. svibnja 2019. do 31. prosinca 2021. godine.

## **Zahvala**

Zahvaljujem se mentorici izv. prof. dr. sc. Aniti Tarbuk i asistentici Ivani Čorak na velikoj pomoći i suradnji.

Zahvaljujem se svojoj obitelji koji su me podupirali tijekom cijelog studiranja.

## Sažetak

U radu je istražena mogućnost korištenja enzima amanolipaza za hidrolizu standardne i komercijalne poliesterske tkanine. Hidroliza tkanina provedena je u dvije koncentracije, 0,1 g/L i 0,2 g/L, na dvije temperature, 60 °C i 100 °C, pri pH 7 i pH 9 te u vremenu od 15 minuta, 30 minuta, 60 minuta i 120 minuta. Učinak amanolipaza na hidrolizu poliesterskih tkanina ispitana je kroz gubitak mase, čvrstoću, adsorpciju bjelila, indeks požućenja i sposobnosti upravljanja vlagom primjenom normiranih metoda.

Hidrolizom poliesterskih tkanina enzimima amanolipazama postignuta su različita svojstva ovisno o načinu provedbe hidrolize. Hidrolizom ovim enzimima, može doći do minimalnog gubitka mase, povećanja čvrstoće i stupnja bjeline te povećanja ukupne sposobnosti upravljanja (kapljevitom) vlagom.

**Ključne riječi:** poliester, amanolipaza, enzimi, gubitak mase, sposobnost upravljanja vlagom, čvrstoća, prekidna sila, stupanj bjeline, indeks požućenja

## Sadržaj

1. Uvod .....	1
2. Teorijski dio.....	2
2.1. Poliesterska vlakna.....	2
2.2. Hidroliza poliesterske tkanine.....	3
2.2.1. Alkalna hidroliza.....	3
2.2.2. Enzimatska hidroliza.....	4
3. Eksperimentalni dio.....	9
3.1. Zadatak rada .....	9
3.2. Materijali i kemikalije .....	9
3.3. Mjerne metode .....	11
3.3.1. Određivanje mase .....	11
3.3.2. Određivanje prekidne sile .....	11
3.3.3. Određivanje bjeline i indeksa požućenja .....	12
3.3.4. Određivanje sposobnosti upravljanja vlagom.....	13
4. Rezultati i rasprava .....	15
4.1. Rezultati mjerenja mase .....	15
4.2. Rezultati određivanja prekidne sile.....	20
4.3. Rezultati određivanja stupnja bjeline i indeksa požućenja .....	27
4.4. Rezultati određivanja sposobnosti upravljanja vlagom.....	38
5. Zaključak .....	65
6. Literatura .....	67
7. Prilog .....	71

## 1. Uvod

Tkanine napravljene od poliesterskih vlakana zahtijevaju površinsku modifikaciju kako bi se poboljšala njihova različita svojstva. Jedna od najčešćih modifikacija materijala od poliesterskih vlakana je hidroliza. Hidroliza je postupak kojim može doći do potpune depolimerizacije poliestera sve do njegovih monomera. Postoji više sredstava pomoću kojih se može provoditi hidroliza, no najpoznatija hidroliza je alkalna hidroliza koja se provodi u lužnatom mediju što može imati negativan utjecaj na okoliš. Stoga se sve više istražuje druga mogućnost provedbe hidrolize kao što je hidroliza pomoću enzima, odnosno enzimatska hidroliza.

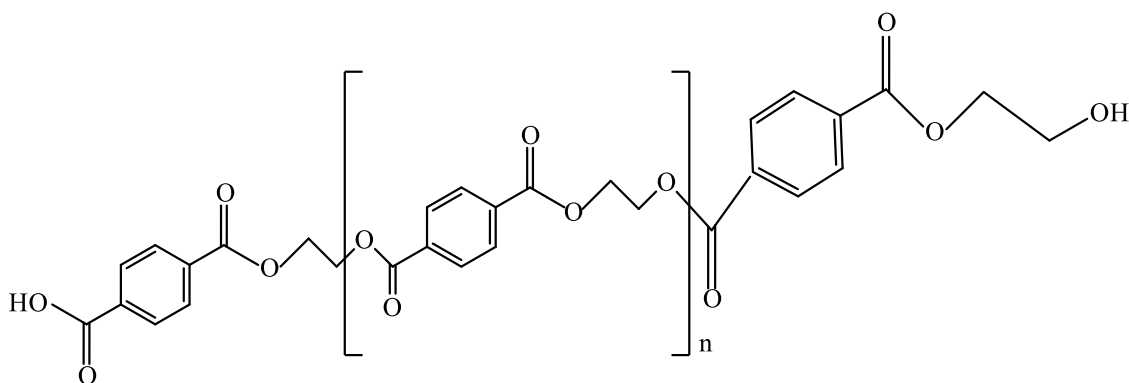
Iz tog razloga, u ovome radu istražena je mogućnost provedbe enzimatske hidrolize poliesterske tkanine pomoću enzima amanolipaza dobivenih iz gljivice *Aspergillus niger* i bakterije *Pseudomonas fluorescens*.

## 2. Teorijski dio

### 2.1. Poliesterska vlakna

Poliesterska vlakna građena su od linearnih makromolekula u kojima je maseni udio tereftalne kiseline i dialkohola barem 85 %. Linearne makromolekule, koje grade poliestersko vlakno, sadrže esterske [-CO-O-] veze koje služe za povezivanje konstitucijskih jedinica polimera [1, 2].

Većina poliesterskih vlakana je prema kemijskoj građi polietilen tereftalat koji se najčešće koristi za izradu ambalaže te u tekstilnoj industriji. Polietilen tereftalat dobiva se esterifikacijom etilen-glikola i tereftalne kiseline ili 1,4-dimetiltereftalata [3, 4, 5]. Na slici 1 nalazi se prikaz molekulne strukture polietilen tereftalata [5].



Slika 1. Molekulna struktura polietilen tereftalata [5]

Polietilen tereftalat ima dobra fizikalna i kemijska svojstva, no radi njegove visoke kristaliničnosti i poboljšanja uporabnih svojstava potrebne su modifikacije. Pomoću modifikacija stvaraju se reaktivne funkcionalne skupine na površini tekstilije koje mogu stvarati daljnje veze sa željenim molekulama. Modifikacijama ujedno nastaju i fizikalne promjene u vidu nanostrukturiranja površine čime se povećava svojstvo apsorpcije, bojadisarska svojstva te se postiže veća hidrofilnost. Najčešća modifikacija poliesterskih tekstilija je postupak hidroliza [6].

Hidrolizom, uslijed ljuštenja površine tkanine dolazi mijenjaju se fizikalna, kemijska i mehanička svojstva kao što su čvrstoća tkanine, otpornost na trganje, habanje i piling, otpornost na gužvanje, svojstvo sposobnosti prijenosa vlage i drugo. Prilikom dolazi do promjene apsorptivnosti, kao i do promjene bjeline.

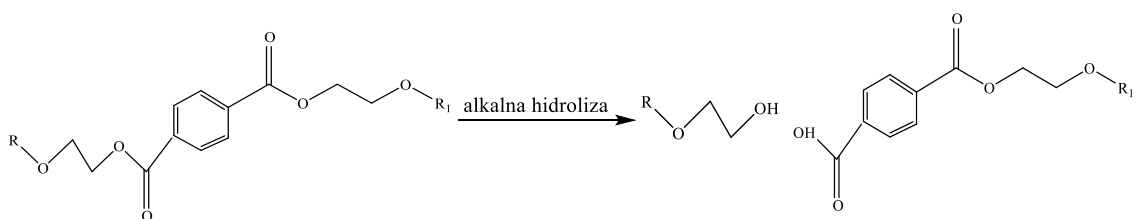
## 2.2. Hidroliza poliesterske tkanine

Hidroliza poliestera je postupak kojim dolazi do potpune depolimerizacije poliestera sve do njegovih monomera. Hidroliza se može provoditi u lužnatom, neutralnom i kiselom mediju. Svrha ovoga postupka je poboljšanje svojstava materijala te postizanje svojstava sličnih prirodnim vlaknima.

### 2.2.1. Alkalna hidroliza

U početku se postupak hidrolize poliestera provodio u lužnatom mediju, odnosno u vodenim otopinama natrijevog hidroksida i kalijevog hidroksida koncentracije 4-20 % po masi materijala. Prema tome se takav postupak naziva „Alkalna hidroliza“.

Alkalnom hidrolizom poliesterske tkanine dolazi do hidrolize iona na karbonilnoj skupini poliesterskog lanca. Na slici 2 nalazi se prikaz kemijske reakcije modifikacije poliestera alkalnom hidrolizom.



Slika 2. Kemijska reakcija modifikacije poliestera alkalnom hidrolizom

S obzirom na nepolarna svojstva poliestera, otopina natrijevog hidroksida djeluje samo na površinu materijala čime se na njoj javljaju oštećenja. Uz pojavu oštećenja, smanjuje se masa materijala i promjer vlakana, no postižu se bolja apsorpcijska i bojadisarska svojstva. Postupak alkalne hidrolize dovodi do razgradnje na povišenoj temperaturi što je jedan od nedostataka provođenja ovoga postupka. Uz taj nedostatak, potrebna je upotreba lužina koje nepovratno oštećuju materijal te cijeli postupak negativno djeluje na okoliš [2, 6, 7].

S obzirom na nedostatke alkalne hidrolize, javila se potreba za osmišljavanjem postupka hidrolize koji neće u tolikoj količini oštetiti materijal, a ujedno neće biti štetan za okoliš. Time se počela istraživati hidroliza pomoću enzima, odnosno enzimatska hidroliza.

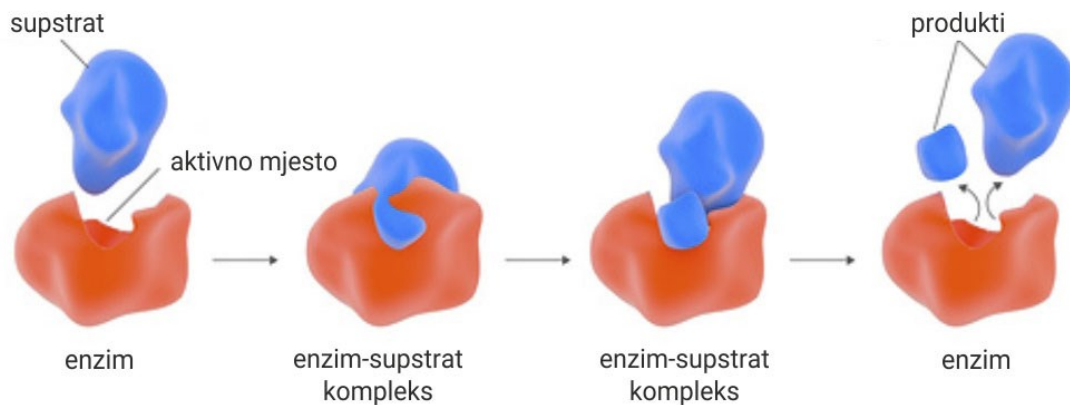
### **2.2.2. Enzimatska hidroliza**

Tekstilna industrija je među prvim industrijama koje štetno utječu na okoliš jer zahtjeva upotrebu raznih štetnih kemikalija kako bi se postigao tekstilni materijal kvalitetnih svojstava. Sve većom ekološkom sviješću javlja se potreba za pronalaskom tvari koje bi mogle zamijeniti štetne kemikalije u procesima obrade tekstila te na taj način smanjiti onečišćenje otpadnih voda koje potom odlaze u okoliš te stvaraju dodatno zagađenje. Stoga su se, kao zamjena za štetne kemikalije, počeli koristiti enzimi [1].

Enzimi su organski spojevi koji nastaju u živim stanicama te kataliziraju reakcije koje se u živim stanicama odvijaju. Sastoje se od aminokiselina povezanih peptidnim vezama. Postoji više vrsta enzima, a razlikuju se prema tipu kemijske reakcije koju kataliziraju. Svaki pojedini enzim reagira samo s onim supstratom za koji je namijenjen radi čega se mogu postići željeni učinci. Enzim djeluje tako što se veže za supstrat pomoću van der Waalsovih sila te vodikovih veza. Vežanjem za supstrat potiče uklanjanje supstrata s određenog mjesta nakon čega se od njega razdvaja. Time je omogućeno ponovno korištenje enzima u sljedećoj reakciji [8, 9].

Na slici 3 nalazi se shematski prikaz djelovanja enzima na supstrat [10].





*Slika 3. Shematski prikaz djelovanja enzima na supstrat [10]*

Enzimatska hidroliza je postupak hidrolize koji se provodi pomoću enzima tako što se hidroliza odvija samo na površini vlakna zbog nemogućnosti prodiranja enzima unutar vlakna. Time je omogućeno sprječavanje smanjenja čvrstoće vlakana što je prednost u odnosu na alkalnu hidrolizu. Osim te prednosti, enzimatska hidroliza ne zahtjeva korištenje štetnih kemikalija te je potrebna manja energija kako bi se cijeli proces odvio [11, 12].

Enzimatska hidroliza poliesterskih materijala prvi puta je predstavljena 1990-ih godina gdje su se kao enzimi za hidrolizu koristile lipaze. Danas se, uz lipaze, najčešće koriste i kutinaze te esteraze [6, 11, 13].

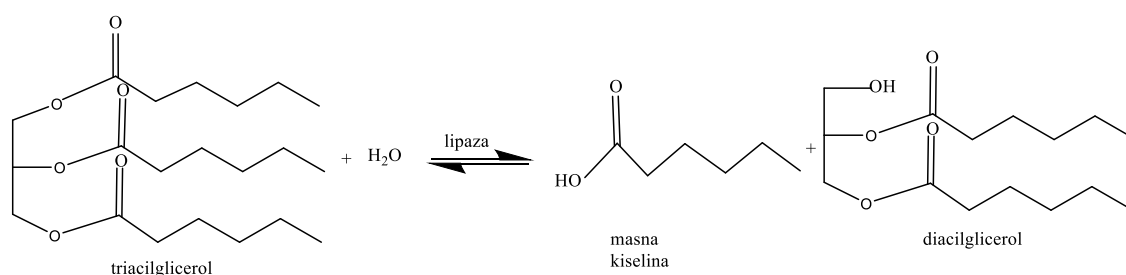
Kutinaze su izvanstanični enzimi dobiveni iz biljaka, bakterija i gljiva. Kutinaze pripadaju skupini  $\alpha/\beta$  hidrolazama te se koriste kao katalizatori hidrolize lipida, voskova i estera, a koriste se i za esterifikaciju te transesterifikaciju. Kutinaze razgrađuju kutin u prirodnom okruženju. Kutin je prema sastavu poliestar sastavljen uglavnom od monohidroksi, dihidroksi i trihidroksi masnih kiselina te epoksi masnih kiselina [2, 14, 15, 16, 17].

Esteraze su enzimi koji direktno djeluju na esterske veze te uzrokuju njihovo cijepanje. Radi toga se mogu koristiti prilikom hidrolize poliesterskog materijala [16].

### 2.2.2.1. Amanolipaze

Enzimi lipaze pripadaju skupini hidrolaza te se koriste kao katalizatori hidrolize triacilglicerola u glicerol i masne kiseline, za sintezu estera iz alkohola i masnih kiselina te za reakcije transesterifikacije i aminolize [18, 19, 20].

Na slici 4 nalazi se prikaz hidrolize triacilglicerola.



Slika 4. Hidroliza triacilglicerola

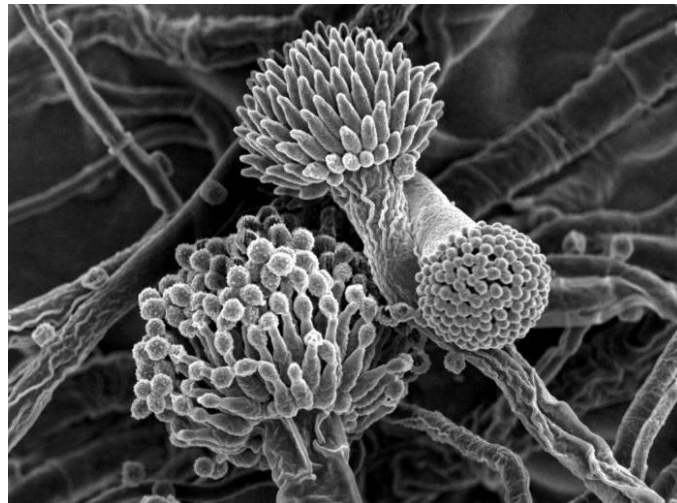
Lipaze se dijele prema specifičnosti te prema izvoru. Prema specifičnosti se dijele na lipaze koje imaju stereokemijsku specifičnost, pozicijsku specifičnost te supstratnu specifičnost. A prema izvoru se dijele na lipaze dobivene iz biljaka, životinja te mikroorganizama kao što su bakterije i gljive. Lipaze dobivene iz bakterija se ujedno nazivaju i bakterijske lipaze. Neke od bakterija od kojih se dobivaju lipaze su bakterije roda *Bacillus*, *Staphylococcus*, *Pseudomonas* i drugi, dok se lipaze dobivene iz gljiva obično dobivaju iz roda *Rhizopus*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Geotrichum* te *Mucor* [21]. Također se mogu dobiti iz određenih morskih organizama koji imaju svojstvo razgradnje organskih tvari [20, 22].

S obzirom na njihovu široku rasprostranjenost, lipaze se koriste u mnogim granama industrije kao što je prehrambena industrija, farmaceutska industrija, tekstilna industrije te niz drugih industrija. Njihovo djelovanje je optimalno pri temperaturi od 30 °C do 40 °C te u neutralnom i blago lužnatom pH području, od pH 6 do pH 8 [23].

Lipaza se može proizvoditi na više načina, no najčešći postupak proizvodnje je uronjena fermentacija. Uronjena fermentacija se provodi šaržom, odnosno u jednoj kupelji pod jednakim uvjetima. Kako bi se povećala produktivnost proizvodnje lipaza

ovim postupkom, postoji mogućnost dodavanja hranjivih tvari kao što je mesni ekstrakt ili maslinovo ulje, ovisno o vrsti bakterije pomoću koje se proizvodi enzim. Osim postupka uronjene fermentacije, lipaze je moguće proizvoditi postupkom imobilizacije te rekombinantnom DNK tehnologijom [20].

Amanolipaze su vrsta lipaza dobivenih iz različitih bakterija i gljiva. Jedna od gljiva iz koje se može dobiti amanolipaza je *Aspergillus niger*. *Aspergillus niger* je gljiva koja dolazi iz roda *Aspergillus* te vrste *niger*. Ova gljiva uzročnik je crne plijesni koja se najčešće pojavljuje na hrani te uzrokuje njeno propadanje. *Aspergillus niger* sastoji se od tanke stabljike koja na vrhu sadrži okruglu crnu konidiju, odnosno spore karakterističnog oblika, koje pupaju iz tijela gljive kao dio nespornog razmnožavanja. Te crne spore zaslužne se su za zaštitu gljive od sunčevog i ultraljubičastog zračenja. Na slici 5 nalazi se mikroskopski prikaz gljive *Aspergillus niger* [24]. Gljiva *Aspergillus niger* se javlja u gotovo svim aerobnim uvjetima te na visokim temperaturama, a razmnožava se na temperaturama od 6 °C do 47 °C. Optimalna temperatura za njen rast je 35 °C - 37 °C. Rast gljivica mogući je pri pH vrijednostima od 1,5 do 9,8, no idealna pH vrijednost za njihov rast je 6 [20, 25, 26]. Najčešći izvori *Aspergillus niger* su orašasti plodovi, žitarice, sušeni i dimljeni riblji te mesnati proizvodi [25].

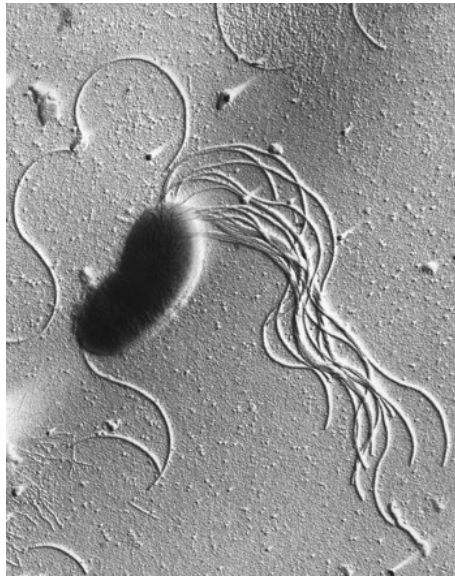


*Slika 5. Mikroskopski prikaz gljive Aspergillus niger [24]*

Osim iz gljivica, amanolipaze se mogu dobiti i iz bakterija. Jedna od bakterija je *Pseudomonas fluorescens*. *Pseudomonas fluorescens* je gram negativna bakterija koja

pripada rodu *Pseudomonas*. Ova bakterija se može pronaći na raznim mjestima kao što su biljke, tlo, voda te ljudski organizam radi čega su vrlo rasprostranjene [20, 27, 28].

Na slici 6 nalazi se prikaz bakterije *Pseudomonas fluorescens* pod elektronskim mikroskopom [29].



*Slika 6. Mikroskopski prikaz bakterije Pseudomonas fluorescens [29]*

## 3. Eksperimentalni dio

### 3.1. Zadatak rada

Zadatak rada je istražiti mogućnost korištenja enzima amanolipaze za hidrolizu poliesterske tkanine. U tu svrhu primijenit će se dvije amanolipaze na standardnu i komercijalnu poliestersku tkaninu u dvije koncentracije 0,1 i 0,2 g/l. Obrada će se provesti na temperaturi od 60 °C i 100 °C, pri pH 7 i pH 9 te u vremenu od 15, 30 60 i 120 minuta. Učinak amanolipaza istražiti će se kroz određivanje gubitka mase, pad prekidne sile, bjeline prema CIE, indeksa požućenja te kapljevite vlage primjenom normiranih metoda.

### 3.2. Materijali i kemikalije

U radu je korištena standardna poliesterska tkanina te komercijalna tkanina izrađena od poliesterskih vlakana dobivenih od polietilen tereftalata.

Komercijalna poliesterska tkanina tvrtke Belira, Banja Luka, BiH. Tkanina je proizvedena od 100 % poli(etilen-tereftalnog) vlakna (PET), površinske mase 60 g/m<sup>2</sup>.

Standardna poliesterska tkanina (WFK 30A, šifra 30000) površinske mase 170 g/m<sup>2</sup>.

Za istraživanje su se koristila dva enzima tvrtke Sigma-Aldrich:

- Amanolipaza A iz *Aspergillus niger*,
- Amanolipaza iz *Pseudomonas fluorescens*.

U tablici 1 nalaze se osnovni podaci o dvama enzima koji su se u ovome radu koristili za ispitivanje hidrolize poliesterske tkanine.

Tablica 1. Podaci o enzimima

Enzim	Izvor enzima	Oblik	Aktivnost enzima	Optimalna temperatura	Optimalna pH vrijednost
Amanolipaza A iz <i>Aspergillus niger</i>	Gljiva <i>Aspergillus niger</i>	Prah bež boje	$\geq 120\ 000$ U/g	45 °C	6,5
Amanolipaza iz <i>Pseudomonas fluorescens</i>	Gram negativna bakterija <i>Pseudomonas fluorescens</i>	Prah bež-smeđe boje	$\geq 20\ 000$ U/g	55 °C	8,0

Obrada tkanina enzimima odvijala se pomoću uređaja za oplemenjivanje Linitest tvrtke Hanau čiji se prikaz nalazi na slici 7. Obrada se provodila na temperaturama od 60 °C i 100 °C pri pH 7 i pH 9 u vremenu od 15 min, 30 min, 60 min i 120 min. Enzimi su primijenjeni u dvije koncentracije 0,1 i 0,2 g/l. pH vrijednost otopine enzima izmjerena je pomoću elektrokinetičkog analizatora EKA proizvođača Anton Paar .



Slika 7. Linitest

Masa uzorka standardne tkanine iznosila je 5 g, a komercijalne tkanine 2 g. Omjer kupelji za obradu standardne tkanine bio je 1:20, dok je omjer kupelji za obradu

komercijalne tkanine bio 1:50. Nakon obrade slijedio je proces ispiranja uzoraka koji se provodio u vrućoj, mlakoj te hladnoj vodi. Potom se provodio proces sušenja u sušioniku na temperaturi od 105 °C te u vremenu od 24 sata. Nakon sušenja, ohlađeni apsolutno suhi uzorci su izvagani.

### 3.3. Mjerne metode

#### 3.3.1. Određivanje mase

Gubitak površinske mase ( $m$ ) [ $\text{g}/\text{m}^2$ ] uzoraka određen je vaganjem na digitalnoj vagi KERN, model ALJ 220-5DNM s točnošću mjerenja 0,0001 g prema HRN ISO 3801:2003. Izračunat je gubitak mase ( $\Delta m$ ) prema formuli:

$$\Delta m = \frac{m_{\text{prije}} - m_{\text{poslije}}}{m_{\text{prije}}} \cdot 100 [\%] \quad (1)$$

gdje je:

$m_{\text{prije}}$  - površinska masa uzorka prije obrade [g],

$m_{\text{poslije}}$  – površinska masa poslije obrade [g].

#### 3.3.2. Određivanje prekidne sile

Određivanje prekidne sile uzoraka provodila se na kidalici Tensolab, tvrtke Mesdan, slika 8. Ispitivanje se provodilo metodom trake s razmakom između stezaljki od 100 mm te prema normi ISO 13934-1:1999. Dimenzije uzoraka za ispitivanje bile su 5 cm x 21 cm. Za svaki uzorak su se provodila po dva mjerenja. Iz vrijednosti prekidne sile izračunat je pad prekidne sile ( $\Delta F$ ) koji ukazuje na smanjenje čvrstoće prema formuli:

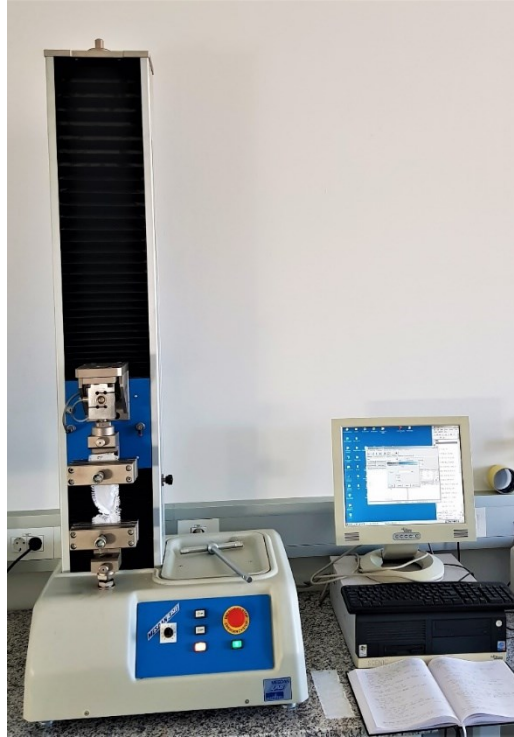
$$\Delta F = \frac{F_{\text{prije}} - F_{\text{poslije}}}{F_{\text{prije}}} \cdot 100 [\%] \quad (2)$$



gdje je:

$F_{prije}$  – prekidna sila prije obrade [N],

$F_{poslije}$  – prekidna sila poslije obrade [N].



*Slika 8. Kidalica*

### 3.3.3. Određivanje bjeline i indeksa požućenja

Spektralna remisija poliesterske tkanine nakon obrada izmjerena je na remisijском spektrofotometru, model Spectraflash SF 300, tvrtke DataColor, slika 9. Za svaki uzorak se provodilo pet mjerenja na licu.

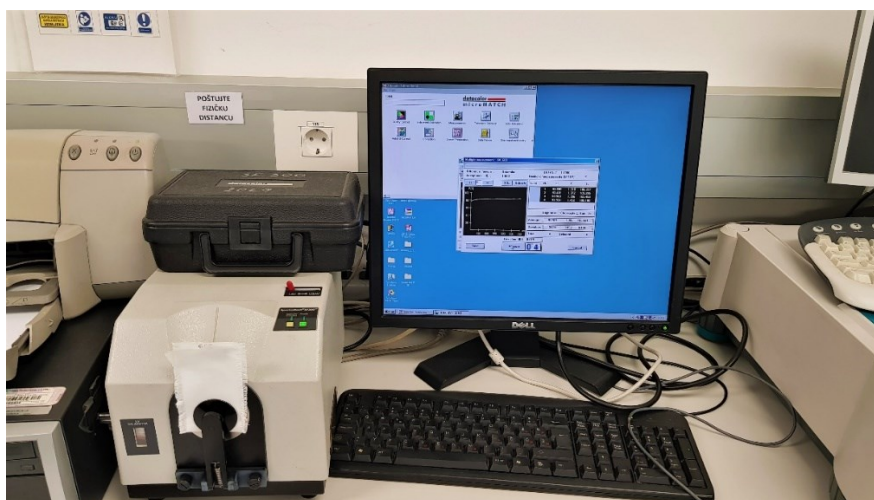
Stupanj bjeline,  $W$  (eng. Whiteness), je automatski izračunat prema formuli izračunavanja indeksa bjeline po CIE:

$$W = Y + 800 (x_n - x) - 1700 (y_n - y) \quad (3)$$



gdje  $x$ ,  $y$  i  $Y$  predstavljaju koordinate boje za izvor svjetla D65 standardnog promatrača, a  $x_n$  i  $y_n$  predstavljaju koordinate kromatičnosti za izvor svjetla, u skladu s HRN EN ISO 105-J02:2003.

Indeks požućenja (Yellowing Index, YI) izračunat je prema DIN 6167:1980 .



*Slika 9. Remisijski spektrofotometar*

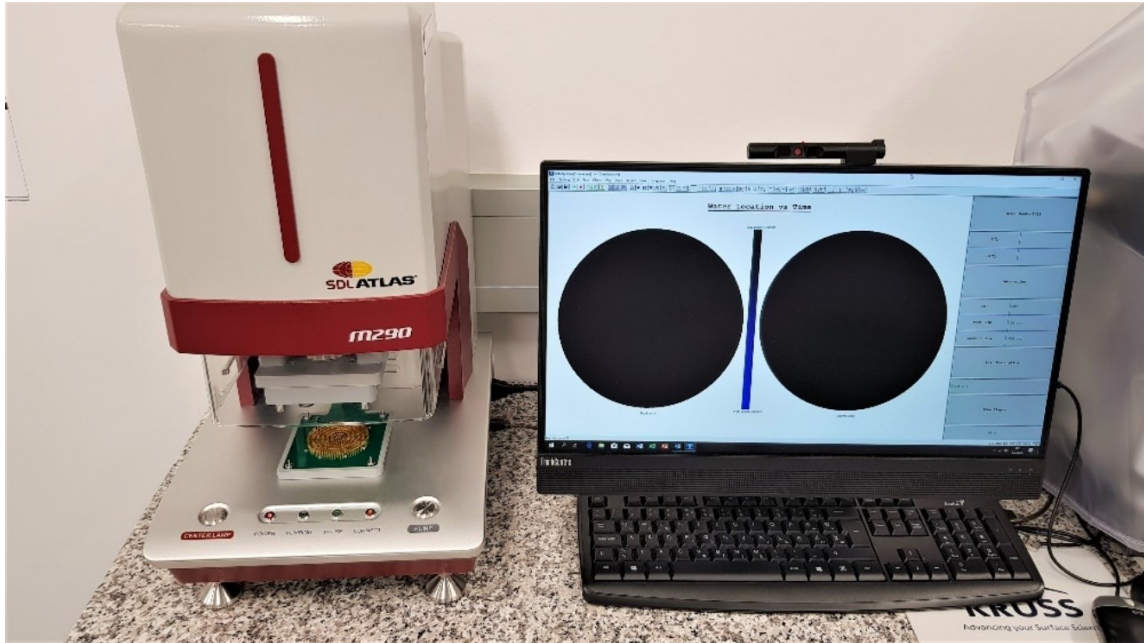
### **3.3.4. Određivanje sposobnosti upravljanja vlagom**

Sposobnost tekstilije da prenosi vlagu vrlo je bitno za povećanje udobnosti tekstilije prilikom njene upotrebe. Stoga je potrebno ispitati njenu sposobnost prijenosa vlage. Sposobnost prijenosa vlage tekstilije može se ispitati pomoću uređaja za ispitivanje prijenosa vlage, eng. *Moisture Management Tester*.

Ovaj uređaj određuje sposobnost prijenosa vlage tekstilije zahvaljujući sensorima koji se nalaze ispod i iznad tekstilije. Pomoću tih senzora se mogu zabilježiti promjene električnog otpora te na taj način odrediti mogućnost prijenosa vlage tekstilije [30, 31].

Tekućina, pomoću koje se može ispitati ova sposobnost, sastoji se od vode i natrijevog klorida. Naime, voda i natrijev klorid su jedni od sastojaka znoja kojeg luči ljudski organizam. Radi toga je moguće utvrditi kako će se tekstilija ponašati pri dodiru sa znojem, odnosno pri nošenju [32, 33, 34].

Sposobnost upravljanja vlagom određena je pomoću uređaja za ispitivanje sposobnosti prijenosa vlage, model MMT M290, tvrtke SDL-Atlas, eng. *Moisture Management Tester*, (slika 10) prema AATCC TM 195-2017.



*Slika 10. Uređaj za određivanje sposobnosti prijenosa vlage*

Za svaki uzorak se provodilo po četiri mjerenja tako što je naličje uzorka bilo okrenuto prema gornjim sensorima, a lice uzorka prema donjim sensorima. Rezultati su prikazani prosječnim vrijednostima uz koeficijent varijacije (CV) za svako mjereno svojstvo: vrijeme vlaženja (Wetting Time, WT), prirast apsorpcije (Absorption rate, AR); maksimalni promjer vlaženja (Maximum wetted radius, MWR), brzina razlijevanja (Spreading speed, SS), sve za gornju (top surface, T) i donju (bottom surface, B) površinu; akumulativna sposobnost jednosmjernog prijenosa (Accumulative One-way Transport Capability, R) i ukupna sposobnost upravljanja (kapljevito) vlagom (Overall (liquid) Moisture Management Capability, OMMC). Tablica ocjena i formirani tzv. Fingerprint sažeto opisuju svojstva upravljanja kapljevito vlagom ispitivanih tkanina. Formule za ove mjerna svojstva su detaljno opisane u AATCC TM 195-2017. Prema ocjenama MMT može razlikovati sedam glavnih tipova tekstilija kojima se opisuju svojstava [34].

## 4. Rezultati i rasprava

U radu je istražena mogućnost provođenja hidrolize poliestera pomoću amanolipaza. Za istraživanje su korištena dva enzima amanolipaze, Amanolipaza A iz *Aspergillus niger* te Amanolipaza iz *Pseudomonas fluorescens*.

### 4.1. Rezultati mjerenja mase

Nakon obrade enzimima, provedeno je određivanje mase uzoraka te je izračunat gubitak mase prema (1). Rezultati mjerenja mase uzoraka obrađenih enzimom Amanolipaza A iz *Aspergillus niger* prikazani su u tablicama 2-5, a enzimom Amanolipaza iz *Pseudomonas fluorescens* u tablicama 6-9.

Rezultati gubitka mase standardne poliesterske tkanine obrađene enzimom Amanolipaza A iz *Aspergillus niger* na temperaturi od 60 °C prikazani su u tablici 2.

Tablica 2. Prikaz rezultata gubitka mase standardne tkanine obrađene enzimom Amanolipaza A iz *Aspergillus niger* na temperaturi od 60 °C

Standardna tkanina	t [min]	Gubitak mase [%]	
		0,1 g/L	0,2 g/L
pH 7	15	0,1363	0,1479
	30	0,1381	0,1359
	60	0,1520	0,1243
	120	0,2334	0,1312
pH 9	15	0,1286	0,0944
	30	0,1294	0,1211
	60	0,1304	0,1775
	120	0,1176	0,1409

Prema dobivenim rezultatima, najmanji gubitak mase standardne tkanine postignut je obradom pri pH vrijednosti 9, u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L te pri vremenu obrade od 15 minuta. Najveći gubitak mase dobiven je pri obradi standardne tkanine u vremenu od 120 minuta, pri koncentraciji otopine enzima od 0,1 g/L te pri pH 7.

U tablici 3 nalazi se prikaz rezultata gubitka mase standardne poliesterske tkanine obrađene enzimom Amanolipaza A iz *Aspergillus niger* na temperaturi od 100 °C.

Iz dobivenih rezultata se može uočiti da je najmanji gubitak mase postignut pri obradi materijala u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pri pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 30 minuta. Najveći gubitak mase dobiven je pri obradi materijala u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 15 minuta.

Tablica 3. Prikaz rezultata gubitka mase standardne tkanine obrađene enzimom Amanolipaza A iz *Aspergillus niger* na temperaturi od 100 °C

Standardna tkanina	t [min]	Gubitak mase [%]	
		0,1 g/L	0,2 g/L
pH 7	15	0,1887	0,1662
	30	0,1327	0,1523
	60	0,1121	0,1297
	120	0,1808	0,1114
pH 9	15	0,1589	0,1350
	30	0,1344	0,1087
	60	0,1349	0,1240
	120	0,1215	0,1336

Prikaz rezultata gubitka mase komercijalne poliesterske tkanine koja je obrađena enzimom Amanolipaza A iz *Aspergillus niger* na temperaturi od 60 °C nalazi se u tablici 4.

Tablica 4. Prikaz rezultata gubitka mase komercijalne tkanine obrađene enzimom Amanolipaza A iz *Aspergillus niger* na temperaturi od 60 °C

Komercijalna tkanina	t [min]	Gubitak mase [%]	
		0,1 g/L	0,2 g/L
pH 7	15	0,9452	0,9860
	30	1,0921	0,8995
	60	1,0988	1,0011
	120	0,9167	1,0809
pH 9	15	0,8872	1,4705
	30	1,7622	2,4200
	60	3,4707	2,0793
	120	1,6756	2,9380

Iz rezultata je vidljivo da je najmanji gubitak mase postignut prilikom obrade materijala u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 9, u vremenu obrade od 15 minuta. Najveći gubitak mase materijala dobiven je prilikom obrade u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 60 minuta.

U tablici 5 nalaze se prikazi rezultata gubitka mase komercijalne poliesterske tkanine obrađene enzimom Amanolipaza A iz *Aspergillus niger* na temperaturi od 100 °C.

Prema rezultatima, najmanji gubitak mase komercijalne tkanine postignut je obradom tkanine u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te s vremenom obrade od 30 minuta. Dok je najveći gubitak mase postignut prilikom obrade tkanine u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 9, u vremenu od 120 minuta.

Tablica 5. Prikaz rezultata gubitka mase komercijalne tkanine obrađene enzimom Amanolipaza A iz *Aspergillus niger* na temperaturi od 100 °C

Komercijalna tkanina	t [min]	Gubitak mase [%]	
		0,1 g/L	0,2 g/L
pH 7	15	0,9974	2,0247
	30	0,7700	2,5018
	60	1,4414	1,9922
	120	1,1097	1,1919
pH 9	15	1,5817	2,5115
	30	1,4707	3,2336
	60	2,3341	1,8444
	120	4,6408	2,3169

Najmanji gubitak mase prilikom obrade standardne poliesterske tkanine enzimom Amanolipaza A iz *Aspergillus niger* iznosi 0,0944 % te je postignut obradom tkanine na 60 °C u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 15 minuta dok najmanji gubitak mase prilikom obrade komercijalne poliesterske tkanine iznosi 0,7700 % te je postignut pri temperaturi od 100 °C u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 30 minuta.

U tablici 6 nalazi se prikaz rezultata gubitka mase standardne poliesterske tkanine koja je obrađena enzimom Amanolipaza iz *Pseudomonas fluorescens* na temperaturi od 60 °C.

Tablica 6. Prikaz rezultata gubitka mase standardne tkanine obrađene enzimom Amanolipaza iz *Pseudomonas fluorescens* na temperaturi od 60 °C

Standardna tkanina	t [min]	Gubitak mase [%]	
		0,1 g/L	0,2 g/L
pH 7	15	0,1835	0,1689
	30	0,2093	0,1770
	60	0,1931	0,2188
	120	0,1923	0,1367
pH 9	15	0,1678	0,1424
	30	0,1823	0,1509
	60	0,1697	0,1741
	120	0,2150	0,1337

Prema dobivenim rezultatima, najmanji gubitak mase postignut je obradom standardne tkanine u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 120 minuta. Najveći gubitak mase dobiven je obradom materijala u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 60 minuta.

Prikaz rezultata gubitka mase standardne poliesterske tkanine obrađene pri temperaturi od 100 °C nalazi se u tablici 7.

Iz rezultata je vidljivo da je najmanji gubitak mase standardne tkanine postignut obradom u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9, u vremenu obrade od 60 minuta. Najveći gubitak mase postignut je obradom u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 15 minuta.

Tablica 7. Prikaz rezultata gubitka mase standardne tkanine obrađene enzimom Amanolipaza iz *Pseudomonas fluorescens* na temperaturi od 100 °C

Standardna tkanina	t [min]	Gubitak mase [%]	
		0,1 g/L	0,2 g/L
pH 7	15	0,0244	0,0224
	30	0,1177	0,0426
	60	0,0684	0,0264
	120	0,0587	0,0360
pH 9	15	0,0065	0,1379
	30	0,0508	0,0843
	60	0,0468	0,0026
	120	0,0617	0,0524

U tablici 8 nalazi se prikaz rezultata gubitka mase komercijalne poliesterske tkanine obrađene na temperaturi od 60 °C. Prema dobivenim rezultatima, najmanji gubitak mase komercijalne tkanine postignut je obradom u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 s vremenom obrade od 15 minuta. Najveći gubitak mase dobiven je obradom tkanine u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 120 minuta.

*Tablica 8. Prikaz rezultata gubitka mase komercijalne tkanine obrađene enzimom Amanolipaza iz Pseudomonas fluorescens na temperaturi od 60 °C*

Komercijalna tkanina	t [min]	Gubitak mase [%]	
		0,1 g/L	0,2 g/L
pH 7	15	0,6303	0,6337
	30	1,0456	2,1002
	60	1,2714	2,3523
	120	1,0930	2,0830
pH 9	15	0,7470	0,7757
	30	1,4332	3,0132
	60	2,9212	3,5571
	120	3,6186	3,8024

Prikaz rezultata gubitka mase komercijalne poliesterske tkanine obrađene na temperaturi od 100 °C nalazi se u tablici 9. Najmanji gubitak mase komercijalne tkanine postignut je obradom u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 60 minuta. Najveći gubitak mase postignut je obradom tkanine u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu od 15 minuta.

*Tablica 9. Prikaz rezultata gubitka mase komercijalne tkanine obrađene enzimom Amanolipaza iz Pseudomonas fluorescens na temperaturi od 100 °C*

Komercijalna tkanina	t [min]	Gubitak mase [%]	
		0,1 g/L	0,2 g/L
pH 7	15	2,5030	4,6204
	30	2,1766	3,7123
	60	2,1079	4,5856
	120	2,2095	4,1380
pH 9	15	2,9656	4,6954
	30	2,9828	3,2913
	60	2,9849	3,2239
	120	3,1937	3,3951



Najmanji gubitak mase prilikom obrade standardne tkanine enzimom Amanolipaza iz *Pseudomonas fluorescens* iznosi 0,0026 % te je postignut obradom tkanine na 100 °C u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 60 minuta dok najmanji gubitak mase prilikom obrade komercijalne tkanine iznosi 0,6303 % te je postignut pri temperaturi od 60 °C u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 15 minuta.

## 4.2. Rezultati određivanja prekidne sile

Prekidna sila uzoraka određivala se pomoću kitalice Tensolab, tvrtke Mesdan. U tablici 10 nalaze se rezultati srednje vrijednosti prekidne sile neobrađenih uzoraka.

Tablica 10. Rezultati srednje vrijednosti prekidne sile neobrađenih uzoraka

Uzorak	$\Delta F$ [N]
Standardna tkanina	1589,00
Komercijalna tkanina	638,50

Rezultati prekidne sile uzoraka obrađenih enzimom Amanolipaza A iz *Aspergillus niger* prikazani su u tablicama 11 - 14, a rezultati prekidne sile uzoraka obrađenih enzimom Amanolipaza iz *Pseudomonas fluorescens* u tablicama 15 - 18. Rezultati su prikazani kao srednje vrijednosti prekidne sile te izračunati pad prekidne sile ( $\Delta F$ ) u odnosu na početnu tkaninu prema (2).

U tablici 11 se nalaze rezultati srednje vrijednosti prekidne sile uzoraka standardne poliesterske tkanine obrađenih enzimom Amanolipaza A iz *Aspergillus niger* na temperaturi od 60 °C te izračunati pad prekidne sile ( $\Delta F$ ). Iz prikazanih rezultata je vidljivo kako obrada standardne poliesterske tkanine enzimom Amanolipaza A iz *Aspergillus niger* na temperaturi od 60 °C dovodi do pada prekidne sile, ali i do njenog povećanja ovisno o načinu provedbe obrade. Najveći pad prekidne sile dobiven je obradom materijala u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 15 minuta. Najveće povećanje prekidne sile uočava se prilikom obrade materijala u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 120 minuta.



Tablica 11. Rezultati srednje vrijednosti prekidne sile uzoraka standardne tkanine obrađenih na temperaturi od 60 °C

Standardna tkanina	t [min]	0,1 g/L		0,2 g/L	
		F [N]	$\Delta F$ [%]	F [N]	$\Delta F$ [%]
pH 7	15	1615,50	-1,67	1584,00	0,31
	30	1585,50	0,22	1582,50	0,41
	60	1600,00	-0,69	1602,00	-0,82
	120	1515,00	4,66	1516,50	4,56
pH 9	15	1471,00	7,43	1552,00	2,33
	30	1542,00	2,96	1482,50	6,70
	60	1507,00	5,16	1577,00	0,76
	120	1621,50	-2,05	1521,50	4,25

U tablici 12 se nalaze srednje vrijednosti prekidne sile uzoraka standardne poliesterske tkanine obrađenih enzimom Amanolipaza A iz *Aspergillus niger* na temperaturi od 100 °C. Prema rezultatima, obradom standardne poliesterske tkanine enzimom Amanolipaza A iz *Aspergillus niger* na temperaturi od 100 °C dolazi do pada ili povećanja prekidne sile ovisno o načinu provedbe obrade. Najveći pad prekidne sile postignut je obradom materijala u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 30 minuta. Najveće povećanje prekidne sile postignuto je obradom materijala u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 120 minuta.

Tablica 12. Rezultati srednje vrijednosti prekidne sile uzoraka standardne tkanine obrađenih na temperaturi od 100 °C

Standardna tkanina	t [min]	0,1 g/L		0,2 g/L	
		F [N]	$\Delta F$ [%]	F [N]	$\Delta F$ [%]
pH 7	15	1576,50	0,79	1541,00	3,02
	30	1528,00	3,84	1537,50	3,24
	60	1598,00	-0,57	1555,50	2,11
	120	1589,00	0,00	1606,50	-1,10
pH 9	15	1554,00	2,20	1571,00	1,13
	30	1550,00	2,45	1595,00	-0,38
	60	1566,50	1,42	1574,00	0,94
	120	1572,00	1,07	1600,00	-0,69

U tablici 13 nalazi se prikaz rezultata srednjih vrijednosti prekidne sile uzoraka komercijalne poliesterske tkanine obrađenih enzimom Amanolipaza A iz *Aspergillus*

*niger* na temperaturi od 60 °C. Iz dobivenih rezultata je vidljivo da, obradom komercijalne poliesterske tkanine enzimom Amanolipaza A iz *Aspergillus niger* na temperaturi od 60 °C, dolazi do pada ili povećanja prekidne sile ovisno o načinu obrade materijala. Najveći pad prekidne sile uočava se kod obrade materijala otopinom enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 60 minuta. Najveće povećanje prekidne sile uočava se kod obrade materijala otopinom enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 120 minuta.

Tablica 13. Rezultati srednjih vrijednosti prekidne sile uzoraka komercijalne tkanine obrađenih na temperaturi od 60 °C

Komercijalna tkanina	t [min]	0,1 g/L		0,2 g/L	
		F [N]	ΔF [N]	F [N]	ΔF [N]
pH 7	15	658,00	-3,05	651,50	-2,04
	30	657,00	-2,90	646,00	-1,17
	60	622,50	2,51	663,50	-3,92
	120	647,00	-1,33	667,50	-4,54
pH 9	15	645,00	-1,02	646,00	-1,17
	30	645,50	-1,10	657,00	-2,90
	60	649,00	-1,64	641,50	-0,47
	120	648,50	-1,57	636,50	0,31

U tablici 14 nalazi se prikaz rezultata srednjih vrijednosti prekidne sile uzoraka komercijalne poliesterske tkanine obrađenih enzimom Amanolipaza A iz *Aspergillus niger* na temperaturi od 100 °C. Prema dobivenim rezultatima, obradom komercijalne poliesterske tkanine enzimom Amanolipaza A iz *Aspergillus niger* na temperaturi od 100 °C, dolazi do pada ili povećanja prekidne sile ovisno o načinu obrade materijala. Najveći pad prekidne sile uočava se kod obrade materijala otopinom enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 30 minuta. Najveće povećanje prekidne sile uočava se kod obrade materijala otopinom enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 30 minuta.

Tablica 14. Prikaz rezultata srednjih vrijednosti prekidne sile uzoraka komercijalne tkanine obrađenih na temperaturi od 100 °C

Komercijalna tkanina	t [min]	0,1 g/L		0,2 g/L	
		F[N]	ΔF [%]	F [N]	ΔF [%]
pH 7	15	671,50	-5,17	669,50	-4,86
	30	685,00	-7,28	687,50	-7,67
	60	651,50	-2,04	677,50	-6,11
	120	672,50	-5,32	661,50	-3,60
pH 9	15	670,00	-4,93	669,00	-4,78
	30	629,50	1,41	673,00	-5,40
	60	680,00	-6,50	670,00	-4,93
	120	667,00	-4,46	663,50	-3,92

Obradom standardne poliesterske tkanine u otopini enzima Amanolipaza A iz *Aspergillus niger*, dolazi do smanjenja ili povećanja prekidne sile ovisno o načinu provedbe obrade. Najveći pad prekidne sile iznosi 7,43 % te je postignut obradom materijala na 60 °C u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 15 minuta. Najveće povećanje prekidne sile standardne poliesterske tkanine iznosi -2,05 % što je postignuto obradom materijala na temperaturi od 60 °C u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 120 minuta. Obrada komercijalne poliesterske tkanine također dovodi do smanjenja ili povećanja prekidne sile ovisno o načinu obrade materijala. Najveći pad prekidne sile iznosi 2,51 % te je postignut obradom materijala na temperaturi od 60 °C u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 60 minuta. Najveće povećanje prekidne sile iznosi -7,67 % što je postignuto obradom materijala na temperaturi od 100 °C u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 30 minuta.

U tablici 15 nalaze se rezultati srednje vrijednosti prekidne sile uzoraka standardne poliesterske tkanine obrađenih enzimom Amanolipaza iz *Pseudomonas fluorescens* na temperaturi od 60 °C. Iz prikazanih rezultata je vidljivo kako obrada standardne poliesterske tkanine enzimom Amanolipaza iz *Pseudomonas fluorescens* na temperaturi od 60 °C dovodi do pada prekidne sile, ali i do njenog povećanja ovisno o načinu provedbe obrade. Najveći pad prekidne sile dobiven je obradom materijala u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 15 minuta.

Najveće povećanje prekidne sile uočava se prilikom obrade materijala u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 60 minuta.

Tablica 15. Rezultati srednje vrijednosti prekidne sile uzoraka standardne tkanine obrađenih na temperaturi od 60 °C

Standardna tkanina	t [min]	0,1 g/L		0,2 g/L	
		F [N]	ΔF [%]	F [N]	ΔF [%]
pH 7	15	1482,00	6,73	1543,00	2,89
	30	1568,50	1,29	1603,50	-0,91
	60	1563,50	1,60	1604,50	-0,98
	120	1565,00	1,51	1593,00	-0,25
pH 9	15	1554,50	2,17	1533,00	3,52
	30	1593,00	-0,25	1527,50	3,87
	60	1506,50	5,19	1563,50	1,60
	120	1541,00	3,02	1548,00	2,58

U tablici 16 se nalaze srednje vrijednosti prekidne sile uzoraka standardne poliesterske tkanine obrađenih enzimom Amanolipaza iz *Pseudomonas fluorescens* na temperaturi od 100 °C. Prema rezultatima, obradom standardne poliesterske tkanine enzimom Amanolipaza iz *Pseudomonas fluorescens* na temperaturi od 100 °C dolazi do pada prekidne sile tijekom svih načina obrada. Najveći pad prekidne sile postignut je obradom materijala u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 30 minuta.

Tablica 16. Rezultati srednje vrijednosti prekidne sile uzoraka standardne tkanine obrađenih na temperaturi od 100 °C

Standardna tkanina	t [min]	0,1 g/L		0,2 g/L	
		F [N]	ΔF [%]	F [N]	ΔF [%]
pH 7	15	1539,00	3,15	1515,50	4,63
	30	1555,50	2,11	1168,00	26,49
	60	1468,00	7,61	1175,50	26,02
	120	1517,50	4,50	1174,00	26,12
pH 9	15	1521,50	4,25	1578,00	0,69
	30	1547,00	2,64	1574,50	0,91
	60	1561,00	1,76	1552,00	2,33
	120	1496,00	5,85	1491,00	6,17

U tablici 17 nalazi se prikaz rezultata srednjih vrijednosti prekidne sile uzoraka komercijalne poliesterske tkanine obrađenih enzimom Amanolipaza iz *Pseudomonas fluorescens* na temperaturi od 60 °C. Iz dobivenih rezultata je vidljivo da, obradom komercijalne poliesterske tkanine enzimom Amanolipaza iz *Pseudomonas fluorescens* na temperaturi od 60 °C, dolazi do povećanja prekidne sile ovisno o načinu obrade materijala. Najveće povećanje prekidne sile uočava se kod obrade materijala otopinom enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 60 minuta.

Tablica 17. Rezultati srednjih vrijednosti prekidne sile uzoraka komercijalne tkanine obrađenih na temperaturi od 60 °C

Komercijalna tkanina	t [min]	0,1 g/L		0,2 g/L	
		F [N]	ΔF [%]	F [N]	ΔF [%]
pH 7	15	661,50	-3,60	668,00	-4,62
	30	672,00	-5,25	650,00	-1,80
	60	675,00	-5,72	664,50	-4,07
	120	661,00	-3,52	658,50	-3,13
pH 9	15	658,00	-3,05	646,50	-1,25
	30	651,50	-2,04	655,50	-2,66
	60	664,50	-4,07	652,50	-2,19
	120	653,00	-2,27	645,00	-1,02

U tablici 18 nalazi se prikaz rezultata srednjih vrijednosti prekidne sile uzoraka komercijalne poliesterske tkanine obrađenih enzimom Amanolipaza iz *Pseudomonas fluorescens* na temperaturi od 100 °C. Iz dobivenih rezultata je vidljivo da, obradom komercijalne poliesterske tkanine enzimom Amanolipaza iz *Pseudomonas fluorescens* na temperaturi od 100 °C, dolazi do pada ili povećanja prekidne sile ovisno o načinu obrade materijala. Najveći pad prekidne sile uočava se kod obrade materijala otopinom enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 15 minuta. Najveće povećanje prekidne sile uočava se kod obrade materijala otopinom enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 120 minuta.

Tablica 18. Rezultati srednjih vrijednosti prekidne sile uzoraka komercijalne tkanine obrađenih na temperaturi od 100 °C

Komercijalna tkanina	t [min]	0,1 g/L		0,2 g/L	
		F [N]	ΔF [%]	F [N]	ΔF [%]
pH 7	15	505,00	20,91	684,50	-7,20
	30	680,50	-6,58	666,00	-4,31
	60	641,50	-0,47	665,50	-4,23
	120	665,00	-4,15	677,00	-6,03
pH 9	15	677,50	-6,11	661,50	-3,60
	30	658,50	-3,13	683,00	-6,97
	60	668,00	-4,62	680,50	-6,58
	120	665,50	-4,23	693,00	-8,54

Obrada standardne poliesterske tkanine u otopini enzima Amanolipaza iz *Pseudomonas fluorescens* na temperaturi od 60 °C dovodi do smanjenja i povećanja prekidne sile ovisno o načinu obrade materijala, dok na temperaturi od 100 °C dolazi do pada prekidne sile u svim načinima obrade materijala. Najveći pad prekidne sile iznosi 26,49 % te je postignut na temperaturi od 100 °C, otopinom enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 30 minuta. Najveće povećanje prekidne sile iznosi -0,98 % te je postignuto obradom materijala na temperaturi od 60 °C u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu od 60 minuta. Obradom komercijalne poliesterske tkanine u otopini enzima Amanolipaza iz *Pseudomonas fluorescens* na temperaturi od 60 °C dolazi do povećanja prekidne sile neovisno o načinu provedbe obrade dok na temperaturi od 100 °C pad ili povećanje prekidne sile ovisi o načinu provedbe obrade. Najveći pad prekidne sile komercijalne poliesterske tkanine iznosi 20,91 % te je postignut obradom materijala na temperaturi od 100 °C u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 15 minuta. Najveće povećanje prekidne sile iznosi -8,54 % što je također postignuto obradom materijala na temperaturi od 100 °C, ali obradom u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 120 minuta.

### 4.3. Rezultati određivanja stupnja bjeline i indeksa požućenja

Stupanj bjeline uzoraka te indeks požućenja izračunati su iz izmjerene remisije na remisijском spektrofotometru.

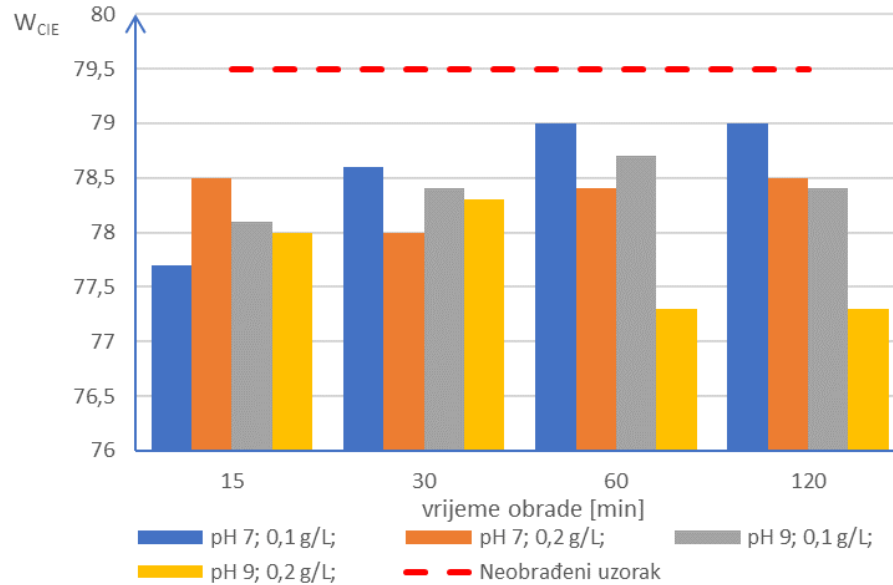
U tablici 19 nalaze se rezultati stupnja bjeline i indeksa požućenja neobrađenih uzoraka.

Tablica 19. Rezultati bjeline i indeksa požućenja neobrađenih uzoraka

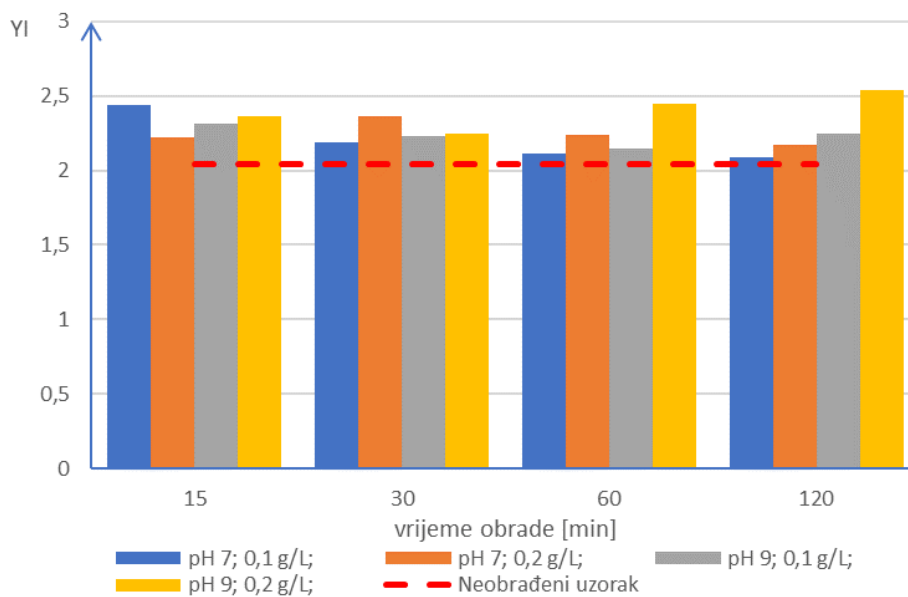
Uzorak	W <sub>CIE</sub>	YI
Standardna tkanina	79,5	2,04
Komercijalna tkanina	71,2	3,16

Rezultati određivanja stupnja bjeline i indeksa požućenja uzoraka obrađenih enzimom Amanolipaza A iz *Aspergillus niger* prikazani su na slikama 11-18, a rezultati uzoraka obrađenih enzimom Amanolipaza iz *Pseudomonas fluorescens* na slikama 19-26.

Prilikom svih obrada uzoraka standardne poliesterske tkanine na temperaturi od 60 °C u otopini enzima Amanolipaza A iz *Aspergillus niger*, došlo je do smanjenja stupnja bjeline te povećanja indeksa požućenja. Grafički prikazi rezultata nalaze se na slici 11 te na slici 12. Najniži stupanj bjeline uzorka i najveći indeks požućenja dobiven je obradom u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te pri vremenu od 120 minuta. Uzorak obrađen u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 120 minuta, ima najmanji pad stupnja bjeline i najmanje povećanje indeksa požućenja.



Slika 11. Grafički prikaz odnosa rezultata bjeline uzoraka standardne tkanine obrađenih na temperaturi od 60 °C

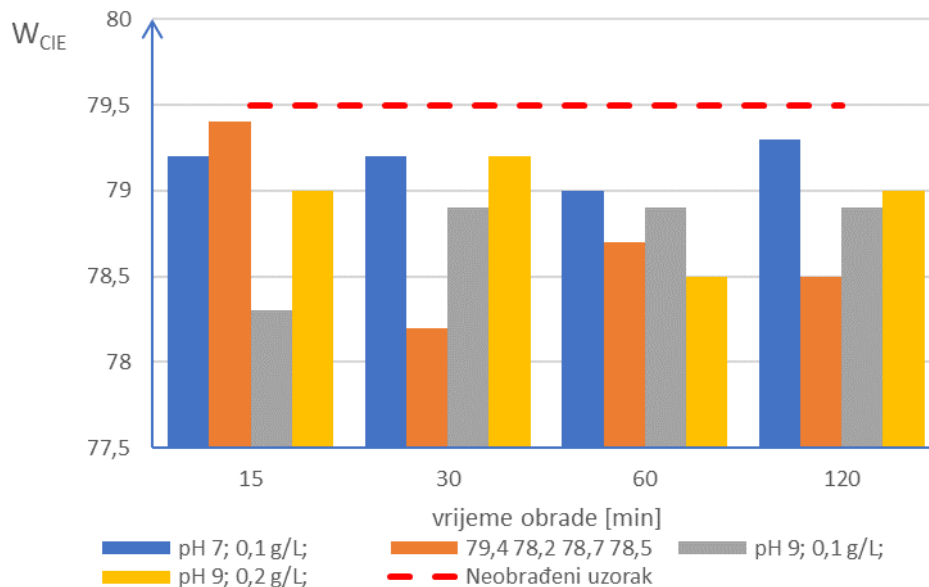


Slika 12. Grafički prikaz odnosa rezultata indeksa požućenja uzoraka standardne tkanine obrađenih na temperaturi od 60 °C

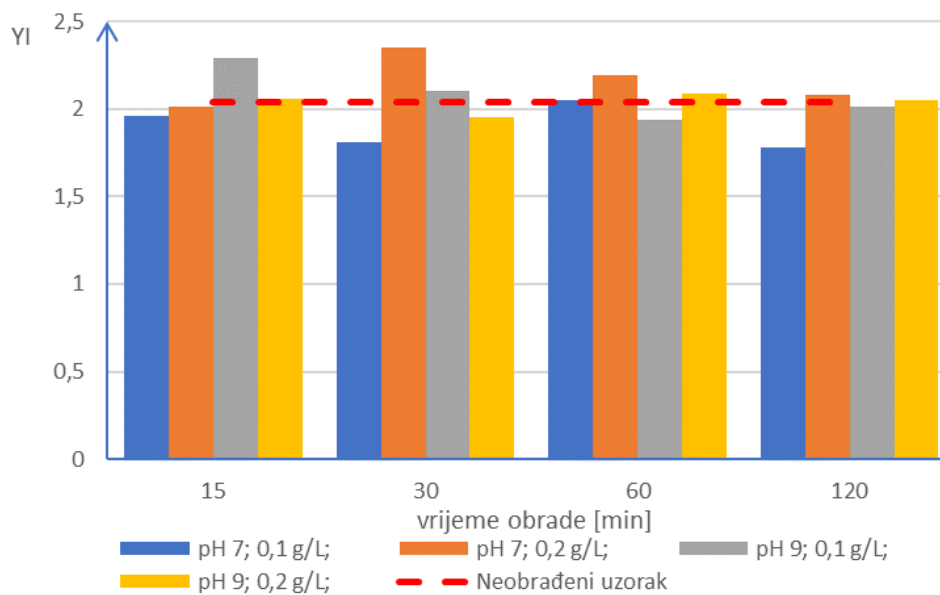
Na slikama 13 i 14 nalaze se grafički prikazi rezultata određivanja stupnja bjeline i indeksa požućenja uzoraka standardne tkanine obrađenih na temperaturi od 100 °C otopinom enzima Amanolipaza A iz *Aspergillus niger*. Iz dobivenih rezultata je vidljivo da je obrada materijala dovela do malog smanjenja stupnja bjeline te, ovisno o obradama, do smanjenja ili povećanja indeksa požućenja. Najveće smanjenje stupnja bjeline te



najveći indeks požućenja postignut je prilikom obrade materijala u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 30 minuta. Najmanje smanjenje stupnja bjeline postignuto je prilikom obrade uzorka u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 15 minuta.

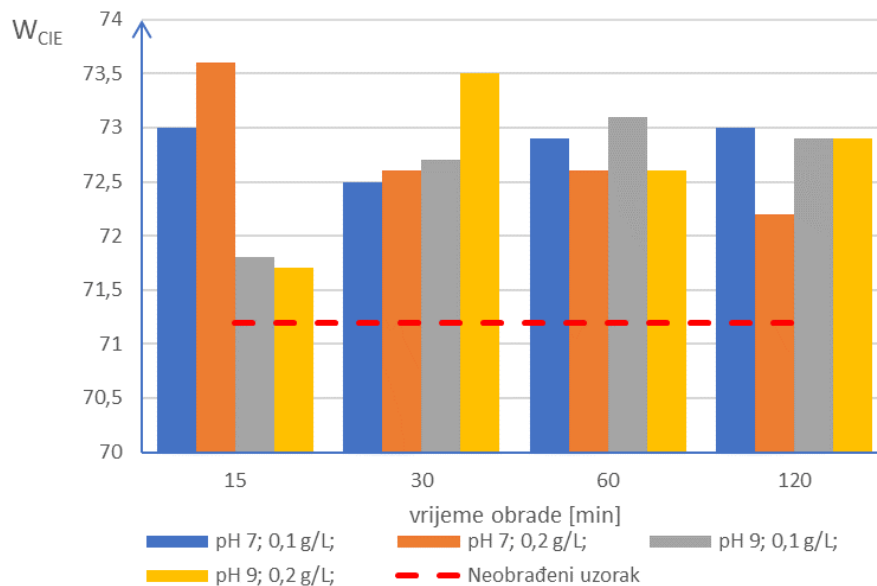


Slika 13. Grafički prikaz odnosa rezultata bjeline uzoraka standardne tkanine obrađenih na temperaturi od 100 °C

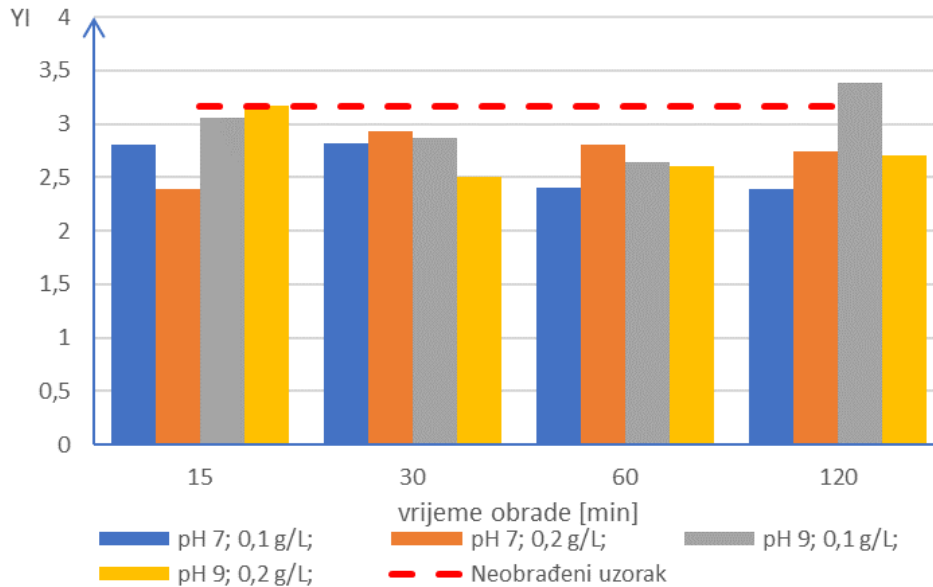


Slika 14. Grafički prikaz odnosa rezultata indeksa požućenja uzoraka standardne tkanine obrađenih na temperaturi od 100 °C

Rezultati određivanja stupnja bjeline i indeksa požućenja uzoraka komercijalne tkanine obrađenih na 60 °C nalaze se na slikama 15 i 16. Iz rezultata je uočljivo kako se, obradom komercijalne tkanine na 60 °C, stupanj bjeline povećao, no indeks požućenja se nije smanjio kod svih obrada. Najveći stupanj bjeline postignut je obradom materijala u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 15 minuta čime je postignut i najmanji indeks požućenja. Najmanji stupanj bjeline postignut je obradom uzorka u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 15 minuta čime je postignut indeks požućenja koji je ujedno veći od indeksa požućenja neobrađenog uzorka.

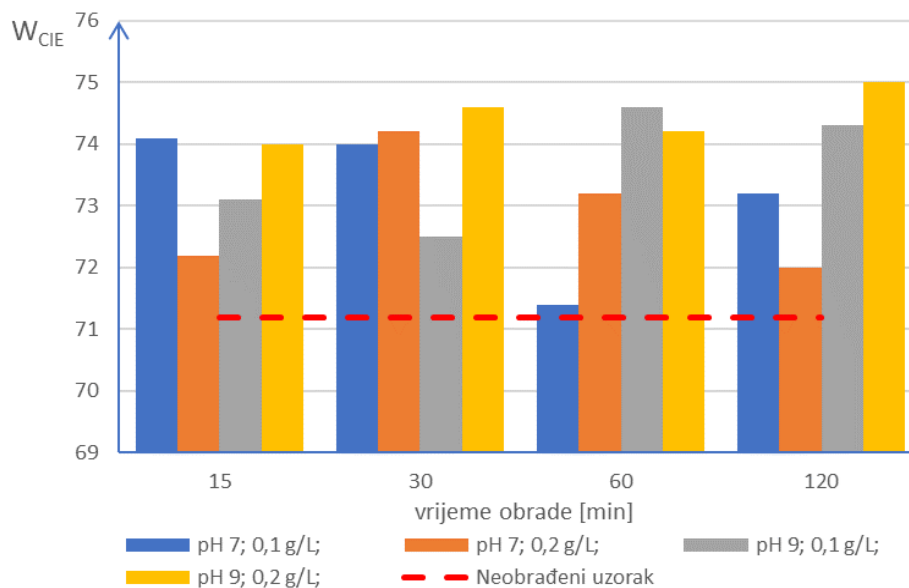


Slika 15. Grafički prikaz odnosa rezultata bjeline uzoraka komercijalne tkanine ispitivanih na 60 °C

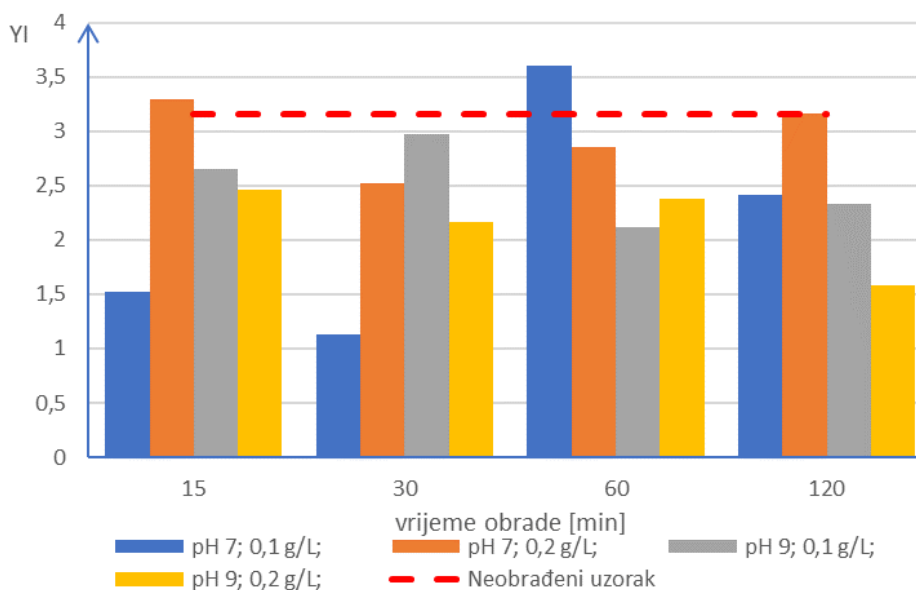


*Slika 16. Grafički prikaz odnosa rezultata indeksa požućenja uzoraka komercijalne tkanine ispitivanih na 60 °C*

Na slikama 17 i 18 nalaze se grafički prikazi rezultata određivanja stupnja bjeline i indeksa požućenja uzoraka komercijalne tkanine obrađenih na 100 °C. Iz rezultata je vidljivo se stupanj bjeline povećao prilikom svih obrada komercijalne tkanine ovim enzimom na 100 °C. Najmanje povećanje stupnja bjeline postignuto je obradom materijala u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 60 minuta. Tako obrađen materijal ujedno ima i najveći indeks požućenja koji je veći i od indeksa požućenja neobrađenoga uzorka. Uzorak koji ima najveće povećanje stupnja bjeline obrađen je u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9, u vremenu obrade od 120 minuta. No, najmanji indeks požućenja i visoko povećanje stupnja bjeline ima uzorak obrađen u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 30 minuta.



Slika 17. Grafički prikaz odnosa rezultata bjeline uzoraka komercijalne tkanine obrađenih na temperaturi od 100 °C

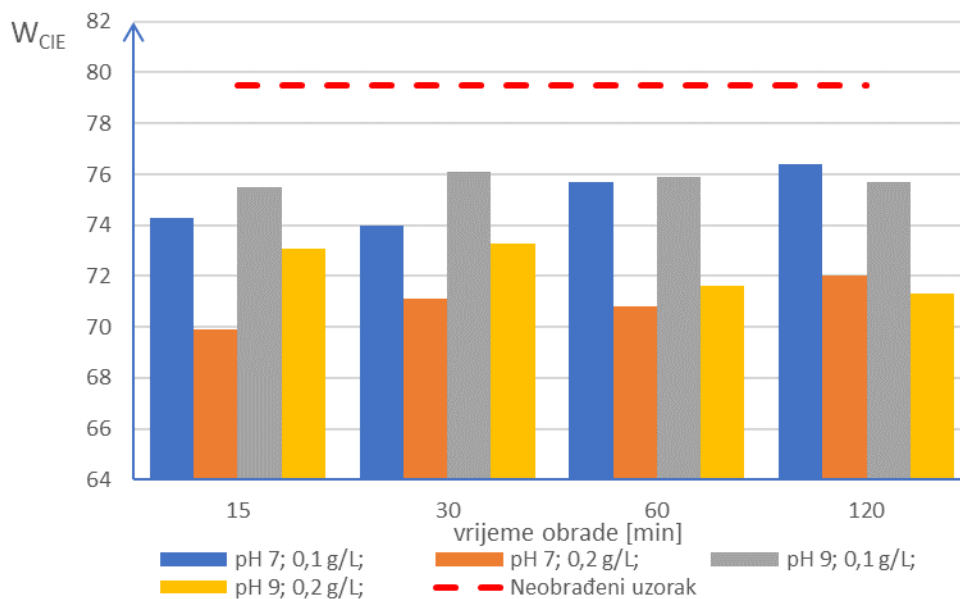


Slika 18. Grafički prikaz odnosa rezultata indeksa požućenja uzoraka komercijalne tkanine obrađenih na temperaturi od 100 °C

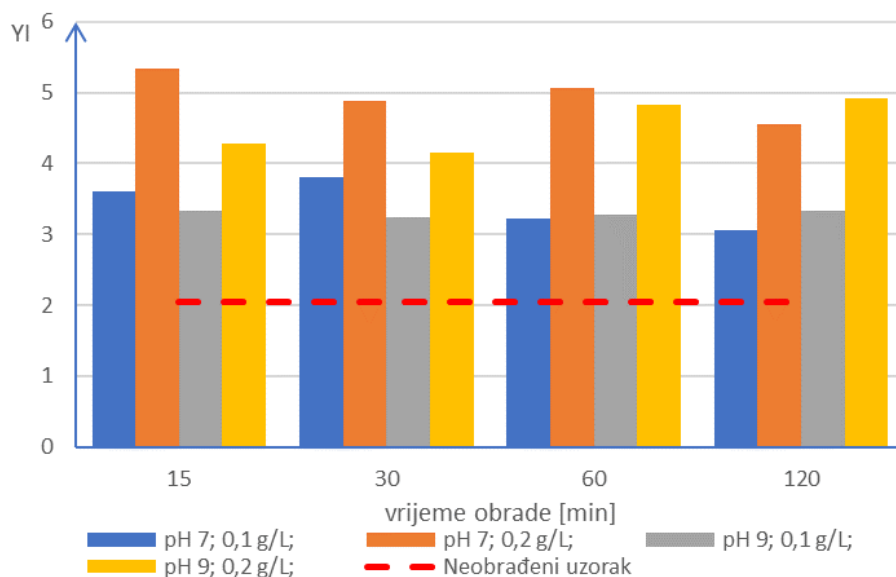
Najveći stupanj bjeline, prilikom obrade standardne tkanine enzimom Amanolipaza A iz *Aspergillus niger* iznosi 79,4 te je postignut obradom materijala na temperaturi od 100 °C u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu od 15 minuta. Najveći stupanj bjeline komercijalne tkanine iznosi 75,0 te je postignut obradom

materijala na temperaturi od 100 °C u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 120 minuta.

Na slikama 19 i 20 prikazani su rezultati određivanja stupnja bjeline i indeksa požućenja uzoraka standardne tkanine obrađenih enzimom Amanolipaza iz *Pseudomonas fluorescens* na temperaturi od 60 °C. Obradom standardne tkanine u enzimu Amanolipaza iz *Pseudomonas fluorescens* dolazi do smanjenja stupnja bjeline te povećanja indeksa požućenja. Najveće smanjenje stupnja bjeline javlja se kod uzorka obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 15 minuta. Tako obrađen uzorak ujedno ima i najveći indeks požućenja. Najmanji indeks požućenja javlja se kod uzorka koji ima najmanje smanjenje stupnja bjeline, odnosno uzorka obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 120 minuta.

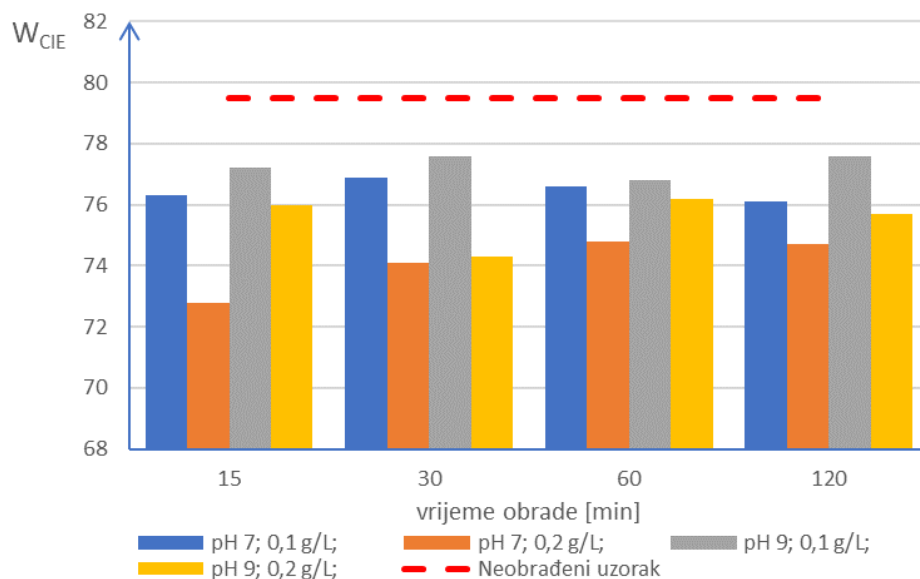


Slika 19. Grafički prikaz odnosa rezultata bjeline uzoraka standardne tkanine obrađenih na 60 °C

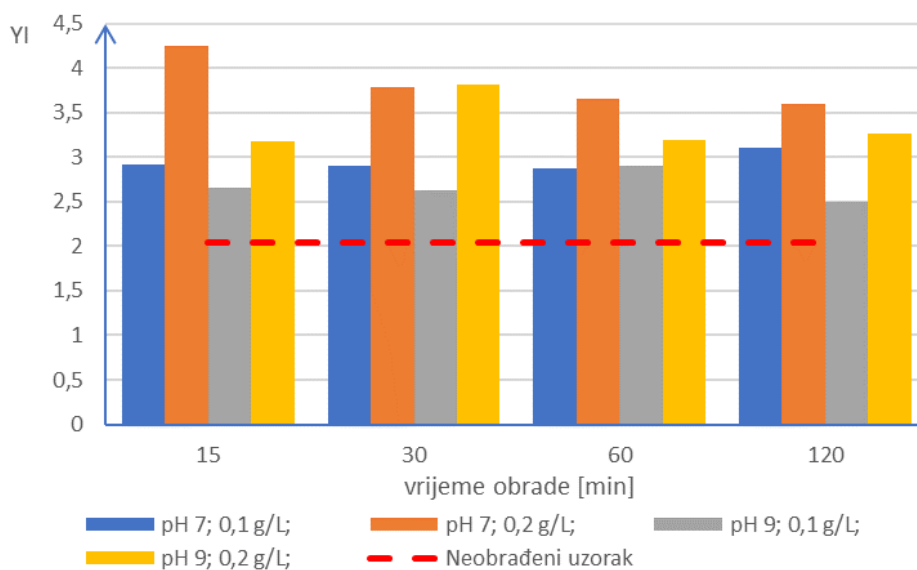


Slika 20. Grafički prikaz odnosa rezultata indeksa požućenja uzoraka standardne tkanine obrađenih na temperaturi od 60 °C

Na slikama 21 i 22 nalaze se rezultati određivanja stupnja bjeline i indeksa požućenja uzoraka standardne tkanine obrađenih na 100 °C. Iz rezultata se može uočiti da je obrada standardne tkanine u enzimu Amanolipaza iz *Pseudomonas fluorescens* na 100 °C dovela do smanjenja stupnja bjeline materijala te povećanja indeksa požućenja. Najveće smanjenje stupnja bjeline te povećanje indeksa požućenja postignuto je obradom uzorka u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 15 minuta. Najmanje smanjenje stupnja bjeline te najmanji indeks požućenja postignuto je obradom uzorka u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 120 minuta.



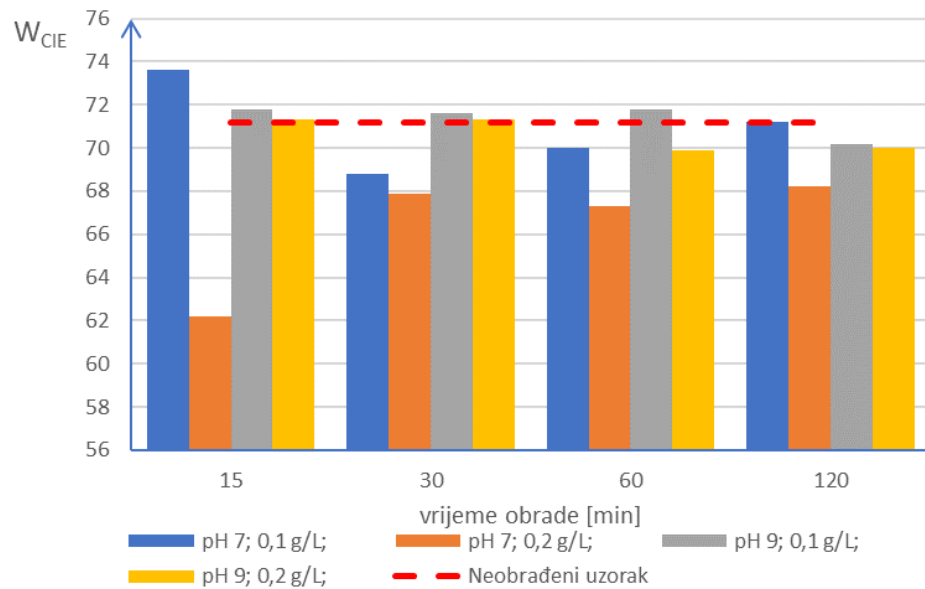
Slika 21. Grafički prikaz odnosa rezultata bjeline uzoraka standardne tkanine obrađenih na 100 °C



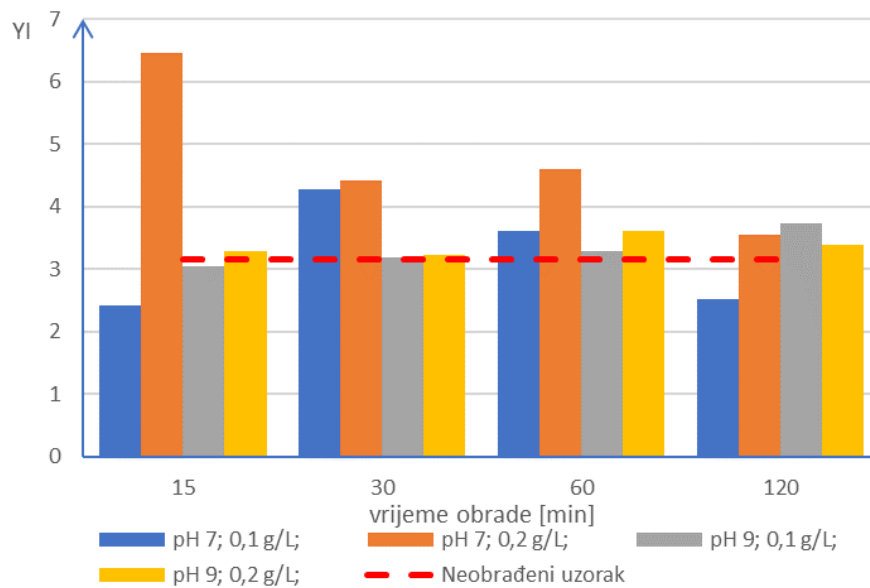
Slika 22. Grafički prikaz odnosa rezultata indeksa požućenja uzoraka komercijalne tkanine obrađenih na temperaturi od 100 °C

Rezultati određivanja stupnja bjeline i indeksa požućenja uzoraka komercijalne poliesterske tkanine obrađenih na 60 °C nalaze se na slikama 23 i 24. Iz dobivenih rezultata je vidljivo da obradom komercijalne tkanine u otopini enzima Amanolipaza iz *Pseudomonas fluorescens* dolazi do smanjenja ili povećanja stupnja bjeline ovisno o načinu provođenja postupka obrade. Najveći stupanj bjeline te najmanji indeks požućenja

postignut je obradom materijala u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 15 minuta. Najmanji stupanj bjeline te najveći indeks požućenja postignut je obradom materijala u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 15 minuta.



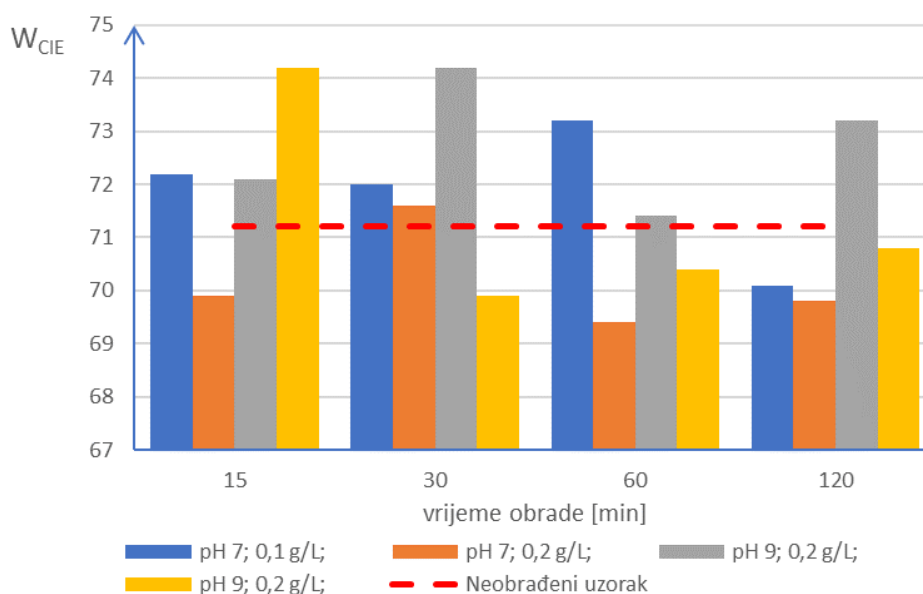
Slika 23. Grafički prikaz odnosa rezultata bjeline uzoraka komercijalne tkanine obrađenih na temperaturi od 60 °C



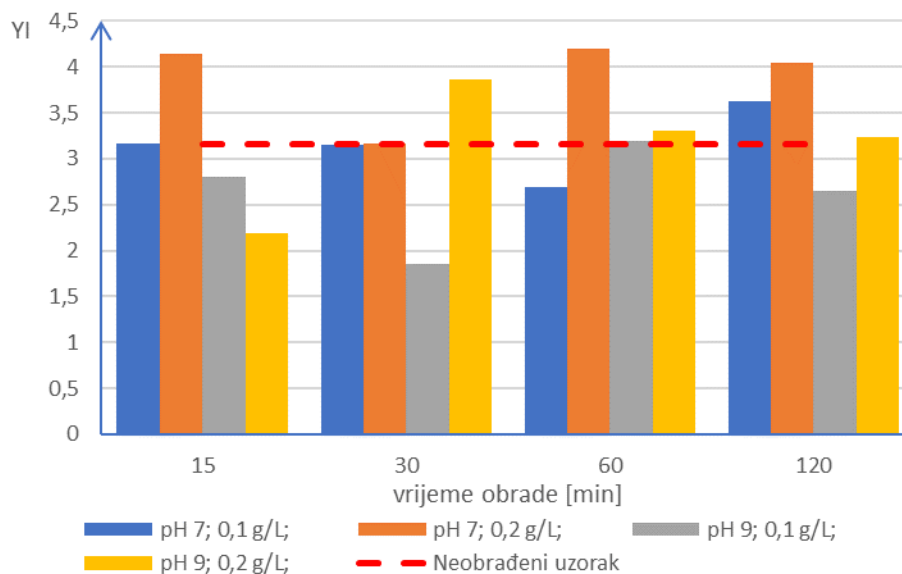
Slika 24. Grafički prikaz odnosa rezultata indeksa požućenja uzoraka komercijalne tkanine obrađenih na temperaturi od 60 °C



Na slikama 25 i 26 nalaze se rezultati određivanja stupnja bjeline i indeksa požućenja uzoraka komercijalne poliesterske tkanine obrađenih na 100 °C. Iz rezultata je vidljivo da se stupanj bjeline te indeks požućenja smanjuje ili povećava ovisno o načinu obrade komercijalne tkanine u otopini enzima Amanolipaza iz *Pseudomonas fluorescens* na temperaturi od 100 °C. Najveći stupanj bjeline te najmanji indeks požućenja postignut je obradom materijala u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 30 minuta. Najmanji stupanj bjeline uzorka te najveći indeks požućenja postignut je obradom materijala u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 60 minuta.



Slika 25. Grafički prikaz odnosa rezultata bjeline uzoraka komercijalne tkanine obrađenih na 100 °C



Slika 26. Grafički prikaz odnosa rezultata indeksa požućenja uzoraka komercijalne tkanine obrađenih na 100 °C

Najveći stupanj bjeline, prilikom obrade standardne tkanine enzimom Amanolipaza iz *Pseudomonas fluorescens*, iznosi 77,6 te je postignut obradom materijala na temperaturi od 100 °C u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu od 120 minuta. Najveći stupanj bjeline komercijalne tkanine iznosi 74,2 te je postignut obradom materijala na temperaturi od 100 °C u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 30 minuta.

#### 4.4. Rezultati određivanja sposobnosti upravljanja vlagom

Sposobnost upravljanja vlagom određena je prema AATCC TM 195-2017 pomoću uređaja za ispitivanje sposobnosti prijenosa vlage, eng. *Moisture Management Tester*. Rezultati su prikazani tablično s prosječnim vrijednostima uz koeficijent varijacije (CV) za svako mjereno svojstvo koje se mjerilo za gornju površinu, eng. *Top surface* (T), i za donju površinu, eng. *Bottom surface* (B). Dobiveni rezultati su: vrijeme vlaženja, eng. *Wetting Time* (WT), prirast apsorpcije, eng. *Absorption rate* (AR), maksimalan promjer vlaženja, eng. *Maximum wetted radius* (MWR), brzina razlijevanja, eng. *Spreading speed* (SS), akumulativna sposobnost jednosmjernog prijenosa, eng. *Accumulative One-way Transport Capability* (R) te ukupna sposobnost upravljanja (kapljevitom) vlagom, eng.

*Overall (liquid) Moisture Management Capability* (OMMC). Uz tablični prikaz rezultata, svojstva materijala su sažeto opisana pomoću tzv. *Fingerprint* koji se nalazi u prilogu.

Rezultati sposobnosti upravljanja vlagom neobrađenih uzoraka standardne i komercijalne poliesterske tkanine prikazani su u tablici 20; uzoraka obrađenih enzimom Amanolipaza A iz *Aspergillus niger* u tablicama 21 - 36 i uzoraka obrađenih enzimom Amanolipaza iz *Pseudomonas fluorescens* u tablicama 37 – 52.

Tablica 20. Rezultati sposobnosti upravljanja vlagom neobrađenih uzoraka

		Standardna PES tkanina		Komercijalna PES tkanina	
		Mean	CV	Mean	CV
WT [s]	T	4,828	0,6585	2,086	0,0927
	B	4,9453	0,6556	2,0858	0,0768
AR [%/s]	T	7,5027	0,3111	47,1381	0,1222
	B	51,6032	0,3478	59,8385	0,2299
MWR [mm]	T	6,25	0,4	30	0
	B	5	0	30	0
SS [mm/s]	T	5,0563	1,6796	9,5188	0,0731
	B	5,0124	1,7	9,1428	0,0545
R [%]		667,2798	0,3916	63,0338	0,1157
OMMC		0,6446	0,2113	0,514	0,0835
Tip tkanine		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode		Tkanina sa sposobnošću brze apsorpcije i brzog sušenja	

Rezultati sposobnosti upravljanja vlagom uzoraka standardne poliesterske tkanine obrađenih enzimom Amanolipaza A iz *Aspergillus niger* na temperaturi od 60 °C uz pH vrijednost 7 nalaze se u tablici 21 i u tablici 22. U tablici 21 nalaze se rezultati uzoraka obrađenih u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L dok se u tablici 22 nalaze rezultati uzoraka obrađenih u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L.

U tablici 23 i 24 nalaze se rezultati sposobnosti upravljanja vlagom uzoraka standardne poliesterske tkanine obrađenih enzimom Amanolipaza A iz *Aspergillus niger* na temperaturi od 60 °C uz pH vrijednost 9. U tablici 23 nalaze se rezultati uzoraka obrađenih u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L dok se u tablici 24 nalaze rezultati uzoraka obrađenih u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L.

U prilogu 1 nalaze se grafički prikazi rezultata uzoraka standardne poliesterske tkanine obrađenih na temperaturi od 60 °C koji su dobiveni pomoću uređaja za ispitivanje sposobnosti prijenosa vlage.

Iz rezultata je vidljivo da, obradom standardne poliesterske tkanine na temperaturi od 60 °C pri pH 7 te pri pH 9, dolazi do povećanja vremena vlaženja, odnosno vremena potrebnog da se gornja i donja površina počnu vlažiti.

Kod uzorka obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7, akumulativna brzina razlijevanja iz središta do maksimalnog promjera vlaženja, tj. brzina razlijevanja, je smanjena, osobito za gornju površinu gdje je kod svih obrada jednaka nuli s obzirom da je maksimalni promjer vlaženja (MWR) također jednak nuli u svim obradama za gornju površinu. Kod uzorka obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7, brzina razlijevanja te maksimalni promjer vlaženja za gornju površinu nisu jednaki nuli samo kod uzorka koji je obrađen u vremenu od 120 minuta gdje su dobiveni povećani rezultati koji su i dalje manji od neobrađenog uzorka.

Akumulativna sposobnost jednosmjernog prijenosa (R) najveća je kod uzorka obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 60 minuta. Dok je ukupna sposobnost upravljanja (kapljevitom) vlagom (OMMC) najveća kod uzorka obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 15 minuta.

Akumulativna sposobnost jednosmjernog prijenosa (R) te ukupna sposobnost upravljanja (kapljevitom) vlagom (OMMC) najmanji su kod uzorka obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 15 minuta. Taj rezultat je ujedno niži i od rezultata dobivenog kod neobrađenog uzorka.

Standardne poliesterske tkanine obrađene na temperaturi od 60 °C pokazuju se kao tkanine sa sposobnošću prodiranja vode. Takve tkanine imaju dobru vodoodbojnost uz perspiraciju.

Tablica 21. Rezultati uzoraka standardne tkanine obrađenih u otopini enzima Amanolipaza iz *Aspergillus niger* koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te pri temperaturi od 60 °C

Standardna PES tkanina		15 min		30 min		60 min		120 min	
		Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV
WT [s]	T	90,211	0,6604	120	0	120	0	120	0
	B	11,8167	0,4359	10,3125	0,2596	9,3985	0,1258	10,406	0,2663
AR [%/s]	T	4,4674	2	0	0	0	0	0	0
	B	66,5307	0,6079	56,5422	0,4479	84,713	0,0767	81,921	0,0745
MWR [mm]	T	0	0	0	0	0	0	0	0
	B	5	0	5	0	5	0	5	0
SS [mm/s]	T	0	0	0	0	0	0	0	0
	B	0,4839	0,445	0,5036	0,2905	0,5277	0,1244	0,4942	0,2313
R [%]		835,1764	0,1841	914,982	0,086	993,3276	0,0121	964,5974	0,0767
OMMC		0,6458	0,1469	0,6293	0,1118	0,7075	0,0255	0,6998	0,0242
Tip tkanine		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode	

Tablica 22. Rezultati uzoraka standardne tkanine obrađenih u otopini enzima Amanolipaza iz *Aspergillus niger* koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te pri temperaturi od 60 °C

Standardna PES tkanina		15 min		30 min		60 min		120 min	
		Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV
WT [s]	T	120	0	120	0	120	0	92,254	0,3698
	B	9,8517	0,2625	37,3085	1,4777	9,797	0,0952	9,75	0,1639
AR [%/s]	T	0	0	0	0	0	0	3,6425	0,7143
	B	70,224	0,2035	43,1272	0,7908	68,7335	0,3159	85,6036	0,187
MWR [mm]	T	0	0	0	0	0	0	3,75	0,6667
	B	5	0	3,75	0,6667	5	0	5	0
SS [mm/s]	T	0	0	0	0	0	0	0,0524	0,8656
	B	0,5212	0,2433	0,3783	0,6691	0,5027	0,0886	0,5122	0,1466
R [%]		968,3514	0,0276	577,6471	0,6906	875,8369	0,094	929,5987	0,0506
OMMC		0,6673	0,0595	0,4879	0,5999	0,6631	0,091	0,7037	0,0459
Tip tkanine		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode	

Tablica 23. Rezultati uzoraka standardne tkanine obrađenih u otopini enzima Amanolipaza A iz *Aspergillus niger* koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 9 te pri temperaturi od 60 °C

Standardna PES tkanina		15 min		30 min		60 min		120 min	
		Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV
WT [s]	T	95,039	0,5253	92,414	0,597	120	0	91,6015	0,3744
	B	36,914	1,5006	11,1213	0,4055	11,297	0,1685	9,0233	0,0596
AR [%/s]	T	34,9843	2	23,4286	2	0	0	3,3687	1,306
	B	33,526	0,7837	65,536	0,2154	79,8989	0,1126	79,0066	0,0403
MWR [mm]	T	1,25	2	1,25	2	0	0	2,5	1,1547
	B	3,75	0,6667	5	0	5	0	5	0
SS [mm/s]	T	0,0614	2	0,127	2	0	0	0,041	1,1974
	B	0,3998	0,6704	0,5036	0,4328	0,4446	0,1671	0,5442	0,059
R [%]		526,3511	0,7137	792,5569	0,3109	946,1229	0,0212	967,4952	0,0744
OMMC		0,4612	0,5922	0,6543	0,0599	0,6942	0,036	0,6917	0,0128
Tip tkanine		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode	

Tablica 24. Rezultati uzoraka standardne tkanine obrađenih u otopini enzima Amanolipaza A iz *Aspergillus niger* koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te pri temperaturi od 60 °C

Standardna PES tkanina		15 min		30 min		60 min		120 min	
		Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV
WT [s]	T	120	0	120	0	101,6485	0,2085	90,9102	0,5967
	B	10,219	0,1934	7,4765	0,2247	6,914	0,2327	10,8518	0,5182
AR [%/s]	T	0	0	0	0	2,4381	1,1857	26,5841	1,9033
	B	89,5082	0,147	66,8597	0,1438	69,0515	0,0528	71,054	0,1714
MWR [mm]	T	0	0	0	0	2,5	1,1547	2,5	1,1547
	B	5	0	5	0	5	0	5	0
SS [mm/s]	T	0	0	0	0	0,0299	1,1547	0,1379	1,7946
	B	0,4948	0,2049	0,6739	0,1958	0,7275	0,1907	0,5252	0,369
R [%]		1004,9469	0,0233	948,9351	0,0547	1015,5417	0,0259	863,7926	0,2988
OMMC		0,7209	0,0507	0,6579	0,0406	0,664	0,0152	0,6696	0,0505
Tip tkanine		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode	

Rezultati sposobnosti upravljanja vlagom uzoraka komercijalne poliesterske tkanine obrađenih enzimom Amanolipaza A iz *Aspergillus niger* na temperaturi od 60 °C uz pH vrijednost 7 nalaze se u tablici 25 i u tablici 26. U tablici 25 nalaze se rezultati uzoraka obrađenih u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L dok se u tablici 26 nalaze rezultati uzoraka obrađenih u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L.

U tablici 27 i 28 nalaze se rezultati sposobnosti upravljanja vlagom uzoraka komercijalne poliesterske tkanine obrađenih enzimom Amanolipaza A iz *Aspergillus niger* na temperaturi od 60 °C uz pH vrijednost 9. U tablici 27 nalaze se rezultati uzoraka obrađenih u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L dok se u tablici 28 nalaze rezultati uzoraka obrađenih u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L.

U prilogu 2 nalaze se grafički prikazi rezultata uzoraka komercijalne poliesterske tkanine obrađenih na temperaturi od 60 °C koji su dobiveni pomoću uređaja za ispitivanje sposobnosti prijenosa vlage.

Iz rezultata je vidljivo da, obradom komercijalne poliesterske tkanine na temperaturi od 60 °C pri pH 7 te pri pH 9, dolazi do povećanja vremena potrebnog da se gornja i donja površina počnu vlažiti, odnosno dolazi do povećanja vremena vlaženja. Uz to, prirast apsorpcije (AR) je manji u odnosu na neobrađeni uzorak kod svih načina obrada komercijalne tkanine kao i brzina razlijevanja (SS), odnosno akumulativna brzina razlijevanja iz središta do maksimalnog promjera vlaženja.

Akumulativna sposobnost jednosmjernog prijenosa (R) najveća je kod uzorka obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 120 minuta. Dok je ukupna sposobnost upravljanja (kapljevitom) vlagom (OMMC) najveća kod uzorka obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 15 minuta.

Akumulativna sposobnost jednosmjernog prijenosa (R) najmanja je kod uzorka obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 60 minuta. Ukupna sposobnost upravljanja (kapljevitom) vlagom (OMMC) najmanja je kod uzorka obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 15 minuta. Taj rezultat OMMC je ujedno niži i od rezultata dobivenog kod neobrađenog uzorka.

Komercijalne poliesterske tkanine obrađene na 60 °C pokazuju se kao tkanine sa sposobnošću upravljanja vlagom dok se neobrađena komercijalna poliesterska tkanina pokazuje kao tkanina sa sposobnošću brze apsorpcije i brzog sušenja.

Tablica 25. Rezultati uzoraka komercijalne tkanine obrađenih u otopini enzima Amanolipaza A iz *Aspergillus niger* koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te pri temperaturi od 60 °C

Komercijalna PES tkanina		15 min		30 min		60 min		120 min	
		Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV
WT [s]	T	15,6642	0,0893	15,375	0,4018	15,4688	0,1837	10,7105	1,1677
	B	10,336	0,1325	8,9532	0,2389	7,969	0,3117	4,3358	0,2783
AR [%/s]	T	18,9862	0,192	15,687	0,1299	22,3764	0,1156	13,7531	0,0873
	B	38,1995	0,2444	29,5411	0,226	37,8733	0,1973	23,3637	0,2026
MWR [mm]	T	30	0	28,75	0,087	30	0	20	0
	B	27,5	0,105	28,75	0,087	30	0	20	0
SS [mm/s]	T	1,7315	0,1489	1,6811	0,1979	1,6775	0,0529	1,3311	0,3372
	B	1,6543	0,1998	1,6333	0,2627	1,7667	0,1157	1,5691	0,2339
R [%]		362,9595	0,0503	334,1405	0,2813	281,5512	0,1232	465,1368	0,1586
OMMC		0,5917	0,0378	0,5265	0,1496	0,5097	0,057	0,5822	0,0555
Tip tkanine		Tkanina sa sposobnošću upravljanja vlagom		Tkanina sa sposobnošću upravljanja vlagom		Tkanina sa sposobnošću upravljanja vlagom		Tkanina sa sposobnošću upravljanja vlagom	

Tablica 26. Rezultati uzoraka komercijalne tkanine obrađenih u otopini enzima Amanolipaza A iz *Aspergillus niger* koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te pri temperaturi od 60 °C

Komercijalna PES tkanina		15 min		30 min		60 min		120 min	
		Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV
WT [s]	T	18,3045	0,2178	16,6367	0,4117	12,2113	0,0986	13,9725	0,4212
	B	8,7655	0,2147	5,012	0,2605	5,4142	0,2724	10,0465	0,2217
AR [%/s]	T	20,2376	0,2142	19,9229	0,1496	20,2498	0,0807	26,9111	0,2734
	B	26,4652	0,1974	22,169	0,2685	32,1475	0,203	46,2538	0,2985
MWR [mm]	T	28,75	0,087	27,5	0,1818	30	0	28,75	0,087
	B	28,75	0,087	26,25	0,1824	30	0	28,75	0,087
SS [mm/s]	T	1,4965	0,1767	1,4964	0,3149	2,017	0,0289	2,2347	0,4866
	B	1,5277	0,2025	1,7381	0,0616	2,2112	0,0854	2,1991	0,5177
R [%]		284,8811	0,1934	293,4863	0,2084	284,9136	0,1269	249,2107	0,3884
OMMC		0,4618	0,1174	0,477	0,1246	0,5346	0,1	0,5331	0,0486
Tip tkanine		Tkanina sa sposobnošću upravljanja vlagom		Tkanina sa sposobnošću upravljanja vlagom		Tkanina sa sposobnošću upravljanja vlagom		Tkanina sa sposobnošću upravljanja vlagom	



Tablica 27. Rezultati uzoraka komercijalne tkanine obrađenih u otopini enzima Amanolipaza A iz *Aspergillus niger* koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 9 te pri temperaturi od 60 °C

Komercijalna PES tkanina		15 min		30 min		60 min		120 min	
		Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV
WT [s]	T	14,9725	0,2991	11,2968	0,1479	6,4455	0,2651	11,0662	0,2051
	B	9,1327	0,1877	10,0785	0,1715	6,7735	0,2715	10,6213	0,1982
AR [%/s]	T	19,229	0,0799	23,2023	0,18	30,9639	0,0926	28,7002	0,0995
	B	37,7229	0,2235	41,9387	0,1681	43,8712	0,0625	44,7176	0,0882
MWR [mm]	T	28,75	0,087	30	0	30	0	30	0
	B	27,5	0,105	30	0	30	0	30	0
SS [mm/s]	T	1,6378	0,1407	2,0744	0,1261	3,3598	0,1086	2,6481	0,1122
	B	1,603	0,1426	2,0737	0,1215	3,3772	0,1063	2,5633	0,1407
R [%]		336,998	0,1568	237,8799	0,3561	129,7551	0,0603	176,3409	0,1425
OMMC		0,5573	0,0467	0,4981	0,153	0,4919	0,0502	0,4782	0,1116
Tip tkanine		Tkanina sa sposobnošću upravljanja vlagom		Tkanina sa sposobnošću upravljanja vlagom		Tkanina sa sposobnošću upravljanja vlagom		Tkanina sa sposobnošću upravljanja vlagom	

Tablica 28. Rezultati uzoraka komercijalne tkanine obrađenih u otopini enzima Amanolipaza A iz *Aspergillus niger* koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te pri temperaturi od 60°C

Komercijalna PES tkanina		15 min		30 min		60 min		120 min	
		Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV
WT [s]	T	17,254	0,5287	12,0782	0,3271	11,0157	0,2727	10,3363	0,1778
	B	9,6838	0,2745	10,1958	0,2912	9,8205	0,1155	10,3363	0,1656
AR [%/s]	T	15,7325	0,1173	19,9785	0,1396	20,6411	0,0209	23,7666	0,1581
	B	17,9596	0,1362	30,7777	0,2777	29,976	0,0976	41,1647	0,2428
MWR [mm]	T	21,25	0,1176	28,75	0,087	28,75	0,087	30	0
	B	21,25	0,1176	28,75	0,087	28,75	0,087	30	0
SS [mm/s]	T	1,003	0,2035	1,7696	0,2165	1,9731	0,278	2,1628	0,1788
	B	1,0543	0,1509	1,7875	0,2213	2,0267	0,2593	2,2042	0,1623
R [%]		215,8667	0,2279	219,4966	0,1772	205,6885	0,1637	197,498	0,1465
OMMC		0,3253	0,1966	0,4228	0,1087	0,4251	0,0422	0,4619	0,0998
Tip tkanine		Tkanina sa sposobnošću upravljanja vlagom		Tkanina sa sposobnošću upravljanja vlagom		Tkanina sa sposobnošću upravljanja vlagom		Tkanina sa sposobnošću upravljanja vlagom	

Rezultati sposobnosti upravljanja vlagom uzoraka standardne poliesterske tkanine obrađenih enzimom Amanolipaza A iz *Aspergillus niger* na temperaturi od 100 °C uz pH vrijednost 7 nalaze se u tablici 29 i u tablici 30. U tablici 29 nalaze se rezultati uzoraka obrađenih u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L dok se u tablici 30 nalaze rezultati uzoraka obrađenih u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L.

U tablici 31 i 32 nalaze se rezultati sposobnosti upravljanja vlagom uzoraka standardne poliesterske tkanine obrađenih enzimom Amanolipaza A iz *Aspergillus niger* na temperaturi od 100 °C uz pH vrijednost 9. U tablici 31 nalaze se rezultati uzoraka obrađenih u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L dok se u tablici 32 nalaze rezultati uzoraka obrađenih u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L

U prilogu 3 nalaze se grafički prikazi rezultata uzoraka standardne poliesterske tkanine obrađenih na temperaturi od 100 °C koji su dobiveni pomoću uređaja za ispitivanje sposobnosti prijenosa vlage.

Iz rezultata je vidljivo da, obradom standardne poliesterske tkanine na temperaturi od 100 °C pri pH 7 te pri pH 9, dolazi do povećanja vremena vlaženja (WT). Brzina razlijevanja (SS), odnosno akumulativna brzina razlijevanja iz središta do maksimalnog promjera vlaženja, niža je kod obrađenih uzoraka u odnosu na neobrađeni uzorak.

Akumulativna sposobnost jednosmjernog prijenosa (R) najveća je kod uzorka obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 15 minuta. Dok je ukupna sposobnost upravljanja (kapljevitom) vlagom (OMMC) najveća kod uzorka obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 60 minuta.

Akumulativna sposobnost jednosmjernog prijenosa (R) te ukupna sposobnost upravljanja (kapljevitom) vlagom (OMMC) najmanji su kod uzorka obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 120 minuta. Taj rezultat je ujedno niži i od rezultata dobivenog kod neobrađenog uzorka.

Standardne poliesterske tkanine obrađene na temperaturi od 100 °C pokazuju se kao tkanine sa sposobnošću prodiranja vode. Takve tkanine imaju dobru vodoodbojnost uz perspiraciju.

Tablica 29. Rezultati uzoraka standardne tkanine obrađenih u otopini enzima Amanolipaza A iz *Aspergillus niger* koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te pri temperaturi od 100 °C

Standardna PES tkanina		15 min		30 min		60 min		120 min	
		Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV
WT [s]	T	100,8515	0,3797	73,3242	0,7273	85,8558	0,4652	29,508	0,5358
	B	9,07	0,1901	8,344	0,1846	8,0157	0,1247	11,2732	0,2014
AR [%/s]	T	3,2802	2	17,9095	1,5383	10,8937	1,1944	9,6019	0,256
	B	66,9422	0,4012	58,2742	0,2804	71,1468	0,1442	73,7601	0,4576
MWR [mm]	T	1,2	2	5	0,8165	3,75	0,6667	10	0,4082
	B	5	0	6,25	0,4	5	0	11,25	0,2222
SS [mm/s]	T	0,0287	2	0,1335	1,0217	0,0697	1,0791	0,3395	0,6205
	B	0,5535	0,1753	0,6155	0,2491	0,615	0,1258	0,5683	0,1159
R [%]		699,2881	0,2551	736,0845	0,2894	931,5504	0,0814	639,6659	0,2099
OMMC		0,6582	0,1134	0,6341	0,0716	0,6699	0,0426	0,675	0,1354
Tip tkanine		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode	

Tablica 30. Rezultati uzoraka standardne tkanine obrađenih u otopini enzima Amanolipaza A iz *Aspergillus niger* koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te pri temperaturi od 100 °C

Standardna PES tkanina		15 min		30 min		60 min		120 min	
		Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV
WT [s]	T	21,254	1,1801	43,2425	1,2351	24,0158	0,2981	18,0315	0,2585
	B	8,93	0,1228	7,3358	0,1978	11,3983	0,2282	12,379	0,2927
AR [%/s]	T	14,1193	0,8128	10,2268	1,0925	10,614	0,1203	13,852	0,2523
	B	78,8872	0,067	71,0803	0,1589	58,1026	0,5444	29,2421	0,2821
MWR [mm]	T	5	0	6,25	0,7659	11,25	0,2222	17,5	0,165
	B	5	0	7,5	0,3849	12,5	0,4	17,5	0,165
SS [mm/s]	T	0,4458	0,5535	0,4199	0,8935	0,3905	0,3542	0,7683	0,3291
	B	0,5547	0,1264	0,7113	0,1833	0,6017	0,2628	0,8878	0,1669
R [%]		759,3669	0,099	798,9205	0,1998	518,7211	0,2278	459,4861	0,1841
OMMC		0,6914	0,0213	0,6697	0,0468	0,6336	0,1387	0,548	0,0303
Tip tkanine		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode	

Tablica 31. Rezultati uzoraka standardne tkanine obrađenih u otopini enzima Amanolipaza A iz *Aspergillus niger* koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 9 te pri temperaturi od 100 °C

Standardna PES tkanina		15 min		30 min		60 min		120 min	
		Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV
WT [s]	T	120	0	39,4217	1,3682	78,1875	0,3003	39,5622	0,4452
	B	9,1403	0,1116	10,3125	0,381	9,6403	0,2847	10,8515	0,1363
AR [%/s]	T	0	0	66,7402	0,7448	8,2847	0,5764	8,4458	0,1704
	B	77,5177	0,0413	65,2021	0,5198	88,5037	0,284	77,5216	0,6061
MWR [mm]	T	0	0	3,75	0,6667	5	0	10	0,7071
	B	5	0	5	0	5	0	11,25	0,5592
SS [mm/s]	T	0	0	0,3347	0,794	0,0681	0,2846	0,3607	1,2705
	B	0,5407	0,106	0,538	0,4178	0,5352	0,2394	0,6441	0,3893
R [%]		964,8719	0,017	603,7544	0,5306	882,1031	0,1621	578,9154	0,2076
OMMC		0,6875	0,0129	0,5868	0,3209	0,7003	0,0506	0,6639	0,1435
Tip tkanine		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode	

Tablica 32. Rezultati uzoraka standardne tkanine obrađenih u otopini enzima Amanolipaza A iz *Aspergillus niger* koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te pri temperaturi od 100 °C

Standardna PES tkanina		15 min		30 min		60 min		120 min	
		Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV
WT [s]	T	114,9883	0,0691	49,7422	0,3794	38,7852	0,9321	26,2735	0,6625
	B	8,586	0,2133	9,0075	0,1685	10,203	0,12	9,7502	0,2963
AR [%/s]	T	2,3866	1,2289	6,4367	0,3973	10,1347	0,0901	23,1309	1,4278
	B	77,7464	0,1171	74,3473	0,1943	65,6682	0,4341	75,3319	0,162
MWR [mm]	T	2,5	1,1547	6,25	0,4	7,5	0,3849	6,25	0,4
	B	5	0	6,25	0,4	10	0,5774	6,25	0,4
SS [mm/s]	T	0,023	1,16	0,1366	0,7332	0,337	0,8897	0,2802	0,6339
	B	0,5901	0,2218	0,5734	0,1435	0,5906	0,2325	0,5612	0,3641
R [%]		989,8591	0,0181	756,5536	0,202	689,623	0,3568	744,4286	0,1342
OMMC		0,6882	0,0367	0,6787	0,0591	0,6546	0,121	0,6815	0,0497
Tip tkanine		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode	

U tablici 33 i 34 nalaze se rezultati sposobnosti upravljanja vlagom uzoraka komercijalne poliesterske tkanine obrađenih enzimom Amanolipaza A iz *Aspergillus niger* na temperaturi od 100 °C uz pH vrijednost 7. U tablici 33 nalaze se rezultati uzoraka obrađenih u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L dok se u tablici 34 nalaze rezultati uzoraka obrađenih u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L.

U tablici 35 i 36 nalaze se rezultati sposobnosti upravljanja vlagom uzoraka komercijalne poliesterske tkanine obrađenih enzimom Amanolipaza A iz *Aspergillus niger* na temperaturi od 100 °C uz pH vrijednost 9. U tablici 35 nalaze se rezultati uzoraka obrađenih u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L dok se u tablici 36 nalaze rezultati uzoraka obrađenih u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L.

U prilogu 4 nalaze se grafički prikazi rezultata uzoraka komercijalne poliesterske tkanine obrađenih na temperaturi od 100 °C koji su dobiveni pomoću uređaja za ispitivanje sposobnosti prijenosa vlage.

Iz rezultata je vidljivo da, obradom komercijalne poliesterske tkanine na temperaturi od 100 °C pri pH 7 te pri pH 9, dolazi do povećanja vremena vlaženja. Uz povećanje vremena vlaženja dolazi i do smanjenja prirasta apsorpcije (AR) te smanjenja brzine razlijevanja (SS) u odnosu na neobrađeni uzorak kod svih načina obrada komercijalne tkanine.

Akumulativna sposobnost jednosmjernog prijenosa (R) i ukupna sposobnost upravljanja (kapljevitom) vlagom (OMMC) najveća je kod uzorka obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 120 minuta.

Akumulativna sposobnost jednosmjernog prijenosa (R) i ukupna sposobnost upravljanja (kapljevitom) vlagom (OMMC) najmanja je kod uzorka obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 30 minuta.

Komercijalne poliesterske tkanine obrađene na 100 °C pokazuju se kao tkanine sa sposobnošću upravljanja vlagom osim tkanina obrađenih u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L i 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 30 minuta koje se pokazuju kao tkanine sa sposobnošću brze apsorpcije i brzog sušenja. Uz te tkanine, tkanine toga tipa su i one obrađene u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 120 minuta.

Tablica 33. Rezultati uzoraka komercijalne tkanine obrađenih u otopini enzima Amanolipaza A iz *Aspergillus niger* koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te pri temperaturi od 100 °C

Komercijalna PES tkanina		15 min		30 min		60 min		120 min	
		Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV
WT [s]	T	15,0118	0,088	14,5117	0,262	20,4415	0,4615	17,5075	0,2311
	B	13,3907	0,1142	13,3162	0,1891	8,3947	0,2221	10,6873	0,2111
AR [%/s]	T	33,8223	0,0917	32,3661	0,2019	21,9565	0,1633	25,071	0,1425
	B	58,8401	0,1529	40,8925	0,1401	27,4362	0,2226	29,7231	0,1256
MWR [mm]	T	26,25	0,0952	22,5	0,3849	22,5	0,1283	23,75	0,1053
	B	26,25	0,0952	22,5	0,2222	22,5	0,1283	23,75	0,1053
SS [mm/s]	T	1,6526	0,1431	1,4533	0,265	1,0693	0,3923	1,1245	0,1045
	B	1,6009	0,1293	1,4877	0,1539	1,1629	0,2697	1,1531	0,1156
R [%]		132,3498	0,1227	47,4355	0,3898	226,3104	0,4147	164,7375	0,2937
OMMC		0,3884	0,0657	0,2347	0,1421	0,3731	0,1899	0,3068	0,1695
Tip tkanine		Tkanina sa sposobnošću upravljanja vlagom		Tkanina sa sposobnošću brze apsorpcije i brzog sušenja		Tkanina sa sposobnošću upravljanja vlagom		Tkanina sa sposobnošću upravljanja vlagom	

Tablica 34. Rezultati uzoraka komercijalne tkanine obrađenih u otopini enzima Amanolipaza A iz *Aspergillus niger* koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te pri temperaturi od 100 °C

Komercijalna PES tkanina		15 min		30 min		60 min		120 min	
		Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV
WT [s]	T	17,5158	0,2801	13,5315	0,1597	16,9727	0,139	17,7697	0,1141
	B	7,9222	0,2329	12,4767	0,1186	11,254	0,2363	9,7968	0,3887
AR [%/s]	T	21,9648	0,0965	34,8724	0,064	33,9527	0,1073	29,4236	0,0931
	B	32,8764	0,109	61,902	0,1653	48,2974	0,0843	42,2233	0,2379
MWR [mm]	T	26,25	0,0952	28,75	0,087	25	0	25	0
	B	26,25	0,0952	26,25	0,0952	25	0	25	0
SS [mm/s]	T	1,3085	0,137	1,8946	0,1929	1,561	0,1297	1,389	0,0907
	B	1,3871	0,1257	1,7959	0,1732	1,4819	0,1701	1,4289	0,0646
R [%]		248,1467	0,2564	70,8504	0,4535	121,8619	0,6337	135,5001	0,3649
OMMC		0,4271	0,1734	0,3448	0,1239	0,3375	0,1678	0,3314	0,1149
Tip tkanine		Tkanina sa sposobnošću upravljanja vlagom		Tkanina sa sposobnošću brze apsorpcije i brzog sušenja		Tkanina sa sposobnošću upravljanja vlagom		Tkanina sa sposobnošću upravljanja vlagom	

Tablica 35. Rezultati uzoraka komercijalne tkanine obrađenih u otopini enzima Amanolipaza A iz *Aspergillus niger* koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 9 te pri temperaturi od 100 °C

Komercijalna PES tkanina		15 min		30 min		60 min		120 min	
		Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV
WT [s]	T	16,7537	0,3598	14,1955	0,5033	21,68	0,391	12,0077	0,5122
	B	9,2227	0,1359	9,836	0,1567	10,3593	0,348	8,883	0,272
AR [%/s]	T	23,279	0,3343	21,8675	0,2259	20,7831	0,2363	31,1846	0,3642
	B	26,0347	0,1999	31,8702	0,3141	26,8544	0,2817	55,7163	0,3903
MWR [mm]	T	23,75	0,1053	22,5	0,1283	21,25	0,1176	25	0,1633
	B	23,75	0,1053	22,5	0,1283	20	0	26,25	0,1824
SS [mm/s]	T	1,0762	0,162	1,2481	0,3804	0,9197	0,2682	1,8425	0,4672
	B	1,1456	0,0697	1,2858	0,3253	1,0583	0,1715	1,9272	0,3817
R [%]		168,8625	0,6875	202,5682	0,5268	295,0983	0,4843	120,4073	1,0351
OMMC		0,2999	0,3831	0,3679	0,1687	0,4323	0,3082	0,3936	0,0556
Tip tkanine		Tkanina sa sposobnošću upravljanja vlagom		Tkanina sa sposobnošću upravljanja vlagom		Tkanina sa sposobnošću upravljanja vlagom		Tkanina sa sposobnošću brze apsorpcije i brzog sušenja	

Tablica 36. Rezultati uzoraka komercijalne tkanine obrađenih u otopini enzima Amanolipaza A iz *Aspergillus niger* koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te pri temperaturi od 100 °C

Komercijalna PES tkanina		15 min		30 min		60 min		120 min	
		Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV
WT [s]	T	14,6485	0,1894	19,4295	0,4138	15,0703	0,3168	22,1018	0,7088
	B	9,7735	0,4505	8,8202	0,0997	9,7968	0,1455	9,586	0,1365
AR [%/s]	T	27,5147	0,1758	23,3475	0,273	29,5494	0,243	18,5739	0,2008
	B	50,4925	0,4323	29,5859	0,2201	40,9988	0,1437	44,7339	0,7275
MWR [mm]	T	27,5	0,105	22,5	0,2222	26,25	0,0952	18,75	0,2553
	B	26,25	0,0952	22,5	0,2222	26,25	0,0952	18,75	0,2553
SS [mm/s]	T	1,6511	0,241	1,1447	0,5646	1,4965	0,2395	0,8831	0,605
	B	1,7437	0,2473	1,2447	0,4638	1,4417	0,1295	0,9978	0,4017
R [%]		174,9496	0,413	266,3726	0,4651	134,2074	0,2365	363,2483	0,5157
OMMC		0,4244	0,1117	0,43	0,1825	0,3276	0,045	0,5019	0,326
Tip tkanine		Tkanina sa sposobnošću upravljanja vlagom		Tkanina sa sposobnošću upravljanja vlagom		Tkanina sa sposobnošću upravljanja vlagom		Tkanina sa sposobnošću upravljanja vlagom	

Obradom standardne i komercijalne poliesterske tkanine pomoću enzima Amanolipaza A iz *Aspergillus niger*, najveća akumulativna sposobnost jednosmjernog prijenosa i ukupna sposobnost upravljanja (kapljevitom) vlagom postignuta je obradom na temperaturi od 60 °C.

Obradom standardne tkanine, najveća akumulativna sposobnost jednosmjernog prijenosa iznosi 1015,5417 % te je postignuta obradom materijala u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 60 minuta. Najveća ukupna sposobnost upravljanja (kapljevitom) vlagom iznosi 0,7209 te je postignuta obradom materijala u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 15 minuta.

Obradom komercijalne poliesterske tkanine najveća akumulativna sposobnost jednosmjernog prijenosa iznosi 465,1369 % te je postignuta obradom materijala u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 120 minuta. Najveća ukupna sposobnost upravljanja (kapljevitom) vlagom iznosi 0,5917 te je postignuta obradom materijala u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 15 minuta.

Rezultati sposobnosti upravljanja vlagom uzoraka standardne poliesterske tkanine obrađenih enzimom Amanolipaza iz *Pseudomonas fluorescens* na temperaturi od 60 °C uz pH vrijednost 7 nalaze se u tablici 37 i u tablici 38. U tablici 37 nalaze se rezultati uzoraka obrađenih u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L dok se u tablici 38 nalaze rezultati uzoraka obrađenih u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L.

U tablici 39 i 40 nalaze se rezultati sposobnosti upravljanja vlagom uzoraka standardne poliesterske tkanine obrađenih enzimom Amanolipaza iz *Pseudomonas fluorescens* na temperaturi od 60 °C uz pH vrijednost 9. U tablici 39 nalaze se rezultati uzoraka obrađenih u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L dok se u tablici 40 nalaze rezultati uzoraka obrađenih u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L.

U prilogu 5 nalaze se grafički prikazi rezultata uzoraka standardne poliesterske tkanine obrađenih na temperaturi od 60 °C koji su dobiveni pomoću uređaja za ispitivanje sposobnosti prijenosa vlage.

Prema rezultatima, obradom standardne poliesterske tkanine na temperaturi od 60 °C pri pH 7 te pri pH 9, dolazi do povećanja vremena vlaženja (WT) i smanjenja brzine razlijevanja (SS).

Akumulativna sposobnost jednosmjernog prijenosa (R) najveća je kod uzorka obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 60 minuta. Dok je ukupna sposobnost upravljanja (kapljevitom) vlagom (OMMC)



najveća kod uzorka obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 120 minuta.

Akumulativna sposobnost jednosmjernog prijenosa (R) te ukupna sposobnost upravljanja (kapljevitom) vlagom (OMMC) najmanji su kod uzorka obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 15 minuta. Taj rezultat je ujedno niži i od rezultata dobivenog kod neobrađenog uzorka.

Standardne poliesterske tkanine obrađene na temperaturi od 60 °C u otopini enzima Amanolipaza iz *Pseudomonas fluorescens* pokazuju se kao tkanine sa sposobnošću prodiranja vode. Takve tkanine imaju dobru vodoodbojnost uz perspiraciju.

Tablica 37. Rezultati uzoraka standardne tkanine obrađenih u otopini enzima Amanolipaza iz *Pseudomonas fluorescens* koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te pri temperaturi od 60 °C

Standardna PES tkanina		15 min		30 min		60 min		120 min	
		Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV
WT [s]	T	120	0	89,2305	0,3515	120	0	97,953	0,2234
	B	37,328	1,4767	8,039	0,3147	9,3988	0,2797	7,664	0,2578
AR [%/s]	T	0	0	3,3223	0,6829	0	0	3,4342	0,6758
	B	43,3331	0,8545	68,0632	0,221	74,0227	0,1679	68,6725	0,1579
MWR [mm]	T	0	0	3,75	0,6667	0	0	3,75	0,6667
	B	3,75	0,6667	5	0	5	0	5	0
SS [mm/s]	T	0	0	0,052	0,7807	0	0	0,0427	0,7088
	B	0,3796	0,6768	0,654	0,3071	0,5527	0,2742	0,6664	0,2396
R [%]		597,5408	0,6704	878,9534	0,0189	915,8817	0,0361	946,8632	0,038
OMMC		0,4884	0,6053	0,6613	0,0632	0,6778	0,0509	0,663	0,0454
Tip tkanine		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode	

Tablica 38. Rezultati uzoraka standardne tkanine obrađenih u otopini enzima Amanolipaza iz *Pseudomonas fluorescens* koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te pri temperaturi od 60 °C

Standardna PES tkanina		15 min		30 min		60 min		120 min	
		Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV
WT [s]	T	67,0547	0,9121	120	0	76,5708	0,6891	73,2422	0,5784
	B	9,2345	0,1014	8,8595	0,2624	8,508	0,2833	9,68	0,2268
AR [%/s]	T	54,7399	1,1814	0	0	5,1393	0,6988	21,3794	1,7528
	B	62,4593	0,3739	69,0811	0,2335	75,9127	0,1146	82,4015	0,1343
MWR [mm]	T	2,5	1,1547	0	0	3,75	0,6667	3,75	0,6667
	B	5	0	5	0	5	0	5	0
SS [mm/s]	T	0,1784	1,1774	0	0	0,2012	1,6067	0,1025	1,1979
	B	0,5348	0,1046	0,5911	0,338	0,6026	0,221	0,5275	0,2396
R [%]		757,9669	0,2769	969,5624	0,0283	971,8755	0,044	925,6879	0,1139
OMMC		0,6457	0,1005	0,6641	0,0675	0,6831	0,0354	0,7011	0,0439
Tip tkanine		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode	

Tablica 39. Rezultati uzoraka standardne tkanine obrađenih u otopini enzima Amanolipaza iz *Pseudomonas fluorescens* koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 9 te pri temperaturi od 60 °C

Standardna PES tkanina		15 min		30 min		60 min		120 min	
		Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV
WT [s]	T	92,3203	0,5996	95,0157	0,5259	120	0	70,2185	0,8223
	B	39,914	1,3412	7,2188	0,1566	7,1522	0,2132	8,4613	0,2619
AR [%/s]	T	14,5365	2	44,2506	2	0	0	27,53	1,8691
	B	23,7589	0,8745	54,5819	0,0712	51,3681	0,2428	46,9505	0,4191
MWR [mm]	T	1,25	2	1,25	2	0	0	2,5	1,1547
	B	5	0,8165	5	0	5	0	5	0
SS [mm/s]	T	0,132	2	0,0617	2	0	0	0,1353	1,2693
	B	0,3457	0,7759	0,6861	0,1405	0,7067	0,2334	0,6026	0,213
R [%]		413,4816	1,2071	811,0437	0,1018	868,2421	0,0269	640,5889	0,5325
OMMC		0,3182	0,9703	0,6238	0,0173	0,6149	0,0563	0,5335	0,3586
Tip tkanine		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode	

Tablica 40. Rezultati uzoraka standardne tkanine obrađenih u otopini enzima Amanolipaza iz *Pseudomonas fluorescens* koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te pri temperaturi od 60 °C

Standardna PES tkanina		15 min		30 min		60 min		120 min	
		Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV
WT [s]	T	94,3593	0,5435	120	0	120	0	120	0
	B	7,6405	0,2459	7,2888	0,2713	9,3515	0,1392	6,9138	0,1428
AR [%/s]	T	21,5888	2	0	0	0	0	0	0
	B	54,1137	0,2536	62,1257	0,1562	75,5349	0,0406	58,119	0,0418
MWR [mm]	T	1,25	2	0	0	0	0	0	0
	B	5	0	5	0	5	0	5	0
SS [mm/s]	T	0,0705	2	0	0	0	0	0	0
	B	0,6668	0,2353	0,7068	0,2731	0,5302	0,1375	0,7139	0,1328
R [%]		729,4347	0,444	942,7253	0,0312	970,7821	0,038	947,8469	0,0352
OMMC		0,5795	0,1316	0,6448	0,0418	0,682	0,0125	0,6337	0,0106
Tip tkanine		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode	

Rezultati sposobnosti upravljanja vlagom uzoraka komercijalne poliesterske tkanine obrađenih enzimom Amanolipaza iz *Pseudomonas fluorescens* na temperaturi od 60 °C uz pH vrijednost 7 nalaze se u tablici 41 i u tablici 42. U tablici 41 nalaze se rezultati uzoraka obrađenih u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L dok se u tablici 42 nalaze rezultati uzoraka obrađenih u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L.

U tablici 43 i 44 nalaze se rezultati sposobnosti upravljanja vlagom uzoraka komercijalne poliesterske tkanine obrađenih enzimom Amanolipaza iz *Pseudomonas fluorescens* na temperaturi od 60 °C uz pH vrijednost 9. U tablici 43 nalaze se rezultati uzoraka obrađenih u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L dok se u tablici 44 nalaze rezultati uzoraka obrađenih u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L.

U prilogu 6 nalaze se grafički prikazi rezultata uzoraka komercijalne poliesterske tkanine obrađenih na temperaturi od 60 °C koji su dobiveni pomoću uređaja za ispitivanje sposobnosti prijenosa vlage.

Iz rezultata je vidljivo da, obradom komercijalne poliesterske tkanine na temperaturi od 60 °C pri pH 7 te pri pH 9, dolazi do povećanja vremena vlaženja i smanjenja brzine razlijevanja (SS) u odnosu na neobrađeni uzorak kod svih načina obrada komercijalne tkanine.

Akumulativna sposobnost jednosmjernog prijenosa (R) najveća je kod uzorka obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 120 minuta. Dok je ukupna sposobnost upravljanja (kapljevitom) vlagom (OMMC) najveća kod uzorka obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 60 minuta.

Akumulativna sposobnost jednosmjernog prijenosa (R) i ukupna sposobnost upravljanja (kapljevitom) vlagom (OMMC) najmanja je kod uzorka obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 30 minuta.

Komercijalne poliesterske tkanine obrađene na 60 °C u otopini enzima Amanolipaza iz *Pseudomonas fluorescens* pokazuju se kao tkanine sa sposobnošću upravljanja vlagom osim tkanina obrađenih u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 60 minuta i 120 minuta koje se pokazuju kao tkanine sa sposobnošću prodiranja vode.

Tablica 41. Rezultati uzoraka komercijalne tkanine obrađenih u otopini enzima Amanolipaza iz *Pseudomonas fluorescens* koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te pri temperaturi od 60 °C

Komercijalna PES tkanina		15 min		30 min		60 min		120 min	
		Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV
WT [s]	T	20,7188	0,308	17,8123	0,0547	11,0157	0,1343	27,3515	0,5239
	B	8,6722	0,2498	10,031	0,1526	9,258	0,2134	5,6955	0,2371
AR [%/s]	T	14,7345	0,2401	22,9362	0,127	19,3042	0,1879	10,6459	0,0864
	B	21,3446	0,2502	33,1777	0,1037	35,8669	0,1599	41,7699	0,6294
MWR [mm]	T	22,5	0,1283	25	0	28,75	0,087	13,75	0,1818
	B	22,5	0,1283	26,25	0,0952	28,75	0,087	13,75	0,1818
SS [mm/s]	T	1,0154	0,2597	1,2667	0,0308	1,5808	0,2328	0,4945	0,4843
	B	1,1761	0,1326	1,3185	0,0941	1,5998	0,2491	1,0333	0,1389
R [%]		464,8935	0,2385	242,7067	0,056	297,2381	0,2265	623,0334	0,2634
OMMC		0,532	0,0094	0,4162	0,0459	0,5077	0,0653	0,5948	0,125
Tip tkanine		Tkanina sa sposobnošću upravljanja vlagom		Tkanina sa sposobnošću upravljanja vlagom		Tkanina sa sposobnošću upravljanja vlagom		Tkanina sa sposobnošću upravljanja vlagom	

Tablica 42. Rezultati uzoraka komercijalne tkanine obrađenih u otopini enzima Amanolipaza iz *Pseudomonas fluorescens* koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te pri temperaturi od 60 °C

Komercijalna PES tkanina		15 min		30 min		60 min		120 min	
		Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV
WT [s]	T	24,4925	0,1834	11,1093	0,6101	16,5235	0,4528	14,4845	0,7525
	B	9,1875	0,3951	7,1485	0,3416	10,6173	0,3652	6,3282	0,1393
AR [%/s]	T	19,4795	0,0605	18,7027	0,0853	16,439	0,1033	12,6831	0,1774
	B	26,1732	0,1508	28,3974	0,1745	25,1999	0,3077	19,9278	0,1602
MWR [mm]	T	21,25	0,1176	30	0	25	0,1633	18,75	0,2553
	B	20	0	30	0	26,25	0,0952	17,5	0,2857
SS [mm/s]	T	0,8723	0,2196	1,895	0,124	1,2099	0,26	0,9852	0,2198
	B	1,0522	0,3716	1,991	0,0554	1,3394	0,1099	1,103	0,1961
R [%]		332,6961	0,1208	359,7498	0,2307	344,3149	0,3117	423,6329	0,1284
OMMC		0,4834	0,102	0,5656	0,0503	0,48	0,1053	0,5271	0,0477
Tip tkanine		Tkanina sa sposobnošću upravljanja vlagom		Tkanina sa sposobnošću upravljanja vlagom		Tkanina sa sposobnošću upravljanja vlagom		Tkanina sa sposobnošću upravljanja vlagom	

Tablica 43. Rezultati uzoraka komercijalne tkanine obrađenih u otopini enzima Amanolipaza iz *Pseudomonas fluorescens* koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 9 te pri temperaturi od 60 °C

Komercijalna PES tkanina		15 min		30 min		60 min		120 min	
		Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV
WT [s]	T	13,57	0,7179	18,3047	0,4352	8,0665	0,2617	16,16	0,9106
	B	8,1093	0,208	9,4923	0,2941	7,9725	0,2706	3,961	0,202
AR [%/s]	T	15,1367	0,1939	14,6831	0,1999	14,1762	0,1991	13,3585	0,1385
	B	24,9513	0,362	20,2343	0,1571	23,0194	0,1457	18,9412	0,1553
MWR [mm]	T	23,75	0,2649	25	0,1633	22,5	0,2222	22,5	0,2222
	B	23,75	0,2649	26,25	0,1824	22,5	0,1283	21,25	0,2253
SS [mm/s]	T	1,2882	0,4631	1,2332	0,3949	1,3168	0,3136	1,2239	0,5175
	B	1,4227	0,2618	1,4656	0,2197	1,2918	0,2589	1,6706	0,2278
R [%]		337,8025	0,4544	389,7199	0,396	334,1115	0,2518	467,6184	0,2218
OMMC		0,4731	0,1513	0,4982	0,084	0,4821	0,12	0,5725	0,0549
Tip tkanine		Tkanina sa sposobnošću upravljanja vlagom		Tkanina sa sposobnošću upravljanja vlagom		Tkanina sa sposobnošću upravljanja vlagom		Tkanina sa sposobnošću upravljanja vlagom	

Tablica 44. Rezultati uzoraka komercijalne tkanine obrađenih u otopini enzima Amanolipaza iz *Pseudomonas fluorescens* koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te pri temperaturi od 60 °C

Komercijalna PES tkanina		15 min		30 min		60 min		120 min	
		Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV
WT [s]	T	17,1567	0,1448	23,0395	0,0915	24,4452	0,4116	34,7383	0,6233
	B	6,1642	0,4153	5,3203	0,2221	7,781	0,3185	6,3985	0,298
AR [%/s]	T	13,4432	0,0803	9,9144	0,1453	8,6254	0,1952	8,0055	0,2762
	B	20,1253	0,1534	32,5711	0,6665	73,7912	0,174	56,3809	0,331
MWR [mm]	T	25	0	20	0,2041	12,5	0,2309	10	0,4082
	B	23,75	0,1053	18,75	0,1333	12,5	0,2309	10	0,4082
SS [mm/s]	T	1,221	0,0827	0,778	0,3167	0,4224	0,3529	0,3556	0,983
	B	1,5606	0,1403	1,2658	0,2568	0,8166	0,2428	0,9021	0,2279
R [%]		464,8176	0,068	583,1954	0,0675	653,1599	0,0979	737,3765	0,195
OMMC		0,5748	0,0323	0,5849	0,1027	0,6787	0,05	0,6322	0,0828
Tip tkanine		Tkanina sa sposobnošću upravljanja vlagom		Tkanina sa sposobnošću upravljanja vlagom		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode	

Rezultati sposobnosti upravljanja vlagom uzoraka standardne poliesterske tkanine obrađenih enzimom Amanolipaza iz *Pseudomonas fluorescens* na temperaturi od 100 °C uz pH vrijednost 7 nalaze se u tablici 45 i u tablici 46. U tablici 45 nalaze se rezultati uzoraka obrađenih u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L dok se u tablici 46 nalaze rezultati uzoraka obrađenih u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L.

U tablici 47 i 48 nalaze se rezultati sposobnosti upravljanja vlagom uzoraka standardne poliesterske tkanine obrađenih enzimom Amanolipaza iz *Pseudomonas fluorescens* na temperaturi od 100 °C uz pH vrijednost 9. U tablici 47 nalaze se rezultati uzoraka obrađenih u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L dok se u tablici 48 nalaze rezultati uzoraka obrađenih u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L.

U prilogu 7 nalaze se grafički prikazi rezultata uzoraka standardne poliesterske tkanine obrađenih na temperaturi od 100 °C koji su dobiveni pomoću uređaja za ispitivanje sposobnosti prijenosa vlage.

Prema rezultatima, obradom standardne poliesterske tkanine na temperaturi od 100 °C pri pH 7 te pri pH 9, dolazi do povećanja vremena vlaženja (WT) i smanjenja brzine razlijevanja (SS).

Akumulativna sposobnost jednosmjernog prijenosa (R) najveća je kod uzorka obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 60 minuta. Dok je ukupna sposobnost upravljanja (kapljevitom) vlagom (OMMC) najveća kod uzorka obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 30 minuta.

Akumulativna sposobnost jednosmjernog prijenosa (R) te ukupna sposobnost upravljanja (kapljevitom) vlagom (OMMC) najmanji su kod uzorka obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 30 minuta.

Standardne poliesterske tkanine obrađene na temperaturi od 100 °C u otopini enzima Amanolipaza iz *Pseudomonas fluorescens* pokazuju se kao tkanine sa sposobnošću prodiranja vode. Takve tkanine imaju dobru vodoodbojnost, ali uz perspiraciju.

Tablica 45. Rezultati uzoraka standardne tkanine obrađenih u otopini enzima Amanolipaza iz *Pseudomonas fluorescens* koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te pri temperaturi od 100 °C

Standardna PES tkanina		15 min		30 min		60 min		120 min	
		Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV
WT [s]	T	120	0	93,258	0,5735	93,3047	0,5722	80,1955	0,2418
	B	7,1017	0,443	8,8593	0,3762	10,2537	0,1238	8,3202	0,2054
AR [%/s]	T	0	0	16,3303	2	18,0543	2	4,817	0,0972
	B	48,1521	0,3123	60,0727	0,6617	62,7468	0,3186	63,1866	0,0801
MWR [mm]	T	0	0	1,25	2	1,25	2	5	0
	B	5	0	5	0	5	0	5	0
SS [mm/s]	T	0	0	0,0946	2	0,0932	2	0,0647	0,2144
	B	0,769	0,3415	0,6027	0,321	0,4842	0,1259	0,608	0,2393
R [%]		789,6276	0,129	715,4509	0,4747	847,8508	0,2269	956,325	0,0241
OMMC		0,6061	0,069	0,5778	0,3355	0,6465	0,0859	0,6477	0,0217
Tip tkanine		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode	

Tablica 46. Rezultati uzoraka standardne tkanine obrađenih u otopini enzima Amanolipaza iz *Pseudomonas fluorescens* koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te pri temperaturi od 100 °C

Standardna PES tkanina		15 min		30 min		60 min		120 min	
		Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV
WT [s]	T	66,4455	0,9309	97,0115	0,2153	116,625	0,0579	85,1015	0,3091
	B	11,008	0,4235	9,7773	0,0713	8,1325	0,3218	6,891	0,1759
AR [%/s]	T	30,4992	1,169	3,6562	0,7879	0,9465	2	2,9562	0,6683
	B	61,2895	0,5765	85,0772	0,0829	74,7929	0,1804	61,5908	0,1864
MWR [mm]	T	2,5	1,1547	3,75	0,6667	1,25	2	3,75	0,6667
	B	5	0	5	0	5	0	5	0
SS [mm/s]	T	0,1939	1,1707	0,043	0,6992	0,0117	2	0,0523	0,7018
	B	0,5198	0,4666	0,5036	0,0707	0,6735	0,4569	0,7172	0,169
R [%]		845,7802	0,1677	989,6464	0,0192	1006,9745	0,0303	858,1005	0,1009
OMMC		0,6359	0,1357	0,7085	0,0276	0,6828	0,0496	0,6433	0,0496
Tip tkanine		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode	

Tablica 47. Rezultati uzoraka standardne tkanine obrađenih u otopini enzima Amanolipaza iz *Pseudomonas fluorescens* koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 9 te pri temperaturi od 100 °C

Standardna PES tkanina		15 min		30 min		60 min		120 min	
		Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV
WT [s]	T	91,828	0,6136	69,9613	0,176	120	0	84,1718	0,3495
	B	6,8635	0,2718	6,3517	0,1139	8,492	0,246	9,9845	0,1673
AR [%/s]	T	5,8626	2	4,0533	0,0767	0	0	4,1226	0,702
	B	68,7192	0,0719	69,3315	0,0676	69,9365	0,2165	79,6461	0,1716
MWR [mm]	T	1,25	2	5	0	0	0	3,75	0,6667
	B	5	0	5	0	5	0	5	0
SS [mm/s]	T	0,1667	2	0,073	0,1797	0	0	0,0548	0,735
	B	0,7383	0,2424	0,77	0,1232	0,5994	0,235	0,5014	0,1826
R [%]		940,4685	0,128	1005,4785	0,0168	814,7058	0,0972	878,1737	0,0292
OMMC		0,6631	0,0207	0,6648	0,0196	0,6665	0,0631	0,6935	0,0547
Tip tkanine		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode	



Tablica 48. Rezultati uzoraka standardne tkanine obrađenih u otopini enzima Amanolipaza iz *Pseudomonas fluorescens* koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te pri temperaturi od 100 °C

Standardna PES tkanina		15 min		30 min		60 min		120 min	
		Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV
WT [s]	T	108,8593	0,1414	92,1093	0,6056	57,3988	0,3961	57,8905	0,3921
	B	10,957	0,2561	8,8827	0,2903	6,6565	0,1042	7,7578	0,1012
AR [%/s]	T	1,9606	1,1552	20,9799	2	5,2706	0,4596	7,3468	0,3356
	B	73,4523	0,0747	68,865	0,1883	58,1732	0,0367	65,6179	0,0787
MWR [mm]	T	2,5	1,1547	1,25	2	5	0	6,25	0,4
	B	5	0	5	0	5	0	7,5	0,3849
SS [mm/s]	T	0,0258	1,1675	0,1449	2	0,0963	0,3406	0,116	0,627
	B	0,471	0,2606	0,5844	0,2889	0,7358	0,0925	0,664	0,0435
R [%]		886,7994	0,0285	833,5792	0,1695	794,9142	0,1025	772,1797	0,1688
OMMC		0,6763	0,0225	0,6635	0,0543	0,6338	0,0094	0,6545	0,0219
Tip tkanine		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode	

Rezultati sposobnosti upravljanja vlagom uzoraka komercijalne poliesterske tkanine obrađenih enzimom Amanolipaza iz *Pseudomonas fluorescens* na temperaturi od 100 °C uz pH vrijednost 7 nalaze se u tablici 49 i u tablici 50. U tablici 49 nalaze se rezultati uzoraka obrađenih u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L dok se u tablici 50 nalaze rezultati uzoraka obrađenih u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L.

U tablici 51 i 52 nalaze se rezultati sposobnosti upravljanja vlagom uzoraka komercijalne poliesterske tkanine obrađenih enzimom Amanolipaza iz *Pseudomonas fluorescens* na temperaturi od 100 °C uz pH vrijednost 9. U tablici 51 nalaze se rezultati uzoraka obrađenih u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L dok se u tablici 52 nalaze rezultati uzoraka obrađenih u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L.

U prilogu 8 nalaze se grafički prikazi rezultata uzoraka komercijalne poliesterske tkanine obrađenih na temperaturi od 100 °C koji su dobiveni pomoću uređaja za ispitivanje sposobnosti prijenosa vlage.

Iz rezultata je vidljivo da, obradom komercijalne poliesterske tkanine na temperaturi od 100 °C pri pH 7 te pri pH 9, dolazi do povećanja vremena vlaženja i smanjenja brzine razlijevanja (SS) u odnosu na neobrađeni uzorak kod svih načina obrada tkanine.

Najveća vrijednost kumulativne sposobnosti jednosmjernog prijenosa (R) i ukupne sposobnosti upravljanja (kapljevitom) vlagom (OMMC) postignuta je obradom uzorka komercijalne tkanine u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 60 minuta.

Akumulativna sposobnost jednosmjernog prijenosa (R) i ukupna sposobnost upravljanja (kapljevitom) vlagom (OMMC) najmanja je kod uzorka obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 15 minuta.

Komercijalne poliesterske tkanine obrađene na 100 °C u otopini enzima Amanolipaza iz *Pseudomonas fluorescens* pokazuju se kao tkanine sa sposobnošću upravljanja vlagom osim tkanine obrađene u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 30 minuta koja se pokazuje kao tkanina sa sposobnošću prodiranja vode.

Tablica 49. Rezultati uzoraka komercijalne tkanine obrađenih u otopini enzima Amanolipaza iz *Pseudomonas fluorescens* koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te pri temperaturi od 100 °C

Komercijalna PES tkanina		15 min		30 min		60 min		120 min	
		Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV
WT [s]	T	17,0392	0,0382	16,1055	0,1918	14,16	0,6088	25,3905	0,5786
	B	9,3752	0,0962	7,246	0,2859	6,285	0,1474	6,5	0,2588
AR [%/s]	T	25,4058	0,0759	26,8828	0,0733	19,1458	0,2689	14,7083	0,0951
	B	40,5817	0,1098	60,8086	0,3199	51,2949	0,3156	35,1067	0,7646
MWR [mm]	T	25	0	25	0,1633	22,5	0,1283	18,75	0,1333
	B	25	0	25	0	21,25	0,1176	18,75	0,1333
SS [mm/s]	T	1,3253	0,0554	1,48	0,1824	1,1623	0,4606	0,7926	0,5041
	B	1,6994	0,3808	2,2834	0,4615	1,3626	0,2023	1,077	0,1807
R [%]		197,868	0,0797	232,3643	0,2923	358,5686	0,3246	523,4524	0,1618
OMMC		0,4186	0,1856	0,5618	0,2697	0,5662	0,216	0,5786	0,1204
Tip tkanine		Tkanina sa sposobnošću upravljanja vlagom		Tkanina sa sposobnošću upravljanja vlagom		Tkanina sa sposobnošću upravljanja vlagom		Tkanina sa sposobnošću upravljanja vlagom	

Tablica 50. Rezultati uzoraka komercijalne tkanine obrađenih u otopini enzima Amanolipaza iz *Pseudomonas fluorescens* koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te pri temperaturi od 100 °C

Komercijalna PES tkanina		15 min		30 min		60 min		120 min	
		Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV
WT [s]	T	26,0898	0,1538	22,059	0,52	15,4688	0,8805	16,7502	0,7305
	B	7,2463	0,5121	5,3205	0,139	5,6953	0,2668	6,5198	0,2124
AR [%/s]	T	20,0051	0,0844	17,3178	0,0534	16,1768	0,3393	16,9453	0,1838
	B	23,7561	0,1752	36,1455	0,6606	36,2612	0,5264	40,2958	0,5582
MWR [mm]	T	20	0	20	0	20	0,2041	20	0,2041
	B	20	0	20	0	18,75	0,1333	21,25	0,2961
SS [mm/s]	T	0,7892	0,1172	0,9268	0,3922	1,1089	0,2951	1,0729	0,5864
	B	1,1552	0,2582	2,1933	0,4511	1,3282	0,0719	1,3127	0,4286
R [%]		399,7671	0,2428	481,3749	0,1786	499,0822	0,1163	417,0985	0,253
OMMC		0,5127	0,1323	0,6595	0,1106	0,6003	0,0925	0,5727	0,1448
Tip tkanine		Tkanina sa sposobnošću upravljanja vlagom		Tkanina sa sposobnošću upravljanja vlagom		Tkanina sa sposobnošću upravljanja vlagom		Tkanina sa sposobnošću upravljanja vlagom	

Tablica 51. Rezultati uzoraka komercijalne tkanine obrađenih u otopini enzima Amanolipaza iz *Pseudomonas fluorescens* koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 9 te pri temperaturi od 100 °C

Komercijalna PES tkanina		15 min		30 min		60 min		120 min	
		Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV
WT [s]	T	29,5115	0,2475	58,9025	0,1434	27,5628	0,4299	25,7342	0,6022
	B	9,66	0,2959	8,4845	0,1957	11,1328	0,1215	7,8985	0,3156
AR [%/s]	T	16,7392	0,0335	15,0908	0,1316	20,9733	0,1549	17,7378	0,1406
	B	42,413	1,0586	68,7987	0,2409	46,0565	0,8472	39,2021	0,8458
MWR [mm]	T	16,25	0,1538	5	0	18,75	0,1333	16,25	0,2946
	B	16,25	0,1538	5	0	18,75	0,1333	16,25	0,2946
SS [mm/s]	T	0,5377	0,2691	0,086	0,1504	0,7006	0,402	0,7969	0,7283
	B	0,792	0,2728	0,5917	0,2092	0,8196	0,2419	1,0189	0,4715
R [%]		421,7783	0,1844	702,6845	0,0424	386,6201	0,3091	401,7181	0,3336
OMMC		0,5608	0,234	0,6633	0,0694	0,5415	0,2651	0,5422	0,2317
Tip tkanine		Tkanina sa sposobnošću upravljanja vlagom		Tkanina sa sposobnošću prodiranja vode		Tkanina sa sposobnošću upravljanja vlagom		Tkanina sa sposobnošću upravljanja vlagom	

Tablica 52. Rezultati uzoraka komercijalne tkanine obrađenih u otopini enzima Amanolipaza iz *Pseudomonas fluorescens* koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te pri temperaturi od 100 °C

Komercijalna PES tkanina		15 min		30 min		60 min		120 min	
		Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV	Mean	CV
WT [s]	T	29,16	0,8277	64,543	0,3223	79,328	0,5878	75,7537	0,6305
	B	7,9685	0,3262	8,7188	0,2156	7,5235	0,1861	8,9963	0,1996
AR [%/s]	T	13,4314	0,5196	18,1418	0,25	12,3655	1,1474	15,1005	0,8175
	B	54,989	0,5586	72,8448	0,1584	81,2994	0,2863	82,6725	0,1711
MWR [mm]	T	10	0	7,5	0,3849	5	0,8165	3,75	0,6667
	B	8,75	0,2857	6,25	0,4	10	0	5	0
SS [mm/s]	T	0,4208	0,6949	0,129	0,6065	0,1926	1,6106	0,123	1,3479
	B	0,6948	0,2926	0,5974	0,1791	1,5812	0,5069	0,5613	0,2061
R [%]		542,4786	0,0947	735,9503	0,1572	1144,2628	0,2253	942,4898	0,0923
OMMC		0,625	0,1365	0,6746	0,0475	0,7456	0,1262	0,7019	0,056
Tip tkanine		Tkanina sa sposobnošću upravljanja vlagom		Tkanina sa sposobnošću upravljanja vlagom		Tkanina sa sposobnošću upravljanja vlagom		Tkanina sa sposobnošću upravljanja vlagom	

Obradom standardne i komercijalne poliesterske tkanine pomoću enzima Amanolipaza iz *Pseudomonas fluorescens*, najveća akumulativna sposobnost jednosmjernog prijenosa i ukupna sposobnost upravljanja (kapljevitom) vlagom postignuta je obradom na temperaturi od 100 °C.

Obradom standardne tkanine, najveća akumulativna sposobnost jednosmjernog prijenosa iznosi 1006,9745 % te je postignuta obradom materijala u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 60 minuta. Najveća ukupna sposobnost upravljanja (kapljevitom) vlagom iznosi 0,7085 te je postignuta obradom materijala u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 30 minuta.

Obradom komercijalne poliesterske tkanine najveća akumulativna sposobnost jednosmjernog prijenosa iznosi 1144,2628 % i najveća ukupna sposobnost upravljanja (kapljevitom) vlagom iznosi 0,7456 što je postignuto obradom materijala u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 60 minuta.

## 5. Zaključak

Hidrolizom standardne i komercijalne poliesterske tkanine u otopini enzima Amanolipaza iz *Pseudomonas fluorescens*, postignuti su manji gubici mase u odnosu na obradu tkanina u otopini enzima Amanolipaza A iz *Aspergillus niger*. Najmanji gubitak mase standardne poliesterske tkanine postignut je obradom tkanine enzimom Amanolipaza iz *Pseudomonas fluorescens* na temperaturi od 100 °C u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 60 minuta. Dok je najmanji gubitak mase komercijalne poliesterske tkanine, postignut obradom tkanine enzimom Amanolipaza iz *Pseudomonas fluorescens* na temperaturi od 60 °C u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 15 minuta.

Hidrolizom poliesterskih tkanina, povećava se vrijeme vlaženja, odnosno vrijeme potrebno da se gornja i donja površina tkanine počnu vlažiti. Ukupna sposobnost upravljanja (kapljevitom) vlagom, kod materijala obrađenih enzimom Amanolipaza A iz *Aspergillus niger*, najveća je kod materijala obrađenih na temperaturi od 60 °C pri vremenu obrade od 15 minuta. Kod standardne poliesterske tkanine, najveću ukupnu sposobnost upravljanja (kapljevitom) vlagom daje obrada u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L pri pH 9, a kod komercijalne poliesterske tkanine, najveću ukupnu sposobnost upravljanja (kapljevitom) vlagom daje obrada u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L pri pH 7. Materijali obrađeni enzimom Amanolipaza iz *Pseudomonas fluorescens*, najveću ukupnu sposobnost upravljanja (kapljevitom) vlagom postižu prilikom obrade na temperaturi od 100 °C, u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L te uz vrijeme obrade od 60 minuta. Standardna poliesterska tkanina, najveću ukupnu sposobnost upravljanja (kapljevitom) vlagom postiže pri pH 7, dok komercijalna poliesterska tkanina postiže pri pH 9.

Hidrolizom standardne i komercijalne poliesterske tkanine, mijenja se i čvrstoća. Obradom tkanina dolazi do pada ili povećanja čvrstoće ovisno o načinu provedbe obrade. Povećanje čvrstoće se događa zbog taloženja enzima na površini vlakana. Najveća čvrstoća standardne poliesterske tkanine postignuta je obradom u otopini enzima Amanolipaza A iz *Aspergillus niger* koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 9 i u vremenu obrade od 120 minuta. Najveća čvrstoća komercijalne poliesterske tkanine postignuta je

obradom u otopini enzima Amanolipaza iz *Pseudomonas fluorescens* koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 120 minuta.

Osim što se enzimatskom hidrolizom mijenja čvrstoća ujedno se mijenja i stupanj bjeline te indeks požućenja. Obradom standardne i komercijalne poliesterske tkanine, stupanj bjeline se smanjuje ili povećava ovisno o načinu provedbe postupka hidrolize. Hidrolizom komercijalne tkanine u otopini enzima Amanolipaza A iz *Aspergillus niger*, dolazi do povećanja stupnja bjeline u svim načinima obrade materijala. Najveći stupanj bjeline komercijalne tkanine postignut je obradom u otopini enzima Amanolipaza A iz *Aspergillus niger* koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9, na temperaturi od 100 °C u vremenu obrade od 120 minuta. Dok je najveći stupanj bjeline standardne poliesterske tkanine također postignut hidrolizom u otopini enzima Amanolipaza A iz *Aspergillus niger* koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 u vremenu obrade od 15 minuta pri temperaturi od 100 °C.

Amanolipaze su se uspješno pokazale za hidrolizu poliesterske tkanine, a način provedbe hidrolize ovisi o željenim konačnim svojstvima materijala.

## 6. Literatura

- [1] M. Shabbir i J. N. Sheikh, »Introduction to Textiles and Finishing Materials,« u *Frontiers of Textiles Materials: Polymers, Nanomaterials, Enzymes, and Advanced Modification Techniques*, Scrivener Publishing LLC, 2020, pp. 1-12.
- [2] I. Čorak, T. Pušić i A. Tarbuk, »Enzimi za hidrolizu poliestera,« *Tekstil*, pp. 7-9, 2019.
- [3] R. Čunko i M. Andrassy, *Vlakna*, Zagreb: Zrinski d.d., 2005.
- [4] V. Popescu, »Multifunctionalizations of Textile Materials Highlighted by Unconventional Dyeings,« u *Frontiers of Textile Materials: Polymers, Nanomaterials, Enzymes, and Advanced Modification Techniques*, Scrivener Publishing LLC, 2020, pp. 219-290.
- [5] T. Sang, C. J. Wallis, G. Hill i G. J. P. Britovsek, »Polyethylene Terephthalate Degradation under Natural and Accelerated Weathering Conditions,« *European Polymer Journal*, pp. 1-28, 2020.
- [6] D. Gupta, H. Chaudhary i C. Gupta, »Topographical changes in polyester after chemical, physical and enzymatic hydrolysis,« *The Journal of The Textile Institute*, pp. 690-698, 2015.
- [7] D. Spaseska i M. Civkaroska, »Alkaline hydrolysis of poly(ethylene terephthalate) recycled from the postconsumer soft-drink bottles,« *Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy*, pp. 379-384, 2010.
- [8] J. Peran i T. Pušić, »Enzimi - bioinovatori u pranju rublja,« *Tekstil*, pp. 329-337, 2013.
- [9] K. Šimić, I. Soljačić i T. Pušić, *Application of Cellulases in the Process of Finishing*, 2014.
- [10] »Kemija 2,« [Mrežno]. Available: <https://edutorij.e-skole.hr/share/proxy/alfresco-noauth/edutorij/api/proxy-guest/15cf791a-4c97-4f29-84d9-17c1b47ceccc/kemija-2/m03/j02/index.html>. [Pokušaj pristupa 12 3 2021].
- [11] C. Vigneswaran, M. Ananthasubramanian i P. Kandhavadiu, *Bioprocessing of textiles*, Woodhead Publishing India, 2014.

- [12] R. Wei, T. Oeser, M. Barth, N. Weigl, A. Lübs, M. Schulz-Siegmund, M. C. Hacker i W. Zimmermann, »Turbidimetric analysis of the enzymatic hydrolysis of polyethylene terephthalate nanoparticles,« *Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic*, pp. 72-78, 2014.
- [13] A. Pellis, K. Haernvall, C. M. Pichler, G. Ghazaryan, R. Breinbauer i G. M. Guebitz, »Enzymatic hydrolysis of poly(ethylene furanoate),« *Journal of Biotechnology*, pp. 1-6, 2016.
- [14] V. Ferrario, A. Pellis, M. Cespugli, G. M. Guebitz i L. Gardossi, »Nature Inspired Solutions for Polymers: Will Cutinase Enzymes Make Polyesters and Polyamides Greener?,« *Catalysts*, pp. 1-15, 2016.
- [15] K. Shi, J. Jing, L. Song, T. Su i Z. Wang, »Enzymatic hydrolysis of polyester: degradation of poly( $\epsilon$ -caprolactone) by *Candida antarctica* lipase and *Fusarium solani* cutinase,« *Journal Pre-proof*, 2019.
- [16] A. Maurya, A. Bhattacharya i S. Kumar Khare, »Enzymatic Remediation of Polyethylene Terephthalate (PET)-Based Polymers for Effective Management of Plastic Wastes: An Overview,« *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, pp. 1-13, 2020.
- [17] A. Nyssölä, »Which properties of cutinases are important for applications?,« *Appl Microbiol Biotechnol*, 2015.
- [18] A. Beselin, *Optimization of lipase production in Burkholderia glumae*, 2005.
- [19] A. Eberl, S. Heumann, T. Brückner, R. Araujo, A. Cavaco-Paulo, F. Kaufmann, W. Kroutil i G. M. Guebitz, »Enzymatic surface hydrolysis of poly(ethylene terephthalate) and bis(benzoyloxyethyl) terephthalate by lipase and cutinase in the presence of surface active molecules,« *Journal of Biotechnology*, pp. 207-212, 2009.
- [20] A. Kademi, D. Leblanc i A. Houde, »Lipases,« u *Enzyme Technology*, Springer Science+Business Media and Asiatech Publishers, 2006, pp. 297-319.
- [21] D. Bharathi i G. Rajalakshmi, »Microbial lipases: An overview of screening, production and purification,« *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, p. Elsevier Ltd., 2019.
- [22] A. Navvabi, M. Razzaghi, P. Fernandes, L. Karami i A. Homaei, »Novel lipases discovery specifically from marine organisms for industrial production and practical applications,« *Process Biochemistry*, 2018.

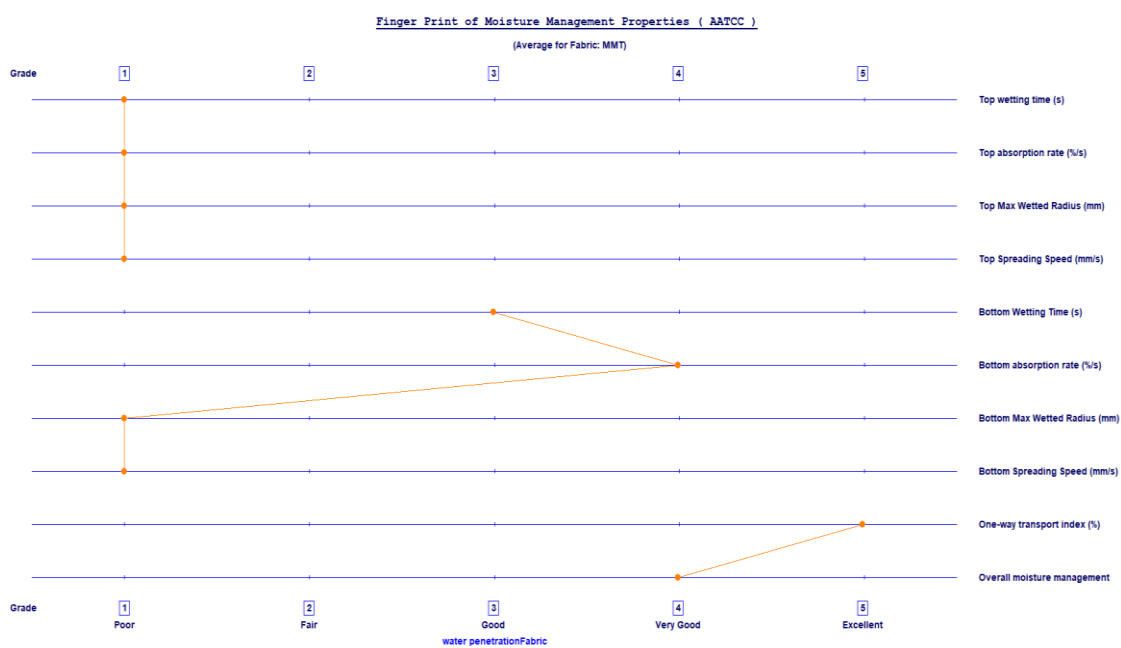


- [23] L. Porto de Souza Vandenberghe, S. G. Karp, M. G. Binder Pagnoncelli, M. von Linsingen Tavares, N. Libardi Junior, K. V. Diestra, J. A. Viesser i C. R. Soccol, »Classification of enzymes and catalytic properties,« u *Biomass, Biofuels, Biochemicals*, Elsevier B. V., 2020, pp. 11-30.
- [24] »Vision1cycling,« [Mrežno]. Available: <https://hr.vision1cyclings.com/zdorove/129578-aspergillus-niger-cto-eto-morfologiya-lechenie.html>. [Pokušaj pristupa 14 3 2021].
- [25] M. A. S. Lima, M. d. C. F. de Oliveira, A. T. Á. Pimenta i P. K. S. Uchôa, »Aspergillus niger: A Hundred Years of Contribution to the Natural Products Chemistry,« *Journal of the Brazilian Chemical Society*, pp. 2029-2059, 2019.
- [26] A. D. Hocking, »Aspergillus and related teleomorphs,« u *Food Spoilage Microorganisms*, Woodhead Publishing, 2006, pp. 451-487.
- [27] D. Garrido-Sanz, E. Arrebola, F. Martinez-Granero, S. García-Méndez, C. Muriel, E. Blanco-Romero, M. Martin, R. Rivilla i M. Redondo-Nieto, »Classification of Isolates from the Pseudomonas fluorescens Complex into Phylogenomic Groups Based in Group-Specific Markers,« *Frontiers in Microbiology*, 1-10 2017.
- [28] B. S. Scales, R. P. Dickson, J. J. LiPuma i G. B. Huffnagle, »Microbiology, Genomics, and Clinical Significance of the Pseudomonas fluorescens Species Complex, an Unappreciated Colonizer of Humans,« *Clinical Microbiology Reviews*, pp. 927-948, 2014.
- [29] »American Society for Microbiology,« [Mrežno]. Available: <https://cmr.asm.org/content/27/4/927>. [Pokušaj pristupa 14 3 2021].
- [30] J. Hu, Y. Li, K.-w. Yeung, A. S. W. Wong i W. Xu, »Moisture Management Tester: A Method to Characterize Fabric Liquid Moisture Management Properties,« *Textile Research Journal*, pp. 57-62, 2005.
- [31] »SDLATLAS,« [Mrežno]. Available: <https://sdlatlas.com/products/mmt-moisture-management-tester#product-details>. [Pokušaj pristupa 14 3 2021].
- [32] S. Motlogelwa, »Comfort and durability in high-performance clothing,« u *High-Performance Apparel*, Woodhead Publishing Series in Textiles, 2018, pp. 209-219.
- [33] S. J. Montain, S. N. Cheuvront i H. C. Lukaski, »Sweat Mineral-Element Responses During 7 h of Exercise-Heat Stress,« *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, pp. 574-582, 2007.

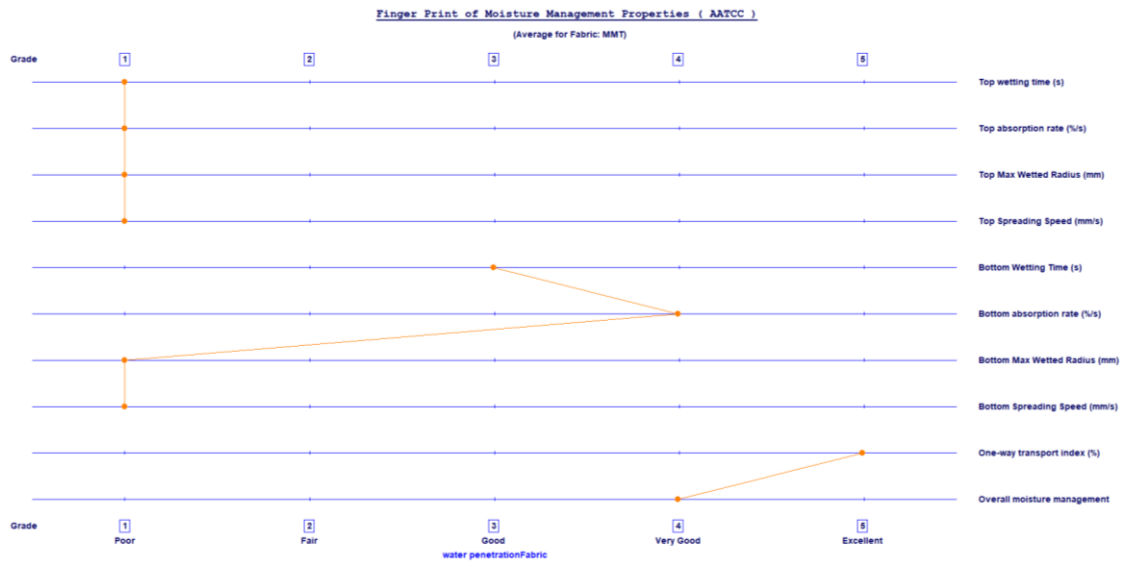
- [34] T. Dekanić, A. Tarbuk i S. Flinčec Grgac, »Određivanje sposobnosti upravljanja vlagom vodoodbojne pamučne tkanine kondenzirane pri niskoj temperaturi,« *Tekstil 67*, pp. 176-188, 2018.

## 7. Prilozi

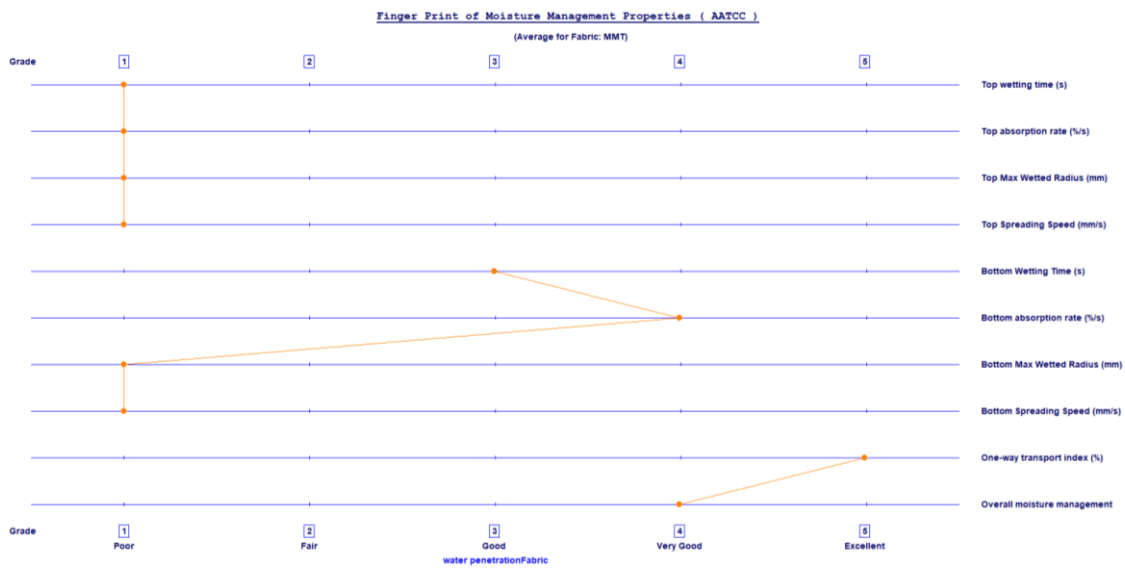
**Prilog 1.** Grafički prikazi rezultata uzoraka standardne poliesterske tkanine obrađenih enzimom Amanolipaza A iz *Aspergillus niger* na temperaturi od 60 °C dobivenih na uređaju za ispitivanje sposobnosti prijenosa vlage.



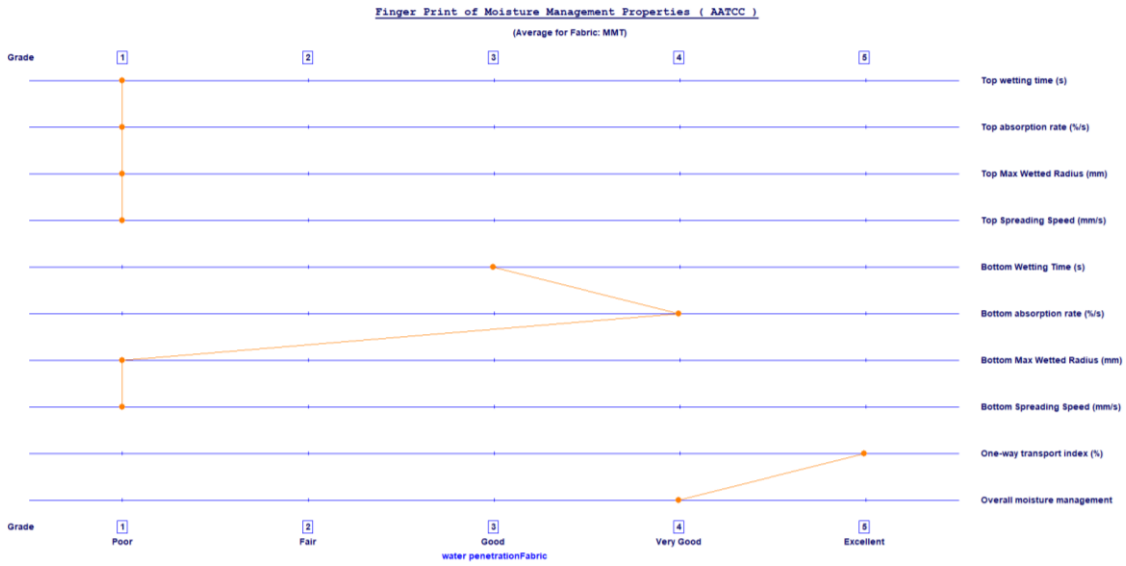
Slika 27. Fingerprint uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 15 minuta



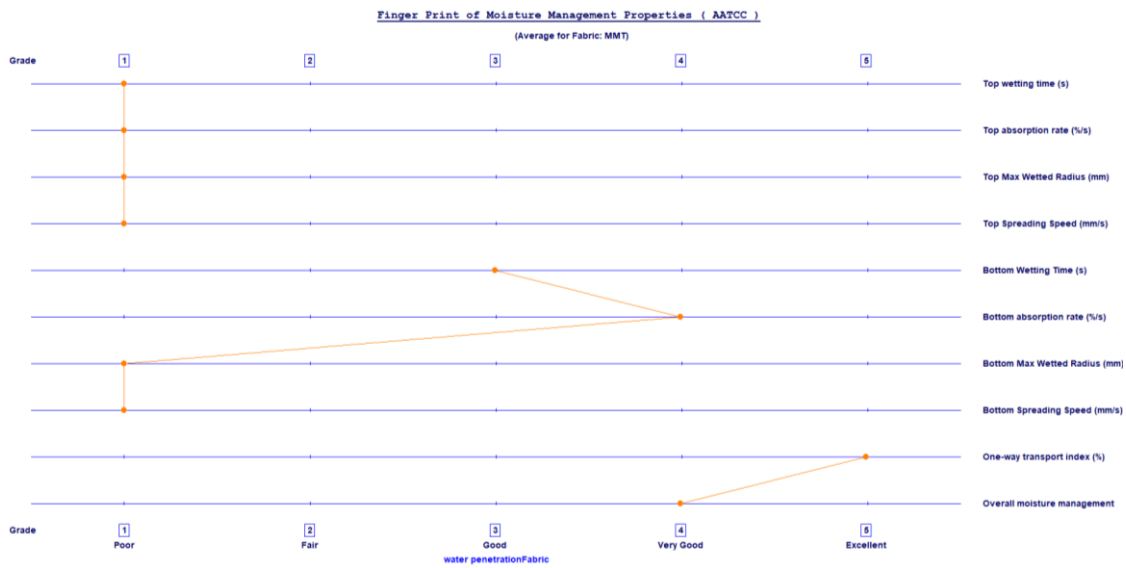
Slika 28. Fingerprint uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 30 minuta



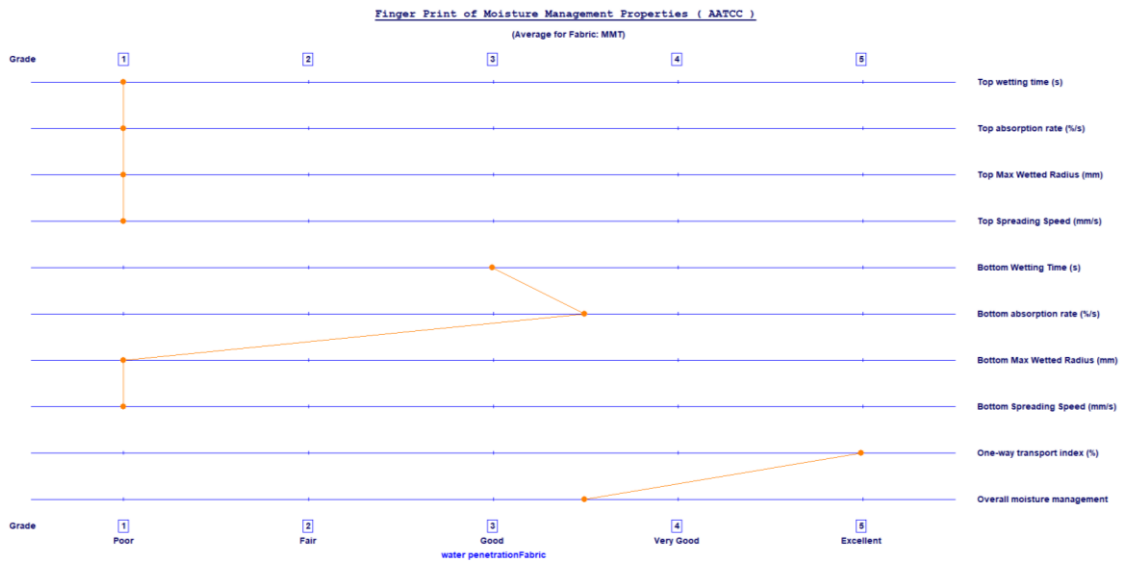
Slika 29. Fingerprint uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 60 minuta



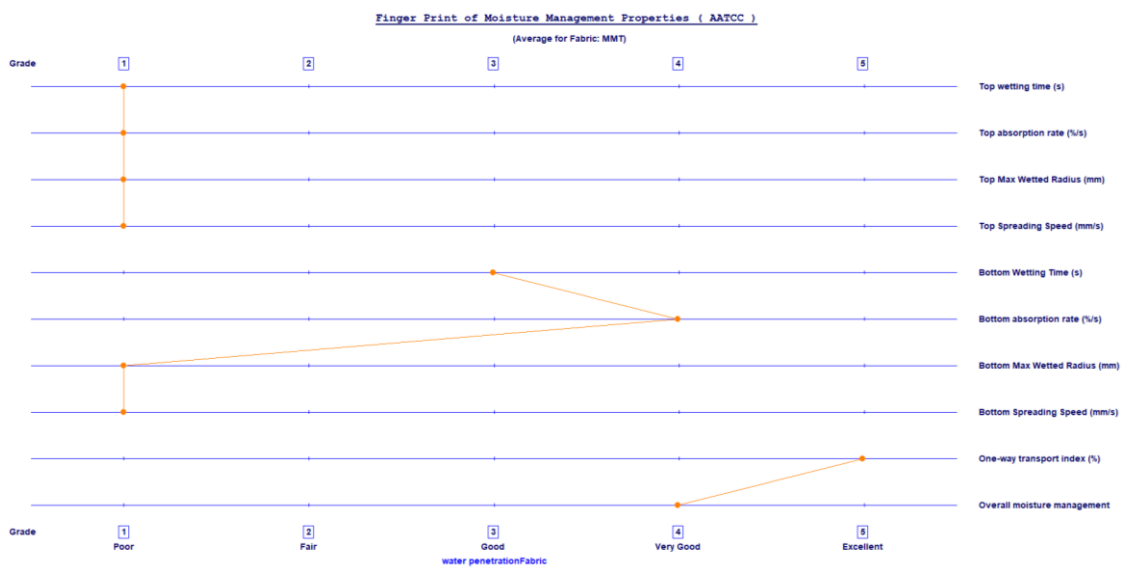
Slika 30. Fingerprint uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenoj u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 120 minuta



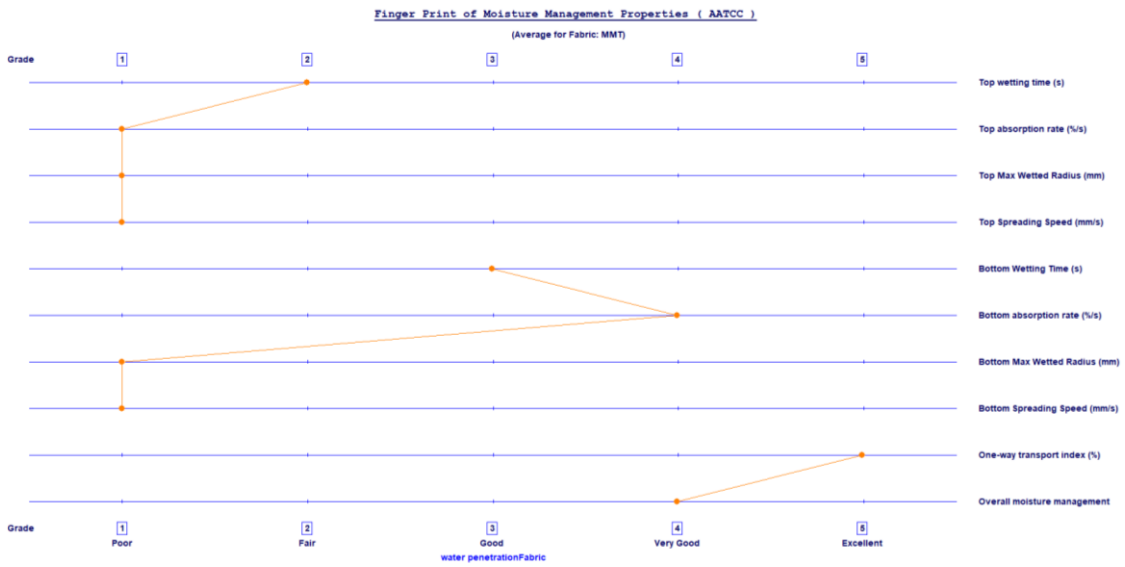
Slika 31. Fingerprint uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenoj u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 15 minuta



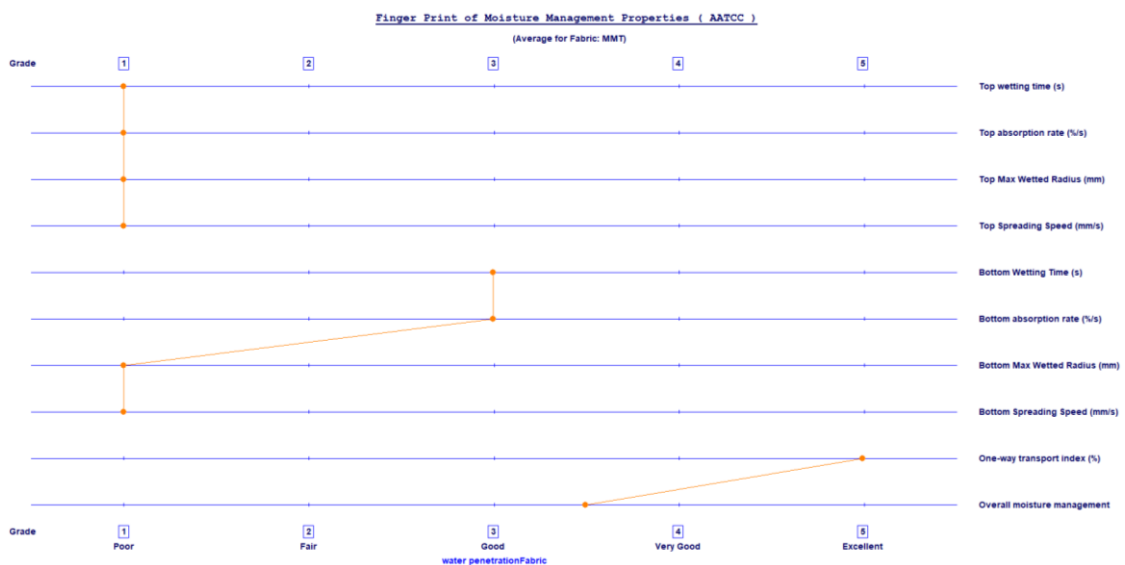
Slika 32. Fingerprint uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 30 minuta



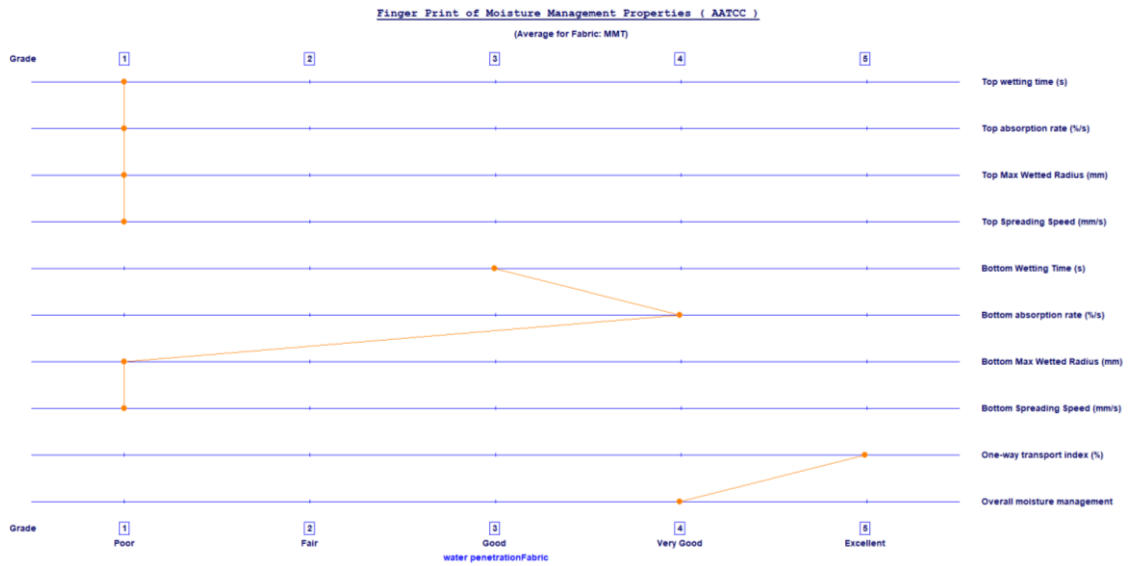
Slika 33. Fingerprint uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 60 minuta



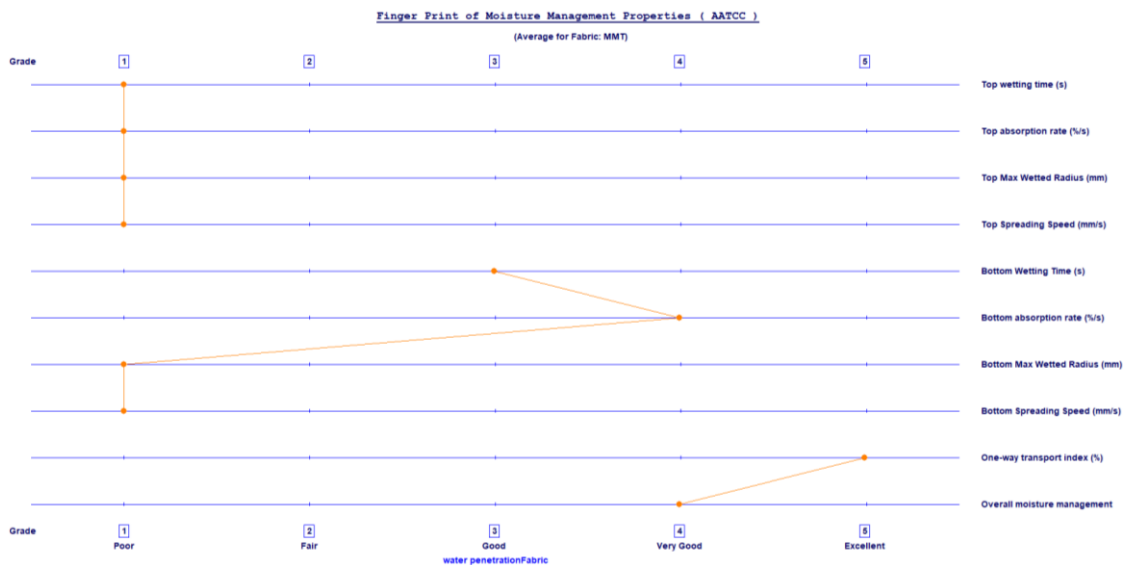
Slika 34. Fingerprint uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 120 minuta



Slika 35. Fingerprint uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 15 minuta

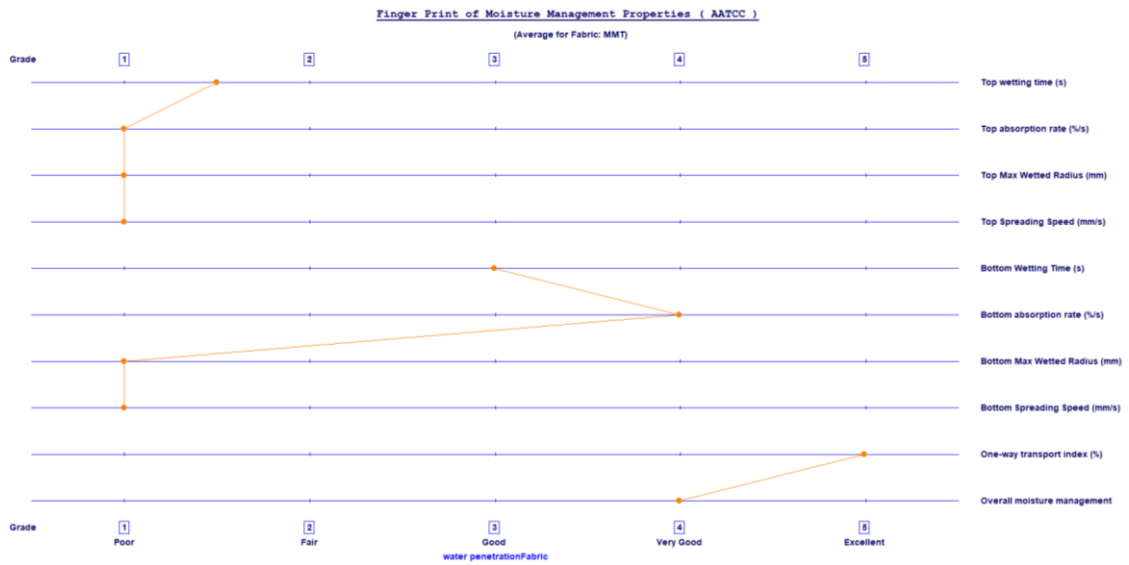


Slika 36. Fingerprint uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 30 minuta

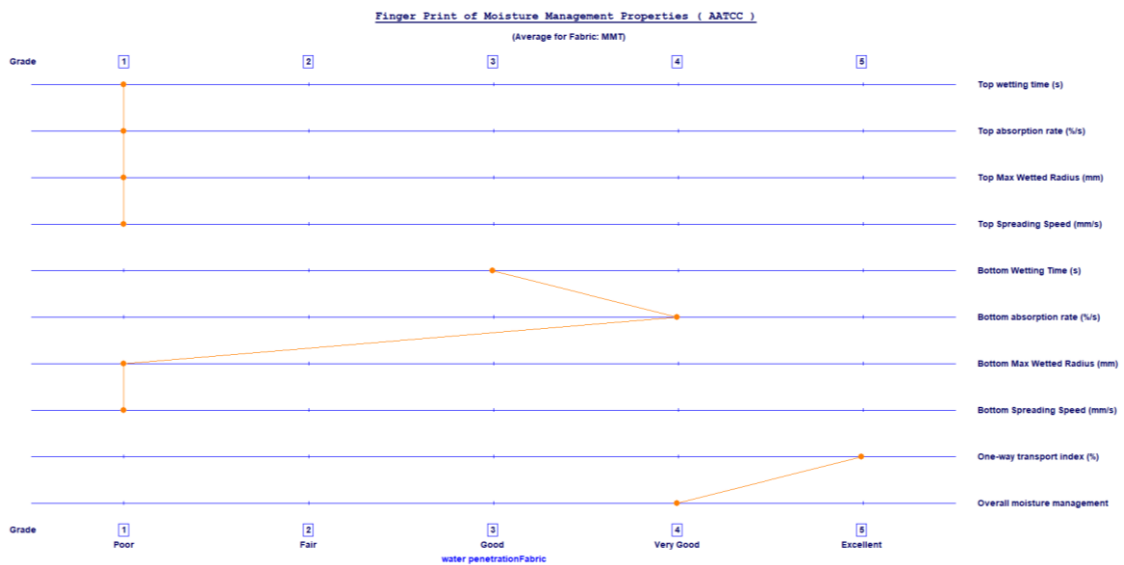


Slika 37. Fingerprint uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 60 minuta

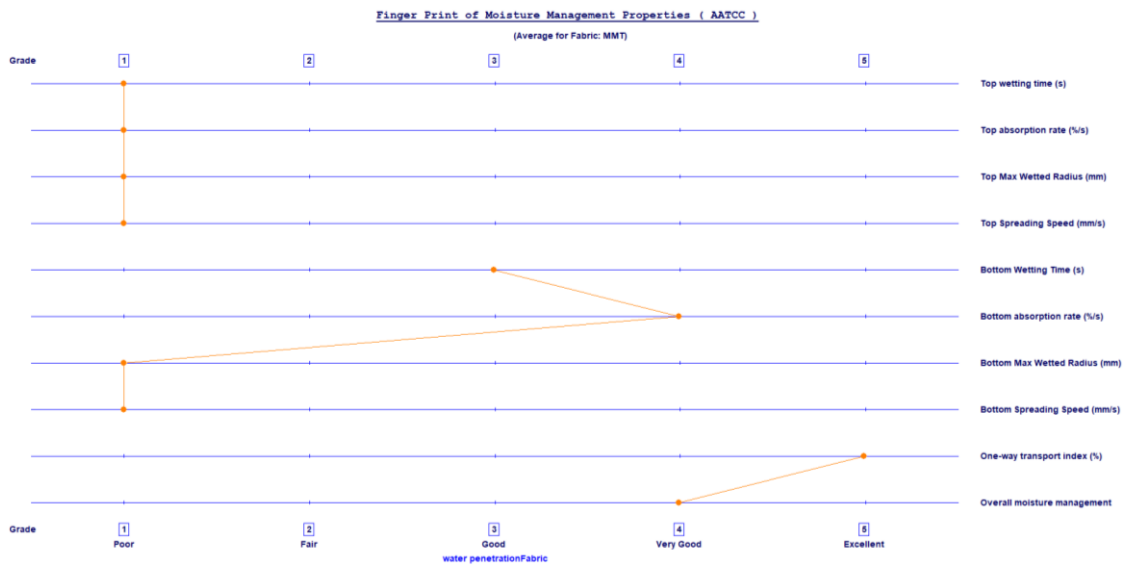




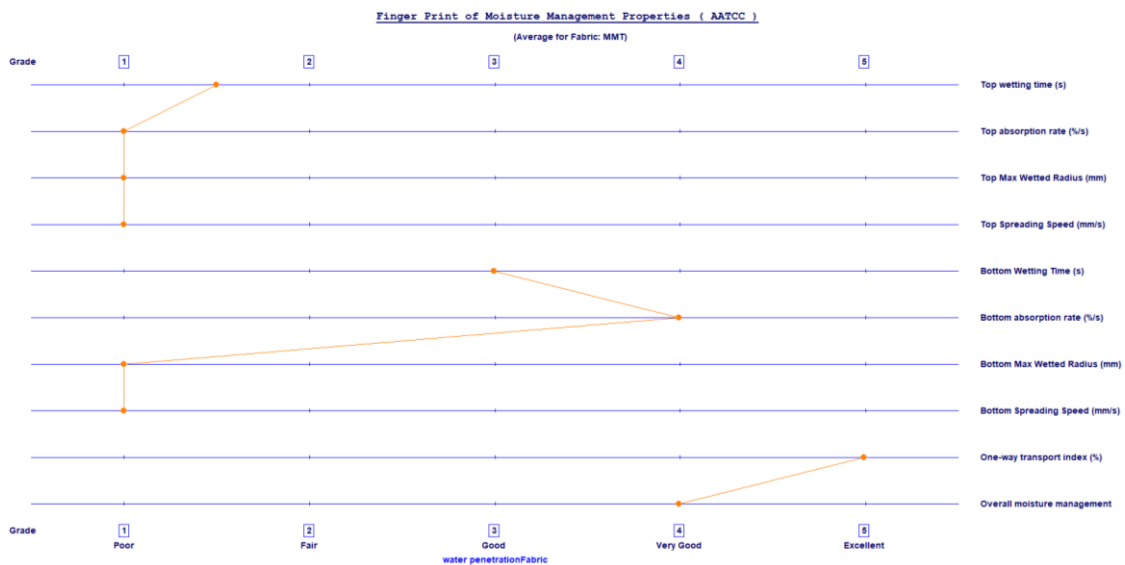
Slika 38. Fingerprint uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 120 minuta



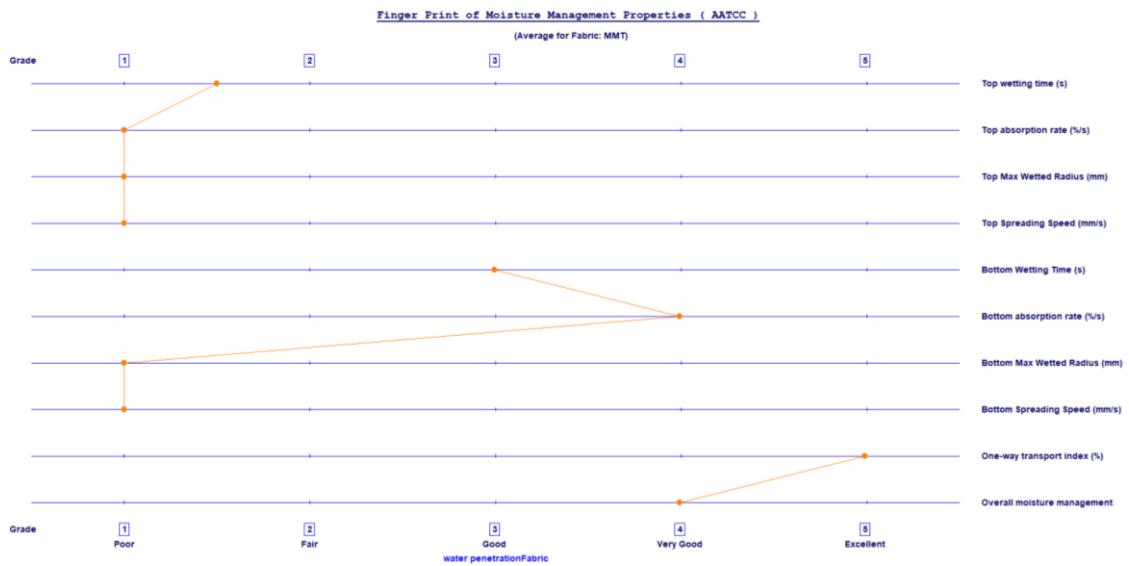
Slika 39. Fingerprint uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 15 minuta



Slika 40. Fingerprint uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 30 minuta

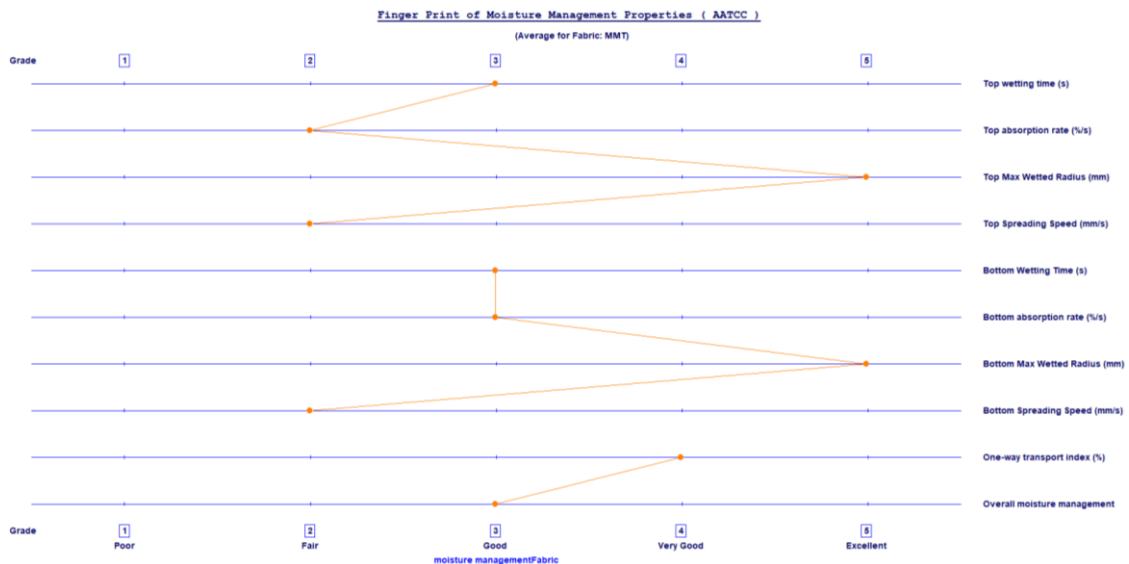


Slika 41. Fingerprint uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 60 minuta

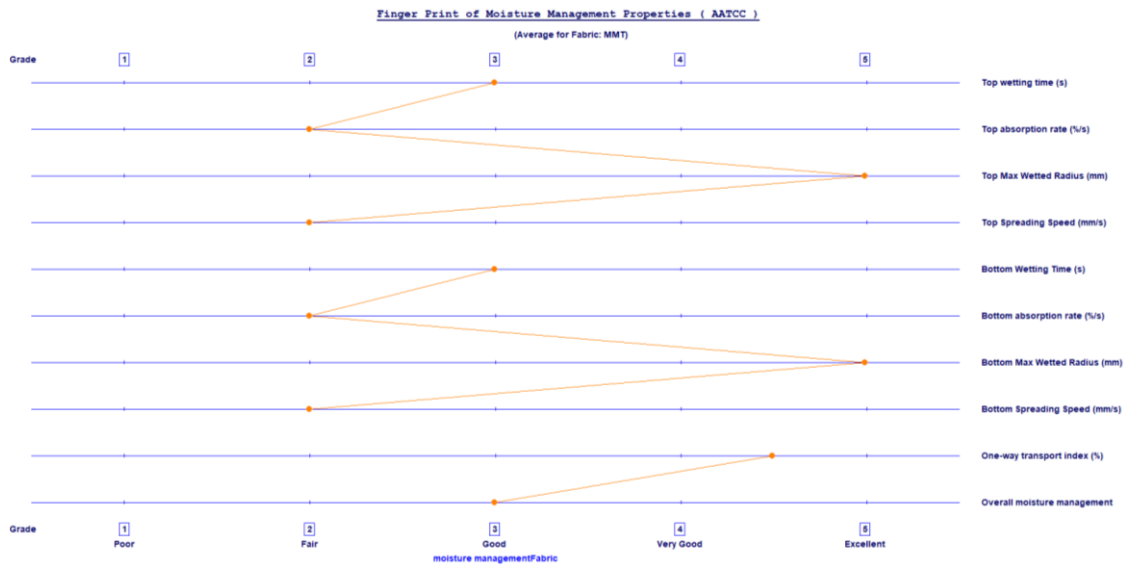


Slika 42. Fingerprint uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 120 minuta

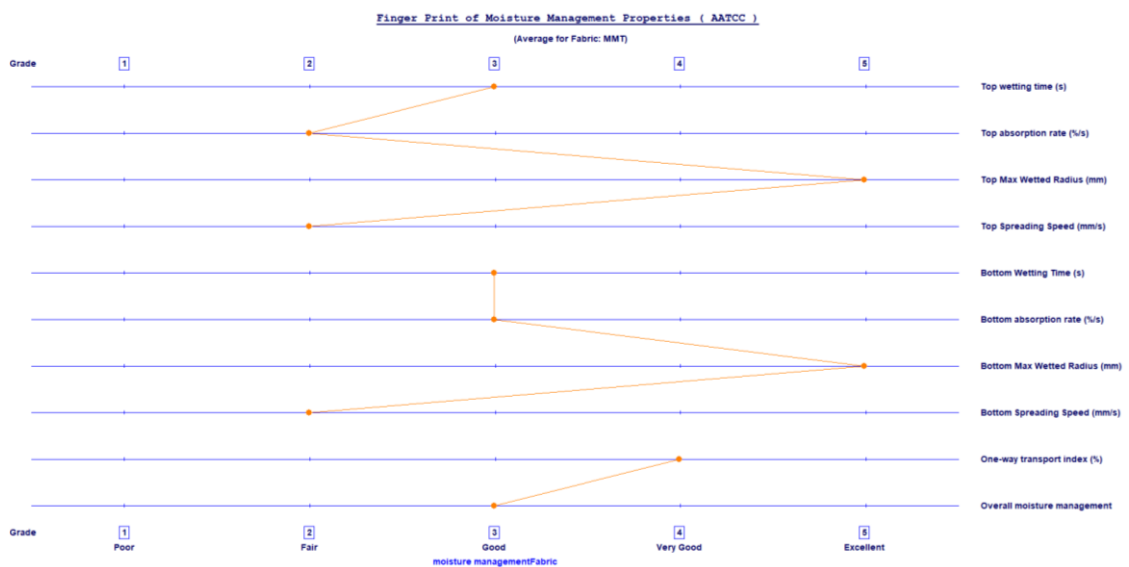
**Prilog 2.** Grafički prikazi rezultata uzorka komercijalne poliesterske tkanine obrađenih enzimom Amanolipaza A iz *Aspergillus niger* na temperaturi od 60 °C dobivenih na uređaju za ispitivanje sposobnosti prijenosa vlage.



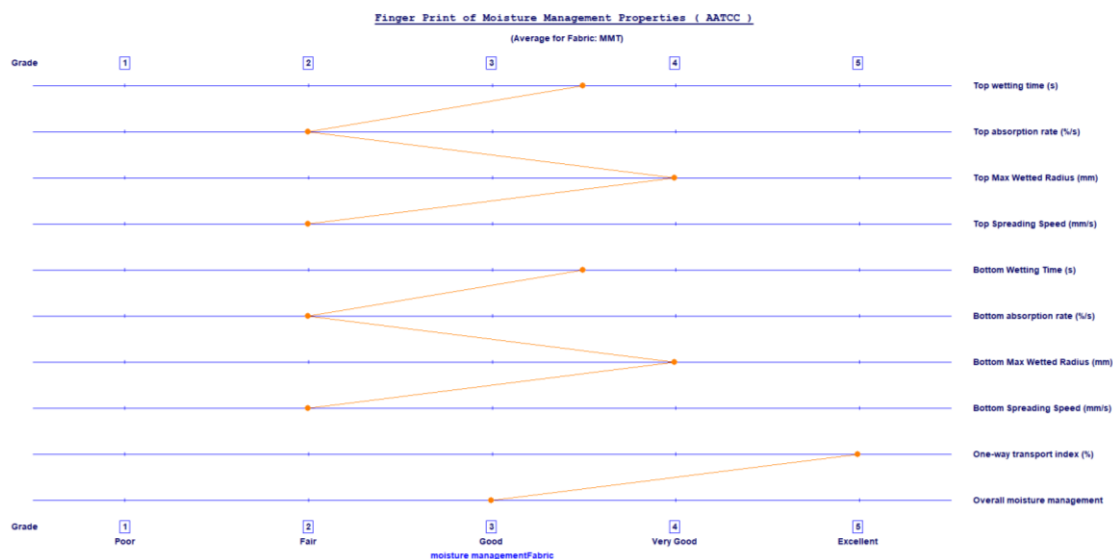
Slika 43. Fingerprint uzorka komercijalne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 15 minuta



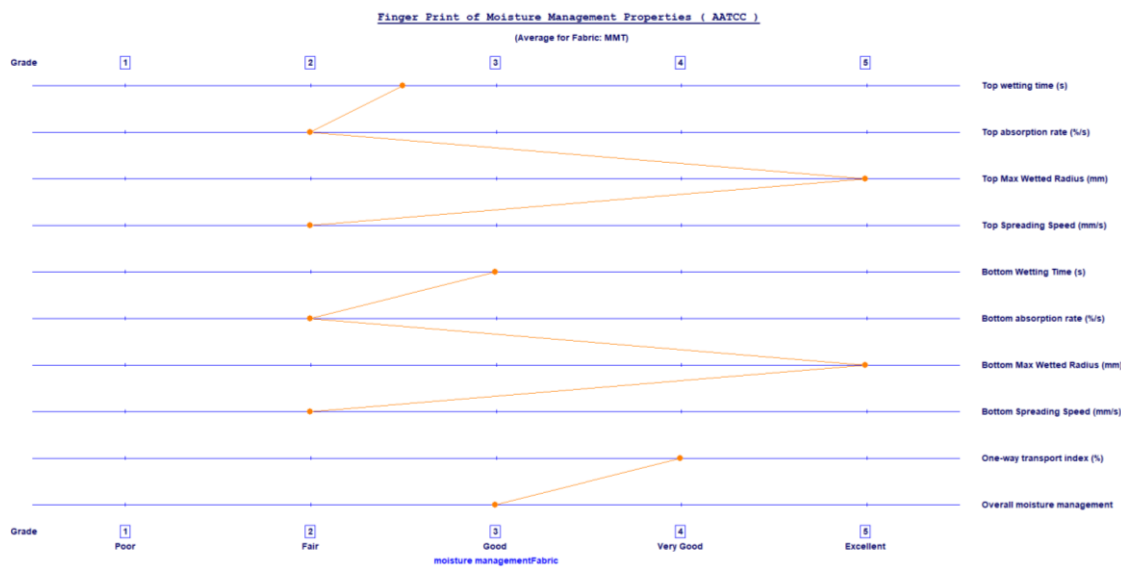
Slika 44. Fingerprint uzorka komercijalne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 30 minuta



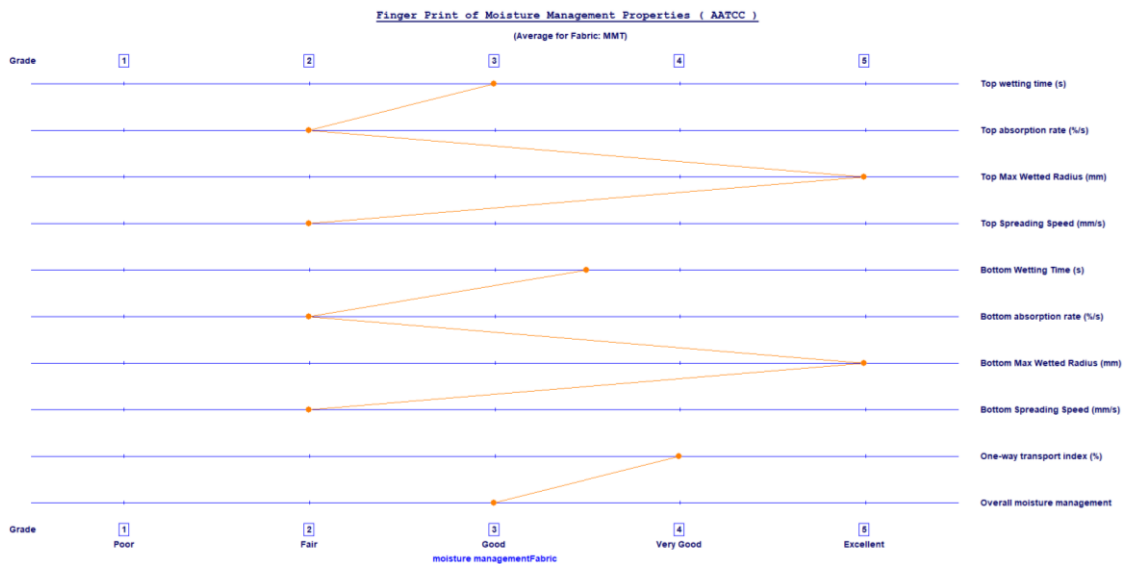
Slika 45. Fingerprint uzorka komercijalne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 60 minuta



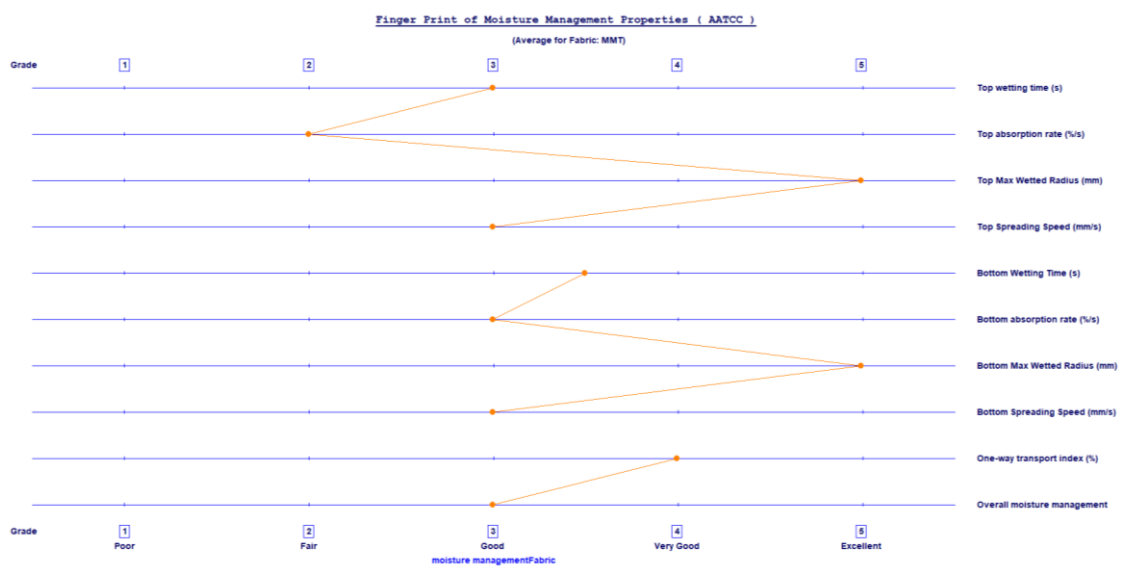
Slika 46. *Fingerprint uzorka komercijalne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 120 minuta*



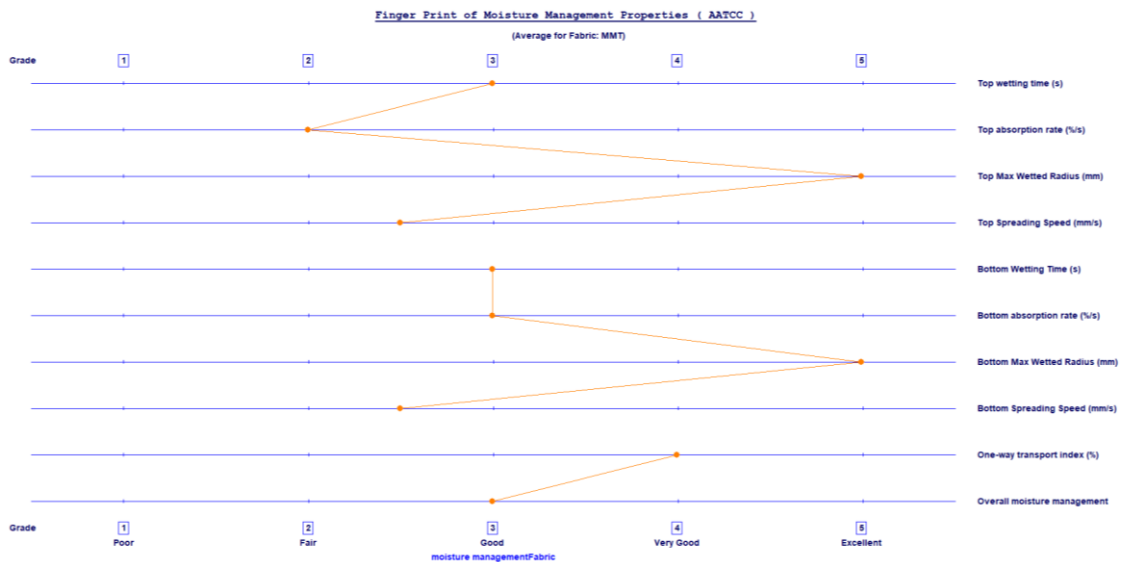
Slika 47. *Fingerprint uzorka komercijalne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 15 minuta*



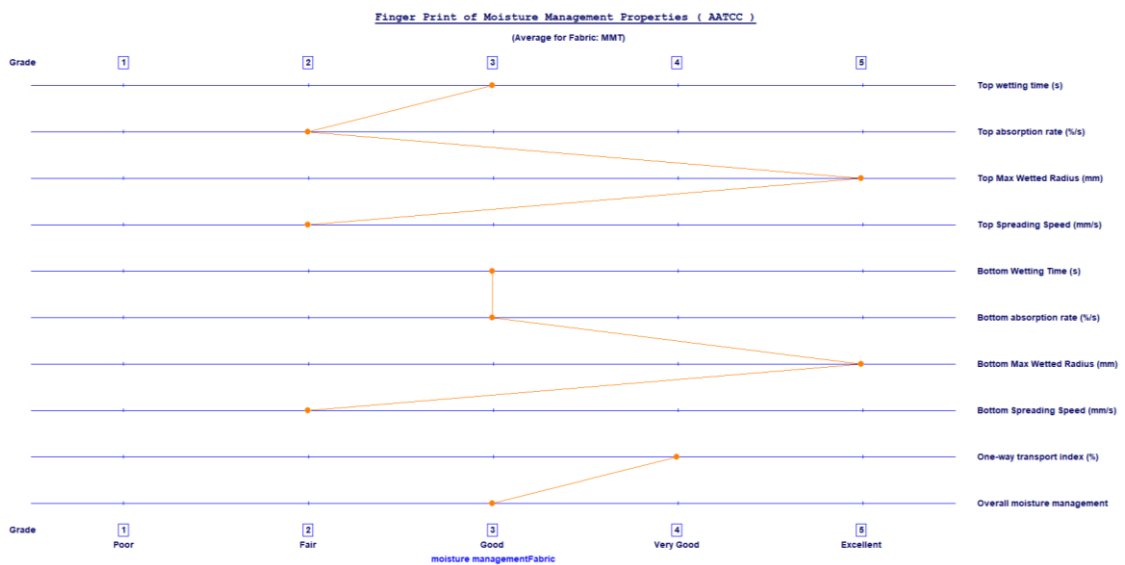
Slika 48. Fingerprint uzorka komercijalne polieterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 30 minuta



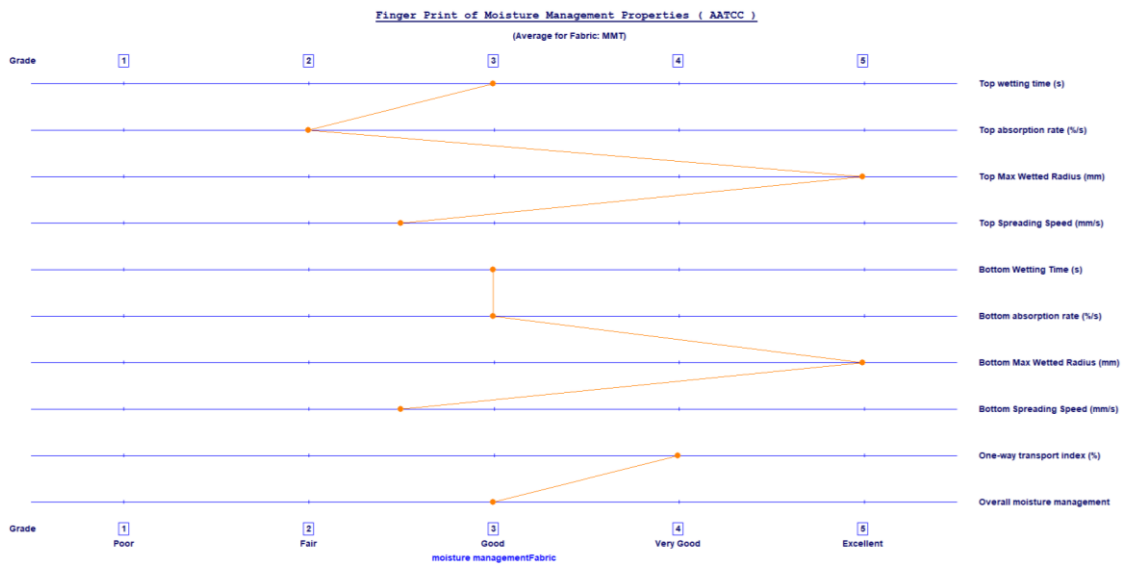
Slika 49. Fingerprint uzorka komercijalne polieterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 60 minuta



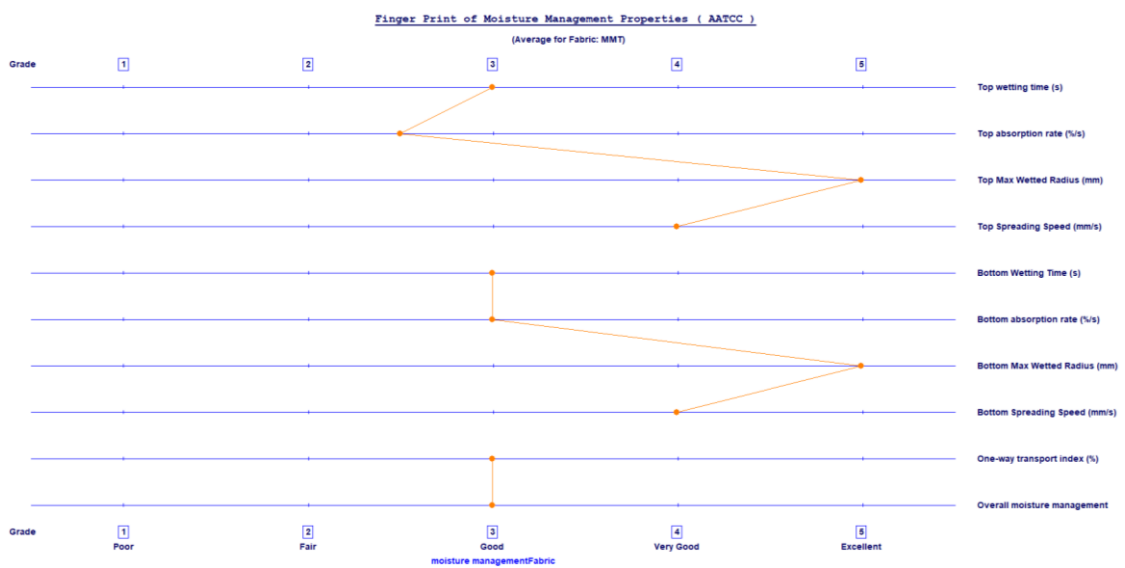
Slika 50. *Fingerprint uzorka komercijalne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 120 minuta*



Slika 51. *Fingerprint uzorka komercijalne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 15 minuta*

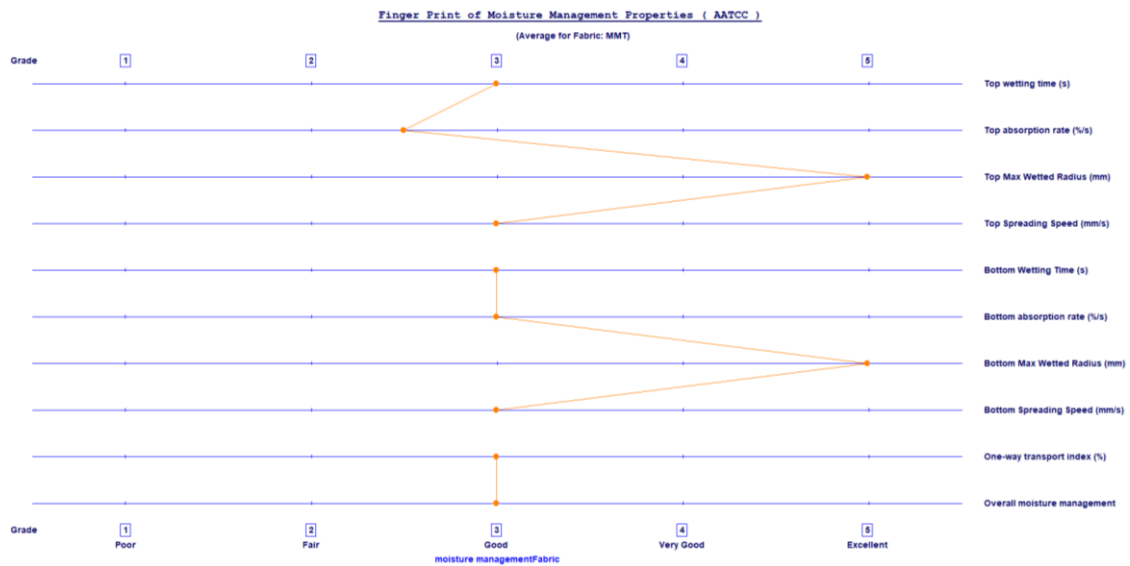


Slika 52. *Fingerprint uzorka komercijalne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 30 minuta*

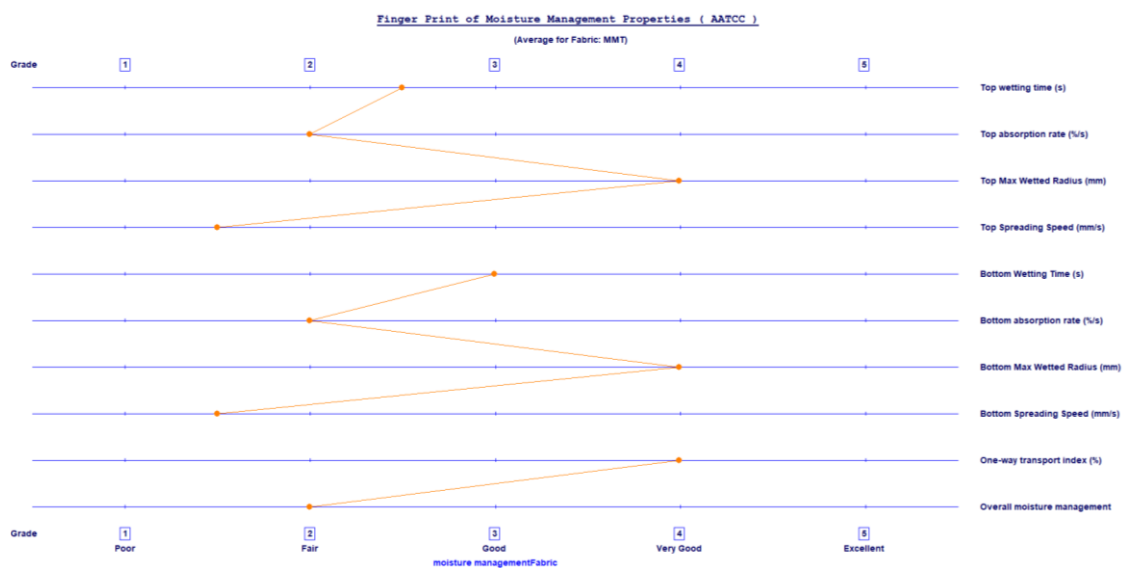


Slika 53. *Fingerprint uzorka komercijalne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 60 minuta*

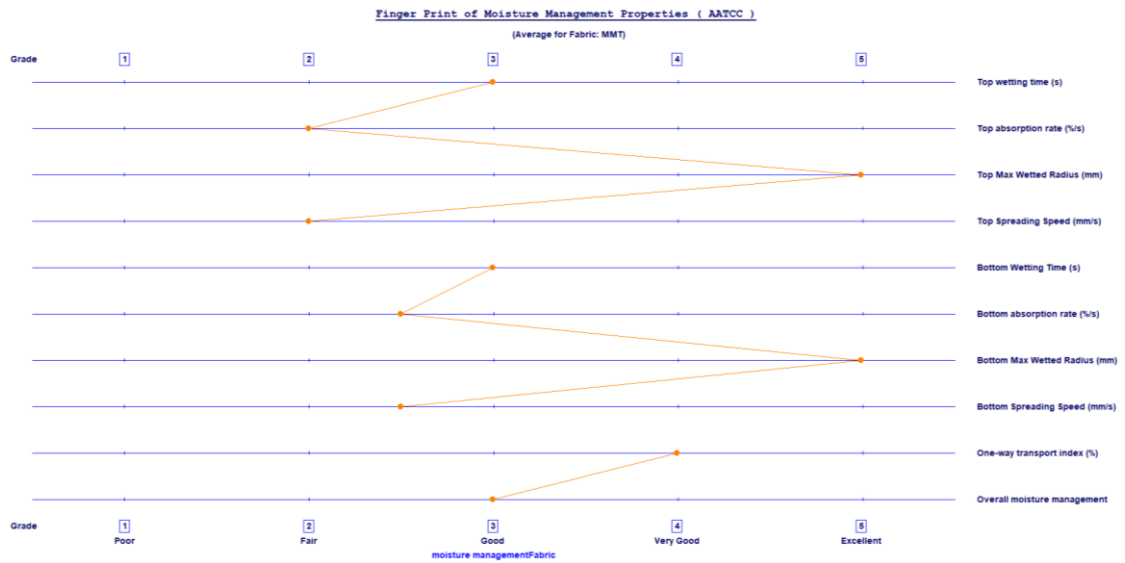




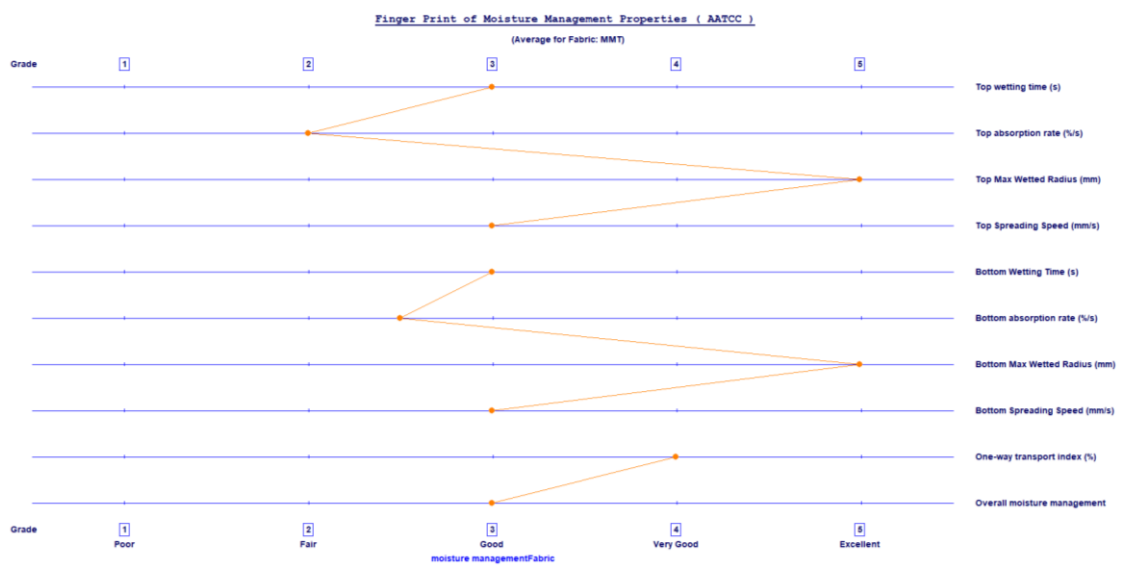
Slika 54. *Fingerprint uzorka komercijalne polieterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 120 minuta*



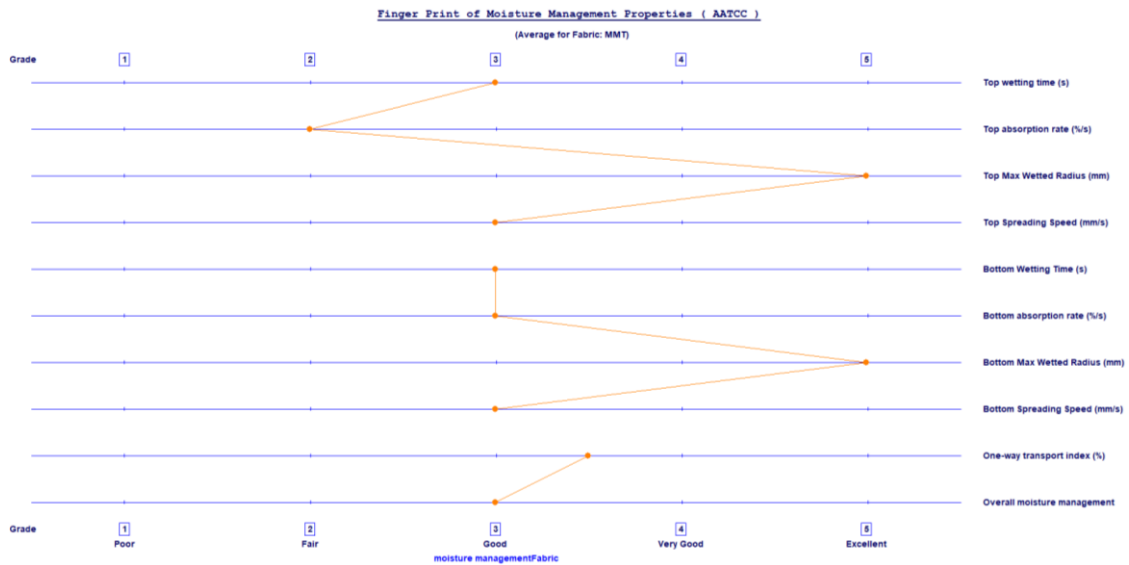
Slika 55. *Fingerprint uzorka komercijalne polieterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 15 minuta*



Slika 56. Fingerprint uzorka komercijalne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 30 minuta

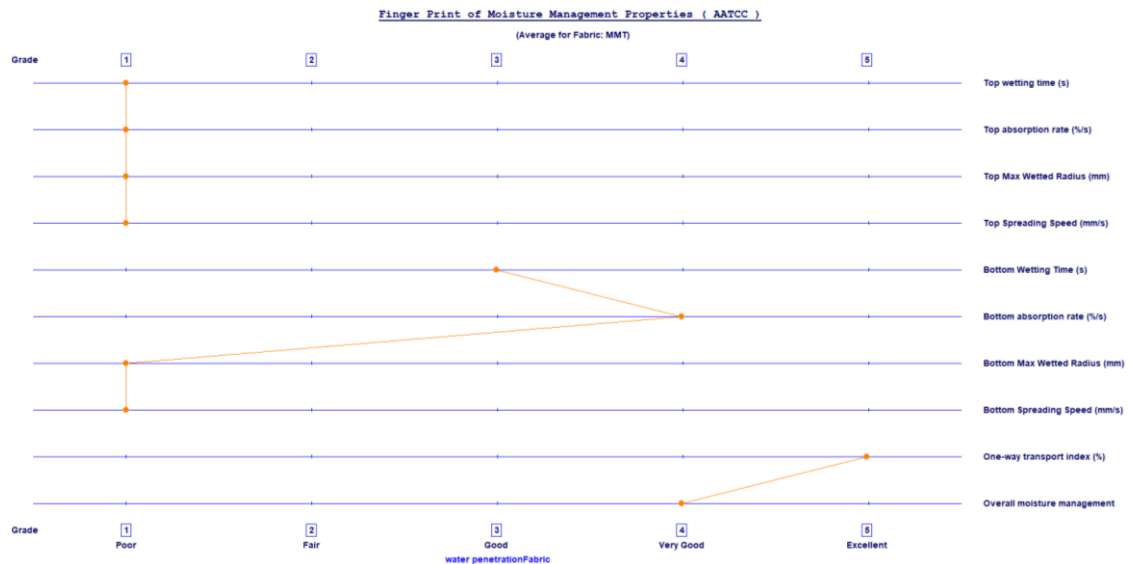


Slika 57. Fingerprint uzorka komercijalne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 60 minuta

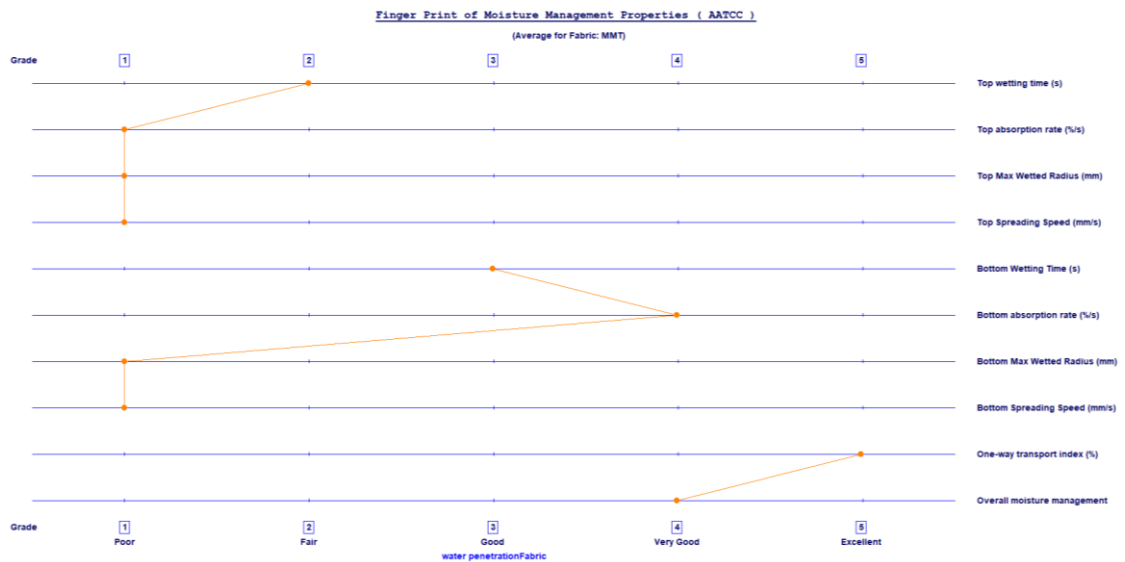


Slika 58. Fingerprint uzorka komercijalne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 120 minuta

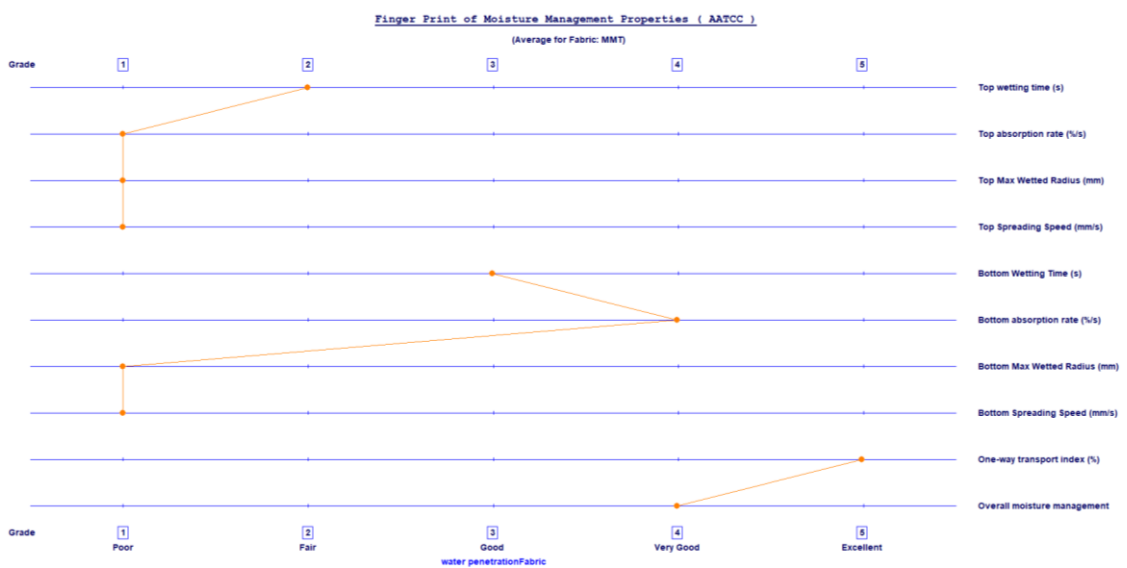
**Prilog 3.** Grafički prikaz rezultata uzoraka standardne poliesterske tkanine obrađenih enzimom Amanolipaza A iz *Aspergillus niger* na temperaturi od 100 °C dobivenih na uređaju za ispitivanje sposobnosti prijenosa vlage.



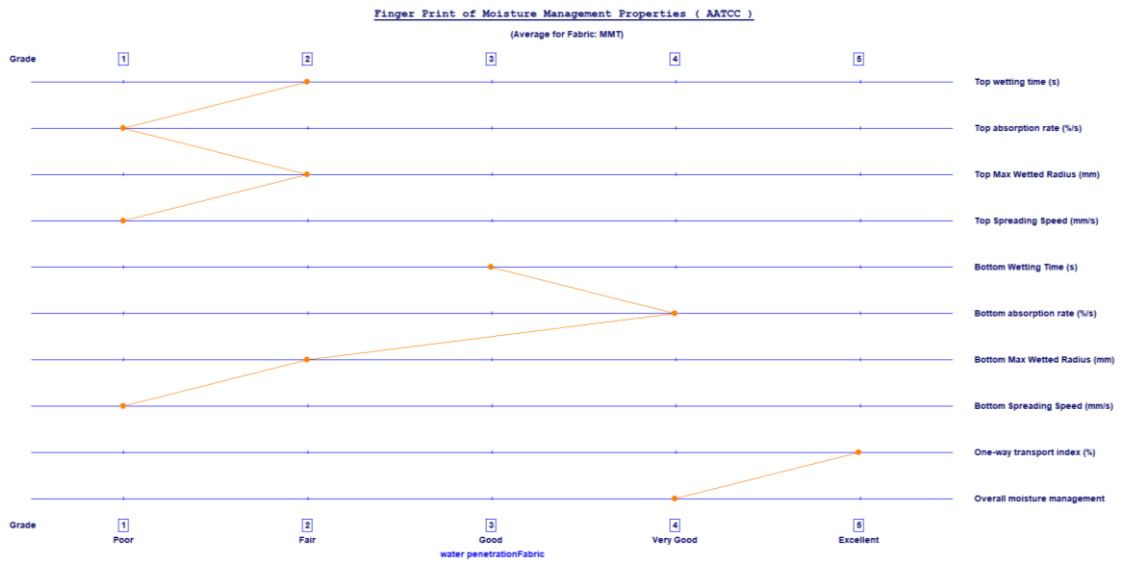
Slika 59. Fingerprint uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 15 minuta



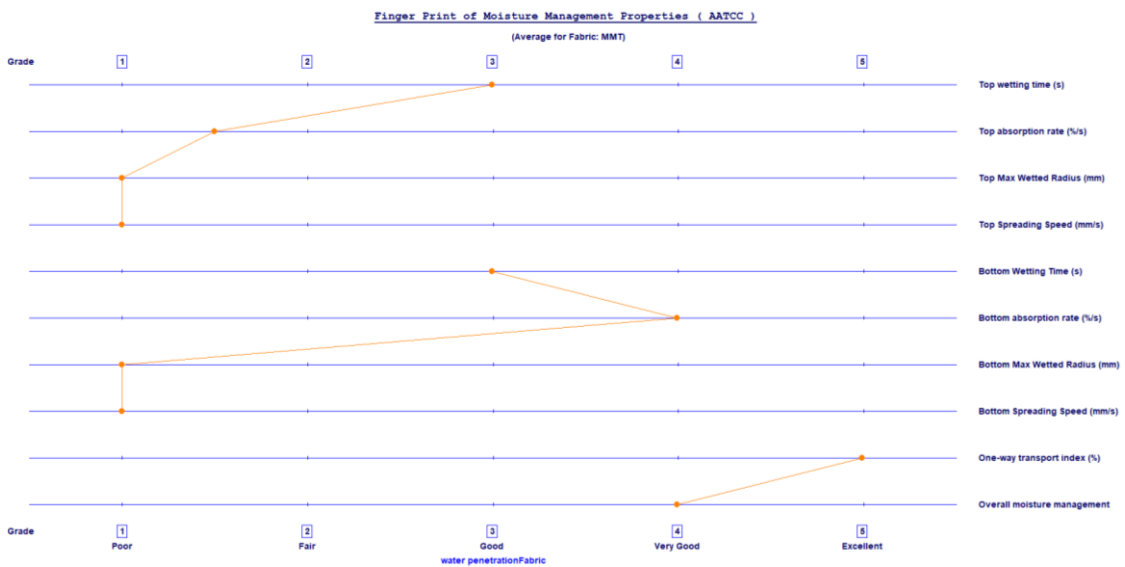
Slika 60. Fingerprint uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 30 minuta



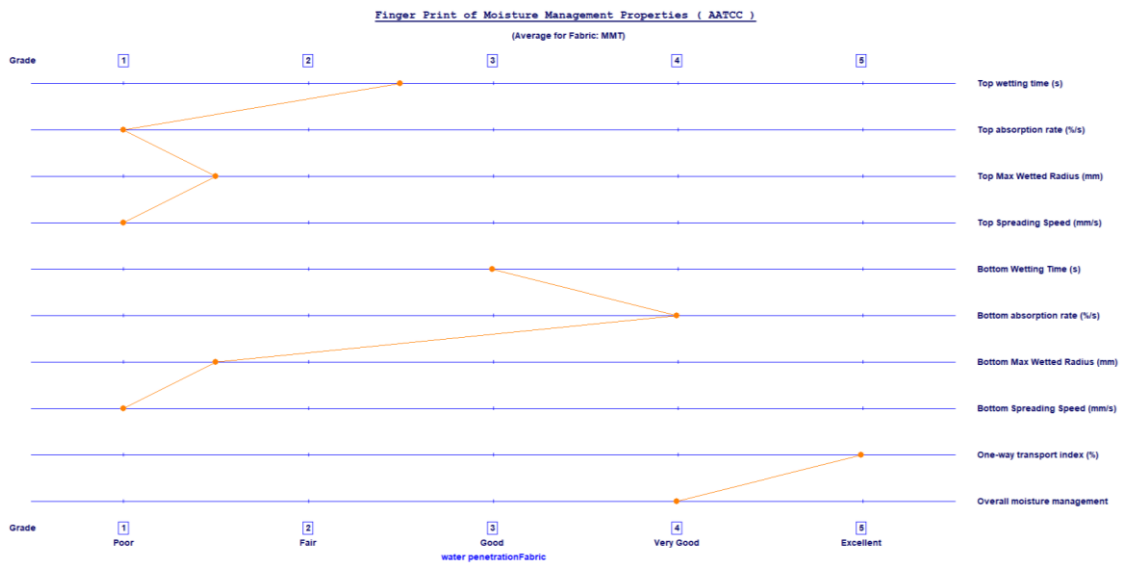
Slika 61. Fingerprint uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 60 minuta



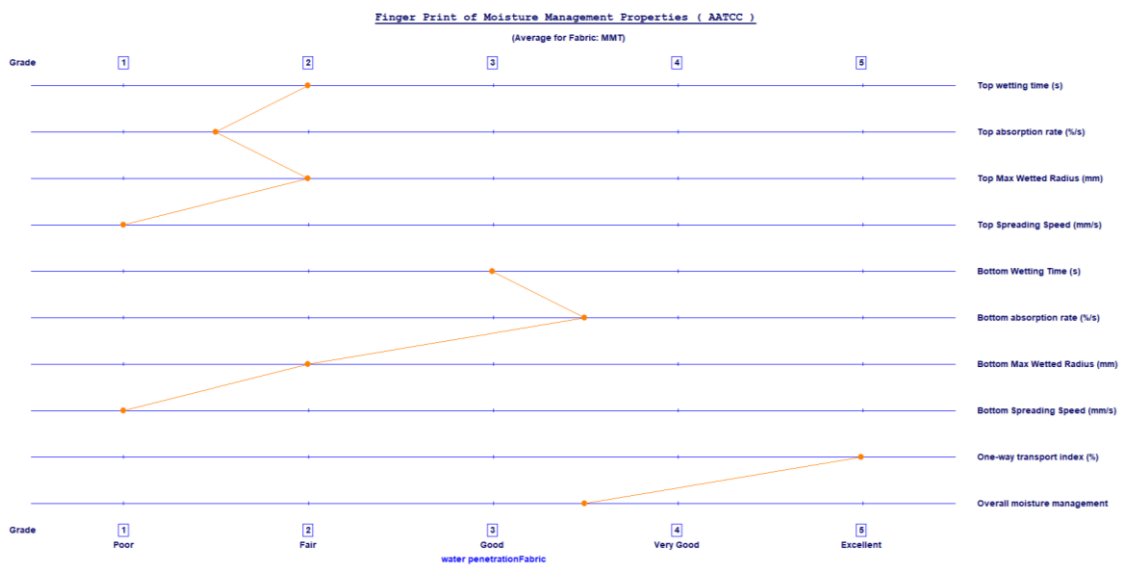
Slika 62. Fingerprint uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 120 minuta



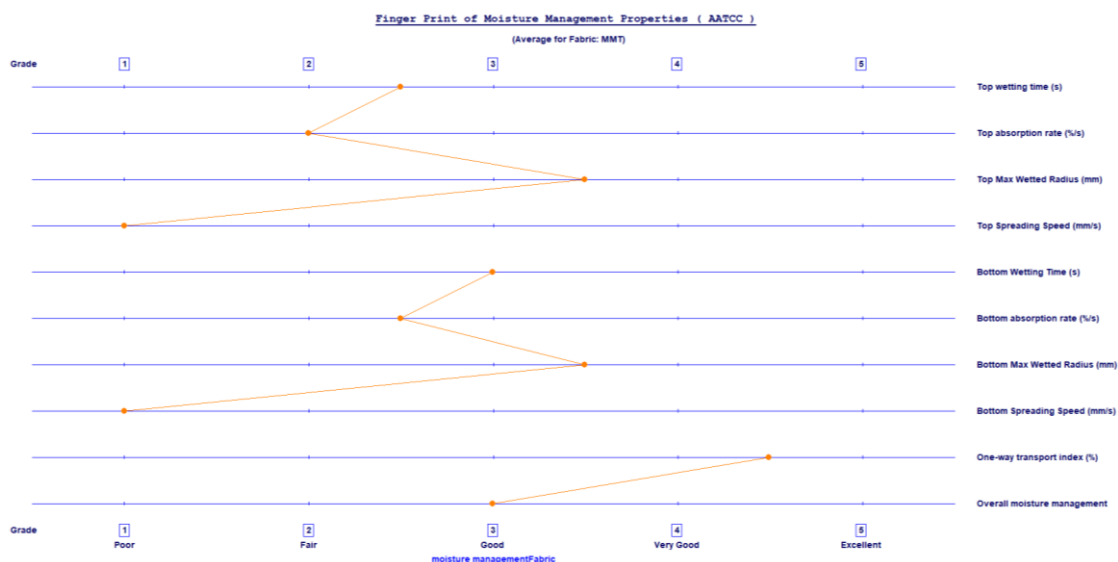
Slika 63. Fingerprint uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 15 minuta



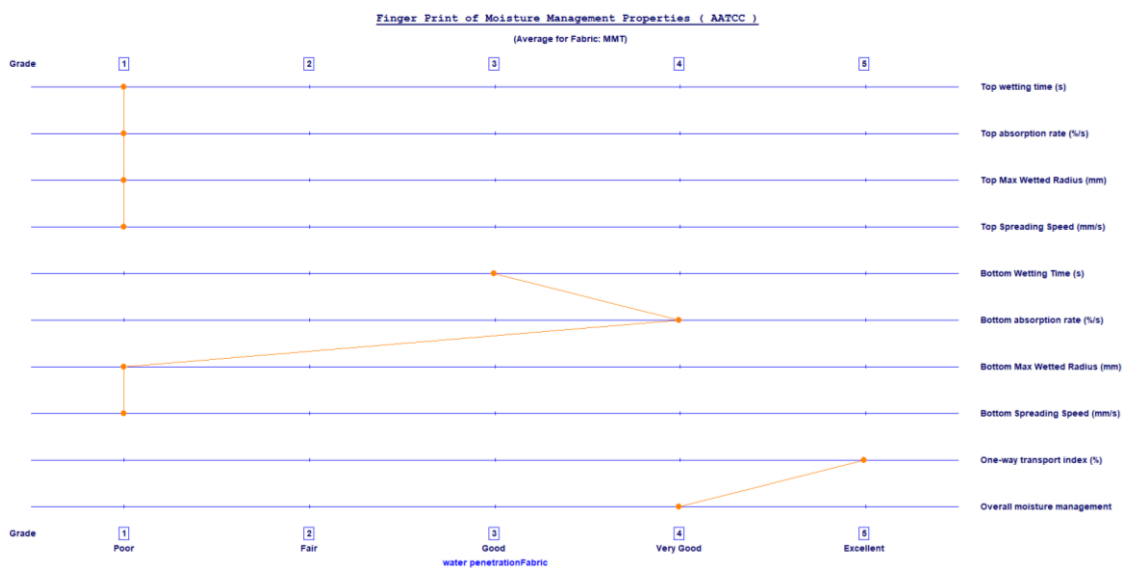
Slika 64. Fingerprint uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 30 minuta



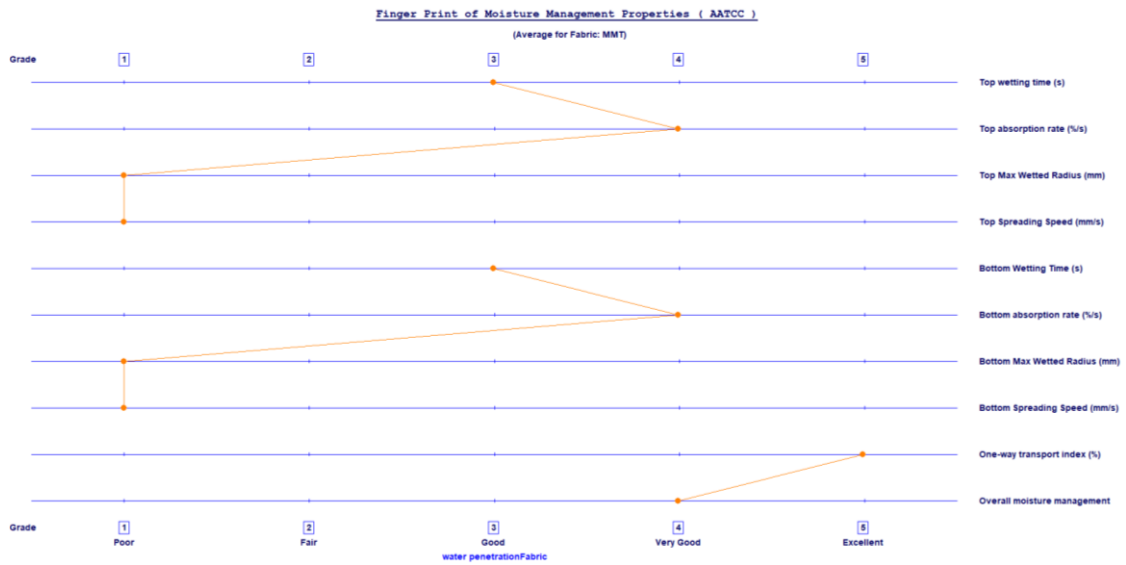
Slika 65. Fingerprint uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 60 minuta



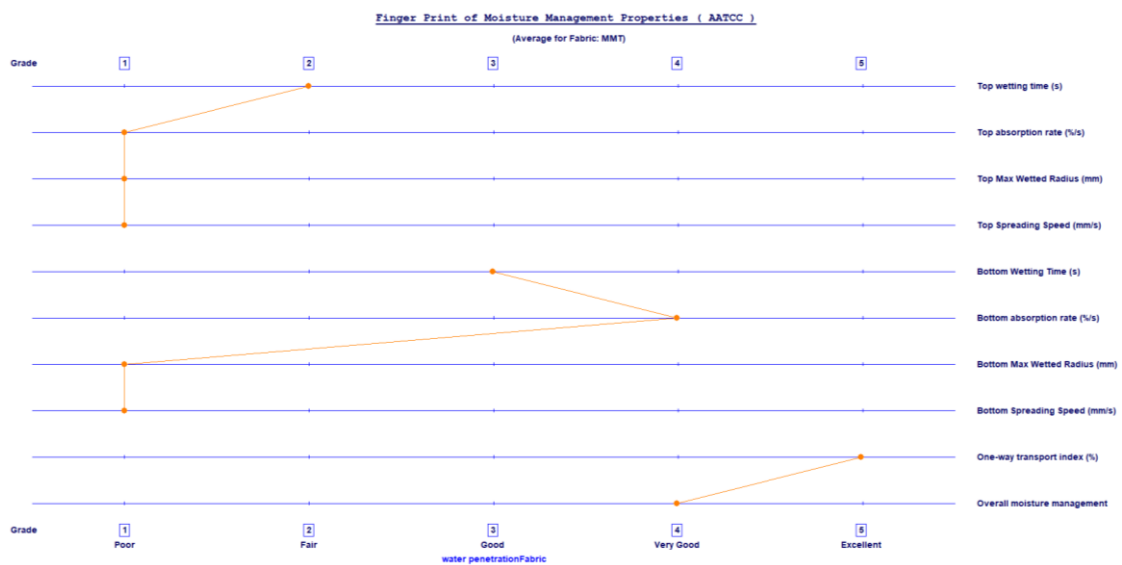
Slika 66. Fingerprint uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 120 minuta



Slika 67. Fingerprint uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 15 minuta

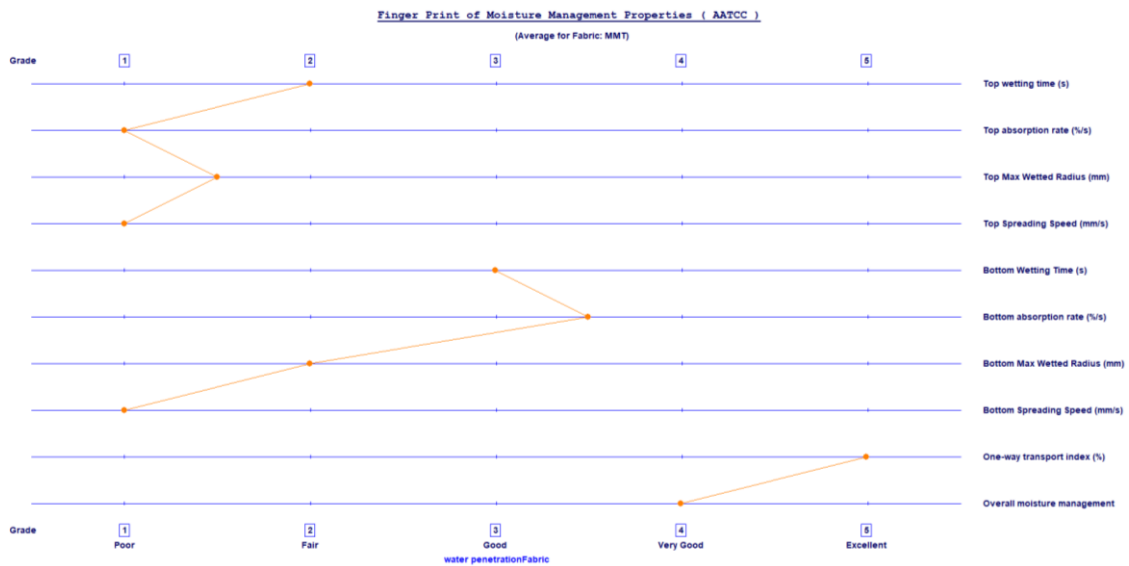


Slika 68. Fingerprint uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 30 minuta

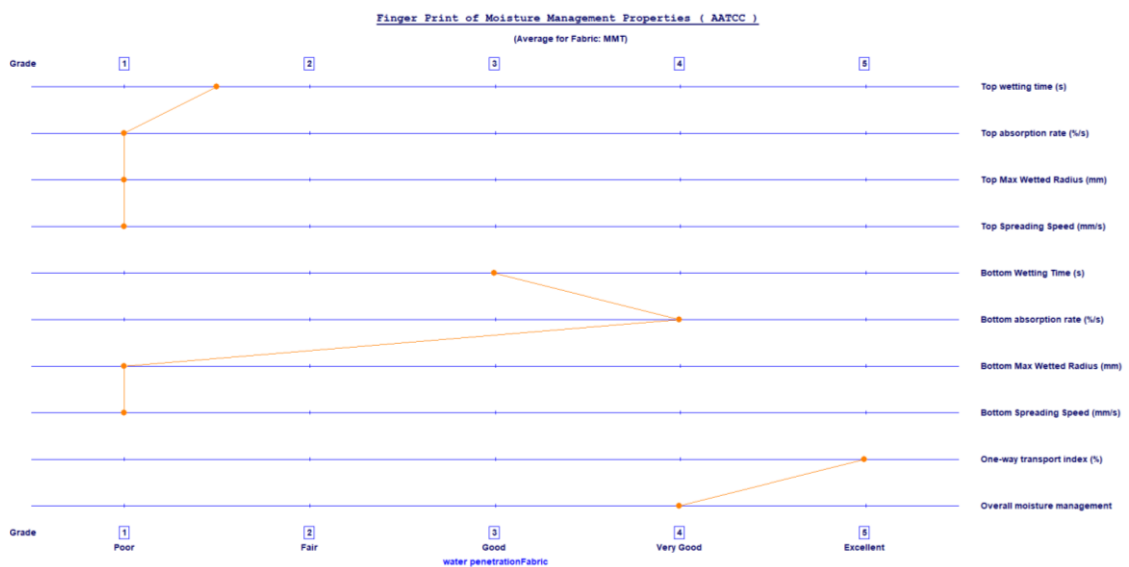


Slika 69. Fingerprint uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 60 minuta

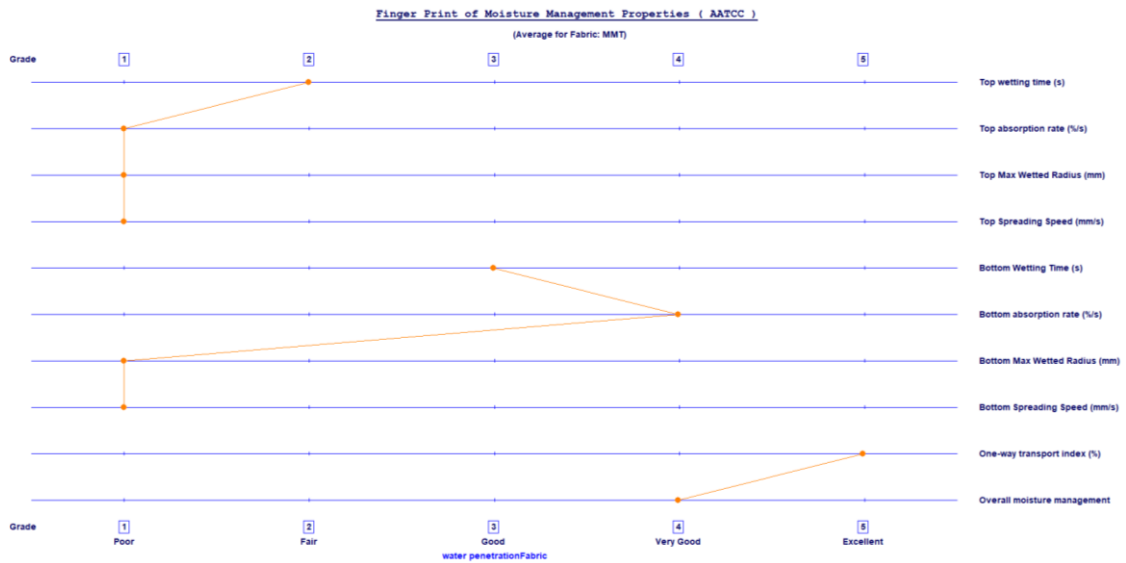




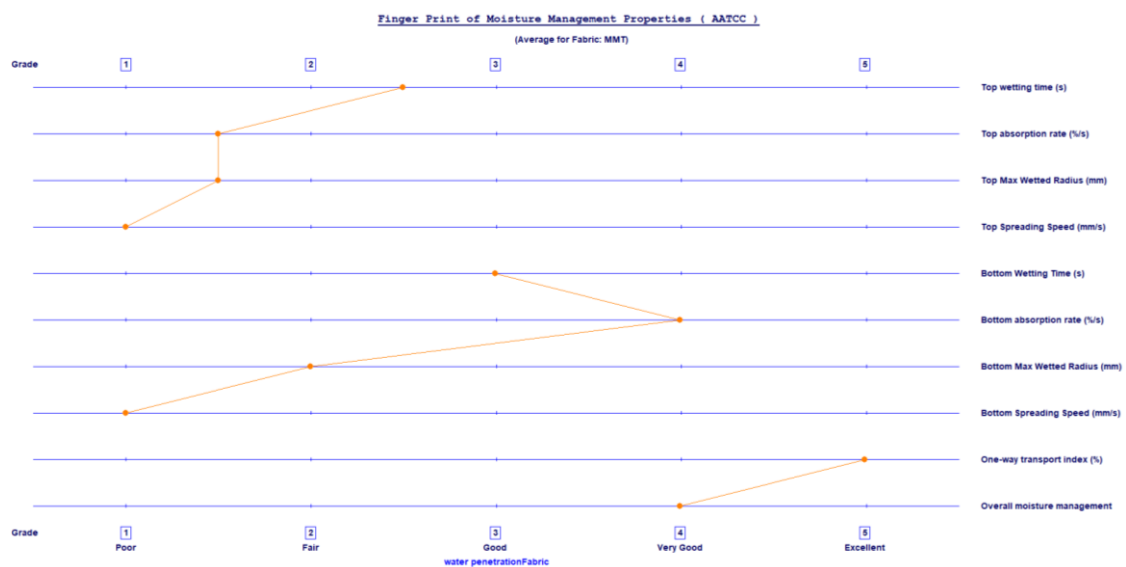
Slika 70. Fingerprint uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 120 minuta



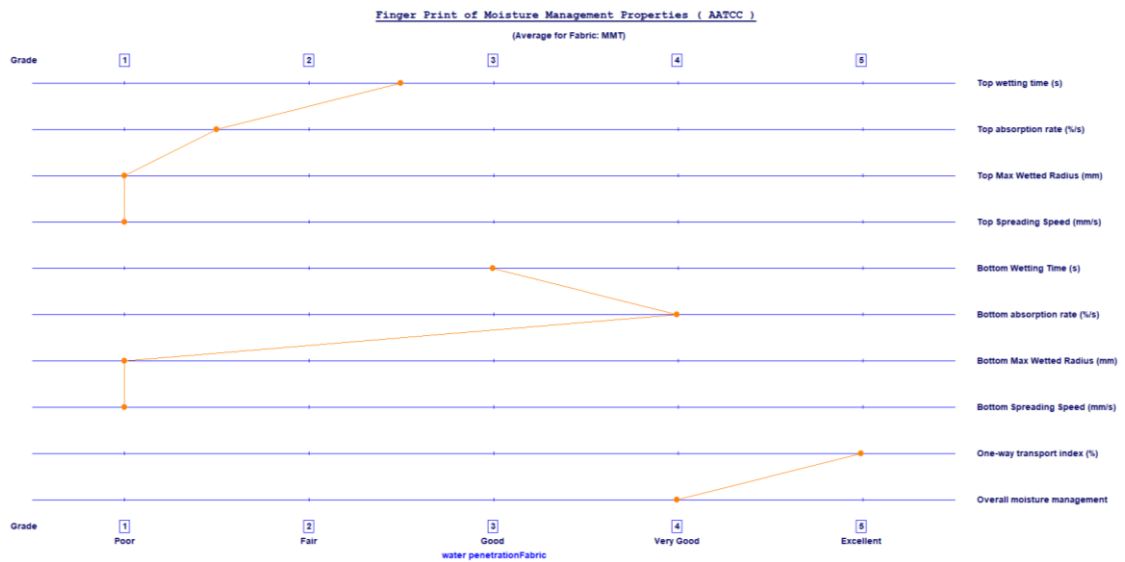
Slika 71. Fingerprint uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 15 minuta



Slika 72. Fingerprint uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 30 minuta

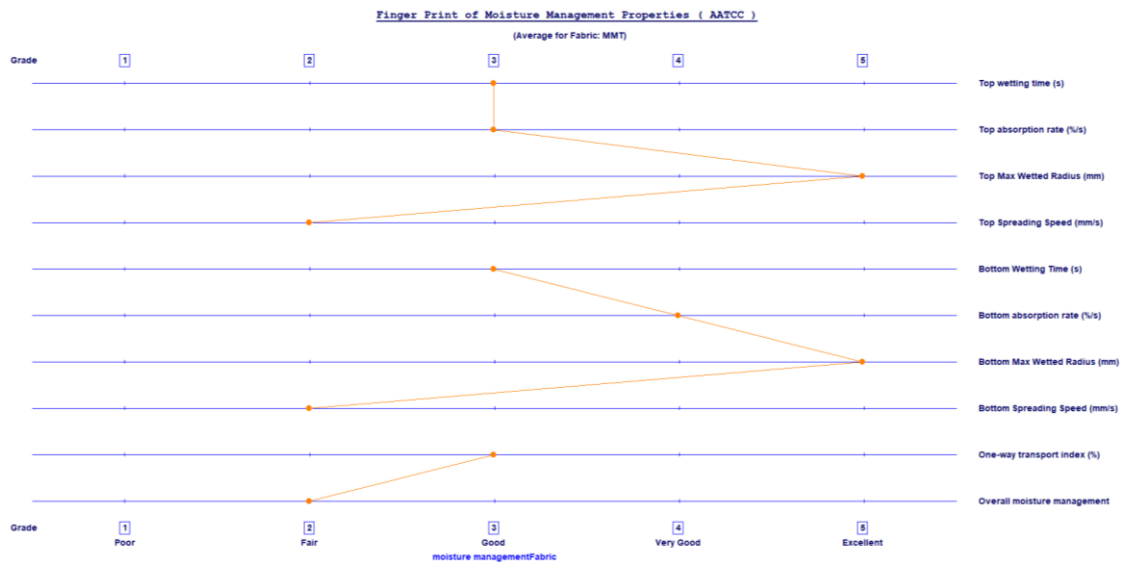


Slika 73. Fingerprint uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 60 minuta

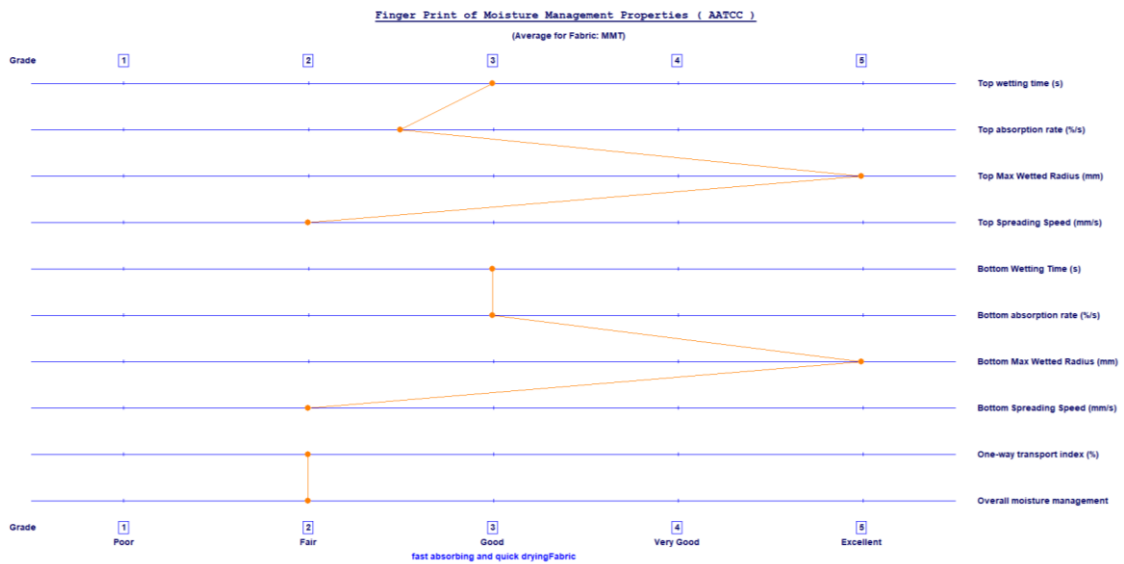


Slika 74. Fingerprint uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 120 minuta

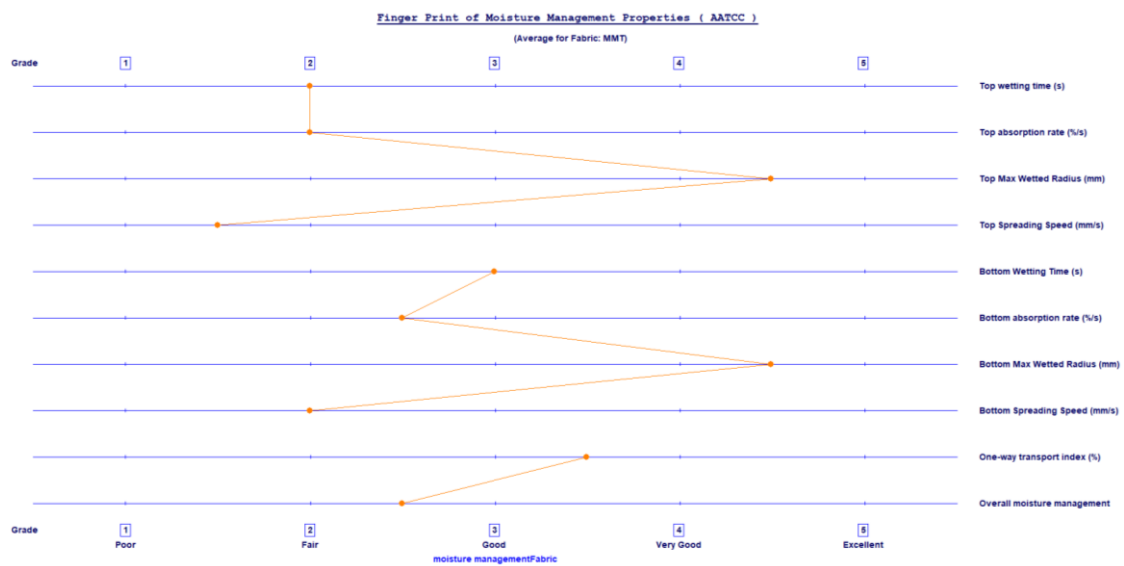
**Prilog 4.** Grafički prikaz rezultata uzoraka komercijalne poliesterske tkanine obrađenih enzimom Amanolipaza A iz *Aspergillus niger* na temperaturi od 100 °C dobivenih na uređaju za ispitivanje sposobnosti prijenosa vlage.



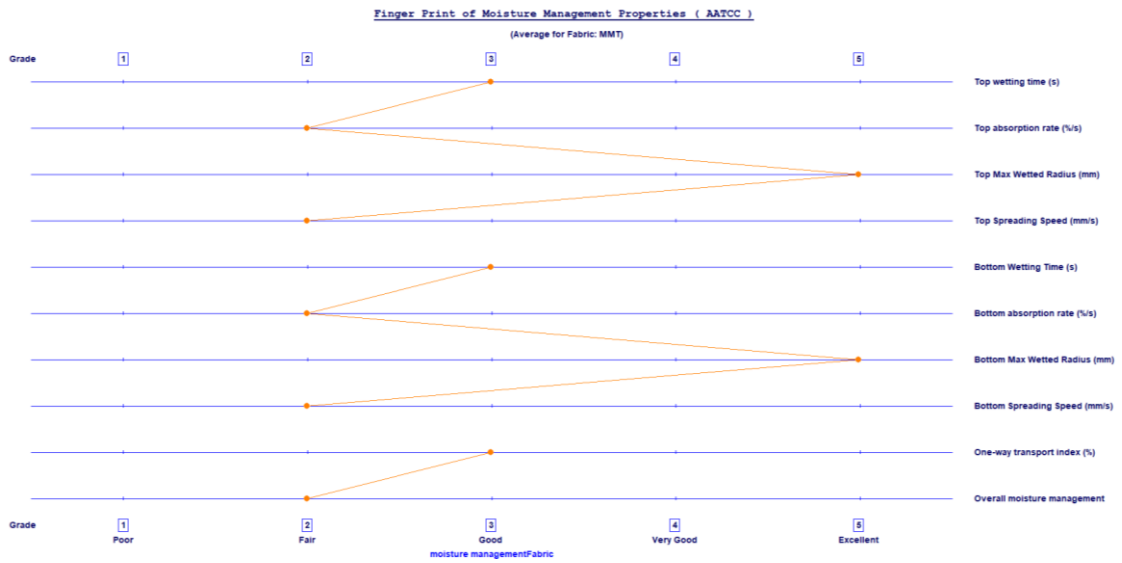
Slika 75. Fingerprint uzorka komercijalne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 15 minuta



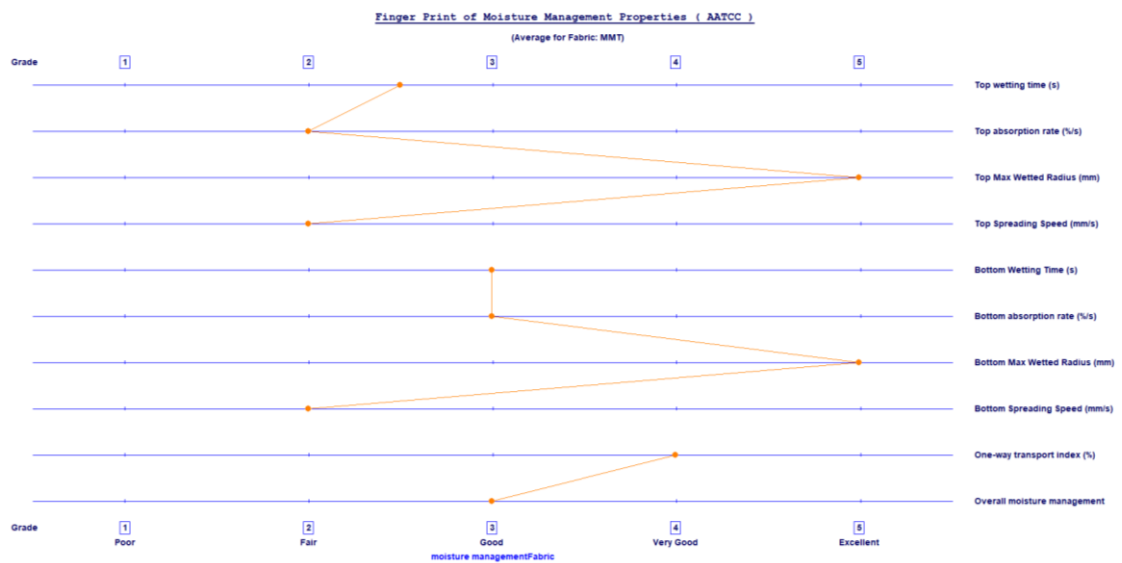
Slika 76. Fingerprint uzorka komercijalne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 30 minuta



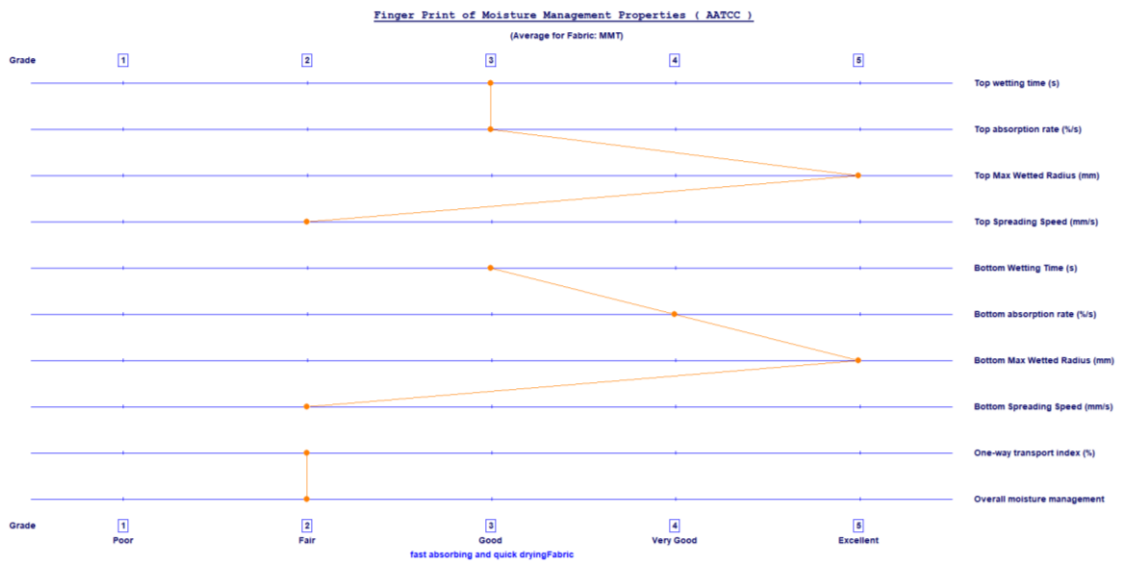
Slika 77. Fingerprint uzorka komercijalne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 60 minuta



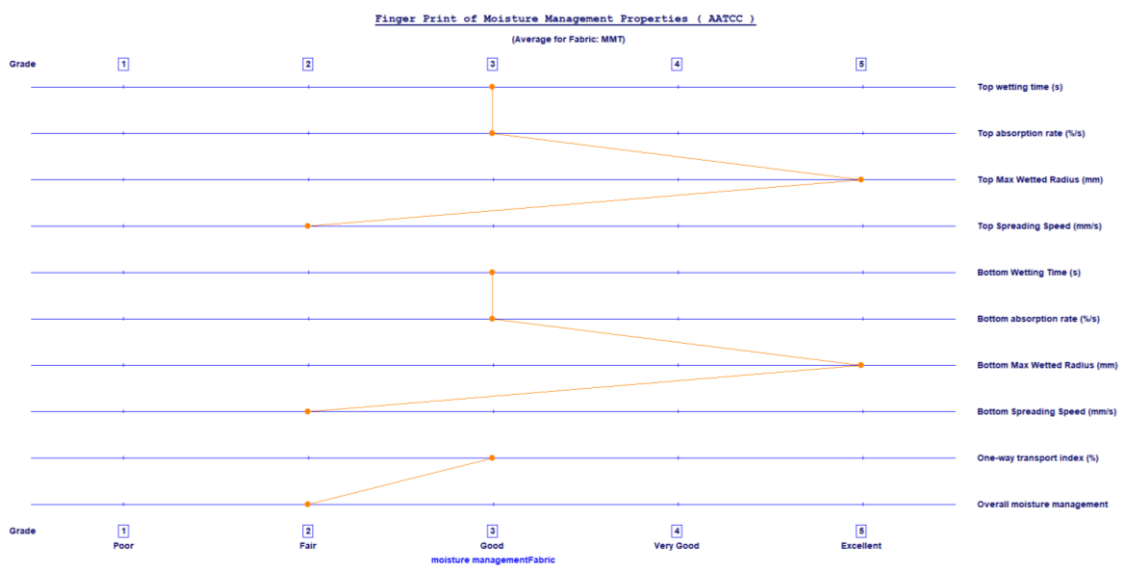
Slika 78. Fingerprint uzorka komercijalne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 120 minuta



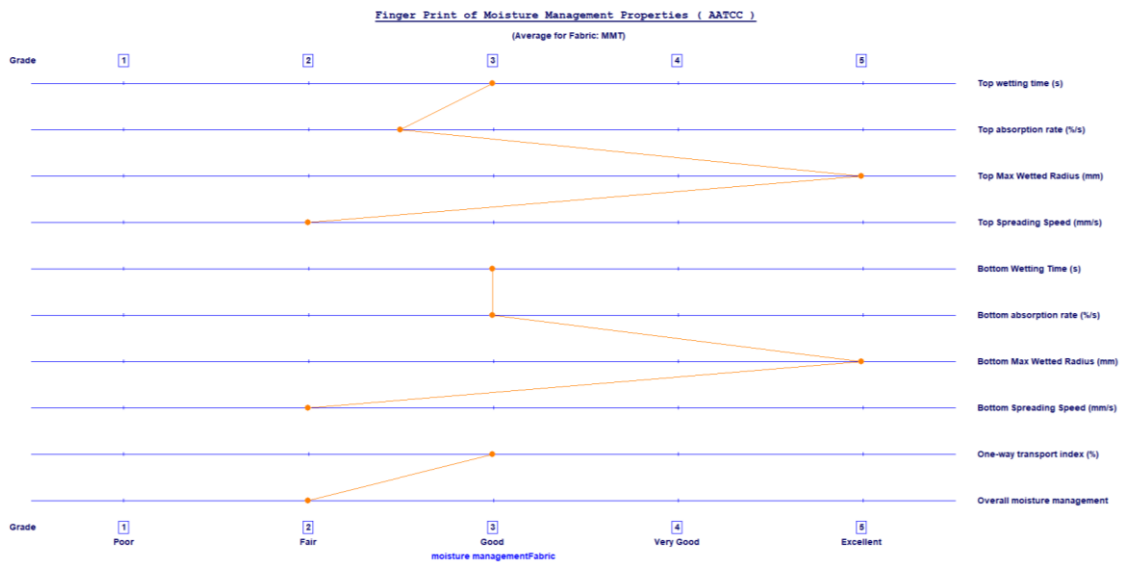
Slika 79. Fingerprint uzorka komercijalne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 15 minuta



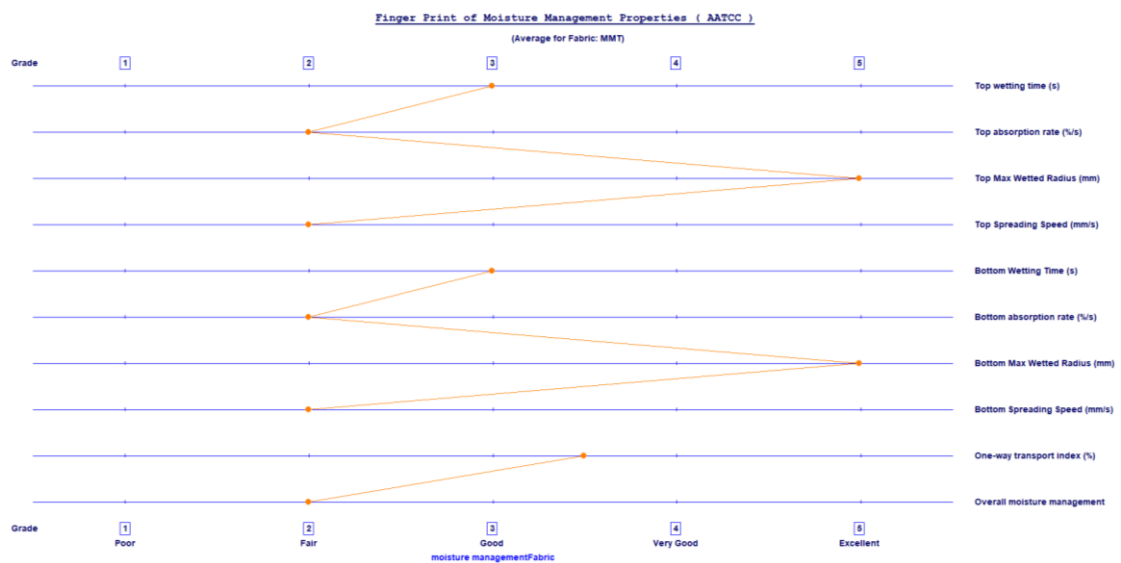
Slika 80. Fingerprint uzorka komercijalne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 30 minuta



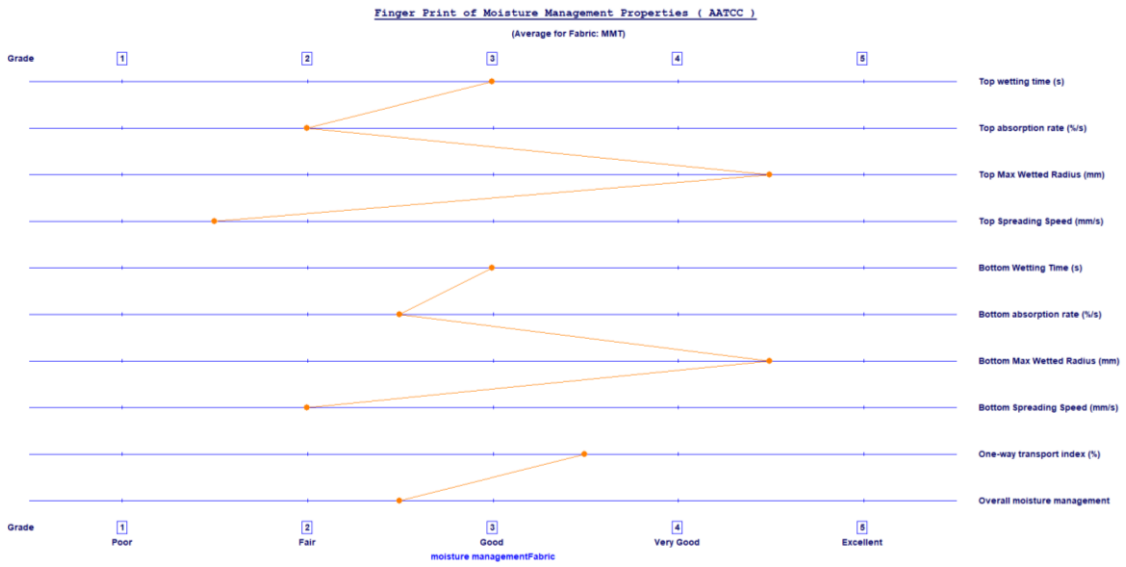
Slika 81. Fingerprint uzorka komercijalne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 60 minuta



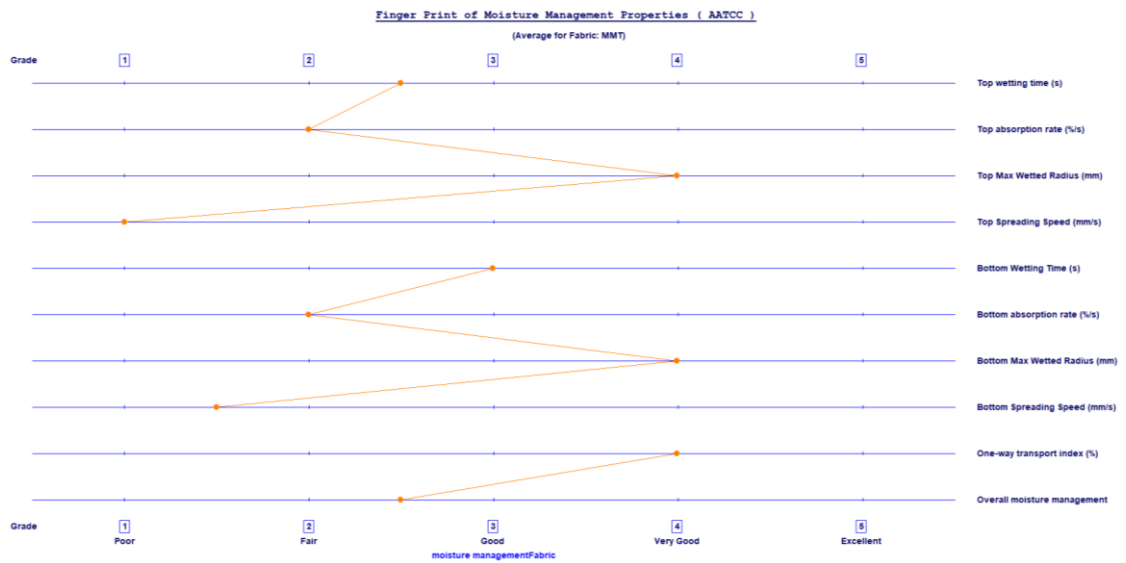
Slika 82. Fingerprint uzorka komercijalne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 120 minuta



Slika 83. Fingerprint uzorka komercijalne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 15 minuta

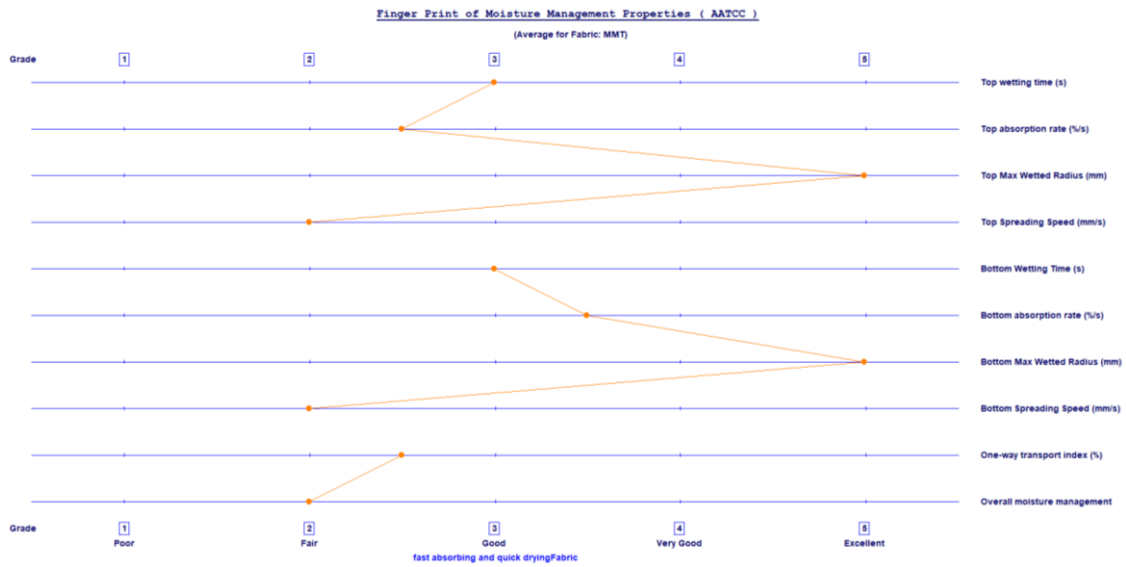


Slika 84. *Fingerprint uzorka komercijalne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 30 minuta*

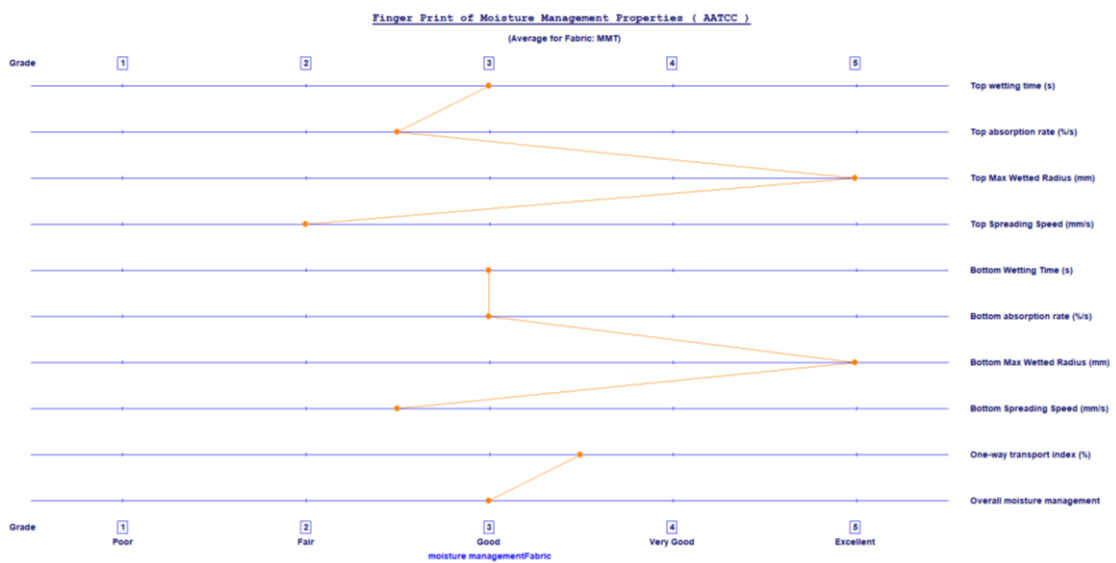


Slika 85. *Fingerprint uzorka komercijalne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 60 minuta*

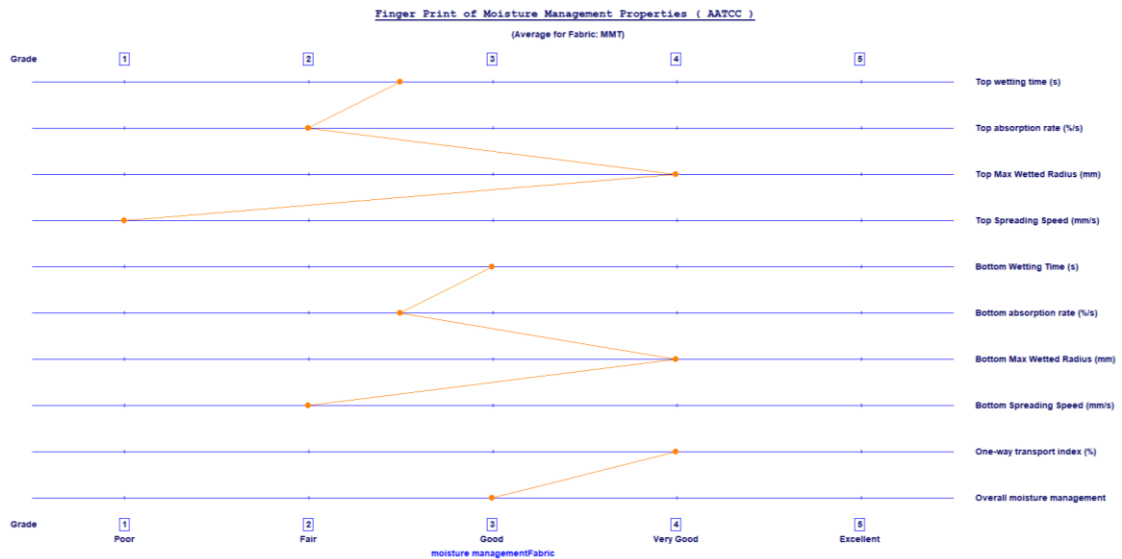




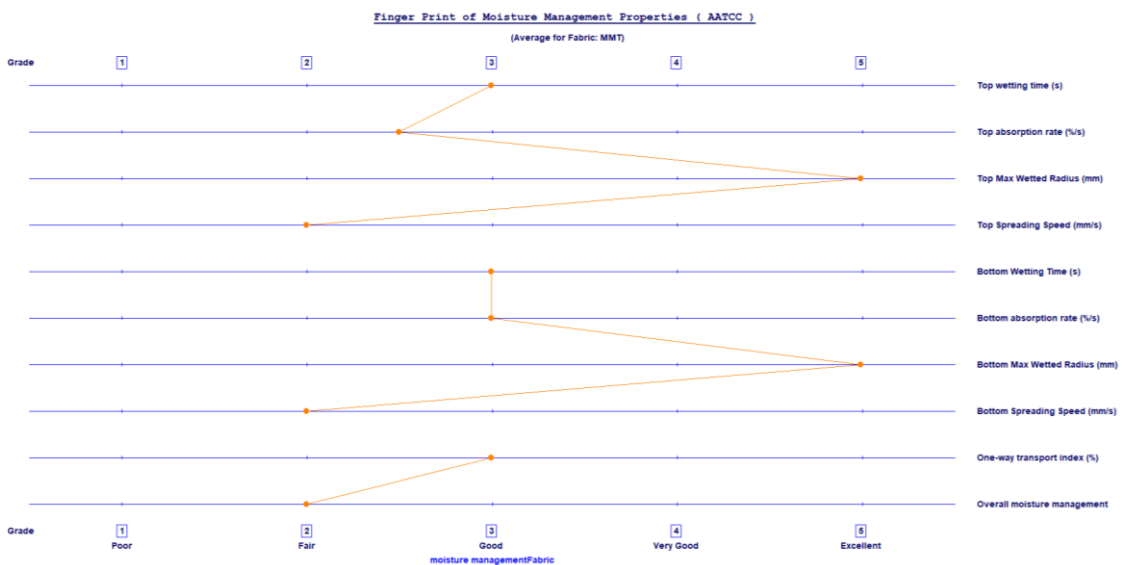
Slika 86. Fingerprint uzorka komercijalne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 120 minuta



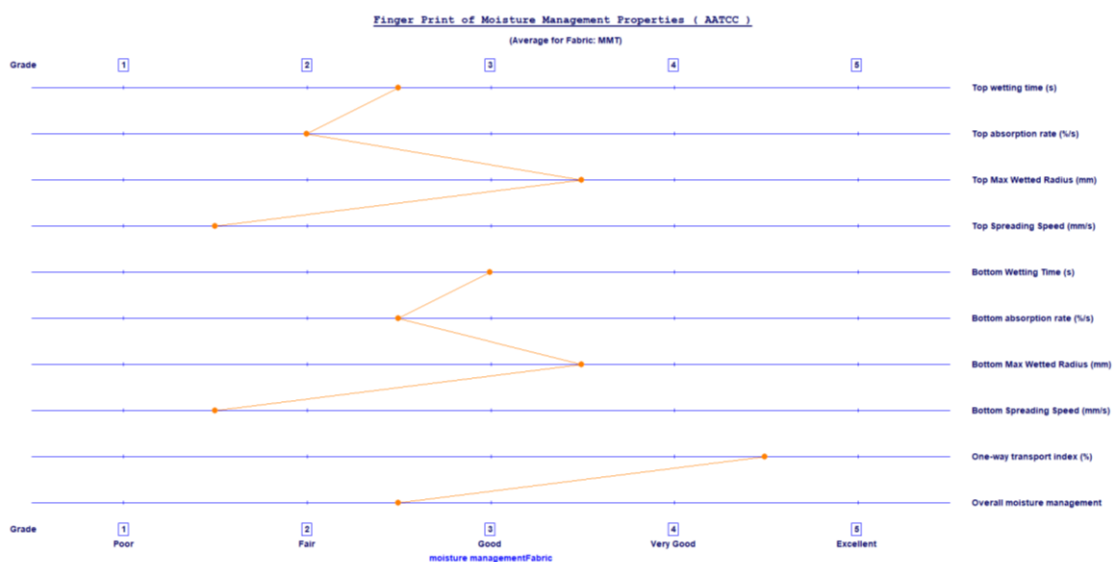
Slika 87. Fingerprint uzorka komercijalne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 15 minuta



Slika 88. Fingerprint uzorka komercijalne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 30 minuta

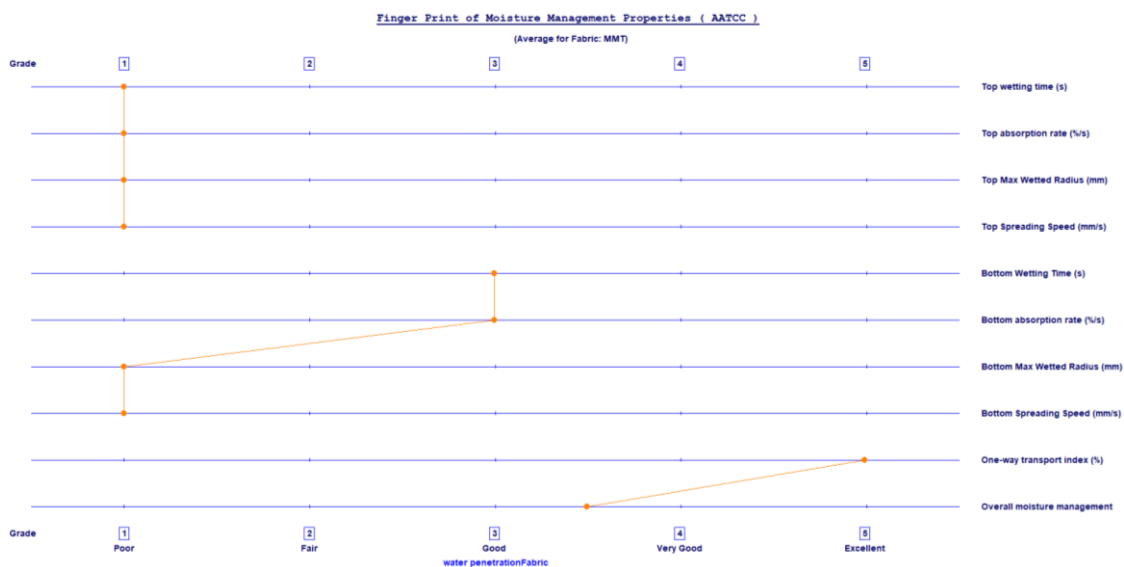


Slika 89. Fingerprint uzorka komercijalne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 60 minuta

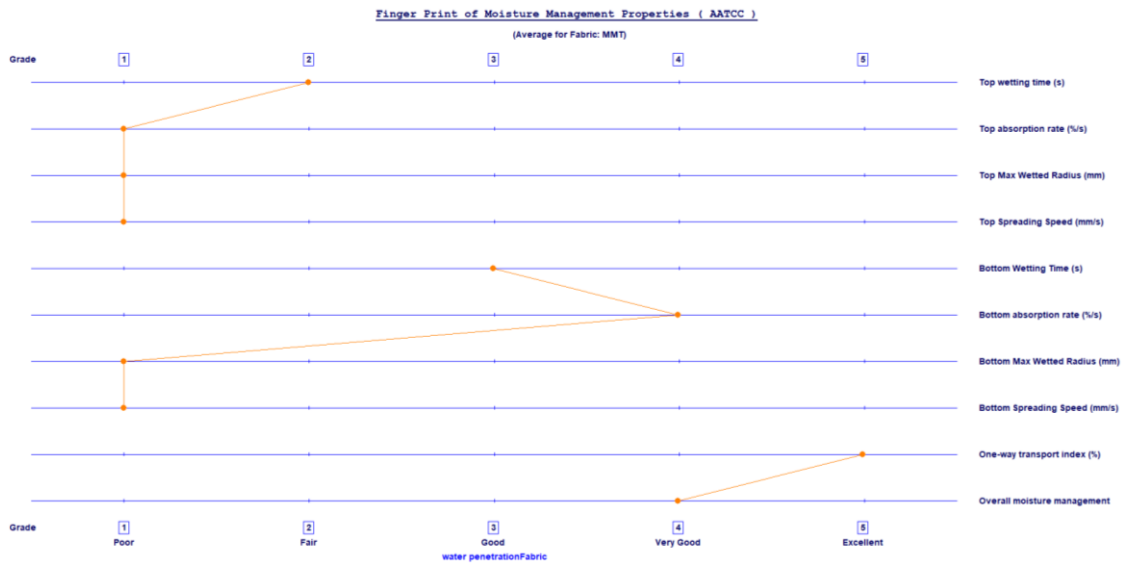


Slika 90. Fingerprint uzorka komercijalne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 120 minuta

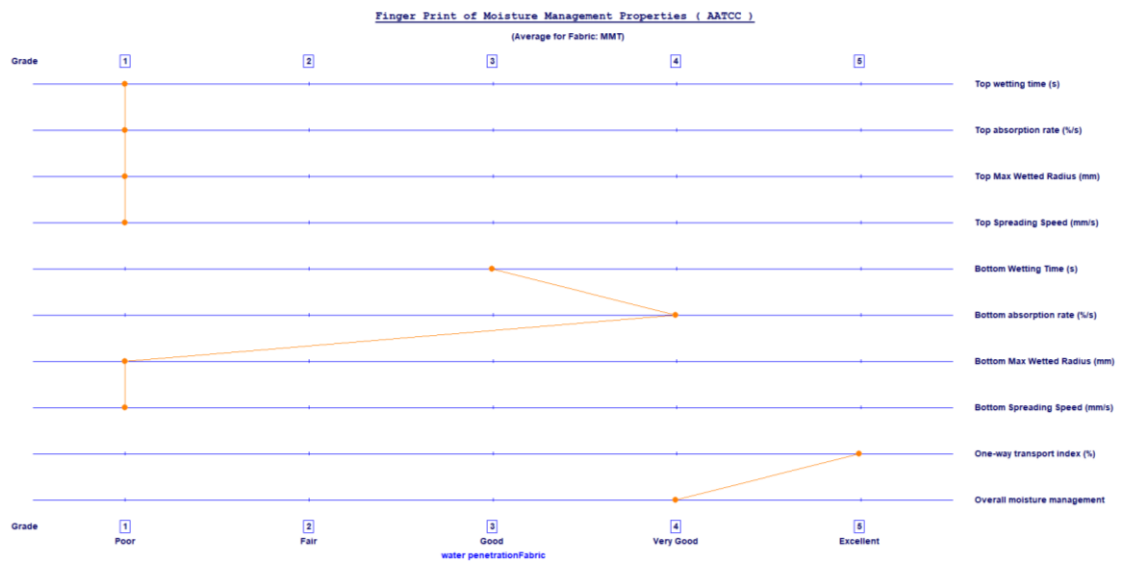
**Prilog 5.** Grafički prikaz rezultata uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenih enzimom Amanolipaza iz *Pseudomonas fluorescens* na temperaturi od 60 °C dobivenih na uređaju za ispitivanje sposobnosti prijenosa vlage.



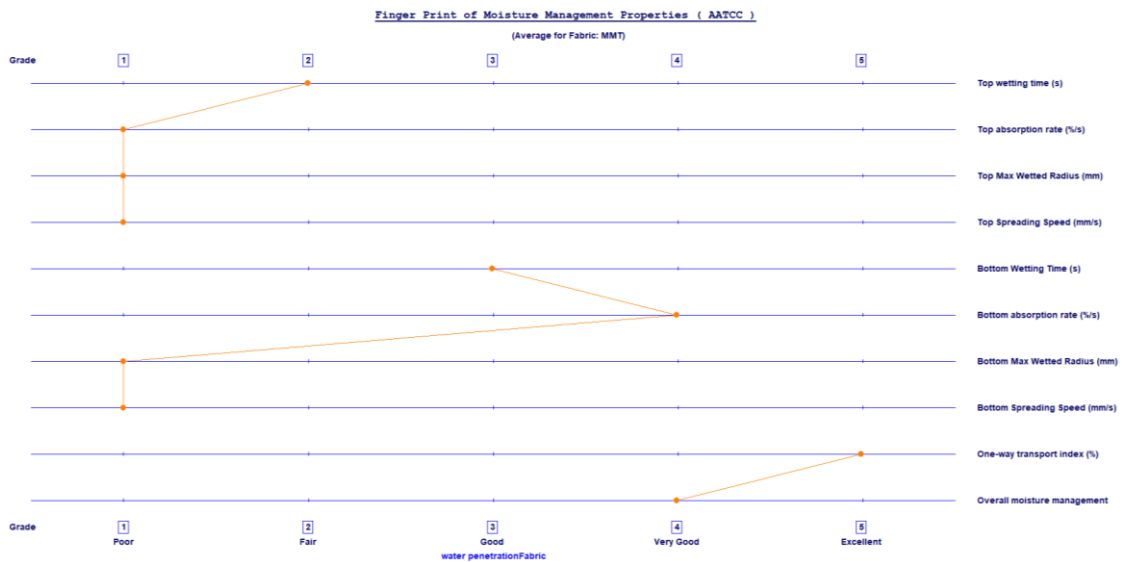
Slika 91. Fingerprint uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 15 minuta



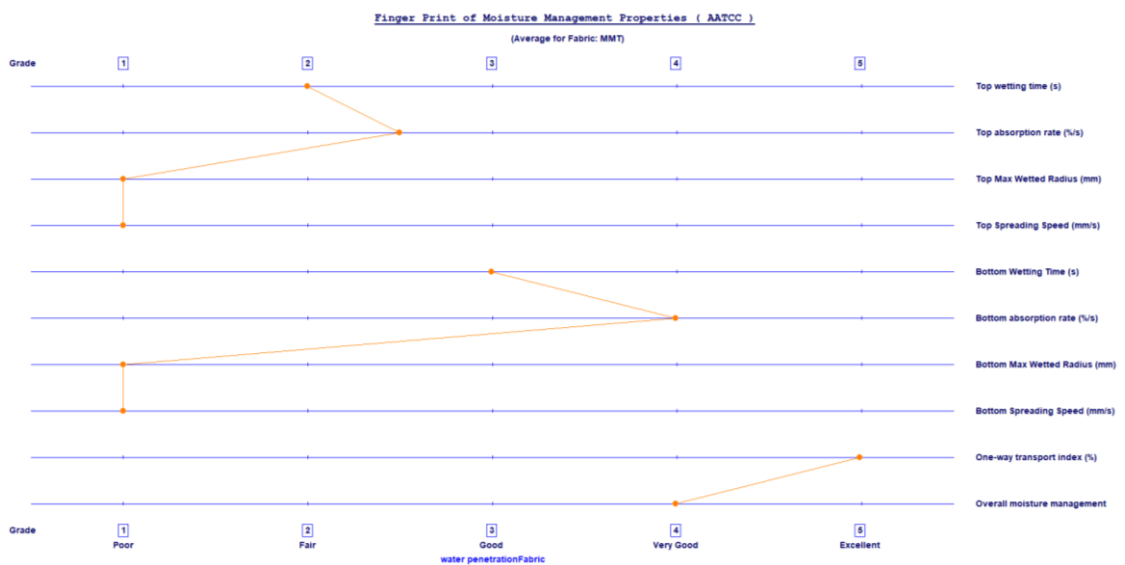
Slika 92. Fingerprint uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 30 minuta



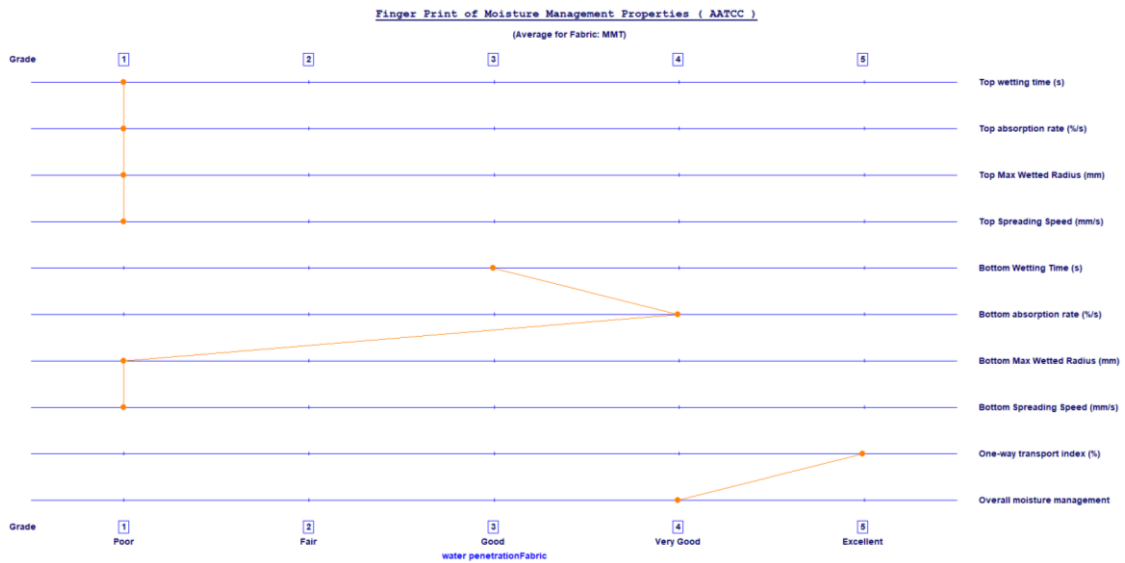
Slika 93. Fingerprint uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 60 minuta



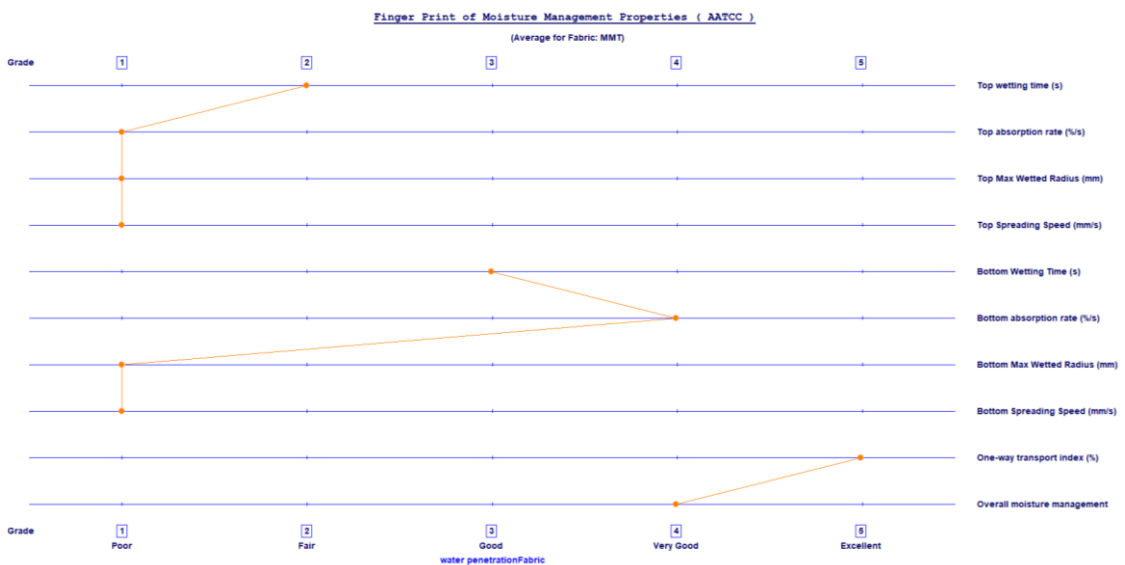
Slika 94. Fingerprint uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 120 minuta



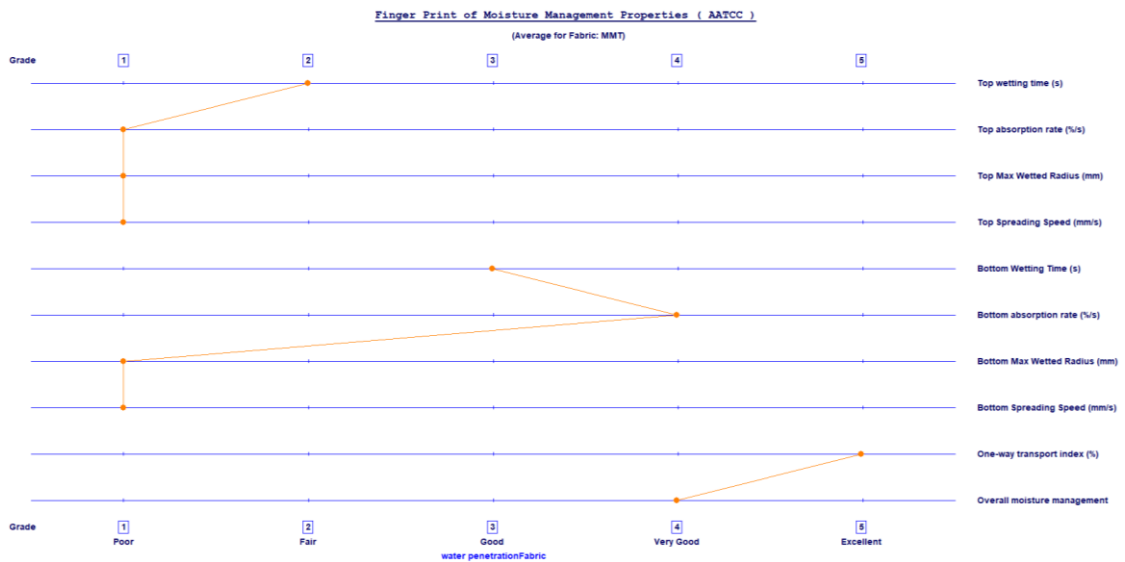
Slika 95. Fingerprint uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 15 minuta



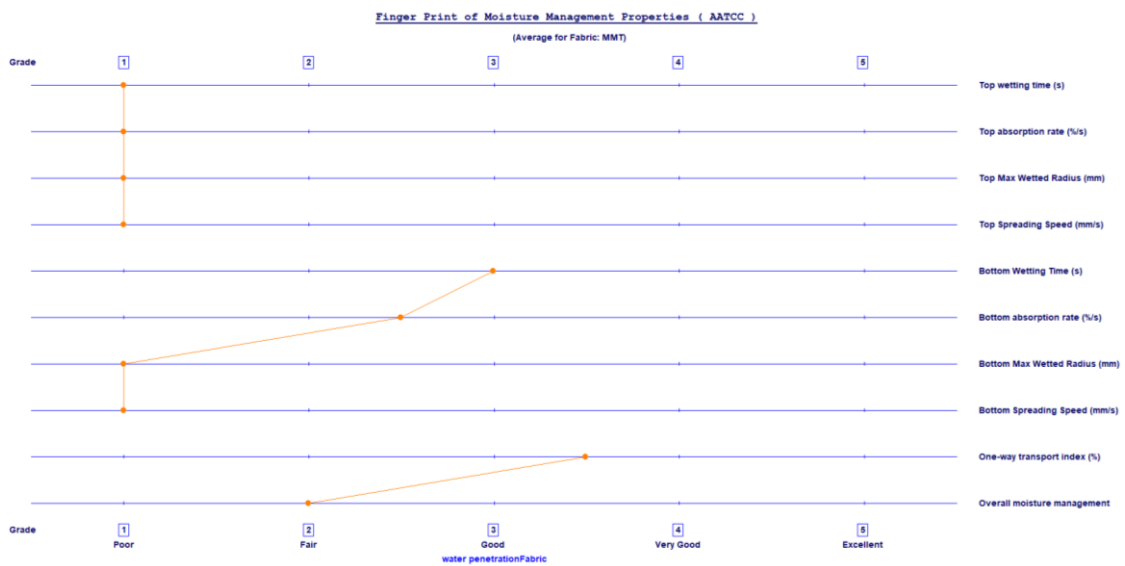
Slika 96. Fingerprint uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 30 minuta



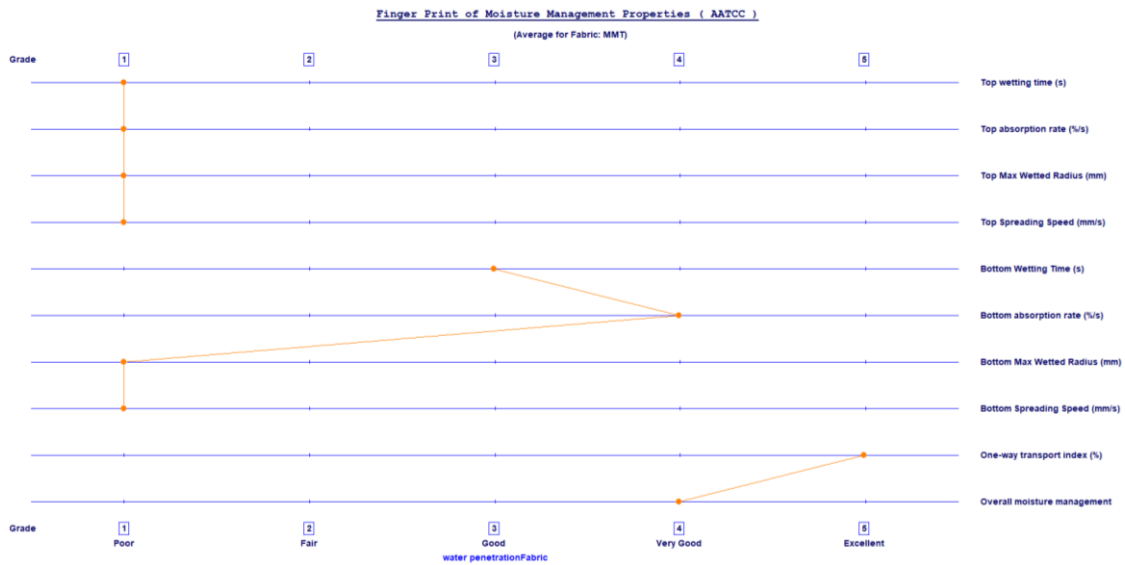
Slika 97. Fingerprint uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 60 minuta



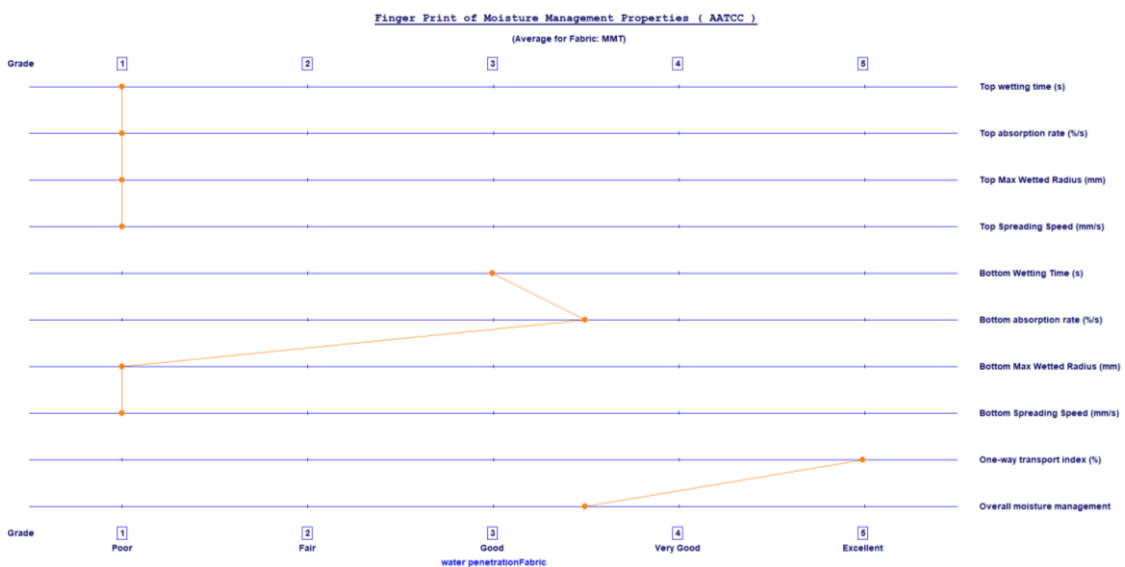
Slika 98. Fingerprint uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 120 minuta



Slika 99. Fingerprint uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 15 minuta

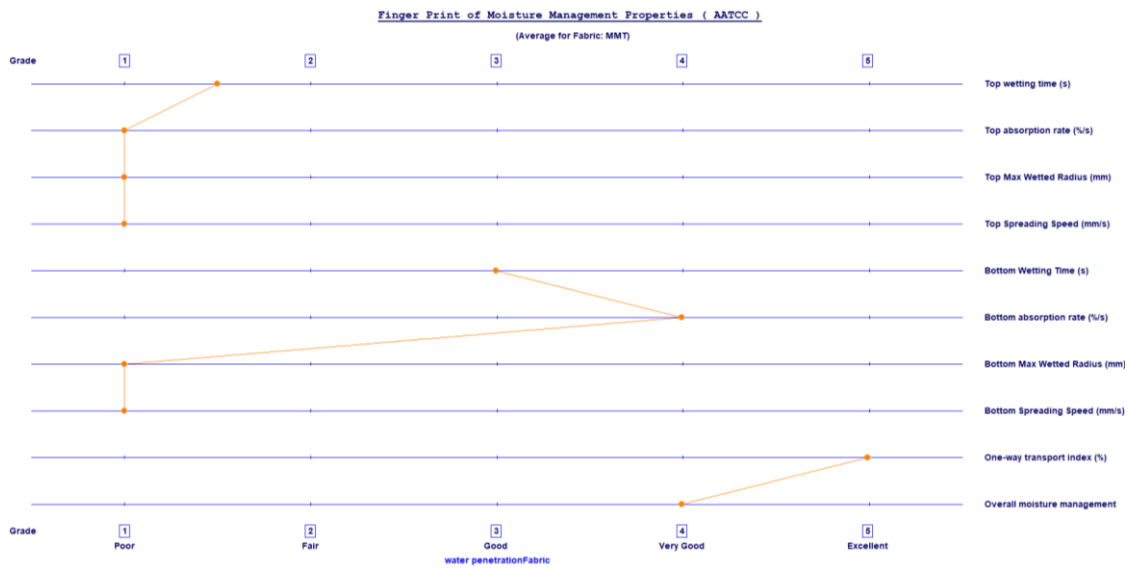


Slika 100. Fingerprint uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 30 minuta

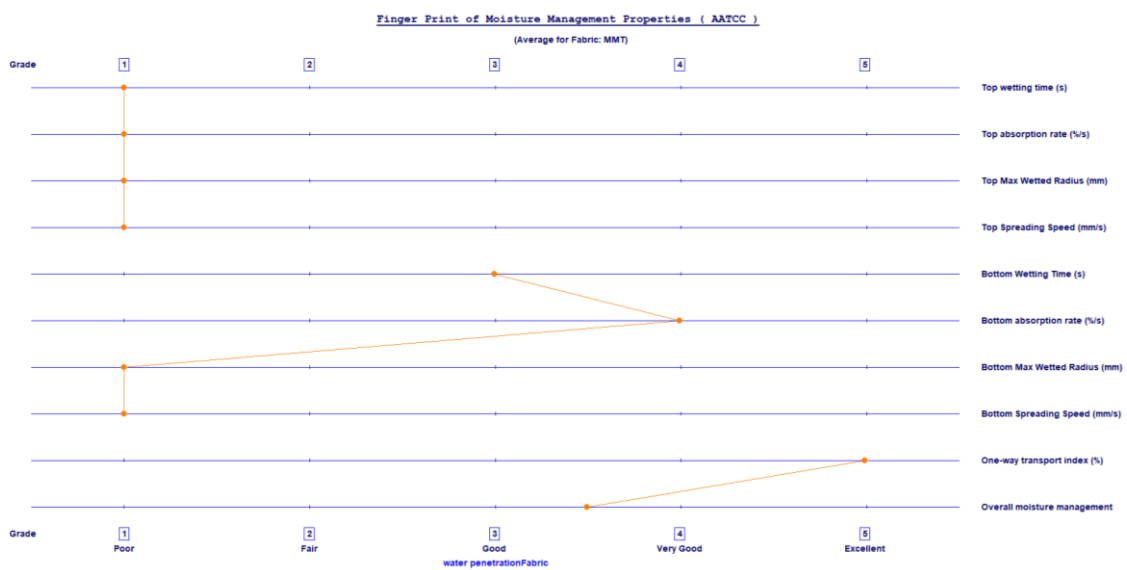


Slika 101. Fingerprint uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 60 minuta

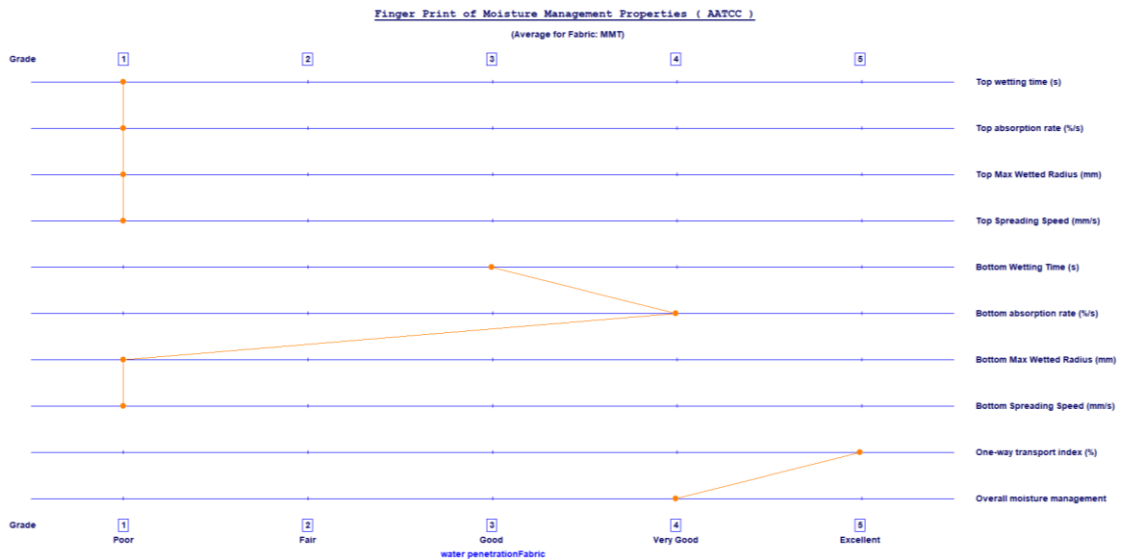




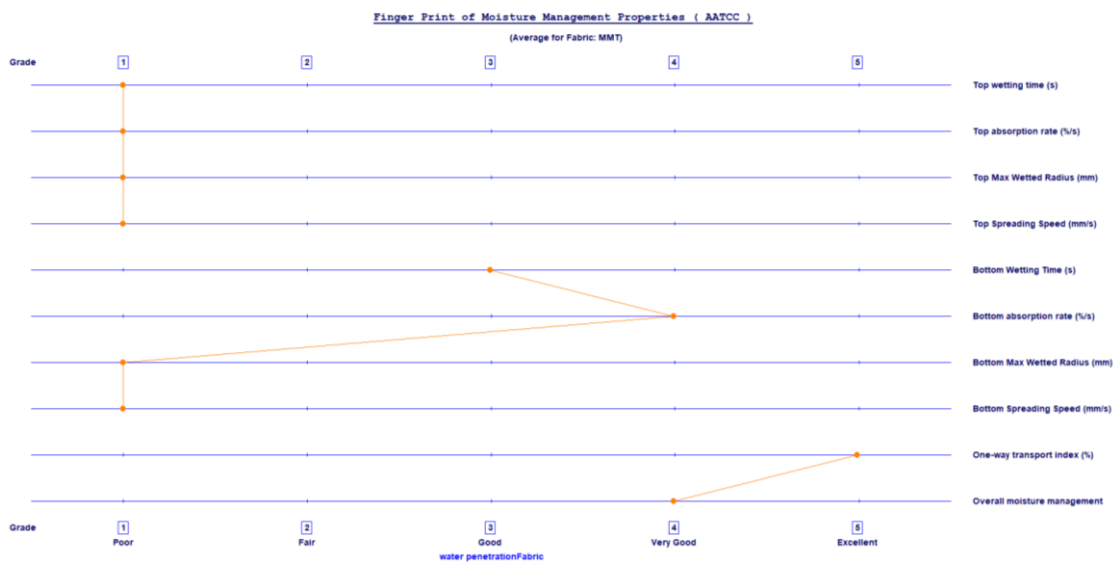
Slika 102. Fingerprint uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 120 minuta



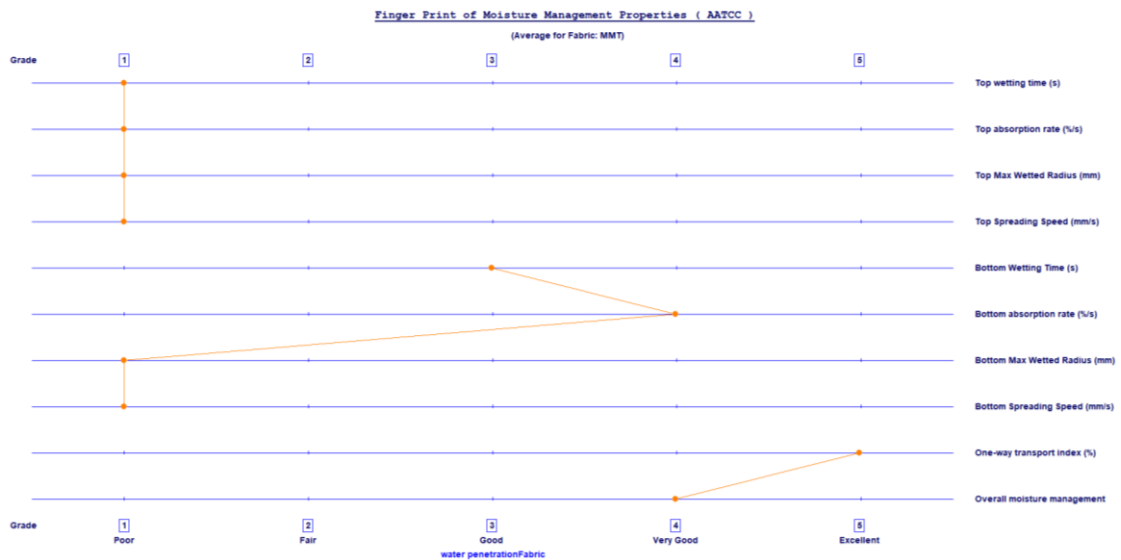
Slika 103. Fingerprint uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 15 minuta



Slika 104. Fingerprint uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 30 minuta

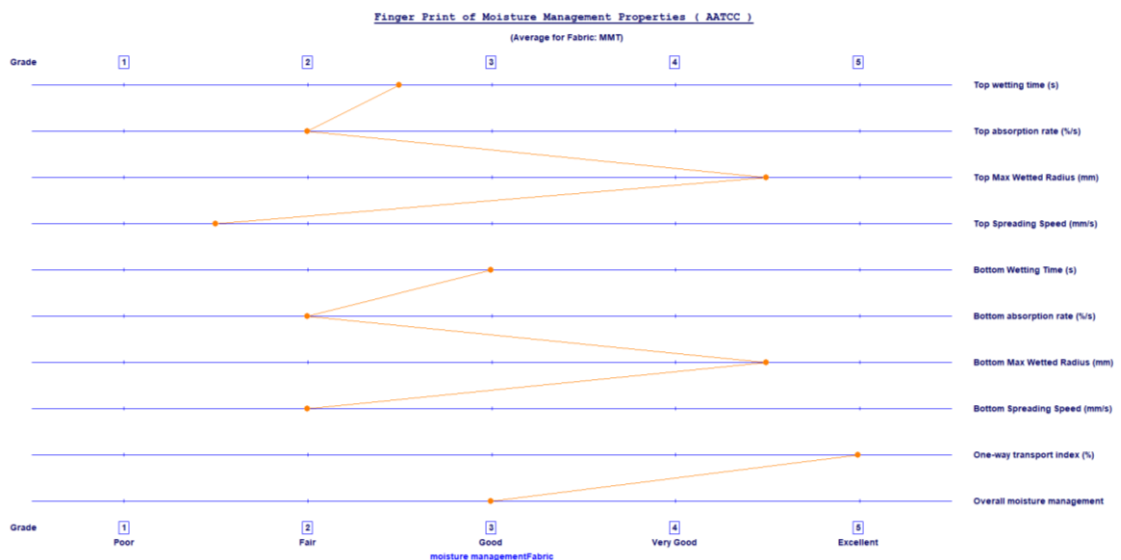


Slika 105. Fingerprint uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 60 minuta

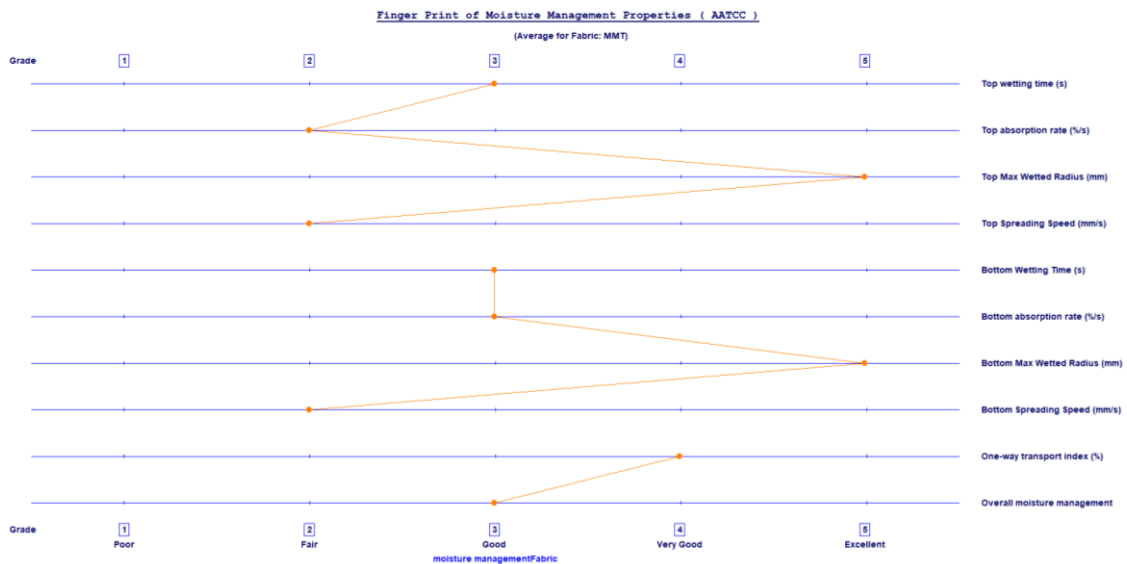


Slika 106. Fingerprint uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 120 minuta

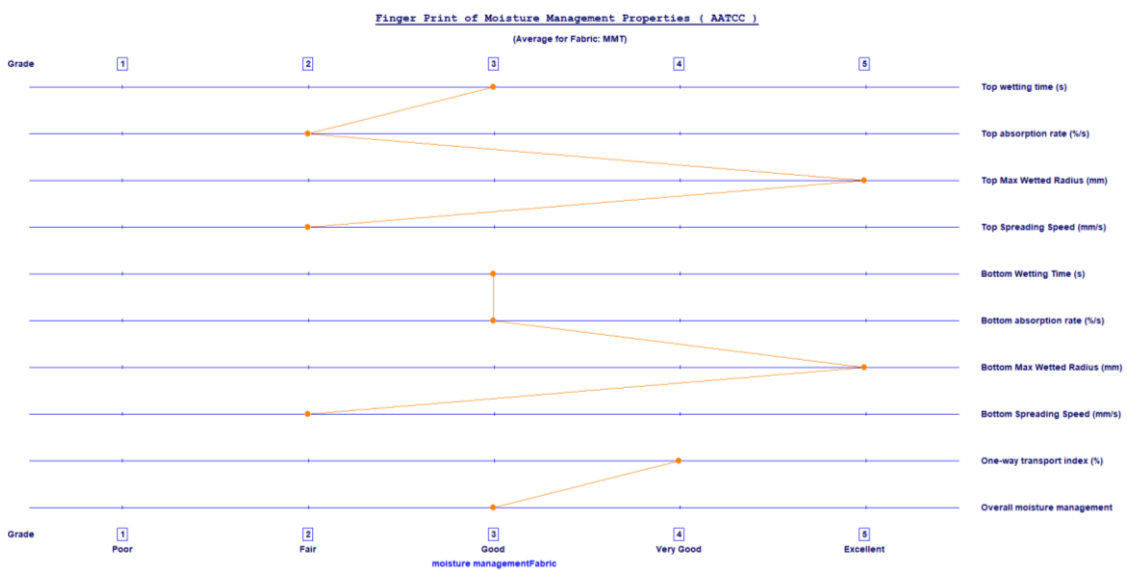
**Prilog 6.** Grafički prikaz rezultata uzorka komercijalne poliesterske tkanine obrađenih enzimom Amanolipaza iz *Pseudomonas fluorescens* na temperaturi od 60 °C dobivenih na uređaju za ispitivanje sposobnosti prijenosa vlage.



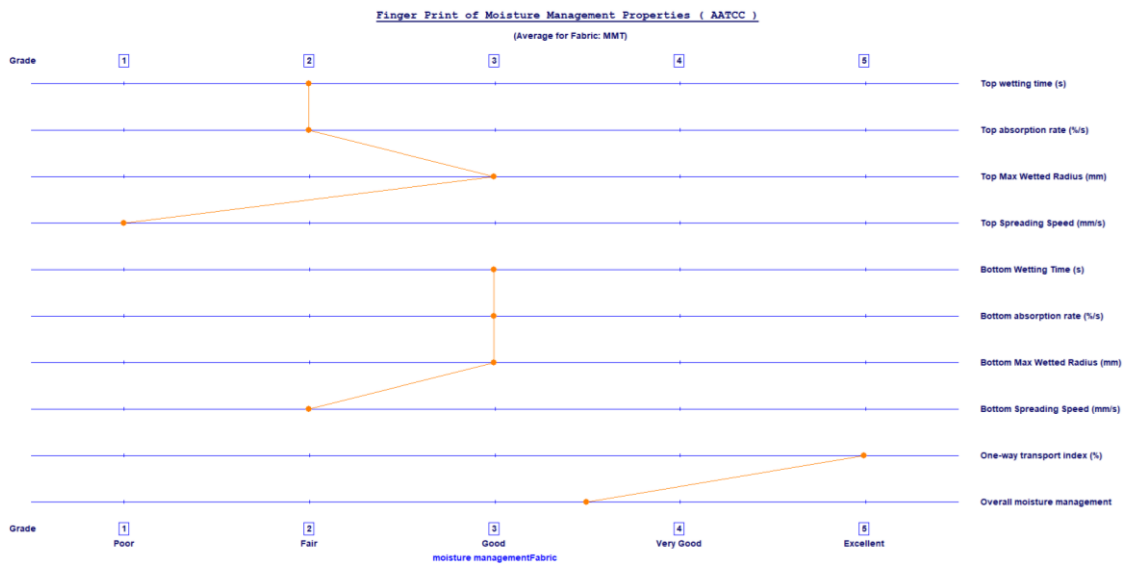
Slika 107. Fingerprint uzorka komercijalne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 15 minuta



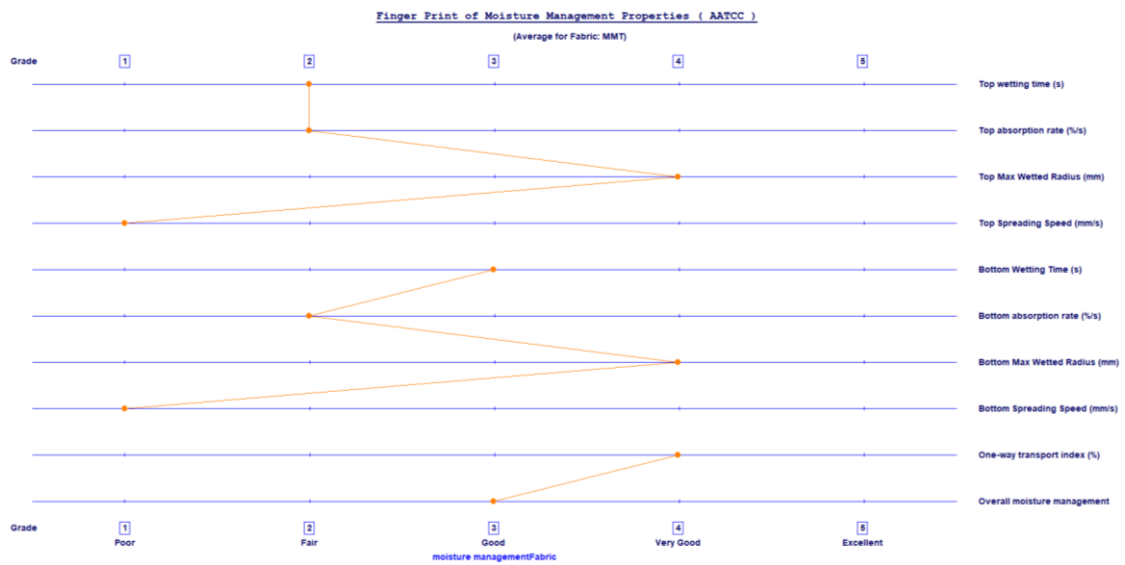
Slika 108. Fingerprint uzorka komercijalne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 30 minuta



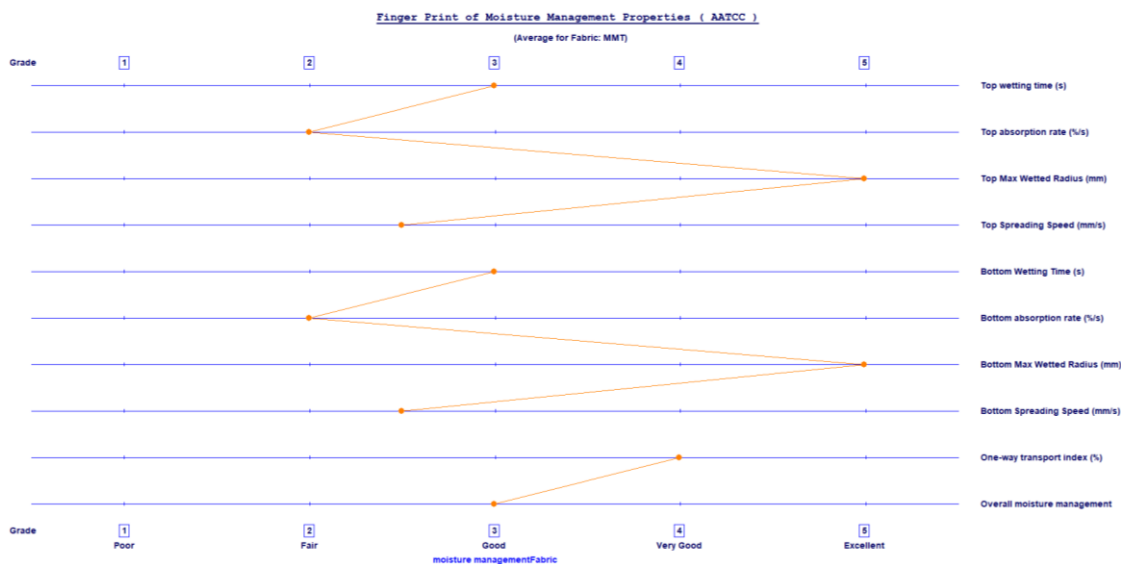
Slika 109. Fingerprint uzorka komercijalne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 60 minuta



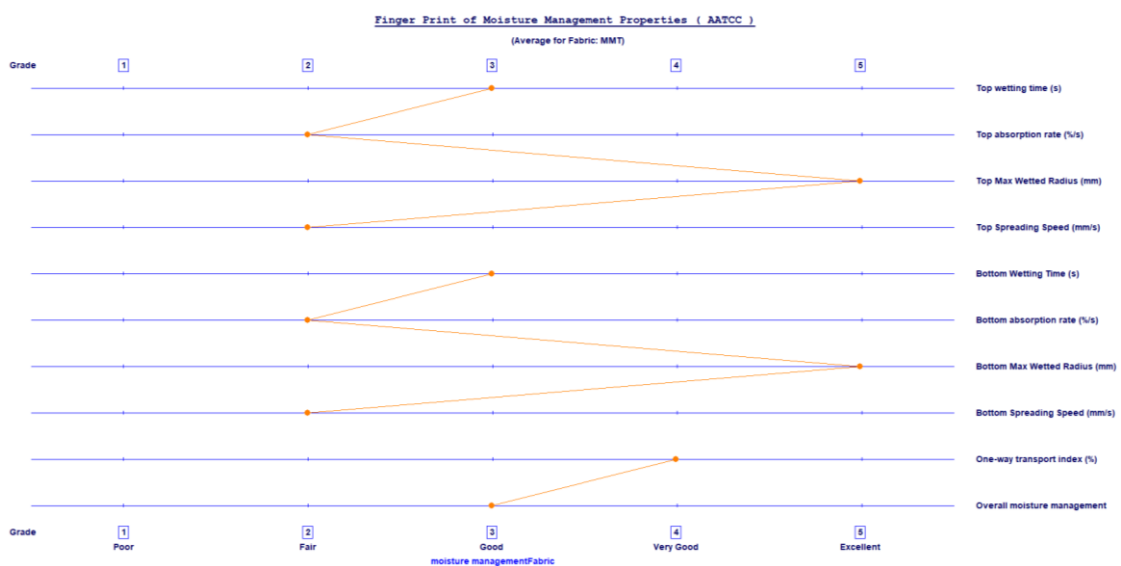
Slika 110. Fingerprint uzorka komercijalne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 120 minuta



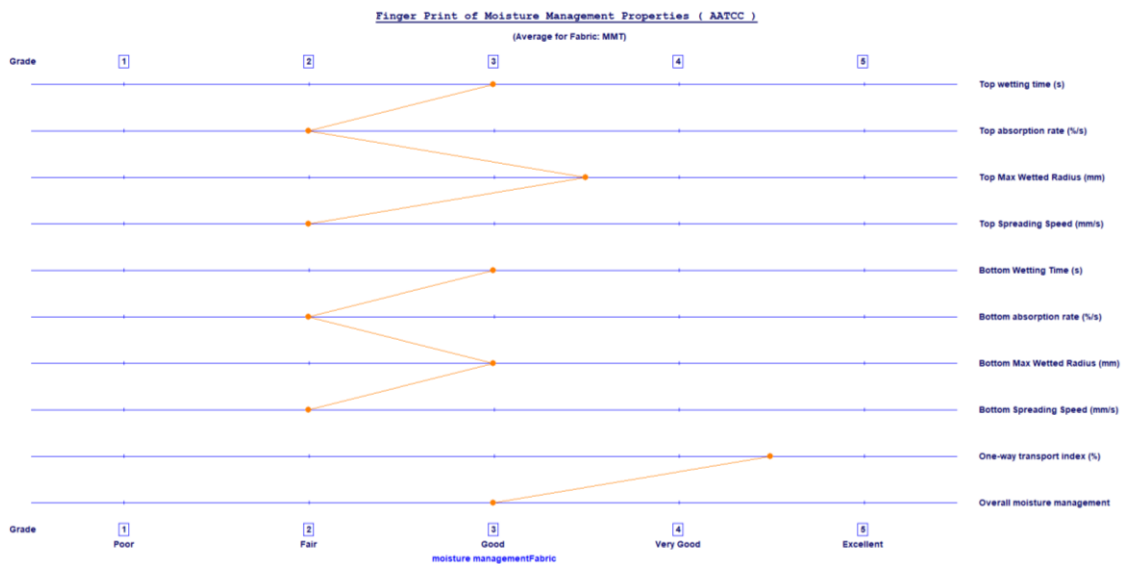
Slika 111. Fingerprint uzorka komercijalne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 15 minuta



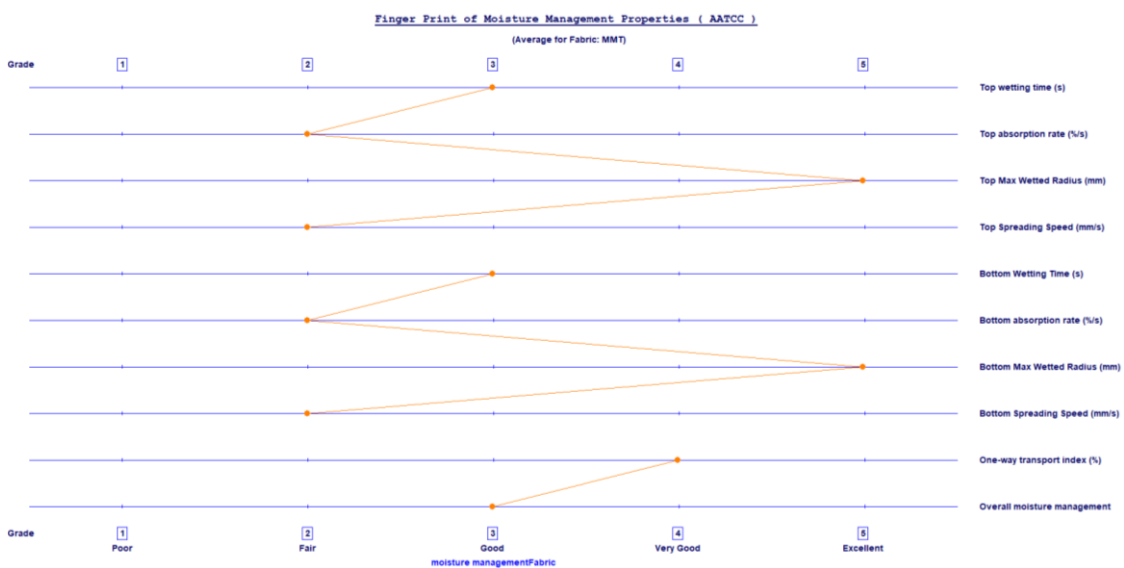
Slika 112. Fingerprint uzorka komercijalne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 30 minuta



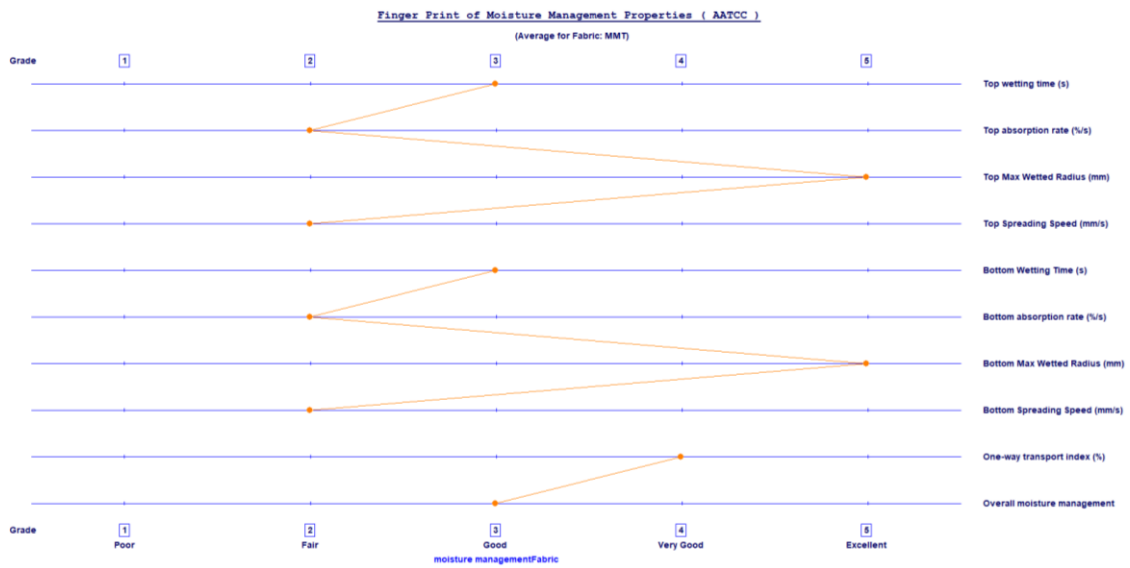
Slika 113. Fingerprint uzorka komercijalne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 60 minuta



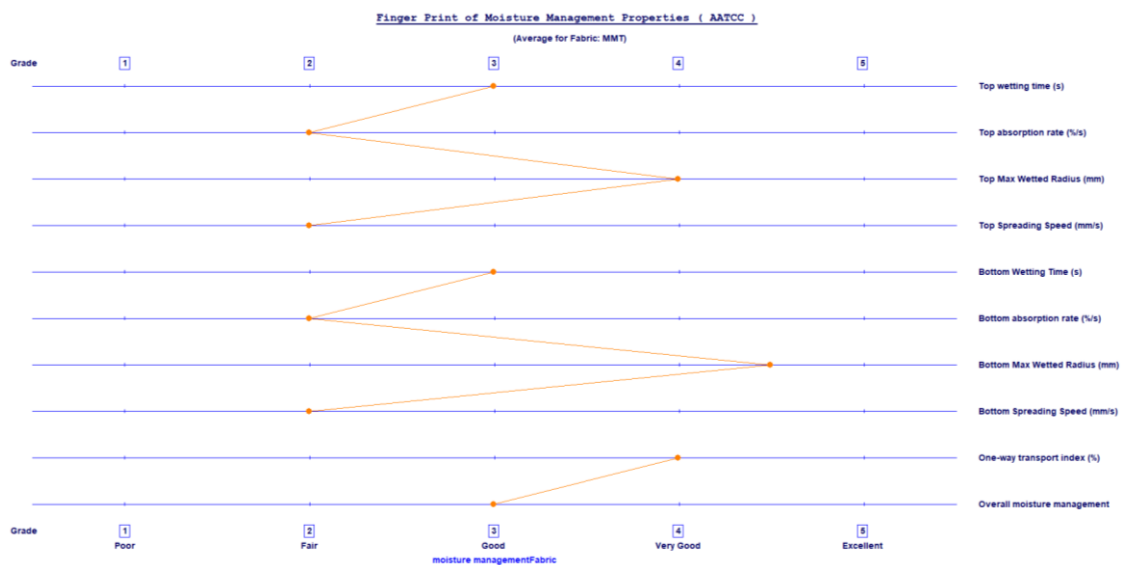
Slika 114. Fingerprint uzorka komercijalne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 120 minuta



Slika 115. Fingerprint uzorka komercijalne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 15 minuta

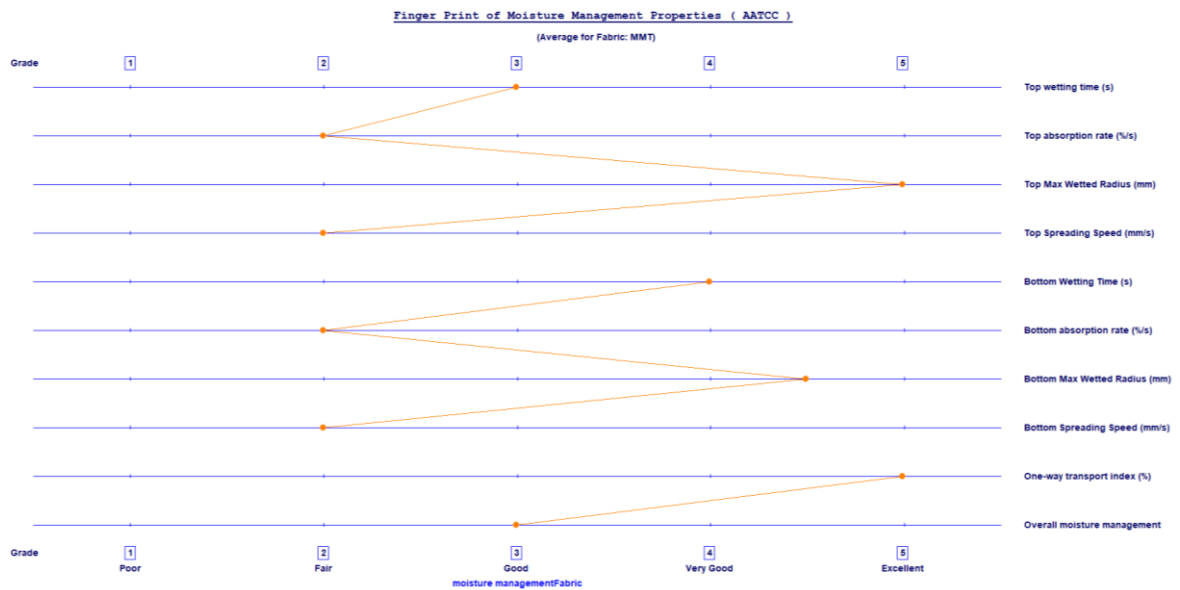


Slika 116. Fingerprint uzorka komercijalne polieterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 30 minuta

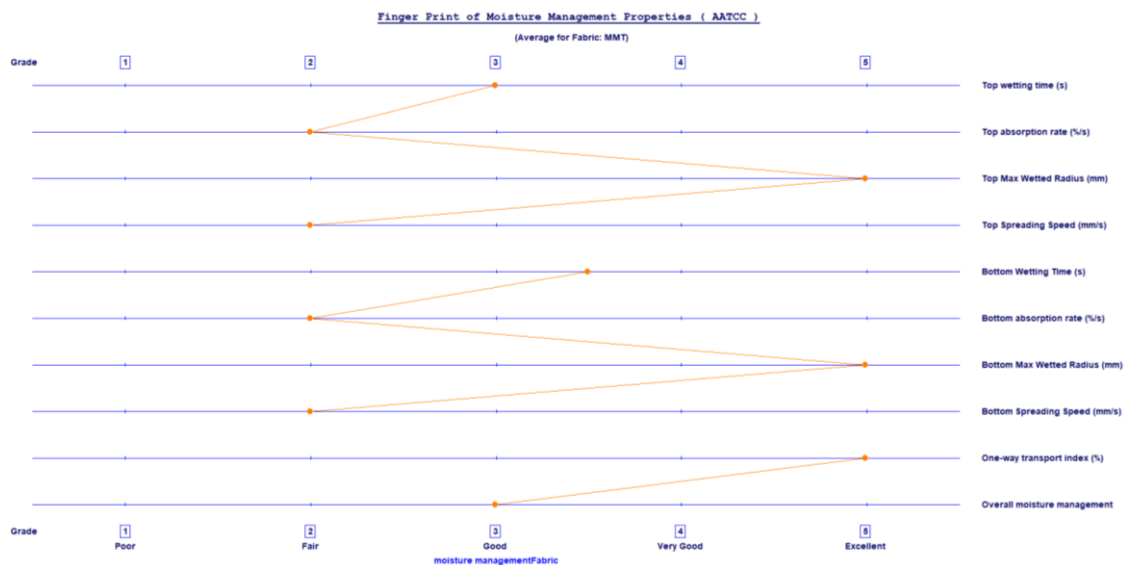


Slika 117. Fingerprint uzorka komercijalne polieterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 60 minuta

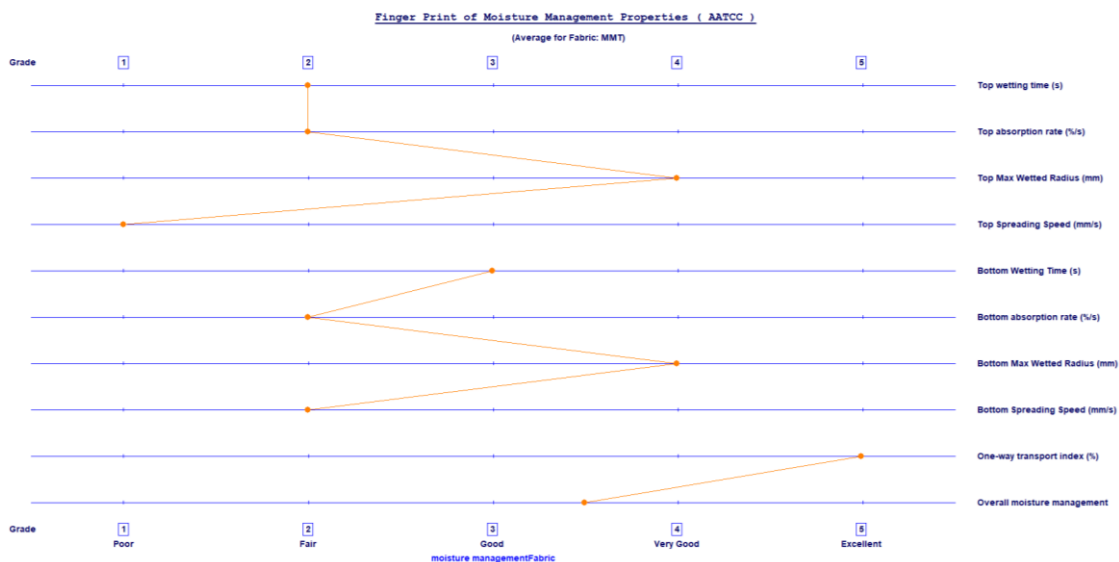




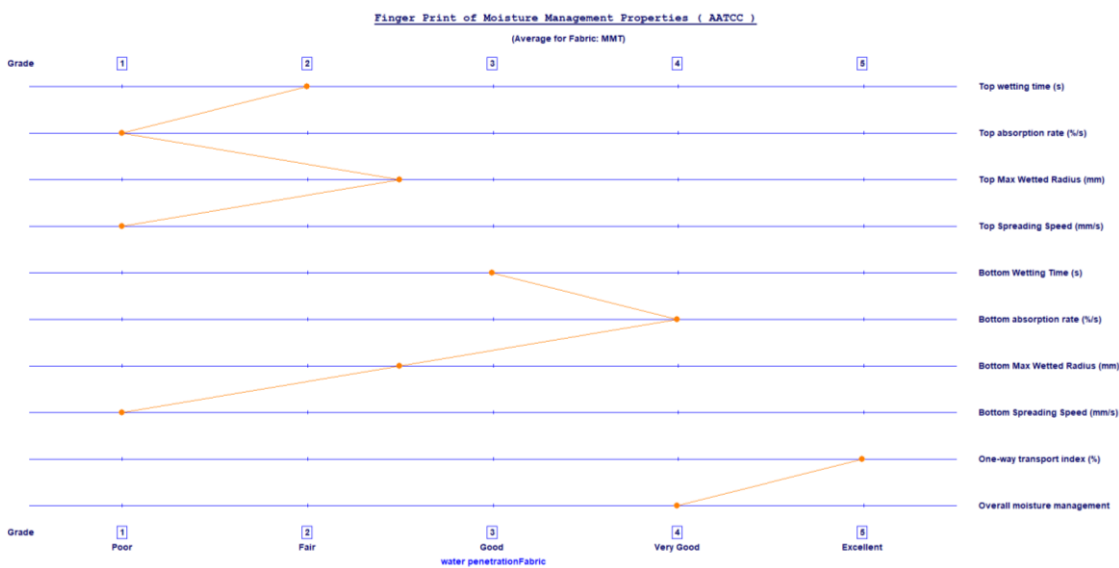
Slika 118. Fingerprint uzorka komercijalne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 120 minuta



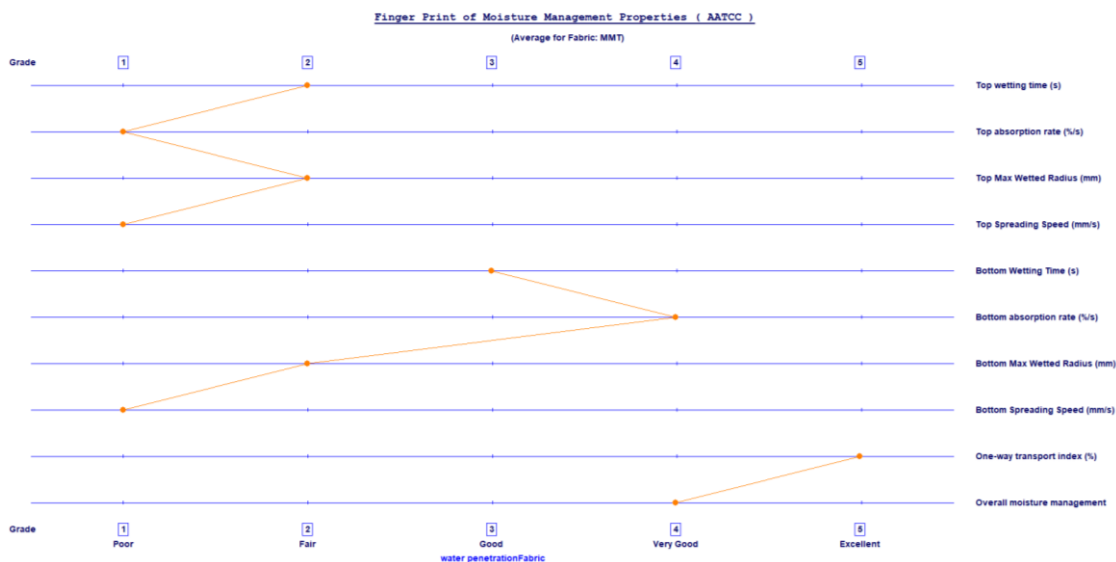
Slika 119. Fingerprint uzorka komercijalne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 15 minuta



Slika 120. Fingerprint uzorka komercijalne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 30 minuta

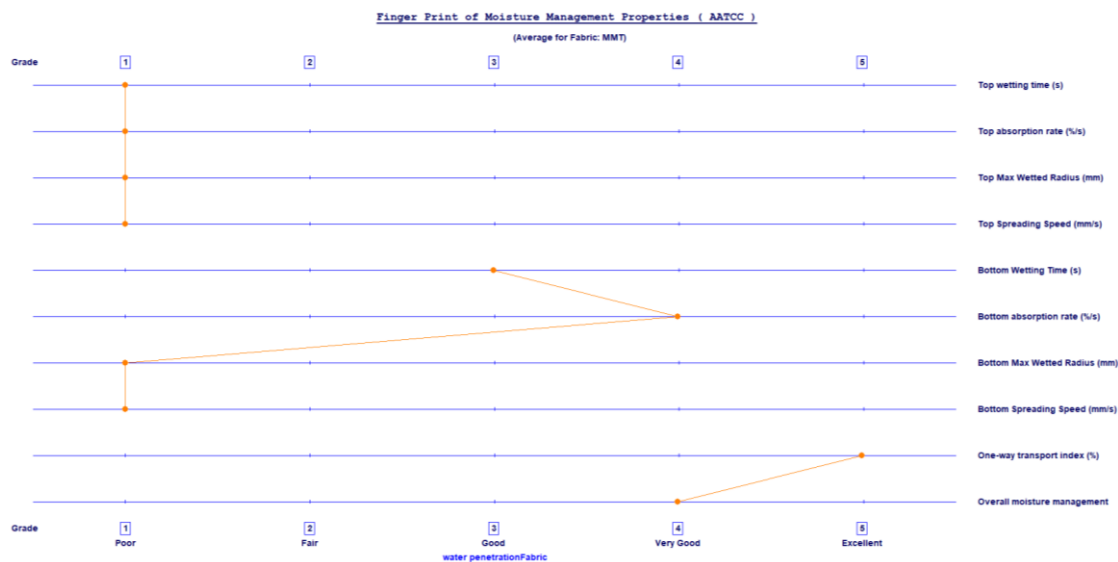


Slika 121. Fingerprint uzorka komercijalne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 60 minuta

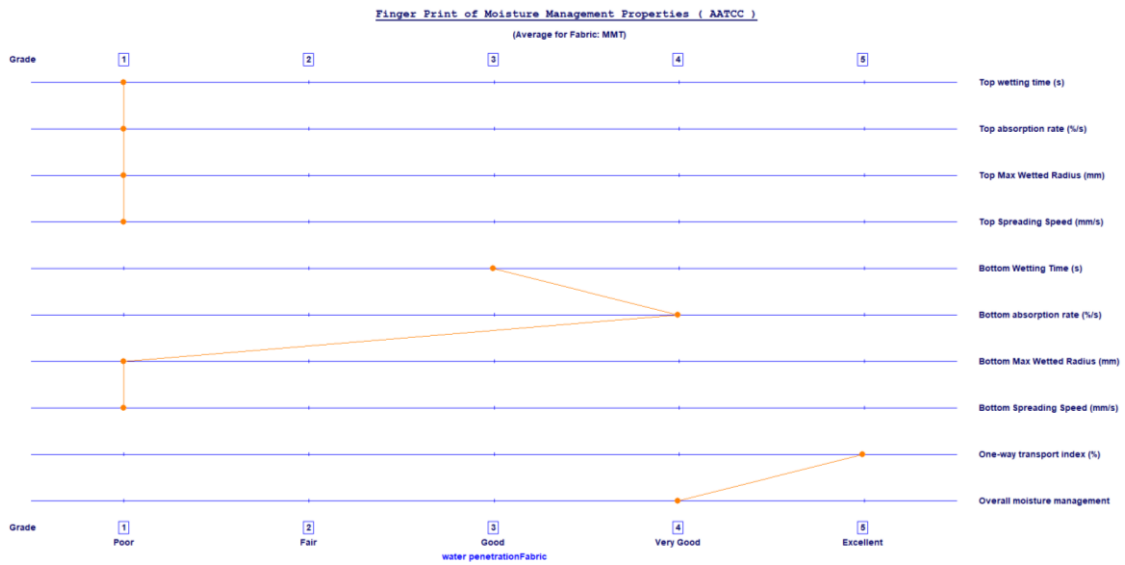


Slika 122. Fingerprint uzorka komercijalne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 120 minuta

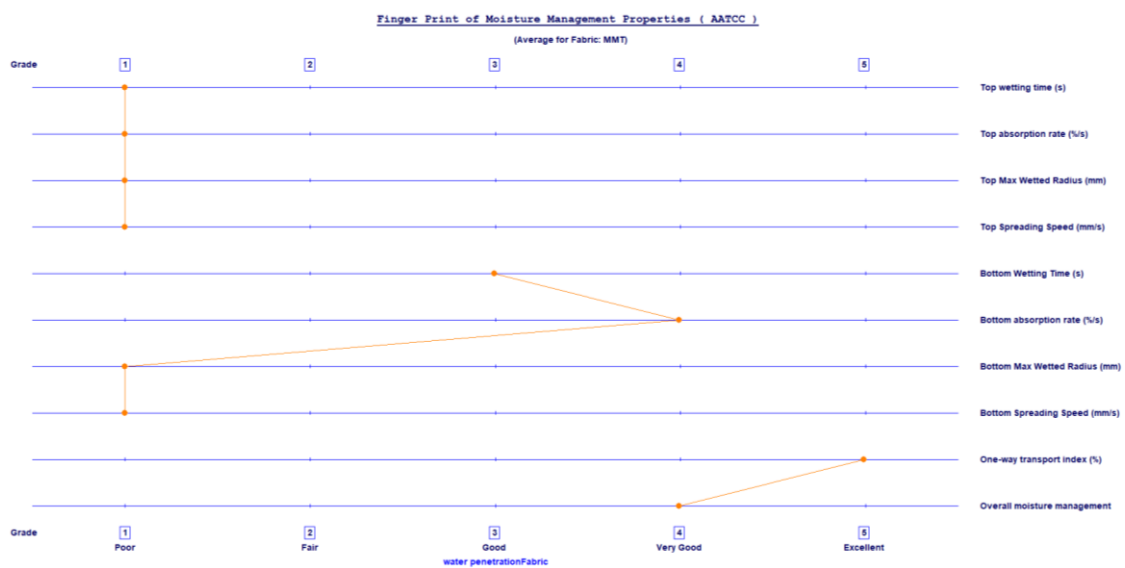
**Prilog 7.** Grafički prikaz rezultata uzoraka standardne poliesterske tkanine obrađenih enzimom Amanolipaza iz *Pseudomonas fluorescens* na temperaturi od 100 °C dobivenih na uređaju za ispitivanje sposobnosti prijenosa vlage.



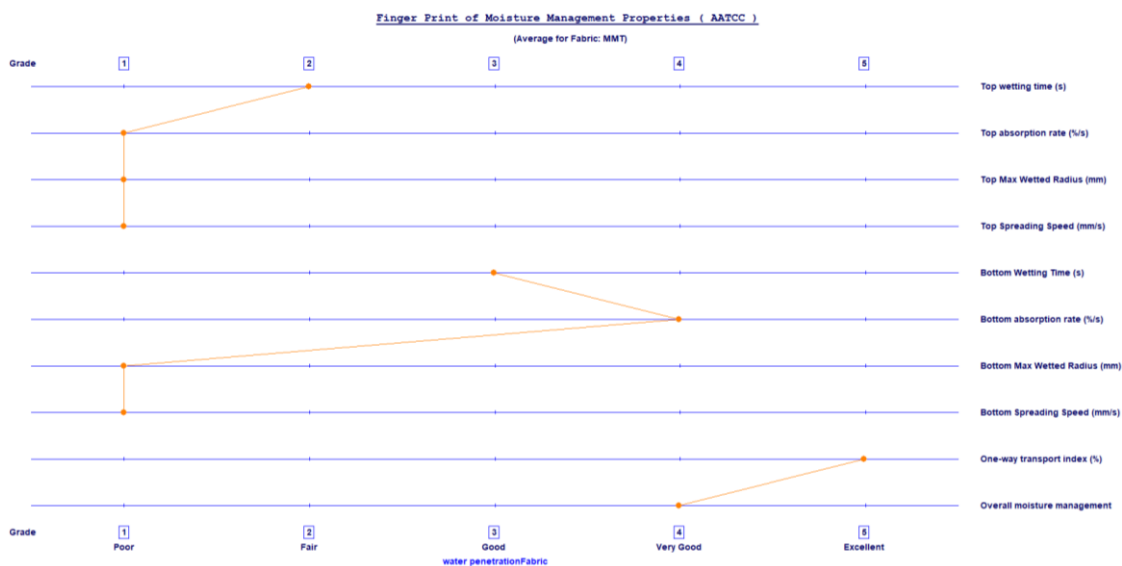
Slika 123. Fingerprint uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 15 minuta



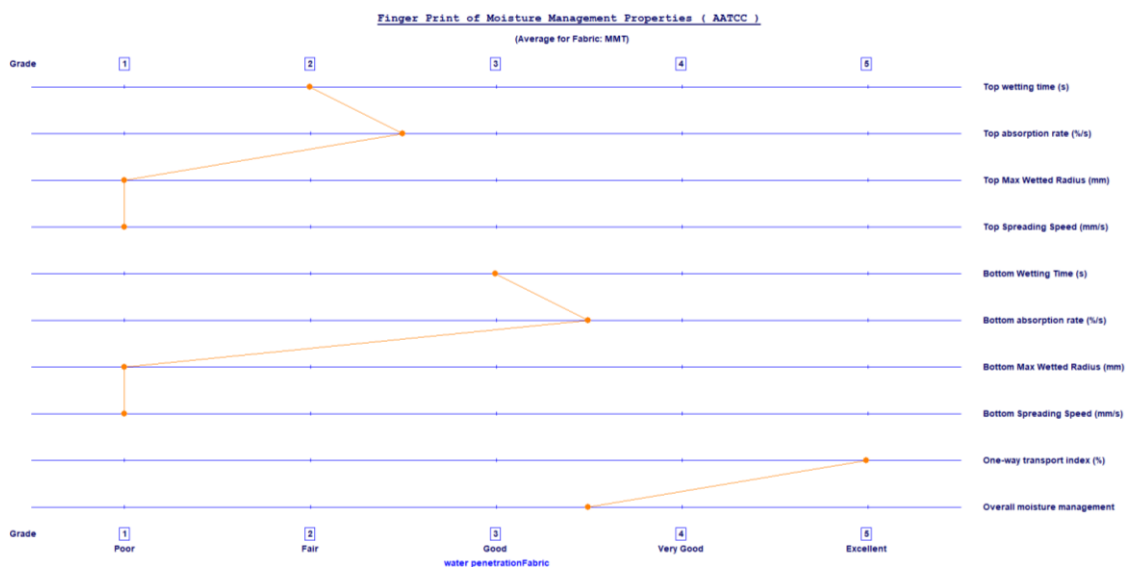
Slika 124. Fingerprint uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 30 minuta



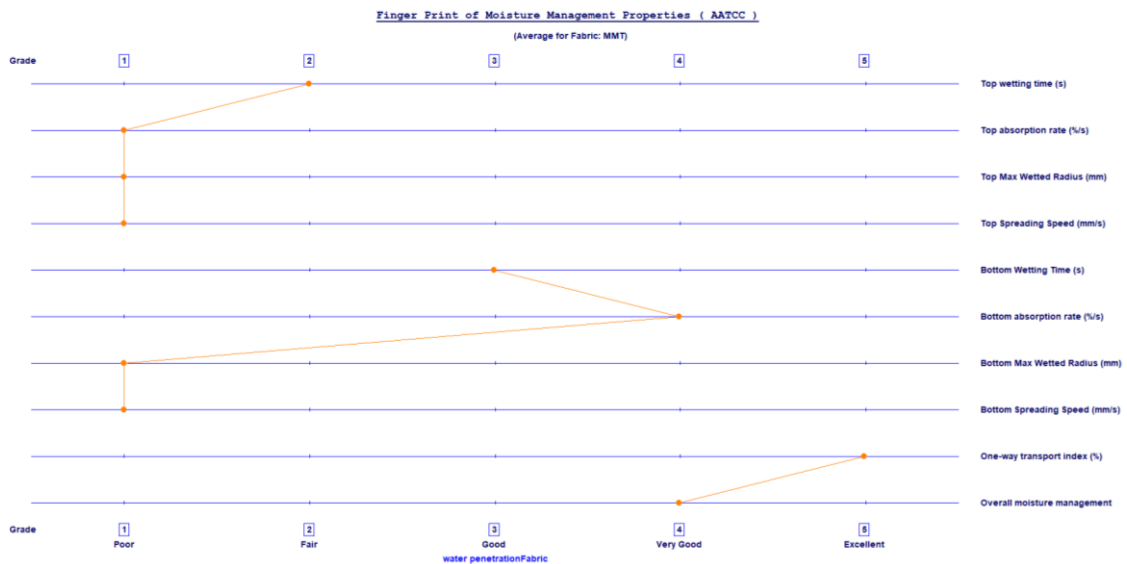
Slika 125. Fingerprint uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 60 minuta



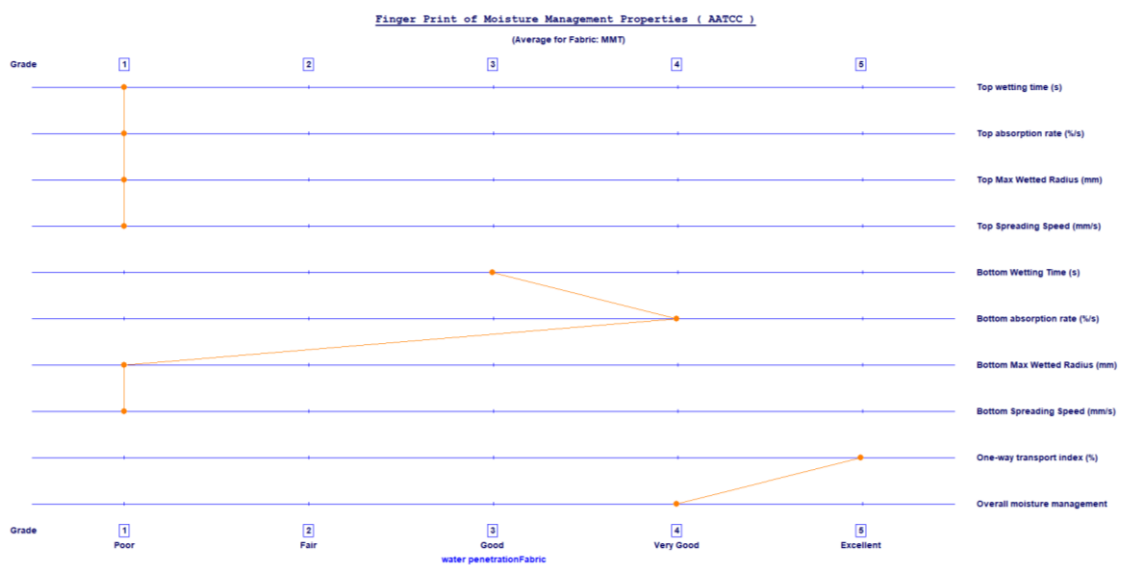
Slika 126. Fingerprint uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 120 minuta



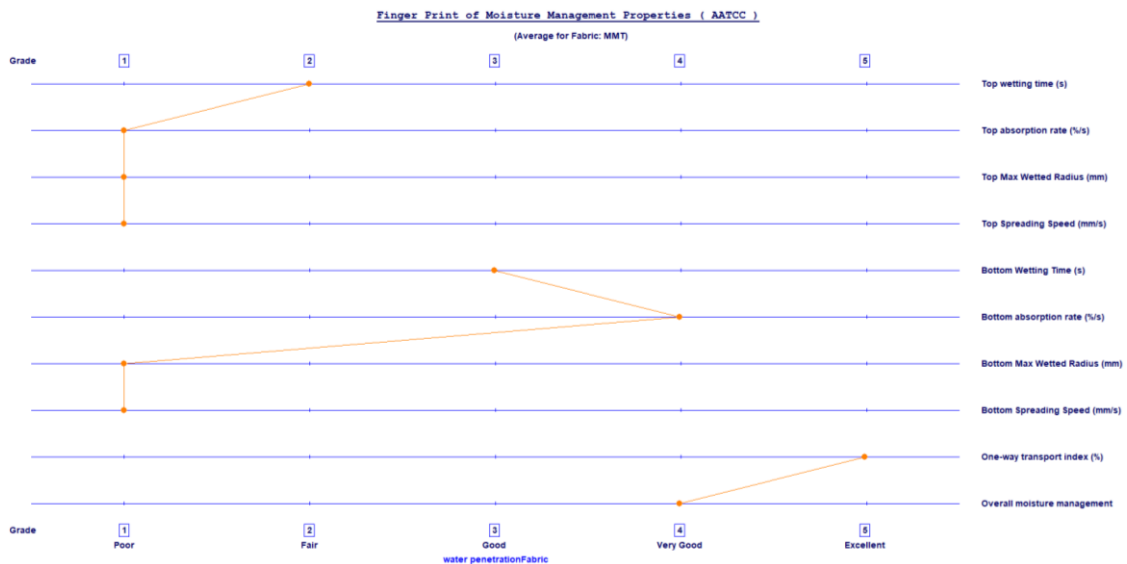
Slika 127. Fingerprint uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 15 minuta



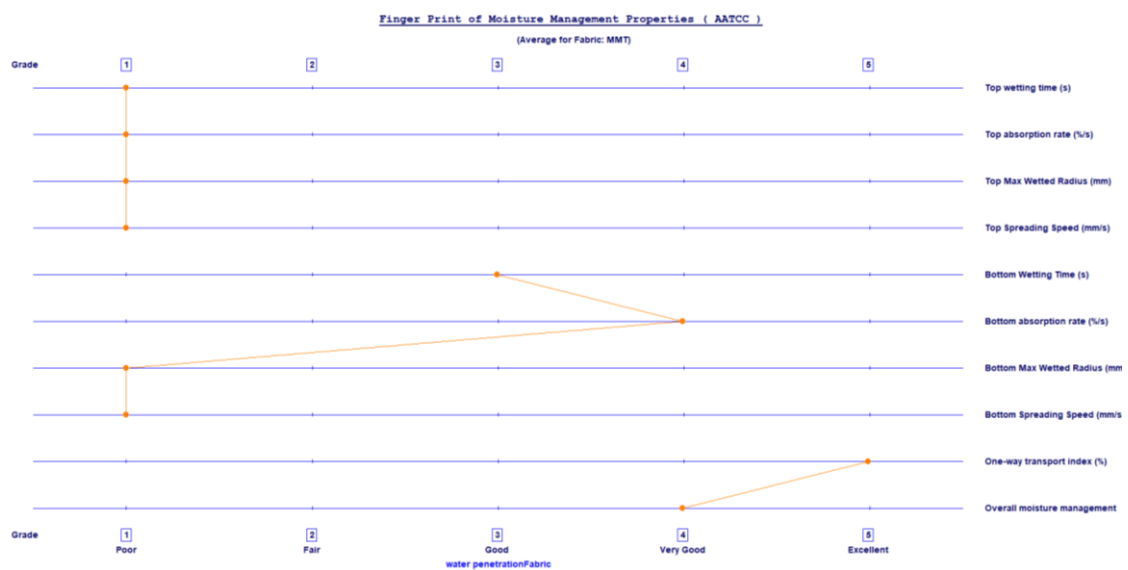
Slika 128. Fingerprint uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 30 minuta



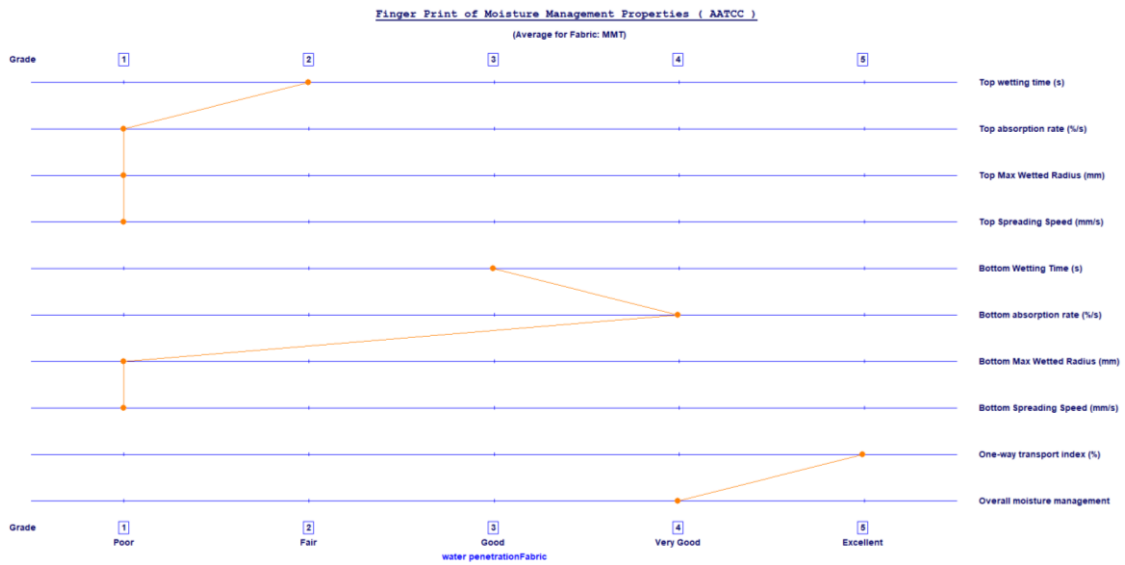
Slika 129. Fingerprint uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 60 minuta



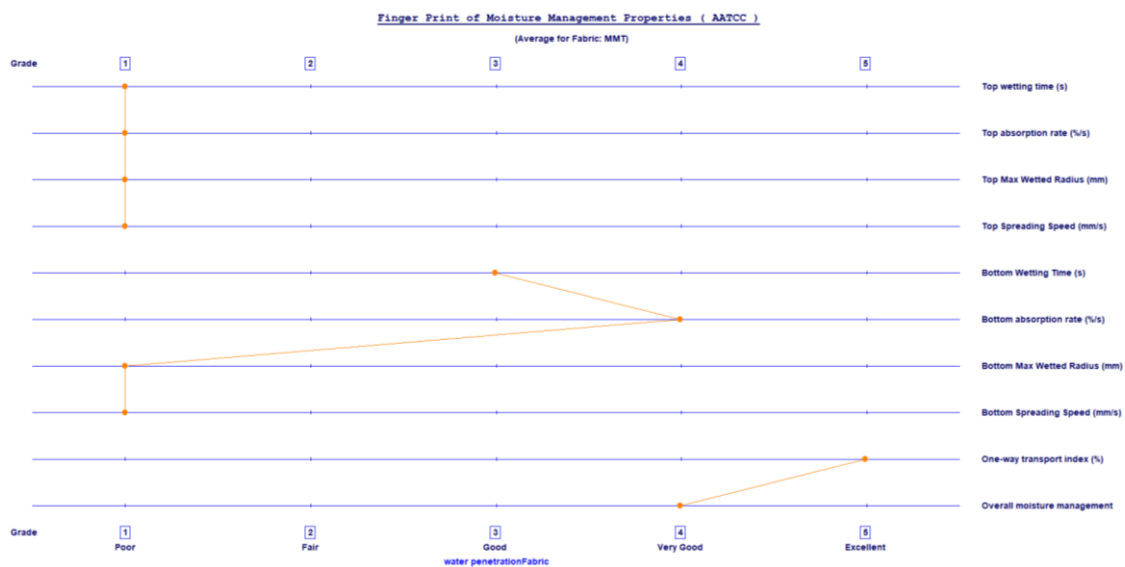
Slika 130. Fingerprint uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 120 minuta



Slika 131. Fingerprint uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 15 minuta

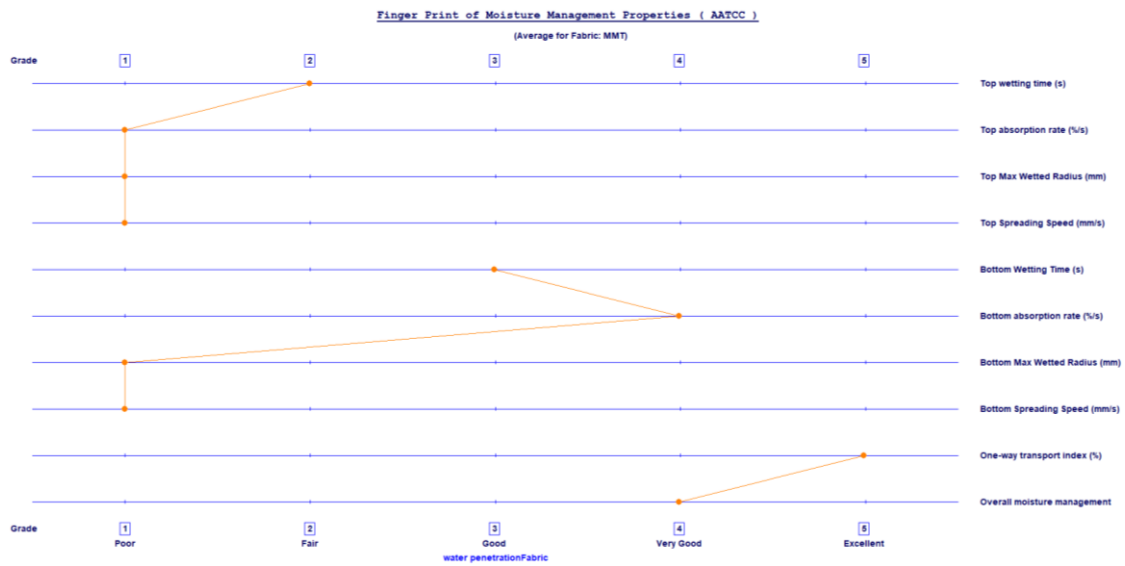


Slika 132. Fingerprint uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 30 minuta

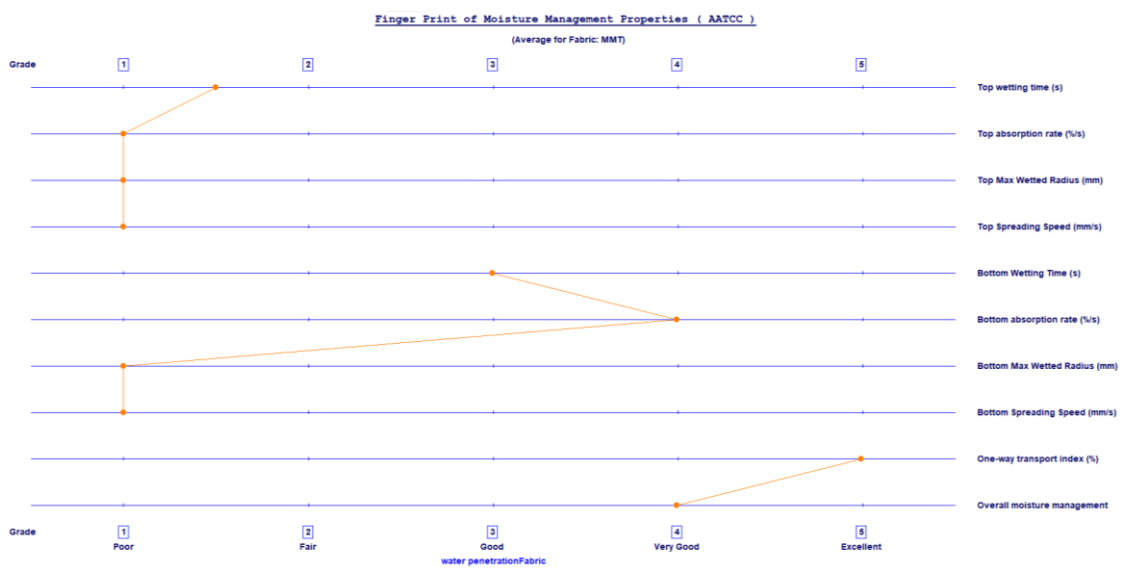


Slika 133. Fingerprint uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 60 minuta

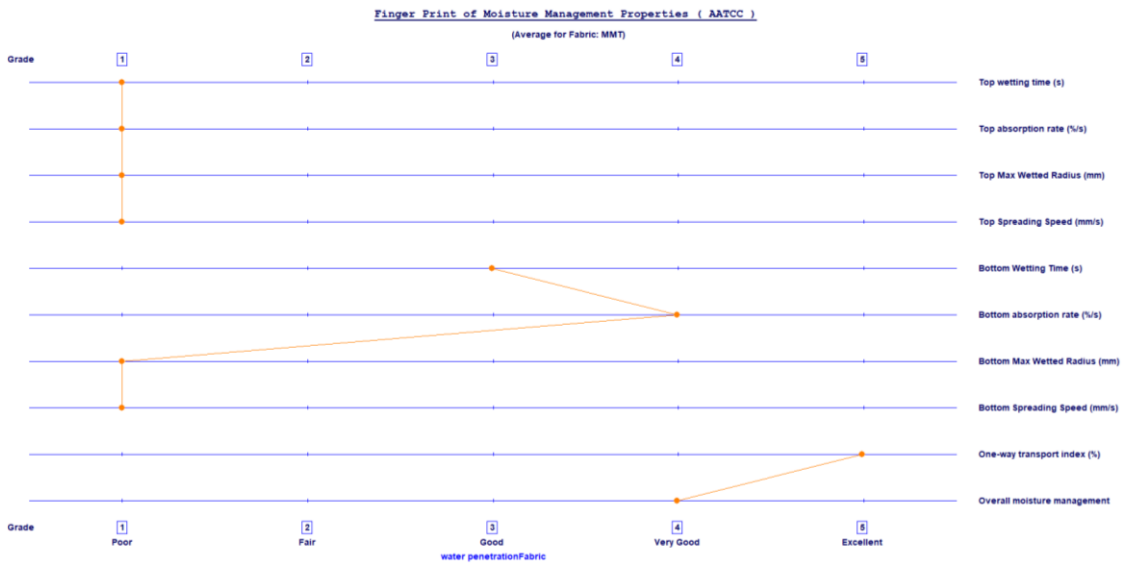




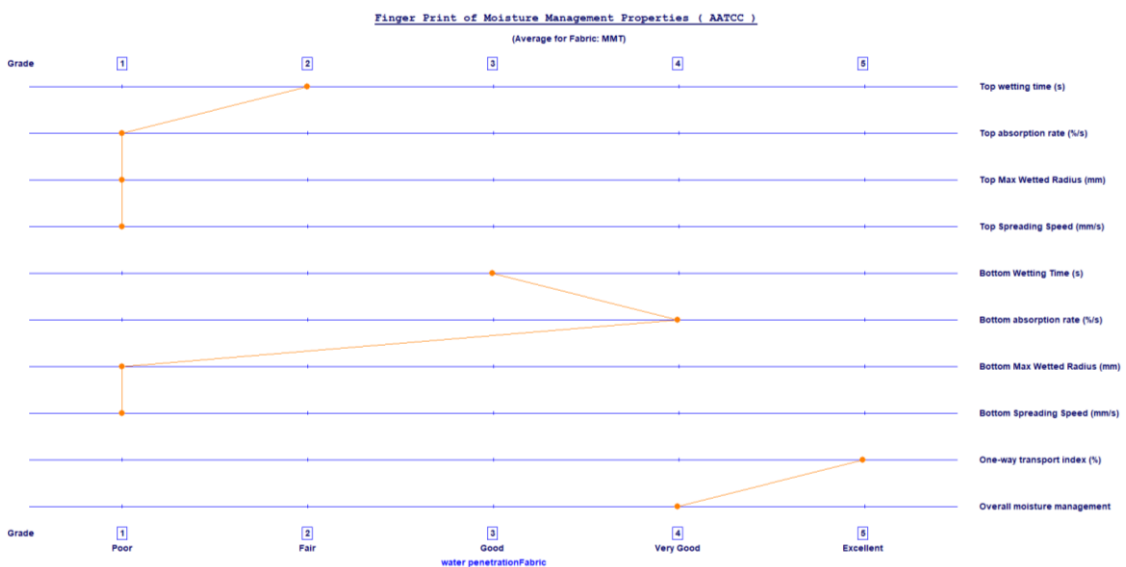
Slika 134. Fingerprint uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 120 minuta



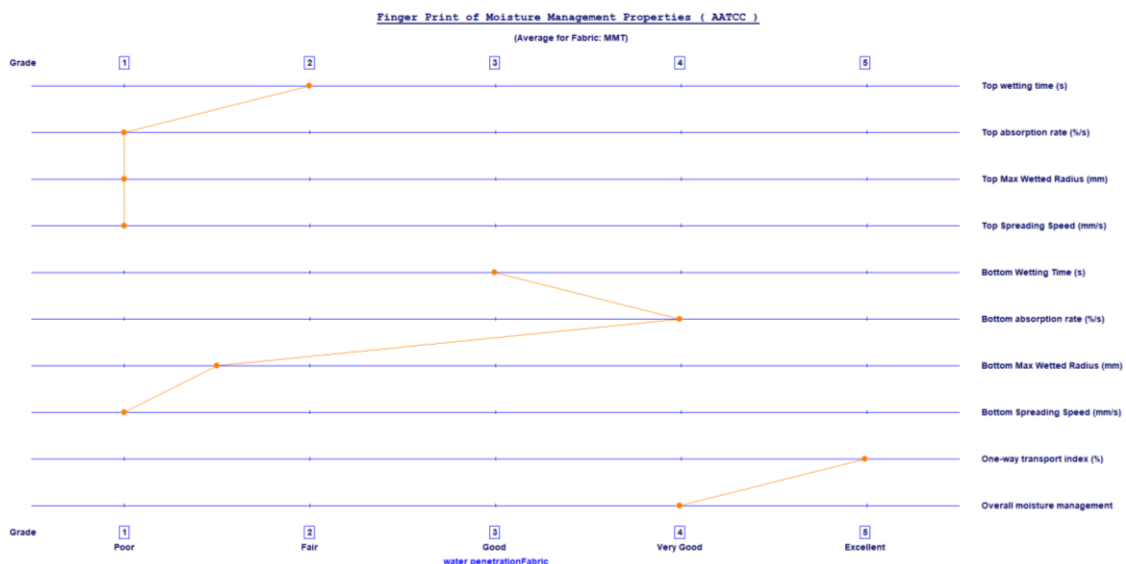
Slika 135. Fingerprint uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 15 minuta



Slika 136. Fingerprint uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 30 minuta

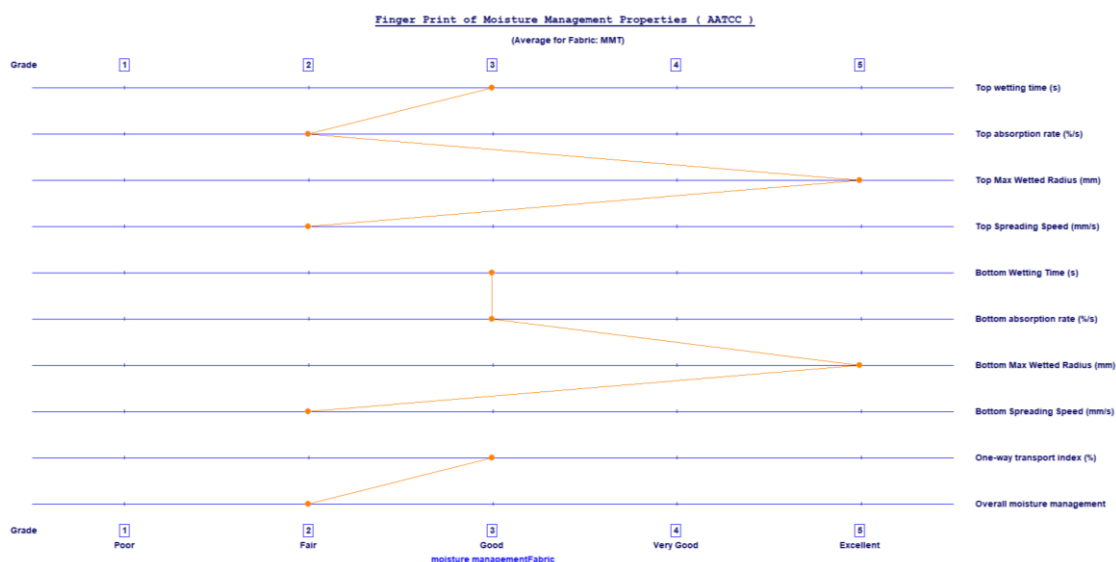


Slika 137. Fingerprint uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 60 minuta

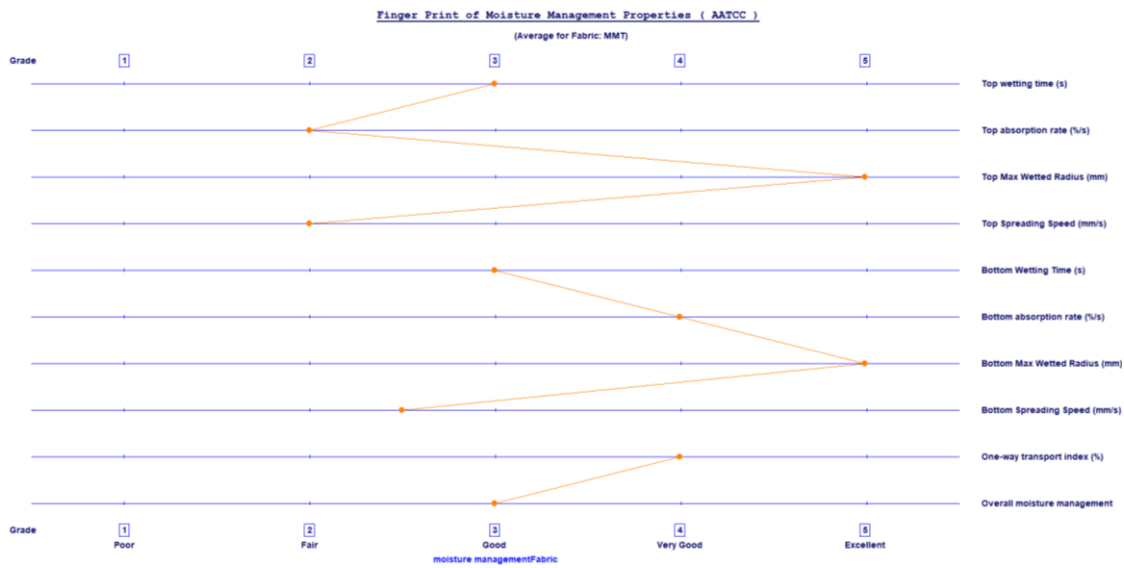


Slika 138. Fingerprint uzorka standardne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 120 minuta

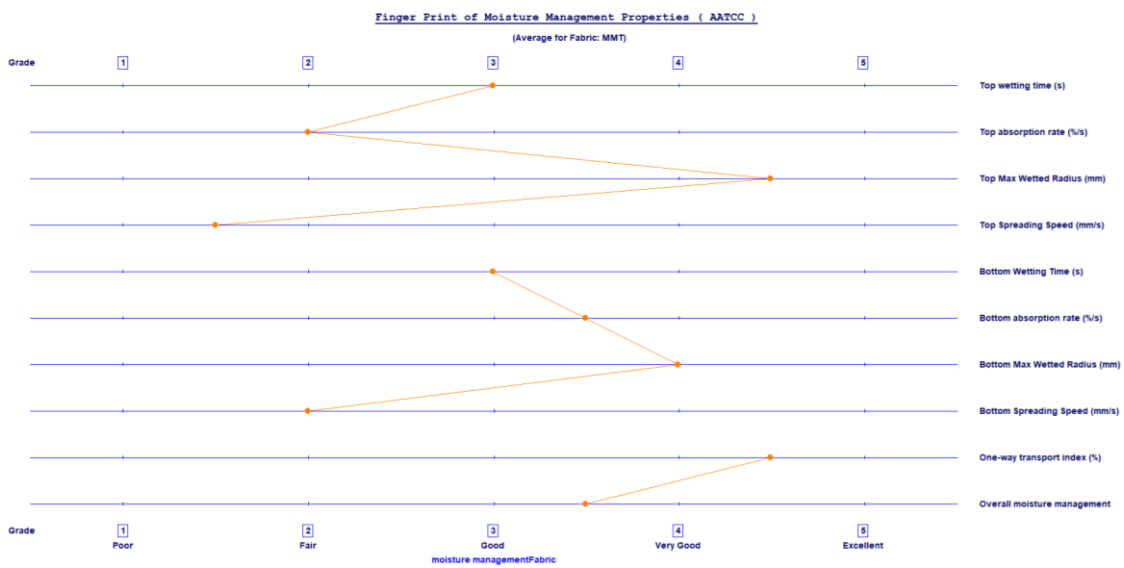
**Prilog 8.** Grafički prikaz rezultata uzoraka komercijalne poliesterske tkanine obrađenih enzimom Amanolipaza iz *Pseudomonas fluorescens* na temperaturi od 100 °C dobivenih na uređaju za ispitivanje sposobnosti prijenosa vlage.



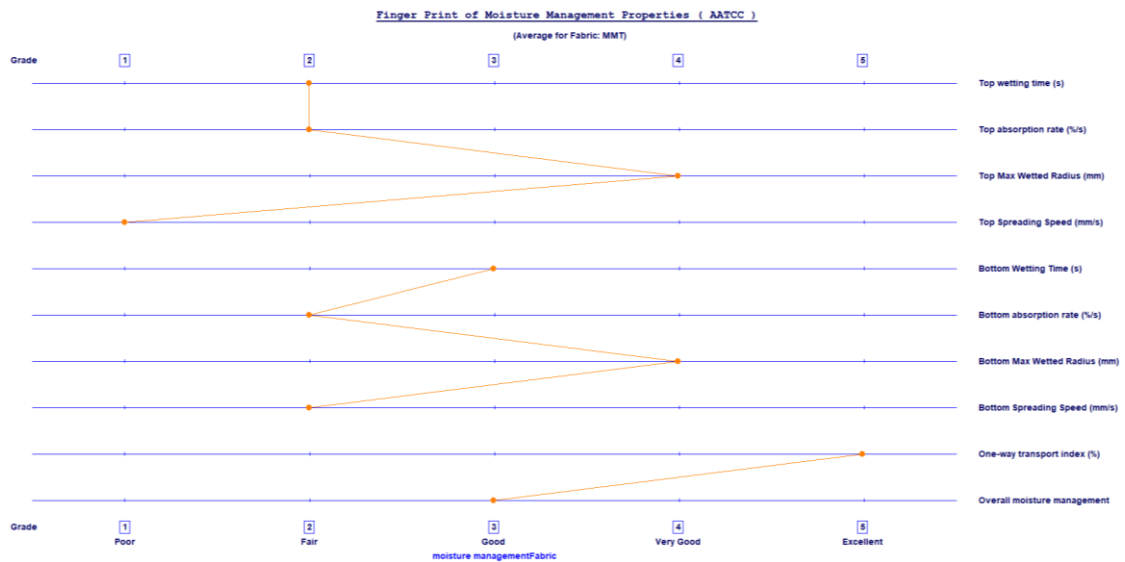
Slika 139. Fingerprint uzorka komercijalne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 15 minuta



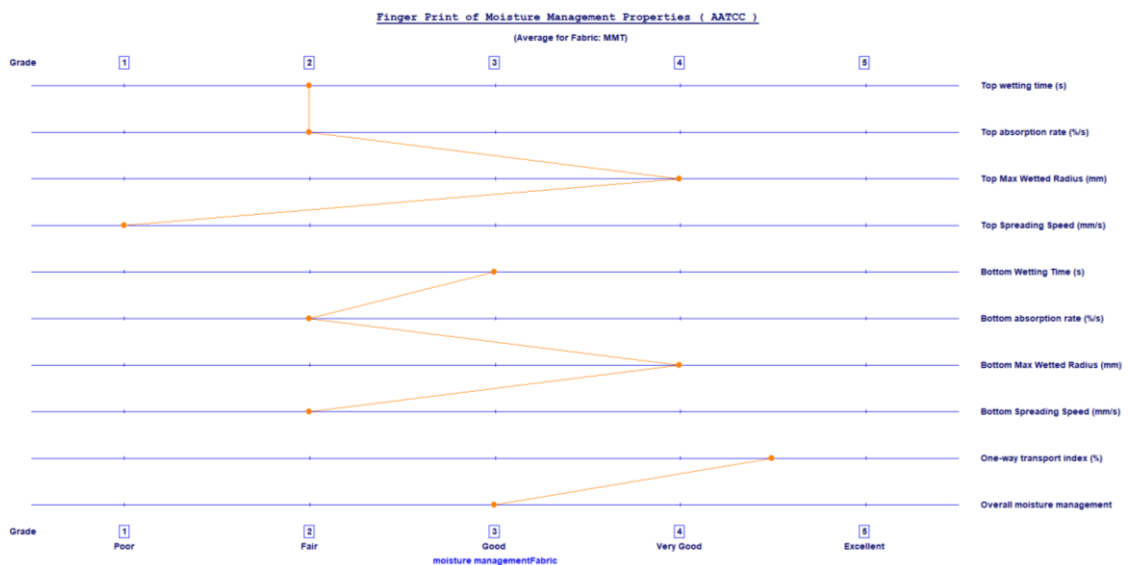
Slika 140. Fingerprint uzorka komercijalne polieterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 30 minuta



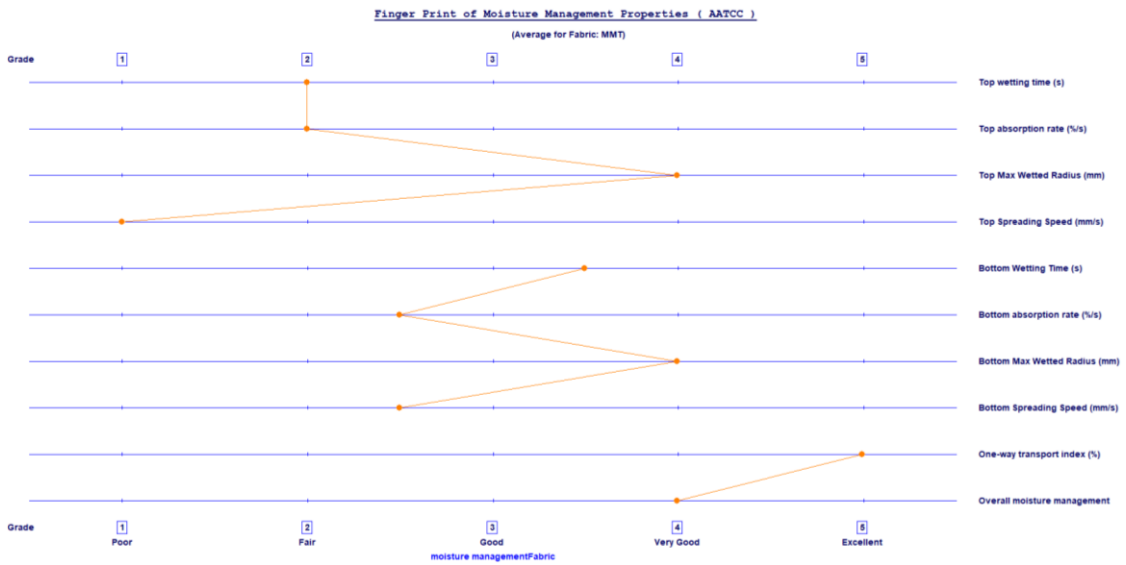
Slika 141. Fingerprint uzorka komercijalne polieterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 60 minuta



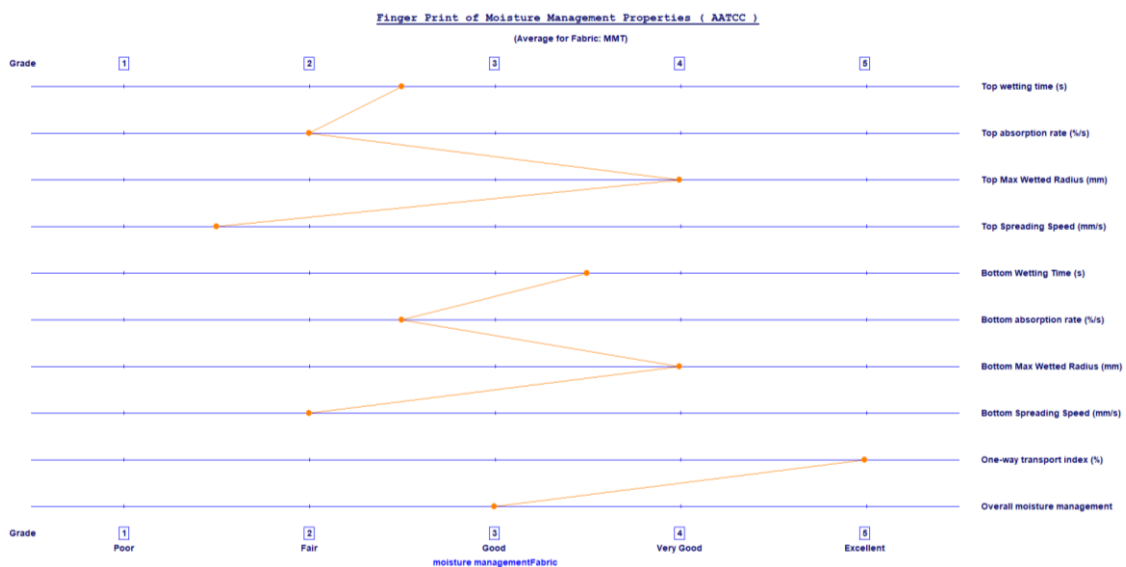
Slika 142. Fingerprint uzorka komercijalne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 120 minuta



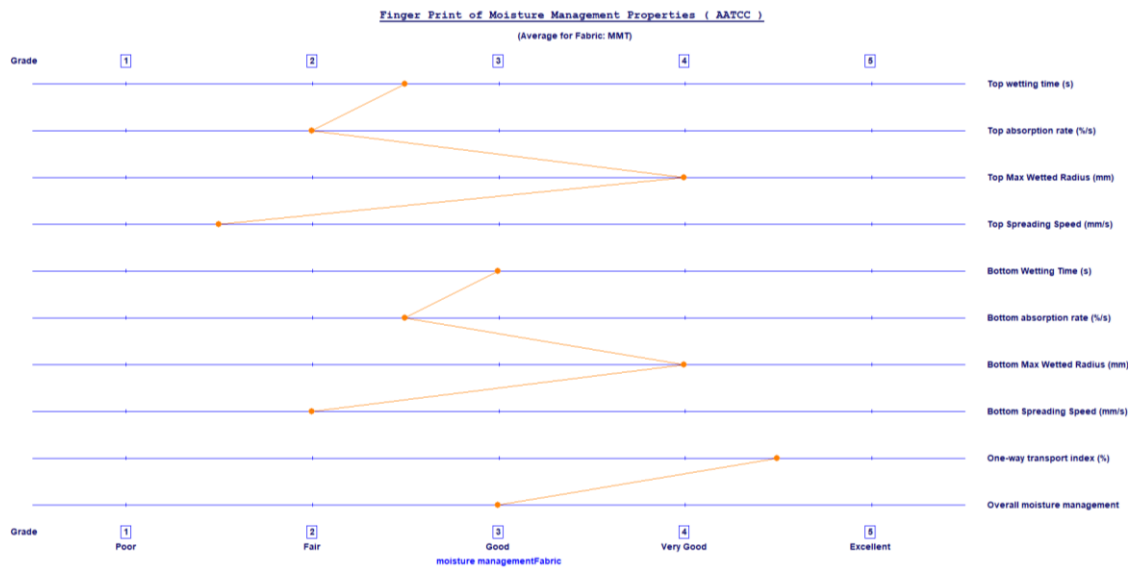
Slika 143. Fingerprint uzorka komercijalne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 15 minuta



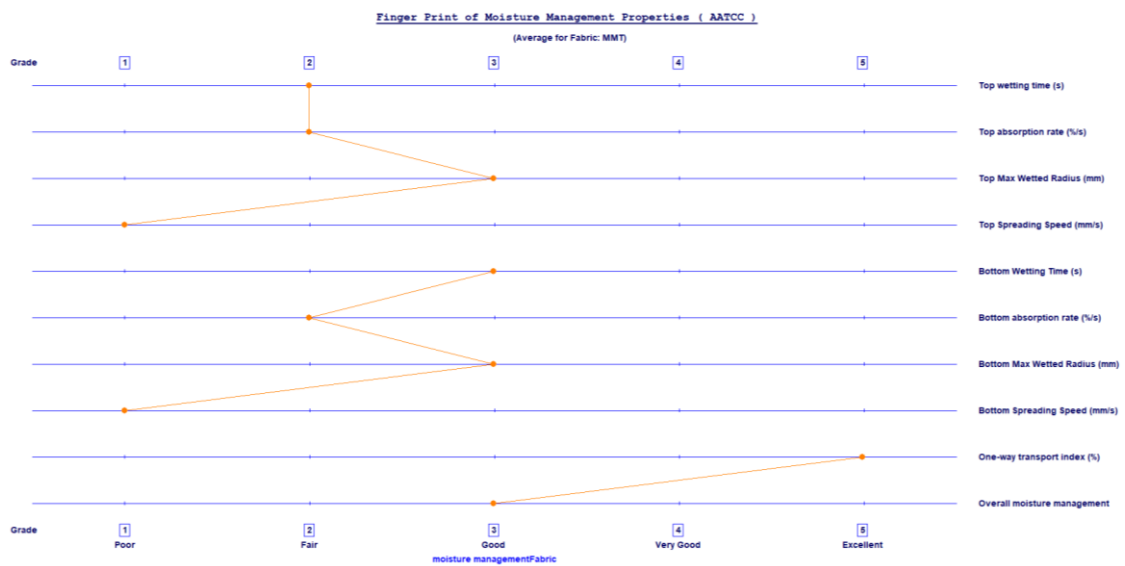
Slika 144. Fingerprint uzorka komercijalne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 30 minuta



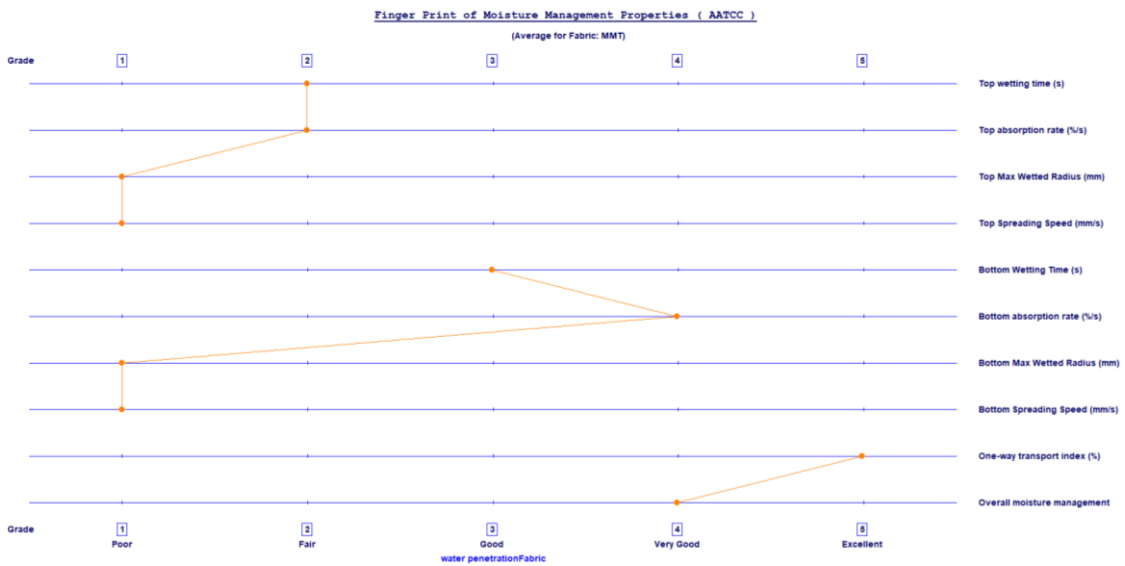
Slika 145. Fingerprint uzorka komercijalne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 60 minuta



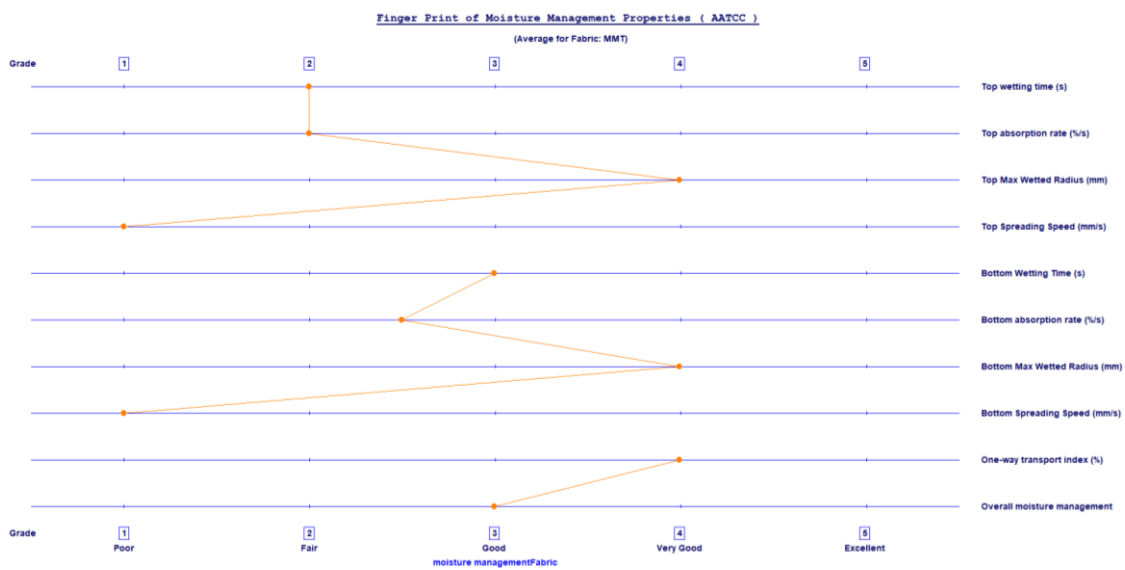
Slika 146. Fingerprint uzorka komercijalne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 7 te u vremenu obrade od 120 minuta



Slika 147. Fingerprint uzorka komercijalne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 15 minuta

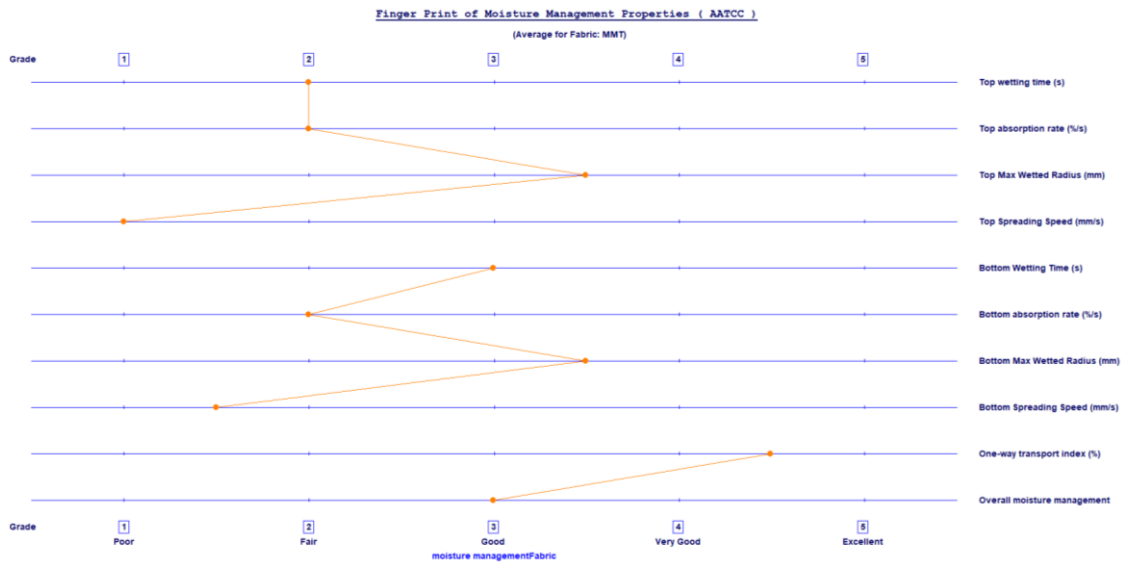


Slika 148. Fingerprint uzorka komercijalne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 30 minuta

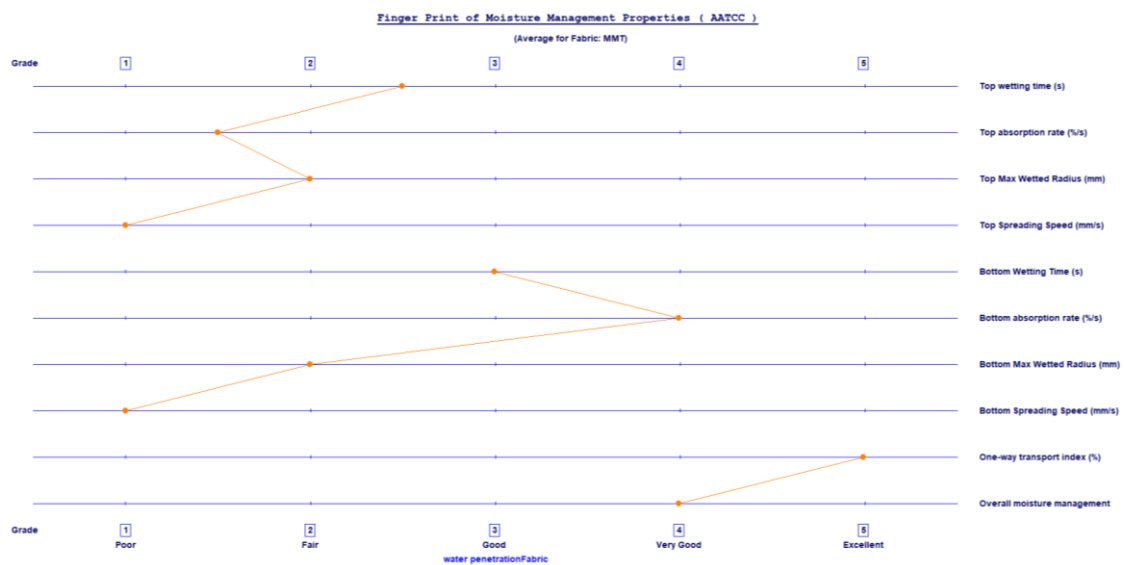


Slika 149. Fingerprint uzorka komercijalne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 60 minuta

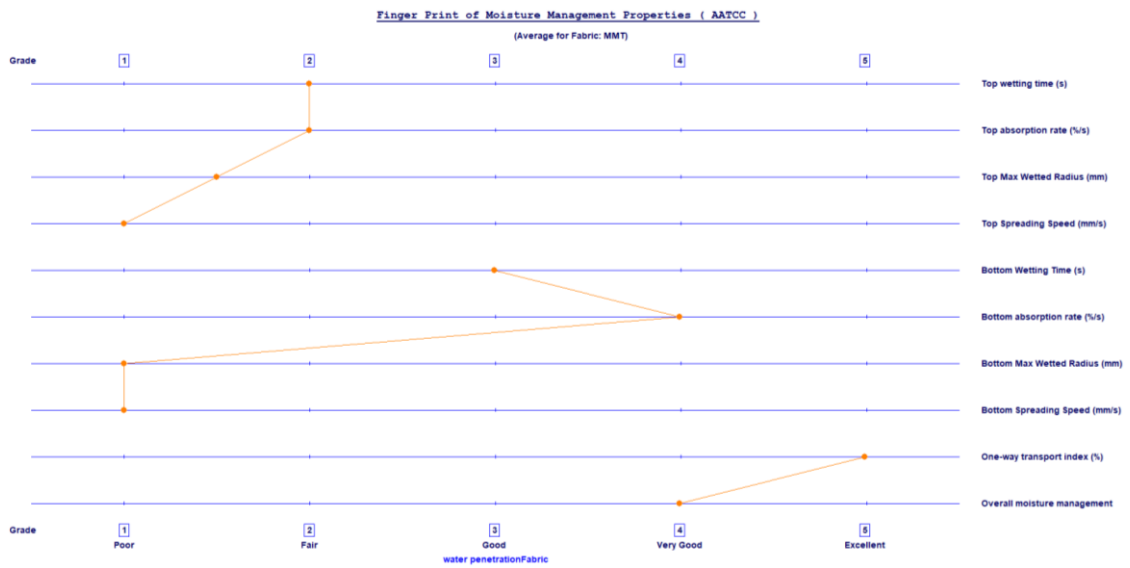




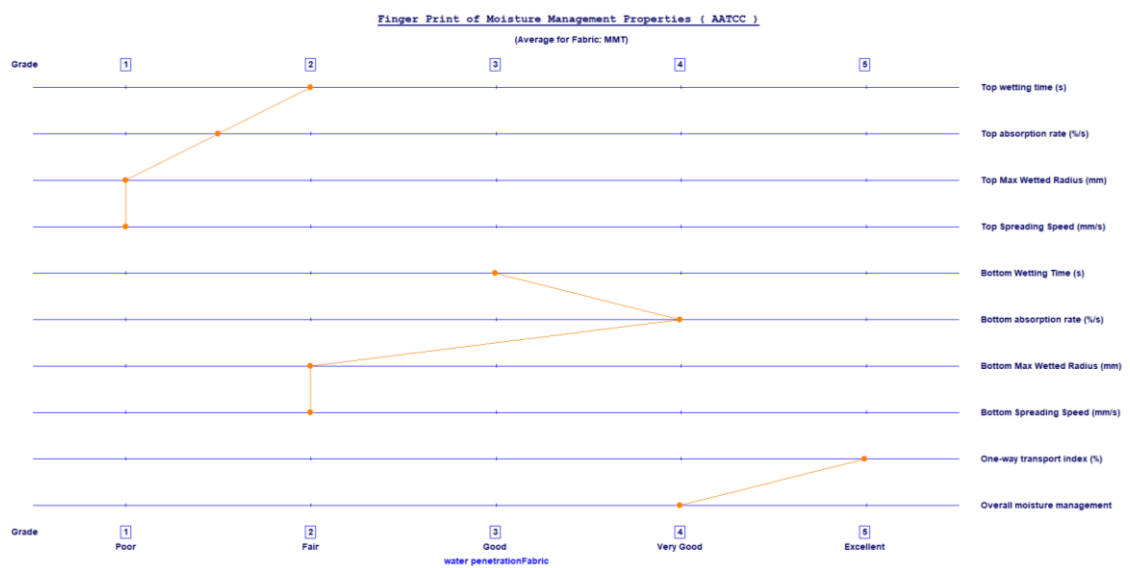
Slika 150. Fingerprint uzorka komercijalne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,1 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 120 minuta



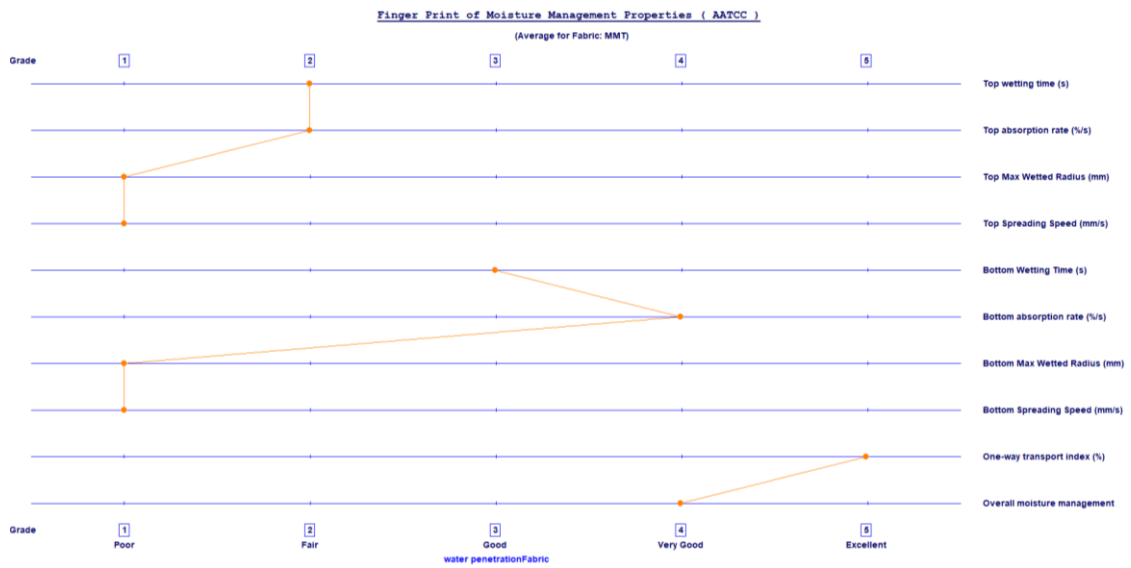
Slika 151. Fingerprint uzorka komercijalne poliesterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 15 minuta



Slika 152. Fingerprint uzorka komercijalne polieterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 30 minuta



Slika 153. Fingerprint uzorka komercijalne polieterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 60 minuta



*Slika 154. Fingerprint uzorka komercijalne polieterske tkanine obrađenog u otopini enzima koncentracije 0,2 g/L, pH vrijednosti 9 te u vremenu obrade od 120 minuta*