Univerzita Karlova
Pedagogická fakulta
Katedra matematiky a didaktiky matematiky

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Matematické výpočty při práci s textilem

Mathematics in working with textile

Jitka Nováková

Vedoucí práce: Prof. RNDr. Jarmila Novotná, CSc.

Studijní program: Specializace v pedagogice (B7507)

Studijní obor: B IT-M (7507R040, 7504R015)

2023

Odevzdáním této bakalářské práce na téma Matematické výpočty při práci s textilem potvrzuji, že jsem ji vypracovala pod vedením vedoucího práce samostatně za použití v práci uvedených pramenů a literatury. Dále potvrzuji, že tato práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

V Praze dne 4. 12. 2023

Děkuji vedoucí této práce paní prof. RNDr. Jarmile Novotné, CSc. za její pohotovost, ochotu a pomoc při vypracovávání. Dále děkuji své babičce Věře Křížové za pomoc s korekturou.

ABSTRAKT

Bakalářská práce se věnuje práci s textilem a souvisejícím matematickým výpočtům. První část se zaměřuje na význam práce s textilem, na jeho zařazení do výuky na školách a do učebních materiálů z matematiky. Druhá část rozebírá konkrétní problémy z práce s textilem a s nimi provázané matematické postupy. Konkrétními tématy jsou rovnice, procenta, shodná zobrazení, některé rovinné útvary (trojúhelník, kružnice, elipsa, lichoběžník), jejich obvod a obsah, objem těles, Čínská věta o zbytcích, a nejmenší společný násobek. K jednotlivým problémům jsou vytvořeny matematické příklady s řešením. Poslední dvě kapitoly se věnují zamyšlení nad budoucností konstrukce oděvů a související matematice.

KLÍČOVÁ SLOVA

matematika, textil, konstrukce oděvů

ABSTRACT

This Bachelor thesis' subject is working with textile and the Mathematics connected to it. The first part focuses on the importance of working with textile, its inclusion in teaching at schools and in Math teaching materials. The second part's subject is specific problems in working with textile and the connected mathematical procedures. Specifically the subjects are equations, percentages, rigid transformations, some planar shapes (triangle, circle, ellipse, trapezoid), their perimeter and area, volume, the Chinese remainder theorem and the least common multiple. An example with a solution was developed for each problem. The last two chapters are about the possible future of garment construction and the mathematics included therein.

KEYWORDS

Mathematics, textile, garment construction

1 Obsah

Úvod

Tato bakalářská práce se věnuje propojení matematiky a vybraných podoblastí práce s textilem. Toto téma jsem zvolila z toho důvodu, že se ve volném čase věnuji šití. Všimla jsem si, že matematické znalosti, které jsou k práci s textilem potřebné, často lidem chybí. Různé formy zpracování textilu, od pletení šál po šití maturitních šatů, jsou populárními koníčky. Považuji proto za přínosné se podívat na matematiku, která je pro práci s textilem důležitá, a využít tak příležitosti k propojení dvou oborů. Matematickou teorii je výhodné přibližovat lidem jejím využitím v reálných situacích. Prohlubuje se tak její pochopení a odpovídá se na věčnou žákovskou otázku „K čemu mi to bude?" Při zpracování textilu se matematice nelze vyhnout. Lidé, kteří nerozumí matematickým postupům v textilních projektech, jsou tím značně omezováni. Zarazilo mě, když jsem zjistila, že někteří mí přátelé šijí kolové sukně a neznají vzorec pro obvod kruhu. Toto zjištění mne mimo jiné motivovalo ke zpracování tohoto tématu.

Textilie jsou materiály vyrobené z textilních vláken. Textilní vlákna jsou ohebná a vyrábí se například z bavlny, vlny, lnu či polyesteru. Textilie dělíme podle materiálu vláken. Dále je můžeme rozdělovat podle vazby na netkané textilie, pleteniny, tkaniny apod. Textilem rozumíme obecné označení pro textilie, textilní vlákna, textilní průmysl a obory zaměřené na textilie.

Tato práce se skládá z obecného úvodu do problematiky a rozboru konkrétních výskytů matematických postupů v práci s textilem. Některé z postupů vychází z učebnic oděvnictví, některé z učebních materiálů pro výuku matematiky. K jednotlivým tématům jsou vytvořeny příklady. Při jejich tvorbě bylo mým cílem vycházet co nejvíce z výpočtů, které se skutečně v praxi využívají.

1. Význam práce

1.1. Proč učit o práci s textilem

V současné době plné hromadné konfekční výroby a levných materiálů je oblečení pro většinu populace relativně levné. To je ale poměrně nová záležitost, na které se v průběhu historie podílelo několik faktorů. Nejprve to byl vynález tkalcovského stroje, poté v devatenáctém století vynález šicího stroje (ABCD o oděvu, 1995, str. 13), následně také objev plastových vláken, zlevnění dopravy a četné další inovace. Před vynálezem šicího stroje v polovině devatenáctého století šití zabralo mnohonásobně více času. V dobách před levnou a rychlou dopravou, umělými vlákny a tkalcovskými stroji byly také textilie výrazně dražší, než jsou dnes. Ještě naše babičky byly často zvyklé sobě a svým dětem šít oděvy podle střihů z časopisů. Nutnost umět si opravit oblečení, které má závadu, nebo ho upravit, když špatně sedí, postupně vymizela. Ušít si vlastní oblečení se v dnešní době nemusí časově ani finančně vyplatit. Přesto existují pádné důvody naučit se alespoň základy práce s textilem, a sice důvody ekologické.

Módní průmysl je zodpovědný za vypouštění přibližně 10 % z celkového množství skleníkových plynů (Beall, 2020). V roce 2013 bylo podle Environmental Protection Agency vyprodukováno 15,1 milionů tun textilního odpadu (Tan, 2016). Část vyhozeného oblečení se recykluje, část se prodá do obchodů s oblečením z druhé ruky, ale významná část skončí na skládkách. Mezi lety 1975 a 2018 se světově množství textilu vyprodukovaného na člověka zvětšilo o 7,1 kg (Niinimäki, 2020). Mezi roky 2000 a 2014 se produkce oblečení zdvojnásobila a doba, po kterou si lidé nechají kus oděvu, se mezi roky 2001 a 2016 zkrátila na polovinu (Remy a kol., 2016).

Obzvlášť průmysl rychlé módy, který produkuje většinu oblečení, velmi zatěžuje životní prostředí a často čelí kritice za svou neudržitelnost. Některé velké firmy módního průmyslu, například H&M, vyjádřily snahu o větší udržitelnost, ale tyto snahy bývají označovány za pouhý greenwashing – marketingovou strategii k přesvědčení veřejnosti, že jejich výrobky jsou ekologičtější, než ve skutečnosti jsou (Stern, 2022). Způsob, jak zajistit větší udržitelnost, je ze strany konzumentů spíš nakupovat menší množství oblečení, než nakupovat z „ekologické" kolekce H&M. K tomu je potřeba, aby člověku vydrželo oblečení, které již vlastní. Proto je výhodné umět si oděvy opravit. To je nejen ekologické, ale i ekonomické. Opravování samozřejmě není jediným faktorem, který přispívá k dlouhověkosti textilií. Důležité je také umět prádlo správně prát a odstraňovat z něj skvrny, zmenšit či zvětšit ho podle potřeby, nebo jej přetvořit. Přetváření, odstraňování skvrn a opravování se samozřejmě nemusí týkat pouze oděvů. I o bytový textil je potřeba se umět starat a pracovat s ním.

Oblečení je něco, co potřebujeme k životu ve společnosti. Každý den se musíme zamyslet, jaké kusy oblečení si vzít, aby plnily termoregulační i estetickou funkci. Často se ale nezamýšlíme hlouběji nad širším kontextem oděvního, domácího i jiného textilu, který nás obklopuje. Způsob, jakým k textiliím přistupujeme, je neudržitelný. Zatímco exkluzivní módní značky vydávají maximálně čtyři nové kolekce oblečení ročně, značky rychlé módy jich vydají násobně více. Například značka Zara vydá v jediném roce 24 kolekcí (Remy a kol., 2016). Jako společnost budeme muset svůj přístup změnit, pokud chceme předejít klimatickým katastrofám. Ke změnám musí dojít na národní a nadnárodní úrovni přes změny legislativy, zároveň si ale jakožto konzumenti musíme zvyknout na jiný přístup ke svému textilnímu majetku. Bylo by vhodné vést další generace už od dětství k tomu, aby si vážily svých oděvů, aby rozlišovaly kvalitu a udržitelnost materiálů a aby si dokázaly oblečení samy opravit či dokonce vyrobit.

Další motivací k šití mohou být specifické požadavky na oblečení. Může se jednat o sukni, která má velké kapsy, o kalhoty z kvalitního materiálu, které jsou ušity na míru, o šaty, které mají správně ušitý rukáv, či o nějaký kostým. Konfekční velikosti sice teoreticky pokryjí potřeby většiny populace, ale to nutně neznamená, že dobře sedí. Dětské velikosti se nejčastěji odvíjí od výšky postavy, dospělé většinou od obvodu hrudníku. Existují samozřejmě i jiné velikostní systémy, ale nejčastěji se člověk setká se systémem, který vychází pouze z jednoho rozměru a pohlaví. Znamená to, že k jedné velikosti jsou přiřazeny konkrétní míry hrudníku, pasu, boků a výšky postavy. Pokud se postava člověka výrazně vymyká nějakým rozměrem, může pro něj být komplikované najít dobře padnoucí oblečení. Některé zájmové činnosti, například historické rekonstrukce bitev, LARP (Live Action Role-Play) či cosplay, vyžadují kostýmy, které se nedají pořídit v kamenných obchodech a může být jednodušší si je vyrobit.

1.2. Zařazení textilu do výuky na základní a střední škole

Na textil se lze dívat z různých úhlů pohledu a můžeme tak propojit různé předměty a vzdělávací oblasti z Rámcového vzdělávacího programu od prvního stupně základní školy až po střední školu a dál. Průniku matematiky a práce s textilem se budeme věnovat později. Už jsme se zaměřili na souvislost textilního průmyslu s průřezovým tématem Environmentální výchova. Jako další příklad lze uvést ekologicky náročné pěstování bavlny, které vyžaduje velké množství vody a pesticidů. Při výrobě textilií se využívá také řada neobnovitelných zdrojů – polyester, akryl a další umělá vlákna jsou plasty. Dále v rámci environmentální výchovy můžeme žáky vést k ekologicky citlivějšímu přístupu k textilu a k aktivitám, které redukují individuální negativní vliv na životní prostředí. V chemii už na druhém stupni patří do učiva vlastnosti látek, jako například tepelná izolace a vodivost, při které lze zmínit rozdílné vlastnosti různých typů textilních vláken a praktické důsledky jejich využití. V hodinách dějepisu je možné zmínit se o tom, že lidé měli dříve jiný přístup k oblečení, ale to nutně neznamená, že byl horší a že vývoj není nutně vždy ve všech ohledech k lepšímu. V oblasti Umění a kultury můžeme zařadit módu jako typ umění, své oblečení jako osobité vyjádření sama sebe, a také využít textil jako umělecké médium. Oblast Člověk a svět práce v rámci základního vzdělávání zahrnuje na prvním stupni práci s drobným materiálem, kam je textilie zařazena. Údržba oděvů a textilií je také součástí nepovinného oboru Provoz a údržba domácnosti, který spadá pod kapitolu Člověka a svět práce na druhém stupni základního vzdělávání.

1.3. Matematika v oděvnictví

Matematika prostupuje mnoha obory a oblastmi a práce s textilem není výjimkou. Můžeme se s ní setkat od výpočtu nákladů na pěstování bavlny po vyšívání geometrických vzorů na košili. Kolešková a kol. (1969, str. 35) uvádí mezi nutnými podmínkami k řešení konstrukcí střihů kromě znalosti anatomie, vlastností oděvních materiálů a estetiky i dokonalé znalosti základních matematických a geometrických úkonů. Rüffer a Galusek (1959) v úvodu své učebnice zdůrazňují důležitost ovládání logického myšlení a řešení problémů pomocí matematiky. V mnohých učebnicích oděvnictví a v praxi se setkáme s obcházením přesných matematických výpočtů za pomoci postupů, které spoléhají spíše na odhad a kreslení od ruky místo přesného rýsování křivek atd. Tyto postupy mají své výhody, často jsou rychlejší a jednodušší na provedení. Textilie ze své podstaty odpouští některé geometrické nepřesnosti, protože jsou ohebné a do určité míry všechny pružné.

Člověk, který se věnuje práci s textilem na profesionální úrovni, musí nutně matematiku používat. Žáci, kteří jsou zaměření na umělecké obory, se jí mnohdy chtějí vyhnout. Neznalost matematiky jim ale práci může značně ztížit nebo dokonce znemožnit.

V následujících kapitolách se zaměřím na některé konkrétní postupy z práce s textilem a v nich obsažené výpočty.

1.4. Aplikační úlohy se zaměřením na textil v učebních materiálech pro výuku matematiky

V některých matematických sbírkách můžeme narazit na úlohy, které využívají situace vznikající při zpracovávání textilu. Na některých z nich je ale vidět, že autor či autorka nemá dostatečný přehled o práci s textilem, aby úloha byla skutečně přínosná a realistická.

Dočekalová (2020) ve své diplomové práci vytvořila úlohu z geometrie, ve které figuruje šití sukně k plesovým šatům.

„Adélka si šije šaty na ples. Sukeň bude z jednoho kusu látky vzadu sešitého

a bude dlouhá až na zem, v Adélčině případě 80 cm. Adélka má míry 90–60–90

a chce, aby v šatech mohla tančit waltz a dělat při něm kroky dlouhé 90 cm. Kolik

látky (jakou délku) si musí koupit, jestliže šíře látky, která se prodává v obchodě,

je 130 cm?” (Dočekalová, 2020, str. 17)

Úloha je relativně realistická, ale opomíjí jakékoliv švové přídavky a lemy. Autorka ve svém řešení předpokládá, že běžná sukně je de facto plášť komolého kužele. V tom má do značné míry pravdu a zároveň se nejspíše jedná o řešení s nejmenší spotřebou látky. Adélka by si mohla přát také například rovnou sukni se záhyby v pase, která se skládá z jednoho obdélníku, v tom případě by ale spotřeba látky byla alespoň 180 cm. Jiné běžné typy sukní se většinou skládají z více dílů. Podle autorky by měla Adélka ušít sukni z výseče mezikruží se středovým úhlem 86°. To je postup, který se jednoznačně odlišuje od běžných postupů konstrukce zvonové sukně. Zaznamenání takového středového úhlu na mezikruží, jehož vnější kružnice bude mít podle autorčina výpočtu 120 cm, je velmi náročné. Prakticky by se Adélka nejspíše rozhodla ušít čtvrtkolovou sukni, tj. středový úhel mezikruží by byl 90°. Spotřeba látky by dokonce vyšla stejně. Poloměr vnitřní kružnice by byl přibližně 38 cm ($r_1 = 60 \cdot 4 / (2\pi)$), poloměr vnější je tedy r_2 = 38 cm + 80 cm = 118 cm (viz kapitola 2.6). Pravý úhel lze na textilii najít například sledováním vlákna, pokud je na tuto metodu vhodná, nebo pomocí pravítka s ryskou. Adélka by si také měla ověřit, zda jí takto úzká sukně nebude malá přes boky.

Na online databázi HackMath.net, kam uživatelé mohou zasílat slovní úlohy z matematiky, můžeme nalézt mnoho takových, které se týkají práce s textilem. Bohužel je na nich znát, že se velmi různí svou kvalitou. Jako příklad uvádím tuto úlohu využívající vzorce pro obsah obdélníku.

„Na ušití šatů je třeba 2m látky široké 150cm. Kolik metrů látky potřebujeme na stejné šaty, bude-li látka široká jen 90cm?

Správná odpověď:

$$x = 3{,}3333 \text{ m}$$

Postup správného řešení:

$$s_1 = 150 \text{ cm} \rightarrow \text{m} = 150 : 100 \;\; \text{m} = 1{,}5 \text{ m}$$

$$S = 2 \cdot s_1 = 2 \cdot 1{,}5 = 3 \text{ m}^2$$

$$s_2 = 90 \text{ cm} \rightarrow \text{m} = 90 : 100 \;\; \text{m} = 0{,}9 \text{ m}$$

$$x = S/s_2 = 3 / 0{,}9 = 3{,}3333 \text{ m}$$“ (Na ušití, c2023)

Tento příklad je teoreticky aplikovatelný na reálnou situaci, ale velmi ji zjednodušuje. Spotřeba látky je komplikovanější a neodpovídá přímo obsahu obdélníku, do kterého lze střih poskládat. Může se stát, že se zrovna v případě šatů díly na užší pruh látky nevejdou vůbec.

Kvalitním příkladem učebnice matematiky s úlohami zaměřenými na zpracování textilu je Aplikovaná matematika pro I. a II. ročník odborných učilišť a učňovských škol Učební obory v textilu a oděvnictví (1959). Tato učebnice obsahuje sbírku úloh na témata od sčítání a odčítání celých čísel přes procenta až po funkce, všechny z prostředí textilního průmyslu. Je ale poněkud zastaralá. Kromě toho, že v úvodu autoři poznamenávají, že matematika „už přestala být výhradním vlastnictvím inteligence," a v úlohách používají archaické výrazy, nevěnují se například logaritmům hlouběji, než že čtenáře nabádají, ať používá logaritmické pravítko a pamatuje si základní vzorce (Rüffer a Galusek, 1959).

2. Vybrané oblasti matematiky v práci s textilem

2.1. Rovnice

„Jsou dány dva výrazy s jednou proměnnou $x \in M$, které označíme $P(x)$ a $L(x)$.

Potom zápis těchto výrazů ve tvaru $L(x)=P(x)$ nazýváme rovnice s neznámou $x \in M$, kde výraz $L(x)$ nazýváme levou stranou rovnice a výraz $P(x)$ pravou stranou rovnice.

Kořenem rovnice je každé číslo $b \in M$, pro které platí rovnost obou výrazů $L(b)=P(b)$." (Podhajská, 2012)

Řešení rovnic hledáme pomocí ekvivalentních úprav. Ekvivalentní úpravy nemění její kořeny a řadí se mezi ně:

„Záměna levé a pravé strany rovnice.

K oběma stranám rovnice lze přičíst (odečíst) stejné číslo nebo výraz obsahující neznámou, pokud je toto číslo nebo výraz definován v celém oboru řešení M.

Obě strany rovnice lze vynásobit (vydělit) stejným nenulovým číslem nebo nenulovým výrazem obsahující neznámou, je-li toto číslo nebo výraz definován v celém oboru řešení M.

Obě strany rovnice lze umocnit přirozeným mocnitelem, jestliže obě strany rovnice nabývají jen nezáporných hodnot v celém oboru řešení M." (Podhajská, 2012)

S rovnicemi se můžeme setkat v mnohých oblastech práce s textilem. Například v učebnicích oděvnictví najdeme v návodu na konstrukci jakéhokoliv střihu alespoň jeden vzorec. Z tělesných rozměrů se pomocí uvedených vzorců počítají rozměry střihu.

Příklad

V učebnici je pro konstrukci rukávu chlapecké košile uveden vzorec vyjadřující vztah mezi výškou rukávové hlavice *vrh* a obvodem průramku *oprůr*. Vypočtěte obvod průramku rukávu, jehož výška rukávové hlavice je 8,2 cm, jestliže platí:

„*vrh* = 2 · *oprůr* / 10." (Konstrukce střihů – základy 1969, str. 164)

Řešení

Obor, ve kterém kořen hledáme, není zadán. Předpokládáme, že obvod průramku musí být kladné reálné číslo. Potřebujeme z rovnice vyjádřit **(**z rovnice**)** *oprůr*. Provedeme ekvivalentní úpravy rovnice, obě strany vynásobíme deseti a vydělíme dvěma (3.), strany rovnice prohodíme. Nakonec do rovnice dosadíme *vrh* = 8,2 cm.

$$vrh = 2 \cdot oprůr / 10,$$

$$10vrh = 2 \cdot oprůr,$$

$$10vrh / 2 = oprůr,$$

$$oprůr = 5vrh,$$

$$oprůr = 5 \cdot 8{,}2 \text{ cm},$$

$$oprůr = 41 \text{ cm}.$$

Obvod průramku rukávu je 41 cm.

2.2. Proporce těla a procenta

Procenta vyjadřují část celku. Jedno procento vyjadřuje jednu setinu celku, značíme 1 %, celek tvoří 100 %. Celku říkáme procentuální základ *z*, dále vyjadřujeme jeho část *č* a počet procent *p*, který část představuje.

V učebnicích oděvnictví se dozvíme, že procenty se mimo jiné vyjadřují proporční tělesné rozměry. Učebnice Konstrukce střihů – základy (1969) označuje proporcemi vzájemné poměry jednotlivých částí těla k sobě navzájem. Procentuální základ nazývá modulem. Proporční vztahy se vyjadřují proporčním indexem, obvykle v procentech.

Příklad

Obvod pasu představuje podle proporčních tabulek průměrně 78,8 % obvodu hrudníku ženy. Jaký má obvod pasu průměrná žena, jejíž obvod hrudníku je 107 cm?

Řešení (pomocí vzorce)

$$p = 78{,}8 \text{ \%},$$

$$z = 107 \text{ cm},$$

$$\check{c} = ? \text{ cm},$$

$$\check{c} = pz \,/\, 100,$$

$$\check{c} = 78{,}8 \cdot 107 \text{ cm} \,/\, 100 \doteq 84 \text{ cm}.$$

Obvod pasu je přibližně 84 cm.

2.3. Pletení a trojčlenka

Ruční pletení je napříč generacemi populární volnočasová aktivita. Přestože dnes existují různé pletací stroje, které výrobky vytvářejí mnohonásobně rychleji než lidé, mnozí si rádi vyrobí šálu, ponožky či svetr sami. K pletení je v základu třeba textilní příze a dvě jehlice. Funguje na principu vytváření smyček na přízi pomocí jehlic, smyčkám říkáme oka, vzniklé textilii pletenina. Při tvorbě pletených výrobků je důležité vědět, kolik ok vytvoří danou šířku a výšku pleteniny. Tyto rozměry ovlivňují tři faktory: tloušťka příze, tloušťka jehlic a napjatost příze. Třetí z faktorů vychází z toho, jak pevná oka dělá člověk, který plete. Kvůli tomu se nedá přesně odhadnout, jaké rozměry bude mít pletenina na daný počet ok. Postup zjišťování výsledných rozměrů spočívá v tom, že si nejprve člověk uplete malý obdélníkový vzorek pleteniny, např. 20 ok do šířky na 20 ok do výšky, vzorek vyžehlí a změří (Krůtová a Kühnová, 1981, str. 351). Na základě toho můžeme spočítat, kolik ok musí výrobek v nějakém místě mít, aby měl požadovaný rozměr.

„Například: vzorek měří 7 cm, polovina šířky zadního dílu vesty na dolním okraji je 24 cm, celková šířka je 48 cm: je nutné začít na 7 × 20 ok + 2 oka okrajová, celkem 142 ok (1 cm je ponechán na sešití dílů).“ (Krůtová a Kühnová, 1981, str. 351–352)

Stejně budeme počítat počet ok na výšku, nebo počet ok, která je třeba přidat či ubrat.

V uvedeném příkladu byl výpočet proveden poměrně jednoduše, protože požadovaná šíře 49 cm je násobkem 7 cm. K výpočtu lze použít trojčlenku.

Trojčlenka je algoritmus používaný k řešení jednoduchých úloh, ve kterých se vyskytují dvě dvojice hodnot, jež si jsou přímo nebo nepřímo úměrné. Tři z nich jsou zadané, čtvrtá se pomocí nich počítá.

Přímá úměrnost je typ lineární funkce, jejíž předpis je $f(x) = ax$.

$$7 \text{ cm} \ldots\ldots\ldots 20 \text{ ok},$$

$$49 \text{ cm} \ldots\ldots\ldots x \text{ ok},$$

$$x : 20 = 49 : 7,$$

$$x = 20 \cdot 49 : 7,$$

$$x = 140 \text{ ok}.$$

K tomu přičteme dvě okrajová oka a dostaneme výsledných 142 ok.

Příklad

Michal si plete šálu. Chtěl by, aby byla široká přibližně 18 cm. Z příze, kterou si vybral, si udělal vzorek, na kterém změřil, že 12 ok má šíři 5 cm. Kolik ok musí nahodit, aby měla šála požadovanou šíři?

Řešení 1

K výpočtu použijeme trojčlenku na přímou úměrnost:

$$5 \text{ cm} \ldots\ldots\ldots 12 \text{ ok},$$

$$18 \text{ cm} \ldots\ldots\ldots x \text{ ok},$$

$$x : 12 = 18 : 5,$$

$$x = 12 \cdot 18 : 5,$$

$$x = 43{,}2.$$

Výsledek musíme zaokrouhlit na přirozené číslo, tedy 43. Dále přičteme dvě oka na okraje, tedy dohromady 45 ok. (Pokud bychom zapomněli okrajová oka přičíst, nejednalo by se o významnou chybu)

Řešení 2.

Další možná strategie řešení je nejprve spočítat počet ok na 1 cm a následně vynásobit požadovaným počtem centimetrů,

$$12 : 5 = 2{,}4,$$

$$2{,}4 \cdot 18 = 43{,}2.$$

Dále postupujeme jako v prvním řešení.

2.4. Shodná zobrazení a střihy

Střihem rozumíme množinu všech potřebných střihových šablon k jednomu kusu oděvu.

Záložka je plocha mezi obvodem nesešitého dílu střihu a obvodem stejného dílu po sešití oděvu. Rozlišujeme záložky švové a koncové.

Přídavky jsou vzdálenost, kterou přičítáme k tělesným rozměrům na střih. Rozlišujeme například přídavky na záložky či na volnost.

„Zobrazení f v rovině je předpis, který každému bodu X roviny přiřazuje právě jeden bod X' roviny.

Bod X se nazývá vzor, bod X' obraz bodu X; zapisujeme $f(X) = X'$ nebo

$f : X \to X'$." (Ptáčková 2014, str. 5)

Řekneme, že zobrazení f v rovině je shodné, pokud platí, že pro každé X, Y z roviny R a jejich obrazy X', Y' platí $|XY| = |X'Y'|$. Shodným zobrazením říkáme také shodnosti.

Speciálním případem shodnosti je identické zobrazení, které každému bodu X z roviny přiřazuje tentýž bod.

Obraz X' bodu X získaný ve středové souměrnosti se středem S značíme $S(S)$:

$X \to X'$."(Ptáčková 2014, str. 11)

„Osová souměrnost $O(o)$ s osou o je zobrazení v rovině, ve kterém se

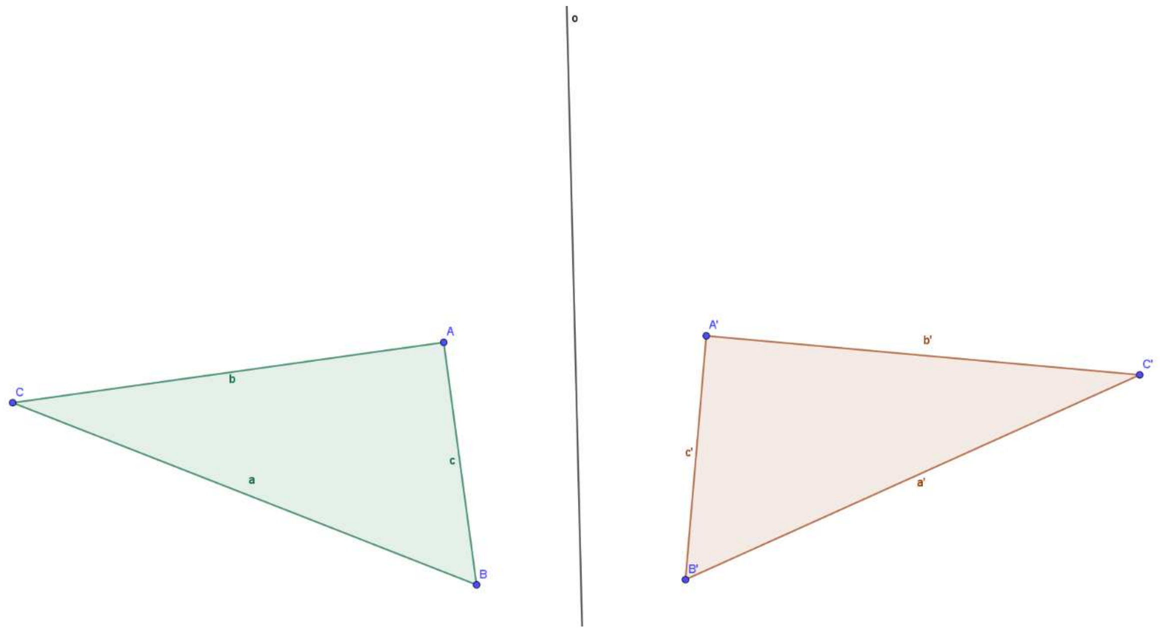
zobrazí každý bod $X \in o$ na bod $X' = X$ a každý bod $X \notin o$ na bod X' tak, že

úsečka XX' je kolmá na osu o a střed S úsečky XX' leží na přímce o. Tedy platí,

že $|XS| = |SX'|$, kde bod $S \in o$.

Přímka o se nazývá osa souměrnosti.

Obraz X' bodu X získaný v osové souměrnosti s osou o značíme $O(o)$: $X \rightarrow X'$." (Ptáčková 2014, str. 25)



1 Osová souměrnost

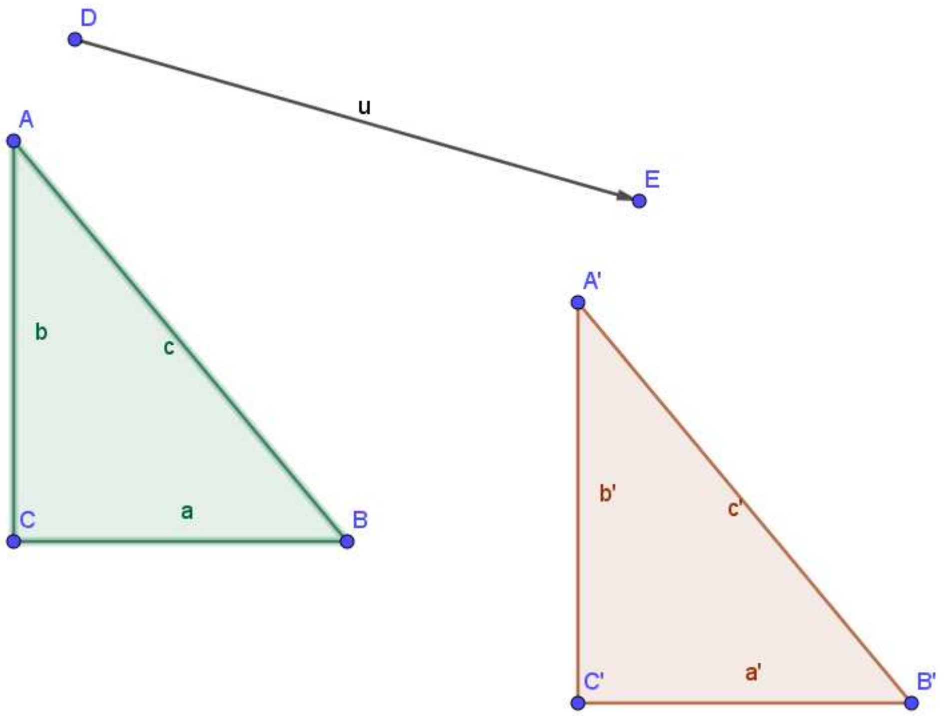
„Posunutí $T(AB)$ (neboli translace) je zobrazení v rovině určené orientovanou úsečkou AB, ve kterém se zobrazí bod X na bod X' tak, že orientované

úsečky AB a XX' jsou rovnoběžné, mají stejnou délku a stejný směr.

Orientovaná úsečka AB se nazývá také vektor posunutí.

Obraz X' bodu X získaný v posunutí určeném orientovanou úsečkou AB značíme

$T(AB)$: $X \rightarrow X'$." (Ptáčková 2014, str. 36)



2 Posunutí

„Podobně jako souměrnost osová přiřazuje souměrnost podle roviny p každému bodu X z prostoru bod X' tak, že

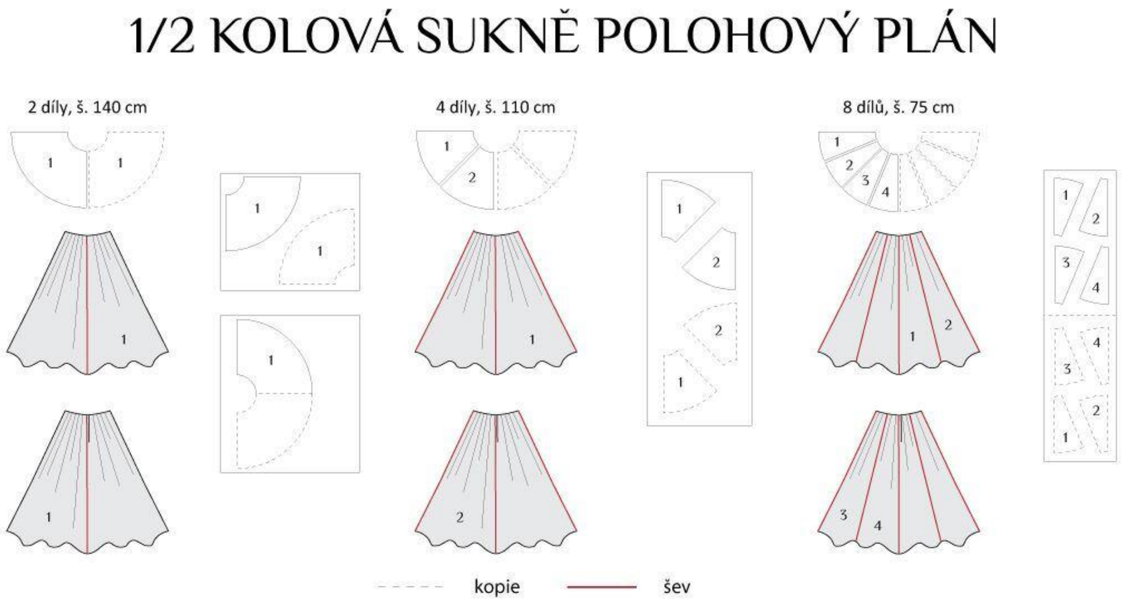
i. $X' = X$ právě tehdy, když $X \in p$

ii. $Y \in p$, $XY \perp p \rightarrow XY = YX'$." (Gajďoková, 2007)

Při práci se střihy se velmi často využívá shodnosti. Často na ni narazíme, protože lidské tělo pro potřeby konstrukce střihů považujeme za souměrné podle roviny, a střihy se tedy často konstruují osově souměrné. V běžně prodávaných střizích je několik papírových šablon na polovinu oděvu. Běžný postup je takový, že se textilie přeloží na polovinu a na ni se rozloží střihové šablony. Tvar šablon se na textilii obkreslí krejčovskou křídou, nebo se vyznačí prošitím barevnou nití. Pokud bereme textilii jako rovinu, střihové šablony jsou při tomto postupu zobrazeny osovou souměrností, jejíž osa je přímka přehybu textilie.

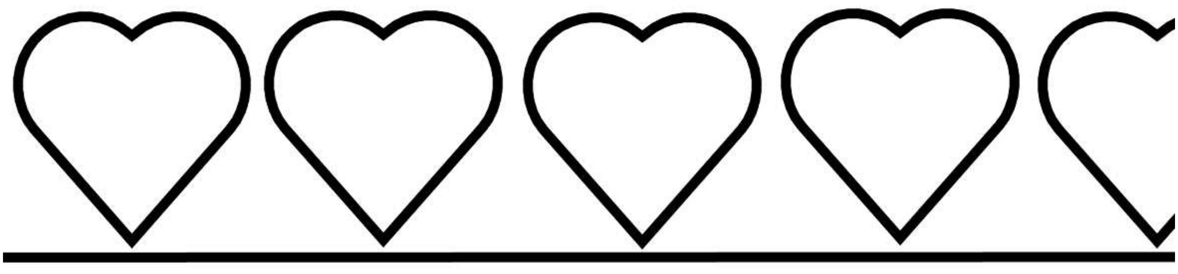
Posunutí je zobrazení, se kterým se můžeme setkat například při vyšívání. Okraje oděvu se někdy zdobí vyšívanými vzory. Vzor je možné si předkreslit rovnou na látku, nebo si vytvořit papírovou šablonu. Pokud se vzor periodicky opakuje, je možné vytvořit šablonu pouze pro jednu část vzoru a následně ji po textilii posouvat.

Dalším příkladem využití shodnosti je dělení střihu zvonové sukně na více dílů. Zvonové sukně mají střihy tvaru výseče mezikruží. Středový úhel výseče se dělí na několik stejně velkých úhlů, nejčastěji dva, tři (u třičtvrtěkolové sukně) nebo čtyři. Výseč mezikruží se tak rozdělí na několik shodných útvarů. Jedná se o běžnou praxi, která nabízí několik výhod oproti střihu vcelku. Prvním je snížení spotřeby materiálu. Díly střihu lze na textilii rozmístit naproti sobě tak, aby lépe využívaly disponibilní textilii. Obsah spotřebovaného materiálu zůstane stejný, ale zbytek je v lépe využitelném tvaru. Druhým důvodem je směr vlákna textilie. Tkaniny mají různé vlastnosti různými svými směry v závislosti na směru vlákna. Diagonálně ke směru vlákna jsou pružnější a postupem času se v tomto směru prodlouží. U zvonové sukně z jednoho dílu se může stát, že její spodní okraj bude nerovnoměrný s ohledem na různé směry vlákna. Rozdělené díly sukně lze na textilii rozmístit tak, aby ležely všechny po směru vlákna, sukně pak je rovnoměrnější. Třetím důvodem je směr vzoru. Některé textilie mají vzor, který je orientovaný. Pokud chceme zachovat orientaci vzoru, je nutné mít díly sukně rozdělené. Shodnost útvarů je výhodná v tom, že stačí na střihový papír narýsovat požadovanou část střihu a následně ji několikrát zobrazit obkreslením na textilii. Není tedy třeba opakovaně rýsovat například výseč mezikruží se středovým úhlem 45° a poloměrem vnější kružnice 95 cm.



3 Střih zvonové sukně (Kolová sukně (1), 2023)

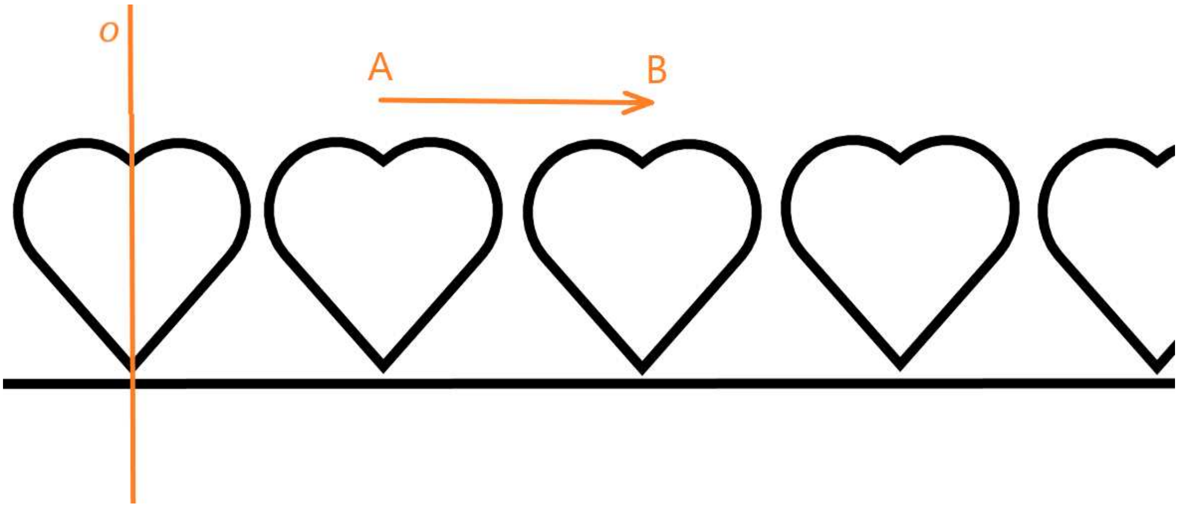
Příklad
Majdalena si chce vyzdobit spodní okraj kabátu výšivkou srdíček. Srdíčka se budou opakovat po celém okraji (viz obr. 4). Aby byla jednotlivá srdíčka shodná, vytvoří si papírovou šablonu. Najděte všechny shodnosti výšivky, které mohou Majdaleně ulehčit práci, a popište jak.



4 Srdíčka na kabátu

Řešení

Srdíčko je osově souměrné podle osy *o* (viz obr. 5). Toho může Majdalena využít tak, že si předkreslí jen jednu jeho polovinu, přeloží papír podle osy *o* a srdíčko vystřihne. Další shodností? je posunutí o úsečku *AB*. Majdaleně stačí vytvořit šablonu pro jedno srdíčko a tu po spodním okraji jen posouvat o úsečku *AB*. Pokud je spodní okraj kabátu zakřivený, objeví se na výšivce otočení. Toto zobrazení ale Majdaleně asi práci nijak neulehčí.



5 Shodnosti srdíček

2.5. Trojúhelník a tunika

„Klín – součástka trojúhelníkového tvaru všitá nebo našitá pro rozšíření, popř. nahrazení určité části oděvu; může být i přinechán. [...]

Podpažní rukávový klín – klín umístěný do podpaží rukávu nebo trupové části pro dosažení žádoucí volnosti.

Dvojklín – součástka tvaru kosodélníku umístěná v rozkroku kalhotek, tepláků, v podpaží oděvu apod." (Slepánek 1977, str. 124)

„Zobrazení *f* v rovině je shodné zobrazení, jestliže pro každé dva body

X, Y roviny a jejich obrazy X', Y' platí $|XY| = |X'Y'|$.

Shodné zobrazení v rovině se rovněž nazývá shodností." (Ptáčková 2014, str. 9)

Dva rovinné útvary nazveme shodné, jestliže existuje shodnost, jíž můžeme jeden útvar na druhý zobrazit.

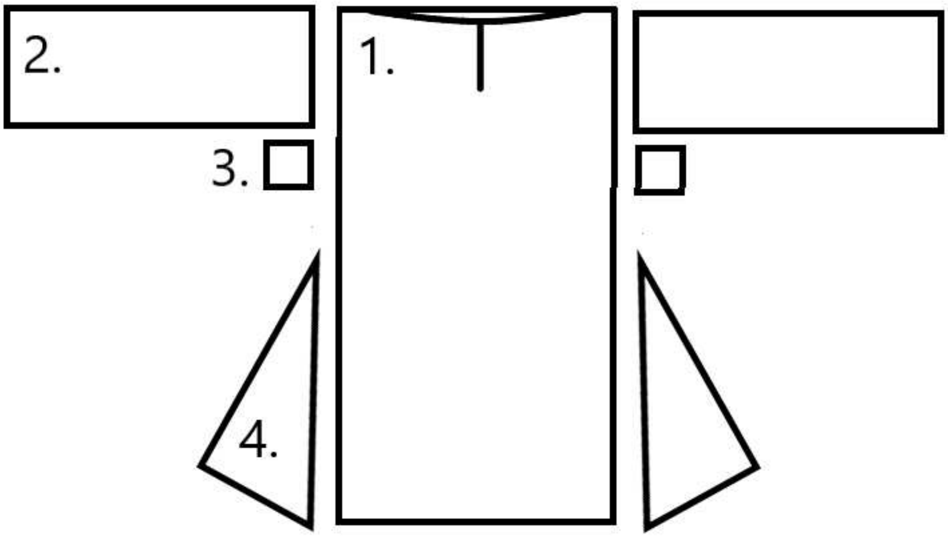
Pravoúhlý trojúhelník je trojúhelník, jehož jeden vnitřní úhel je pravý. Straně proti pravému úhlu říkáme přepona, zbývající dvě strany zveme odvěsny.

Jedno ze střihových řešení středověké tuniky se skládá pouze ze čtverců, obdélníků a pravoúhlých trojúhelníků. Tunika tohoto typu je po sukni jeden z nejjednodušších šicích projektů a je základním prvkem středověkého šatníku. Pro někoho, kdo se ve volném čase věnuje historickým rekonstrukcím bitev či LARPu, je tunika nezbytnou součástí kostýmu (Forest, 1999). Existuje několik variací této tuniky. Zaměříme se na variantu, která se skládá z následujících dílů:

1. předního a zadního dílu v podobě shodných obdélníků,
2. obdélníkových rukávů,
3. dvou čtvercových podpažních rukávových dvouklínů,
4. čtyř klínů v podobě shodných pravoúhlých trojúhelníků, které tuniku rozšiřují směrem ke kolenům.

Do předního a zadního dílu se dělá kruhový otvor a krátký průstřih směrem od krku k hrudi na prostrčení hlavy.

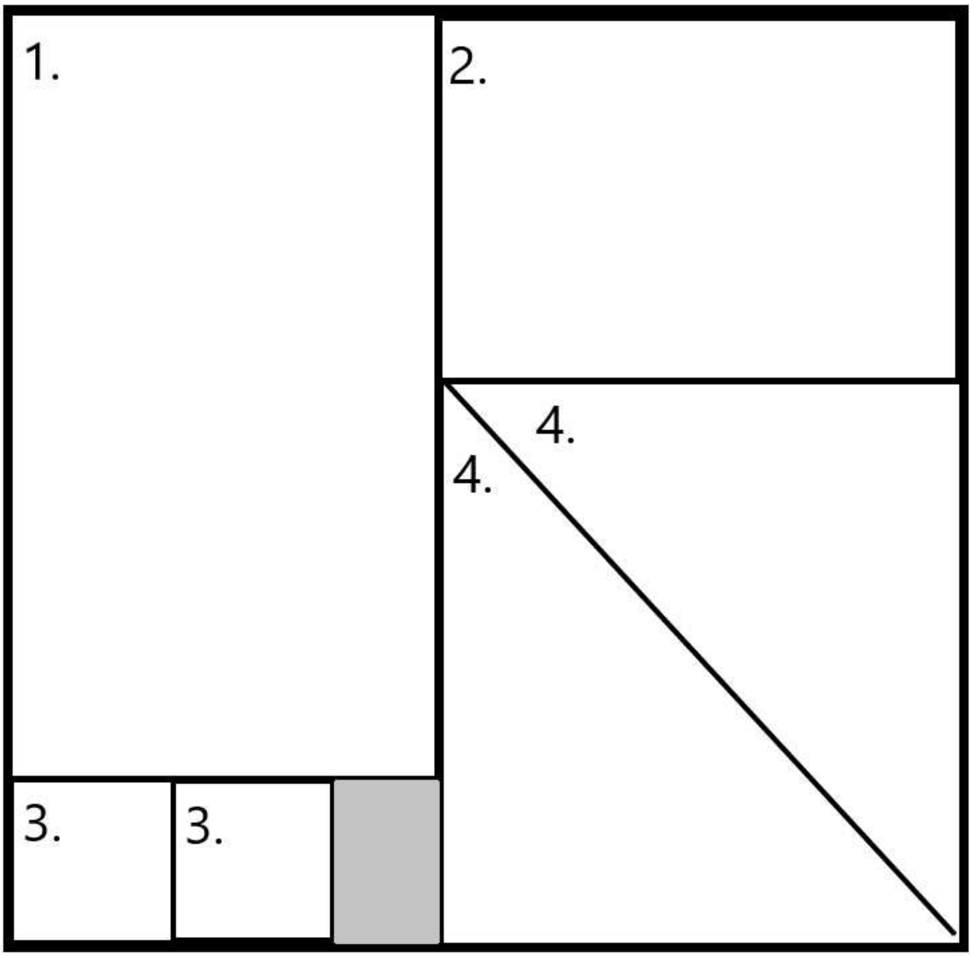
Tuniky měly různou délku podle módy, pánské mohly sahat po kolena, v pozdějších obdobích se zkracovaly až na boky. Dámské šaty mohly mít stejné střihové řešení, pouze byly dlouhé až po kotníky. Tento typ střihu lze rozložit tak, že spotřebuje beze zbytku obdélník textilie. V dobách, kdy se textilie tkaly velmi zdlouhavě z materiálů, které byly těžko dostupné, bylo výhodné využít každý jejich centimetr čtvereční. I dnes si člověk musí připlatit, pokud kupuje kvalitní historickou vlnu či brokát, a je tedy v jeho zájmu minimalizovat odpad v podobě odstřižků drahé textilie.



6 Střih tuniky

Konstrukce střihu tuniky na konkrétního člověka musí vycházet z měr jeho postavy, avšak s některými rozměry oděvu se dá manipulovat, aniž by výrazně ovlivnily výsledek. Rukávy nesmí být příliš úzké, jinak by nepříjemně škrtily paže, pas tuniky musí být dost široký, aby ji bylo možné obléct přes hrudník. Délka předního a zadního dílu se ale dá o pár centimetrů zvětšit či zmenšit bez větších následků, podobně flexibilní jsou rozměry klínů na bocích. Právě tyto rozměry je vhodné upravovat podle rozměrů textilie, která je k dispozici. Máme tedy problém rozložení a rozměrů střihových dílů, který lze řešit různými strategiemi.

První strategie vyžaduje nejméně plánování, ale hrozí u ní největší chyby a plýtvání materiálem. Spočívá v tom, že si nejprve pevně rozhodneme rozměry jednotlivých střihových dílů, rozmístíme je na textilii tam, kam se vejdou. Obecně je za nejvhodnější postup považováno rozmisťování od největších dílů k těm menším. Tato strategie je velmi běžná mezi méně zkušenými šiči, sama jsem ji praktikovala.



7 Schéma rozmístění poloviny střihu tuniky

Druhá strategie zahrnuje kreslení schématu. Pokud si nejprve vytvoříme zmenšené schéma rozmístění dílů, můžeme se vyvarovat zbytečných chyb. Zároveň si můžeme všimnout, zda se někde nehodí, abychom mírně upravili rozměr nějakého dílu a lépe využili textilie, kterou máme k dispozici. Pro tuto strategii je praktické umět zjistit všechny rozměry každého dílu. U obdélníku a čtverců není potřeba žádný výpočet, jejich rozměry odpovídají naměřeným hodnotám. U klínů se výhodné umět vypočítat ze dvou stran pravoúhlého trojúhelníku tu zbývající.

Rozměry trojúhelníkových dílů tuniky jsou sice flexibilní, ale nesmí být příliš malé. Zajišťují totiž, že tunika bude dostatečně široká přes boky a nebude bránit v pohybu kolem dolních končetin.

Příklad

Jan si šije tuniku podle výše popsaného typu střihu. Přední a zadní díl budou mít oba tvar obdélníku o šíři 45 cm. Chce, aby se tunika rozšiřovala od pasu dolů a u dolního okraje měla obvod alespoň 130 cm. Délka tuniky od pasu k dolnímu okraji je 30 cm. Vypočítej minimální rozměry klínů.

Řešení

Pythagorova věta říká, že v libovolném pravoúhlém trojúhelníku platí $c^2 = a^2 + b^2$, kde c je délka přepony, a a b jsou délky odvěsen.

Tuniku je třeba od pasu ke spodnímu okraji rozšířit o 130 cm - 90 cm = 40 cm čtyřmi klíny ve tvaru shodných pravoúhlých trojúhelníků $\triangle ABC$ s pravým úhlem při vrcholu C (viz obrázek). Každý z nich bude přišit k přednímu nebo zadnímu dílu stranou c a k jinému klínu stranou a. Strana b bude tvořit část spodního okraje a musí tedy být dlouhá

b = 40 cm : 4 = 10 cm.

Strana c musí být dlouhá 30 cm, aby vrchol B byl na úrovni pasu, a vrchol A musí být totožný s vrcholem obdélníku předního či zadního dílu na jeho spodním okraji. Musíme tedy vypočítat stranu a

$$a = ?\ \text{cm},$$

$$b = 10\ \text{cm},$$

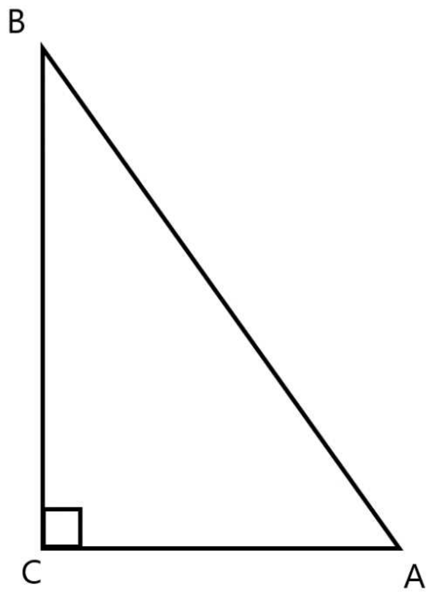
$$c = 30\ \text{cm},$$

$$a^2 = c^2 - b^2,$$

$$\ldots,$$

$$a = 20\sqrt{2}\ \text{cm} \doteq 28\ \text{cm}.$$

Minimální rozměry pro klíny do Janovy tuniky jsou $a \doteq 28$ cm, $b = 10$ cm, $c = 30$ cm.



8 Pravoúhlý trojúhelník

Příklad

Než Jan začne šít tuniku z předchozího příkladu, chce si ověřit, zda nebude příliš úzká přes boky. Jan chce, aby tunika měla obvod alespoň 106 cm ve výšce 12 cm pod pasem. Splňuje tyto požadavky jeho tunika? Pokud ne, spočítejte nové minimální rozměry klínů.

Řešení

"Zobrazení f v rovině je podobné zobrazení, jestliže existuje číslo $k > 0$,

že pro každé dva body X, Y roviny a jejich obrazy X', Y' platí $|X'Y'| = k \cdot |XY|$.

Podobné zobrazení se také nazývá podobností.

Číslo k se nazývá koeficient podobnosti." (Ptáčková, 2014)

Řekneme, že jsou si dva rovinné útvary podobné, jestliže existuje podobnost, která zobrazuje jeden útvar na druhý.

Věta *uu* o podobnosti trojúhelníků říká, že dva trojúhelníky jsou si podobné, jestliže se shodují ve velikosti dvou vnitřních úhlů.

Máme trojúhelník $\triangle ABC$, který představuje klín z předchozího příkladu. Chceme vědět, jak široká je tunika 12 cm pod úrovní pasu. Mějme tedy trojúhelník $\triangle A'BC'$, kde bod A' náleží úsečce AB, bod C' náleží úsečce BC a $|A'B| = 12$ cm. Trojúhelníky $\triangle A'BC'$ a $\triangle$ABC jsou si podobné podle pravého úhlu a úhlu při vrcholu B,

$$|A'B| = c' = 12 \text{ cm},$$

$$|A'C'| = b' = ? \text{ cm},$$

$$m = (106 \text{ cm} - 90 \text{ cm}) : 4 = 4 \text{ cm}.$$

Pokud je strana b' větší nebo rovna m, pak původní klíny rozšiřují tuniku dostatečně.

Vzhledem k tomu, že si jsou trojúhelníky podobné, víme, že platí:

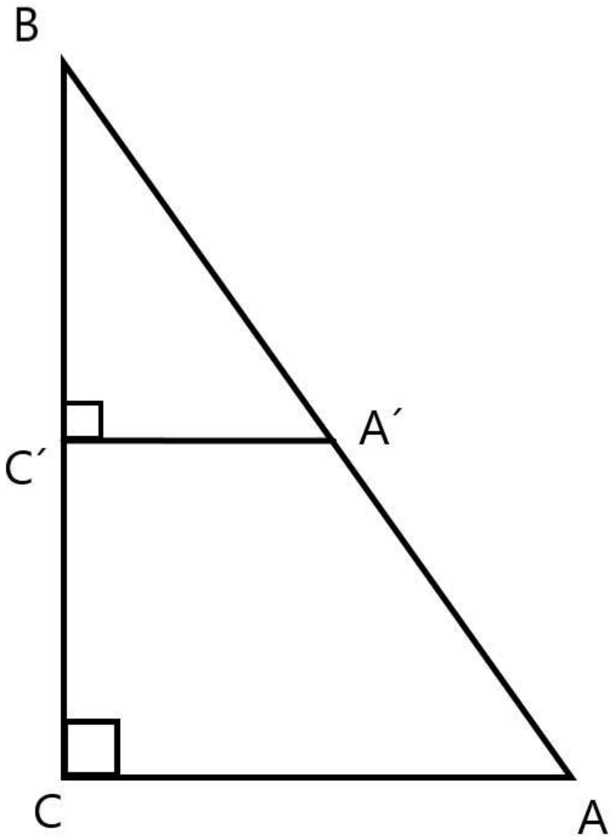
$$c' : c = b' : b,$$

$$b' = bc' : c,$$

$$b' = 10 \text{ cm} \cdot 12 \text{ cm} : 30 \text{ cm} = 4 \text{ cm},$$

$$b' = m.$$

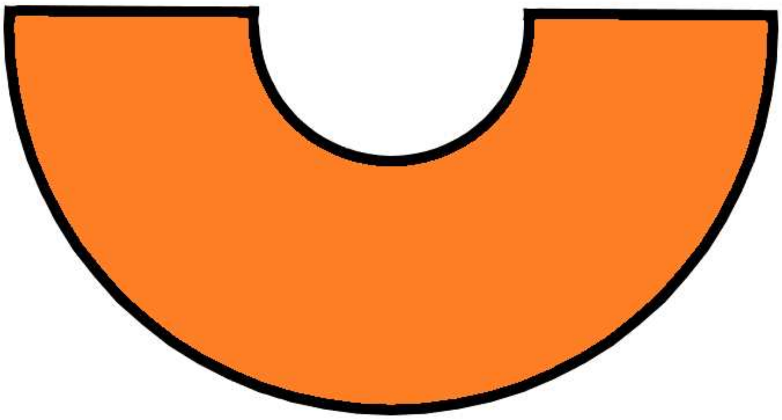
Původní tunika je přes boky dostatečně široká.



9 Podobné trojúhelníky

2.6. Kruh a zvonová sukně

Dobrým příkladem výskytu kruhu a kružnice v konstruování střihů je kolová sukně, někdy také označovaná jako sukně kruhová. Setkat se můžeme také s jejími variacemi – se sukní polokolovou (resp. půlkruhovou nebo půlkolovou), čtvrtkolovou, třičtvrtěkolovou nebo dokonce dvoukolovou. Obecně je zveme zvonovými sukněmi. Všechny využívají jako výchozí útvar pro konstrukci střihu kruh, respektive jeho části. Konstrukce jako taková je velmi jednoduchá, není k ní nutně potřeba ani papírová šablona, je to tedy velmi populární projekt pro laiky a začínající šiče a šičky.



10 Střih půlkolové sukně

“Konstrukce střihu kolových sukní je velmi jednoduchá. Základním geometrickým tvarem kolové sukně je mezikruží, nebo výseč mezikruží se středovým úhlem 180° (polokolová sukně), nebo 90° (čtvrtkolová sukně).” (Konstrukce střihů – základy 1978, str. 50)

Postup používá pouze dva rozměry, celý obvod pasu (*cop*) a délku sukně (*ds*). Kniha Konstrukce střihů – základy uvádí postup ilustrovaný na příkladu sukně s celým obvodem pasu 80 cm a délkou sukně 67,5 cm.

“Protože tkanina sukně v pase je kosá a snadno se při zpracování vytáhne, odečítá se od obvodu pasu 1 cm. Při konstrukci kolových sukní se pracuje s celou hodnotou pasu *cop,* 80 cm - 1 cm = 79 cm.

Vnitřní kružnice mezikruží má obvod daný obvodem pasu. Vnější kružnice mezikruží je dolním okrajem sukně.

Aby se mohla správně zkonstruovat vnitřní kružnice mezikruží, je nutné vypočítat nejdříve její poloměr:

$r = cop / (2\pi) = 79 / (2 \cdot 3{,}14) = 12{,}5$ cm.” (Konstrukce střihů – základy 1978, str. 50)

Jak je vidět výše, v postupu je zásadní znát vzorec pro výpočet obvodu kruhu, respektive z něj vyjádřený poloměr kruhu. O něco komplikovanější je výpočet pro sukni, která používá jen výseč mezikruží.

“Při konstrukci střihu polokolové sukně se vnitřní výseč mezikruží rovna *cop* – 1 cm = 79 cm.

Poloměr pro tuto vnitřní výseč mezikruží se vypočítá z poloměru celého mezikruží.

$r = cop \cdot 2 / (2\pi)$ [...]” (Konstrukce střihů – základy 1978, str. 50)

Pro výpočet poloměru vnitřní kružnice mezikruží čtvrtkolové sukně je uveden v Konstrukci střihů – základy následující vzorec:

$r = cop \cdot 4 / (2\pi)$. (Konstrukce střihů – základy 1978, str. 50)

Pro tričtvtěkolovou sukni (výseč mezikruží se středovým úhlem 270°) by se poloměr spočítal pomocí vzorce

$$r = cop \cdot (4 / 3) / (2\pi),$$

Obecně tedy

$$r_1 = cop / (2\pi \cdot n),$$

kde n je část kruhu, ze které bude sukně vytvořena (pro polokolovou sukni je n rovno ½ apod.). Poloměr vnější kružnice je

$$r_2 = ds + r_1.$$

Jak je vidět z postupu, výroba takové sukně vyžaduje krom vzorce pro obvod kruhu také porozumění pojmům jako je kružnice, kruh, mezikruží, kruhová výseč, poloměr kružnice apod.

Kružnicí se středem *S* a poloměrem *r* rozumíme množinu všech bodů, které mají od bodu *S* vzdálenost rovnou *r*. Kruhem se středem *S* a poloměrem *r* rozumíme množinu všech bodů, které mají od středu *S* vzdálenost menší nebo rovnu poloměru *r*.

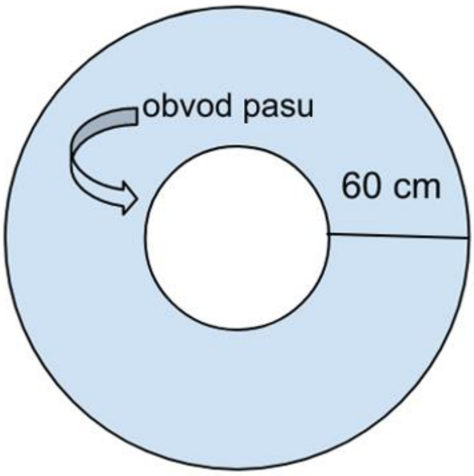
Mezikruží je množina všech bodů, které leží mezi dvěma soustřednými kružnicemi.

Kruhovou výsečí rozumíme průnik kruhu a středového úhlu, který mu přísluší. Středový úhel kruhu je úhel, jehož vrchol leží ve středu kruhu.

Výseč mezikruží je průnik mezikruží a středového úhlu, který mu přísluší.

Příklad

Alena si šije kolovou sukni. Její pas má obvod 75 cm. Chce, aby sukně byla dlouhá alespoň 60 cm. Látka, kterou si na sukni vybrala, má šířku 150 cm a prodává se v pruzích po celých centimetrech. Vypočítejte, kolik látky si bude Alena potřebovat koupit, pokud chce sukni šít z jednoho kusu. Švové přídavky (na volnost v pase a na lemy) zanedbejte.



11 Střih kolové sukně

Řešení

Ke zjištění výsledku je třeba spočítat průměr vnější kružnice. K tomu je potřeba znát průměr nebo poloměr vnitřní kružnice. V realistické úloze by se měly zjevit švové přídavky v pase i u spodního lemu, ale pro zjedušení je zanedbáváme. Obvod vnitřní kružnice je tedy

$$o_1 = 75 \text{ cm},$$
$$r_1 = o_1 / (2\pi),$$
$$r_2 = r_1 + 60 \text{ cm} = o_1 / (2\pi) + 60 \text{ cm},$$
$$r_2 = 71 \text{ cm} / (2\pi) + 60 \text{ cm} \doteq 72 \text{ cm}.$$

Alena bude na sukni potřebovat kruh o průměru 144 cm. Pokud ji chce šít z jednoho kusu, bude si muset koupit 144 cm látky.

Potřebné teoretické znalosti: Tato úloha předpokládá znalost pojmů kruh, obvod, poloměr a mezikruží. Ověřuje primárně schopnost použít vzorec pro obvod kruhu. Z oblasti práce s textilem k porozumění není třeba odborných znalostí. Je použit termín švový přídavek a střih. Obrázek pomáhá pochopit text zadání i někomu, kdo by si jinak neuměl představit střih kolové sukně.

Ze stejných geometrických útvarů vychází také střihy některých plášťů a pelerín. Výroba některého z těchto oděvů by mohla být zajímavým projektem pro výtvarný kroužek. Například DDM Vikýř v Jablonci nad Nisou pořádá pravidelně víkendové dílny, na kterých děti i dospělí společně vyrábí z kůže a textilu kostýmy a různé doplňky. Pro malou skupinu lidí by takovýto projekt mohl být přínosným propojením výtvarné činnosti s matematikou. Zvonová sukně je jeden z typů střihu, ve kterém se nedá matematickému výpočtu vyhnout. U jiných začátečnických projektů, jako například u tuniky z kapitoly 2.5, lze místo přesného výpočtu použít odhad a dojít k použitelnému výsledku. U zvonové sukně je možné použít kupovaný střih na tabulkovou velikost, u něhož ale hrozí, že nebude správně sedět. Dále je možné použít online kalkulačku na zvonovou sukni, která ze změřeného obvodu pasu a typu sukně spočítá poloměry kružnic. Uživatel tak nemusí znát vzorec pro výpočet sám. Střih sukně si pak podle výsledků narýsuje. Pro pochopení principu je ale nejvhodnější vzorec znát.

Podobný projekt je možné využít i například ve škole v hodinách matematiky nebo výtvarné výchovy. V tom případě je nutné počítat s tím, že šití zabere několik hodin, a to i v případě, že šič má k dispozici šicí stroj, se kterým umí pracovat. Pro potřeby školní třídy by bylo vhodné vyrábět místo sukně její zmenšený model, nebo mít spoustu času na zdlouhavé šití lemů v ruce.

2.7. Elipsa a vlečka

Vlečka je část sukně, pláště, kabátu či šatů, která se při nošení vleče po zemi. Může vycházet z mnoha tvarů. Historicky populárním řešením u velmi dlouhých vleček je například část obdélníku se zaoblenými rohy, část kruhu nebo elipsy. Pro střih sukně s vlečkou se jako řešení nabízí polovina elipsy jako jakási alternativa k půlkolové sukni. U sukní bez vlečky je většinou žádoucí, aby jejich spodní okraj sahal všude kolem těla do stejné výšky. U sukně s vlečkou chceme, aby před tělem, totiž ve směru chůze, byla kratší než za ním, po stranách se může postupně rozšiřovat.

12 Kabát s vlečkou

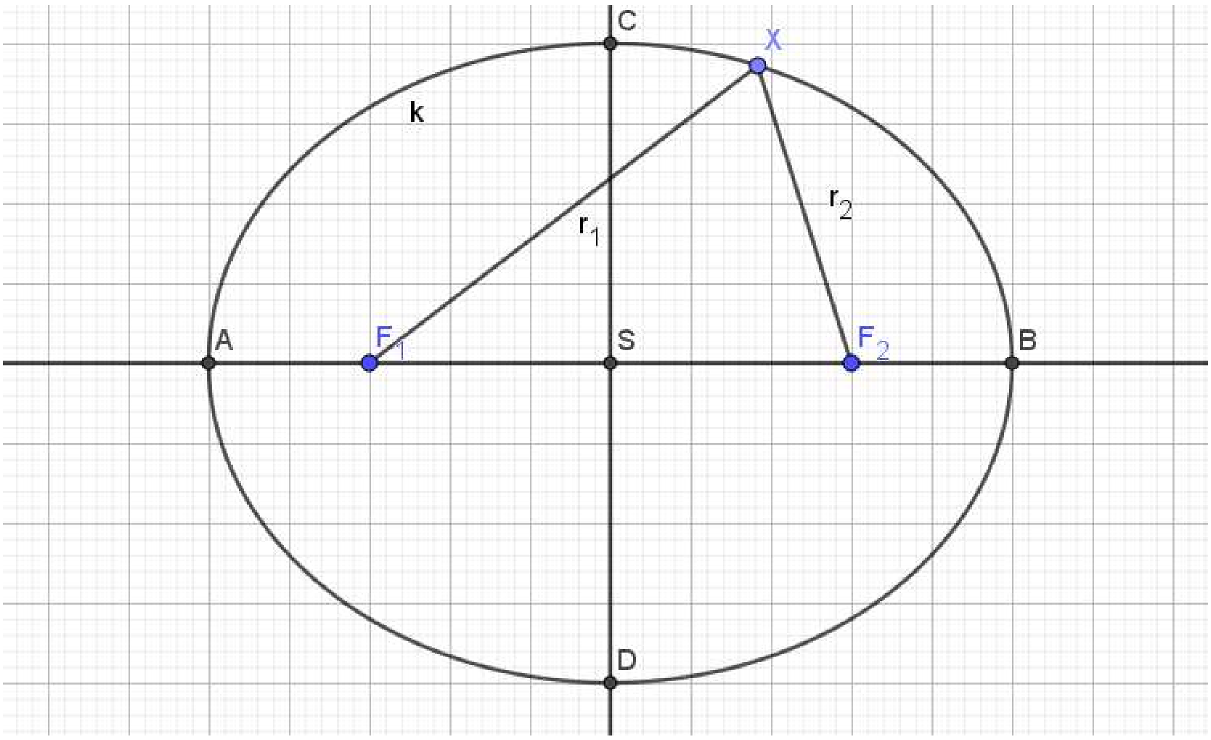
Elipsa je množina všech bodů v rovině, jejichž součet vzdáleností od dvou daných bodů v rovině je konstantní a větší než vzdálenost mezi danými body. Tyto body nazýváme ohnisky elipsy.

Mějme elipsu k s ohnisky F_1, F_2. Střed S elipsy je střed úsečky F_1F_2. Průvodiče r_1 a r_2 jsou úsečky spojující bod elipsy a její ohnisko. Hlavní osa elipsy je přímka, na které leží ohniska. Vedlejší osa je přímka kolmá na hlavní osu procházející středem S. Hlavní poloosa a je úsečka spojující střed elipsy a průsečík elipsy s hlavní osou, tyto průsečíky nazýváme hlavními vrcholy elipsy A, B. Vedlejší poloosa b je úsečka, jež spojuje střed elipsy a průsečík elipsy s vedlejší osou, průsečíkům říkáme vedlejší vrcholy C, D. Součet velikosti průvodičů je roven $2a$. Excentricita e je vzdálenost středu elipsy a jejího ohniska.

Pro hlavní a vedlejší poloosu a excentricitu platí vztah

$$a^2 - b^2 = e^2.$$

Pravdivost tohoto tvrzení je patrná z trojúhelníku $\triangle CSF_2$.



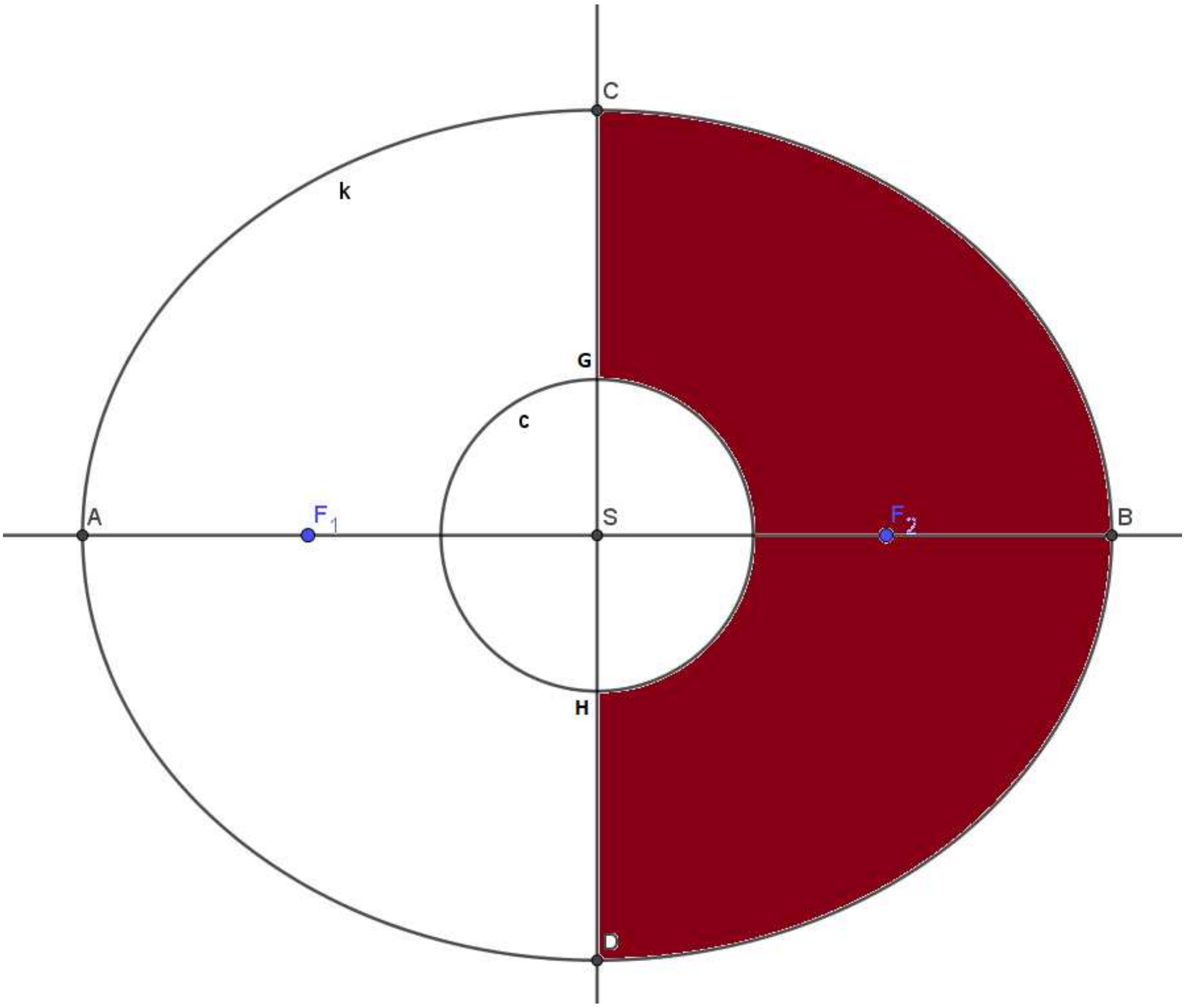
13 Elipsa

Příklad

Mína šije kabát s vlečkou a zapínáním na středu těla. Spodní část kabátu (od pasu dolů) bude sukně, jejíž střih bude část elipsy. Vpředu by sukně měla být dlouhá od pasu ke kotníkům 90 cm, vzadu bude o 20 cm delší. V pase bude mít kabát obvod 85 cm.

Řešení

Je možné vycházet z půlkolové sukně. U půlkolové sukně je střih výseč mezikruží s přímým středovým úhlem. V tomto případě bude místo vnější kružnice elipsa. Výsledný střih bude množina bodů ležící v polovině elipsy k ohraničené její vedlejší poloosou bez bodů, které náleží kružnici soustředné s elipsou k. Elipsa určuje spodní okraj sukně, kružnice je místo, ve kterém bude sukně připevněna k pasu horní části kabátu. Délka sukně kabátu bude v každém bodě vzdálenost středu a bodu elipsy bez poloměru r kružnice k. Na úsečkách GC a HD (viz obrázek) budou knoflíky a knoflíkové dírky.



14 Střih sukně s vlečkou

Konstrukci střihu začneme podobně jako u půlkolové sukně výpočtem poloměru r kružnice, jejíž délka o je rovna dvojnásobku daného obvodu pasu.

$$r = o : (2\,\pi),$$

$$r = 85 \text{ cm} : \pi,$$

$$r \doteq 27 \text{ cm}.$$

Dále budeme konstruovat elipsu. Její vedlejší poloosa bude mít délku $b = r + 90$ cm, hlavní poloosa $a = b + 20$ cm.

$$b = r + 90 \text{ cm},$$

$$b = 27 \text{ cm} + 90 \text{ cm} = 117 \text{ cm},$$

$$a = b + 20 \text{ cm},$$

$$a = 117 \text{ cm} + 20 \text{ cm} = 137 \text{ cm}.$$

K tomu, abychom mohli začít elipsu rýsovat, potřebujeme spočítat ještě její excentricitu e.

$$e^2 = a^2 - b^2,$$

$$\ldots,$$

$$e \doteq 71 \text{ cm}.$$

Nyní máme všechny potřebné údaje k tomu, abychom mohli začít rýsovat. Můžeme buď vytvořit papírovou šablonu, nebo se můžeme rozhodnout rýsovat rovnou na textilii. V druhém případě musíme ale nejprve ověřit, že máme látku dost širokou na to, aby se na ni střih vešel. V opačném případě jej bude nutné rozdělit na více částí.

Při rýsování můžeme použít zahradnickou konstrukci elipsy. Začneme narýsováním hlavní poloosy, vyznačením středu a ohnisek. K ohniskům připevníme špendlíky či lepicí páskou provázek tak, aby jeho délka mezi ohnisky byla rovna $2a$. Vezmeme tužku, pomocí které napneme provázek. Tužkou posouváme a postupně jí vyznačujeme elipsu. Provázek tvoří průvodiče k jednotlivým bodům, které tužkou nanášíme. V tomto příkladu se střih skládá pouze z poloviny elipsy. Stačí nanést jednu část elipsy mezi dvěma sousedními vrcholy a následně využít osovou souměrnost, například přeložením textilie.

2.8. Jehlan a sukně

Pokud přemýšlíme nad zvonovou sukní jako nad trojrozměrným tělesem, přijdeme na to, že se jedná o plášť komolého rotačního kužele. Kužel lze vnímat jako jehlan, jehož podstava je n-úhelník, ve kterém se n blíží nekonečnu. Nabízí se tedy otázka, zda lze zkonstruovat sukni, která by byla ve své podstatě pláštěm komolého kužele. Jednotlivé díly sukně budou mít tvar rovnoramenných lichoběžníků. Tato konstrukce má výhodu v tom, že je možné využít obdélníkový kus textilie beze zbytku (viz příklad).

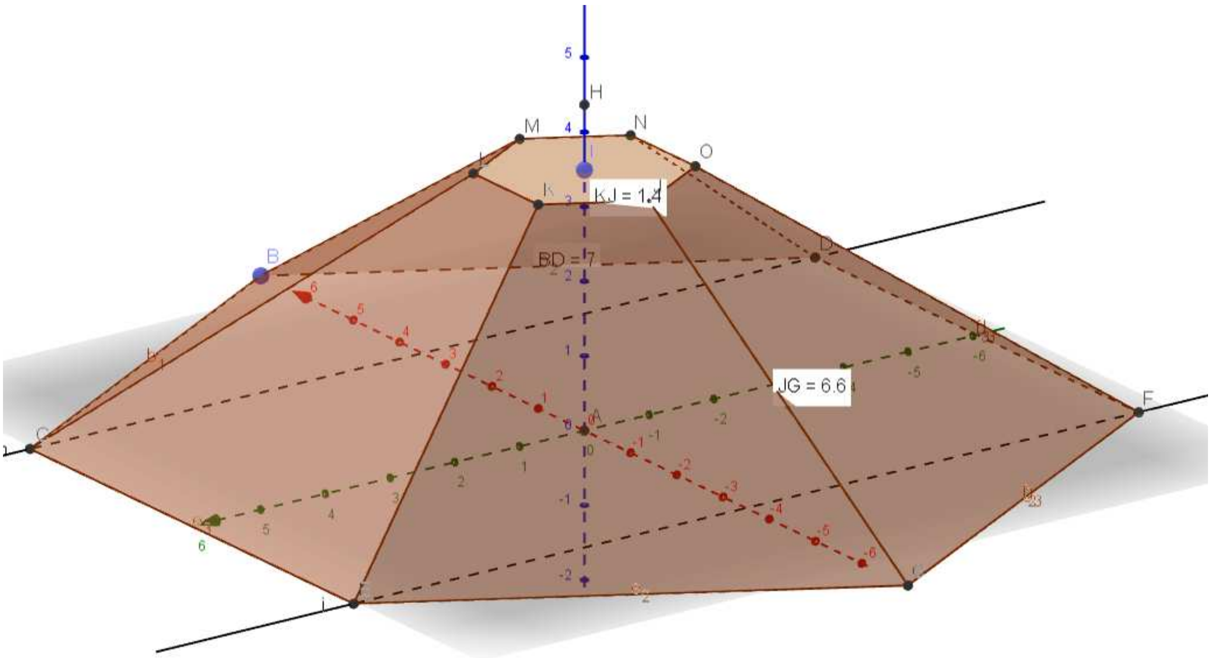
N-úhelníkový jehlanový prostor je množina všech přímek, které procházejí pravidelným n-úhelníkem a bodem V, který nenáleží n-úhelníku.

N-úhelníková jehlanová plocha je množina všech přímek, které protínají obvod pravidelného n-úhelníku a prochází bodem V, který nenáleží danému n-úhelníku.

„Průnikem *n*-bokého jehlanového prostoru a prostorové vrstvy, jejíž jedna hraniční rovina má s daným prostorem pouze jediný společný bod, kterým je vrchol V jehlanového prostoru, získáme těleso, které nazýváme *n*-boký jehlan." (Rakušanová 2020, str. 76)

„Jehlany na rozdíl od hranolů jsou tělesa mající hlavní vrchol. Pokud jehlan seřízneme rovinou rovnoběžnou s podstavou, vznikají dvě tělesa. Jedno těleso je opět jehlan s hlavním vrcholem *V*, jeho tělesová výška je menší než výška původního jehlanu. Druhé těleso označujeme jako komolý jehlan, který má dvě podstavy ležící v rovnoběžných rovinách." (Rakušanová 2020, str. 85)

Stěny komolého jehlanu jsou lichoběžníky. Komolý jehlan nazýváme pravidelný, pokud jsou jeho stěny shodné rovnoramenné lichoběžníky.



15 Pravidelný komolý jehlan

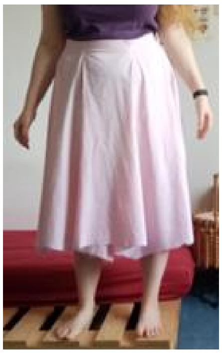
Příklad (šestiboký jehlan)

Jako příklad konstrukce sukně z šestibokého jehlanu uvádím svůj projekt (viz obr. 15 a 16). V postupu byl za *o* dosazen obvod pasu přibližně 84 cm.

„Obdélník látky o délce a = 60 cm a šířce b = 300 cm přeložíme na šestiny do obdélníku *ABCD* o délce $|AB| = a$ a šířce $b = |BC|$ = 50 cm. Na straně b vytvoříme bod K ve vzdálenosti

(o / 12) + 1 cm od vrcholu *B*. Na straně *DC* narýsujeme bod *L*: |*LD*| = |*KB*|. Máme dva středově souměrné pravoúhlé lichoběžníky ABKL a CDLK. Rozstřihneme po úsečce *KL* všechny tři obdélníky, sešijeme po dvojicích stejně dlouhá ramena lichoběžníků tak, aby se jejich delší základny protínaly. Vložíme zapínání a sešijeme do pláště komolého šestibokého jehlanu.

Pozn: Tato konstrukce je výhodná tím, že využívá obdélník látky bez odpadu. Při délce 60 cm a šířce 3 m se rozměry velmi blíží kolové sukni. Její zásadní nevýhodou (a důvodem, proč jsem se rozhodla prozatím nezačistit spodní lem) je různá délka v různých místech (viz obr. 16). V případě tohoto konkrétního modelu vychází hrana jehlanu přibližně o 6 cm delší než výška jeho stěny. Tento rozdíl se potenciálně může ještě zvětšit, protože látka je diagonálně ke směru vlákna pružnější a časem se v tomto směru prodlouží." (Nováková a Radová, 2022)



16 Sukně z komolého jehlanu

Podobné konstrukce se dají provést s jiným počtem stěn jehlanu, jinou stěnovou výškou (vzdáleností hran podstav, které náleží stejné stěně), jinou délkou boční stěny.

Příklad

Michaela má kus textilie bez vzoru o šířce 100 cm a délce 250 cm, ze které by si chtěla ušít sukni s obvodem pasu o = 70 cm a délkou d = 50 cm. Navrhněte jí řešení v podobě střihu dvou sukní. První z nich bude půlkolová. Druhá sukně bude mít podobu pláště šestibokého jehlanu a její spodní okraj bude mít stejnou šířku jako okraj první sukně. Vzájemně řešení porovnejte. Která sukně spotřebuje více látky? Která z konstrukcí je podle vás jednodušší a proč? Jsou mezi nimi i další rozdíly? Švové přídavky zanedbejte.

Řešení

Půlkolová sukně (viz kapitola 2.6)

$$o = 75 \text{ cm},$$

$$r_1 = o : \pi,$$

$$r_1 = 75 \text{ cm} : \pi \doteq 22 \text{ cm},$$

$$r_2 = r_1 + d,$$

$$r_1 = 22 \text{ cm} + 50 \text{ cm} = 72 \text{ cm}.$$

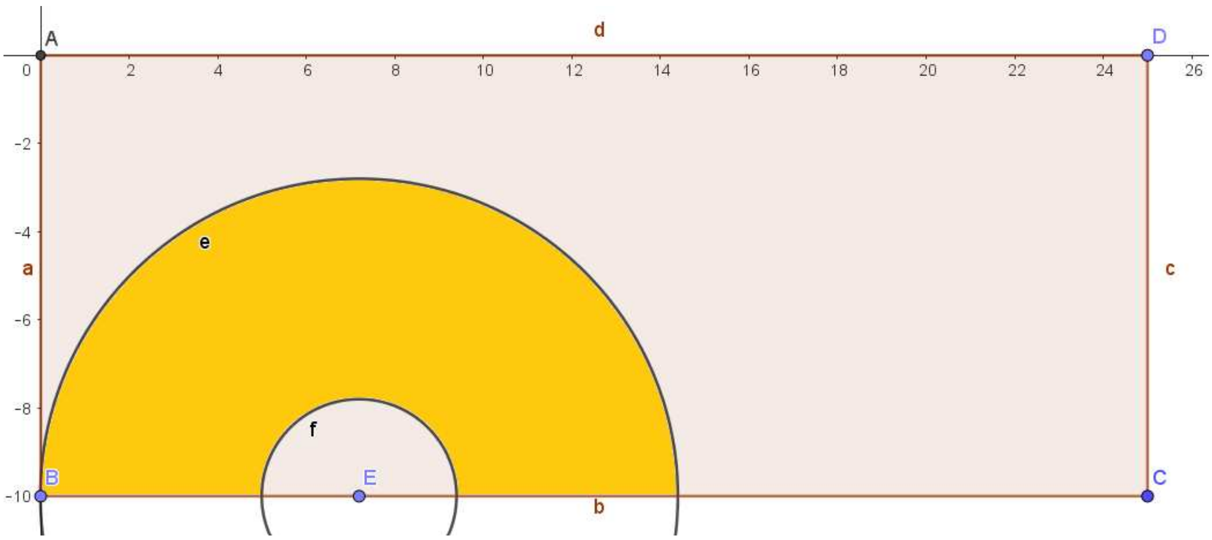
Spotřeba materiálu:

Střih bude mezikruží půlkruhu, které lze umístit do daného obdélníku textilie vcelku. Obsah s_1 vystřižené části je

$$s_1 = (r_2^2 - r_1^2)\,\pi : 2,$$

$$s_1 = ((72 \text{ cm})^2 - (22 \text{ cm})^2)\,\pi : 2 \doteq 7\,383 \text{ cm}^2.$$

Zbyde obdélník textilie o délce 250 cm - 2 · 72 cm = 106 cm a šířce 100 cm, půlkruh o poloměru r_1 a kus látky nad vystřiženým střihem (viz obr.17). Jiné možné řešení by bylo rozdělit střih na více výsečí mezikruží a položit je na látku naproti sobě. Obsah spotřebované látky by zůstal stejný (pokud zanedbáme švové přídavky), ale tvar zbylé textilie by byl praktičtější na další použití.



17 Střih půlkolové sukně

Šestiboký komolý jehlan

Nejprve spočítáme délku n hrany horní podstavy, která má tvar pravidelného šestiúhelníku a její obvod je roven obvodu pasu sukně o.

$$n = o : 6 = 11{,}6 \text{ cm} \doteq 12 \text{ cm}.$$

Obvod dolní podstavy je roven délce l vnější půlkružnice předchozí sukně. Spodní podstava je pravidelný šestiúhelník, délka m její hrany je šestina její podstavy.

$$l = r_2\,\pi,$$

$$m = l : 6 = r_2\,\pi : 6,$$

$$m = 72 \text{ cm} \cdot \pi : 6 \doteq 38 \text{ cm}.$$

Víme, že Michaela chce, aby její sukně byla dlouhá 50 cm. Vzhledem k vlastnostem komolého jehlanu tato sukně nebude mít všude stejnou délku. V některých místech bude délka odpovídat výšce stěny jehlanu, jinde boční hraně. Oděv je vždy jednodušší zkracovat než prodlužovat, považujme tedy 50 cm za minimální délku sukně, v tomto případě výšku stěny jehlanu.

Pro porovnání ještě zjistíme délku d_2 boční hrany jehlanu

$$d_2^2 = l^2 + ((m - n) : 2)^2,$$

$$\dots$$

$$d_2 \doteq 51{,}7 \text{ cm}.$$

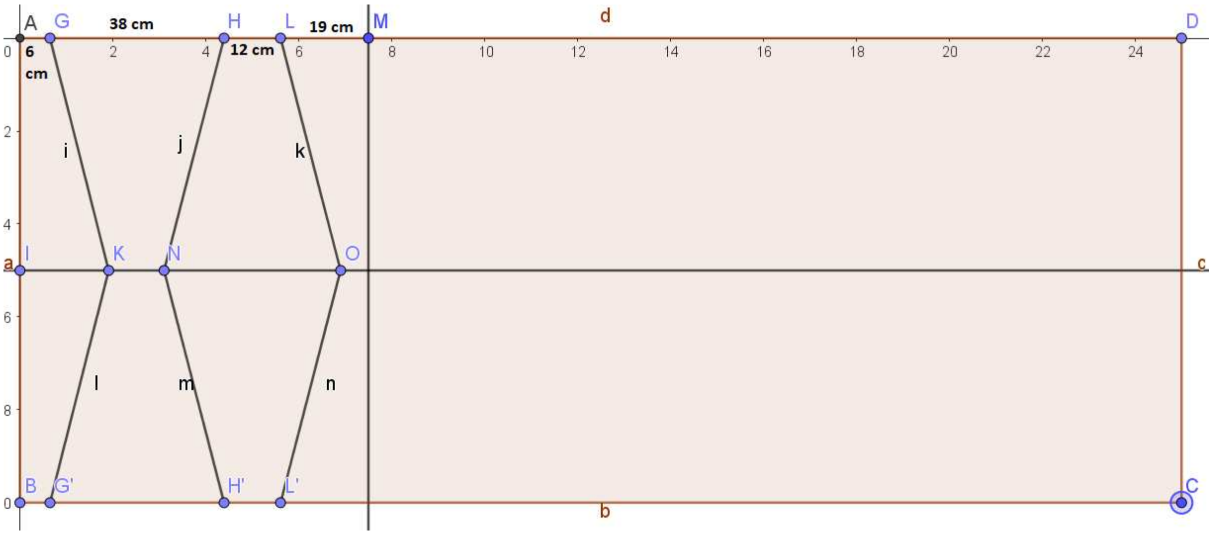
Spotřeba materiálu

Střih se bude skládat ze šesti lichoběžníků. Jejich celkový obsah s_2 spočítáme pomocí vzorce pro obsah lichoběžníku.

$$s_2 = 6\,(m + n)d\,/\,2,$$

$$s_2 = (38 \text{ cm} + 12 \text{ cm}) \cdot 50 \text{ cm} \cdot 3 = 7\,500 \text{ cm}^2.$$

Pokud dva z nich rozdělíme na dvě části, můžeme je rozmístit na textilii tak, že spotřebujeme přesně obdélník 100 cm x 75 cm (viz obr. 18). Zbyde 100 cm x 175 cm. Samozřejmě je možné také položit lichoběžníky vedle sebe, aby na sebe navazovaly do pláště jehlanu. Také je lze rozložit tak, aby dva z nich nebyly rozděleny na poloviny.



18 Rozvržení střihu jehlanové sukně

Srovnání:

Pokud porovnáváme obsah spotřebovaného materiálu, první sukně vychází lépe, konkrétně spotřebuje o 117 cm^2 textilie méně. Zbytek textilie je ale rozdělen na dva kusy a je v méně praktickém tvaru. Půlkolová sukně bude mít všude stejnou délku, zatímco druhá sukně bude v některých místech až o téměř dva centimetry delší než v jiných. Sešití první sukně zabere méně času a pokud nepočítáme okraje, je třeba sešít jen jeden šev. Druhá sukně bude v tomto rozložení střihových dílů vyžadovat sešití osmi bočních švů. V poslední řadě se sukně budou lišit v tom, že každá z nich bude splývat trochu jinak. To je ale už jen drobný estetický rozdíl. Jak už jsem zmiňovala výše, oba střihy lze různě dělit a rozložit na textilii, změnil by se tím hlavně tvar zbylé textilie a počet švů. Zde zvolené varianty ale maximalizují některé výhody těchto střihových řešení.

2.9. Obvod a lemování

Lemováním rozumíme zdobení či zpevňování okraje textilního výrobku pruhem textilie, kterému říkáme lem. Lemovat můžeme například sukni, košili či stolní ubrusy.

Obvod rovinného útvaru je délka křivky, která jej ohraničuje. V případě mnohoúhelníků se jedná o součet délek jeho stran. Pro obvod o obdélníku $\square ABCD$ se stranami a, b platí vzorec

$$o = 2a + 2b.$$

Příklad

Petr chce lemovat ubrus stuhou. Jeho ubrus má tvar čtverce o straně $a = 80$ cm, zároveň počítá s 5 cm na překrytí. Kolik centimetrů stuhy si musí koupit?

Řešení

Ubrus má tvar čtverce, stuha bude umístěna po jeho obvodu, ke zjištění potřebné délky stuhy d je tedy nutné vypočítat jeho obvod o a k němu přičíst 5 cm na překrytí,

$$o = 4\mathrm{a},$$

$$d = o + 5\text{ cm},$$

$$d = 4a + 5\text{ cm},$$

$$d = 4 \cdot 80\text{ cm} + 5\text{ cm},$$

$$d = 325\text{ cm}.$$

Petr musí koupit 325 cm stuhy.

2.10. Obsah a gramáž

„Definice

Obsah S obrazce je kladné číslo, přiřazené obrazci tak, že platí:

1. Shodné obrazce mají sobě rovné obsahy.

2. Jestliže je obrazec složen z několika nepronikajících se obrazců, je jeho obsah roven součtu obsahů dílčích obrazců (aditivita obsahu).

3. Obsah čtverce, jehož strana má délku 1 (mm, cm, m …), je roven 1 (mm^2, cm^2, m^2…).” (Rakušanová 2020, str. 32)

Na téma obsahu geometrických útvarů zaměřených na textil existuje řada úloh. Například Rüffer a Galusek (1959) jim ve své učebnici věnují několik stran. Může se zdát, že se toto téma pro práci s textilem velmi hodí. Skutečně se může jednat o výpočty pro praxi důležité. Ne vždy je však relevantní znát samotný obsah útvarů, ze kterých se textilní výrobky skládají.

Úloha

Petr šije kruhový ubrus o průměru 45 cm. Kolik metrů čtverečních textilie bude ubrus mít?

Výše uvedená úloha ověřuje znalost vzorce pro obsah kruhu. Nepovažuji ji ale za úlohu, která má velké praktické využití. Pokud na ni nenavazuje další úloha, která toto využití má, nejedná se o úlohu vhodně propojující obory. Běžného člověka, který šije kruhový ubrus, většinou nezajímá jeho obsah. Důležitá je pro něj spotřeba látky, a proto by ho v tomto případě spíše zajímalo, jak dlouhou stranu má čtverec opsaný kruhu. Textilie se totiž nenakupuje po centimetrech čtverečních, ale obdélnících. V prodejnách se nachází v rolích určité šíře, nejčastěji 150 cm, ale není neobvyklé narazit i na jiné šířky. Zákazník zakoupí takovou délku, jakou potřebuje. Spotřeba látky se v učebnicích oděvnictví ani v časopisech pro amatérské šiče neudává v obsahu útvarů, ze kterých se střih oděvu skládá, ale v rozměrech obdélníku, do kterého lze střih poskládat. To ale neznamená, že výpočty obsahu geometrických útvarů běžný člověk k práci s textilem nepotřebuje.

Gramáž je veličina, která udává hmotnost textilie na metr čtvereční. Obvykle se udává v gramech na m^2.

Příklad

Monika je na dovolené v Madridu a ráda by si koupila hedvábný samet. Kolik metrů si může koupit, pokud ví, že nesmí mít hmotnost vyšší než 1,5 kg, aby její zavazadlo do letadla nepřekročilo hmotnostní limit? Samet se prodává v šíři 115 cm alespoň po deseti centimetrech, jeho gramáž je 230 g/m^2.

Řešení

Obsah s obdélníku se stranami a, b se počítá podle vzorce

$$s = ab.$$

Nejprve převedeme všechny veličiny na stejné jednotky,

$$m = 1{,}5 \text{ kg} = 1\,500 \text{ g},$$

$$š = 115 \text{ cm} = 1{,}15 \text{ m},$$

$$g = 230 \text{ g/m}^2,$$

$$l = ? \text{ m}.$$

Monika si bude kupovat obdélník o stranách *š, l.* Spočítáme, kolik čtverečních metrů sametu váží 1 500 g, abychom zjistili obsah kupovaného obdélníku, následně vyjádříme neznámou *l*,

$$šl = m : g,$$

$$š = m : (gl),$$

$$š = 1\,500 \text{ g} : (230 \text{ g/m}^2 \cdot 1{,}15 \text{ m}),$$

$$š \doteq 5{,}67 \text{ m}.$$

Monika si může koupit maximálně 5,67 m sametu. Vzhledem k tomu, že se prodává po deseti centimetrech, může zaokrouhlit dolů na 5,6 m, nebo nahoru na 5,7 m a ze zbylých tří centimetrů si udělat stužku do vlasů. která se nebude počítat do hmotnosti zavazadla.

Úloha

Jindra si ušila nabíranou sukni, jejíž střih se skládá ze čtyř shodných rovnoramenných lichoběžníků. Jejich základny měří 50 cm a 75 cm, ramena 60 cm. Kolik gramů sukně váží, pokud je ušitá z vlny, jejíž gramáž je 400 g/m^2?

2.11. Objem a brašny

„Objem V tělesa T je kladné číslo, přiřazené tělesu tak, že platí:

1. Shodná tělesa mají sobě rovné objemy.

2. Jestliže je těleso složeno z několika nepronikajících se těles, je jeho objem roven součtu objemů dílčích těles (aditivita objemu).

3. Objem krychle, jejíž hrana má délku 1 (mm, cm, m …), je roven 1 (mm^3, cm^3, m^3 …).” (Rakušanová 2020, str. 26)

Objem těles je téma, na které můžeme narazit u brašen, batohů a jiných textilních zavazadel. Například batohy a krosny se většinou dělí podle objemu v litrech.

Příklad

Filip si chce pořídit batoh. Zatím si na výlety vždy půjčoval batoh svojí sestry, který mu vyhovuje. Chtěl by si tedy pořídit batoh, který má stejný objem. Při prodeji se objemy batohů udávají v litrech. Filipova sestra neví, jaký objem její batoh má, ale ví, že má tvar kvádru s rozměry 70 cm x 32 cm x 27 cm. Jaký objem v litrech má mít batoh, který si Filip koupí?

Řešení

Objem V kvádru s hranami a, b, c spočítáme pomocí vzorce

$$V = abc.$$

Do vzorce dosadíme rozměry batohu

$$a = 70 \text{ cm},$$

$$b = 32 \text{ cm},$$

$$c = 27 \text{ cm},$$

$$V = 70 \text{ cm} \cdot 32 \text{ cm} \cdot 27 \text{ cm} = 60\,480 \text{ cm}^3.$$

Objem potřebujeme převést na litry. Jeden litr odpovídá jednomu decimetru krychlovému,

$$V = 60\,480 \text{ cm3} = 60{,}480 \text{ dm3} \cong 60{,}48 \text{ l}.$$

Filip by si měl pořídit batoh, který má objem přibližně 60 l.

Příklad

Filip má penál, do kterého se mu pohodlně vejdou všechny potřebné věci. Není ale spokojen s jeho tvarem. Chce si proto ušít nový, který bude mít stejný objem. Jeho starý penál má tvar válce s podstavou o poloměru 3 cm a výškou 20 cm. Nový penál bude mít tvar kvádru s čtvercovou podstavou. Aby se mu do něj vešly tužky, musí být jeho výška 20 cm. Jak dlouhá bude strana čtvercové podstavy?

Řešení

Objem V_1 válce počítáme pomocí vzorce

$$V_1 = \pi r^2 v.$$

Víme, že penály mají mít stejný objem a stejnou výšku.

$$V_1 = V_2,$$

$$\pi r^2 v = a^2 v,$$

$$a = \sqrt{\pi r^2},$$

$$a = \sqrt{\pi(3\ cm)^2},$$

$$a \doteq 5\ \text{cm}.$$

Strana podstavy bude dlouhá 5 cm.

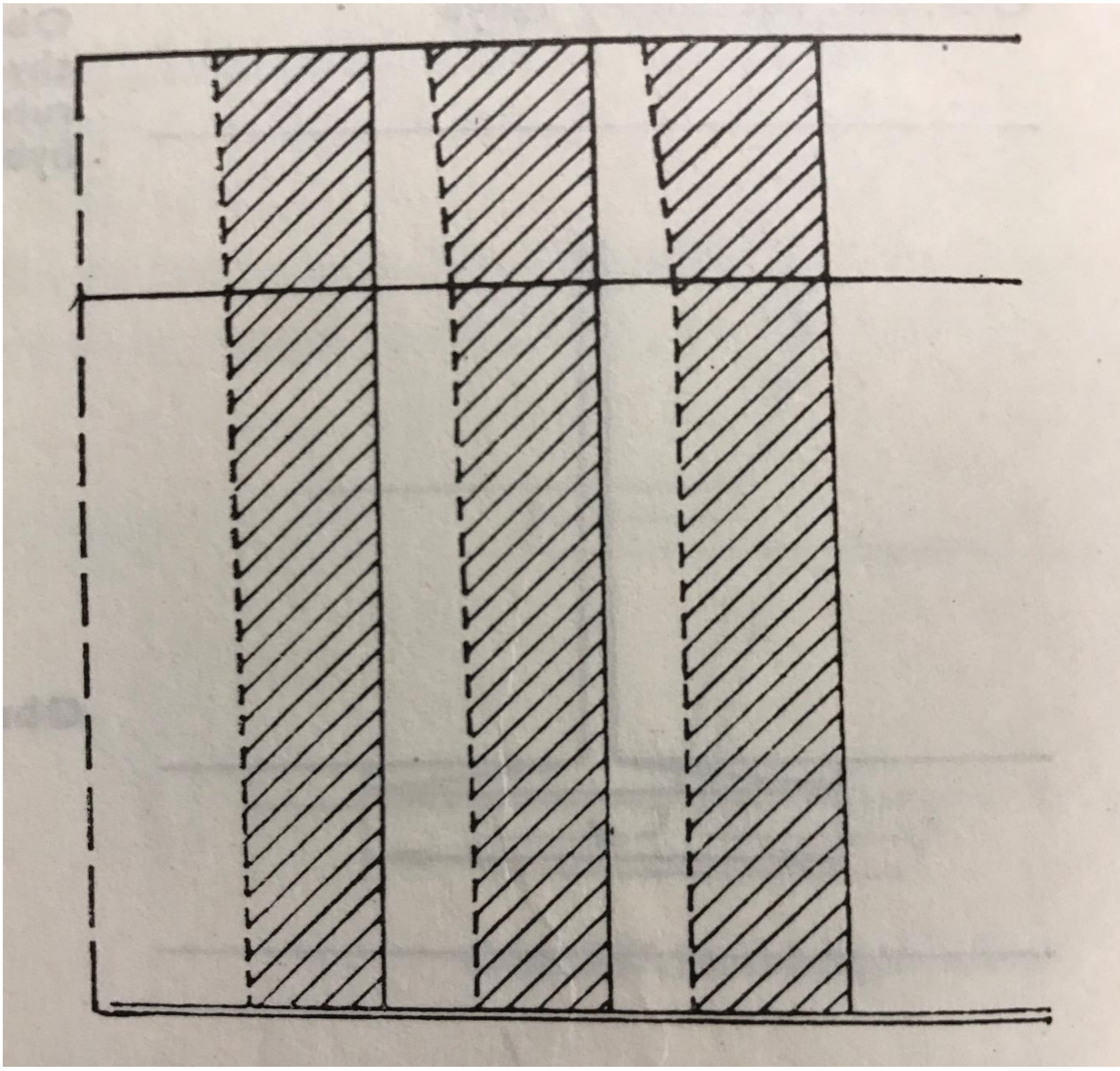
K tomuto příkladu je třeba poznamenat, že textilie jsou ohebné. Filipův kvádrový penál se po naplnění tužkami deformuje a bude mít objem o něco větší než kvádr, ze kterého se skládá. Podobně tomu je u batohu. Jeho objem nebude přesně odpovídat výpočtu. U batohu je dalším faktorem tloušťka materiálu a rozdíl mezi jeho vnitřními a vnějšími rozměry.

2.12. Postupy konstrukce skládané sukně

Skládaná sukně je sukně se záhyby po celém obvodu případně s několika záhyby na částech obvodu (Krůtová a Kühnová 1981). V této části se budeme věnovat skládané sukni s pravidelně rozmístěnými záhyby po celém obvodu.

Záhyb definují Krůtová a Kühnová (1981, str. 187) jako „přehnutí oděvního materiálu vytvořené ze dvou i více přehybů nebo ohybů. Přehyb je místo, ve kterém je oděvní materiál přehnutý do ostré hrany. Utvoří se žehlením nebo prošitím přehnutého kraje oděvního materiálu. Ohyb je místo, ve kterém je oděvní materiál přehnutý do obloukovitého tvaru."

Skládaná sukně je jeden z populárních začátečnických projektů. V úplném základu ji lze zkonstruovat ze dvou obdélníků, jeden na pasový límec a druhý na tělo sukně. Učebnice pro střední odborné školy (Konstrukce střihů: oděvy 1980) či jiná literatura pro pokročilejší samouky (Burda 1999, str. 157) vychází v konstrukci z obdélníku a záhybů, které se počítají v sedu a v pase se rozšiřují, aby se záhyby na těle nerozevíraly (viz obr. 19). Začátečnická varianta, jak uvádí například výtisk časopisu Mona: střihy z kruhů a čtverců (1982), je taková, že se záhyby počítají jen v pase a v sedu už ne, což postup značně zjednodušuje. V každém případě je ale potřeba zjistit, kde se budou na sukni záhyby vyskytovat, jakou budou mít od sebe vzdálenost a jakou budou mít hloubku. Hloubka záhybu neboli záhybová plocha je šířka látky, která je schovaná v jednom záhybu. Vzdálenost záhybů je vzdálenost mezi jednotlivými záhyby po jejich složení.



19 Zvětšení záhybové plochy o pasové vybrání (Krůtová a Kühnová 1981, str. 192)

Krůtová a Kühnová (1981, str. 195) uvádí, že vzdálenost záhybů a záhybovou plochu na oděvním materiálu vyznačíme zkusmo špendlíky a je možné, že bude třeba rozmístění zkoušet vícekrát, aby se švy skryly v záhybech. Autorky nejspíše usoudily, že není potřeba rozmístění záhybů komplikovat složitým matematickým vzorcem a odhad stačí. Výpočet vzdáleností uvádí pouze na příkladu sukně, která má v sedu 100 cm. Vzdálenost záhybů určuje jako 5 cm a celkový počet záhybů 20. Obecný postup ale nezavádí.

Skládaná sukně podle Konstrukce střihů: oděvy (1980, str. 143)

„Při postupu práce se určí:

1. velikost
2. druh záhybů
    a. jednosměrné
    b. protizáhyby
3. vzdálenost záhybů
4. počet záhybů:
   celý obvod sedu plus 2 cm děleno vzdáleností záhybů
   (2 cm konstrukční přídavek na uvolnění)
5. [...]”

Počet záhybů, který podle uvedeného postupu spočítáme, musí vyjít být přirozené číslo, protože záhyby by měly být pravidelné, a nemůžeme tedy vytvořit jen část záhybu. Řešení situace, ve které nevychází počet záhybů jako celé číslo, nabízí kniha Šití krok za krokem (Burda 1999).

„Rozhodující mírou pro výpočet záhybů je obvod boků. Počet záhybů vypočteme tak, že obvod boků + přídavek vydělíme šíří záhybu. Pokud nám výsledek nevychází na celá čísla, postupujeme následovně: obvod boků + přídavek vydělíme počtem záhybů = šíře záhybů.” (Burda 1999, str. 157)

Poznámka: šíří záhybů zde autoři myslí vzdálenost mezi záhyby (po složení záhybů).

Dále Burda (1999, str. 157) upozorňuje, že počet záhybů musí být dělitelný počtem dílů sukně, aby sesazovací švy mohly ležet uprostřed hloubek záhybů.

Strategií pro rozmisťování záhybů je tedy několik. Nejméně početní metoda spočívá ve špendlení látky sukně k pasovému límci. Tuto metodu ilustruje například Mariah Pattie ve svém videu (2020). Metodu nazývá hledání středů. Spočívá v tom, že sešpendlí kraj pasového límce s nesloženým dílem na sukni, najde střed obou kusů látky a ty k sobě sešpendlí. Tím vzniknou mezi špendlíky dvě nové sekce na každém kusu a na nich opět hledá středy, které následně spojí. Proces opakuje, až dojde do momentu, kdy je spokojená s rozvržením. Vzdálenost záhybů je vzdálenost dvou nejbližších špendlíků, počet záhybů je počet špendlíků minus jeden.

Další strategií je si zvolit počet záhybů z a následně podle vzorce spočítat vzdálenost záhybů v na sukni s obvodem pasu p:

$$v = p : z.$$

Tato strategie vyžaduje porozumění dělení přirozených nebo reálných čísel. Pokud se pracuje s více díly sukně, je potřeba porozumění dělitelnosti přirozeného čísla.

Podobně funguje opačný postup, kde se nejprve zvolí vzdálenost záhybů a z ní se pomocí stejného vzorce jako v předchozí strategii počítá počet záhybů:

$$z = p : v.$$

Nevýhodou je, že výsledek musí vyjít celočíselně, jinak je třeba zvolit jinou vzdálenost záhybů a výpočet opakovat. Zde by bylo možné si vypomoci rozkladem na součin prvočísel. Celý obvod pasu s přídavkem na pohodlné nošení vyjádřený v centimetrech by se dal vyjádřit jako součin dvou přirozených čísel, a tak získat vhodnou vzdálenost záhybů i počet záhybů. Pokud je číslo, které se snažíme rozložit, prvočíslo, můžeme jej vyjádřit v milimetrech. Strategie, ve které nejprve volíme vzdálenost záhybů, může být vhodná, pokud pracujeme s látkou s periodickým vzorem a chceme, aby v místě záhybů na sebe vzor navazoval. Pak je třeba, aby vzdálenost i hloubka záhybů byly násobky nejmenší vzdálenosti, po které se vzor opakuje.

Příklad

Martina si šije skládanou sukni. Její obvod pasu je 81 cm, přídavek na pohodlné nošení bude v pase 2 cm. Chce, aby byly po obvodu pasu sukně záhyby rovnoměrně rozmístěné (tzn. aby mezi nimi byla stejná vzdálenost). Sukni bude šít z jednoho obdélníkového jednobarevného dílu látky. Navrhni Martině vhodný počet záhybů na sukni a následně podle něj vypočítej vzdálenost mezi záhyby.

Řešení

Nejprve sečteme obvod pasu a přídavek na pohodlné nošení.

$$81 \text{ cm} + 2 \text{ cm} = 83 \text{ cm}.$$

Následně zvolíme počet záhybů. Vzhledem k tomu, že Martina šije z jednoho dílu, nemusíme schovávat do záhybů žádné švy. Látka je jednobarevná, nemusíme tedy ani navazovat vzor. Jako počet záhybů tedy můžeme zvolit teoreticky libovolné přirozené číslo. Snažíme se ale volit tak, aby vzdálenost záhybů nevycházela menší než 1 cm. Zvolme tedy například 12 záhybů. Na základě počtu záhybů vypočteme vzdálenost mezi záhyby:

$$83 \text{ cm} : 12 \doteq 6{,}9 \text{ cm}.$$

Pro počet záhybů 12 bude na sukni vzdálenost záhybů 6,9 cm.

Příklad

Martina opět šije sukni, ale tentokrát z tartanu (látky s kostkovaným vzorem). Rozměry a přídavky bude mít opět stejné. Vzor tartanu se periodicky opakuje po 5 cm a Martina chce, aby jí vzor navazoval. Navrhněte Martině vhodné řešení sukně v podobě vzdálenosti a počtu záhybů a případně dalších specifikací.

Řešení

Aby Martině vzor navazoval, musí být vzdálenost mezi záhyby dělitelná pěti. Vzhledem k tomu, že 83 je prvočíslo, sukni nelze podle zadání zkonstruovat. Martina se může rozhodnout zvolit vzdálenost záhybů 5 cm, počet záhybů jí vyjde 16 a na konci jí zbydou 3 cm. To by znamenalo, že se musí spokojit s tím, že jí vzor nebude navazovat ve švu. Další možností je sukni ušít jako zavinovací nebo s překrytím, jaké se vyskytuje na kiltech. Nakonec by mohla ještě přičíst 2 cm k šířce pasu sukně, bude jí možná pak sedět trochu níže na bocích, ale záhyby budou pravidelné a vzor bude v nich i ve švu navazovat.

Příklad

Antonie si šila skládanou sukni. Chce, aby záhyby byly na sukni rovnoměrně rozmístěné. Když zkusila šíři záhybů 3 cm, zbyly jí na konci 2 cm, když zkusila 5 cm, zbyly 3 cm, když zkusila šíři 7 cm, zbylo jí 6 cm. Urči, kolik centimetrů měří její sukně v pase, pokud víš, že Antonie zvolila celé číslo mezi 60 cm a 90 cm. Zkus Antonii navrhnout vhodnou vzdálenost záhybů a jejich počet.

Řešení:

Označme p šíři sukně v pase v centimetrech.

Víme, že:

$$p \equiv 2 \pmod{3},$$

$$p \equiv 3 \pmod{5},$$

$$p \equiv 6 \pmod{7}.$$

Vzhledem k tomu, že čísla 3, 5 a 7 jsou nesoudělná po dvojicích a přirozená a 2, 3 a 6 jsou celá, o soustavě platí Čínská věta o zbytcích. Můžeme ji, respektive její důkaz použít k řešení úlohy.

„Věta 7 (Čínská věta o zbytcích)

Nechť $m_1, m_2, \ldots, m_k$ jsou po dvojicích nesoudělná přirozená čísla. Pak pro soustavu kongruencí

$$x \equiv r_1 \pmod{m_1},$$

$$x \equiv r_2 \pmod{m_2},$$

$$\vdots$$

$$x \equiv r_k \pmod{m_k},$$

kde r_i jsou celá čísla, existuje právě jedno řešení x modulo m, kde $m = m_1 m_2 \ldots m_k$." (Kaňáková, 2022, str. 29)

Při výpočtu se budeme převážně držet postupu, který používá Kaňáková (2022, str. 30)

$$m = 3 \cdot 5 \cdot 7 = 105.$$

Hledáme $x \equiv a_1 + a_2 + a_3 \pmod{105}$. Nejprve hledáme n_i takové, že $n_i = m : m_i$,

$$n_1 = 105 : 3 = 35,$$

$$n_2 = 105 : 5 = 21,$$

$$n_3 = 105 : 7 = 15.$$

Nyní budeme hledat y_i: $n_i y_i = 1$ (mod m_i) a následně budeme násobit r_i, aby platilo $a_i = r_i n_i y_i = r_i$ (mod m_i). Vzhledem k tomu, že n1 ≡ 2 (mod 3) a zároveň n1 ≡ 0 (mod 5) a n1 ≡ 0 (mod 7), nemusíme hledat y_1 a můžeme rovnou určit $a_1 = n_1$.

Najdeme y_2:

$$21y_2 \equiv 1 \pmod 5,$$

$$y_2 \equiv 1 \pmod 5.$$

Najdeme y_3:

$$15y_3 \equiv 1 \pmod 7,$$

$$y_3 \equiv 1 \pmod 7,$$

$$x \equiv 35 + 3 \cdot 1 \cdot 21 + 6 \cdot 1 \cdot 15 \equiv 188 \pmod{105}.$$

Řešení úlohy budou tedy ve tvaru $188 + 105k$; $k \in \mathbb{Z}$. Ze zadání víme, že sukně má rozměry mezi 60 a 90 cm. Za k dosadíme -1 a jako řešení vyjde, že původní šířka sukně v pase byla 83 cm.

Nyní můžeme Antonii zkusit navrhnout lepší řešení konstrukce záhybů. Vzhledem k tomu, že číslo 83 je prvočíslo, metoda výpočtu počtu záhybů z předem zvolené vzdálenosti záhybů není nejvhodnější. Antonie může zkusit metodu hledání středů, případně si nejprve zvolit počet záhybů a následně spočítat pomocí vzorce vzdálenost záhybů. Pro ilustraci tedy můžeme zvolit počet záhybů 15. Podle vzorce vypočteme, že vzdálenost záhybů bude $83 : 15 = 5{,}5\overline{3}$ cm. Antonie může číslo zaokrouhlit na 5,5 cm, při práci stejně dozajista dojde k nepřesnostem.

2.13. Geometrická řada a patrová sukně

V této kapitole se budeme zabývat sukní, která se skládá z několika vertikálních dílů, z nichž každý je nařasený do dílu nad sebou. V angličtině se takové sukni říká tiered skirt. V češtině se někdy používá označení volánová sukně. Volán je ozdobný kus textilie, který je nařasen (případně složen do záhybů) na okraji oděvu. V této práci budu tuto sukni zvát patrovou sukní, jelikož označení volánová sukně dostatečně neevokuje povahu tohoto kusu oděvu.

20 Rainbow tiered maxi skirt (Madsen, 2023)

„Řasit - navolňovat oděvní materiál v určitém místě do nepravidelných hustých mělkých záhybů." (Slepánek, 1977, str. 89)

Díly sukně mají tvar obdélníku a každý je širší než ten nad ním. První díl je nařasený do pasového límce. Například u řasení volánů je doporučeno, aby řasený díl měl jedenapůlkrát až třikrát větší délku než díl, do kterého je nařasen (Krůtová a Kühnová, 1981, str. 318).

Příklad

Karolína si šije patrovou sukni. Pasový límec bude bez švových záložek široký 75 cm. Sukně se bude skládat z pěti dílů včetně pasového límce. Každý díl bude dvakrát širší než ten předchozí. Jak široký bude poslední díl?

Řešení 1 - postupným výpočtem

Šířka posledního dílu d_5 se spočítá pomocí postupného výpočtu šířky předchozích dílů $d_{1,\ldots,4}$.

$$d_1 = 75 \text{ cm},$$

$$d_2 = 2 \cdot 75 \text{ cm} = 150 \text{ cm},$$

$$d_3 = 2 \cdot 150 \text{ cm} = 300 \text{ cm},$$

$$d_4 = 2 \cdot 300 \text{ cm} = 600 \text{ cm},$$

$$d_5 = 2 \cdot 600 \text{ cm} = 1\,200 \text{ cm}.$$

Poslední díl bude široký 1 200 cm, tedy 12 m.

Řešení 2 - Pomocí geometrické posloupnosti

Posloupnost (a_n) nazýváme geometrickou posloupností, pokud platí, že existuje $q \in \mathbb{R}$ takové, že pro každé dva po sobě jdoucí členy posloupnosti je jejich podíl roven q.

V této úloze se jedná o posloupnost šířek dílů, jejíž první člen a_1 je šířka pasového límce a každý další člen je dvojnásobkem toho předchozího. Jedná se (tedy) o geometrickou posloupnost a je tedy možné aplikovat vzorec pro výpočet n-tého členu geometrické posloupnosti, kde $n = 5$, $a_1 = 75$ cm a $q = 2$.

$$a_n = a_1 \cdot q^{n-1},$$

$$a_5 = 75 \text{ cm} \cdot 2^{5-1},$$

$$a_5 = 1\,200 \text{ cm}.$$

Při šití patrové sukně je potřeba spočítat šířku každého patra. Počítání nejspodnějšího patra bez počítání předchozích ale může být praktické pro rychlou představu spotřeby textilie.

2.14. Spotřeba látky a nejmenší společný násobek

Jak už bylo řečeno v kapitole o obsahu, spotřeba textilie na výrobu oděvu se nepočítá v obsahu spotřebované látky. Počítá se v délce nejmenšího obdélníku, do kterého lze střih rozložit. Výška tohoto obdélníku je rovna šíři na kterou se textilie prodává, nejčastěji 150 cm. Například pokud řekneme, že spotřeba látky široké 150 cm na šaty je 2,6 m, myslíme tím, že střih lze rozložit do obdélníku 1,5 m x 2,6 m.

Příklad

Krejčí má kus látky kratší než 7 m. Pokud z něj bude šít košile, spotřebuje jej beze zbytku. Pokud bude šít sukně, také jej spotřebuje beze zbytku. Spotřeba látky na košili je 15 dm, na sukni 12 dm. Jak dlouhý kus látky má?

Řešení

Hledáme číslo menší než 70, které je dělitelné dvanácti a zároveň patnácti. Hledáme tedy jejich společný násobek.

Řekneme, že číslo n je společný násobek přirozených čísel A1,...,k pokud platí: ∀Ai i z {1,..,k}: $Ai \mid n$.

Řekneme, že číslo n je nejmenším společným násobkem přirozených čísel A1,...,k, pokud je jejich společným násobkem a zároveň každý dělí každý další jejich společný násobek.

Rozložíme 15 a 12 na součin prvočísel. Najdeme jejich nejmenší společný násobek tak, že mezi sebou vynásobíme všechna prvočísla z obou rozkladů umocněná na nejvyšší mocninu, ve které se v rozkladech vyskytují.

$$15 = 3 \cdot 5,$$

$$12 = 2^2 \cdot 3,$$

$$nsn(12,15) = 2^2 \cdot 3 \cdot 5 = 60.$$

Krejčí má k dispozici 60 dm = 6 m látky.

2.15. Neeuklidovská geometrie v konstrukci oděvů

Módní návrhář Mark Liu vyvíjí krom bezodpadové módy také nástroje na neeuklidovskou konstrukci střihů. Ve svém článku (Liu, 2016) říká, že povrch lidského těla je ze své podstaty složen z neeuklidovských ploch. V současné době metody konstrukce oděvů vychází z euklidovské geometrie. Liu tvrdí, že neeuklidovský přístup by mohl přispět k přesněji padnoucím oděvům. Konkrétně dělí tělo na plochy, které jsou podle něj euklidovské, hyperboliké a sférické a vytvořil prototyp měřidla zakřivení těla.

21 Meřidlo zakřivení těla (Liu 2015, str. 504)

Neeuklidovské geometrie vznikly v 19. století. Jedná se o systémy geometrie, které splňují první čtyři Euklidovy postuláty, ale porušují pátý.

Euklidovská geometrie je ta, která splňuje pět Euklidových postulátů, a žáci se ji učí v rámci základního a středního vzdělávání.

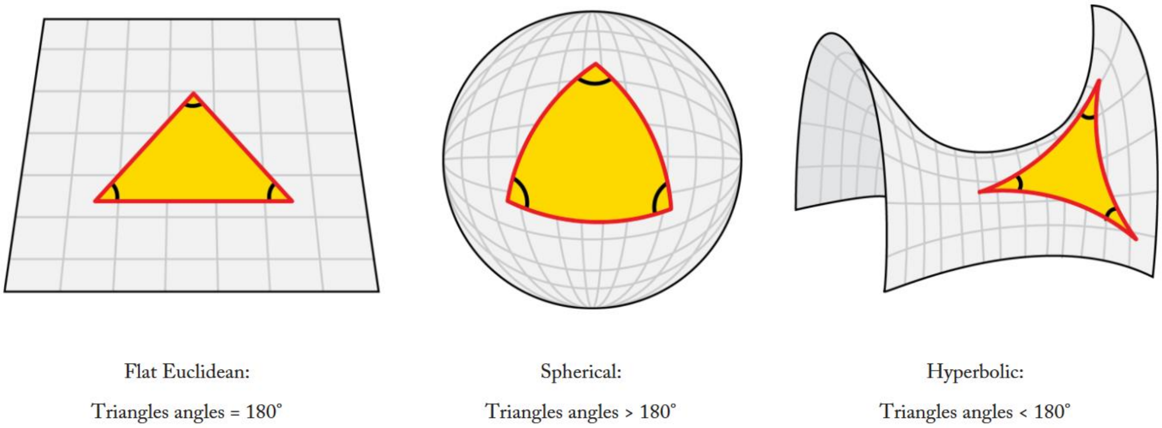
Absolutní geometrie jsou axiomatické systémy, které splňují první čtyři Euklidovy postuláty.

Hyperbolická geometrie je absolutní geometrie, ve které platí Lobačevského axiom.

„Lobačevského axiom. V rovině prochází bodem mimo přímku alespoň dvě různé s ní se neprotínající přímky.” (Křížová, 2008, str. 9)

Eliptická geometrie je absolutní geometrie, která splňuje následující axiom: V rovině neexistuje k dané přímce přímka, která ji neprotíná. Sférická geometrie je typ eliptické geometrie, její model je kulová plocha. (Křížová, 2008)

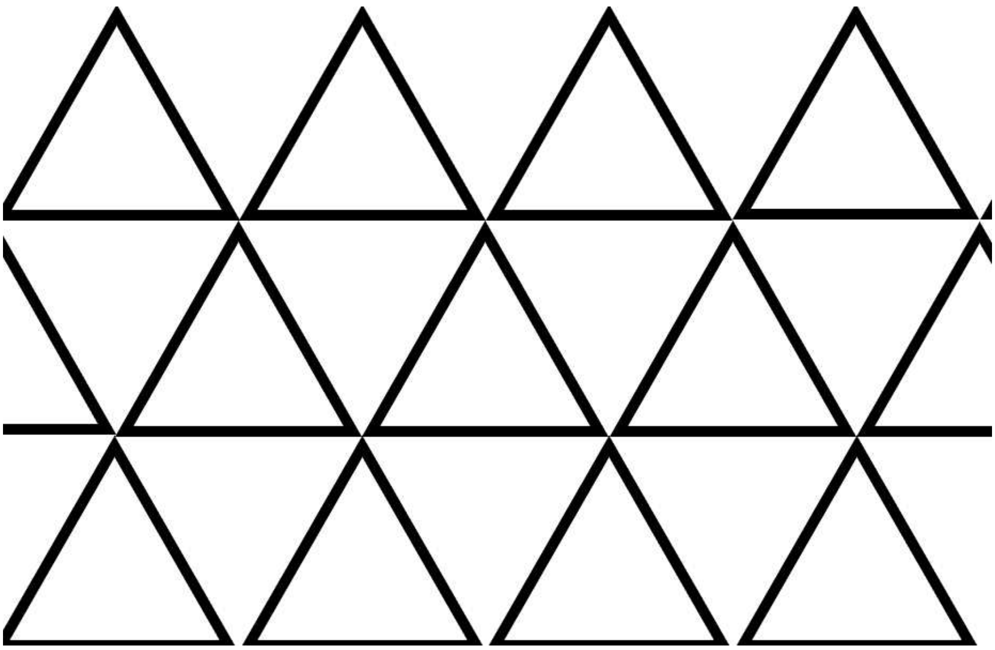
Přínosy Liuova výzkumu jsou zatím nejspíše jen na teoretické úrovni, použití v praxi jsem žádné nenašla. Tradiční postup vycházející z dělení těla na euklidovské plochy a jejich převádění na papír je v současné chvíli přece jen velmi praktický. Běžný krejčí nebo návrhář hromadně produkovaného střihu nemá přístup k 3D skenům a prototypům měřidla zakřivení.



22 Euklidovská, sférická a hyperbolická geometrie (Liu 2015, str. 506)

2.16. Bezodpadové střihy a teselace

Teselace je termín, který označuje vyplnění roviny geometrickými útvary bez mezer. Může se jednat o vyplnění jedním opakujícím se útvarem nebo několika různými útvary. Teselaci tvořenou pouze z pravidelného mnohoúhelníku nazýváme pravidelnou. Pravidelnou teselaci může tvořit pouze pravidelný trojúhelník, čtverec nebo pravidelný šestiúhelník. Polopravidelné teselace se skládají z více typů pravidelných mnohoúhelníků, jejichž strany jsou stejně dlouhé. Ostatním teselacím říkám nepravidelné.



23 Trojúhelníková pravidelná teselace

S teselacemi v textilu se setkáme například u patchworku. Patchwork je technika sešívání menších kusů látky do větších. Někdy se touto technikou vyrábí oděvy, nejčastěji však deky.

24 Detail of patchwork quilt, square in diamond with wild goose chase sashing (Quilting, 2023)

Další oblastí, ve které se teselace vyskytují, jsou bezodpadové konstrukce oděvů – zero waste fashion design. Cílem je vytvořit střih oděvu, který využívá kus textilie beze zbytku. Nejjednodušší metodou je konstruování střihů z jednoduchých geometrických útvarů jako jsou čtverce, obdélníky a trojúhelníky. Mnoho historických oděvů vycházelo právě z těchto geometrických útvarů, mimo jiné proto, aby se neplýtvalo textilií. Antické tógy, japonská kimona, středověké tuniky i spodní košile měly až do devatenáctého století střihy sestávající se jen z útvarů, které dohromady můžou tvořit teselaci. U komplexnějších oděvů byl běžnou praktikou tzv. piecing – nastavování větších dílů střihu menšími z důvodu šetření textilií. Jedná se o princip podobný patchworku. V patchworku se používají kousky textilie z kontrastních barev, piecing je ale většinou proveden tak, aby byl co nejméně nápadný.

Některé moderní zero waste střihy, stejně jako střihy historické, vychází z jednoduchých geometrických útvarů. Oděvy takových střihů jsou většinou na postavě velmi volné a poněkud neforemné. Jejich výhodou je jednoduchá konstrukce a široké pokrytí velikostí. Mnozí módní návrháři jsou ale s takto neforemnými a jednoduchými siluetami nespokojeni, proto vytváří výrazně komplexnější střihové teselace. Tento postup vyžaduje, aby návrhář dokázal přemýšlet nad tvarem střihu v rovině a z něho vzniklého oděvu zároveň. Běžný postup návrhu oděvu je rozdělen do oddělených fází. Módní návrhář nakreslí návrh oděvu, následně se k němu navrhne střih, ze kterého se oděv ušije. Zero waste návrh se musí kreslit zároveň s tvorbou střihu. Tento princip v současné době není příliš rozšířený. Proces tvorby zero waste střihů je komplikovaný, vytváří nezvyklé siluety a oděvy nelze jednoduše škálovat. Škálování velikostí je u konvenčních střihů relativně snadné, u zero waste střihů se může stát, že po zmenšení nebo zvětšení do sebe díly najednou v rovině nezapadají (How to Design with Zero-Waste Methods, 2021).

Na amatérské úrovni lze bezodpadového šití docílit jednodušeji než na úrovni průmyslové. Většinou se vyrábí pouze jeden kus a škálování není potřeba. Lze se držet těch druhů oděvů, jejichž střih se skládá pouze z jednoduchých rovinných útvarů, jako jsou obdélníky, trojúhelníky a lichoběžníky. Příkladem oděvu, který se může skládat pouze ze dvou obdélníků, je sukně. Ve výtisku Střihy z kruhů a čtverců (1982, str. 9) najdeme návod na „sukni z jednoho obdélníku". V postupu je ale vidět, že k jednomu obdélníku, který tvoří tělo sukně, je třeba přidat pásek (pasový límec), který bude vytvořen z dalšího obdélníku. Jedinými matematickými znalostmi, které jsou potřeba, jsou narýsování obdélníku o daných rozměrech a případně dělení pro výpočet záhybů. Záhybům a dělení se lze vyhnout, pokud se rozhodneme v pase sukni nařasit.

Nařasenou sukni, která se skládá jen z obdélníků, najdeme například jako historické řešení pro spodní části šatů v anglické módě šestnáctého století (Mikhaila a Malcolm-Davies 2006, str. 69). Současné učebnice oděvnictví většinou konstrukce sukní, které vychází z obdélníku, upravují, aby více odpovídaly tvaru lidského těla (Konstrukce oděvů: základy, 1969). U amatérských konstrukcí je však jednodušší střih velmi běžný.

Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo vytvořit sbírku matematických příkladů zaměřených na práci s textilem. Příklady jsem se snažila koncipovat tak, aby vycházely z reálných situací. Některé z nich jsou inspirovány výpočty, které jsem osobně při práci s textilem použila. Například příklady z kapitol o pletení a o zvonové sukni vychází z velmi běžně používaných postupů. Některé z příkladů jsou inspirované mými vlastními projekty, ve kterých jsem použila matematiku, což v podobných postupech není běžné, například šití vlečky, která se obecně netvoří z elipsy. V některých příkladech jde realističnost stranou na úkor využití nějakého matematického aparátu. Při rešerši odborné literatury jsem opakovaně narazila na to, že se v praxi přesné výpočty nepoužívají. Místo nich se problémy řeší odhadem nebo nějakým zobecněním.

Příklady mohou posloužit jako inspirace pro tvorbu dalších úloh. Některé z nich by bylo možné rozpracovat do projektů a využít například ve volnočasových kroužcích, a propojit tak výtvarnou činnost s matematikou.

Seznam použitých informačních zdrojů

BALADA, Jan. *Rámcový vzdělávací program pro gymnázia: RVP G*. Praha: Výzkumný ústav pedagogický v Praze, c2007. ISBN 978-80-87000-11-3.

BEALL, Abigail. *Why clothes are so hard to recycle*. Online. Bbc.com. 2020. Dostupné z: https://www.bbc.com/future/article/20200710-why-clothes-are-so-hard-to-recycle. [cit. 2023-11-27].

BURDA. *Šití krok za krokem*. 4. vydání. Verlag Aenne Burda, 1999. ISBN 9771211 963 385 10.

CYRUSOVÁ, Kamila; MRÁZKOVÁ, Bohumila a TURKOVÁ, Květa. *Konstrukce střihů: oděvy*. 4. vyd. Učebnice pro střední školy. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1980.

DOČEKALOVÁ, Zuzana. *Aplikační úlohy z geometrie* [online]. Praha, 2020 [cit. 2023-11-14]. Dostupné z: https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/120332/120371140.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Diplomová práce. Univerzita Karlova, Matematicko-fyzikální fakulta.

FILOVÁ, Štefánia. *Kreslení a konstrukce střihů pro 1. ročník SOU, učební obor švadlena*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1986.

FOREST, Maggie. *'T-tunic' - the period way*. Online. Forest Domain. 1999. Dostupné z: http://forest.gen.nz/Medieval/articles/Tunics/TUNICS.HTML. [cit. 2023-11-29].

GAJĎOKOVÁ, Lucie. *Shodná zobrazení v prostoru*. Online, Bakalářská práce. Brno: Masarykova univerzita, 2007. Dostupné z: https://is.muni.cz/th/rr3il/Shodna_zobrazeni_ve_3D.pdf. [cit. 2023-11-30].

JAROŠOVÁ, Eva. *ABCD o oděvu*. Brno: [s.n.], 1995.

KAŇÁKOVÁ, Natálie. *Lineární diofantické rovnice a kongruence*. Online, Bakalářská práce. Praha: Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, 2022. Dostupné z: https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/175503/130341603.pdf?sequence=1&isAllowed=y. [cit. 2023-11-16].

KOLEŠKOVÁ, Jaroslava; BROŽOVÁ, Marie a SLEZÁKOVÁ, Ludmila. *Konstrukce střihů: základy : prozatímní učební text pro 1.a 2. ročník střední průmyslové školy oděvní*.

Učebnice odborných a středních odborných škol. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1969.

KRŮTOVÁ, Božena a KÜHNOVÁ, Marie. *Odívání pro střední odborná učiliště*. 4. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1981.

KŘÍŽOVÁ, Kristýna. *Neeuklidovská geometrie*. Online, Bakalářská práce. Brno: Masarykova univerzita, 2008. Dostupné z: https://is.muni.cz/th/175713/prif_b/bp.pdf. [cit. 2023-11-21].

KUBÍNOVÁ, Marie. *Projekty ve vyučování matematice: cesta k tvořivosti a samostatnosti : [kapitoly z didaktiky matematiky]*. Praha: Univerzita Karlova v Praze - Pedagogická fakulta, 2002. ISBN 80-7290-088-9.

LIU, Mark. *Fashioning Geometric Patterns: Investigating the underlying geometry of fashion patternmaking*. Online, Disertační práce. Sydney: University of Technology Sydney, 2015. Dostupné z: https://opus.lib.uts.edu.au/handle/10453/52987. [cit. 2023-12-02].

MUSILOVÁ, Blažena, Petra KOMÁRKOVÁ a Viera GLOMBÍKOVÁ. *Základy konstruování oděvů*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2004. ISBN 80-7083-783-7.

MALENDOVÁ, Silvie. Aspekty rozvoje tvořivosti ve výuce předmětu Konstrukce oděvů [online]. Brno, 2020 [cit. 2023-04-16]. Dostupné z: https://is.muni.cz/th/hm06r/. Diplomová práce. Masarykova univerzita, Pedagogická fakulta. Vedoucí práce Pavel PECINA.

Mona: Střihy z kruhů a čtverců. 1982. Praha: ÚV českého svazu žen Mona, 1982.

MIKHAILA, Ninya a Jane MALCOLM-DAVIES. *The Tudor Tailor: Reconstructing 16th-century dress*. London: Batsford, 2006. ISBN 9780896762558.

PATTIE, Mariah. 3 Ways to Make a Modernized/18th Century Skirt (18th c. Pockets, Outlander-style, and Reversible!). In: *YouTube* [online]. 2020 [cit. 2023-11-08]. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=fTmjtMaY5Bo&ab_channel=MariahPattie.

RÜFFER, Bohdan a GALUSEK, Štefan. *Aplikovaná matematika pro 1. a 2. ročník odborných učilišť a učňovských škol: učební obory v textilu a oděvnictví*. Učebnice odborných škol. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1959.

REMY, Nathalie, Eveline SPEELMAN a Steven SWARTZ. Style that’s sustainable: A new fast-fashion formula. *McKinsey Sustainability* [online]. 2016 [cit. 2023-11-10]. Dostupné z: https://www.mckinsey.com/capabilities/sustainability/our-insights/style-thats-sustainable-a-new-fast-fashion-formula.

MŠMT. *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání* [online]. 5. verze. Výzkumný ústav pedagogický v Praze, 2021 [cit. 2023-11-14]. Dostupné z: https://www.edu.cz/rvp-ramcove-vzdelavaci-programy/ramcovy-vzdelavacici-program-pro-zakladni-vzdelavani-rvp-zv/.

SLEPÁNEK, Josef. *Oděvní názvosloví*. 3. vyd. Pomocné knihy pro žáky. Praha: SPN, 1977.

Non-Euclidean Patternmaking. Online. LIU, Mark. Dr Mark Liu. 2016. Dostupné z: http://www.drmarkliu.com/noneuclidean. [cit. 2023-11-21].

RAKUŠANOVÁ, Lucie. *Webová aplikace pro výuku objemů a povrchů těles na středních školách*. Online, Bakalářská práce. Praha: Univerzita Karlova, 2020. Dostupné z: https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/172142/130292313.pdf?sequence=1&isAllowed=y. [cit. 2023-11-26].

TAN, Zhai Yun. *What Happens When Fashion Becomes Fast, Disposable And Cheap?* Online. NPR. 2016. Dostupné z: https://www.npr.org/2016/04/08/473513620/what-happens-when-fashion-becomes-fast-disposable-and-cheap. [cit. 2023-11-27].

Niinimäki , K, Peters , G, Dahlbo , H, Perry , P, Rissanen , T & Gwilt , A 2020 , *The environmental price of fast fashion*, Nature Reviews : Earth and Environment , vol. 1 , pp. 189-200 . https://doi.org/10.1038/s43017-020-0039-9.

STERN, Matthew. H&M Case Shows How Greenwashing Breaks Brand Promise. *Forbes* [online]. 2022 [cit. 2023-11-27]. Dostupné z: https://www.npr.org/2016/04/08/473513620/what-happens-when-fashion-becomes-fast-disposable-and-cheap.

Na ušití. Online. HackMath.net. C2023. Dostupné z: https://www.hackmath.net/cz/priklad-uloha/29531. [cit. 2023-11-28].

PTÁČKOVÁ, Tereza. *Geometrická zobrazení ve středoškolské matematice s podporou internetu*. Online, Bakalářská práce. Praha: Univerzita Karlova, 2014. Dostupné z:

https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/72545/BPTX_2013_1_11320_0_348401_0_141076.pdf?sequence=1&isAllowed=y. [cit. 2023-11-29].

Kolová sukně (1): střih a polohování. Online. Sartor. C2023. Dostupné z: https://www.sartor.cz/clanek/23/kolova-sukne-strih/. [cit. 2023-12-01].

MADSEN, Sharon. *How to Sew a Multi-tiered Maxi Skirt*. Online. We All Sew. C2023. Dostupné z: https://weallsew.com/how-to-sew-a-multi-tiered-maxi-skirt/. [cit. 2023-12-01].

How to Design with Zero-Waste Methods. Online. In: YouTube. 2021. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=DcqDsQzbiBU&ab_channel=VanHertenOuterwear. [cit. 2023-12-03].

NOVÁKOVÁ, Jitka a RADOVÁ, Karolína. *Čepice, dvě sukně*. Online, Seminární práce. Praha: Univerzita Karlova, 2022. Dostupné z: https://dl1.cuni.cz/mod/assign/view.php?id=588822. [cit. 2023-12-04].

VARSHNEY, Nitish. *All you need to know about Zero Waste Design concept*. Online. Apparel Resources. 2018. Dostupné z: https://vn.apparelresources.com/business-news/manufacturing/need-know-zero-waste-design-concept/. [cit. 2023-12-03].

PODHAJSKÁ, Kristýna. *Webová aplikace pro výuku algebraických rovnic vyšších stupňů na střední škole*. Online, Bakalářská práce. Praha: Univerzita Karlova, 2012. Dostupné z: https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/40340/BPBC_2010_2__0_282972_0_113963.pdf?sequence=2&isAllowed=y. [cit. 2023-12-04].

Quilting. Online. In: Britannica. C2023. Dostupné z: https://www.britannica.com/art/quilting. [cit. 2023-12-04].