

КОТЛЕНСКИТЕ КИЛИМИ - ОСЪВРЕМЕНЯВАНЕ НА ТРАДИЦИИТЕ

doi: 10.53230/tgm.1310-912X.2020.0004.02

Диана GERMANOVA-KRISTEVA^{1,2}, Петрослав GERENSKI¹

¹"БГ Нюанс" ООД, ул. "Г. С. Раковски" 74, 8970 Котел, България
e-mail: dianakra@tu-sofia.bg, gerenski@gmail.com

²Технически университет - София, катедра "Текстилна техника"
бул. "Кл. Охридски 8, 1000 София, България
e-mail: dianakra@tu-sofia.bg

РЕЗЮМЕ

Котленските килими са един от българските национални символи. Те са известни не само в страната, но и по целия свят. Производството им се запазва и до днес, въпреки че броят на хората, които ги произвеждат, бързо намалява. В помощ на каузата за запазване на традициите идват съвременни методи като: цифровизация на мострите, разработване на електронни каталози и тяхното съхранение, инженерни подходи и решения за трансформация на ръчно изработени модели/скици в производствени технологии, както и други технологични изчисления.

Тъкачките на килими, въз основа на дългогодишния си опит, имат изградена интуиция и могат, поглеждейки модела, да преценят колко основни нишки да обхванат и колко вътъчни нишки да положат, за да се получи желаната фигура.

Основната цел на изследването бе да постави техните знания и умения на научна основа.

Настоящата работа описва накратко технологията за ръчно тъкане на килими. Въз основа на нейните принципи е разработена методология за определяне на броя нишки, съответстващи на клетка от мострата. При входни параметри: мостра, линейна плътност на основните и вътъчните нишки и гъстина на насноваване на основата, може да се изчисли размерът на готовия килим и разходът на вътъчни нишки. При наличие на готов килим, обратно, мострата може да бъде възстановена и да бъдат определени параметрите на материала.

За автоматизиране на изчисленията е разработен експертен изчислителен модул, базиран на електронните таблици на MS Excel. Разработени са 2 версии, в зависимост от прилагания метод на тъкане: на чифтове или с единични основни нишки. Използвани са добре известни формули за преизчисляване на линейната плътност в диаметър. Отчетена е и необходимостта от периодично обхващане на съседни основни нишки, за да се избегне образуването на големи ажурни отвори, които могат да доведат до намаляване на здравината на килима.

Предложената методология може да се използва успешно, тъй като е валидирана чрез голям брой експериментални опити, проведени с различни модели и материали от производствената гама на фирма "БГ Нюанс" ООД.

Ключови думи: котленски килими, модели, дигитализация, автоматизирани инженерни изчисления.

KOTEL CARPETS - UPDATING TRADITIONS

Diana GERMANOVA-KRASTEVA^{1,2}, Pertoslav GERENSKI¹

¹BG Nuance Ltd, 74, G. S. Rakovski Street, Kotel, Bulgaria

e-mail: dianakra@tu-sofia.bg, gerenski@gmail.com

²Technical University, Faculty of Power Engineering and Power Machines,

Textile Department, 8, Kl. Ohridski Blvd, Sofia, Bulgaria

e-mail: dianakra@tu-sofia.bg

ABSTRACT

Kotel carpets are one of the Bulgarian national symbols. They are known not only in the country but all over the world. Their production is kept till nowadays, although the number of people who produce them is rapidly declining. To help the cause of preserving traditions come modern methods such as digitization of patterns, development of electronic catalogues and their storage, engineering approaches and solutions for transformation of handmade patterns in manufacturing technologies, as well as other technological calculations.

Carpet weavers have an intuition based on their long-years' experience to estimate looking at the pattern how many warp threads to take and how many weft threads to lay in order to become a desired figure.

The main goal of the research was to put their knowledge and skills on a scientific ground.

The present work briefly describes the handmade carpet weaving technology. Based on its principles, a methodology has been developed to determine the number of threads corresponding to a pattern cell. By input parameters: pattern, linear density of warp and weft threads and density of warp winding, the size of the finished woven carpet, as well as the necessary mass of weft yarns, can be calculated. In case of existing carpet sample, conversely, the pattern can be restored, and the material parameters calculated.

An expert computing module based on Excel spreadsheets to automate the calculations has been developed. It is worked out in 2 versions, depending on the applied weaving method: by pairs or by single warp threads.

Well-known formulas have been used to recalculate the linear density into diameter. The need for periodic crossing of neighbour threads during the fabric formation is also taken into account, in order to avoid the formation of large hollow windows (ajouré), which can reduce the strength of the carpet.

Proposed methodology can be used successfully because it has been validated through a large number of experimental tests conducted with patterns and materials from the production range of BG Nuance.

Keywords: Kotel carpets, pattern, digitalization, automated engineering calculations

ВЪВЕДЕНИЕ

Котленските килими (*Фигура 1*) са един от българските национални символи. Те са известни не само в страната, но и по целия свят. Традицията за тяхното производство се пази и до днес, макар хората, които ги изработват, все повече да намаляват.

В помощ на каузата за съхраняване на



Фигура 1 Котленски килими [1]

националното ни богатство идват съвременните методи като: цифровизация на мострите, разработване на електронни каталози с мостри и тяхното съхранение на различни носители, прилагане на инженерни подходи и решения за трансформация на ръчно изработени модели/скици (*Фигура 2*) в производствени технологии, както и други технологични изчисления.



Фигура 2 Модели/скици на котленски килими

Тъкането на котленските килими се извършва ръчно на вертикални станове (*Фигура 3*). Предимството на вертикалните станове пред хоризонтално разположените е възможността за изработване на площни изделия с относително големи размери върху значително по-малка площ, както и възможността за работа от двете страни, вкл. и от две работнички.



Фигура 3 Снимка на вертикален стан от Галатанско училище в Котел [2]

Тъкачният стан представлява дървена рамка, върху която се поставят двете кросна - основно, на което са насновани (навити) основните нишки и платнено, на което се навива готовото платно (килимът). Разстоянието между тях се фиксира с клинове, които се набиват в прорез на гредите под горното кросно или посредством винт.

За основни нишки се използват памучни прежди, като характерно за котленските килими е, че се нареждат на чифтове (двойки) [3]. Самото насноваване се извършва, като краят на основата се завързва за едното кросно. След това нишката се прекарва последователно през горното и долното кросно, докато се получи желаната широчина. След насноваването основата се разпределя равномерно и се опъва. Перпендикулярно на основата се поставят две летви, като нишката минава веднъж над летвата, веднъж под нея. Така нишките на основата се разделят на чифтове, чиято гъстина е обикновено $16 \div 17$ чифта/10 cm. Долната летва служи за оформянето на равно начало, а горната - разделя чифтовете.

След насноваването се оформя нишелката, като едната страна на устата (четните нишки на основата) се прекръстосват с памучната прежда, обвиваща нишелковото дърво.

За вътъчни нишки се използват преди от 100% вълна, обавени в различни цветове. Прекарването на вътъчните нишки при котленските килими също е много характерно. Зевообразуването (отварянето на устата) при котленския килим става като с пръсти се изтеглят напред чифтовете на основата над самия плат на килима. Броят на нишките, които се издърпват, зависи от цветния мотив, който се изработва в момента. Първо вътъчната нишка се прекарва между нишките, които минават над летвата и задните нишки. След това задните нишки се издърпват силно напред, за да станат предни и вътъчната нишка се полага зад тях. Следва набиване на вътъка. Тъй като при котленските килими всяка фигура се изработва самостоятелно, то набиването се извършва не по цялата широчина, а само в работната зона, като се използва т. нар. „тупица“.

Този начин на вътъкополагане води до получаването на гладки двулицеви тъкани.

По отношение на оформянето на контурите на фигурите за котленските килими е характерна ажурената техника, често прилагана и в плетачната техника. При нея вътъчната нишка обвива две съседни основни нишки, без да се прекръстосва с вътъчната нишка от съседната фигура. Получава се т.нар. ажурен ефект, при който се образуват малки отвори (прозорчета) в структурата на плата. Тези отворчета (ажури) не бива да надхвърлят 7 - 8 mm, защото това би довело до намаляване на здравината на тъканта.

Предимството на тъкането „на чифт“ е възможността да се изобразяват много по-дребни фигури, което прави котленските килими изключително богати на шарки и фигури.

Основните въпроси, които всеки един, имащ желанието да се захване със занаята, си задава, са: ако имам скица, колко нишки съответстват на едно квадратче; а, ако имам готова мостра, мога ли да ѝ направя скица; колко материал ще ми трябва за даден килим и т.н.

Тъкачките на килими, въз основа на дългогодишния си опит, имат изградена интуиция и могат, поглеждайки модела, при зададени размери на готовия килим да преценят дали е по-добре да се работи на чифт нишки или с единични нишки, колко пъти да прекарат вътъка, за да може едно квадратче от

модела да се превърне в квадратче от готовия килим и в крайна сметка да се получи желаната фигура.

За да не се разчита само на интуицията на тъкачките, бе проведено и това изследване, чиято основна цел бе придобитите знания и умения да бъдат поставени на научна основа.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА ЧАСТ

Експериментите са проведени в производствените условия на фирма „БГ Нюанс“ - гр. Котел.

За автоматизиране на изчисленията е разработен експертен изчислителен модул, базиран на електронни таблици в MS Excel.

Използвани са следните формули, повечето от които са добре известни от текстилната наука и практика [4, 5]:

- за изчисляване на диаметъра на нишката

$$d = k \sqrt{\frac{T_t}{1000}} \text{ [mm]}, \quad (1)$$

където k е коефициент, характеризиращ плътността на нишката (за памучни преди варира в границите $1,19 \div 1,26$, а за шрайхгарни вълнени преди - $1,30 \div 1,35$). Колкото по-обемна е преждата, толкова коефициентът k е по-голям;

- за изчисляване на реалната широчина $B_{\text{кл}}$, съответстваща на една клетка:

$$B_{\text{кл,един}} = \frac{100}{2P_o} \text{ [mm]}, \quad (2)$$

където P_o е гъстината на основните нишки в брой двойни нишки (чифтове)/10 cm (обикновено се насновават $16 \div 17$ чифта/10 cm);

- за изчисляване на броя вътъчни нишки $n_{\text{вн,кл}}$, които трябва да бъдат положени и набити за получаване на единична клетка с квадратни размери, т.е. височината на клетката да съответства на изчислената широчина $B_{\text{кл}}$:

$$n_{\text{вн,кл}} = (1,3 \div 1,5) \frac{B_{\text{кл}}}{d_{\text{вн}}}, \quad (3)$$

където $d_{\text{вн}}$ е диаметърът на вътъчните нишки.

Поради високата обемност и деформируемост на вътъчните нишки и факта, че се набиват към изработения участък, те се уплътняват и това уплътняване е изключително силно изразено в посока, успоредна на равнината на килима. Това налага да се коригира изчисленият диаметър на вътъчните нишки или да се увеличи необходимият брой нишки за формиране на клетка с правилна квадратна форма.

Проведените във фирма „БГ Нюанс“ изследвания показаха, че в зависимост от обемността на преждата, процентът на завишение за получаване на квадратна форма на клетката е в границите $(30 \div 50)\%$. Повисокият процент следва да бъде използван за нишки с по-висока обемност и способност за уплътняване.

Определянето на размера на готовото изделие може да се определи от броя на клетките по ширина $N_{\text{шир}}$ и по височина (дължина на изделието) $N_{\text{дълж}}$ и размера на клетките $V_{\text{кл}}$:

$$B_{\text{гот}} = \frac{N_{\text{шир}} \cdot B_{\text{кл}}}{1000} \text{ [m]}, \quad (4)$$

$$L_{\text{гот}} = \frac{N_{\text{дълж}} \cdot B_{\text{кл}}}{1000} \text{ [m]}. \quad (5)$$

Разходът на вътъчна прежда $G_{\text{вн}}$ [kg] приблизително може да се определи като:

$$G = (1,2 \div 1,3) \frac{T_t \cdot B_{\text{гот}} \cdot n_{\text{вн}} \cdot N_{\text{дълж}}}{10^6}, \quad (6)$$

където коефициентът $1,2 \div 1,3$ отчита $(20 \div 30)\%$ увеличение на масата на нишките в резултат на: вработването им (прекръстосване с основните), необходимостта от периодично обхващане на съседни вътъчни нишки за намаляване на ажурните отвори, както и огъването на нишката при обръщане на посоката на полагането ѝ в края (контура) на всяка фигура.

На **Фигура 4** е показан видът на експертния изчислителен модул, като в оранжево са отбелязани показателите, които се въвеждат от оператора, а в зелено - тези, които се изчисляват по формули (1) ÷ (6).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
	№	Линейна плътност на основната нишка, tex	Диаметър на основната нишка, mm	Гъстина на основните нишки, бр. двойни нишки (цифове)/ 10 cm	Ширина на едичичната клетка, mm	Линейна плътност на вътъчните нишки, tex	Диаметър на вътъчната нишка, mm	Брой вътъчни нишки за получаване на квадратна клетка	Брой двойни полагания (ушенца)	Брой клетки в основна посока	Брой клетки във вътъчна посока (по дължина)	Ширина на готовото изделие, m	Дължина на готовото изделие, m	Маса на готовото изделие, kg
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
2														
3														
4														
5														
6		Въвежда се от оператор				1. № на варианта								
7		Изчислява се от програмата				2. Линейна плътност на основните нишки - от производител или масата на нишката в [g] към дължината ѝ в [km]								
8						3. Диаметър на основната нишка - изчислява се от линейната плътност и обемната плътност за памучна прежда								
9						4. Гъстина на основните нишки - препоръчителна стойност 16-17 цифра/ 10 cm, може и да варира, но в тесни граници								
10						5. Ширина на клетката - определя се от гъстината на нишките								
11						6. Линейна плътност на вътъчните нишки - аналогично на основните								
12						7. Диаметър на вътъчната нишка - аналогично на основната, но с отчитане на вида ѝ (въълнена)								
13						8. Брой вътъчни нишки за получаване на квадратна клетка - изчисляване на броя нишки за запълване на размера от кол. (5)								
14						9. Брой двойни полагания (ушенца)								
15						10. Брой клетки в основна посока (по широчина) - по модел								
16						11. Брой клетки във вътъчна посока (по дължина) - по модел								
17						12. Ширина на готовото изделие - прогнозна ширина на готовото изделие в [m]								
18						13. Дължина на готовото изделие - прогнозна дължина на готовото изделие в [m]								
19						14. Маса на вътъчните нишки - прогнозен разход на вътъчна прежда в [kg]								

Фигура 4 Общ вид на експертния изчислителен модул

За валидиране на разработената методика са тествани редица варианти на мостри и материали с различна линейна плътност и обемност.

Алгоритъм за работа

Отделните стъпки за работа по методиката ще бъдат демонстрирани чрез пример.

1. Избор на мостра - за целите на изследването е избрана мострата, представена на Фиг.

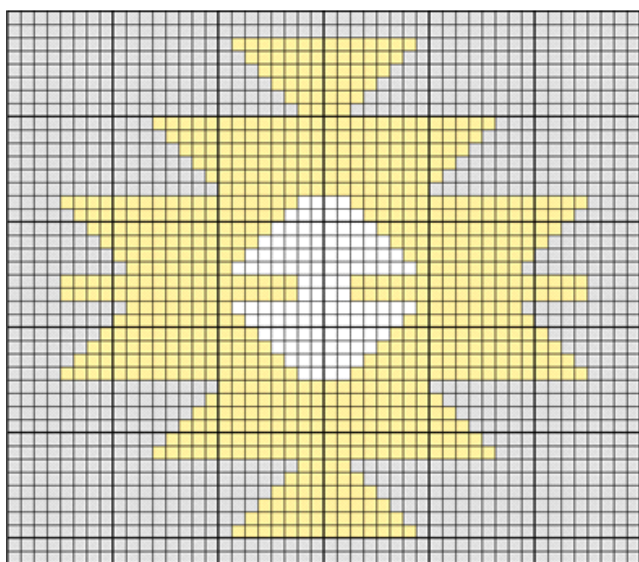
5. Тя се състои от 3 цвята, 48 квадратни клетки по широчина ($N_{\text{шир}}=48$) и 42 по височина /дължина на изделието ($N_{\text{дълж}}=42$). В колона (1) на изчислителната таблица се нанася № на варианта, в случая - 1 (първи).

2. Избор на материал за основата - за насковане на основата е използвана пресукана памучна прежда с линейна плътност $T_t=650 \text{ tex}$. Стойността ѝ се нанася в колона (2). Поради изискването за голяма здравина на нишката, е

избрана такава с голяма плътност ($k=1.2$). Изчислителният модул калкулира, съгласно формула (1), диаметъра на преждата в [mm], който се извежда в колона (3).

3. Насноваване на основата - основата е наснована при гъстина 17 чифта/10 см. Тази стойност се нанася в колона (4). По формула (2) модулът изчислява широчината на клетката $B_{кл}$ в [mm] и я насася в колона (5).

4. Избор на материал за вътъчните нишки - използвани са вълнени прежди с различни цветове и линейна плътност $T_l=280$ tex. Стойността на линейната плътност на нишката се нанася в колона (6). От нея, по формула (1), се определя диаметърът на вътъчните нишки. Те са с голяма обемност и за тях е избран коефициент $k=1.35$. Изчислителната стойност на диаметъра в [mm] се извежда от модула в колона (7).



Фигура 5 Мостра (скица), подлежаща на изработване

5. Определяне на броя на вътъкополаганията за получаване на клетка с квадратна форма - за да може фигурата от мострата да бъде възпроизведена възможно най-точно и квадратната клетка от мострата да се получи квадратна и в готовото изделие, е необходимо да се определи колко пъти вътъчната нишка трябва да бъдат прекарана през устата. От геометрична гледна точка задачата изглежда относително лесна - нишките се нареждат виртуално плътно една

до друга и се определя колко пъти диаметърът на нишката се нанася в широчината на клетката. Решението на задачата се усложнява поради факта, че за да се получи плътна и стабилна структура, всеки ред нишки са набива последователно към изтъквания вече участък. При набиването те се деформират и уплътняват, т.е. променят напречните си размери (диаметър и форма). Теоретичното определяне на новите напречни размери на нишките е сложно и изисква отчитането на значителен брой фактори (обемност на нишката, материални константи - деформационни модули, коефициенти на триене и др.), вкл. и случайни (например, силата с която дадена тъкачка набива с тупицата, дебелина на нишката в даденото сечение и др.). Затова бяха проведени редица опити с цел да се определи емпирично коефициент на изменение на напречния размер на нишката в равнината на тъканта, както и диапазонът, в който той варира. Установените стойности са включени като корекционен коефициент във формула (3). За разглеждания вариант е избрана стойност на корекционния коефициент 1.3, тъй като, както бе упоменато и по-горе, е използвана прежда с голяма обемност. Калкулираната от изчислителния модул стойност се нанася в колона (8). Тъкачките работят с т. нар. „ушенца“, които показват броя на двойните полагания (в двете посоки) на нишката, поради което в следващата колона (9) е показан и техният брой. Той е получен чрез разделяне на определения брой на нишки на две.

6. Въвеждане на размерите на мострата /изделието - в следващите две колони (10) и (11) се нанасят броят на клетките (квадратчетата) от мострата/изделието по широчина - в конкретния случай $N_{шир}=48$ и по височина на мострата /дължина на изделието $N_{дълж}=42$.

7. Определяне на размерите на готовото изделие - по формули (4) и (5) от броя на единичните клетки и размера им се изчислява приблизителния размер на готовото изделие. Размерът е приблизителен, защото дори при опитните тъкачки се наблюдават малки, макар и трудно забележими с просто око, отклонения от размерите на клетките. Те се дължат не само на субективни фактори (разлика в опъването на нишките, силата на набиване и др.), но и на обективни (например неравномерност в

напречните размери на нишките) такива. Изчислените приблизителни размери се извеждат в колони (12) и (13).

8. Определяне на необходимото количество вътъчна прежда за изработване на мострата /килима - изчислението се извършва по формула (6) и също е приблизително, тъй

като се влияе от множество фактори. Проведените изследвания, обаче, потвърдиха, че заложените във формула (6) коефициенти дават задоволителна точност. Изчислителният модул извежда прогнозния разход в [kg] в колона (14).

На **Фигура 6** е показана екранна снимка от изчисленията за представения пример.

[illegible]

Фигура 6 Изчисления за представения пример с помощта на експертния изчислителен модул при работа на чифт нишки

Разработен е и изчислителен модул за работа с единични нишки. Този метод е по-рядко използван и се прилага за по-едри фигури, не изискващи фин контур. Външният вид на модула е аналогичен, но широчината на клетката се изчислява като:

$$B_{\text{кл,един}} = \frac{100}{p_c} [\text{mm}], \quad (7)$$

където P_0 е гъстината на основните нишки в брой нишки/10 cm.

На **Фигура 7** са представени резултатите от калкулации за изследваната мостра, при условие, че се работи с единични нишки.

[illegible]

Фигура 7 Изчисления за представения пример с помощта на експертния изчислителен модул при работа с единични нишки

Съпоставката на резултатите от *Фигура 6 и 7* показва, че работата с чифт нишки (поради по-високата гъстина на основните нишки и респ. по-малкия размер на клетките) е по-прецизна и води до получаването на по-дребни фигури.

В случаите, когато е задачата е обратна -
налице е готово изделие и трябва да бъде

получена мостра/скица, могат да бъдат използвани същите зависимости. В този случай, обаче, основната задача се свежда до определянето на размера на една клетка в готовото изделие. Той може да бъде определен както по широчина, така и по височина/дължина.

По широчина размерът може да се получи по един от следните начини (*Фигура 8*):



Фигура 8 Определяне на размера на единична клетка по широчина

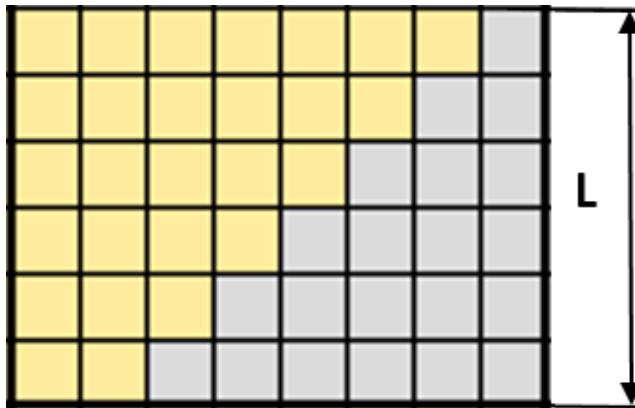
- За относително голяма широчина (мин. 10 cm) може да се определи броят плавания, съответстващ на броя клетки в измервания участък. Той може да се изброи с просто око или с помощта на текстилна лупа. В този случай средният размер на клетката се изчислява чрез разделяне на дължината на измервания участък на броя на клетките. Не се препоръчва измерването на размера на отделните клетки една по една поради голямото разсейване.

- От гъстината на основните нишки, която може лесно да се определи в началото и края на килима - в зоната, където се формират ресните. След това да се приложи формула (2).

- Чрез изброяване на броя на основните нишки в една ресна и широчината ѝ. Получената гъстина следва да се преизчисли в бр. н./10 cm.

По височина/дължина големината на клетката може най-лесно да се определи в участък, в който има диагонален елемент (*Фигура 9*). Отново се препоръчва намиране на зона с голяма дължина на диагонала. Средната

големина на клетката се определя чрез разделяне на дължината на участъка L на броя на клетките (в случая N=6).



Фигура 9 Определяне на размера на единична клетка по височина/дължина

При известен размер на клетката и чрез измерване (ръчно или с автоматизирани средства, вкл. софтуерни продукти) на размера на фигурите, те могат лесно да бъдат трансформирани в скица.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В резултат на проведените в производствените условия на фирма „БГ Нюанс“ експерименти е разработена методика и експертен изчислителен модул за извършване на технологични изчисления, необходими за производството на котленски килими, както и за трансформиране и получаване на мостри от готови изделия. Последното е особено важно с оглед на запазване на богатството от изработени през последните десетилетия и векове килими и за последваща дигитализация и съхранение на електронен носител на мостри и каталози от мостри.

Резултатът от тази публикация е получен по Проект „Възстановяване и съхраняване на производството на котленски килими“, финансиран от Оперативна програма „Иновации и конкурентоспособност“, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за регионално развитие, Договор № BG16RFOP002-2.024-0041-C01.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] https://bulgariatravel.org/wp-content/uploads/2016/publication_5884_1.pdf
- [2] <https://ranica.eu>
- [3] <https://kotlenski-kilimi.bg/информация-котленски-килими/технология-котленски-килими/>
- [4] Германова-Кръстева Д., Ръководство за лабораторни упражнения по Текстилни изпитвания и анализ, Издателство на Технически университет-София, София, 2007.
- [5] Германова-Кръстева Д., Учебник по Текстилни изпитвания и анализ, Издателство на ТУ-София, София, 2012.