



Pedagogická
fakulta
Faculty
of Education

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Pedagogická fakulta

Katedra matematiky

Diplomová práce

Geometrické ornamenty v islámském umění

Vypracovala: Bc. Štěpánka Slabová

Vedoucí práce: prof. RNDr. Pavel Pech, CSc.

České Budějovice 2020

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci na téma Geometrické ornamenty v islámském umění jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě, elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích

Poděkování

Touto cestou bych chtěla poděkovat vedoucímu mé diplomové práce, panu prof. RNDr. Pavlu Pechovi, CSc., za odborné vedení, ochotu a cenné rady.

Anotace

Tato diplomová práce je věnována geometrickým ornamentům v islámském umění. V první části této práce uvádím definici islámského umění a stručný přehled jeho vývoje. V následujících kapitolách je čtenář seznámen se základními technikami, motivy a prvky používanými při tvorbě islámských geometrických ornamentů. Dále zmiňuji jejich možné rozdělení do skupin podle mnohoúhelníku, na kterém jsou založeny, resp. podle jejich četnosti. Hlavní část práce je pak věnována popisu samotné tvorby islámských geometrických vzorů. Na závěr uvádím, jak lze toto téma využít v hodinách matematiky na základních a středních školách, a to v podobě pracovních listů.

Klíčová slova: islámské umění, islámské geometrické ornamenty, islámské geometrické vzory, islámský design, arabeska, kaligrafie, teselace, symetrie, čtyřčetný vzor, pětičetný vzor, šestičetný vzor

Annotation

This diploma thesis focuses on geometric ornaments in the Islamic art. I am focusing on the definition of the Islamic art and its evolution in the first part of this thesis. The reader is getting to know the basic techniques, motifs and elements used to create the geometric ornaments in the following chapters. I am also mentioning their possible division into groups according to the polygon which they are based on. The main part of the thesis focuses on a description of the process of creation of the Islamic geometric patterns. The end of the thesis focuses on usage of the topic during Mathematics at primary school and secondary school. The usage would be in a form of worksheets.

Key Words: Islamic art, Islamic geometric ornaments, Islamic geometric patterns, Islamic design, arabesque, calligraphy, tessellation, symmetry, fourfold pattern, fivefold pattern, sixfold pattern

Obsah

1	Úvod	7
2	Definice islámského umění.....	9
2.1	Vliv náboženství na umění	11
3	Vývoj islámského umění.....	15
4	Techniky a motivy v islámském umění.....	23
4.1	Kaligrafie.....	23
4.2	Arabeska.....	26
4.3	Zahrada jako obraz ráje	28
4.4	Kov	29
4.5	Štuk.....	31
4.6	Cihla	32
4.7	Keramické dlaždice	33
5	Islámské umění a míra	35
5.1	Měření a dělení rozměrů.....	35
5.2	Uspořádání prostoru	36
5.3	Proporce.....	45
6	Geometrické prvky v islámském designu	48
6.1	Kružnice a zakřivené prvky.....	48
6.2	Hvězdy a rozety	52
6.3	Proplétané pásy.....	52
6.4	Mřížka a podmřížka.....	54
7	Rozdělení islámských geometrických ornamentů.....	58
7.1	Čtverec a proporční systém založený na druhé odmocnině ze dvou.....	59
7.2	Šestiúhelník a proporční systém založený na druhé odmocnině ze tří.....	61
7.2.1	Vzory založené na dvojitém šestiúhelníku.....	64
7.3	Pětiúhelník a zlatý řez	65

7.4	Kombinovaný geometrický design.....	71
8	Popis tvorby islámských geometrických ornamentů.....	77
8.1	Vzory založené na čtverci	77
8.2	Vzory založené na pravidelném šestiúhelníku	107
8.3	Vzory založené na dvojitém šestiúhelníku	138
8.4	Vzory založené na pravidelném pětiúhelníku	161
9	Pracovní listy.....	182
10	Závěr	203
11	Seznam použitých zdrojů	204
11.1	Seznam použité literatury	204
11.2	Seznam použitých internetových zdrojů	205
12	Seznam obrázků.....	210
13	Seznam příloh.....	213

1 Úvod

Islám je sice nejmladší, ale zároveň po křesťanství druhé největší náboženství světa. Od 7. století n. l., kdy byl založen prorokem Muhammadem, se islám rozšířil z původních oblastí jako Střední východ, severní Afrika, Persie a Turecko až po Střední Asii, indický subkontinent a jihovýchodní Asii. Docházelo k rozvíjení a mísení velkého množství rozličných tradic a uměleckých stylů jednotlivých oblastí, jež byly tak rozmanité a zároveň obsahovaly jednotící prvky, díky nimž jsou ihned rozpoznatelné. Tak vzniklo islámské umění zdůrazňující jednotu a harmonii.

Mezi nejznámější vizuální projevy islámského umění a architektury patří islámské geometrické ornamenty. Pravděpodobně každému z nás ve spojení s islámským uměním vytanou na mysli právě tyto umělecké prvky. Islámští řemeslníci jsou za svá díla obdivováni po celém světě. Složitost a půvab těchto vzorů se někdy mohou zdát téměř mimo možnosti lidské vynalézavosti. Používají se k výzdobě monumentálních staveb, ale i předmětů běžné potřeby. Využití geometrie jako základu kompozice není výlučně islámskou metodou, ve větší či menší míře je obsažena v každém umění, ať už na Západě či Východě. Geometrii nalezneme jak v gotických katedrálách, tak i v indických mandalách. Rozdíl je však v tom, že v islámském umění byla geometrie rozvinuta v ohromném rozsahu.

Autoři islámských geometrických ornamentů byli obvykle anonymní a existuje jen velmi málo informací o jejich pracovních technikách a postupech. Možná i díky tomu se dodnes mnoho matematiků zabývá studiem těchto ornamentů. Víme však jistě, že muslimští řemeslníci a stavitelé měli rozsáhlé praktické znalosti geometrie. Dokázali ozdobit veliké budovy a kupole měřit nádhernými geometrickými vzory a zajistit, aby se jednotlivé motivy dokonale spojily v celistvou kompozici, a to pouze za pomoci nejjednodušších nástrojů a bez matematických výpočtů.

Cílem této diplomové práce je poskytnout čtenáři základní informace o islámských geometrických ornamentech, včetně pohledu do historie. Významnou část práce pak tvoří popis tvorby vybraných geometrických ornamentů.

Práce je rozdělena do třinácti kapitol. Po úvodní kapitole je čtenář seznámen s pojmem „islámské umění“ a s vlivem náboženství na toto umění. Následující kapitola podává stručný přehled vývoje islámského umění. Ve čtvrté kapitole jsou popsány muslimskými řemeslníky nejpoužívanější techniky a motivy, jako například arabeska, kaligrafie, keramické dlaždice apod. V kapitole Islámské umění a míra je popsáno, jakým způsobem řemeslníci měřili a dělili rozměry a jak konstruovali pravidelné mnohoúhelníky jen za pomoci pravítka a kružítko. Nechybí zde ani zmínka o poměru, který je důležitou součástí tvorby geometrických ornamentů. Šestá kapitola pojednává o nejčastěji užívaných prvcích v islámském geometrickém designu. Tím nejzákladnějším je kružnice a mřížka. Dále mezi ně patří hvězdy, rozety a proplétané pásy. V další kapitole uvádím, jak lze islámské geometrické ornamenty rozdělit do skupin na základě toho, na jakém mnohoúhelníku jsou založeny, resp. na jejich četnosti. V osmé kapitole pak popisuji postup tvorby vybraných geometrických ornamentů, užívaných v různých částech islámského světa, od Španělska až po Indii. Na závěr uvádím, jak lze toto téma využít v hodinách matematiky na základních a středních školách, a to v podobě pracovních listů.

Pro islámské geometrické ornamenty se velmi často používá také označení islámské geometrické vzory. V této diplomové práci jsou používány oba tyto termíny.

Součástí práce jsou obrázky vytvořené v programu GeoGebra. Ve stejném programu byly vytvořeny i jednotlivé islámské geometrické vzory.

2 Definice islámského umění

Islám je po křesťanství druhé největší náboženství světa. Geograficky i časově pokrývá ohromné rozpětí, od Španělska po Indonésii a od 7. století až po dnešek. Islámské náboženství zcela ovládlo tamější kulturu, a proto se pro veškeré umění, které vzniklo na tomto území, používá termín „islámské umění“. Tento termín je však relativně nový, začali ho používat evropští učenci až na konci 19. století [9].

Pojem „islámské umění“ se však dnes používá ve velmi odlišném smyslu od pojmů „křesťanské umění“ či „buddhistické umění“. Zatímco v křesťanství rozlišujeme umění pro náboženské a světské účely, islám se snaží ovládnout všechny stránky společnosti, a tudíž termínem „islámské umění“ označujeme všechny umělecké výtvořiny islámského světa [9].

Jelikož je islámské náboženství rozšířeno ve velké části světa již několik století, nemůžeme ho považovat za jakýsi monolit. Existuje však několik rysů, které jsou společné pro celou oblast. K modlitbám svolává muslimy muezzin stojící na ochozu minaretu mešity, která je obvykle zdobena arabskou kaligrafií uvádějící citáty z Koránu. Velmi častou součástí budov a památníků je kupole, i když se nejedná výlučně o islámský prvek. Dalším společným rysem jsou ívány a mukarnasy (Obr. 1, 2). Jen zřídka se můžeme setkat s těmito stavitelskými formami jinde než u islámských památek [9].



Obr. 1 - Íván [41]



Obr. 2 - Mukarnas [42]

V různých islámských zemích panují také rozličné přírodní podmínky. Střední východ je především známý svými písečnými pouštěmi, nacházejí se zde však i řeky jako Nil, Eufrat a Tigris, které podporují rozsáhlé zemědělství. Íránská náhorní plošina

má sice málo dešťových srážek a zahrnuje dvě rozsáhlé pouště, ale díky její tisícimetrové nadmořské výšce tam v zimním období dokonce i sněží. Tyto fyzikální a klimatické rozdíly měly velký vliv na vývoj islámského umění a architektury. Pokud byl zrovna dostupný, byl v Egyptě, Sýrii, Anatólíi a Indii oblíbeným materiálem pro výstavbu a výzdobu kámen. V Iráku a Íránu se zase používaly cihly a k jejich oživení pak glazované dlaždice. V oblastech charakteristických velkým množstvím dešťových srážek jako např. Indonésie a kaspické pobřeží byly nutné budovy se svažujícími se střechami místo plochých střech převládajících jinde [9].

Povaha islámského umění se vyvinula z předislámských tradic jednotlivých podrobených zemí a z arabských, tureckých a perských prvků, jež dokonale splynuly a prosadily se ve všech částech islámského světa. Pravděpodobně nejdůležitější ve všech obdobích je arabský prvek. Pro vývoj islámského umění poskytl pevnou základnu v podobě poselství islámu, jazyka Koránu a formy písma. Písmo se totiž stalo nejdůležitějším specifickým rysem muslimského umění. Arabové se také velmi zajímali o matematiku a astronomii a výrazně prohloubili poznatky, které převzali od Římanů. Znalost základů geometrie spojili s vrozeným smyslem pro rytmus, jež je charakteristický pro arabskou poezii a hudbu, a vytvořili tak složité ornamenty využitelné pro všechny formy výzdoby [6].

Turecký prvek je v islámském umění zastoupen především abstraktní ornamentikou. Ta ovlivnila všechny kultury, s nimiž se turecké národy setkaly na své dlouhé cestě ze Střední Asie až do Egypta. Turci přenesli figurativní i nefigurativní výzdobu z východní do západní Asie a vytvořili vlastní osobitou ikonografii. Význam tureckého prvku v islámském umění je veliký, neboť turecké národy ovládaly od 10. do 19. století velkou část islámského světa. Mnoho památek tedy vzniklo za vlády tureckých dynastií a za působení tureckého způsobu myšlení a tradic [6].

Perský prvek je v islámském umění obtížněji rozpoznatelný. Spočívá ve zvláštním lyrickém a poetickém přístupu, v metafyzickém zaujetí. To vedlo k silnému rozmachu mysticismu. Na základě perského písemnictví byly v Íránu zřízeny a rozvinuty přední školy muslimského malířství. Ve 14. a 15. století pak zde vzniká nová ikonografie. V malířství a architektuře se používají až fantasijské a ireálné formy, vytváří se

dekorativní útvary, které jako by popírají tektonickou složku stavby, zákony tíže a působení tlaků [6].

Všechny tyto tři prvky hrají důležitou roli ve vývoji islámského umění a architektury. I když je někdy dokážeme rozpoznat a oddělit, ve většině období bývají propleteny a spojeny. Všechny oblasti muslimského světa tak sdílejí základní umělecké rysy, jež je spojují v jednotu, která překonává národnostní, rasové a zeměpisné rozdíly. S tímto vzácným jevem se můžeme v dějinách kultury setkat pouze v období římského impéria [6].

2.1 Vliv náboženství na umění

Ze všech prvků, které nějakým způsobem ovlivňují islámské umění, je bezpochyby nejvýznamnější náboženství. Velké množství malých říší a knížectví přijalo islám za své náboženství a považují se za státy muslimské. Všude byla alespoň částečně rozšířena znalost arabštiny, jazyka Koránu, všichni muslimové se shromažďovali v mešitě, jejíž uspořádání bylo v celém islámském světě téměř shodné a modlili se směrem k Mekce, centru islámského náboženství se svatyní Ka'bou. Slovo „islám“ doslova znamená „podrobení se“ či „odevzdání se Bohu“ - jedinému bohu Alláhovi. Muslimové vyznávají heslo: „Není boha kromě Alláha a Mohamed je jeho prorok“ a věří, že si budou v den posledního soudu před Alláhem všichni rovni [6].

Základem islámu je jeho posvátná kniha Korán. Obsahuje Muhammadova zjevení zapsaná po roce 610. Každý, kdo opisuje Korán, činí velice záslužný skutek a napomáhá osvětlit významné postavení kaligrafie v islámském umění. V Koránu se nachází i odkazy na různá řemesla a druhy staveb. Zřejmě nejznámější jsou ty, které jsou spojeny s králem Šalamounem. Podle legend byli jeho pomocníci a řemeslníci mnohdy samotní džinové. Vyráběli mimo jiné různé sochy, poháry a kotle. Šalamoun také nechal odlít kašnu z mosazi pro svůj chrám v Jeruzalémě. Na mnoha předmětech vyrobených právě džiny je zajímavé, že byly velmi praktické, určené pro každodenní potřebu. To mělo pravděpodobně vliv na pozdější islámské umění, kde bylo velmi časté originálním způsobem zdobit běžně používané předměty, jako jsou talíře, svícny, džbány, pouzdra na pera atd. [7].

V jiném úryvku je vylíčen příběh, kde Šalamoun nechal postavit jakýsi sarh ze skleněných či křišťálových cihel, aby vyzkoušel královnu ze Sáby a dokázal tak svou nadřazenost. Dodnes nelze přesně určit, co onen sarh vůbec byl. Ať už se jednalo o cokoli, královna ze Sáby ho mylně považovala za prostor naplněný vodou. Na tento příběh, kdy královna ze Sáby považovala sarh za něco úplně jiného, než ve skutečnosti byl, se zrodily hned dva pohledy, které se týkají postoje islámu k umění, ale které si navzájem protirečí. První názor je takový, že umění je něco, co vzbuzuje údiv a co člověka ohromí. Umění tedy řadí mezi zázračné věci, označované pojmem *adžájb*, což v překladu znamená „zázračný“ či „dechberoucí“. Druhý pohled spočívá v názoru, že jakékoli umělecké dílo je padělek, lež, neboť vyvolává dojem, že je něčím, čím opravdu není. Tento názor zastávají někteří myslitelé i dnes a na umění tedy pohlíží jako na něco zavrženíhodného [7].

Na islámské umění mělo také vliv poznávání nekonečna prostřednictvím náboženství a vědomí bezvýznamné pomíjivé lidské existence. To se nejvýrazněji projevilo užíváním nekonečného ornamentálního dekoru. Jedná se o hlavní výzdobný prvek ve všech obdobích islámského umění. Ať už dochází k nekonečnému opakování abstraktního, zčásti abstraktního či figurálního motivu, lze daný výtvar považovat jak za výraz hluboké víry ve věčný život všech spravedlivých bytostí, tak za projev pohrdání pozemskou existencí. Velmi často používaný a oblíbený je arabeskový vzor, jež je založený na nekonečném opakování abstraktního úponkového či rozvilinového motivu a dělením prvků, listů, stvolů a květů dosahuje nových variant [6].

Dalším rysem islámského umění je popření hmoty. Do popředí se dostává myšlenka přetváření. K oslabení hmotné struktury velkých staveb i drobných předmětů používají islámští řemeslníci ornamentální výzdobu nejrůznějších forem a z nejrůznějších materiálů. Dochází tak k překonání individuálního a jedinečného rysu uměleckého díla a k začlenění do většího, jedině skutečného světa nekonečného a nepřetržitého bytí. Výzdoba maskuje pevnost kamene a hmotnost zdiva. Hmotné zdi jsou zakrývány štukovými a dlaždicovými obklady, klenby jsou zdobeny rostlinným a epigrafickým ornamentem, kupole vyplňují paprskovitě vedené vzory, vybuchující slunce nebo úchvatné baldachýny, které připomínají krápníkové či plástvovité útvary [6].

Zřejmě nejčastější otázka řešená v souvislosti s islámským uměním se týká zobrazování živých tvorů. V Koránu se nenachází jediné ustanovení, které by toto zobrazování zakazovalo. To, co někteří nazývali muslimským „anikonismem“, byla ve skutečnosti jen nelibost užívat takové obrazy v prostředí hojné náboženské imaginace, s jakou se islámské náboženství setkávalo ve Středomoří, v Íránu či později v Indii a Střední Asii. Co však Korán zakazuje, je modloslužebnictví. Na rozdíl od křesťanského umění, kde může být Bůh představen obrazem, má pro muslimy největší hodnotu právě Korán. Někteří teologové však v zobrazování živých tvorů viděli modloslužbu a hřích. Panovalo mezi nimi přesvědčení, že umělci budou muset v den posledního soudu vdechnout svým dílům život. Pokud se jim to nepodaří, budou navždy uvrženi do pekelného ohně. Víru tedy nebylo možné vyjádřit obrazy, a tak se umělci museli zaměřit na formálnější umění. Rozvíjelo se psaní a pěstování kaligrafie, na významu začala nabývat umění světská, zejména umělecká řemesla. Toto všechno se dělo v době, kdy v ostatních částech světa převládalo umění náboženské [7].

Islámské umění bylo od počátku ovlivněno i velmi živým, obrazným a často dosti přesným popisem ráje, jeho zahrad, vodotrysků a zahradních altánů. Tyto popisy se ihned projevíly v dekorativním umění islámských umělců. Mimo to v poslední době někteří architekti z islámských zemí tvrdí, že podle Koránu je člověk vykonavatelem vlády na Zemi, a tudíž, že Bůh svěřil Zemi člověku. Z tohoto důvodu má být pro muslimy povinností uchovat přírodu v neporušeném stavu. V dnešní době proto vznikají návrhy domů, městských komplexů, i dokonce celých měst s ohledem na životní prostředí [7].

Na závěr je ještě nutné zmínit některé základní principy islámu, známé jako „pět pilířů“. Jedná se o všeobecné povinnosti muslima k Bohu a ke svým bližním. Prvním pilířem je veřejné vyznání víry (*šaháda*), které uznává jediného Boha - Alláha a jeho proroka Muhammada. Tato slova jsou nejoblíbenějším motivem islámské kaligrafie a jedním z nejběžnějších nápisů na památkách [9].

Druhý pilíř požaduje po muslimovi obřadnou modlitbu (*salát*), kterou je nutné vykonat pětkrát denně v přesně stanovenou dobu. Muslimové se mohou modlit na kterémkoli místě, polední páteční modlitba by však měla probíhat společně v mešitě. V islámském světě se tedy nachází velký počet místních a kongregačních mešit. Bylo

potřeba, aby mešita pojala všechny místní obyvatele, a tak bylo nutné postavit velké budovy. Podobu mešit Korán nijak nespécifikuje. Je však třeba dosáhnout rituální čistoty, a proto jsou mešity vybaveny zařízením pro očistu. Výzva k modlitbám byla obvykle pronášena muezzinem ze střechy mešity. Později za účelem rozšíření okruhu volání a k propagaci mešity byly u větších mešit zřízeny minarety. V kongregačních mešitách pronáší *imám* před modlitbou kázání z *minbaru* (kazatelna). Minbary jsou obvykle vyráběné ze dřeva a patří k nejkrásněji zdobeným muslimským dílům [9].

Třetí pilíř ukládá každému muslimovi věnovat almužnu (*zakát*) potřebným. Mnoho zámožných mecenášů plnilo tuto povinnost zřizováním náboženských památek např. mešit a náboženských škol *madrás*. Čtvrtým pilířem islámu je rituální půst (*sawm*, *sijám*) v měsíci ramadánu. V tomto období se muslimové postí od svítání do soumraku. Jedná se o nástroj, který má naučit věřící sebeovládání a připomínat povinnosti vůči chudým, kteří nemají dostatek potravy [9].

Pátým a posledním pilířem je pouť do Mekky (*hadždž*), kterou musí vykonat každý dospělý muslim alespoň jednou za život, pokud mu to jeho zdraví dovolí. Toto shromažďování muslimů mělo pro islámské umění významný přínos, neboť podporovalo mobilitu a výměnu uměleckých idejí. Islámský svět je rozsáhlý a často v něm docházelo ke kopírování uměleckých prvků jedné oblasti v jiných oblastech [9].

3 Vývoj islámského umění

Před příchodem islámu byl po několik století hlavní velmocí starověký Řím a jeho odnož Byzantská říše. V roce 313 vydal císař Konstantin I. tzv. Edikt milánský, který povolil vyznávat křesťanství, jež se zanedlouho stalo státním náboženstvím. V roce 330 bylo hlavní město přemístěno z Říma do Byzance a na počest císaře pojmenováno Konstantinopol. Řím byl nejstarší nepřítel islámu a muslimská vojska netoužila po ničem jiném tak, jako po jeho dobytí. To se jim nakonec v roce 1453 povedlo. Největšího rozmachu dosáhla Byzance za vlády císaře Justiniána (527-565), který nechal v Konstantinopoli postavit proslulou katedrálu Hagia Sofia, jež byla po další staletí inspirací pro islámské architekty. Muslimové se také inspirovali byzantskými městy, památkami a řemeslníky, se kterými se setkali v Sýrii, a tak není divu, že výzdoby nejstarších islámských památek a tvary budov jsou římského nebo byzantského původu [9].

Mezi největší nepřátele Římské a Byzantské říše bezpochyby patřili Sasánovci. Tato dynastie vznikla v Íránu po porážce Parthů v roce 224 a v 7. století vedla nekončící války s Byzancí, jež oslabily obě říše a usnadnily Arábii provádění výbojů. Vyznávali zoroastrismus, monoteistické náboženství spočívající v uctívání boha Ahury Mazdy, bojujícího se zlým duchem. V chrámech Sasánovců se permanentně udržoval oheň, symbolizující čistotu. Vnitřní jádro chrámu mělo na všech čtyřech stranách klenutý vchod. Kupoli chrámu podpíral malý oblouk, čímž docházelo k přemostění prostoru mezi spodním čtvercem a kupolí. Tyto dva prvky se později hojně využívaly i v architektuře islámského Íránu. Sasánovský palác v Ktésifontu se dodnes pyšní největším cihlovým obloukem, který se islámští mecenáši jen marně snažili překonat. Od Sasánovců toho islámské umění převzalo mnoho, ale asi nejdůležitější převzatý prvek je zdobení budov štukem, které se v islámském světě stalo jednou z nejoblíbenějších dekorativních technik [9].

Vznik islámu je spojen s osobou proroka Muhammada. Muhammad nejdříve působil jako karavanní vůdce a poté se stal obchodníkem v Mekce. Později se rozhodl obnovit náboženství Abrahámovo a víru v jediného boha i v posmrtný život. Kolem Muhammada se v Mekce utvořila skupina jeho stoupenců. Jak začal jeho vliv narůstat,

vládcové města se začali obávat možné Muhammadovy diktatury a razantně odmítali vzdát se svých bohů, které uctívali. Spory sílily a Muhammad byl nucen Mekku opustit. V roce 622 se tedy i se svými stoupenci vydal do Medíny. Toto přesídlení označované pojmem „*hidžra*“ se pro muslimy stalo natolik významné, že se rok 622 stal počátkem islámského letopočtu [6].

Po příchodu do Medíny začal Muhammad se svými stoupenci stavět budovy. I přesto, že tyto budovy byly ve 20. století rozšířeny, aby v nich mohl být ubytován větší počet poutníků, můžeme jejich původní podobu zjistit z historických pramenů. Nejdůležitější budova v Medíně měla velké otevřené nádvoří s dvěma řadami vysokých palem s mohutnými korunami, které vrhaly stín na stranu obrácenou k Mekce. Poblíž nádvoří byly domy, kde bydlel Prorok se svými manželkami. Tato budova byla podle svého uspořádání interpretována jako mešita. Důkazem je i fakt, že mnoho mešit převzalo plán budovy s nádvořím a se střechou na sloupech, orientovanou směrem k Mekce. V Medíně byl Muhammad velmi oblíbený a jeho význam narůstal. V roce 630 se vypravil v čele desetitisícové armády dobýt Mekku. Město se téměř nebránilo, a tak se Mekka stala náboženským střediskem nové víry [9].

Po smrti proroka Muhammada se postupně vlády ujali čtyři chalífové. Pod jejich vedením islámská vojska dobyla Byzantskou říši, Mezopotámii, Egypt, severní Afriku a Španělsko. Za méně jak sto let se tak muslimové zmocnili poloviny tehdejšího civilizovaného světa od Španělska po hranici Číny a sjednotili ji novou kulturní silou, islámem [6].

První vládnoucí dynastií arabského chalífátu byli v letech 661 až 750 Umajjovci nebo též Omájovci. Přenesli hlavní město z Medíny do Damašku v Sýrii. Islámské umění tak bylo v kontaktu s antickou civilizací římských provincií, dříve okupovaných Araby. Umajjovské umění spojilo pozdně římské, helénistické a asijské prvky a vytvořilo tak zcela novou osobitou formu. Právě spojování různorodých prvků je pro islámské umění velmi typické [6]. Z hlediska budov a architektury se Umajjovci zaměřovali na paláce a mešity. Na konci 7. a počátku 8. století byly v islámském světě běžně používány rostlinné a květinové vzory převzaté ze Sasánovské a Byzantské říše. Nejvýznamnější památkou tohoto období je Skalní dóm v Jeruzalémě. Fasády i vnitřní stěny chrámu byly pokryty třpytivými mozaikami z helénistického období. Lze tu nalézt

zobrazené ovocné stromy, akantové rozviliny, palmetové a kandelábrové stromy. V průběhu 16. století za osmanských vládců byly fasády opraveny a nahrazeny novými z dlaždic a mramoru s geometrickým designem z Damašku. Další dochovanou stavbou je palác Al-Mšattá v Jordánsku. Tento palác je jedinečný svou fasádou, tesanou z kamene a zdobenou nádhernými rostlinnými i figurálními vzory. Společnými rysy umajjovského umění, které můžeme vyčíst z jejich staveb, jsou tedy rostlinné a květinové ornamenty, fasády zdobené vyřezávaným štukem, nástěnné malby a figurální motivy, jejichž používání se ke konci umajjovské vlády výrazně omezilo [23].

Další vládnoucí dynastií byli Abbásovcí (750-1258), již přesunuli hlavní město chalífátu nejdříve do Kúfy a zanedlouho do Bagdádu. Z tohoto období se dochovalo jen velmi malé množství památek. Tou nejznámější je Velká mešita v Kajruánu postavená v roce 670. V její výzdobě, kterou tvoří převážně rostlinné a květinové motivy, lze však zpozorovat i některé základní geometrické tvary (viz Obr. 3). Jednotlivé geometrické prvky byly spíše navrhovány jako samostatné prvky, a tak nedocházelo k jejich vzájemnému proplétání v celistvou kompozici. Jedná se o nejranější fázi aplikování geometrických ornamentů v islámském umění [23].



Obr. 3 - Velká mešita v Kajruánu [23]

Od 9. století rostl význam tureckého prvku v islámském umění, a to zejména díky dynastii Túlúnovců. Turecký styl se smínil s iráckým a vznikl tak abbásovský sloh. Abbásovský guvernér v Egyptě Ahmad ibn Túlún nechal v Káhiře postavit mešitu nesoucí jeho jméno. Vyzdobená je jednoduchými geometrickými ornamenty (Obr. 4), které patří mezi nejranější příklady muslimského dekorativního umění [23]. Dekorativní umění a malířství abbásovské doby známe pouze z nálezů ve městě Samarra. Samarrské umění je proslulé pro svou štukovou výzdobu a nástěnné malby. Rozlišujeme zde tři

výzdobné styly. První styl navazuje na pozdně antické umění, druhý se naopak od antických forem odvrací a poslední, třetí styl, je již založený na tvůrčí schopnosti domácího, islámského prostředí. V této době se také začíná vyrábět keramické zboží. Hlavní inspirací pro jeho výrobu byla čínská keramika dovážená na abbásovský dvůr. Bagdáďští hrnčíři pak přispěli velkým objevem, který způsobil převrat v keramické výrobě. Objevili techniku zvanou listr, kdy byly keramické výrobky polévány barvivem metalického složení vytvářející na jejich povrchu kovový lesk [6].

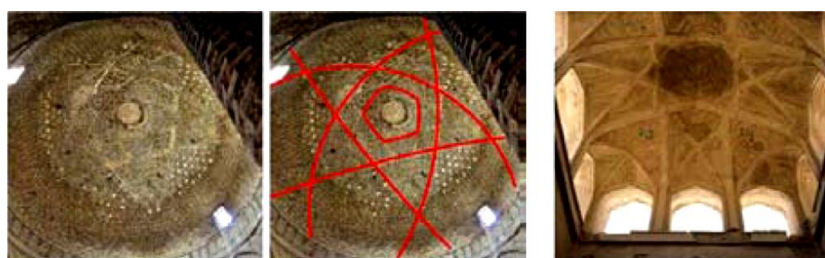


Obr. 4 - Ibn Túlúnova mešita v Káhiře [23]

Po pádu Túlúnovců se dostávají v severní Africe k moci Fátimovci (969-1171). I z tohoto období se však příliš památek nedochovalo. Dva velké paláce, které nechali Fátimovci postavit v Káhiře v roce 969, byly bohužel zničeny. Naštěstí se dochovala nejstarší fátimovská mešita Al-Azhar a velká Al-Hakimova mešita v Káhiře. Z dekorací těchto staveb víme, že se fátimovští řemeslníci inspirovali uměním Túlúnovců a abbásovské Samarry. Používali vyřezávaný štuk s rostlinnými motivy a okenní tabule s geometrickými vzory. V pozdějším období nabývaly v architektuře na významu epigrafické prvky. Nápisy v dekorativním kufickém písmu se používaly kolem oken jako úzké rámuující lišty nebo jako ozdoba fasád minaretů. Tento nový styl výzdoby byl použit na průčelí mešity Al-Akmar dokončené v roce 1125. Ve fátimovském malířství a keramice převládaly figurální výjevy [6].

Kolem roku 1000 začala moc chalífátu upadat. Nejlépe situaci využili ve svůj prospěch seldžučtí Turci, jedna ze skupin tureckých národů, a chalífát ovládli. V polovině 11. století obsadili Írán a ve 12. století ovládli Anatólii. Toto období seldžucké vlády je nejvýznamnějším obdobím časně islámské kultury. Seldžukové byli vynikajícími staviteli. Vytvořili mnoho nových architektonických typů, které se

používají v Íránu dodnes. Tím nejdůležitějším je mešita se čtyřmi ívánovými exadrami. Ívánové exedry jsou velké klenuté síně obdélníkového půdorysu, otevřené vysokým obloukem na jedné straně do nádvoří, které sloužily pro přijímání návštěv [6]. Během seldžucké vlády bylo velmi populární stavění hrobek a madras, náboženských škol o několika budovách. Od výzdoby fasád se pozornost přesunula k výzdobě vnitřní. Postupem času dochází k omezování rostlinných a figurálních vzorů a do popředí se dostávají složitější geometrické vzory. Značně populární bylo používání pěticípých a osmicípých hvězd (viz Obr. 5). Řemeslníci se však nebáli používat i daleko složitější prvky jako sedmiúhelníky, devítiúhelníky, jedenáctiúhelníky atd. [23]. Dalším druhem originální architektonické výzdoby jsou vzory z polévaných cihel a polévaných obkladových dlaždic zdobených listrovou malbou. Od 12. století se v Anatólii rozvíjí keramická mozaika, tesaná kamenná výzdoba a dřevořezba. Ze dřeva se vyrábí bohatě zdobené mihráby, minbary a kenotafy. Z doby Seldžuků se dochovaly i některé vázané koberce a sochy, které však nejsou v islámském umění obvyklé, neboť byly považovány za projev modlářství [6].



Obr. 5 - Velká mešita v Isfahánu [23]

Téměř dvě a půl století, od roku 1250 do roku 1517, vládli Sýrii a Egyptu Mamlúkové. Jejich relativně stabilní vláda byla postavena na silné armádě a prosperující ekonomice jak v obchodu, tak v zemědělství. Město Káhira se stalo hlavním centrem inteligence a umění. Toto období se vyznačuje budováním monumentálních staveb. Vzniká obrovský rozdíl mezi prostým vnějším vzhledem budov a bohatou vnitřní výzdobou. Jako stavební materiál se nejčastěji používá kámen a cihly. Mamlúcké umění je především nefigurativní, používaly se rostlinné a geometrické vzory, arabesky a kaligrafické nápisy. Mamlúckí sultánové nechali stavět mešity, madrasy, hrobky, bazary, nemocnice apod. Jednou z dochovaných památek tohoto období je mešita s madrasou sultána Hasana v Káhiře. Tato budova je důkazem toho, že

řemeslníci této doby byli schopni nejenom vytvořit složité čtyřčetné, pětičetné i šestičetné vzory, ale dokonce je dokázali kombinovat v rámci jedné kompozice (viz Obr. 6) [23].



Obr. 6 - Komplex sultána Hasana v Káhiře [23]

Po úpadku seldžucké dynastie se v Anatólii na konci 13. století chopili moci osmanští Turci. Za hlavní přínos osmanské architektury je možné považovat kupolovou mešitu. Tento typ vzniká kolem roku 1400 a příkladem je Uluova mešita v Burse (Obr. 7). Zatímco Mamlúkové používali geometrické vzory ve velké míře, osmanští Turci naopak jen velmi málo. Hlavním dekorativním prvkem v osmanském umění byl květinový motiv. Dále byl na výzdobu používán mramor, dřevo a barevné sklo. V oblasti keramiky se využívala polychromní výzdoba užívající rostlinných vzorů. Nejproslulejším osmanským výtvozem známým po celém světě jsou vázané koberce. Obzvláště vzácné jsou tzv. ptačí koberce, které dostaly svůj název podle rostlinného motivu připomínajícího ptáka [6].



Obr. 7 - Uluova mešita v Burse [16]



Obr. 8 - Tádž Mahal v Ágře [17]

Islámské náboženství bylo již v 8. století rozšířeno až do Indie, kdy byla její část dobyta Araby. Přesto zde došlo k největšímu rozvoji muslimského umění až v polovině 16. století, kdy většinu země ovládli mughalští (mongolští) císařové. Zajímavé je, že

v indickém islámském umění došlo ke splynutí hinduistické a islámské tradice. To se v žádné jiné islámské zemi nestalo. Vždy se starší domácí tradice zcela přetvořila a asimilovala. Na počátku dokonce indické islámské umění využívalo v architektuře domácí hinduistické formy, stavební materiály a techniky. Hinduistické svatyně byly buď přeměněny v mešity, nebo byly rozebrány a z takto získaného materiálu byly postaveny nové mešity [6]. V mughalském umění byly hojně používány bílý mramor, červený pískovec a polychromní dlaždice. Protože si mughalští císaři libovali v drahých kovech, zpracovávalo se zlato, stříbro a drahokamy. Z tohoto období pocházejí obdivuhodné nefritové řezby a ozdoby. Islámské geometrické vzory se staly hlavním ozdobným prvkem jak náboženských, tak i světských budov. Na rozdíl od svých předchůdců Mamluků se Mughalové vyhýbali složitým geometrickým vzorům a více se soustředili na správné proporce jednotlivých tvarů a úhlů [23]. Vrcholem muslimského umění v Indii bylo malířství, vznikla tu jedna z nejvýznamnějších škol islámského malířství vůbec. V rámci architektury je to pak postavení Tádž Mahalu v Ágře (Obr. 8) [6].

V souvislosti s islámským uměním je nutné zmínit také Španělsko. To od poloviny 8. století do poloviny 11. století ovládali Omájovci. Poté vládlo ve Španělsku několik méně významných dynastií. Po příchodu Nasrovců v roce 1232 se muslimské Španělsko znovu sjednocuje, politicky uklidňuje a dosahuje nového kulturního vzestupu. Tato situace však trvá jen do roku 1492, kdy Ferdinand II. Aragonský a Isabela Kastilská vyhnali posledního nasrovského panovníka Mohammada Boabdila. Tímto skončila islámská vláda ve Španělsku [6].

I přes to, že islámské umění nemělo ve Španělsku tak dlouhé trvání jako v jiných zemích, byla zde vybudována stavba, která je považována za jednu z nejvelkolepějších staveb postavených muslimy. Tím je palác Alhambra v Granadě. Palác připomíná oázu daleko od skutečného světa. Je tvořen množstvím budov, nádvoří, bohatě vyzdobených arkád, vodních nádrží a vodotrysků, které někdy zasahují až do interiérů. Vnitřek paláce je bohatě zdoben vyřezávaným štukem se složitými vzory, rostlinnými motivy, arabeskami, překrásnými mukarnasami, kaligrafickými nápisy a ozdobnými dřevěnými řezbami. Palác Alhambra je výborným příkladem jedné z nejzákladnějších idejí islámské architektury, a to vytvořit iluzi vznášející se stavby. Stalaktitovými oblouky

v Soudní síni a dvojitými, trojitými a čtyřnásobnými sloupky tenoučkými jako prut na hlavním nádvoří dosáhli architekti dojmu nehmotnosti [6].



Obr. 9 - Výzdoba v paláci Alhambra v Granadě [23]

4 Techniky a motivy v islámském umění

Geometrické ornamenty se velmi často vyskytují v kombinaci s nějakým dalším prvkem islámského umění, ať už se jedná například o kaligrafické či rostlinné motivy. Nacházíme je v nejrůznějších formách a díky rozmanitým technikám i na téměř všech materiálech používaných v islámském umění a architektuře. V této kapitole jsou popsány ty nejpoužívanější z nich.

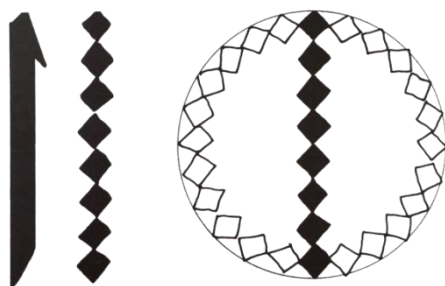
4.1 Kaligrafie

Kaligrafie zaujímá významné místo ve výzdobných systémech. Uplatňuje se ve všech oborech ornamentální výzdoby. Existují dva typy arabského ozdobného písma: hranaté písmo *kúfické* a písmo *kurzívní*. Kúfické písmo je písmo nejstarší, vzniklo v raném období islámu v Al-Kúfě v Iráku. Zdůrazňuje vertikální linie jednotlivých znaků a je vyjádřením vznešenosti a vážnosti. Nejvíce se používalo v prvních pěti stoletích islámu zejména na architektonické ornamenty, nápisy na mincích, výzdobu textilu a keramiky i v rukopisech Koránu. Od 10. století se postupně vyvinulo osm typů kúfického písma. Mezi tři hlavní typy patří písmo prosté, listové a květové (Obr. 10). Listový i květový typ kúfického písma vznikl v 9. století v Egyptě. V listovém typu jsou vertikální části znaků zakončeny listovými lalůčkami nebo polopalmetami, květový typ je ještě obohacen květními prvky a rozvilinami, které jsou připojené k lístkům a k polopalmetám [6].



Obr. 10 - Kúfické písmo (prosté, listové, květové) [6]

Od 11. století je kufické písmo vystřídáno písmem kurzívním. Nejznámějším kurzívním písmem je typ *naschi*, ze kterého se později vyvinul například typ *tulutu* (*tultu*) či typ *taliq*. Za vznikem kurzívního písma stojí kaligraf Ibn Muqla, který jako první vyvinul geometrickou metodu sestavení a souměrnosti arabských písmen v kurzívě. Každé písmeno je přizpůsobené v poměru ke kružnici, jejímu průměru a tečce, zvané *nuqta* a značené rákosovým perem jako kosočtverečná tečka. Slovem *nuqta* (bod) je také označována tloušťka čáry psaná perem, jež se používá jako jednotka míry pro rozměry písmen. První a nezákladnější písmeno arabské abecedy je *alif*, psané jako vertikální tah. Poměr jeho tloušťky a délky určuje základ stavby rukopisu. Pokud opíšeme *alifu* kružnicí, můžeme z této kružnice odvodit tvary a rozměry všech ostatních písmen abecedy. Existují tedy různé systémy proporcí psaní, kdy je *alif* složený ze šesti, sedmi či osmi vertikálně rozložených *nuqt*. Jedním z těchto systémů kaligrafie je *nisba fadila* (vznesená proporce) založená na metodě Ibn Muqla. Tloušťka a délka *alifu* je zde v poměru 1 : 8 bodům (viz Obr. 11 vlevo). Písmena *bá*, *tá* a *ta* se rovnají *alifu*, tzn. délce 8 bodů, liší se pouze jejich polohou (Obr. 12). Písmena, která mají zaoblený tvar, jsou rovna polovině či čtvrtině obvodu kružnice, jejíž průměr je roven délce *alifu*. Pro zjednodušení se muslimové rozhodli, že se obvod této kružnice bude rovnat 24 bodům (viz Obr. 11 vpravo). Správně se však obvod kružnice πd rovná $25\frac{1}{7}$ bodu [5].

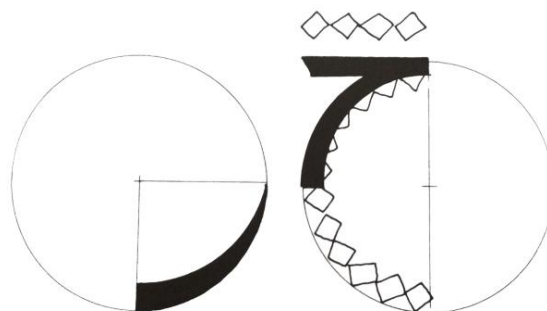


Obr. 11 - Alif [5]



Obr. 12 - Základ písmen *bá*, *tá* a *ta* [5]

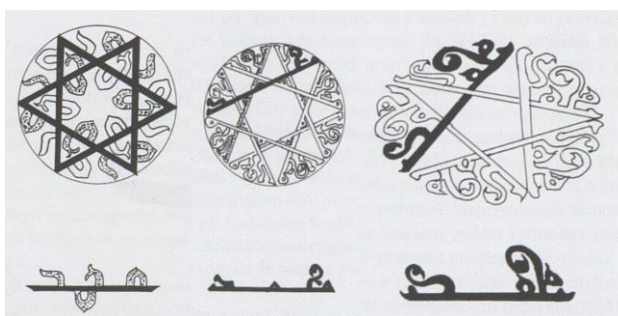
Horní tah u písmen *džím*, *há'* a *chá'* je roven čtyřem bodům a spodní oblouk polovině obvodu kružnice, tj. 12 bodům (Obr. 13 vpravo). Písmena *rá'* a *zá'* se rovnají čtvrtině obvodu kružnice, to znamená, že jsou 6 bodů dlouhá (Obr. 13 vlevo). Další písmena arabské abecedy jsou odvozena podobným způsobem [5].



Obr. 13 - Základ písmen rá', zá' a džím, ħá', chá' [5]

Další kurzíva založená na *alifu* je písmo *tultu* (třetinové). Svůj název pravděpodobně získalo podle poměru průměru a obvodu jeho kružnice $1 : \pi$, což se téměř rovná jedné třetině. Poměr šířky a délky *alifu* je zde $1 : 7$ bodům. U písma *naschi* je tento poměr $1 : 6$ bodům, u písma *ar-ruqa* $1 : 3$ bodům. Jednotlivé typy písma se kromě poměrů délky a šířky *alifu* liší ve sklonu mezi vertikálními a horizontálními prvky písmen, v zakulacenosti oblých tvarů a dekorativních úpravách znaků samohlásek [5].

Arabská abeceda se musela v průběhu času přizpůsobit různým jazykům jako perštině, seldžucké a osmanské turečtině, hindustánštině, malajštině, jazyku paštó, berberštině nebo svahilštině. Díky všem těmto písmům se stala kaligrafie jedním z nejpoužívanějších forem dekorativního umění. Poskytovala umělcům v islámském světě možnost sebevyjádření, proto ji umělci hojně využívali k vyplnění volného prostoru v geometrických vzorech. Na obrázku 14 jsou zobrazeny geometrické ornamenty s šesticípou, osmicípou a pěticípou hvězdou doplněné jménem proroka Muhammada a boha Alláha [5].



Obr. 14 - Geometrické ornamenty s jménem proroka Muhammada a boha Alláha [5]

4.2 Arabeska

Arabeska je plochý ornament arabského původu vytvořený z geometrických tvarů a rozmanitě propletených stylizovaných rostlin. Vyvinula se z mozaiky, jejíž původ sahá až do pozdní antiky. V antickém a byzantském umění jsou révové úponky vyrůstající z váz a zdobené drahokamy a korunami naprosto podřízeny větším figurálním kompozicím představujícím Krista a svaté. Naopak na mozaikách v islámském umění tvoří révové úponky a rostliny samotné hlavní předmět dekorace, jako je tomu například na mozaikách uvnitř Skalního dómu v Jeruzalémě postaveném v 7. století umajjovským chalífou Abdulmalikem. Dodnes však není jisté, co tyto úponky měly původně symbolizovat. Na těchto jeruzalémských mozaikách lze ovocné plody a květiny ještě snadno rozpoznat. Zanedlouho je však v náboženském i světském prostředí vystřídal více stylizované abstraktní a geometrické motivy [7].

V 9. století, když Abbásovcí přesunuli své hlavní město do Samarry, nechali zde postavit palác, jehož stěny byly pokryté rozsáhlými plochami vyřezávaného a odlévaného štuk. Nejdříve zde řemeslníci pracovali se snadno rozpoznatelnými listovými a květinovými prvky v geometrickém rámci, jako např. ve Skalním dómu v Jeruzalémě, ale později přešli k novému typu ornamentu, kde jednoduché rostlinné vzory (úponky, listoví atd.) už nepodléhaly zákonům přírody, ale pravidlům geometrie. Tento druh ornamentu je v západním světě nazýván arabeska a ve své plně geometrizované podobě se objevil v polovině 10. století v Bagdádu, odkud se rychle rozšířil do všech částí islámského světa. Na rozmanitých arabeskách můžeme vidět zjevné rozdíly mezi jednotlivými zeměmi a érami islámského světa. Na obrázku 15 můžeme vidět arabesku z Turecka a Středního východu [7].



Obr. 15 - Arabesky z Turecka a Středního východu [36]

V arabesce se tedy listové motivy jako révový nebo akantový úponek splétají s geometrickým rámcem, který se sám takto přeměňuje ve svinující se rostlinné stonky. Řečeno jinými slovy, stonky a listy nabyly geometrických tvarů a z geometrického rámce vyrašily stonky a listy. Cílem arabesky není naturalisticky napodobovat rostlinnou říši, nýbrž postihnout podstatu rytmu a růstu, jež ztělesňují, a připomínat zahrady Edenu [7].

Arabeska nejenom že vyplňuje zdobený povrch, ale také stírá rozdíly mezi hlavním tématem dekorace a pozadím. Ve většině případů není tento ornament omezen rámujeícími prvky, jako tomu bylo u dřívějších typů ornamentu, ale můžeme ho rozšiřovat jakýmkoli směrem až do nekonečna. Tím vzniká dojem, že divák vidí jen část celku [7].

U arabesky se můžeme často setkat s prvkem spirály, jež symbolizuje život a jeho cykly. Ztělesňuje proces Stvoření a slouží jako základ pro mnoho arabeskových motivů v islámském designu. Tyto vzory, jako například na obrázku 16, se často vyskytují v Koránu, ve vlysech a na titulních stranách iluminovaných knih. V textech pak stvolý pokračují za písmeny, listy a květiny vyplňují zbývající prostor. Spirála je také po celém světě spojována se sluncem a jeho ročním cyklem. Slunce se rozvíjí od svého znovuzrození při zimním slunovratu, rozlévá se po obloze, mívá rovnovážný bod rovnodennosti a poté směřuje k letnímu slunovratu, kdy je na obloze nejdéle, aby se přetočil a vrátil zpět k zimnímu slunovratu [10].



Obr. 16 - Arabeska se spirálami [10]

4.3 Zahrada jako obraz ráje

Zahradu Edenu a zahradu Ráje znají jak muslimové, tak i křesťané a židé. Odehrává se v ní počátek i konec lidského osudu. Z tohoto důvodu se mnoho muslimských architektů věnovalo navrhování zahrad, a vytvořili tak skvostná architektonická díla [7].

Korán neobsahuje žádné přesné pokyny pro tvorbu zahrad. Z podrobného vylíčení věčné zahrady však vyplývá, že v zahradě musí být stinné stromy, tekoucí voda, ochranná vnější zeď a několik roztroušených bohatě zdobených staveb zkrášlujících krajinu. Nesmí zde být žádné květiny, umělé jeskyně či rybičky [7].

Zahrady se v islámském světě vyskytují v nejrozmanitějších podobách, od skromně upravených parků až po rozlehlé honosné zahrady. Hlavním problémem při tvorbě zahrad bylo zavlažování, neboť většina islámských států se nachází v horkých a suchých oblastech závislých na existenci oáz. Řešením byl perský systém kanavát. Jednalo se o kanály ukryté pod zemí, aby se z nich voda na slunci neodpařovala a za pomoci spádu krajiny přiváděly vodu na velké vzdálenosti z výše položených horních částí toků. V knížecích zahradách voda proudila stružkami, jež zdobily keramické obklady, přímo až do místností paláce. Tryskala z mramorových nádrží, stékala stupňovitými vodopády a terasami a tekla přes barevné zídky. Velmi oblíbeným motivem na fontánách byli lvi [7].

Jedním z nejrozšířenějších typů zahrad v islámském světě je *rauda* (Obr. 17, 18), často označovaná termínem *čahár báh* („čtyři zahrady“ nebo „zahrada rozdělená na čtyři“). Jedná se o zahradu s pravoúhlou čtvercovou či obdélníkovou dispozicí, bez ohledu na to, zda patří aristokracii, nebo prostému lidu. Je rozdělena na čtyři díly dvěma osami svírajícími pravý úhel, na jejichž překřížení se často nachází fontána či pavilon. Toto rozdělení pravděpodobně vychází z římských zvyklostí. Cestičky kryté dlaždicemi či mramorem přetínají záhony uspořádané jako bazénky ve výšce až dva metry. Zdi jsou ozdobeny keramickými obklady nebo malbami. Vyskytují se tu vodní kanály a stružky s vodou [7].



Obr. 17 - Palácová zahrada ve Fásu [7]



Obr. 18 - Zahrada v Indii [26]

Všechny zahrady v islámském světě mají přísně geometrický půdorys. Základním pravidlem pro jejich tvorbu je osová symetrie. Někdy jsou však některé jejich osy mírně posunuty, jako je tomu ve Lvím dvoře v Alhambře. I zde, stejně jako například v arabesce, platí, že sama příroda je uměleckým dílem [11].

4.4 Kov

Kov byl vždy v celém islámském světě velmi ceněným materiálem. Honosně tvarované a zdobené kovové nádoby používané při hostinách a slavnostech značilo vysoké společenské postavení a rodinné bohatství. Zároveň byl kov oblíbený kvůli jeho přirozenosti a trvanlivosti. Barevné odstíny a lesklost jeho povrchu závisely na použité slitině [7].

Vynález bronzu muslimové někdy připisují mytickým umělcům z dávné minulosti, jako byl například kovář Guštásp, který prý povznesl umění práce s kovem k dokonalosti. Kromě bronzu se hojně používaly i jiné slitiny na bázi mědi (70-80 %) nebo s vysokým obsahem cínu, olova či zinku. Starší islámské nádoby byly odvozeny ze starověkých vzorů. Často byly odlévané a jejich nadčasové tvary zdobily pouze jednoduché žlábkky, výčnělky a arabesky. Arabesky byly mnohokrát uspořádány za sebou do opakujícího se vzoru uzpůsobeného průměru nádoby tak, aby pokrývaly celý její povrch. Některé nádoby z 8. a 9. století jsou zkrášleny vystupujícími arabeskami vykládanými červenou mědí. Závěsné olejové lampy do mešit byly zase po stranách děrovány složitými vzory ve tvaru včelí plástve a nápisy z Koránu, které při jejím

zapálení vystaly a měly tak inspirovat věřící. Z bronzu se dále vyráběly stínidla lamp, kadidelnice, klepadla a ozdoby dveří [7].

Islámský řemeslník Al-Džazarí vymyslel techniky vykládání, při kterých dochází ke spojování různých kovů. Nejdříve se musel vzor vyřezat do podkladového kovu a zdrsnit jeho povrch. Pak se do něho s pomocí černé pryskyřice jako lepidla vtlačovalo plátkové zlato, stříbro nebo měď. Díky této náročné technice se proslavila islámská práce s kovem, jež se ve 14. století rozšířila i za hranice islámského světa [7].

V 7. a 8. století ukořistili Arabové na svých dobovačných taženích velké množství drahých kovů. Nechali z nich zhotovovat převážně stolní nádoby, čímž dávali při slavnostních hostinách najevo své bohatství a sociální postavení. Množství předmětů vyrobených ze zlata a stříbra záviselo na výkyvech doby, neboť v nepříznivých časech se tyto suroviny používaly především k ražbě mincí. V důsledku toho se dochovalo jen málo kovových středověkých děl. Ze zlata se nejvíce vyráběly džbány, koruny a šperky. Bohaté zdroje stříbra byly především na východě islámské říše, kde se až do 11. století používaly především na výrobu stolního nádobí [7].



Obr. 19 - Bronzový džbán ze 7. století a zlatý džbán z 10. století [7]

V 15. století se měděné a mosazné zboží začíná zdobit velmi složitými a do té doby nevídanými jemnými vzory. Pokrývá se spirálami lístků a úponky, které dohromady vytváří sítě a symetrické vzory. Často jsou zdobeny také mytickými verši. V Indii v této době byly v oblibě výrobky s vyšším než osmdesátiprocentním podílem zinku. Nazývají se „*bidri*“ podle města Bidár v Dekkánu, kde se tyto výrobky zhotovovaly. Většinou se jednalo o odlévané lahve na vodu pro vodní dýmky (*hukka*), které byly zdobené hluboce

vyřezávanými květinovými vzory doplněné vykládáním z plátkového stříbra, zlata nebo mosazi [7].

4.5 Štuk

Štuk je stavební hmota z písku a vápna, případně sádry nebo mramorové moučky sloužící k provádění jemných omítek, ozdob a plastik. Jedná se o nejrozšířenější způsob zdobení v celém islámském světě, od severní Afriky a Španělska až po Střední Asii a Indii. Jeho oblíbenost je dána několika důvody. Jedním z nich je relativně nízká cena materiálů používaných na jeho výrobu. Štuk řemeslníci obvykle vyráběli ze sádry, která byla v Íránu ještě před dobytím muslimy hojně využívána na zakrývání nerovných kamenných zídek. Na Středním východě byla sádra snadno dostupným materiálem a z tohoto důvodu tvořila od nejranějšího období důležitou součást tamější architektury. Poměrně rychle se odtud pak rozšířila do zbytku muslimského světa. Další výhodou je, že při výrobě štku není potřeba zahřívat sádro na příliš vysokou teplotu, což je důležité v zemích, kde je dřevo velmi vzácné [4].

Užitečnost štku také spočívá v jeho snadném tvarování a vyřezávání. Snad kvůli jeho plasticitě byl namísto čistě geometrických vzorů více používán na tvorbu rostlinných motivů a arabesek. Lehce se přizpůsobuje jakýmkoli povrchům a architektonickým prvkům, jako jsou zdi, sloupy, klenby apod. To z něj činí preferovaný materiál pro maskování hrubého zdiva islámských budov. Zároveň štuk sám nebo ve spojení s keramikou je dokonalým prostředkem pro transformaci povrchů, což bylo v islámské architektuře vždy hlavním cílem. Jak už bylo totiž výše zmíněno, estetický záměr v islámském umění je úzce spjatý s myšlenkami popření hmoty [4].

Používán byl také štuk na bázi vápna a ačkoli je nákladnější, je pro svou nepropustnost vhodný na zdobení vnějších povrchů a zdí. Díky štku a svým výjimečným dovednostem dokázali řemeslníci po celá staletí i z obyčejných kamenných a cihlových zdí vytvořit díla působící dojmem největšího luxusu, jako je tomu například v paláci Alhambra [4].



Obr. 20 - Štuková výzdoba v Samaře z 9. století [12]

4.6 Cihla

Co se týče základních islámských stavebních technik, existuje zde rozdíl mezi západem a východem daný dřívějšími předislámskými tradicemi. Zatímco v Egyptě, Sýrii a v Malé Asii byl mnohem běžnějším stavebním materiálem kámen, v Iráku a Íránu byla většina staveb zděná. S příchodem islámu se cihla začíná používat novými a dekorativnějšími způsoby, než tomu bylo doposud. Cihla už neslouží pouze ke stavebním účelům, ale stává se samotnou dekorací. Od 11. století se začínají vyrábět různé odstíny cihel, ze kterých pak řemeslníci vytvářeli tzv. vzory světla a stínu. Nadšení pro tuto techniku bylo takové, že některé budovy obsahovaly desítky těchto vzorů a staly se skutečnými vitrínami cihlového designu. Později řemeslníci přidali vyřezávané ozdobné prvky s celou řadou motivů, čímž rozbili monotónnost staveb. V další etapě islámského umění se cihly s těmito prvky nechávaly zasklít. Postupem času se pak tyto zasklené cihly ztenčovaly, dokud se z nich v podstatě nestaly dlaždice. Tímto vznikl nový druh architektonického ornamentu, jehož příklad můžeme vidět na obrázku 21 [11].

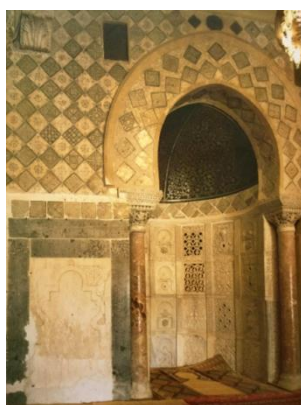


Obr. 21 - Královská mešita v Kazvínu [11]

4.7 Keramické dlaždice

K nejvýraznějším projevům islámského umění patří budovy zdobené sítí barevných ornamentů. Této výzdoby s chromatickým efektem se po celá staletí dosahovalo používáním glazovaných keramických dlaždic. Ve východních islámských zemích se tyto dlaždice uspořádané do geometrických a rostlinných vzorů nebo epigrafických motivů používaly k výzdobě vnitřních i vnějších zdí, kleneb a kupolí. Naopak v západních islámských zemích převládaly geometrické motivy, jež zdobily dolní části stěn a podlahy [7].

Glazované cihly a dlaždice se v islámském období začaly používat až v 9. století, jelikož umajjovští řemeslníci při výzdobě stěn preferovali byzantské mozaiky z barevného skla. Vývoj glazovaných dlaždic úzce souvisí s rozkvětem keramické výroby za Abbásovců. Tehdejší hrnčíři dokázali vyrábět nejrůznější druhy zářivě barevných glazur. Nejstarší islámské dlaždice byly malované na glazuře polychromním listrem. Na glazovaný povrch se namalovaly vzory oxidy různých kovů a poté se výrobek vypálil v redukční peci, tedy v atmosféře s nízkým obsahem kyslíku. Dlaždice byly velice drahé, a tak při výzdobě mešity nebyly umístěny jedna vedle druhé, aby pokryly celý povrch, ale byly uspořádány do kompozice úsporně, čímž se vyzdobená plocha zdvojnásobila. Této úspory si můžeme všimnout na mihrábu ve Velké mešitě v Kajruánu na obrázku 22 [7].



Obr. 22 - Mihráb ve Velké mešitě v Kajruánu [2]

Od konce 11. století se v severní Africe rozvíjí technika skládání dlaždic do geometrických vzorů označovaná jako dlaždicová nebo keramická mozaika. Důkazem

jsou z této doby dochované palácové podlahy takovéto výzdoby. Od druhé poloviny 12. století se pak pásy a panely z keramických dlaždic používají na výzdobu minaretů mešit [7].

Na západě islámské říše zdobily od 14. století dolní části zdí madras a paláců složité páskované vzory, vytvořené z jednotlivých barevných dlaždic položených těsně vedle sebe. Dlaždice byly převážně zelené, světle hnědé a bílé barvy, méně často se pak objevovala barva žlutá, modrá a černá [7].

Na východě se techniky keramických obkladů vyvíjely dost odlišně. Nejdříve zde stavitelé při vytváření povrchové textury budov využívali pouze cihlové vzory a štuk. Později začali experimentovat s glazovanými prvky, aby docílili výraznější barevnosti a ostrých kontrastů. Ze začátku měly tyto prvky podobu malých vložek mezi cihlami nebo tvarovaných dlaždic s tyrkysově modrou glazurou, postupem času se používaly i další barvy jako bílá a tmavě modrá a plocha obkladů se zvětšovala. V Íránu se ve 12. století tamní minarety zkrášlovaly nápisovými pásy z glazovaných dlaždic. Důvodem bylo, že takto vytvořený text je čitelnější a lépe vynikne [7].

5 Islámské umění a míra

Je známo, že v průběhu 4. tisíciletí před naším letopočtem existovaly na Blízkém východě dvě společnosti se zcela odlišnou strukturou: mezopotámské městské státy a Egypt, sjednocený pod vládou božského krále. Tyto společnosti byly velmi vyspělé. Měly rozvinuté systémy vlády, společenského řádu, soukromého vlastnictví, obchodu atd. Obě společnosti disponovaly zeměměřiči, architekty a odborníky na zavlažování, jejichž práce byly postaveny na matematických základech. V Sumeru i v Egyptě vznikala do té doby nevídaná monumentální umělecká díla (svatyně, paláce, sochy apod.). Tato díla jsou důkazem transformace prehistorických kultur v první velké civilizace.

Z rozměrných architektonických děl Mezopotámie a Egypta lze vyčíst, že jejich tvůrci dokonale ovládali měření. Egyptští napínači provazů a chrámoví geometři byli nuceni vytvořit přenosnou metodu, jak pomocí dvou kolíků a provazu zakreslit do písku kružnice a přímky. Díky tomu mohli stanovit geometrický postup pro vytváření precizních a přesných staveb v neobvyklém slohu, jako je například Velká pyramida v Gíze, postavená asi 2 600 let př. n. l. V tomto ohledu Mezopotámie a Egypt značně předčily řeckou geometrii.

Informace v této kapitole, není-li uvedeno jinak, jsou čerpány z [5].

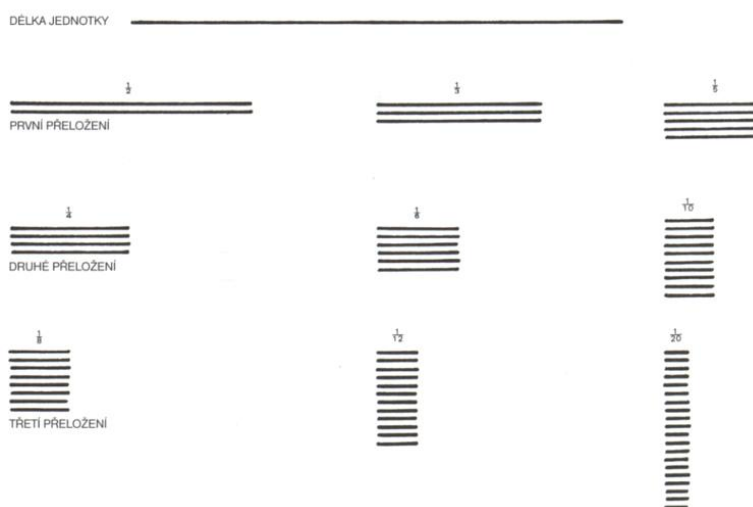
5.1 Měření a dělení rozměrů

Nutnost motivovala člověka, aby v zájmu vlastního přežití začal vyrábět nástroje a obydli. S tím související postupy, stanovené metodou pokusu a omylu, se postupně vyvinuly v tradiční řemesla.

V 8. století n. l. zavedli Arabové nulu a desítkovou soustavu, jež byly převzaty z indických pramenů, a také zavedli užívání arabských číslic od jedničky do devítky. Do této doby neexistovala abstraktní matematická operační hodnota čísel tak, jak ji chápeme dnes. Každé číslo bylo symbolizováno znaménkem nebo znakem, který označoval jeho kvalitativní hodnotu. Později byla tato znaménka nahrazena abecedou,

například starořeckou, římskou, aramejskou a arabskou, jakožto početním systémem. Tato písmena byla používána k základním výpočtům a neměla velkou matematickou operační hodnotu.

K dělení a řešení podobných problémů dříve lidé používali praktičtější a jednodušší postup. Pokud měli určitou délku provazu nebo něčeho podobného, mohli jako jednotku míry ke stanovení jeho délky použít jakoukoli vhodnou jednotku, např. svou ruku, paži, nohu, krok atd. Mohli také provaz bez ohledu na jeho délku rozdělit na dvě či více stejných částí tak, že danou délku přeložili na 2, 3, 5 atd. stejných částí. Jakéhokoliv počtu dalšího dělení dosahovali jen opakovaným skládáním. Požadovaného počtu jednotlivých dílů dosáhneme překládáním na polovinu, čímž zdvojnásobujeme počet předcházejícího přeložení (viz Obr. 23). Počet dílů po prvním přeložení je 2, 3, 5 atd., po druhém 4, 6, 10 atd., po třetím 8, 12, 20 atd. Výsledkem dělení touto metodou byly vždy celé jednotky, a tudíž zlomky nebyly složité. Technika překládáním se dodnes používá v různých asijských a afrických společnostech.



Obr. 23 - Technika překládání [5]

5.2 Uspořádání prostoru

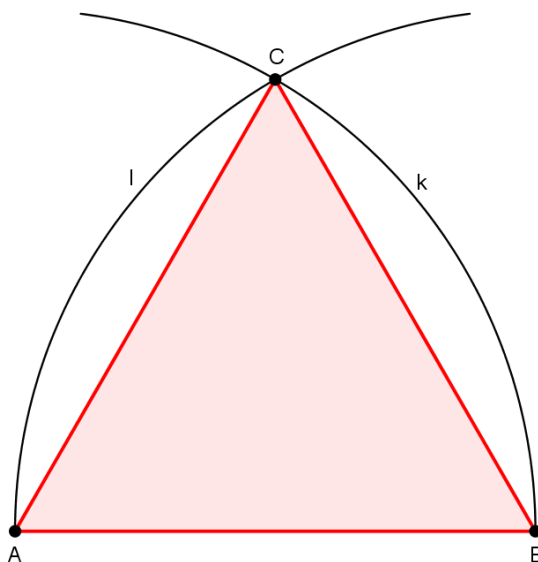
V některých tradičních islámských řemeslech se k sestavení geometrických vzorů (dřevěné intarzie, kovotepectví, keramický design) používá dvou hlavních nástrojů: kružítko a pravítka. Tato metoda se velmi podobá zeměměřičským technikám, při nichž

se dva kolíky a provaz používaly jako kružítko při plánování velkých staveb ve starém Egyptě. Díky geometrii a zejména využití kružnice byla objevena dokonalá metoda vytváření ploch, která fungovala i bez používání složitých matematických výpočtů a která i přes rozvoj matematiky přetrvává beze změn dodnes.

Z kruhu lze vytvořit jakýkoliv pravidelný mnohoúhelník, pokud je obvod kružnice rovnoměrně rozdělen na požadovaný počet dílů a dělicí body jsou spojeny úsečkami. V následující části je popsáno, jak můžeme pomocí pravítka, kružítko a dělení kružnice získat nejběžněji užívané pravidelné mnohoúhelníky.

Sestrojení rovnostranného trojúhelníku, je-li dána strana AB

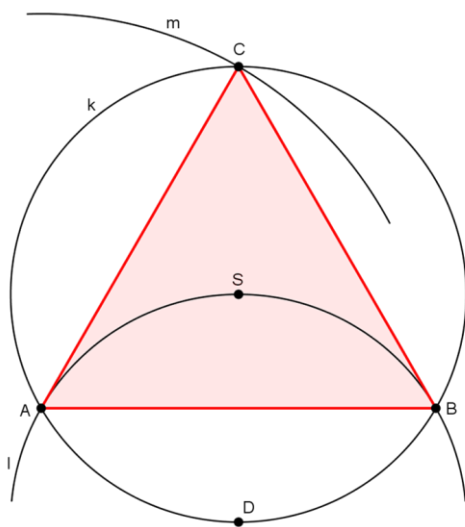
1. Narýsujeme úsečku AB .
2. $k; k(A; |AB|)$
3. $l; l(B; |AB|)$
4. $C; C \in k \cap l$
5. ΔABC



Obr. 24 - Sestrojení rovnostranného trojúhelníku, je-li dána strana AB

Sestrojení rovnostranného trojúhelníku uvnitř kružnice

1. Narýsujeme kružnici $k(S; r)$.
2. $D; D \in k$
3. $l; l(D; r)$
4. $A, B; A, B \in k \cap l$
5. $m; m(A; |AB|)$
6. $C; C \in k \cap m$
7. ΔABC

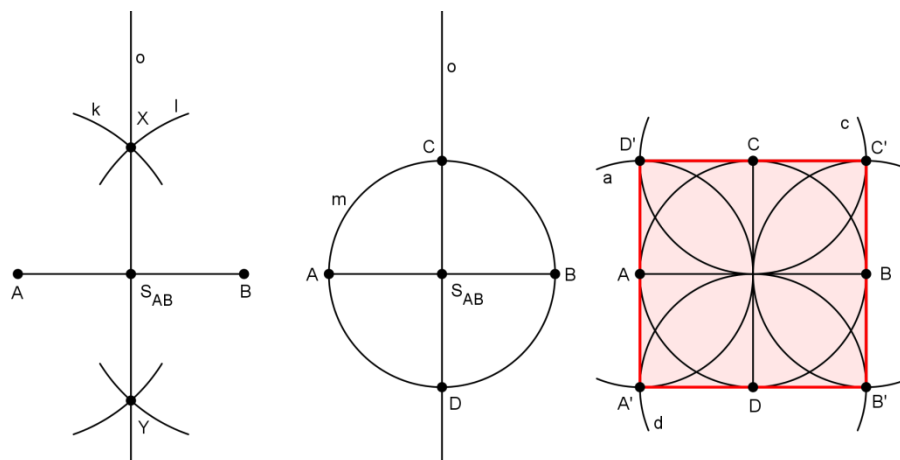


Obr. 25 - Sestrojení rovnostranného trojúhelníku uvnitř kružnice

Sestrojení čtverce, je-li dána strana AB

1. Narýsujeme úsečku AB .
2. $k; k(A; r > \frac{1}{2} AB)$
3. $l; l(B; r)$
4. $X, Y; X, Y \in k \cap l$
5. $o; X, Y \in o$
6. $S_{AB}; S_{AB} \in AB \cap o$
7. $m; m(S_{AB}; |AS_{AB}|)$
8. $C, D; C, D \in m \cap o$
9. Kolem bodů A, B, C, D opišeme kružnice a, b, c, d o poloměru $|S_{AB}A|$.
10. $A', B', C', D'; A' \in a \cap d, B' \in b \cap d, C' \in b \cap c, D' \in a \cap c$

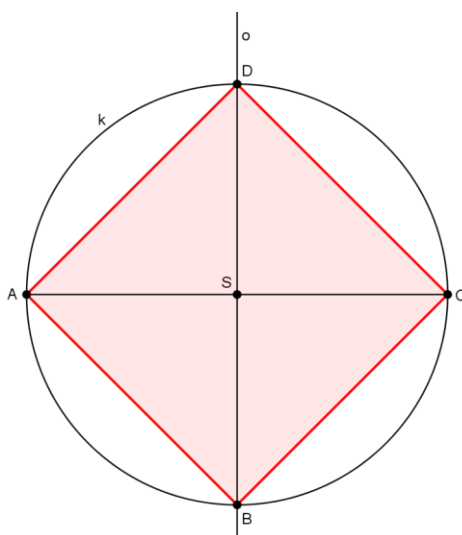
11. Čtverec $A'B'C'D'$



Obr. 26 - Sestrojení čtverce, je-li dána strana AB

Sestrojení čtverce uvnitř kružnice

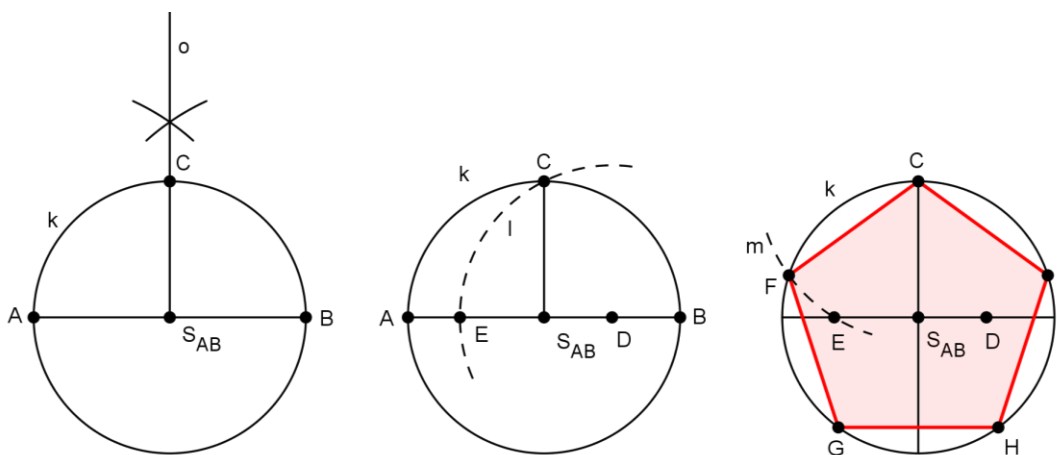
1. Narýsujeme kružnici $k(S; r)$.
2. Sestrojíme libovolný průměr AC kružnice k .
3. $o; o \perp AC \wedge S \in o$
4. $B, D; B, D \in k \cap o$
5. Čtverec $ABCD$



Obr. 27 - Sestrojení čtverce uvnitř kružnice

Sestrojení pravidelného pětiúhelníku uvnitř kružnice

1. Narýsujeme úsečku AB .
2. o ; o je osa úsečky AB
3. S_{AB} ; $S_{AB} \in o \cap AB$
4. k ; $k(S_{AB}; |AS_{AB}|)$
5. C ; $C \in o \cap k$
6. D ; $D \in S_{AB}B \wedge |S_{AB}D| = |DB|$
7. l ; $l(D; |CD|)$
8. E ; $E \in l \cap AS_{AB}$
9. m ; $m(C; |CE|)$
10. F ; $F \in k \cap m$
11. Úsečka FC je strana vepsaného pravidelného pětiúhelníku $CFGHI$. Vrcholy G, H a I získáme tak, že pomocí kružítka postupně přenášíme $|FC|$ na kružnici k .
12. Pravidelný pětiúhelník $CFGHI$



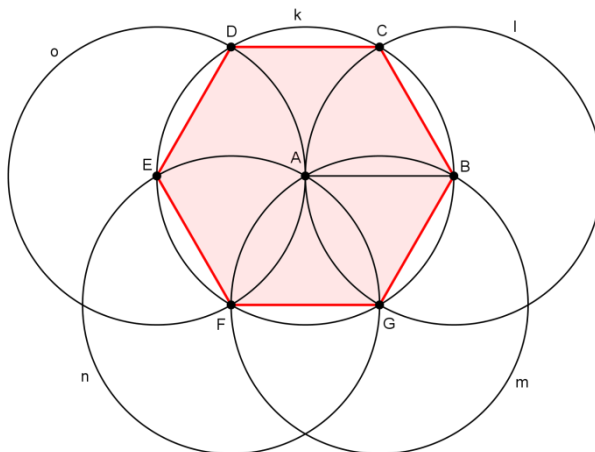
Obr. 28 - Sestrojení pravidelného pětiúhelníku uvnitř kružnice

Sestrojení pravidelného šestiúhelníku, je-li dána strana AB

V kružnici platí, že poloměr kružnice dělí její obvod na šest stejných částí, jejichž krajní body tvoří pravidelný šestiúhelník. Pokud totiž spojíme protilehlé vrcholy pravidelného šestiúhelníku, rozdělíme jej na šest shodných trojúhelníků, jejichž vnitřní úhly se rovnají 60° . Jedná se tedy o rovnostranné trojúhelníky a z tohoto důvodu se délka strany pravidelného šestiúhelníku rovná poloměru kružnice jemu opsané.

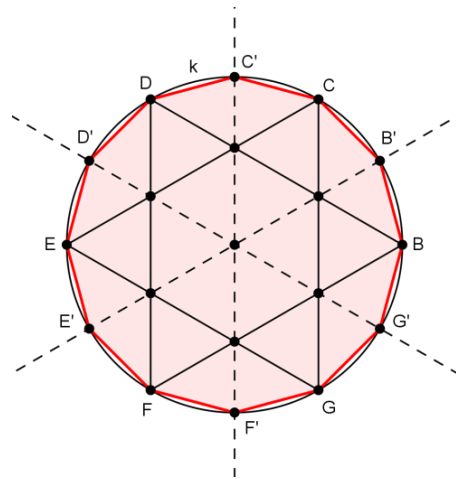
Při konstrukci pravidelného šestiúhelníku tedy postupujeme takto:

1. Narýsujeme úsečku AB .
2. $k; k(A; |AB|)$
3. $l; l(B; |AB|)$
4. $C, G; C, G \in k \cap l$
5. $m; m(G; |AB|)$
6. $F; F \in k \cap m$ (druhým průnikem kružnic k a m je bod B)
7. $n; n(F; |AB|)$
8. $E; E \in k \cap n$ (druhým průnikem kružnic k a n je bod G)
9. $o; o(E; |AB|)$
10. $D; D \in k \cap o$ (druhým průnikem kružnic k a o je bod F)
11. Pravidelný šestiúhelník $BCDEFG$



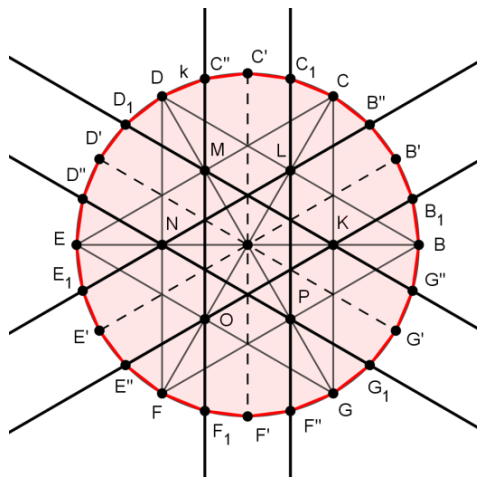
Obr. 29 - Sestrojení pravidelného šestiúhelníku, je-li dána strana AB

Sestrojení pravidelného dvanáctiúhelníku docílíme tak, že střídavě propojíme vrcholy pravidelného šestiúhelníku úsečkami tvořícími dva rovnostranné trojúhelníky BDF a CEG , které tvoří šesticípou hvězdu $BCDEFG$. Dále spojíme průsečíky stran rovnostranných trojúhelníků přímkami vedenými středem kružnice k . Průsečíky těchto přímek a kružnice k tvoří společně s vrcholy pravidelného šestiúhelníku $BCDEFG$ vrcholy pravidelného dvanáctiúhelníku $BB'CC'DD'EE'FF'GG'$.



Obr. 30 - Sestrojení pravidelného dvanáctiúhelníku

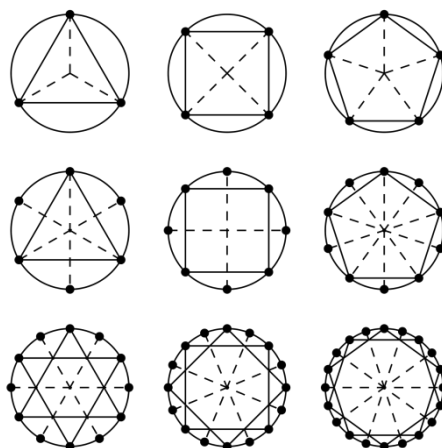
Pravidelného dvacetičtyřúhelníku dosáhneme tak, že narýsujeme průměry DG , CF a BE a následně jejich průsečíky se stranami rovnostranných trojúhelníků K , L , M , N , O , P spojíme přímkami podle obrázku 31. Průsečíky přímek a kružnice k tvoří společně s vrcholy pravidelného dvanáctiúhelníku $BB'CC'DD'EE'FF'GG'$ vrcholy pravidelného dvacetičtyřúhelníku $BB_1B'B''CC_1C'C''DD_1D'D''EE_1E'E''FF_1F'F''GG_1G'G''$.



Obr. 31 - Sestrojení pravidelného dvacetičtyřúhelníku

Možnost užití poloměru k rozdělení obvodu kružnice na 6, 12, 24 atd. stejných dílů vede mnohé odborníky k domněnce, že zde leží základ sumerské a babylónské šedesátkové měrné soustavy, astrologické soustavy dvanácti znamení zodiaku, kalendářního rozdělení roku na dvanáct měsíců a měrných jednotek založených na šestce, jako je například tucet či karát.

Výše je uvedeno a vysvětleno, že je možné geometricky rozdělit obvod kruhu na 3, 4 nebo 5 stejných dílů. Na obrázku 32 je ukázáno, jak se pomocí rozpůlení stran vepsaného mnohoúhelníku rozdělení obvodu kružnice zdvojnásobí na 6, 8 a 10 stejných dílů. Užitím metody spojování bodů zobrazené ve spodní řadě obrázku dochází ke zčtyřnásobení počátečního rozdělení na 12, 16 a 20 stejných dílů.



Obr. 32 - Dělení obvodu kružnice [5]

S odpovědí na otázku, které pravidelné mnohoúhelníky lze sestavit pomocí pravítka a kružítka, přišel až v roce 1801 Carl Friedrich Gauss ([30], s. 244).

„Pravidelný mnohoúhelník je eukleidovsky konstruovatelný (tj. pomocí kružítka a pravítka) tehdy a jen tehdy, když počet jeho vrcholů je roven číslu $k = 2^i p_1 p_2 \dots p_j$, kde $i \geq 0, j \geq 0, k \geq 3$ jsou celá čísla a p_1, p_2, \dots, p_j navzájem různá Fermatova prvočísla.“

Fermatovým prvočíslem rozumíme všechna prvočísla, která je možné zapsat ve tvaru

$$F_m = 2^{2^m} + 1 \quad \text{pro } m = 0, 1, 2, \dots$$

Jediná dosud známá Fermatova prvočísla jsou 3, 5, 17, 257 a 65537.

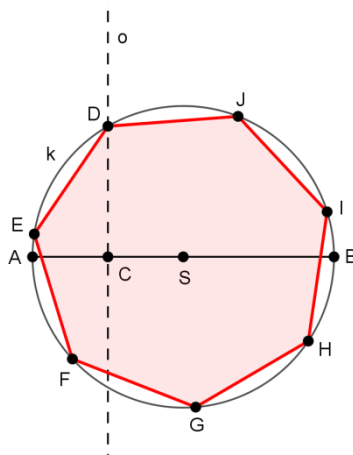
Pravidelný mnohoúhelník lze tedy eukleidovsky zkonstruovat pro $k = 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 15, 16, 17, \dots$ a nelze pro $k = 7, 9, 11, 13, 14, \dots$

Jelikož není dokázáno, zda známe všechna Fermatova prvočísla, nemůžeme přesně zjistit, kolik pravidelných mnohoúhelníků lze zkonstruovat jen pomocí pravítka a

kružítka. Podle Gaussovy věty však zatím víme, že existuje $31 = 2^5 - 1$ eukleidovsky konstruovatelných pravidelných mnohoúhelníků s lichým počtem vrcholů [30].

Jak již bylo výše zmíněno, pravidelný sedmiúhelník nelze zkonstruovat jen za pomoci pravítka a kružítka, existuje však přibližné řešení (Obr. 33). Při přesném řešení by měl středový úhel velikost $\frac{360^\circ}{7} \doteq 51,43^\circ$, při přibližném řešení má $51,32^\circ$, tedy o $0,11^\circ$ méně. Postup konstrukce popsany v [34] je následující:

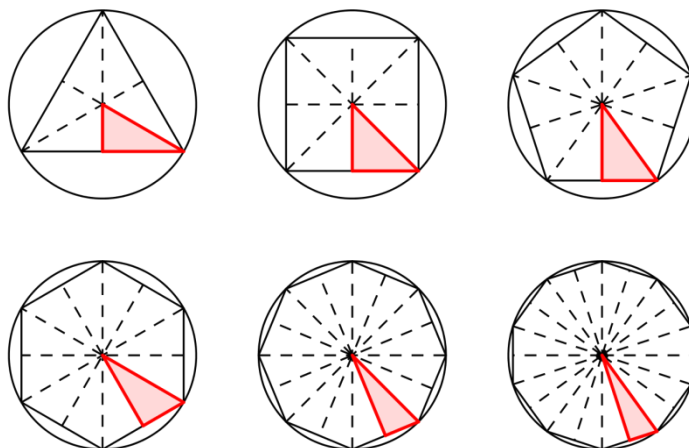
1. Narýsujeme úsečku AB .
2. S ; $S \in AB \wedge |AS| = |SB|$
3. k ; $k(S, |AS|)$
4. o ; o je osa úsečky AS
5. C ; $C \in o \cap AS$
6. D ; $D \in k \cap o$
7. Úsečka CD je přibližná délka strany pravidelného sedmiúhelníku.
8. Z bodu D postupně nanášíme délku úsečky CD na kružnici k a spojením daných bodů získáváme sedmiúhelník $DEFGHIJ$.



Obr. 33 - Přibližné řešení konstrukce pravidelného sedmiúhelníku

Pravidelné mnohoúhelníky o 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 16 a 20 stranách lze tedy sestavit spojováním dělicích bodů na obvodu kružnice úsečkami. Všechny tyto pravidelné mnohoúhelníky můžeme rozdělit na základní jednotky ve tvaru pravoúhlých trojúhelníků, jejichž počet je roven dvojnásobku počtu stran mnohoúhelníku. Strany těchto pravoúhlých trojúhelníků tvoří poloměr kružnice opsané mnohoúhelníku,

kolmice od středu ke straně mnohoúhelníku a polovina strany mnohoúhelníku. Tyto trojúhelníky se tedy liší pouze proporcí jejich dvou kolmých stran. A právě tato proporce určuje tvar a vlastnosti pravidelných geometrických útvarů bez ohledu na jejich rozměry.



Obr. 34 - Rozdělení pravidelných mnohoúhelníků na trojúhelníkové jednotky [5]

5.3 Proporce

Výraz proporce je založen na poměru. Poměr je vztah mezi dvěma veličinami téhož druhu, kdy známe rozměry jedné ve srovnání s druhou. Pro příklad: Jednu veličinu nazýváme třetinou druhé, která je trojnásobkem té první. Poměr uvádíme ve tvaru $a:b$ nebo jej znázorňujeme jako zlomek $\frac{a}{b}$, kde a a b jsou kladná čísla.

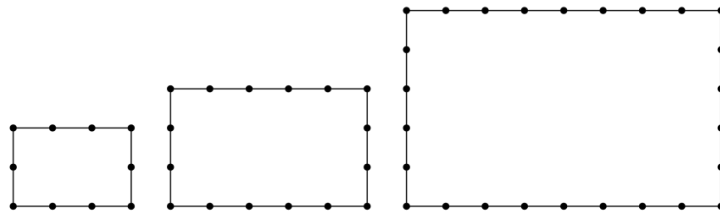
Proporce je rovnost dvou anebo více poměrů, která může být buď:

kontinuální: např. $\frac{a}{b} = \frac{b}{c} = \frac{c}{d}$ atd., $\frac{1}{2} = \frac{2}{4} = \frac{4}{8}$ atd.

nebo diskontinuální: např. $\frac{a}{b} = \frac{c}{d} = \frac{e}{f}$ atd., $\frac{2}{4} = \frac{3}{6} = \frac{5}{10}$ atd.

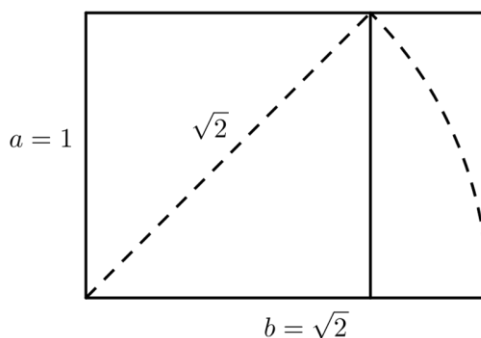
V obou těchto případech se jedná o konstantní poměr, který je numericky vyjádřen jako $\frac{1}{2}$.

Poměr obdélníku je vyjádřen délkou kratší strany a vůči delší straně b , zapisujeme $a : b$. Trojúhelníky zobrazené na obrázku 35 jsou v poměru $2 : 3$, $3 : 5$ a $5 : 8$.



Obr. 35 - Trojúhelníky, jejichž strany jsou v poměru $2:3$, $3:5$ a $5:8$

U čtverce jsou a a b shodné a proporce je $\frac{a}{b} = \frac{1}{1} = 1$. Pokud budeme chtít sestavit obdélník, kde kratší strana a je stranou čtverce a delší strana b se rovná délce jeho úhlopříčky, pak je poměr jeho stran $a : b$ podle Pythagorovy věty $1 : \sqrt{2}$.



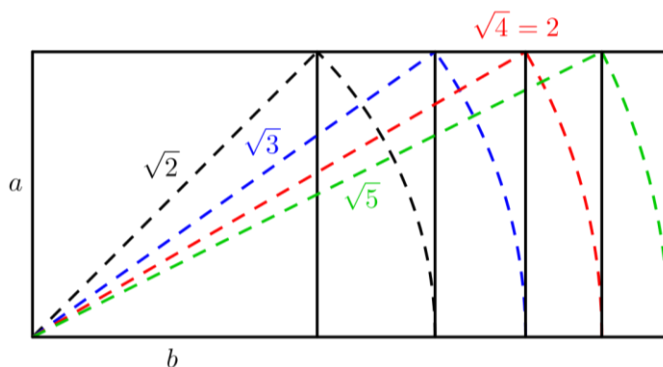
Obr. 36 - Obdélník se stranami v poměru $1 : \sqrt{2}$

Druhá odmocnina ze dvou patří mezi iracionální čísla. Iracionální čísla jsou ta reálná čísla, která nelze zapsat ve tvaru zlomku, tedy ve tvaru podílu dvou celých čísel. V desetinném zápise by měla nekonečný desetinný rozvoj bez periody. Tudíž přibližná hodnota druhé odmocniny ze dvou se nachází mezi dvěma čísly, jedním menším a druhým větším,

např.	1,4	a	1,5
	1,41	a	1,42
	1,414	a	1,415
	1,4142	a	1,4143
		atd.	

To vedlo k objevu nesouměřitelnosti, který způsobil tzv. první krizi matematiky. Byly objeveny dvojice úseček, které jsou nesouměřitelné, tj. nemají stejnou míru. Příkladem těchto úseček jsou strana a úhlopříčka čtverce nebo strana a úhlopříčka pětiúhelníku. Znamená to, že poměr strany čtverce a jeho úhlopříčky $1:\sqrt{2}$ nelze vyjádřit jako poměr dvou celých čísel. Řekové nedokázali význam $\sqrt{2}$ vysvětlit, neboť nedisponovali žádnou numerickou soustavou podobnou desítkové. Iracionální čísla $\sqrt{2}$, $\sqrt{3}$, $\sqrt{5}$ atd. nazývali „nevyslovitelnými čísly“, která bylo možné vyjádřit geometricky, nikoli číselně.

Obdélníky, které mají poměr svých stran $a : b$ roven $1 : \sqrt{2}$, $1 : \sqrt{3}$, $1 : \sqrt{5}$ atd. (Obr. 37), se nazývají dynamické obdélníky. Příkladem dynamického obdélníku je každý formát papíru, jehož poměr stran je $1 : \sqrt{2}$. Tento poměr délek stran, označován jako „Brána harmonie“, je zachován při každém přeložení delší strany archu na polovinu.



Obr. 37 - Dynamické obdélníky [5]

6 Geometrické prvky v islámském designu

Není jednoduché odhalit, jak byly jednotlivé islámské geometrické vzory vytvořeny. Výsledek je na první pohled patrný na rozdíl od tvořivého procesu, který k němu vedl, neboť se nedochovaly žádné záznamy, jež by objasnily konstrukci islámských geometrických vzorů. I přes veškeré snahy popsat konstrukci těchto vzorů vysvětlení byla neúplná a nedostačující [5].

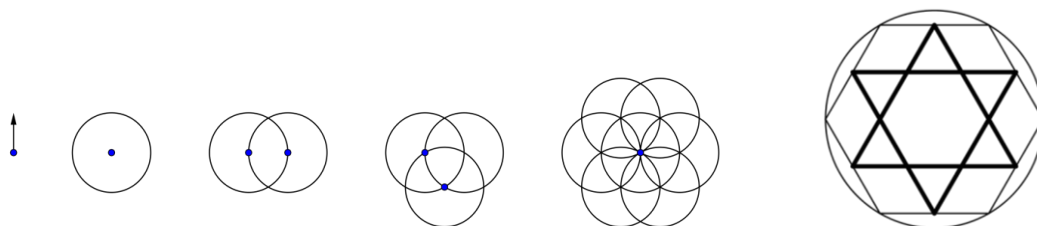
Geometrické ornamenty jsou produktem pravidel i kreativity. Základní pravidla jsou pro každý vzor stejná, vzory se liší pouze kreativitou jednotlivce, ať už tento člověk žil před 500 lety či dnes. Pravidla jsou nedílnou součástí islámského designu a paradoxně by se bez těchto přísných pravidel nemohla rozvíjet ani kreativita. Pochopení těchto pravidel a jejich rozpoznání v islámském designu vede k lepšímu pochopení procesu konstrukce islámských vzorů [2].

Všechny islámské geometrické vzory lze vytvořit bez jakýchkoliv matematických výpočtů. Postačí nám k tomu pouze kružítko a pravítko, jejichž prostřednictvím můžeme narýsovat kružnice a přímky. Tyto dva jednoduché prvky jsou základem všech geometrických kompozic. Přímky jsou narýsované tak, že protínají další přímky. Kružnici narýsujeme umístěním kružítko do průsečíku přímek, dalších kružnic či přímek a kružnic a nastavením poloměru kružnice tak, aby procházela dalším průsečíkem. Dovednost spočívá v rozhodnutí, které přímky a kružnice narýsovat a které jejich části se využijí pro vytvoření vzoru. Neméně důležitou částí při návrhu vzoru je použití barev pro jeho oživení. Jaké autor použije barvy, ovlivní způsob, jakým je celá kompozice vnímána [2].

6.1 Kružnice a zakřivené prvky

Každý geometrický ornament začíná jako kružnice. Vezměme bod, bezrozměrné místo v prostoru. Prodloužením bodu vyznačíme úsečku, kterou následně otočíme kolem výchozího bodu. Tak vznikne kružnice, základní a nejjednodušší rovinný obrazec a dokonalý symbol jednoty. Vyznačíme druhou kružnici se středem na obvodu první a procházející jejím středem. Pokud budeme pokračovat tím, že do každého nového

průsečíku umístíme kružnici, vznikne šest shodných kružnic v kruhu kolem základní kružnice - dokonalé zpodobnění šesti dnů stvoření z Koránu (viz Obr. 38). Takto můžeme pokračovat do nekonečna. Průsečíky kružnic navíc tvoří mozaiku pravidelných šestiúhelníků. Pokud střídavě spojíme středy jejich stran, vznikne dvojitý trojúhelník, který je v islámském světě známý pod názvem Šalamounova pečeť (Obr. 39). Podle pověsti právě tento obrazec zdobil prsten, jímž král Šalamoun rozkazoval džinu [10].



Obr. 38 - Základní šablona v islámském geometrickém designu [10]

Obr. 39 - Šalamounova pečeť

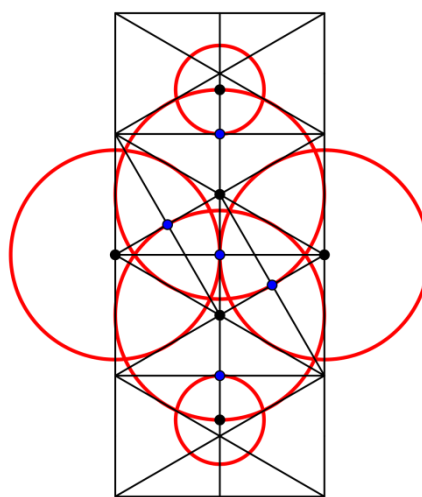
Narýsování kružnice pomocí kružítka není nic složitého. Jedno rameno kružítka umístíme do pevného bodu, druhé rameno se otáčí kolem něj, a tím vyznačuje čáru. Po dokončení plné rotace se čára stane kružnicí. Místo kružítka je možné použít kus provazu s kolíky po obou koncích. Upevněním jednoho kolíku do země a jeho obcházením můžeme nakreslit na zemi kružnici. Po celá staletí byli stavitelé a řemeslníci schopni pomocí této metody navrhovat budovy v plném měřítku. Například město Bagdád, založené v roce 762 abbasidským chalífou al-Mansurem, bylo navrženo na kruhovém plánu. V 9. století zase historik al-Yaqubi popisuje, jak byl plán města nakreslen přímo do země. Tato technika byla prvním použitím geometrie v architektuře: kreslení kružnic do země a spojování jejich průsečíků za účelem vytvoření např. obdélníků, které by mohly být použity jako plán budovy [2].

Tato fascinace kružnicemi, přímkami a vzory z nich vytvořenými vedla k vývoji islámského geometrického designu v průběhu celých staletí. Islámské geometrické ornamenty jsou však téměř všechny tvořeny přímnými čarami, zakřivené čáry se objevují jen zřídka, a to především v prvních stoletích islámu. Příkladem zahrnutí zakřivených prvků do ornamentu jsou mramorové okenní mřížky Umajjovské mešity v Damašku na obrázku 40 [2].



Obr. 40 - Okenní mřížka Umajjovské mešity v Damašku [11]

O tři sta let později, za dynastie Abbásovců, kaligraf Ibn al-Bawwab opsal v Bagdádu Korán, posvátnou knihu islámu, a doplnil ho iluminacemi. Jedna taková iluminace je zobrazena na obrázku 41 i s jejím rozbohem. V rozboru jsou středy kružnic vyznačeny černě a průsečíky, kterými kružnice procházejí, modře. Tento ornament je velmi neobvyklý a nemůžeme ho nikde jinde vidět. Ukazuje nám však, že i když se jedná o zcela jedinečný ornament, k jeho vytvoření použil autor dobře známý podklad, v tomto případě mřížku rovnostranných trojúhelníků. Tento přístup v podstatě obecně definuje tvůrčí proces v islámském geometrickém designu. Znamé podklady a vizuální prvky jsou novými způsoby využívány k tvorbě nových, jedinečných ornamentů [2].



Obr. 41- Iluminace z Koránu a její rozbor [2]

V roce 970-972 byla v Káhiře postavena mešita al-Azhar se štukovou výzdobou v hlavní modlitebně obsahující dva malé kruhové vzory (Obr. 42). Tyto vzory dokazují,

že okouzlení kružnicemi bylo stejně tak umělecké jako funkční. Kružnice byly použity nejenom jako základ vzoru, ale i jako ozdoby samotné [2].



Obr. 42 - Štuková výzdoba v mešitě al-Azhar v Káhiře [2]

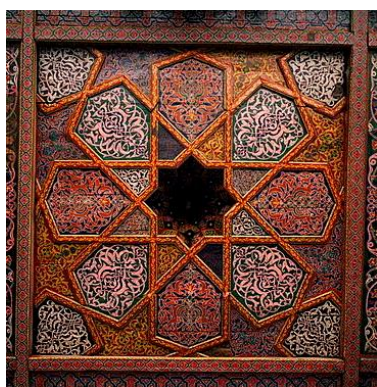
Po 11. století vzniká jen velmi málo geometrických ornamentů obsahující viditelné kružnice. Role kružnic se přenáší do pozadí. Jejich primární význam při tvorbě geometrických vzorů zůstává, jen s tím rozdílem, že autoři se rozhodli kružnice a kruhové oblouky ve výsledku nezviditelnit [2].

Toto vymizení zakřivených prvků z islámských geometrických vzorů je opravdu zvláštní. Při rýsování jednotlivých vzorů je téměř vždy nutné kromě přímek narýsovat také kružnice či oblouky, abychom získali důležité průsečíky. Z tohoto důvodu by nebylo vůbec těžké začlenit tyto prvky do výsledného vzoru. To se však nestalo ani v dobách, v nichž byly vytvářeny vysoce inovativní vzory jako za vlády seldžucké (1083-1307) a mamlúcké (1250-1517) dynastie. Nicméně důvod pro toto chování není dodnes známý. Jedna z možných příčin je, že řemeslníci a stavitelé využívali kružítka mnohem méně, než předpokládáme. Dalším důvodem mohla být časová náročnost vytvářet tyto prvky v materiálech, jako je dřevo, štuk, kámen nebo kov. Ať už důvodem bylo cokoli, řemeslníci moc dobře věděli, že ornamenty mohou ozdobit zakřivenými prvky, jako jsou listy a květiny. Toto spojení geometrických a rostlinných prvků nazývané arabeska používali po staletí islámští řemeslníci k posílení vizuálního dopadu jejich práce [2].

6.2 Hvězdy a rozety

Tvar hvězdy je velmi častým prvkem islámských geometrických vzorů. Vyskytují se v mnoha variantách a můžeme je kategorizovat podle toho, kolik mají cípů. Existují tedy např. hvězdy šesticípé, osmicípé, deseticípé atd. V mnoha případech se můžeme setkat s tím, že jsou kolem ústřední hvězdy uspořádány paprsky a tzv. okvětní lístky jako archetypální krystalická květina. Tento umělecký prvek se nazývá rozeta [10].

Pro určování počtu cípů hvězd je často snazší spočítat paprsky nebo okvětní lístky, které bezprostředně hvězdu obklopují než počítat jednotlivé cípy. Počet cípů nám udává základní vodítko k tomu, jak byl daný vzor vytvořen. Například osmicípá nebo šestnácticípá hvězda naznačuje, že byla vytvořena v kružnici rozdělené na osm shodných částí [2].



Obr. 43 - Osmičetná rozeta [43]



Obr. 44 - Dvanáctičetná rozeta [8]

6.3 Proplétané pásy

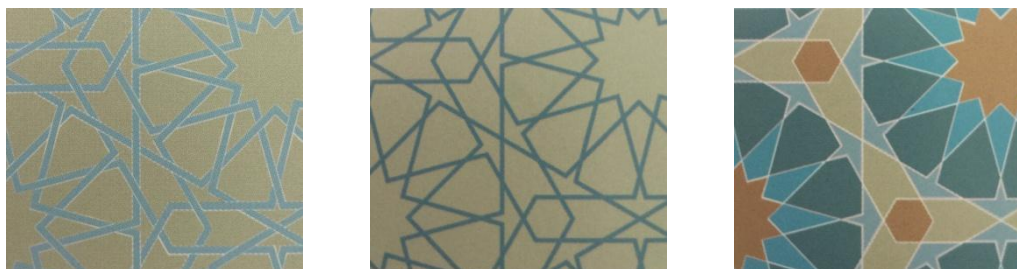
Při překreslování ornamentů volíme pro lepší přehlednost pouze jednoduché přímky. Ve skutečnosti však takové kompozice najdeme jen zřídka, neboť téměř vždy jsou nějakým způsobem ozdobeny. Velmi vzácnou výjimkou je ornament na obrázku 45 vyrytý do štku v paláci Alcázar ve španělské Seville. Ornament vypadá jako nedokončený, pouze osmiúhelník a ústřední hvězdy jsou zdobeny kaligrafickými detaily [2].



Obr. 45 - Ornament v paláci Alcázar v Seville [2]

Je opravdu neobvyklé vidět takhle nedokončenou kompozici, jelikož řemeslníci tradičně měnili jednoduché kresby v celistvé kompozice. Tři nejběžnější způsoby, které používali, jsou:

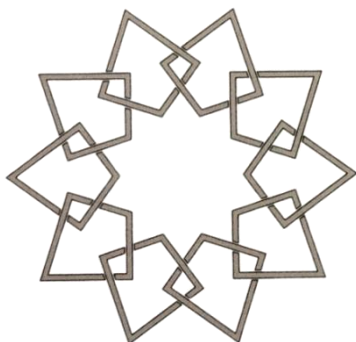
- rozšiřování přímek a jejich proplétání (Obr. 46 vlevo)
- rozšiřování přímek bez proplétání (Obr. 46 uprostřed)
- zachování přímek tak, jak jsou, ale pomocí barev se vytvoří kontrast mezi jednotlivými designovými prvky kompozice (Obr. 46 vpravo).



Obr. 46 - Metody výzdoby (proplétání, rozšiřování přímek a použití barev) [2]

Použití propletených pásek je charakteristickým prvkem mnoha islámských geometrických vzorů. Nepoužívají se ve všech kompozicích, ale aplikují se velmi často, téměř ve všech obdobích a téměř ve všech částech islámského světa. Jednotlivé pásy se proplétají jako stuhy a mají na kompozici tři významné účinky. Za prvé naznačují trojrozměrnost a hloubku. Za druhé naznačují pocit nekonečna, protože pásy nikdy nekončí a lze si představit, že budou pokračovat navždy. Za třetí znázorňují soudružnost, poněvadž protkané pásy drží celou kompozici pohromadě. Na obrázku 47

si můžeme povšimnout, jak jsou jednotlivé prvky propletením spojeny dohromady jako články v řetězci. Pravděpodobně neexistuje žádné pravidlo, které by říkalo, zda se má proplétat ve směru nebo proti směru hodinových ručiček. V kompozici ze Saadských hrobek na obrázku 48 je proplétání proti směru hodinových ručiček, existuje však i mnoho příkladů, kde je tomu naopak [2].



Obr. 47 - Vzor hvězdy [2]



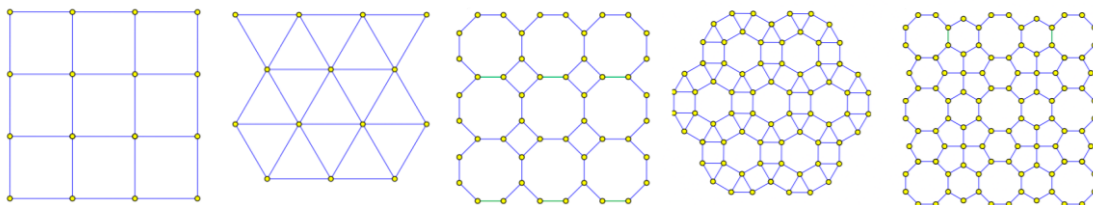
Obr. 48 - Kompozice ze Saadských hrobek [2]

6.4 Mřížka a podmřížka

Mřížka je uspořádání dvourozměrných útvarů (mnohoúhelníků), které udává základní strukturu geometrického ornamentu. Dané útvary (mnohoúhelníky) nazýváme opakovanou jednotkou designu, v některých pramenech se můžeme setkat i s označením podmřížka. Všechny kružnice, přímky, úsečky atd. narýsované v opakované jednotce tvoří opakovaný vzor. Mřížka je tedy systematické uspořádání opakované jednotky, která tvoří celkový design. Její identifikování má obrovský význam pro pochopení, jak byl daný ornament vytvořen. Pokud se nám mřížku nepodaří rozpoznat, naše porozumění geometrii stojící za ornamentem bude neúplné [2].

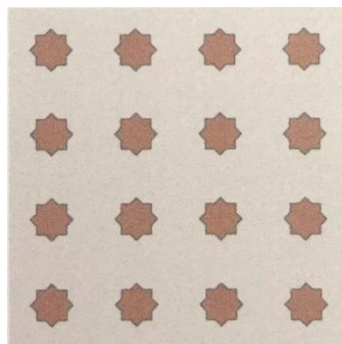
Mřížky se už po celá staletí používají v umění a architektuře mnoha civilizací. Často byly používány ve starověkých římských mozaikách a kamenictví. To mělo významný vliv na islámské řemeslníky ve Středomoří. Zatímco Římané nechávali ve svých dílech mřížky viditelné, v islámském geometrickém designu mřížka obvykle slouží pouze ke konstrukci vzoru. Řemeslníci v různých částech islámského světa tuto techniku nadále používají a rozvíjejí, neboť je efektivní, umožňuje měnit měřítko celé kompozice podle potřeby a nabízí způsob, jak vytvářet nové vzory [2].

Mezi nejjednodušší mřížky patří mřížka rovnostranných trojúhelníků a mřížka čtverců. Jinými slovy, rovnostranný trojúhelník a čtverec jsou opakovanými jednotkami. Na obrázku 49 jsou tyto mřížky zobrazeny spolu s dalšími, složitějšími mřížkami.



Obr. 49 - Typy mřížek [32]

Identifikování mřížky ornamentu není obvykle vůbec nic jednoduchého. K její identifikaci je důležité pochopit vztahy mezi centrálními prvky ornamentu. Ukážeme si to na příkladu dvou vzorů na obrázcích 50 a 51. Tyto dva vzory mají vždy pouze jeden centrální prvek: osmicípé hvězdy v prvním vzoru a šestcípé hvězdy v druhém. Ve vzoru na Obr. 50 jsou osmicípé hvězdy uspořádány v řadách jak horizontálně, tak vertikálně. Z toho můžeme vyvodit, že se nachází ve středech čtverců, které jsou zde opakovanou jednotkou. Jedná se tedy o mřížku čtverců [2].



Obr. 50 - Vzor s osmicípými hvězdami [2]

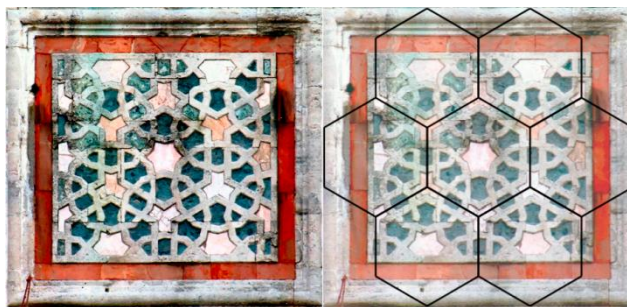


Obr. 51 - Vzor se šestcípými hvězdami [2]

Se vzorem obsahující šestcípé hvězdy na obrázku 51 už je to poněkud složitější. Je zřejmé, že zde nejsou hvězdy uspořádány v horizontálních a svislých řadách, ale že zde existuje jiný vztah. Často je nejlepším způsobem začít tak, že spočítáme, kolik centrálních prvků tvoří skupinu. V našem případě se jedná o skupiny šesti hvězd, které jsou uspořádány do kruhu nebo šestiúhelníku. Zjištěním, že vždy šest hvězd tvoří

skupinu, a že se tato skupina šesti hvězd opakuje v celé kompozici, je možné určit, že kompozice je založena na mřížce šestiúhelníků, popř. trojúhelníků [2].

Dalším příkladem, kdy byla použita mřížka šestiúhelníků, je ornament na Obr. 52. Tento ornament je velmi populární v Istanbulu. Můžeme ho vidět téměř všude - na plotech, okenních mřížích, v mešitách anebo na obálkách knih [32].

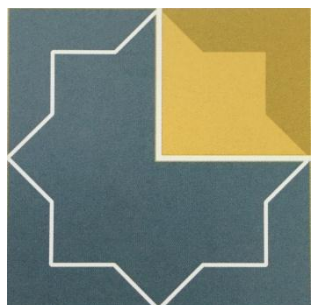


Obr. 52 - Ornament z Istanbulu [32]

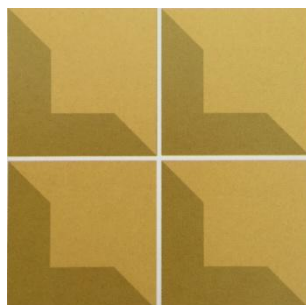
Velmi častým vodítkem k identifikaci mřížky jsou právě hvězdy. Osmicípá hvězda bude pravděpodobně umístěna do čtvercové opakované jednotky, šesticípá zase do šestiúhelníkové či trojúhelníkové opakované jednotky. V geometrickém designu v islámském umění a architektuře není však obvyklé nacházet kompozice, které mají pouze jeden snadno rozpoznatelný centrální prvek, jako např. hvězdu. Ve většině případů bude existovat několik prvků a bude jen zřídka zřejmé, které z nich lze umístit do středu opakované jednotky nebo dokonce, jaký tvar může opakovaná jednotka mít. Jak jsme si mohli všimnout na obrázku 49, mřížka může být vytvořena i z více než jednoho mnohoúhelníku. To je jeden z důvodů, jak řemeslníci dokázali vytvářet sofistikovanější a inovativnější vzory [2].

Někdy se také může stát, že opakovaná jednotka neobsahuje celý centrální prvek, ale pouze jeho část. Na obrázku 53 je zobrazena opakovaná jednotka ve tvaru čtverce s osmicípou hvězdou. Světlou barvou je vyznačena také opakovaná jednotka tvaru čtverce, avšak čtvrtinové velikosti. Systematickým uspořádáním obou těchto čtvercových opakovaných jednotek můžeme dojít ke stejnému vzoru. Zatímco větší opakované jednotky stačí pouze umístit vedle druhé, u menších jednotek to nelze. Tímto způsobem bychom získali vzor na obrázku 54, který se zjevně nepodobá

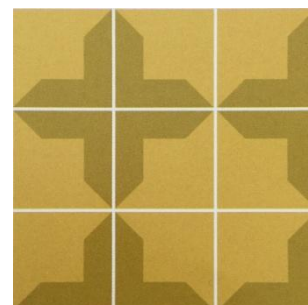
žádnému islámskému geometrickému vzoru. Abychom získali požadovaný vzor (Obr. 55), musí být menší opakovaná jednotka otočená či zrcadlená [2].



Obr. 53 - Opakovaná jednotka s osmicípou hvězdou [2]



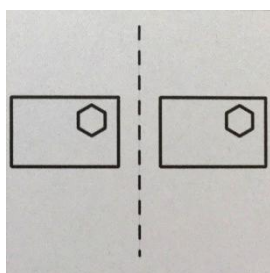
Obr. 54 - Nesprávně vytvořený vzor [2]



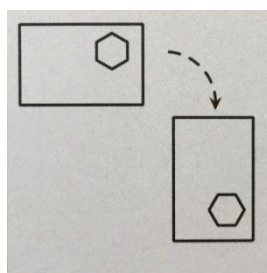
Obr. 55 - Správně vytvořený vzor [2]

Existují tedy tři způsoby teselace povrchu (vyplnění roviny pomocí jednoho nebo více geometrických útvarů, bez překrývání a bez mezer) při vytváření islámských geometrických ornamentů:

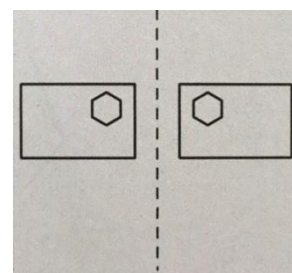
- Posunutí - opakované jednotky jsou jednoduše umístěny vedle sebe (Obr. 56)
- Otočení - opakované jednotky se otáčejí kolem centrálního bodu (Obr. 57)
- Zrcadlení - opakované jednotky se zrcadlí podle osy (Obr. 58)



Obr. 56 - Posunutí [2]



Obr. 57 - Otočení [2]

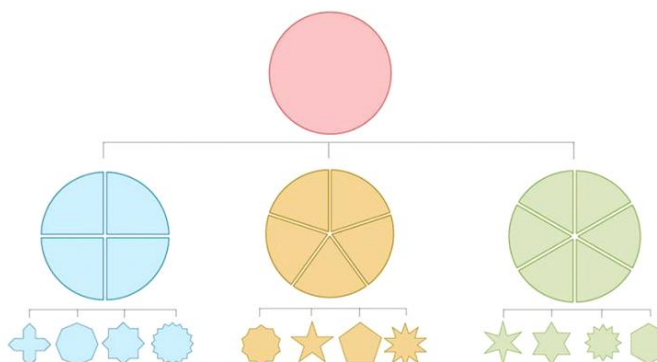


Obr. 58 - Zrcadlení [2]

Tyto tři způsoby teselace používají řemeslníci už celá staletí při práci se šablonami. Šablony jsou v podstatě fyzické reprezentace konceptu opakované jednotky. Mají tvar opakované jednotky s otvory propíchanými na důležitých průsečících udávajících, kudy mají být vedeny přímky, aby byl vytvořen daný ornament. Umožňují řemeslníkům pracovat rychleji a přesněji [2].

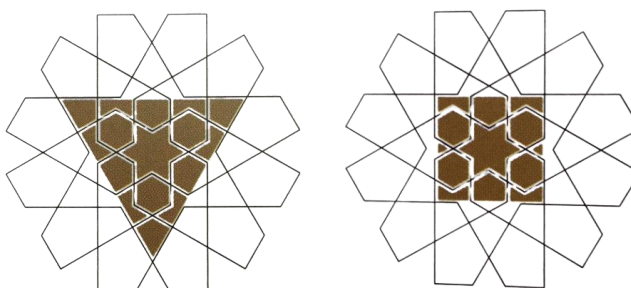
7 Rozdělení islámských geometrických ornamentů

Islámské geometrické ornamenty lze nejlépe rozčlenit do skupin podle počtu částí, na které byla rozdělena základní kružnice za účelem vytvoření daného ornamentu (viz Obr. 59). Ornamenty založené na rozdělení kružnice na čtyři, pět, šest atd. částí patří do skupiny ornamentů založených na čtverci, pětiúhelníku, šestiúhelníku atd. Podle četnosti otočení můžeme ještě ornamenty rozdělit na čtyřčetné, pětičetné a šestičetné. Četnost otočení udává, kolika způsoby lze daný ornament otočit tak, aby vypadal stále stejně [2].



Obr. 59 - Schéma rozdělení islámských geometrických ornamentů [2]

Některé vzory mohou být nejednoznačné. Například dvanácticípá hvězda může patřit do skupiny ornamentů založených na čtverci stejně tak jako do skupiny ornamentů založených na šestiúhelníku. Na obrázku 60 můžeme vidět, jak lze u ornamentu s dvanácticípou hvězdou, v jejímž středu je mimo jiné ještě šesticípá hvězda, zvolit za opakovanou jednotku trojúhelník i čtverec. Je tomu tak, neboť číslo 12 je násobkem 3 i 4 ($3 \times 4 = 12$ a $4 \times 3 = 12$). Dvanácticípé hvězdy můžeme však dosáhnout i pomocí dvou překrývajících se šestiúhelníků (2×6). Často kvůli zjednodušení se dvanácticípé ornamenty řadí právě do skupiny ornamentů založených na šestiúhelníku [2].



Obr. 60 - Trojúhelníková a čtvercová opakovaná jednotka [2]

Ne všechny geometrické ornamente můžeme zařadit do těchto skupin. Existují také, které například kombinují čtyřčetné a šestičetné vzory. Dále můžeme narazit na ornamente obsahující vzor hvězd, které nejsou součástí ani jedné výše zmíněné skupiny, jako jsou sedmicípé nebo jedenácticípé hvězdy [2].

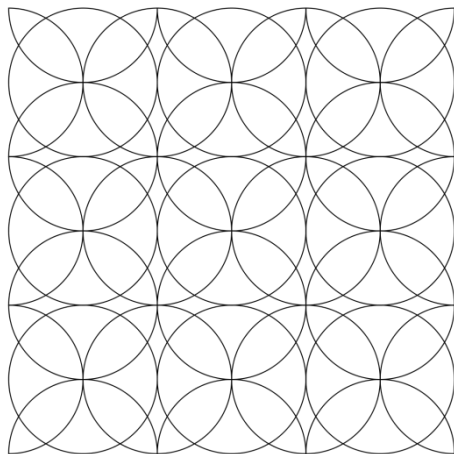
Také ornament ze Saadských hrobek (Obr. 48) kombinuje více typů hvězd, konkrétně osmicípé a šestnácticípé hvězdy. Naštěstí v tomto případě jsou tyto hvězdy vytvořeny v kružnicích rozdělených na čtyři, osm nebo šestnáct částí. Jsou tedy součástí stejné skupiny a řídí se tedy i stejnými pravidly [2].

V následujících podkapitolách jsou islámské geometrické ornamente rozděleny do skupin podle toho, na jakém pravidelném mnohoúhelníku jsou založeny.

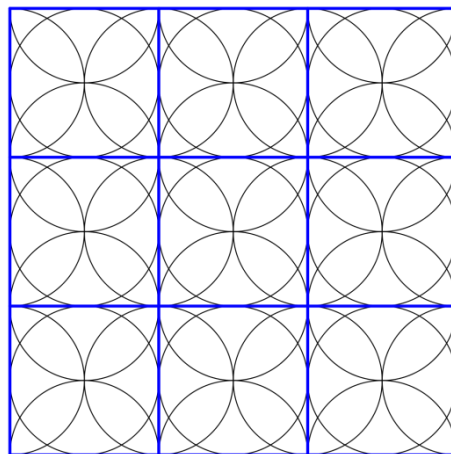
7.1 Čtverec a proporční systém založený na druhé odmocnině ze dvou

Tato skupina zahrnuje všechny ornamente založené na opakování vzoru, který vznikl ze čtverců vepsaných v kružnici. Ten je určen sítí přímk vedenyými průsečíky stran čtverců vepsaných v kružnici [5].

Chceme-li ozdobit povrch vzorem, musíme jednu z jeho stran rovnoměrně rozdělit na počet dílů odpovídající požadovanému počtu opakovaných jednotek. Plochu tedy vyplníme kružnicemi, jejichž průměry se rovnají délce strany opakované jednotky (viz Obr. 61). Následně spojením průsečíků kružnic znázorněném na obrázku 62 plochu rovnoměrně rozdělíme na čtvercové opakované jednotky [5].

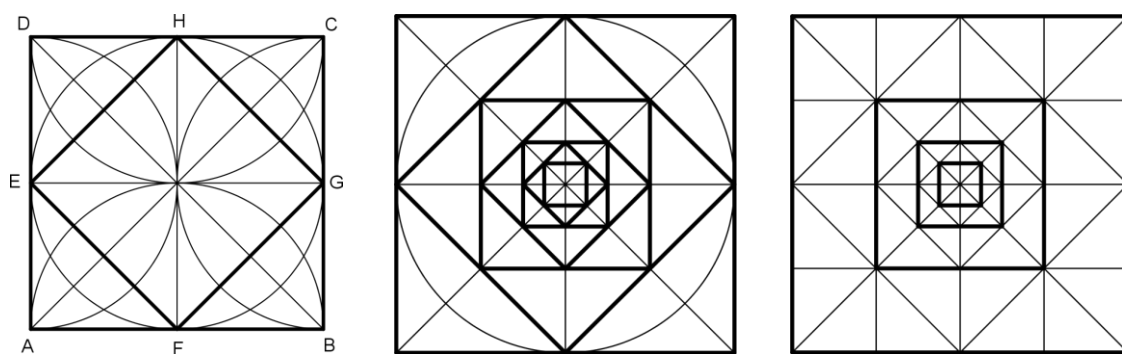


Obr. 61 - Vyplnění plochy kružnicemi



Obr. 62 - Vyplnění plochy čtvercovými opakovanými jednotkami

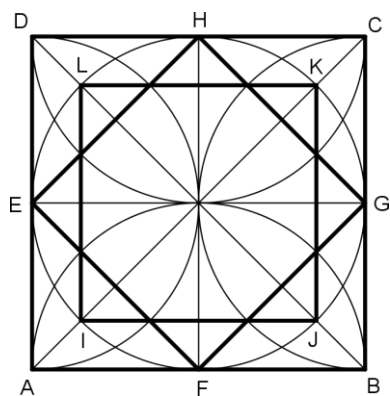
V každé čtvercové opakované jednotce (Obr. 63 vlevo) se poměr strany vepsaného čtverce $EFGH$ do kružnice ke straně čtverce $ABCD$ rovná $\frac{|EF|}{|AB|} = \frac{1}{\sqrt{2}}$. Dále platí, že $AB = EG$, a tudíž se délka strany AB rovná délce úhlopříčky čtverce $EFGH$. Vztah po sobě jdoucích stran soustředných čtverců ve čtvercové jednotce na obrázku 63 uprostřed je tedy dán poměrem $1 : \sqrt{2}$. Jejich obsahy jsou v poměru $1 : 2$. Pokud zachováme pouze čtverce s vodorovnými a svislými stranami (viz Obr. 63 vpravo), bude poměr stran čtverců $1 : 2$. Z toho vyplývá, že strany čtverců jsou postupně půleny a obsahy jsou děleny čtyřmi [5].



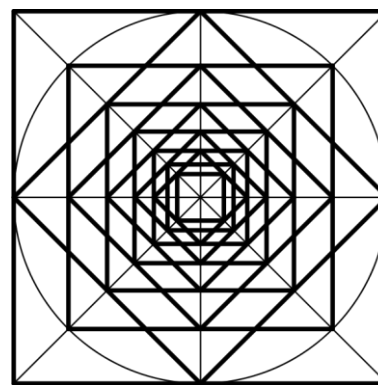
Obr. 63 - Čtvercová opakovaná jednotka [5]

Jestliže spojíme průsečíky úhlopříček AC a BD s vepsanou kružnicí, dostaneme čtverec $IJKL$ (Obr. 64). Čtverec $IJKL$ je shodný se čtvercem $EFGH$ a spolu s ním tvoří osmicípou hvězdu, kterou používáme jako výchozí šablonu pro většinu čtyřčetných

vzorů. Narýsováním soustředných osmicípých hvězd metodou spojování průsečíků (viz Obr. 65) vytvoříme geometrickou soustavu harmonického postupného dělení opakované jednotky. Po sobě jdoucí rovnoběžné strany soustředných čtverců jsou opět v poměru $1 : \sqrt{2}$ [5].



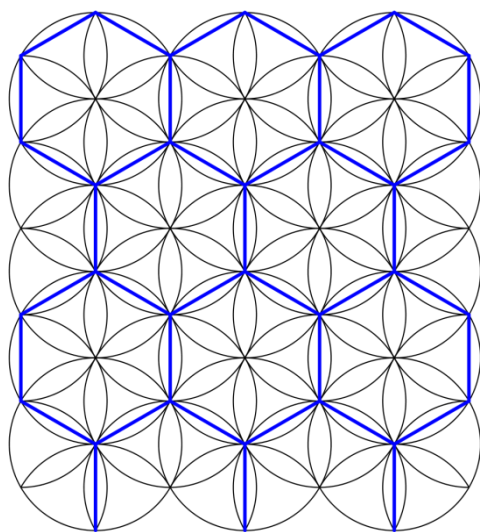
Obr. 64 - Výchozí šablona pro čtyřčetné vzory [5]



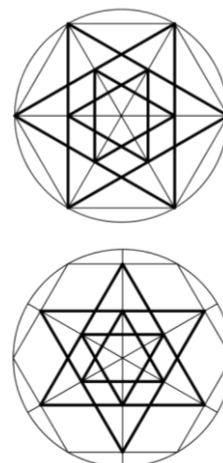
Obr. 65 - Soustředné osmicípé hvězdy ve čtvercové opakované jednotce [5]

7.2 Šestiúhelník a proporční systém založený na druhé odmocnině ze tří

Ornamenty patřící do této skupiny jsou založeny na opakované jednotce, kterou je pravidelný šestiúhelník. I zde musíme jednu stranu plochy, jež chceme ozdobit, rozdělit pomocí kružítka na tolik částí, kolik má být opakovaných jednotek začleněno podél této strany. Celou plochu poté rozdělíme kružnicemi a spojením průsečíků sestrojíme vepsané šestiúhelníky (viz Obr. 66). Tyto šestiúhelníky jsou opakovanými jednotkami, jejichž strany se rovnají poloměru opsané kružnice. U většiny šestičetných vzorů dále pokračujeme sestrojením šesticípé hvězdy, kterou narýsuje v pravidelném šestiúhelníku tak, že střídavě spojíme buď vrcholy šestiúhelníku, nebo středy jeho stran [5].

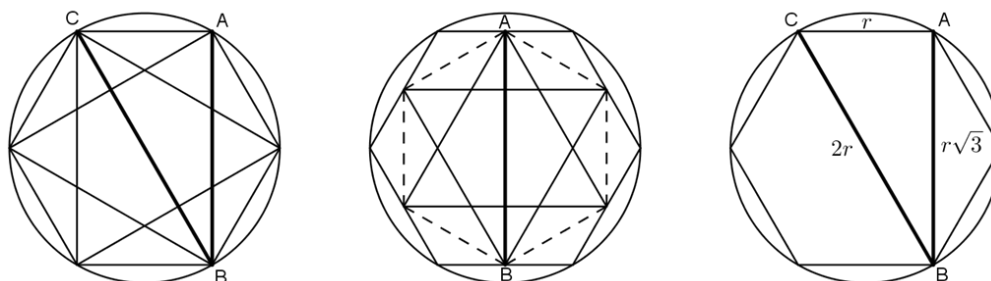


Obr. 66 - Vyplnění plochy pravidelnými šestiúhelníkovými opakovanými jednotkami



Obr. 67 - Šesticípé hvězdy v pravidelném šestiúhelníku

V systému šesticípých hvězd (Obr. 67) dochází ke změně délky strany šestiúhelníku v poměru $1 : 2$. Výšky po sobě jdoucích šestiúhelníků jsou také ve stejném poměru $1 : 2$.



Obr. 68 - Znázornění poměru výšky pravidelného šestiúhelníku k průměru kružnice jemu opsané [5]

Poměr výšky AB pravidelného šestiúhelníku, to jest strany AB šesticípé hvězdy k průměru BC kružnice opsané pravidelnému šestiúhelníku, je $\sqrt{3} : 2$ (viz Obr. 68). Důkaz lze provést následovně:

$$\begin{aligned} |AC| &= r \\ |BC| &= 2r \\ |AB| &= ? \end{aligned}$$

Stranu AB vypočítáme pomocí Pythagorovy věty.

$$|AB|^2 = |BC|^2 - |AC|^2$$

$$|AB|^2 = (2r)^2 - r^2$$

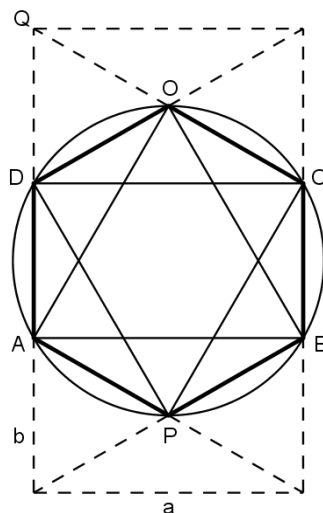
$$|AB|^2 = 4r^2 - r^2$$

$$|AB|^2 = 3r^2$$

$$|AB| = r\sqrt{3}$$

Poměr $\frac{|AB|}{|BC|} = \frac{r\sqrt{3}}{2r} = \frac{\sqrt{3}}{2}$ neboli $\sqrt{3} : 2$.

Šestiúhelníkové dlaždice představující hexagonální opakovanou jednotku se velmi hojně používaly k pokrývání povrchů. Někdy také bývaly hexagonální opakované jednotky přetvářeny na obdélníkové opakované jednotky, které vytvářely tentýž vzor. Jak k tomuto přetváření docházelo, je naznačeno na obrázku 69. Dvě strany hexagonální opakované jednotky, jejichž průsečíkem je vrchol O , prodloužíme tak, aby protnuly přímky AD a BC . Obdobně prodloužíme i dvě strany tvořící spodní vrchol P tak, aby protínaly tytéž přímky. Vznikne nám obdélník o stranách a a b , kde a se rovná straně AB šesticípé hvězdy a b se rovná $3r$ (r je poloměr kružnice opsané šestiúhelníku a strana hexagonální opakované jednotky). Také platí, že $\triangle ABC \cong \triangle AOQ$ [5].

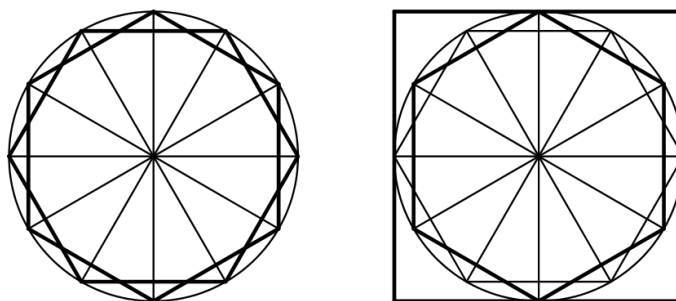


Obr. 69 - Přetvoření hexagonální opakované jednotky na obdélníkovou opakovanou jednotku [5]

7.2.1 Vzory založené na dvojitém šestiúhelníku

Vzory patřící do této podskupiny jsou založeny na rozdělení obvodu kružnice na dvanáct stejných dílů. Tento postup byl již znázorněn na obrázku 32. Dva pravidelné šestiúhelníky pak vepíšeme do kružnice střídavým spojováním bodů na obvodu kružnice (viz Obr. 70) [5].

Za opakovanou jednotku celkového ornamentu můžeme zvolit buď jeden z vepsaných pravidelných šestiúhelníků, nebo čtverec opsaný kružnici (Obr. 70). Jelikož je číslo 12 dělitelné čísly 3, 4 a 6, lze základní šablonu sestavit kromě vepsání dvou pravidelných šestiúhelníků také vepsáním tří čtverců nebo čtyř rovnostranných trojúhelníků. Právě při sestavování těchto základních šablon dochází ke slučování proporčních systémů založených na $\sqrt{2}$ a $\sqrt{3}$. Výsledný opakovaný vzor tedy může zahrnovat rovnostranné trojúhelníky, čtverce, šestiúhelníky, osmiúhelníky, dvanáctiúhelníky a od nich odvozené hvězdy. To vede k vytvoření vizuálně bohatých ornamentů [5].



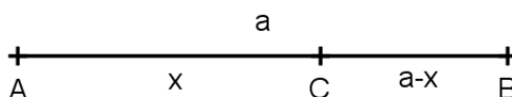
Obr. 70 - Opakované jednotky u vzorů založených na dvojitém šestiúhelníku

Různé proporční systémy lze tedy sloučit, pokud je obvod kružnice rovnoměrně rozdělen na takový počet bodů, aby bylo možné s jejich pomocí narýsovat násobky pravidelných mnohoúhelníků zvolených proporčních systémů, poskytujících požadovanou základní šablonu. Tudiž pokud je obvod kružnice rozdělen na patnáct shodných částí, můžeme do ní vepsat pět rovnostranných trojúhelníků nebo tři pravidelné pětiúhelníky. Zde dochází ke slučování proporčních systémů založených na $\sqrt{3}$ a zlatém řezu. Výsledný opakovaný vzor pak může být tvořen trojúhelníky, pětiúhelníky a jejich násobky v kombinaci s příslušnými hvězdami [5].

7.3 Pětúhelník a zlatý řez

Řecký geometr Eukleidés nazval zlatý řez poměrem „krajním a středním“. Renesanční autoři hovořili o tzv. božské proporci. V 19. století pak vešel ve známost jako zlatý řez. Můžeme se také setkat i s označením zlatý poměr, zlaté číslo či zlatá proporce [5].

Říkáme, že úsečka je rozdělena v poměru zlatého řezu, pokud poměr mezi celkovou délkou úsečky a její větší částí je stejný jako poměr mezi větší a menší částí úsečky. Zlatý řez značíme řeckým písmenem φ . Bod C tedy dělí úsečku AB (Obr. 71) v poměru zlatého řezu, jestliže pro délky úseček platí vztah $AB : AC = AC : CB$.



Obr. 71 - Rozdělení úsečky v poměru zlatého řezu

Označíme-li délku úsečky AB písmenem a a délku její větší části písmenem x , dostáváme úměru

$$a : x = x : (a - x).$$

Poměr zlatého řezu je tedy roven $\varphi = \frac{a}{x}$.

Úpravou rovnice $\frac{a}{x} = \frac{x}{(a-x)}$ snadno dojdeme ke kvadratické rovnici $a^2 - ax = x^2$.

Tu dále vydělíme x^2 a dostáváme $\left(\frac{a}{x}\right)^2 - \frac{a}{x} = 1$. Odtud $\varphi^2 - \varphi - 1 = 0$, kde $\varphi = \frac{a}{x}$

je poměr zlatého řezu. Smysl má jen kladný kořen této rovnice, tedy

$$\varphi = \frac{1 + \sqrt{5}}{2} \doteq 1,618$$

Poměrem zlatého řezu se také zabýval středověký italský matematik Leonardo Pisánský zvaný Fibonacci. Ten je především známý popsáním Fibonacciho posloupnosti, která je definována takto:

$$F_0 = 1$$

$$F_1 = 1$$

$$F_n = F_{n-1} + F_{n-2}.$$

První dva členy posloupnosti jsou rovny jedné a každý další člen je roven součtu dvou předchozích členů. Začátek této posloupnosti tedy je: 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, ...

Pokud zkusíme spočítat několik poměrů dvou za sebou následujících členů Fibonacciho posloupnosti, můžeme si povšimnout, že poměry konvergují k hodnotě zlatého řezu $\varphi \doteq 1,618$ [25].

$$\frac{1}{1} = 1$$

$$\frac{2}{1} = 2$$

$$\frac{3}{2} = 1,5$$

$$\frac{5}{3} = 1,\bar{6}$$

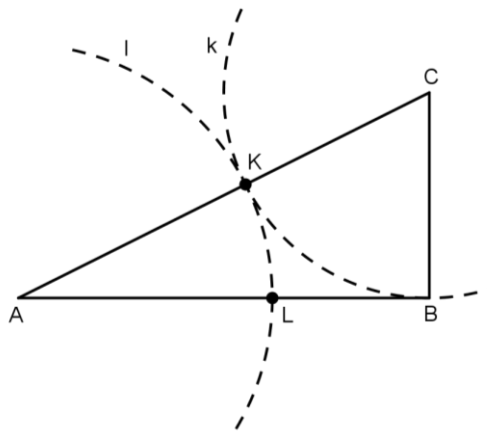
$$\frac{8}{5} = 1,6$$

$$\frac{13}{8} = 1,625$$

$$\frac{21}{13} = 1,615 \dots$$

atd.

Na obrázku 72 je znázorněno, jak lze rozdělit úsečku AB na dvě části, jejichž délky jsou v poměru zlatého řezu.



Obr. 72 - Znázornění rozdělení úsečky v poměru zlatého řezu

Popis konstrukce podle [5]:

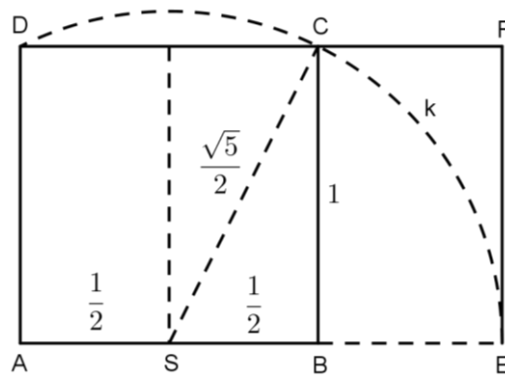
1. Narýsujeme úsečku AB .
2. BC ; $BC \perp AB \wedge |BC| = \frac{1}{2}AB$
3. ΔABC
4. k ; $k(C; |BC|)$
5. K ; $K \in k \cap AC$
6. l ; $l(A; |AK|)$
7. L ; $L \in l \cap AB$
8. Délky úseček AL a LB jsou ve zlatém poměru.

Pak platí $\frac{|AB|}{|AL|} = \frac{|AL|}{|LB|} = \varphi$.

Zlatého poměru můžeme rovněž docílit použitím čtverce, jak je popsáno v [5].

Postupujeme takto:

1. Narýsujeme čtverec $ABCD$.
2. S ; $S \in AB \wedge |AS| = |SB|$
3. k ; $k(S; |SC|)$
4. E ; $E \in k \cap \rightarrow AB$
5. Délky úseček AE a AB jsou ve zlatém poměru.



Obr. 73 - Zlatý poměr s využitím čtverce

Důkaz: Pokud $|BC| = 1$, pak $|SB| = \frac{1}{2}$. S použitím Pythagorovy věty dostáváme:

$$|SC|^2 = |BC|^2 + |SB|^2$$

$$|SC|^2 = 1 + \frac{1}{4}$$

$$|SC|^2 = \frac{5}{4}$$

$$|SC| = |SE| = \frac{\sqrt{5}}{2}$$

Když $|AE| = |AS| + |SE|$, pak $|AE| : |AB| = \left(\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{5}}{2}\right) : 1 = \frac{1+\sqrt{5}}{2} : 1 = \varphi$.

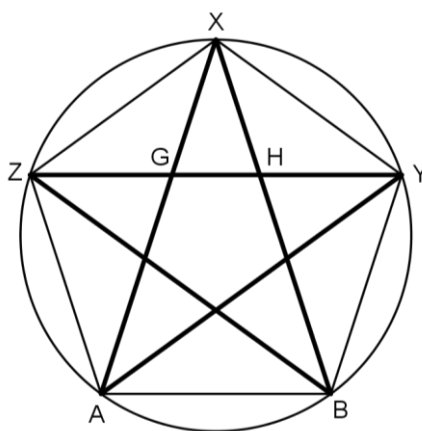
Pokud dorýsujeme vrchol F obdélníku $AEFD$, vznikne tzv. zlatý obdélník. Jedná se o obdélník, jehož strany jsou ve zlatém poměru. Každý tento obdélník lze rozdělit na čtverec a další zlatý obdélník. V obdélníku $AEFD$ platí, že $|AE| : |EF| = \varphi$ [25].

V kapitole 5 bylo ukázáno, jak lze sestrojít pravidelný pětiúhelník uvnitř kružnice. Pokud však chceme sestrojít pravidelný pětiúhelník, je-li dána jeho strana AB , postupujeme podle [5] takto:

1. Narýsujeme stranu pravidelného pětiúhelníku AB .
2. o ; o je osa úsečky AB
3. S ; $S \in o \cap AB$
4. Sestrojíme čtverec $ABPQ$.
5. k ; $k(S; |SP|)$

Jelikož úhlopříčky pravidelného pětiúhelníku jsou stejně dlouhé, platí, že $|AY| = |AX|$. Dále platí, že $|XZ| = |AG|$, kde $|AG|$ je délka strany AG kosočtverce $ABYG$. Rovnost dvou poměrů $\frac{|AY|}{|AG|} = \frac{|XZ|}{|GX|}$ můžeme tedy zapsat ve tvaru $\frac{|AX|}{|AG|} = \frac{|AG|}{|GX|}$, který je shodný s definicí zlatého řezu. Je tedy zřejmé, že bod G dělí úhlopříčku AX v poměru zlatého řezu, a tedy platí

$$\frac{|AX|}{|AG|} = \varphi.$$

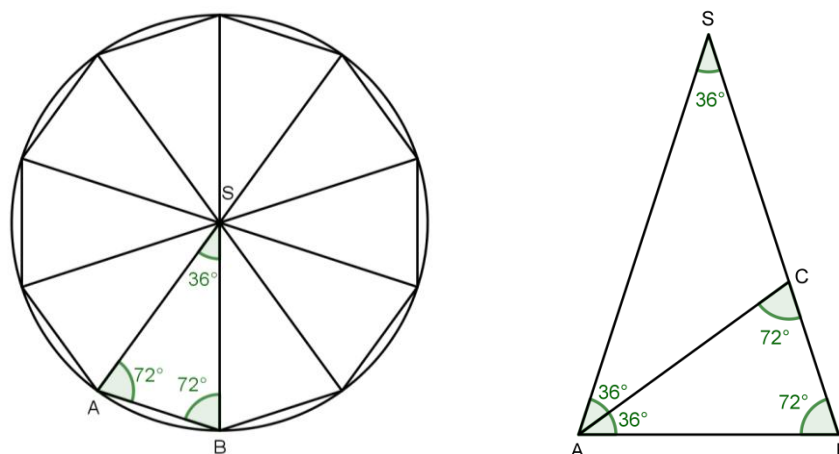


Obr. 75 - Úhlopříčky v pravidelném pětiúhelníku

I u pravidelného desetiúhelníku vepsaného do kružnice, který je odvozen od pětiúhelníku (viz Obr. 32), lze nalézt zlatý poměr. Poměr mezi poloměrem kružnice opsané pravidelnému desetiúhelníku a stranou pravidelného desetiúhelníku je zlatý. To můžeme dokázat obdobně jako u pravidelného pětiúhelníku v [44] tak, že pravidelný desetiúhelník rozdělíme na deset rovnoramenných trojúhelníků se společným vrcholem ve středu kružnice opsané, jejichž základnami jsou strany desetiúhelníku. V každém rovnoramenném trojúhelníku je úhel u vrcholu proti základně roven 36° , úhly při základně jsou pak rovny 72° . Poté v jednom z těchto trojúhelníků sestrojíme osu úhlu SAB , která protne stranu BS v bodě C (Obr. 76). Trojúhelníky ABS a BCA jsou podobné podle věty uu , a tudíž platí $\frac{|BS|}{|AB|} = \frac{|CA|}{|BC|}$. Vzhledem k tomu, že délky úseček AB , CA

a SC jsou shodné, můžeme danou úměru zapsat i ve tvaru $\frac{|BS|}{|SC|} = \frac{|SC|}{|BC|}$. Tato úměra

odpovídá definici zlatého řezu, a tudíž platí $\frac{|BS|}{|SC|} = \frac{|BS|}{|AB|} = \varphi$.

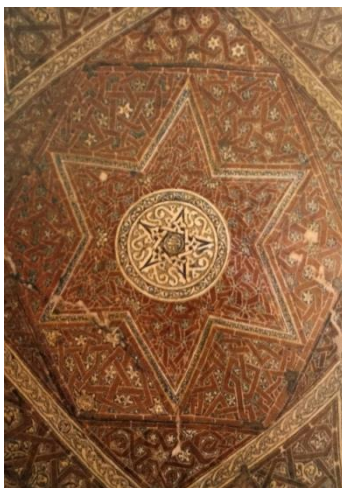


Obr. 76 - Zlatý řez v pravidelném desetiúhelníku

7.4 Kombinovaný geometrický design

Již v předchozích kapitolách byly zmíněny vzory, které v sobě kombinují například osmicípé a šestnácticípé hvězdy nebo šesticípé a dvanácticípé hvězdy. Takové kombinace v rámci jedné skupiny jsou celkem časté a pro umělce jasná volba, neboť například šesticípé a dvanácticípé hvězdy se poměrně snadno kombinují. Na jejich vytvoření můžeme použít stejnou mřížku a často spolu sdílejí řadu konstrukčních přímk. Mnohem méně časté je kombinování vzorů patřících do tří hlavních skupin v rámci jedné kompozice. Ukázkou takové kompozice můžeme najít v mauzoleu Ílchána Öldžejtúa ve městě Sultanije v Íránu. Mauzoleum má tvar pravidelného osmiúhelníku zakončeného vysokou kupolí, po jejímž obvodu je rozmístěno osm minaretů. Uvnitř mauzolea jsou klenuté stropy s různými geometrickými kompozicemi, z nichž většina je založena na šestiúhelníku. Na jednom ze stropů se však nachází velická šesticípá hvězda vepsaná do šestiúhelníku, který je zasazen do čtverce (Obr. 77). Uvnitř šesticípé hvězdy se ještě nachází štukový kruh obsahující pěticípou hvězdu. Prostor mezi šesticípou hvězdou, šestiúhelníkem a čtvercem je vyplněn navzájem propletenými šestiúhelníky, pěticípmi hvězdami a dalšími geometrickými prvky. Jelikož se jedná o pokrývání

čtvercové plochy, bylo by jednodušší vytvořit kompozici, která by této skutečnosti využila a místo šestiúhelníku se šesticípou hvězdou použít například osmiúhelník s osmicípou hvězdou. Autor se však úmyslně rozhodl jinak, i přes to, že proporce šesticípé hvězdy nejsou zcela dokonalé. Tato nepřesnost nám ukazuje autorovy priority a to, že celkový vizuální dopad byl důležitější než geometrická dokonalost [2].



Obr. 77 - Kompozice v mauzoleu Ílchána Öldžejtüa v Sultaníji [2]

Velmi neobvyklé designové prvky v islámských geometrických kompozicích jsou sedmiúhelníky. Víme, že je nemožné rozdělit kružnici na sedm stejných dílů jen pomocí pravítka a kružítko. I když existuje přibližné řešení, tvůrci ornamentů se mu raději vyhýbali. Přesto se pro ně sedmiúhelníky staly velmi užitečnými v případě, že chtěli zkombinovat neobvyklé hvězdné vzory. Pokud se totiž pozorně podíváme například na ornament na kovových dveřích v komplexu sultána Barquqa v Káhiře (Obr. 78), je zřejmé, že sedmiúhelníky vznikly prodloužením úseček z okolních dvanácticípých a osmnácticípých hvězd. Jinými slovy, umělec, který tyto dveře navrhl, nenarýsoval dvě malé kružnice, do nichž vepsal sedmiúhelníky. Místo toho jsou oba sedmiúhelníky výsledkem celé kompozice. Sedmiúhelníky nabízejí prvek asymetrie. Pokud totiž spojíme šipku jdoucí z hvězdy v pravém dolním rohu se sedmiúhelníkem, pak na protilehlé straně tohoto sedmiúhelníku nemusí být další šipka. Místo toho lze vytvořit jiný prvek [2].



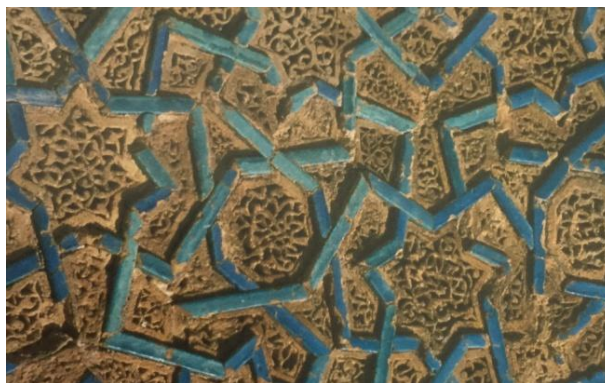
Obr. 78 - Ornament na kovových dveřích v komplexu sultána Barquqa v Káhiře [2]

Pár sedmiúhelníků byl také využit k vyplnění prostoru mezi třemi čtrnácticípými hvězdami v kompozici v madrase Mustansiríja v Bagdádu (Obr. 79). Zde však tvůrce kompozice musel přidat ještě třetí prvek, protáhlý šestiúhelník, aby došlo k úspěšnému spojení hvězd [2].



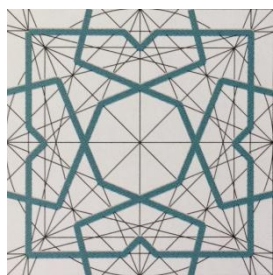
Obr. 79 - Kompozice v madrase Mustansiríja v Bagdádu [2]

Ještě vzácnější, než sedmiúhelníky jsou v islámském geometrickém designu sedmičetné hvězdy. Stejně jako sedmiúhelníky se většinou vyskytují v páru a slouží k propojování jednotlivých prvků v kompozici. Na obrázku 80 můžeme vidět kompozici z modře glazurované keramiky u hlavního vchodu do mauzolea Yahya ibn al-Qasima v Mosulu. I když je zde zobrazena pouze část kompozice, opakující se prvky jsou snadno identifikovatelné. Jedná se o čtverec, uvnitř kterého se nachází osmiúhelník a po každé jeho straně je umístěna sedmicípá hvězda [2].

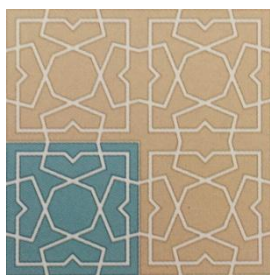


Obr. 80 - Kompozice v mauzoleu Yahya ibn al-Qasima v Mosulu [2]

Existuje mnoho způsobů, jak je možné tuto kompozici vytvořit. Neexistuje však způsob, jak lze poznat, kterou metodu použil řemeslník ve 13. století, ačkoliv lze bezpečně předpokládat, že by si nevybral obtížný postup začínající sedmicípou hvězdou. To by vyžadovalo začít s rozdělením kruhu na sedm stejných částí. Pravděpodobně výchozím bodem celé kompozice je čtverec a osmiúhelník uvnitř čtverce. Tyto prvky lze snadno vytvořit ve čtvercové opakované jednotce, kde použité konstrukční přímky jsou známé z řady dalších čtyřčetných vzorů (Obr. 81). Pokud bychom z těchto čtvercových opakovaných jednotek vytvořili klasickou mřížku, vznikl by ornament zobrazený na obrázku 82, jenž je však odlišný od toho, který chceme vytvořit. Je tedy nutné uspořádat čtvercové jednotky jiným způsobem. Čtvercové opakované jednotky můžeme pootočit tak, aby se mezi nimi vytvořily trojúhelníkové mezery, ve kterých mohou vzniknout sedmicípé hvězdy (Obr. 83). Jediné, co pak musí řemeslník udělat, je použít svoji kreativitu k dokončení zbývajících cípů hvězd. Jedná se tedy o jednoduchý způsob, jak vytvořit kompozici obsahující sedmicípé hvězdy bez toho, abychom museli rozdělit kružnici na sedm shodných částí. Podobným způsobem vznikla i kompozice se sedmicípy hvězdami na obrázku 84. Zde však byly čtverce otočeny o větší úhel, a tak se vlastně jedná o mřížku čtverců a rovnostranných trojúhelníků. V každém trojúhelníku je umístěn upravený šestiúhelník tak, aby spoluvytvářel sedmicípou hvězdu [2].



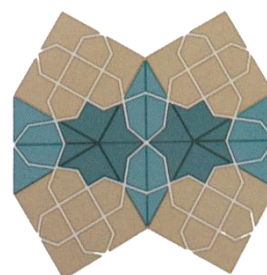
Obr. 81 - Opakovaná jednotka vzoru [2]



Obr. 82 - Ornament [2]

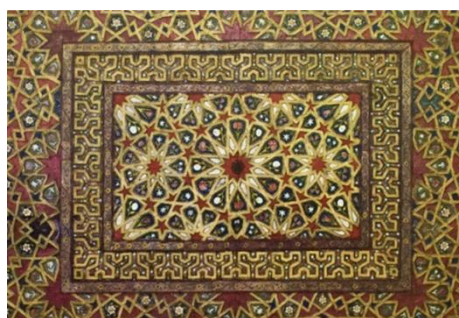


Obr. 83 - Ornament se sedmicípými hvězdami [2]



Obr. 84 - Kompozice se sedmicípými hvězdami [2]

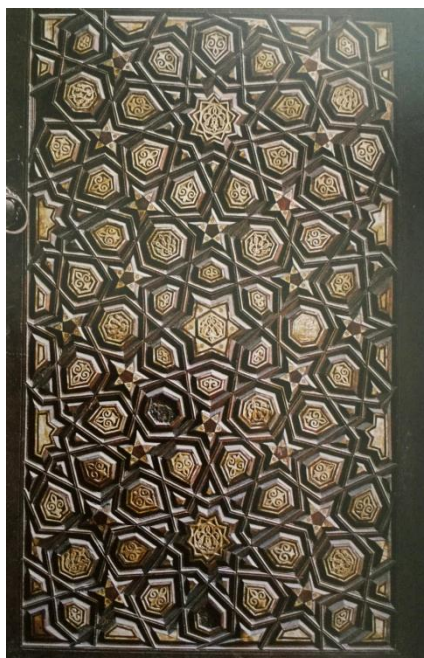
Devíticípé hvězdy se obvykle používají v kombinaci s dalšími hvězdami. Velmi dobře se kombinují s hvězdami šesticípými, dvanácticípými a osmácticípými. Důvodem je, že čísla 6, 12 a 18 jsou všechna dělitelná třemi. Kompozice s devíticípými a dvanácticípými hvězdami je možné nalézt v různých částech islámského světa. Jednu takovou kompozici vytvořil Abd al-Rahman Katkhuda na stropě v Sabil-Kuttab v Káhiře (Obr. 85) [2].



Obr. 85 - Kompozice v Sabil-Kuttab v Káhiře [2]

Kombinace devíticípých a šesticípých hvězd je také velmi populární. Dřevěný panel na minbaru v komplexu sultána Al-Ašrafa Kajtbáje v Káhiře (Obr. 86) obsahuje hlavně devíticípé hvězdy uspořádané kolem šesticípé hvězdy uprostřed. Zásadní roli v kompozici hrají sedmiúhelníky. Šest sedmiúhelníků je uspořádáno kolem centrální šesticípé hvězdy a zbytek v blízkosti rohů kompozice, kde se nacházejí čtvrtiny šesticípých hvězd. Jako je tomu u většiny dřevěných panelů v Káhiře, i zde je kompozice vylepšena použitím vyřezávané slonoviny a ozdobným vykládáním z různě barevného dřeva. Každý okvětní lístek a sedmiúhelník je ozdoben vyřezávanou slonovinou s rostlinným vzorem. Vzor na sedmiúhelnících je však detailnější

a propracovanější než na okvětních lístcích. Je zvláštní, že pěticípé hvězdy v kompozici nebyly ozdobeny rostlinným vzorem. Místo toho jsou její cípy tvořeny trojúhelníky ze slonoviny ozdobenými jednoduchým kruhovým motivem. Dokonce i cípy u středové šesticípé hvězdy jsou vytvořeny stejným způsobem. Při pozorném prozkoumání kompozice si můžeme povšimnout, že některým prvkům byla věnována větší pozornost, a jsou tedy mnohem propracovanější. To je v islámském umění velmi neobvyklé a přivádí nás to k myšlence, že na kompozici pravděpodobně pracovalo více umělců s různou úrovní dovedností. Dokonce můžeme v kompozici najít prvek, který není dokončen. Jedná se o sedmiúhelník napravo od centrální šesticípé hvězdy, na kterém je rostlinný vzor pouze naznačen [2].



Obr. 86 - Dřevěný panel na minbaru v komplexu sultána Al-Ašrafa Kajtbáje v Káhiře [2]

8 Popis tvorby islámských geometrických ornamentů

V této kapitole je popsána tvorba vybraných islámských geometrických vzorů. Vzory jsou rozděleny do skupin podle toho, na kterém mnohoúhelníku jsou založeny. Všechny zde uvedené vzory je možné narýsovat pouze za pomoci pravítka a kružítka. U každého z nich je uvedeno místo, kde je možné tento vzor najít, a období, z kterého pochází. Většina vzorů je navíc doplněna fotografií.

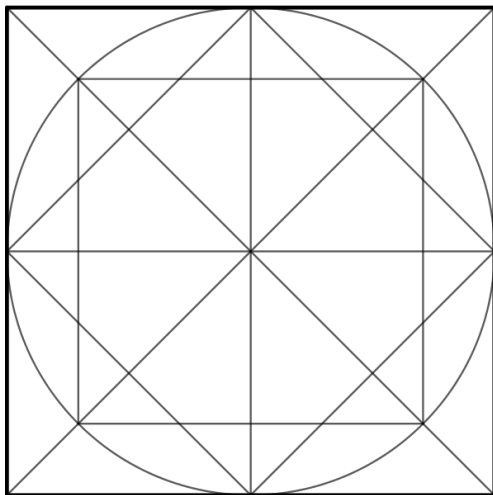
Primárním zdrojem pro tuto kapitolu je kniha El-Saida a Parmana [5]. Vzory na str. 104 a 135 jsou vytvořeny podle Brouga [3].

8.1 Vzory založené na čtverci

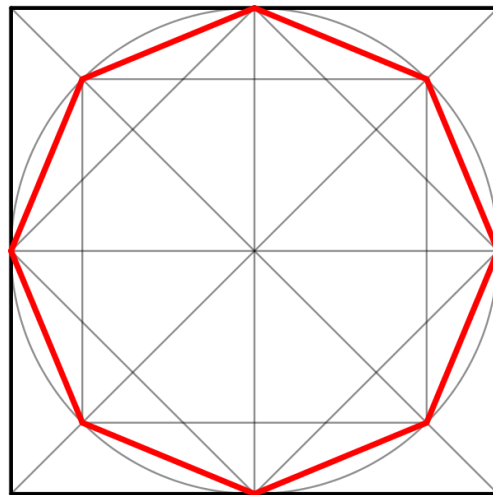
Na následujících stranách je popsána tvorba vybraných čtyřčetných vzorů. Každý z těchto vzorů vychází ze základní šablony, která se skládá ze dvou čtverců vepsaných do kružnice tvořících osmicípou hvězdu (Obr. 64). Opakovanou jednotkou je v tomto případě čtverec. Mnohočetným opakováním této opakované jednotky získáme výsledný design.

Farúmadská mešita

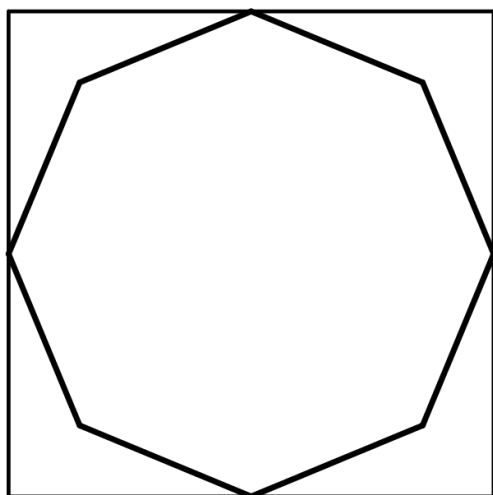
Farúmad, Írán (13. století)



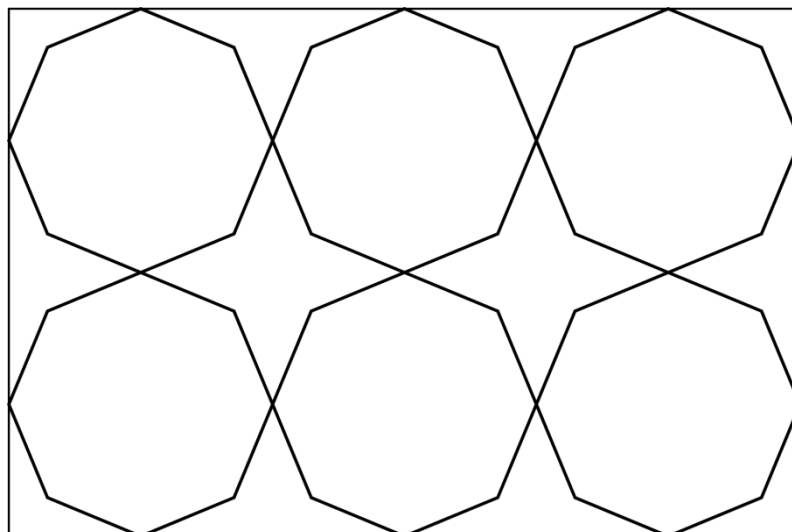
1. Narýsujeme výchozí šablonu.



2. Narýsujeme podle obrázku osm úseček tvořících výsledný vzor.



3. Výsledný vzor bez konstrukčních čar.



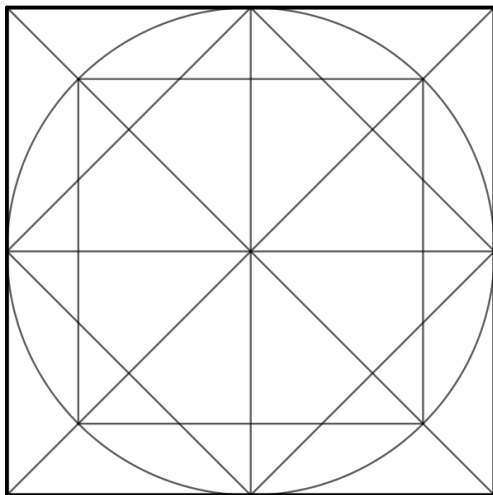
Obr. 87 - Ornament ve Farúmadské mešitě I. [20]



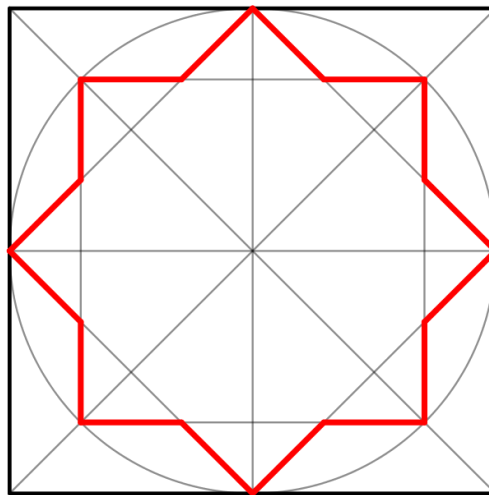
Obr. 88 - Ornament ve Farúmadské mešitě II. [5]

Cappella Palatina

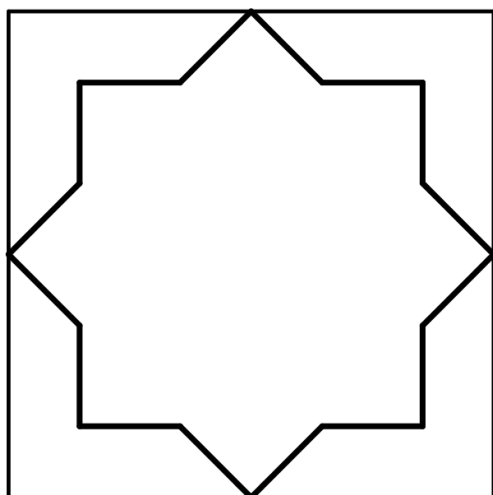
Palermo, Sicílie, Itálie (1132)



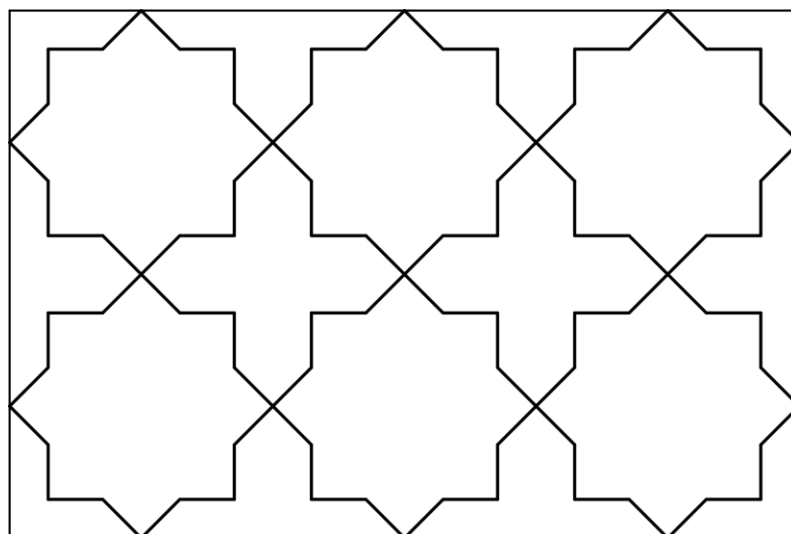
1. Narýsujeme výchozí šablonu.



2. Zvýrazníme úsečky tvořící osmicípou hvězdu.



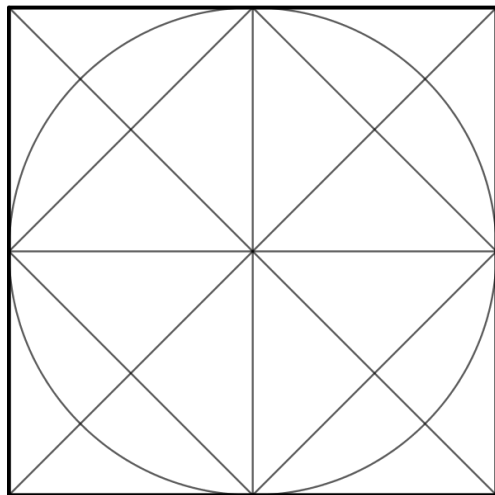
3. Výsledný vzor bez konstrukčních čar.



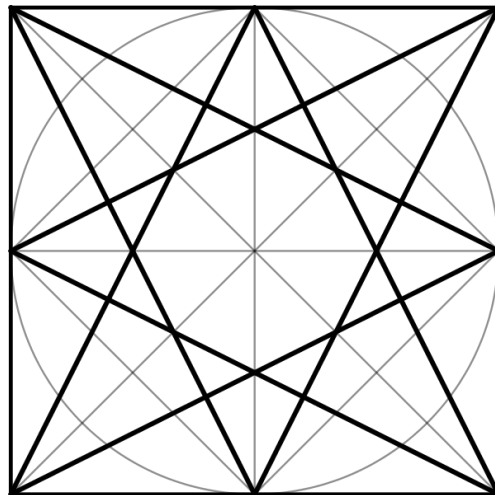
Obr. 89 - Ornament v Cappella Palatina [35]

Tádž Mahal

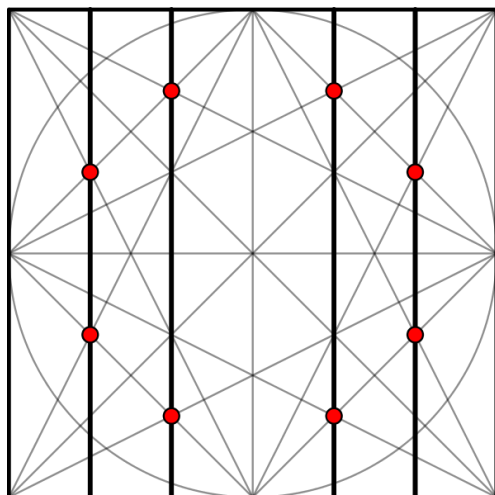
Ágra, Indie (1632)



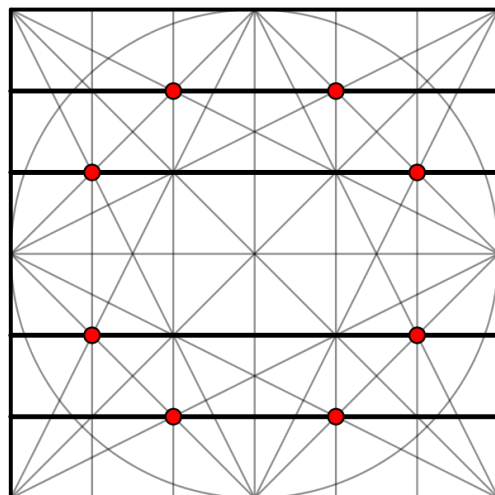
1. Narýsujeme výchozí šablonu. Pro tento vzor nám postačí vepsat do kružnice v opakované jednotce pouze jeden čtverec.



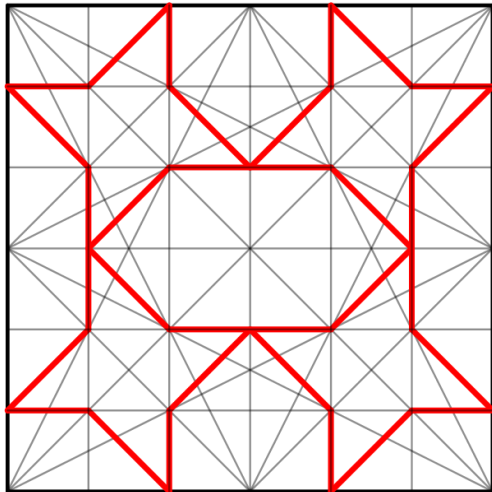
2. Z každého rohu vedeme dvě úsečky do středů protějších stran.



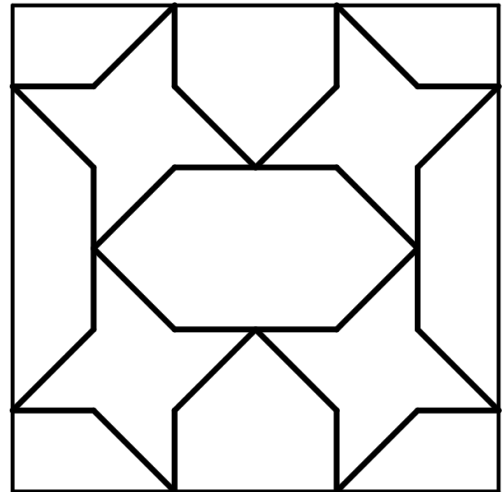
3. Narýsujeme čtyři rovnoběžné přímky určené červeně zvýrazněnými průsečíky.



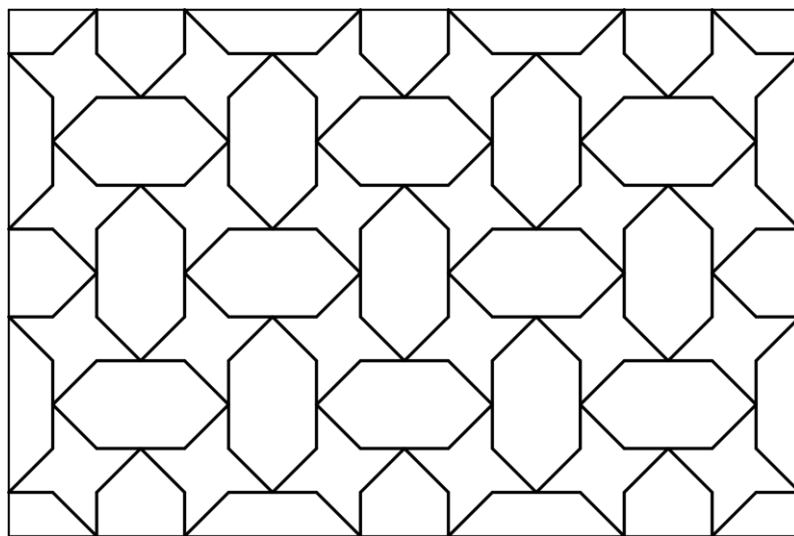
4. Narýsujeme další čtyři rovnoběžné přímky.



5. V každém rohu sestojíme čtyřcípou hvězdu podle obrázku. Tím nám vznikne výsledný vzor.



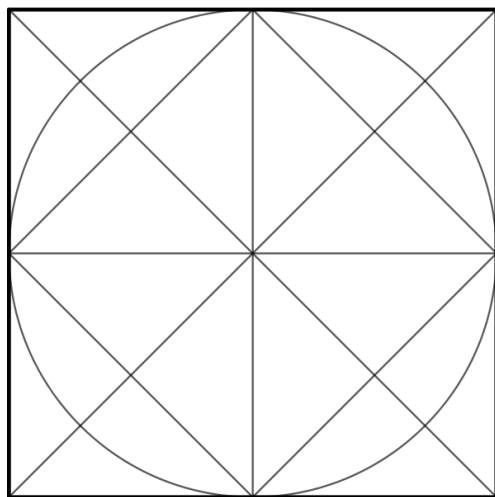
6. Výsledný vzor bez konstrukčních čar.



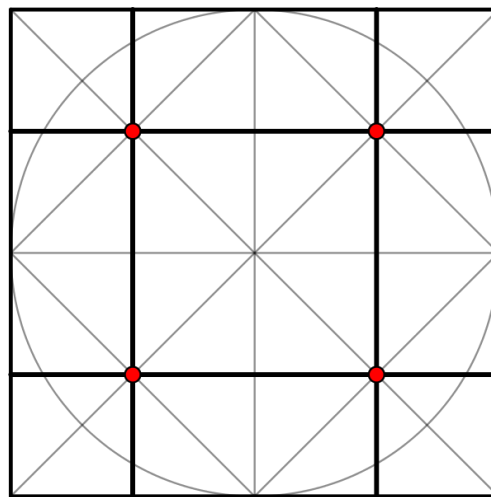
Obr. 90 - Ornament v Tádž Mahalu [38]

Madrasa Büyät Karatay

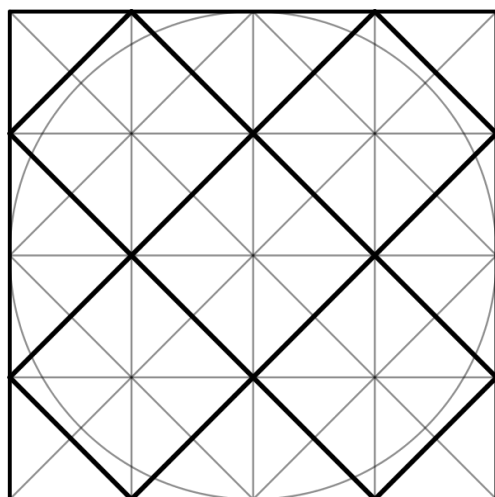
Konya, Turecko (1251)



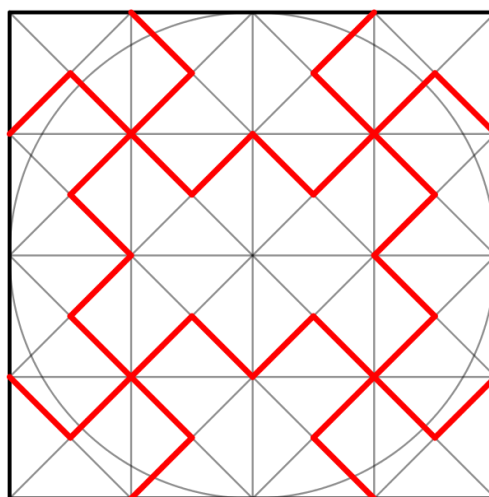
1. Narýsujeme výchozí šablonu. Pro tento vzor nám postačí vepsat do kružnice v opakované jednotce pouze jeden čtverec.



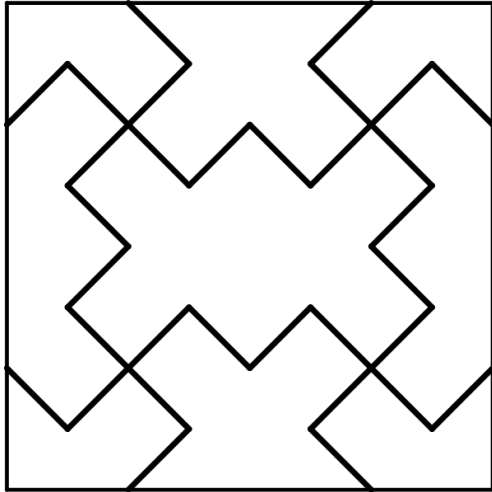
2. Narýsujeme čtyři přímky určené červeně zvýrazněnými průsečíky.



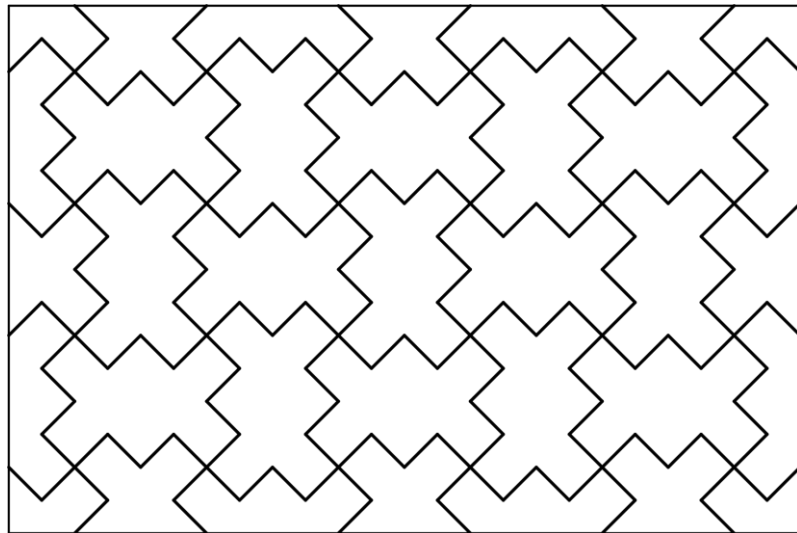
3. V opakované jednotce sestrojíme dva obdélníky podle obrázku.



4. Nyní zvýrazníme červeně narýsované lomené čáry tvořící výsledný vzor.



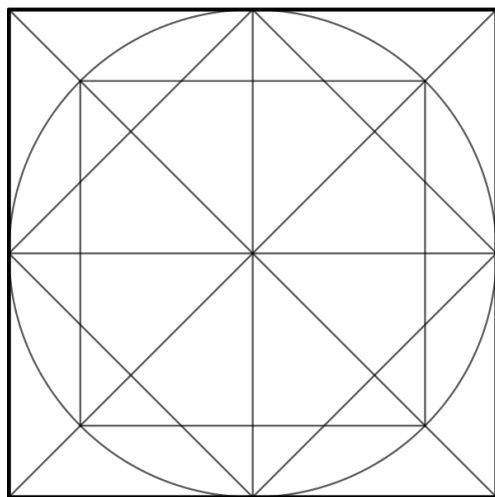
5. Výsledný vzor bez konstrukčních čar.



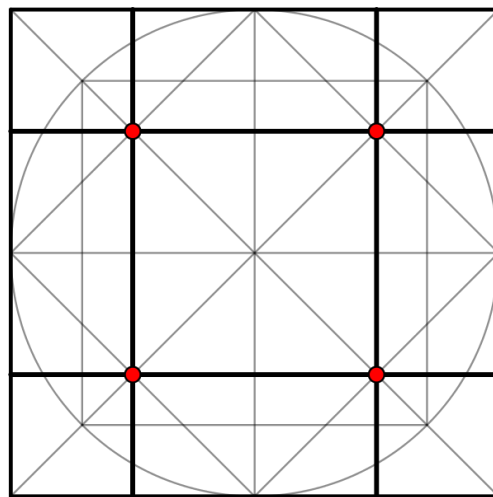
Obr. 91 - Ornamet v madrase Büyüt Karatay [19]

Páteční mešita v Isfahánu

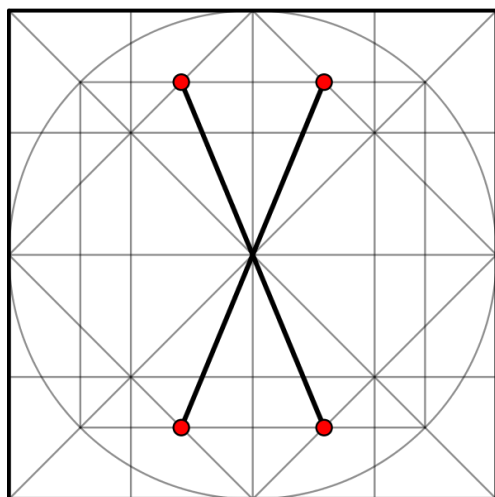
Isfahán, Írán (1310)



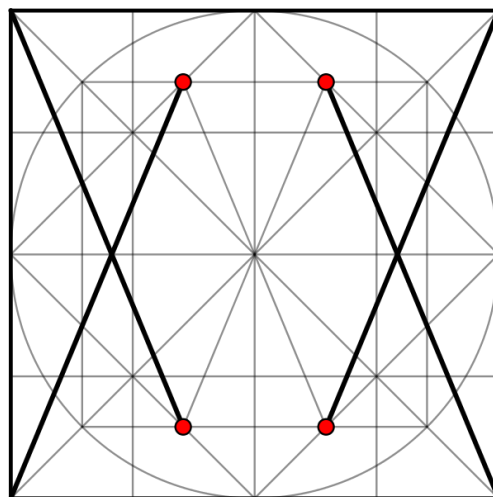
1. Narýsujeme výchozí šablonu.



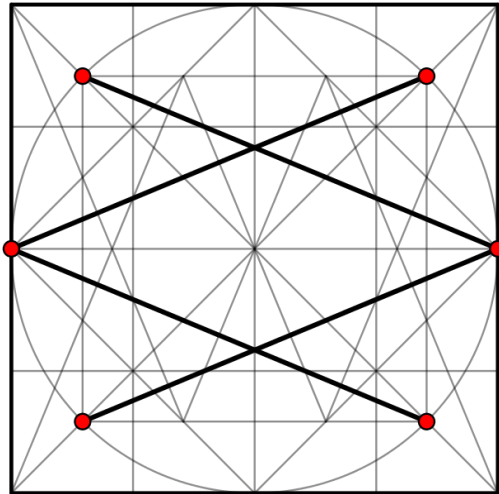
2. Sestrojíme dva páry rovnoběžných přímk určených zvýrazněnými průsečíky.



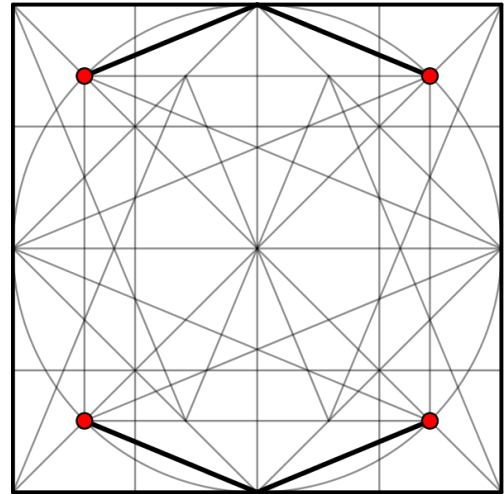
3. Narýsujeme dvě úsečky ve tvaru písmene „X“.



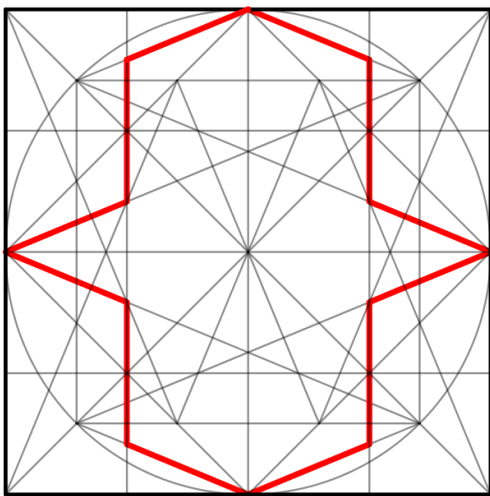
4. Z každého rohu vedeme úsečku do jednoho ze zvýrazněných průsečíků.



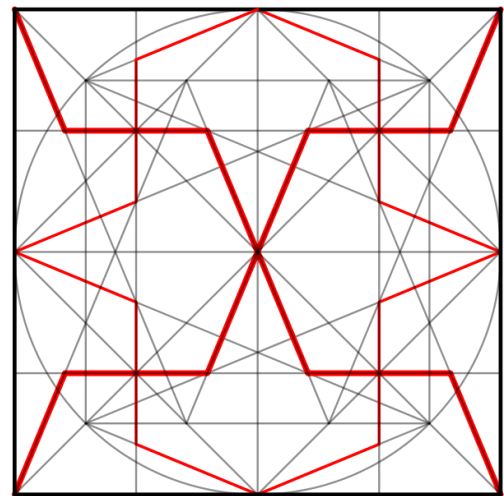
5. Narýsujeme dvě lomené čáry ve tvaru písmene „V“.



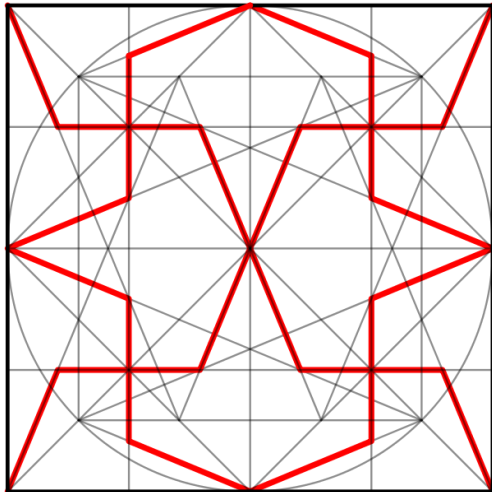
6. Ze středu horní a spodní strany opakovaně jednotky vedeme dvě úsečky končící ve zvýrazněných průsečících.



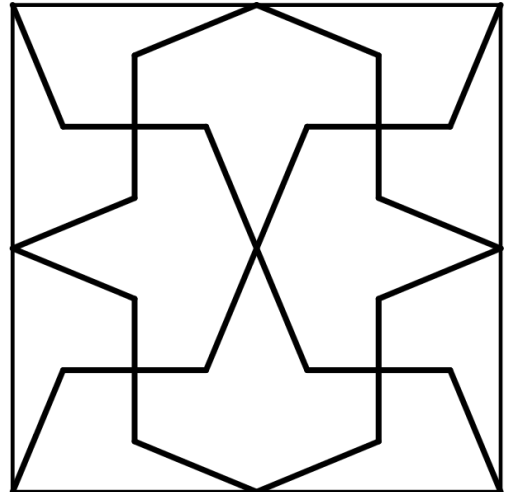
7. Zvýrazníme červený obrazec.



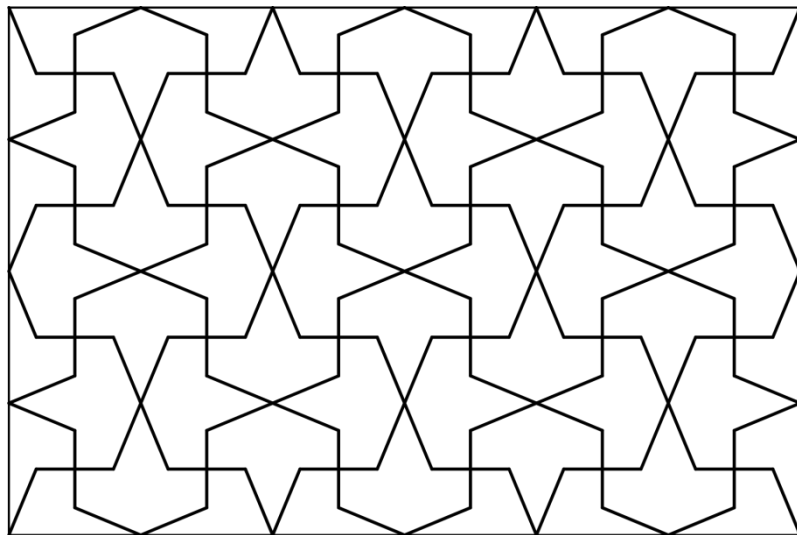
8. Zvýrazníme ještě dvě červené lomené čáry.



9. Výsledný vzor.



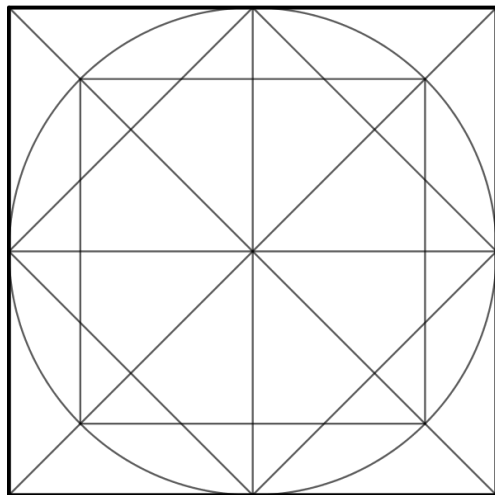
10. Výsledný vzor bez konstrukčních čar.



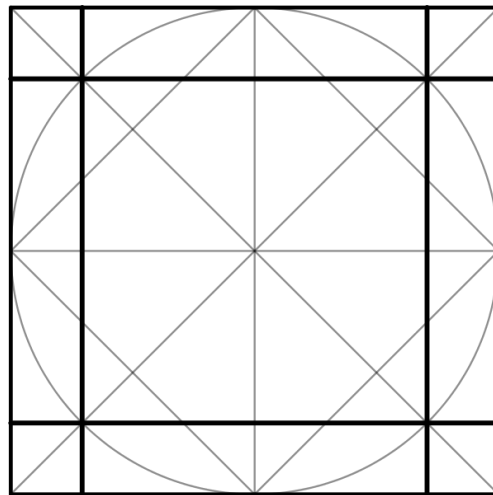
Obr. 92 - Ornament v Páteční mešitě v Isfahánu [2]

Mauzoleum v Chishti Sharif

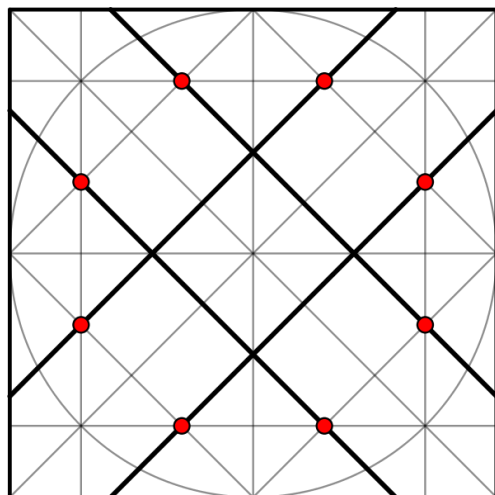
Chishti Sharif, Afghánistán (12. století)



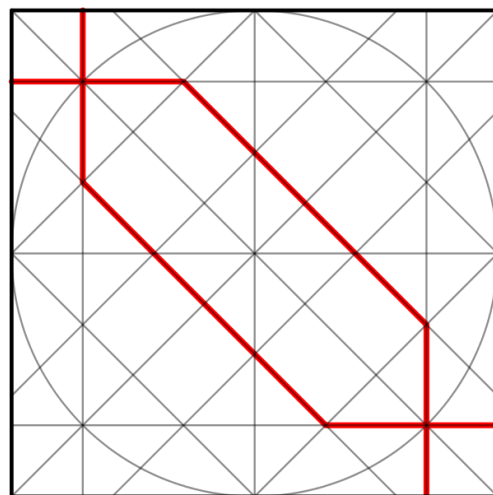
1. Narýsujeme výchozí šablonu.



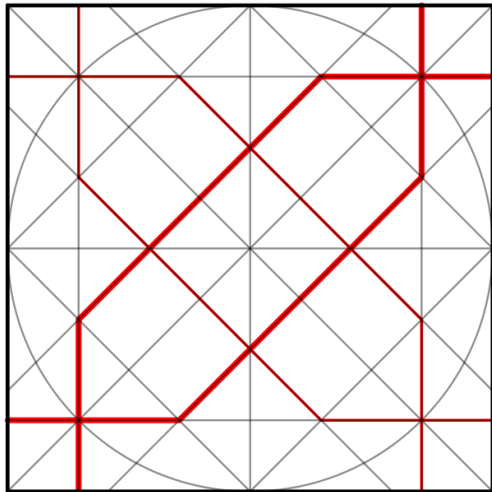
2. Prodloužíme strany čtverce vepsaného do kružnice tak, aby protínaly základní čtverec opakované jednotky.



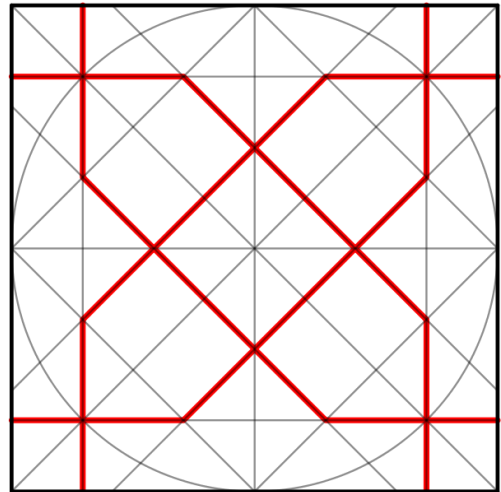
3. Narýsujeme dva páry rovnoběžných přímek určených zvýrazněnými průsečíky.



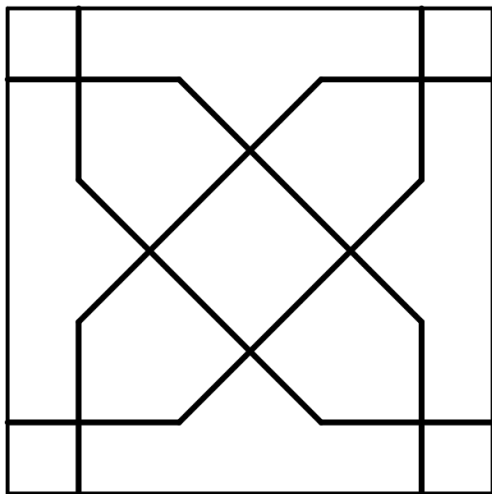
4. Zvýrazníme dvě lomené čáry, které jsou v osové souměrnosti s jednou z úhlopříček opakované jednotky.



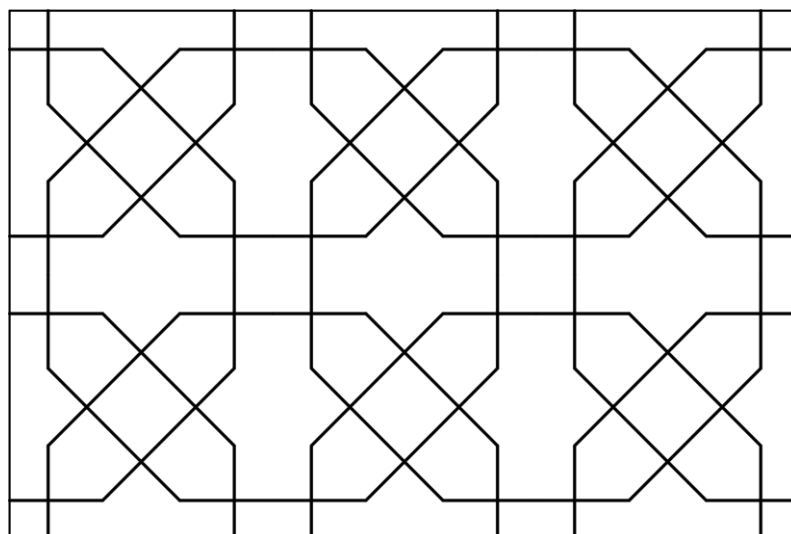
5. Zvýrazníme další dvě lomené čáry v osové souměrnosti s druhou úhlopříčkou opakované jednotky.



6. Výsledný vzor.



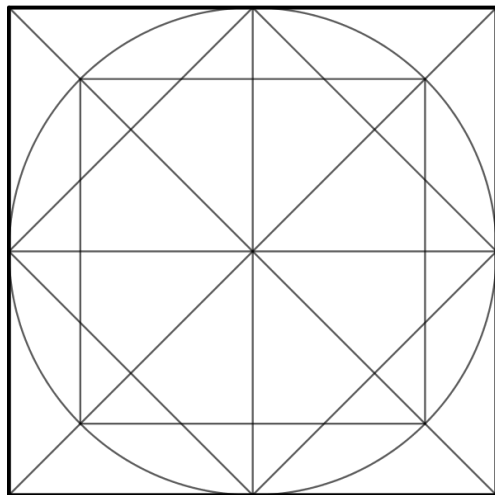
7. Výsledný vzor bez konstrukčních čar.



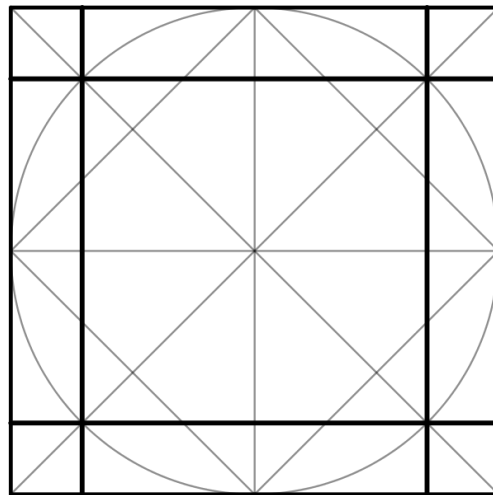
Obr. 93 - Ornament v mauzoleu v Chishti Sharif [2]

Mauzoleum Chawádža Atábeg

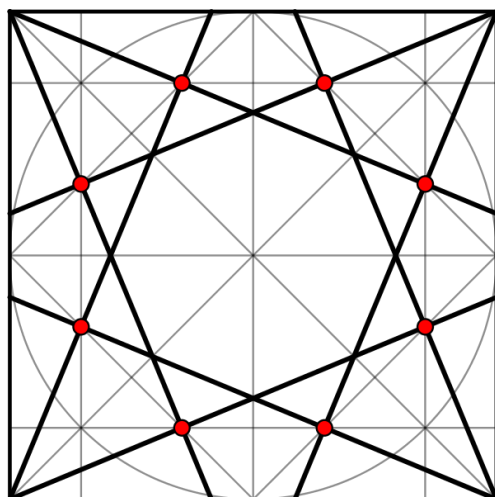
Kirmán, Írán (12. století)



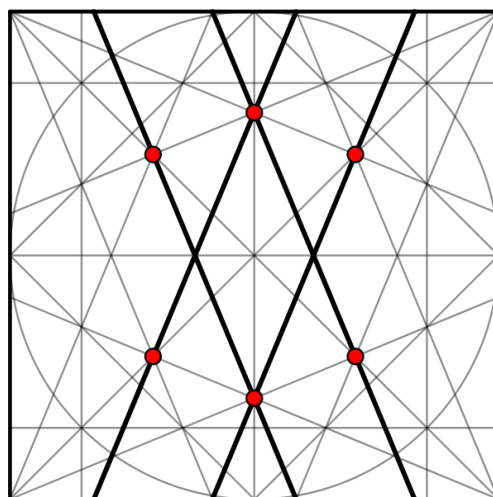
1. Narýsujeme výchozí šablonu.



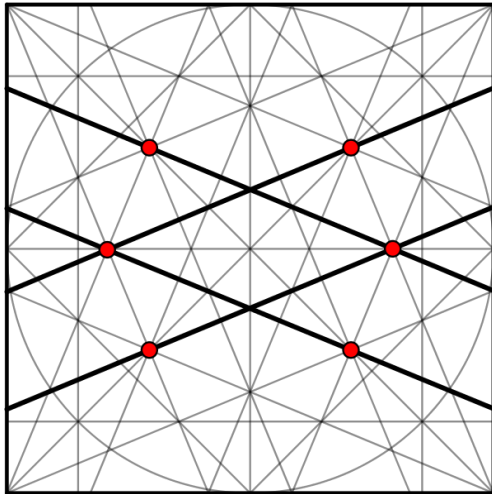
2. Prodloužíme strany čtverce vepsaného do kružnice tak, aby protínaly základní čtverec opakovaně jednotky.



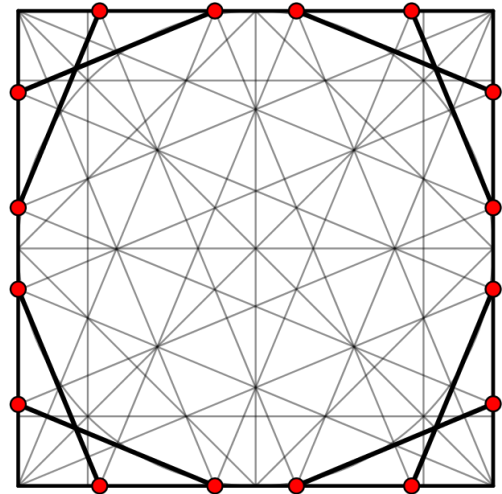
3. Z každého rohu vedeme dvě polopřímky procházející vyznačenými průsečíky.



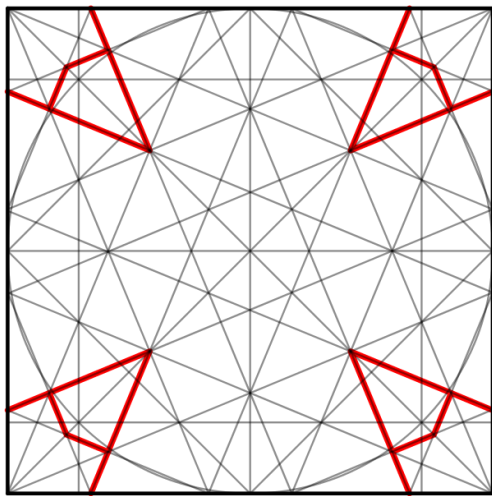
4. Zvýrazněnými průsečíky vedeme dva páry rovnoběžných přímek.



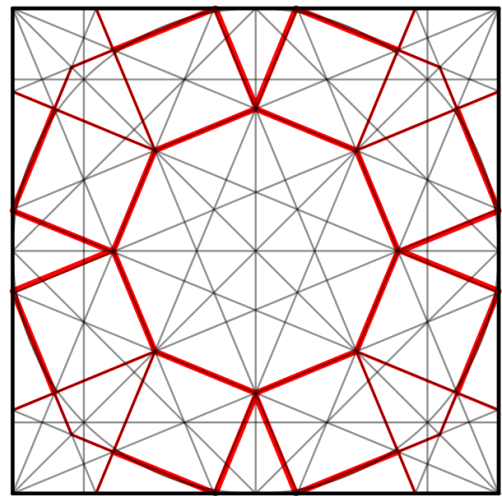
5. Narýsujeme další dva páry rovnoběžných přímek.



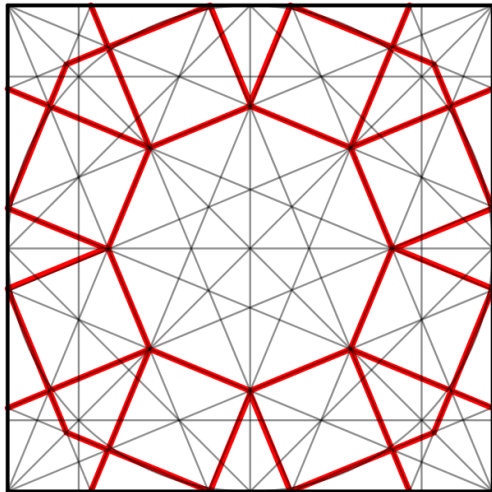
6. V každém rohu opakované jednotky narýsujeme dvě úsečky podle obrázku.



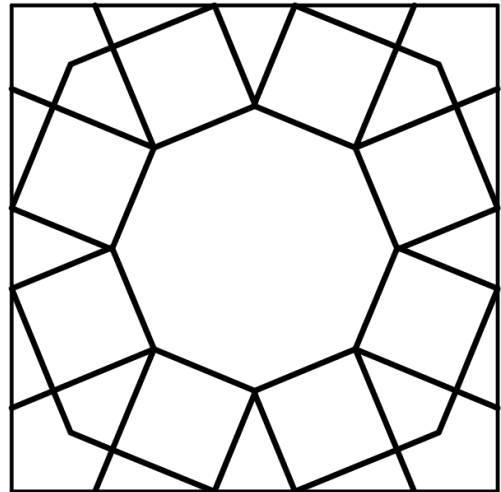
7. Zvýrazníme červené úsečky.



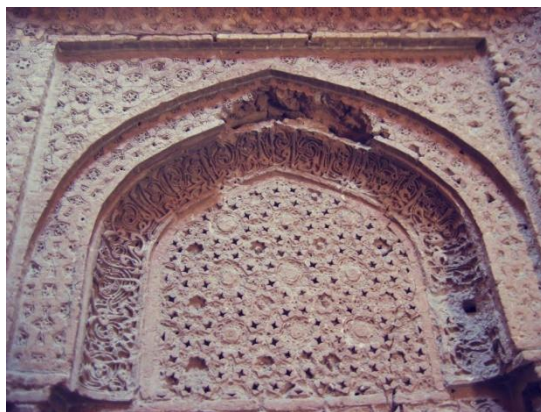
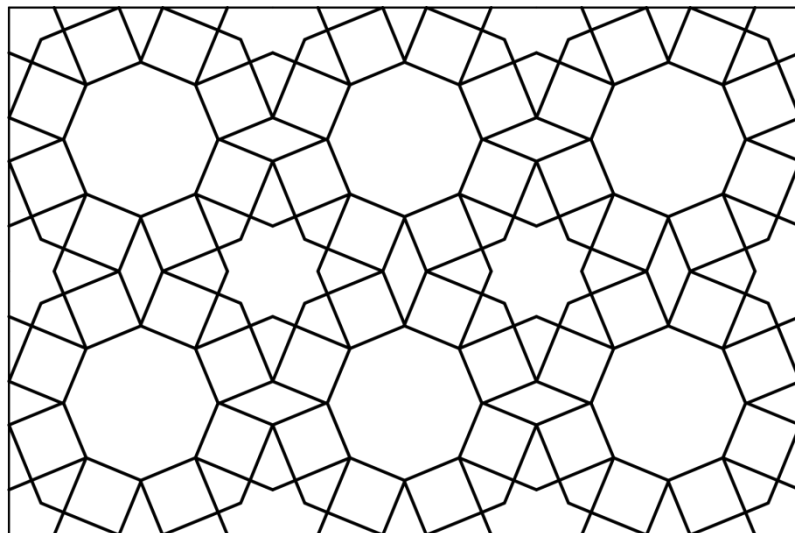
8. Zvýrazníme červené úsečky.



9. Výsledný vzor.



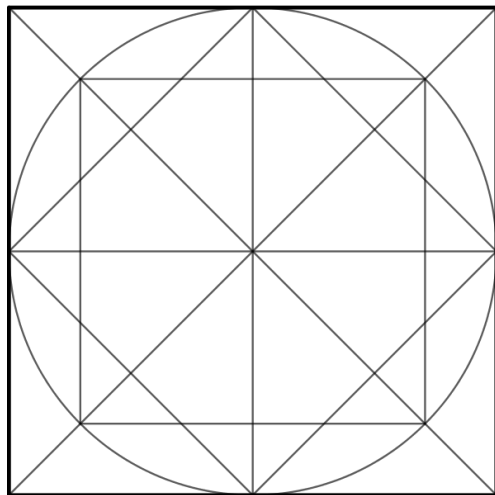
10. Výsledný vzor bez konstrukčních čar.



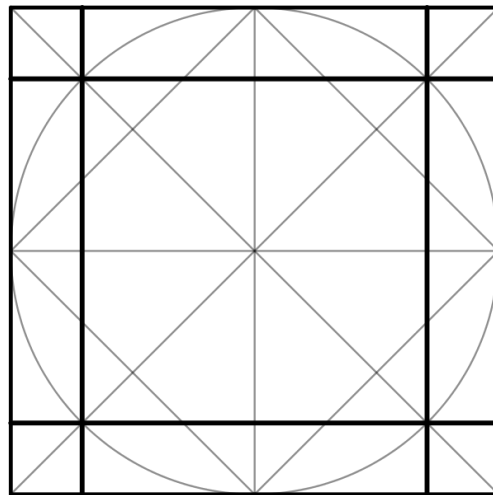
Obr. 94 - Ornament v mauzoleu Chawádža Atábeg [40]

Madrasa v Khargírdu

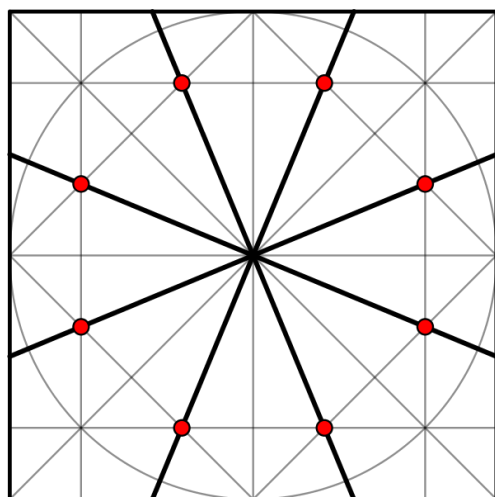
Khargírd, Írán (1444)



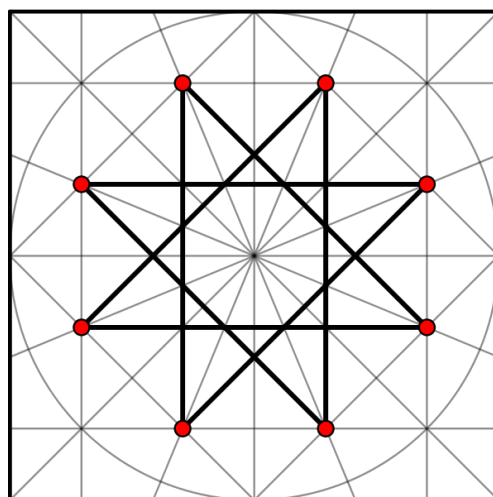
1. Narýsujeme výchozí šablonu.



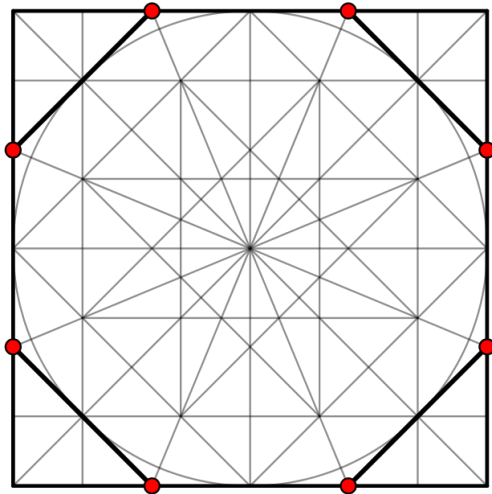
2. Prodloužíme strany čtverce vepsaného do kružnice tak, aby protínaly základní čtverec opakovaně jednotky.



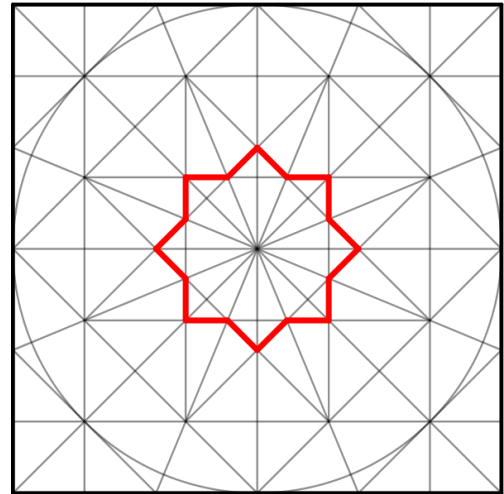
3. Narýsujeme dva páry rovnoběžných přímek.



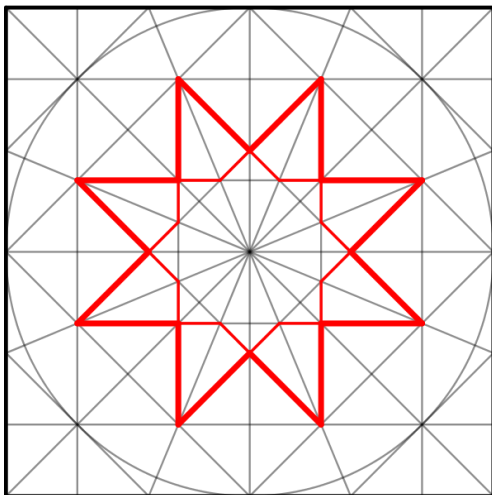
4. Nyní sestojíme čtyři páry rovnoběžných úseček tvořících osmicípou hvězdu.



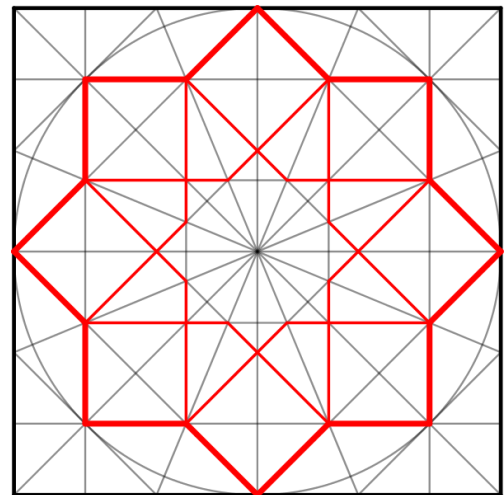
5. V každém rohu narýsujeme úsečku podle obrázku.



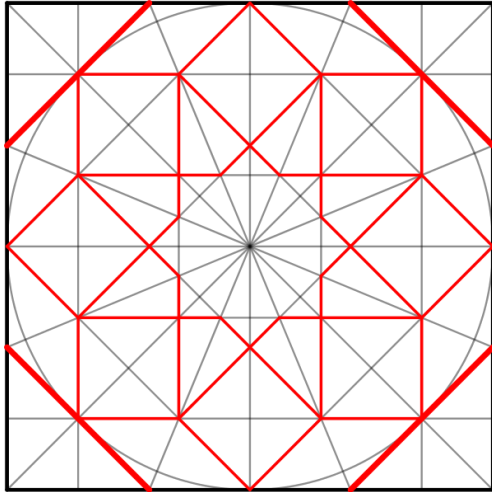
6. Ve středu opakované jednotky zvýrazníme osmicípou hvězdu.



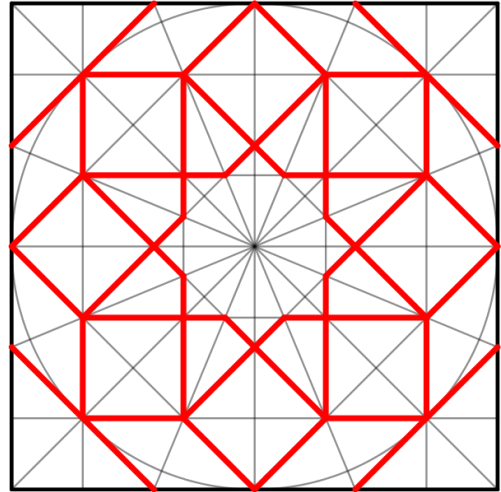
7. Zvýrazníme další osmicípou hvězdu.



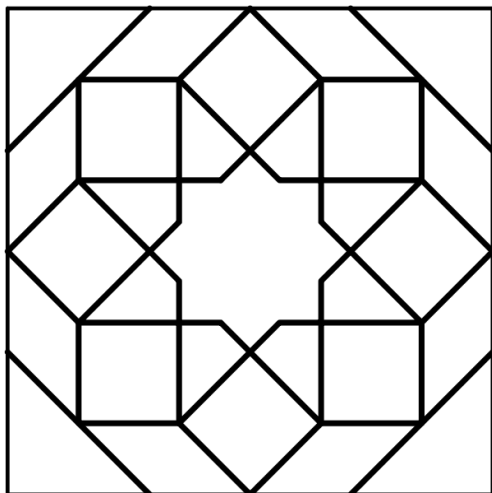
8. Zvýrazníme třetí osmicípou hvězdu.



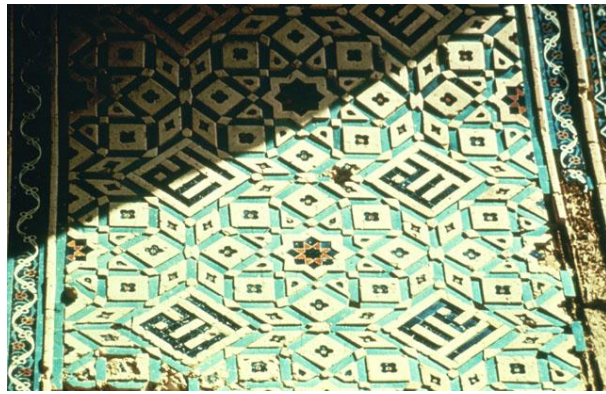
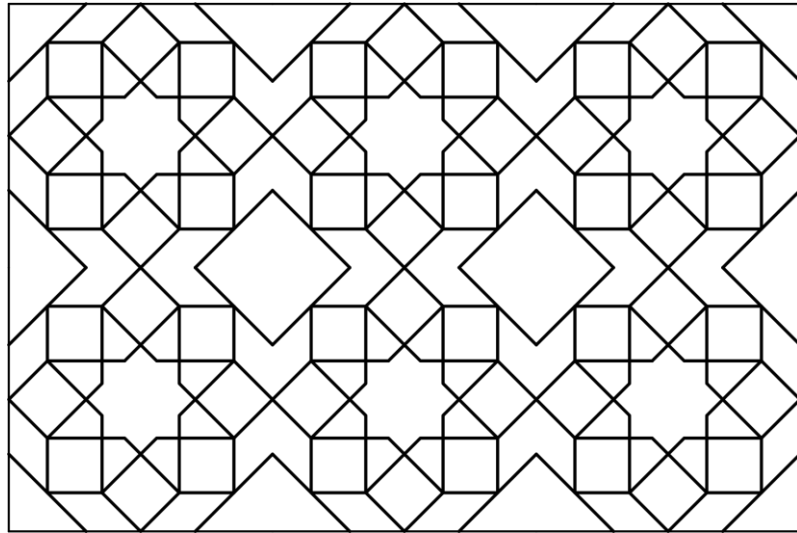
9. Na závěr zvýrazníme úsečky
narýsované v kroku č. 5.



10. Výsledný vzor.



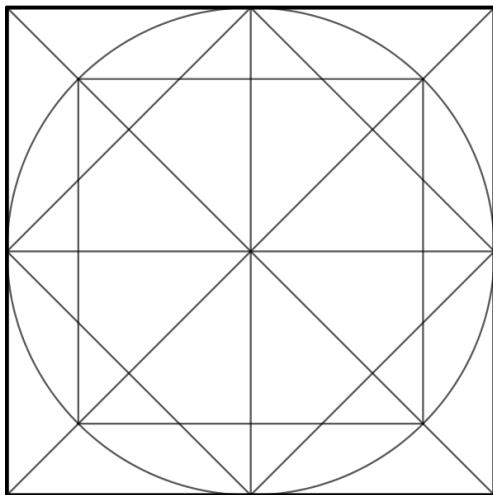
11. Výsledný vzor bez konstrukčních
čar.



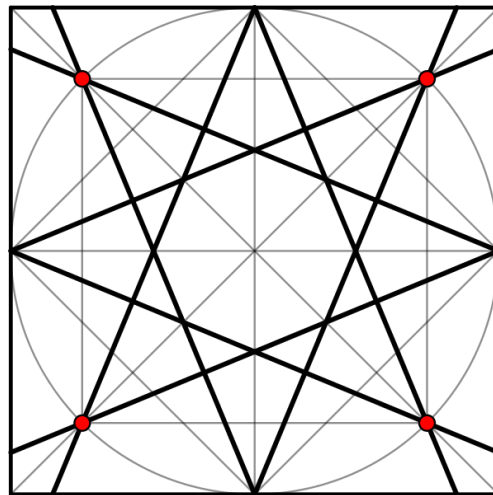
Obr. 95 - Ornament v madrase v Khargírdú [15]

Komplex Kalavun

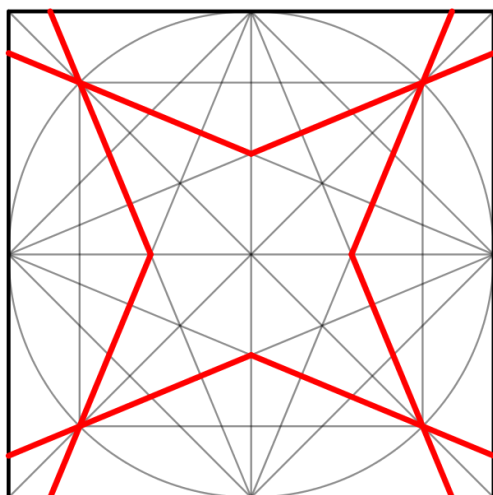
Káhira, Egypt (1284-1285)



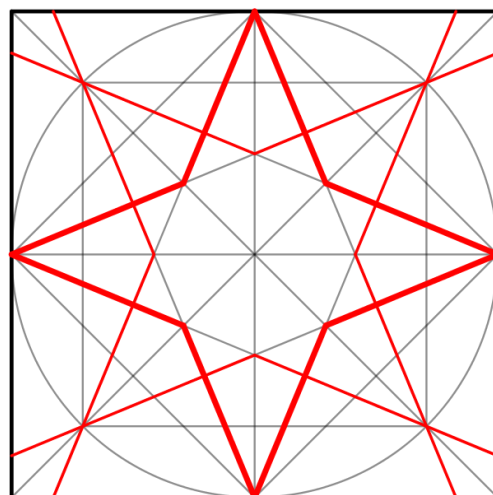
1. Narýsujeme výchozí šablonu.



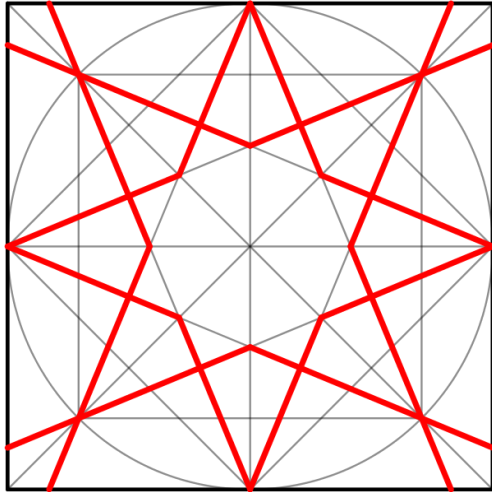
2. Ze středu každé strany opakovaně jednotky vedeme dvě polopřímky vyznačenými průsečíky.



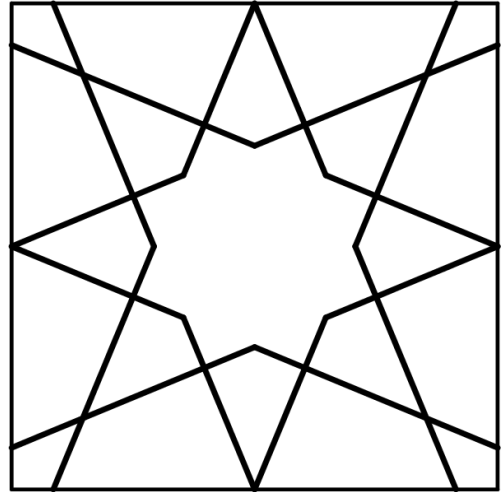
3. Zvýrazníme čtyři lomené čáry.



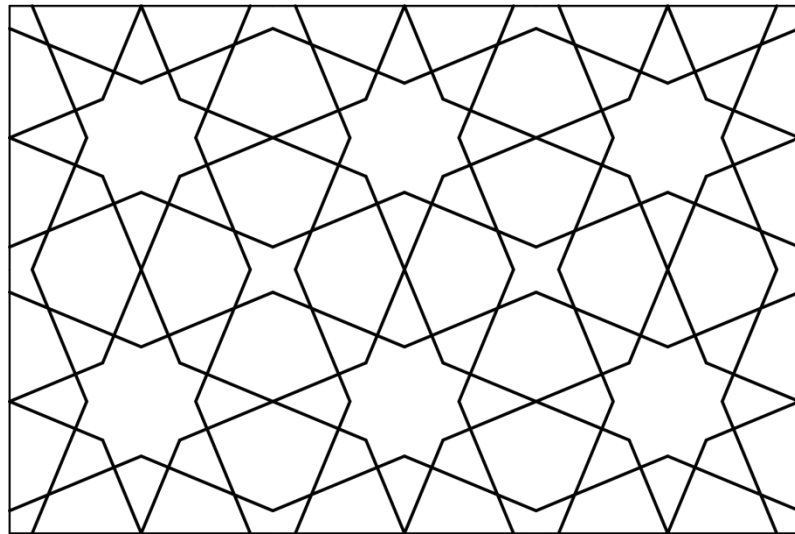
4. Zvýrazníme čtyřcípou hvězdu podle obrázku.



5. Výsledný vzor.



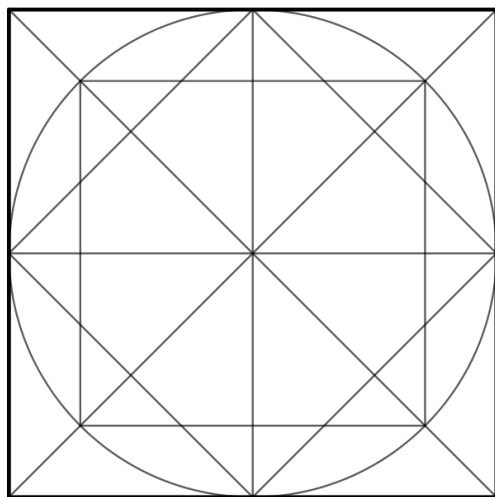
6. Výsledný vzor bez konstrukčních čar.



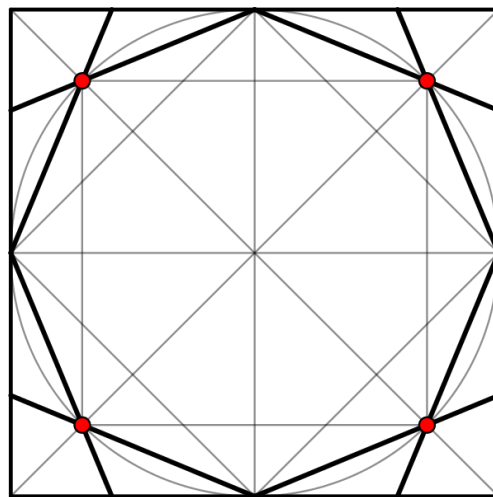
Obr. 96 - Ornament v komplexu Kalavun [2]

Komplex Huand Hatun

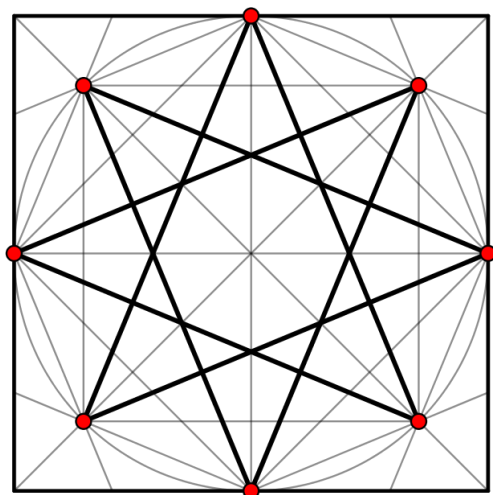
Kayseri, Turecko (1238)



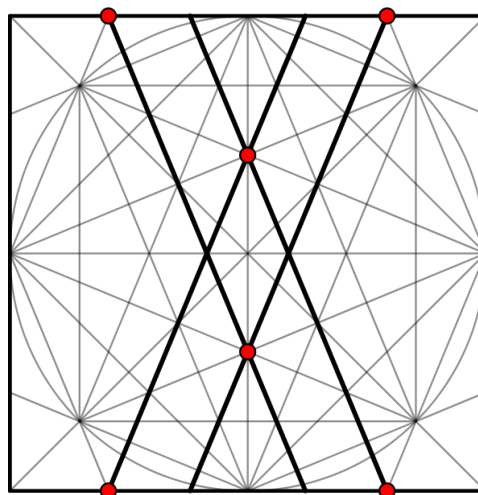
1. Narýsujeme výchozí šablonu.



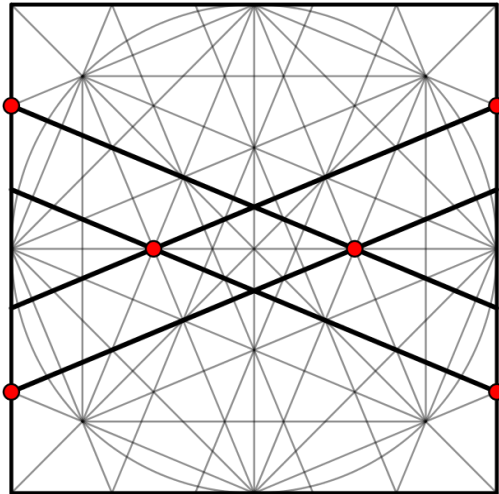
2. Ze středu každé strany opakovaně jednotky vedeme dvě polopřímky procházející červeně zvýrazněnými průsečíky.



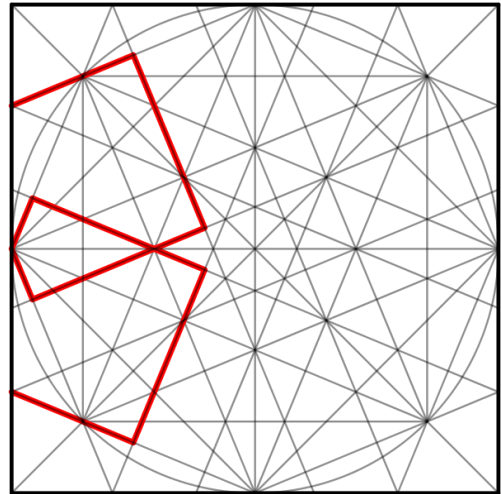
3. Nyní narýsujeme čtyři páry rovnoběžných úseček, které spolu tvoří osmicípou hvězdu.



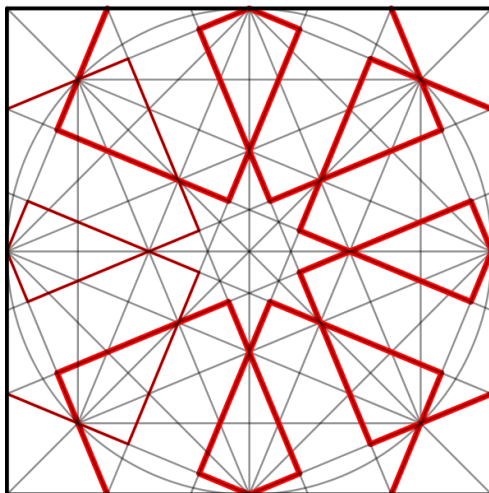
4. Zvýrazněnými průsečíky vedeme dva páry rovnoběžných polopřímek.



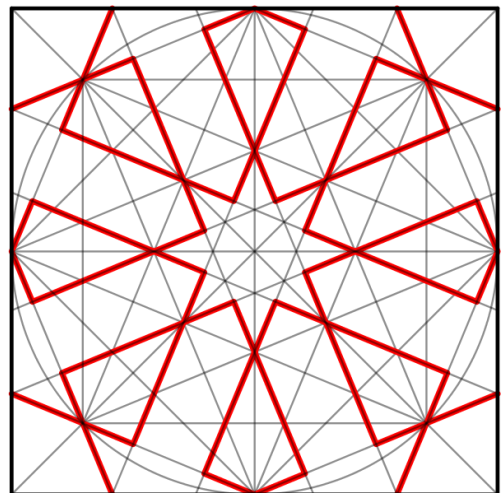
5. Sestrojíme další dva páry rovnoběžných polopřímek.



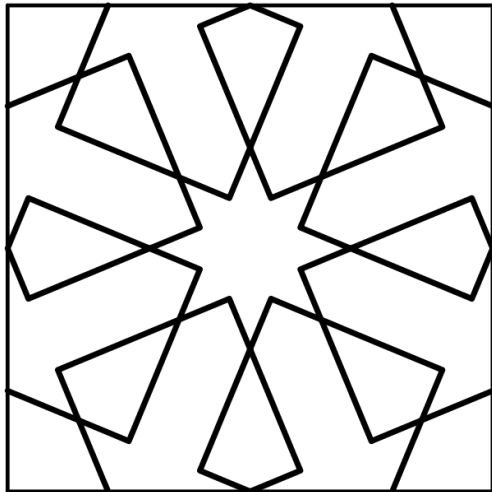
6. Zvýrazníme červenou lomenou čáru.



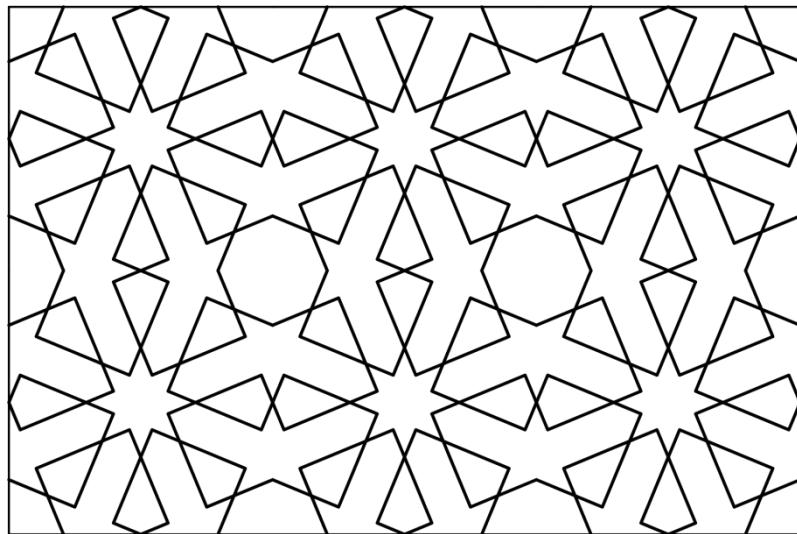
7. Předchozí krok opakujeme ještě třikrát podél zbývajících stran opakované jednotky.



8. Výsledný vzor.

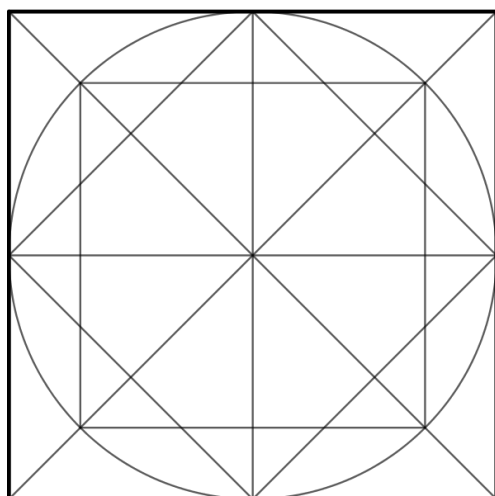


9. Výsledný vzor bez konstrukčních čar.

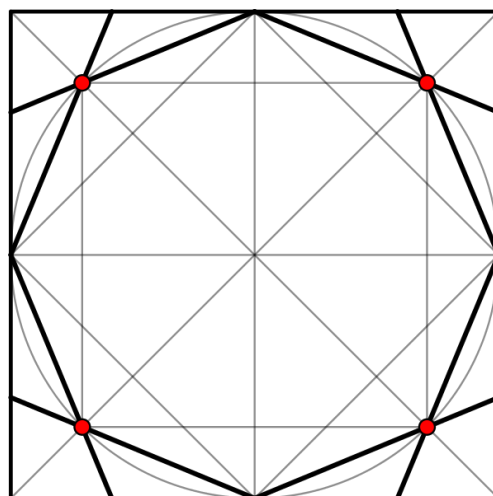


Ödžejtöovo mauzoleum

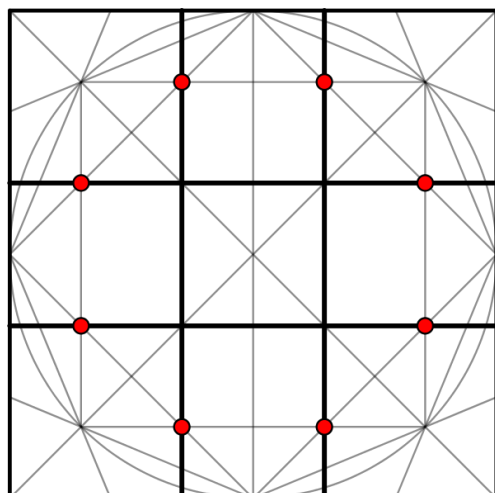
Sultanije, Írán (1302-1312)



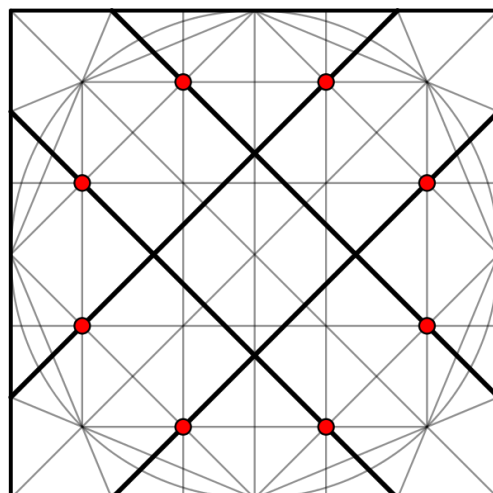
1. Narýsujeme výchozí šablonu.



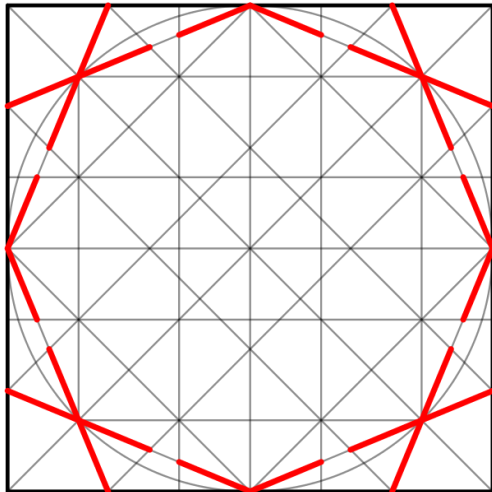
2. Ze středu každé strany opakovaně jednotky vedeme dvě polopřímky procházející červeně zvýrazněnými průsečíky.



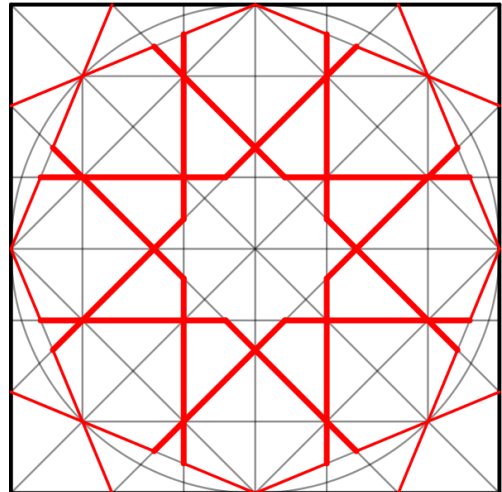
3. Narýsujeme dva páry rovnoběžných přímek, jeden jdoucí svisle a druhý vodorovně.



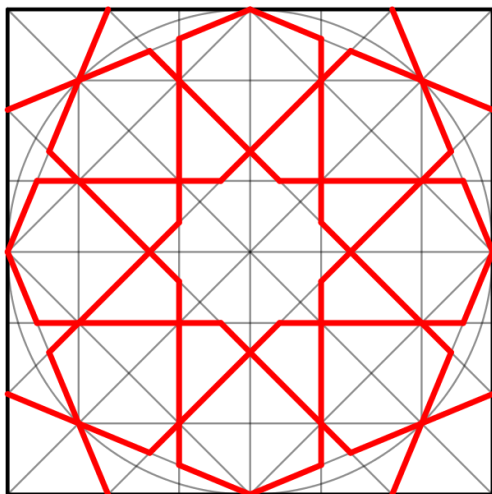
4. Stejnými průsečíky vedeme další dva páry rovnoběžných přímek.



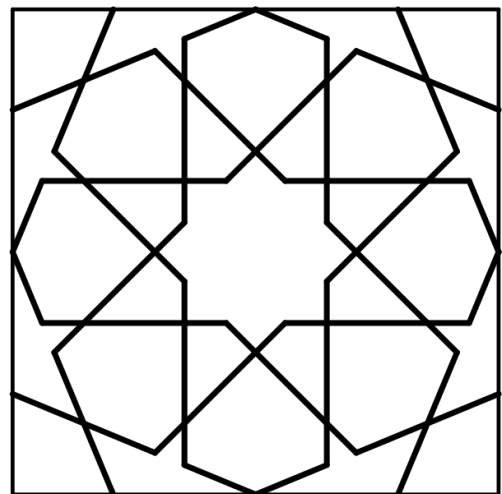
5. Zvýrazníme červené úsečky.
Dáváme přitom velký pozor na to,
kde jednotlivé úsečky začínají a
končí.



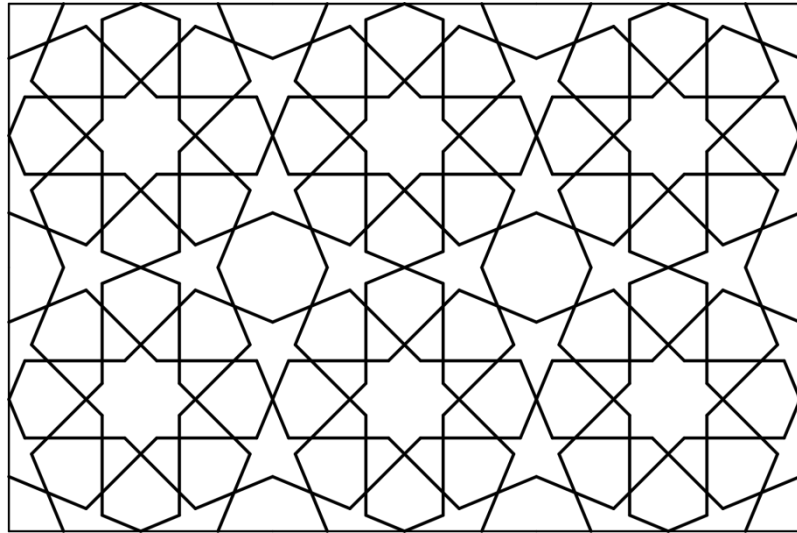
6. Nyní zvýrazníme úsečky tvořící
hvězdu.



7. Výsledný vzor.



8. Výsledný vzor bez konstrukčních
čar.



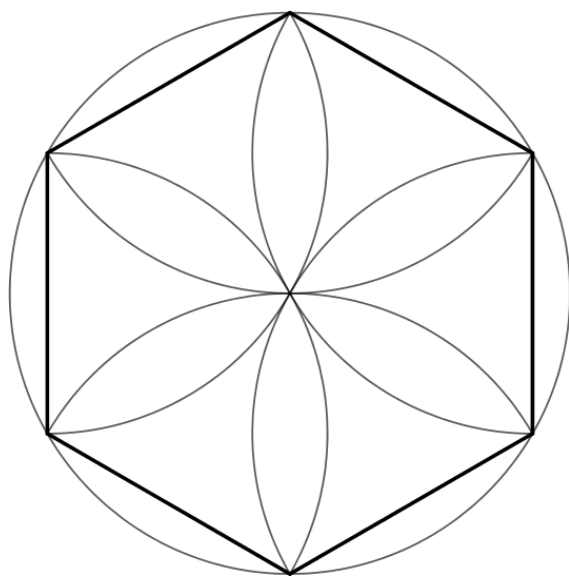
Obr. 97 - Ornament v mauzoleu ílchána Öldžejtüa [27]

8.2 Vzory založené na pravidelném šestiúhelníku

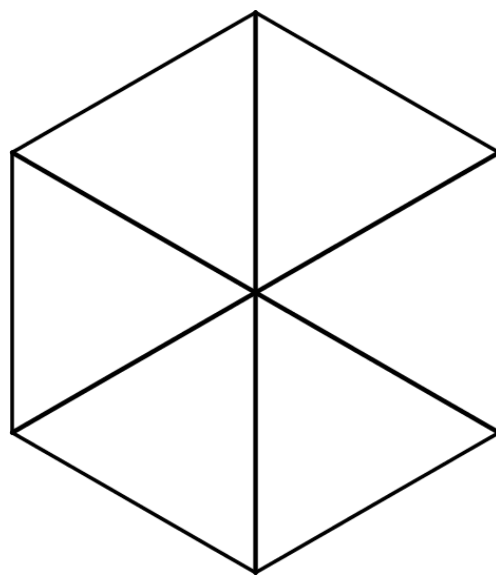
V této podkapitole je popsána tvorba vybraných šestičetných vzorů. Opakovanou jednotkou je v tomto případě pravidelný šestiúhelník. Mnohočetným opakováním této opakované jednotky získáme výsledný design.

Maqámát, Příběhy al-Harírího

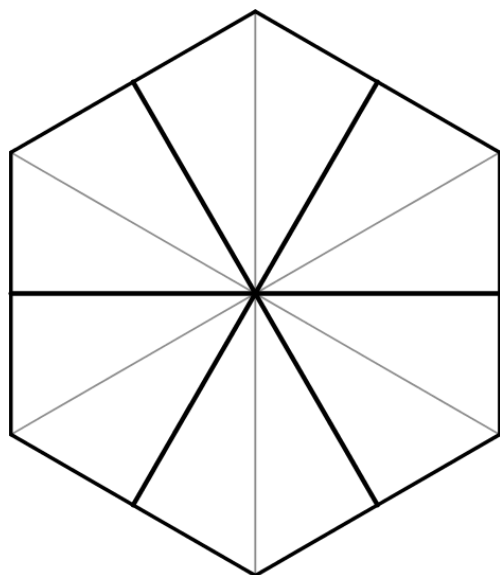
Abbásovský chalífát, opsáno v 8. století podle staršího rukopisu



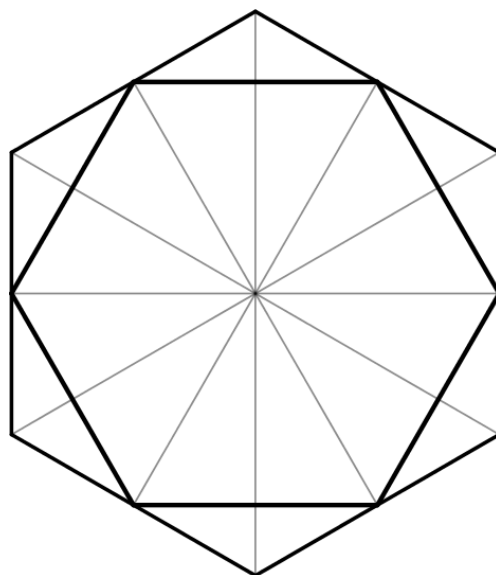
1. Narýsujeme pravidelný šestiúhelník, jenž je opakovanou jednotkou.



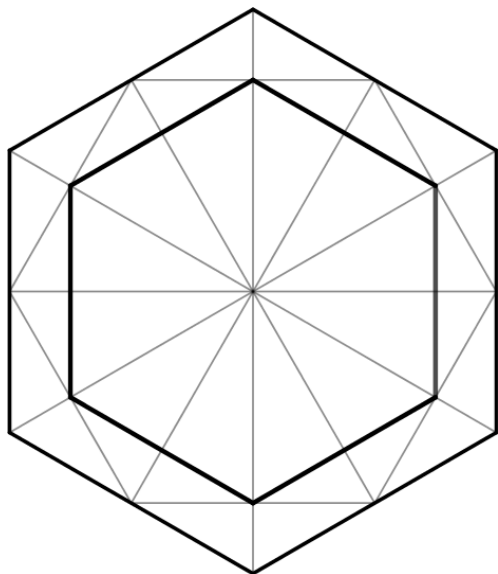
2. Narýsujeme tři úsečky spojující protilehlé vrcholy šestiúhelníku. Úsečky rozdělují opakovanou jednotku na šest stejných dílů.



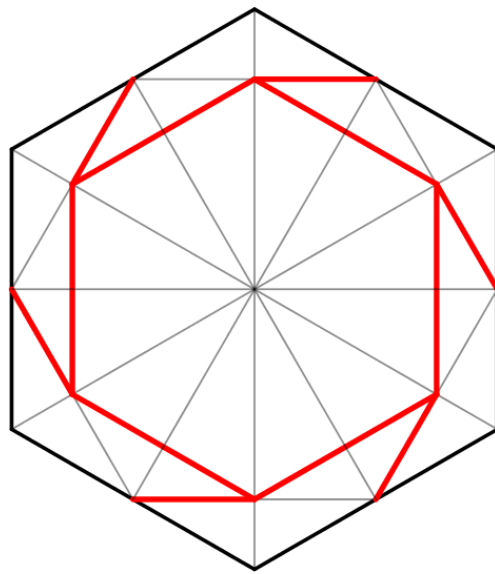
3. Narýsujeme tři přímky, které jsou osami stran pravidelného šestiúhelníku.



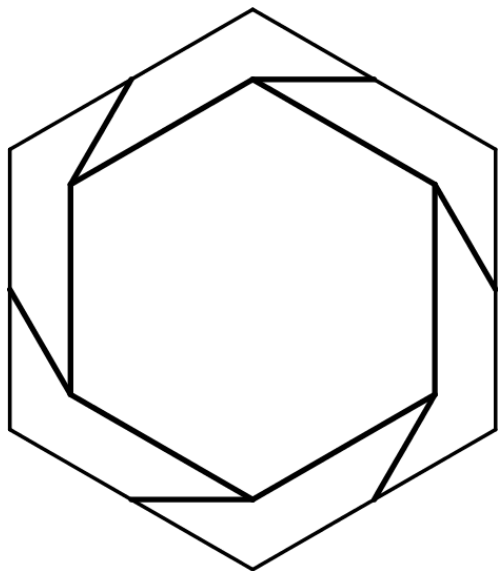
4. Sestrojíme pravidelný šestiúhelník, jehož vrcholy jsou ve středech stran opakované jednotky.



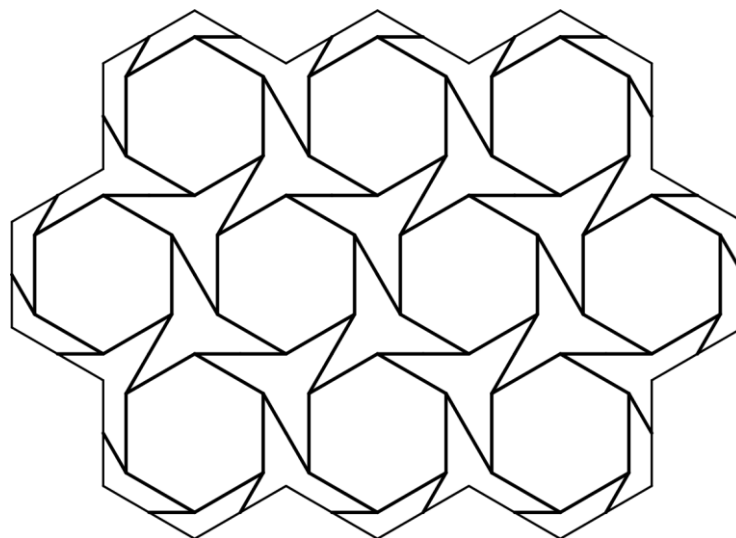
5. Uvnitř pravidelného šestiúhelníku narýsovaného v předchozím kroku sestrojíme další pravidelný šestiúhelník.



6. Zvýrazníme červené úsečky, čímž dostaneme výsledný vzor.



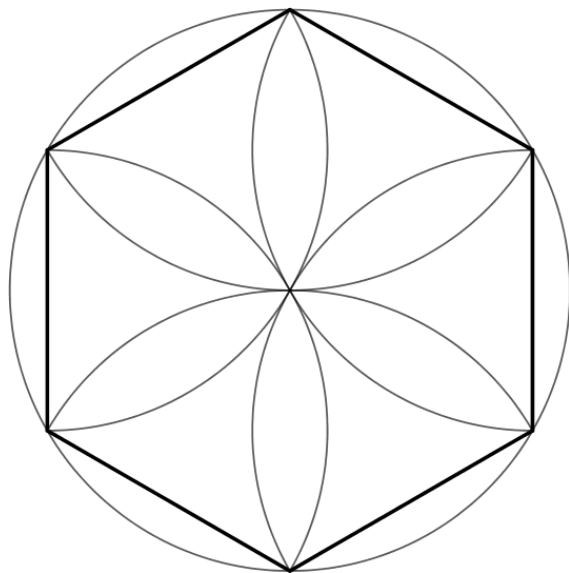
7. Výsledný vzor bez konstrukčních čar.



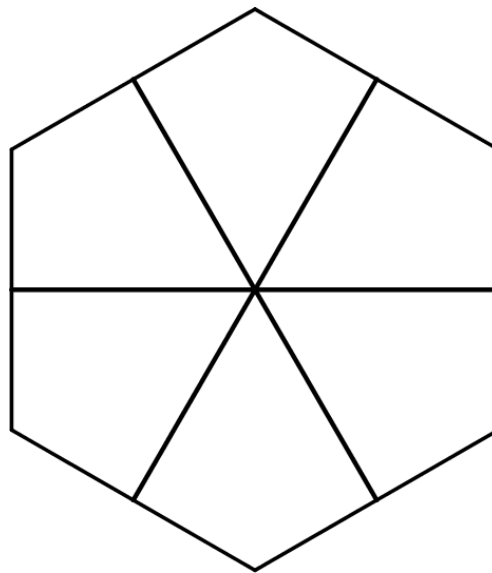
Obr. 98 - Ornament v Maqámátu [5]

Palác Topkapi

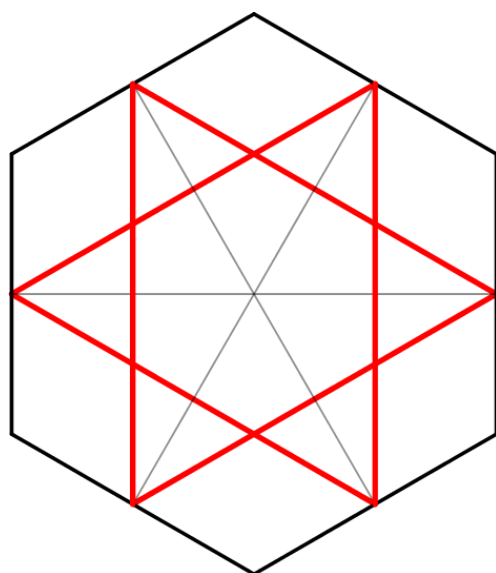
Istanbul, Turecko (1475)



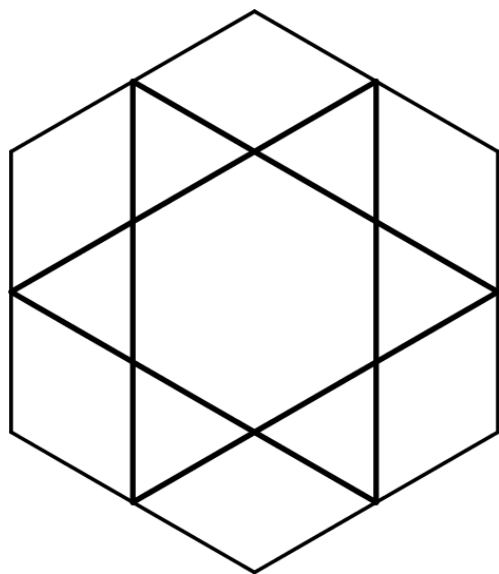
1. Narýsujeme pravidelný šestiúhelník, jenž je opakovanou jednotkou.



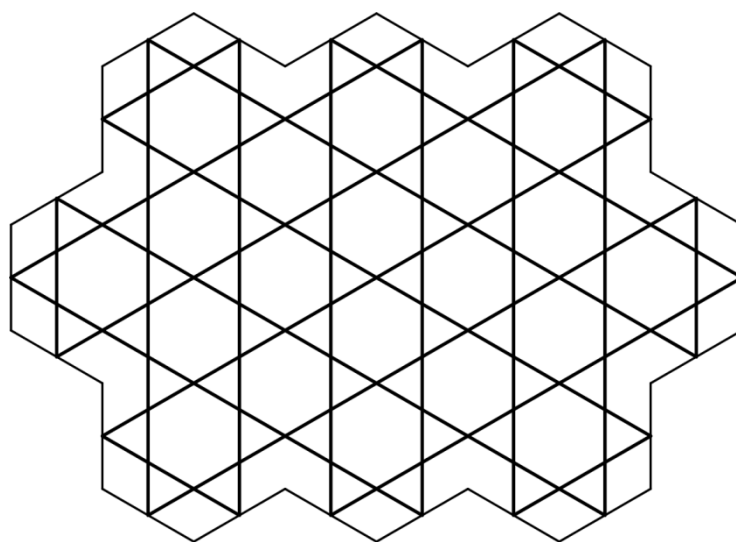
2. Spojíme středy protilehlých stran opakované jednotky, čímž ji rozdělíme na šest shodných částí.



3. Sestrojíme dva rovnostranné trojúhelníky střídavým spojováním středů stran šestiúhelníku. Tyto dva trojúhelníky tvoří výsledný vzor.



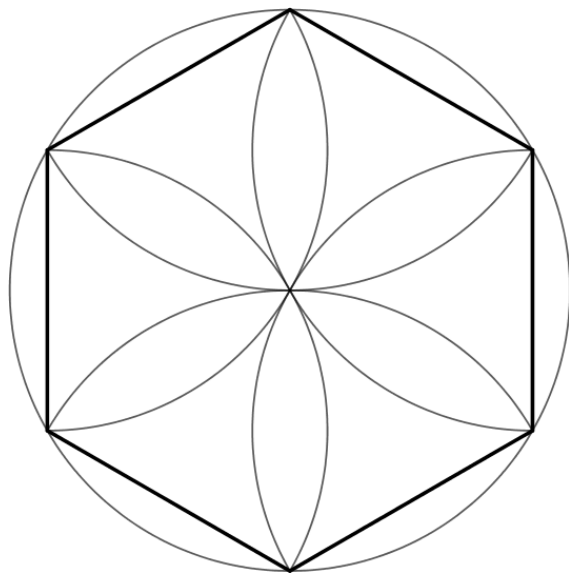
4. Výsledný vzor bez konstrukčních čar.



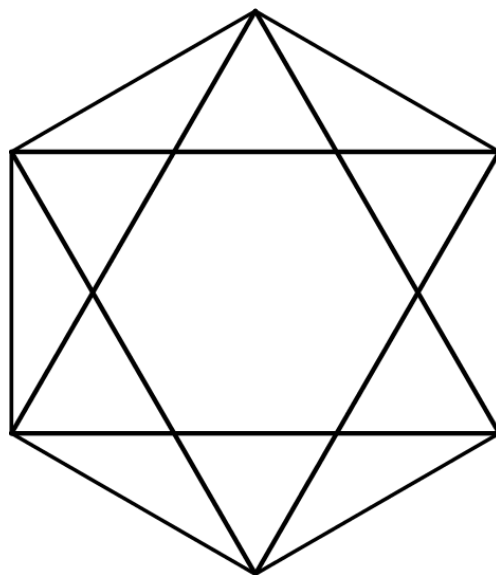
Obr. 99 - Ornament v paláci Topkapı [28]

Perský rukopis

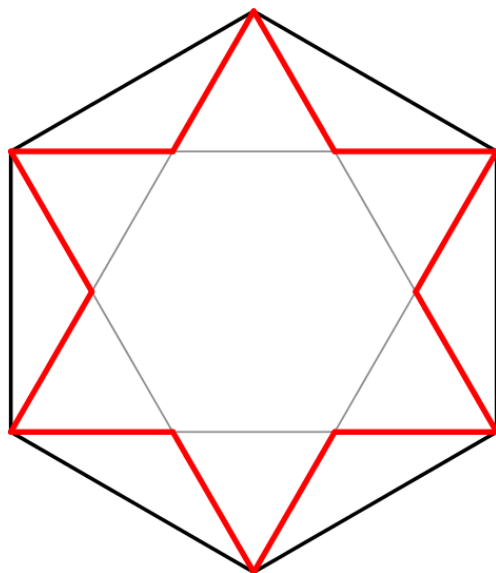
(18. století)



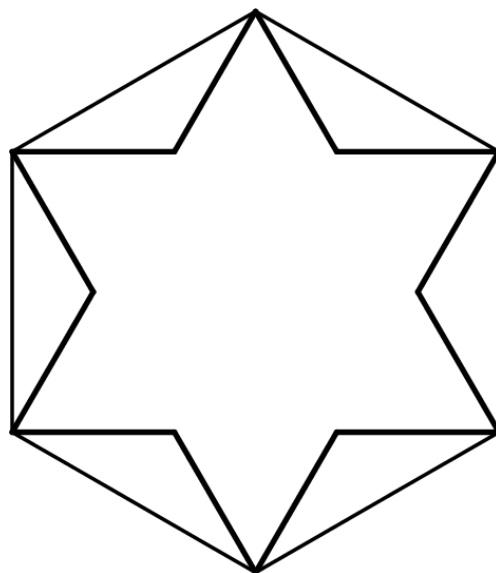
1. Narýsujeme pravidelný šestiúhelník, jenž je opakovanou jednotkou.



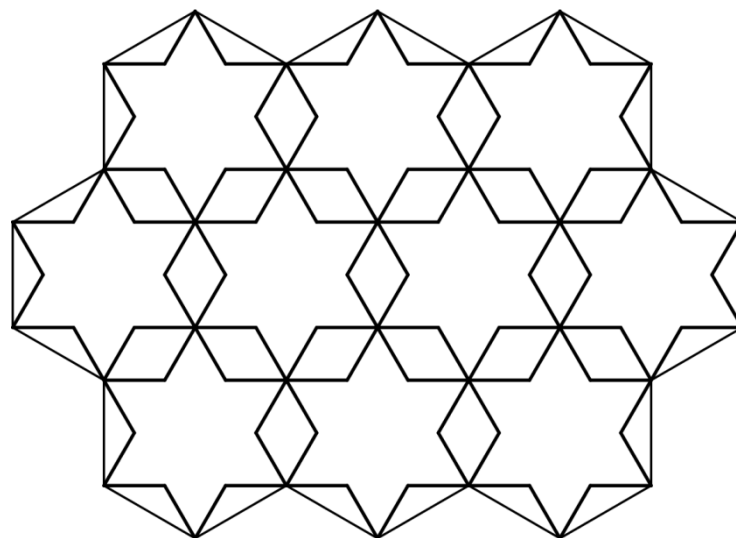
2. Střídavým spojováním vrcholů šestiúhelníku sestrojíme dva rovnostranné trojúhelníky.



3. Zvýrazníme červené úsečky tvořící šesticípou hvězdu, jež je výsledným vzorem.



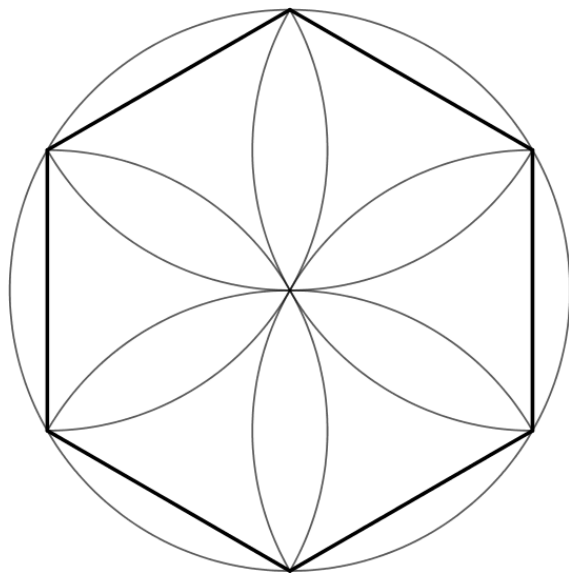
4. Výsledný vzor bez konstrukčních čar.



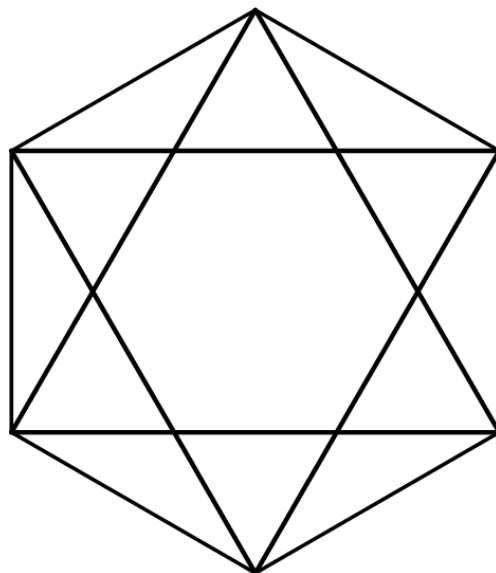
Obr. 100 - Ornament v perském rukopisu [5]

Věže hrobky v Charraqánu I.

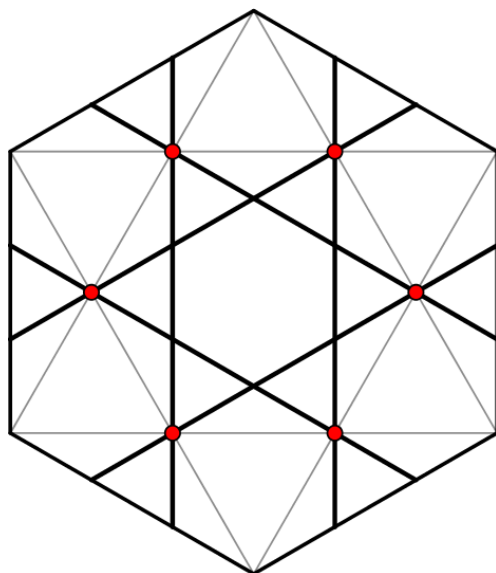
Charraqán, Írán (1067)



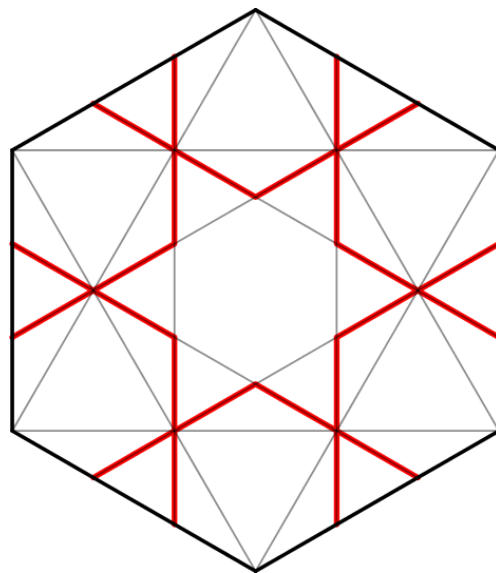
1. Narýsujeme pravidelný šestiúhelník, jenž je opakovanou jednotkou.



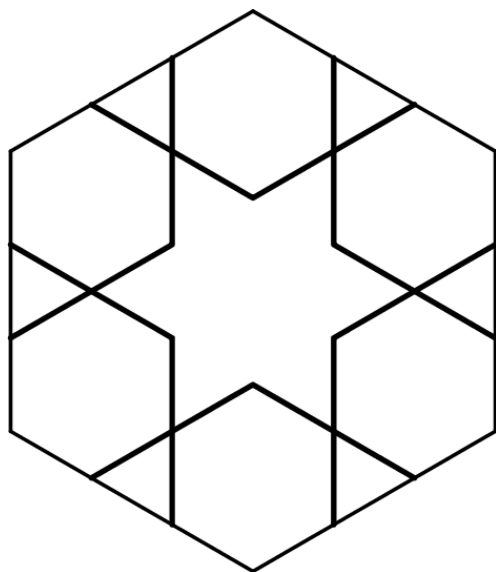
2. Střídavým spojováním vrcholů šestiúhelníku sestrojíme dva rovnostranné trojúhelníky.



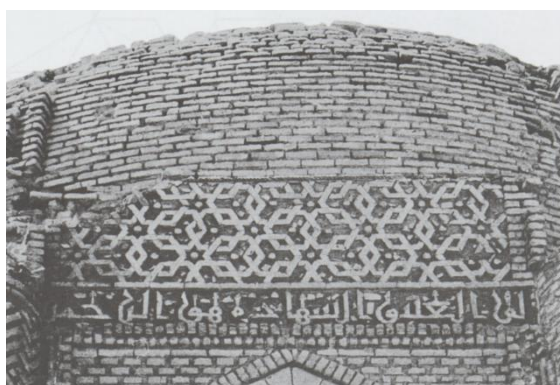
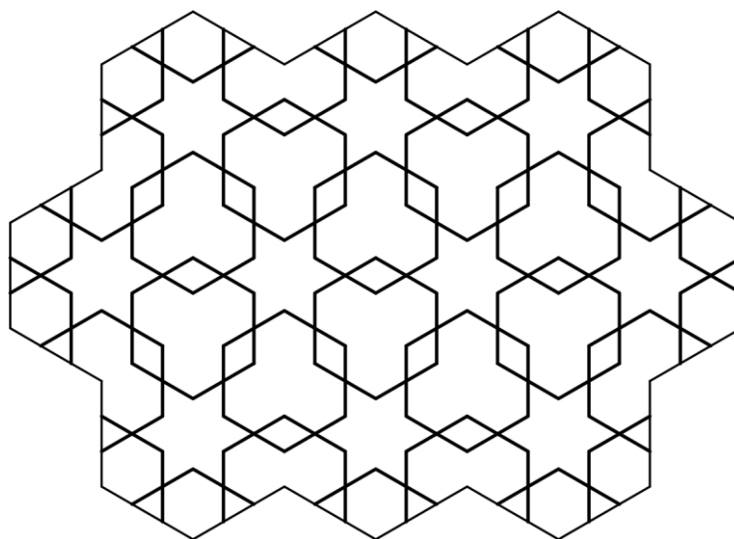
3. Narýsujeme tři páry rovnoběžných přímk určených červeně zvýrazněnými průsečíky.



4. Zvýrazníme červené úsečky tvořící výsledný vzor.



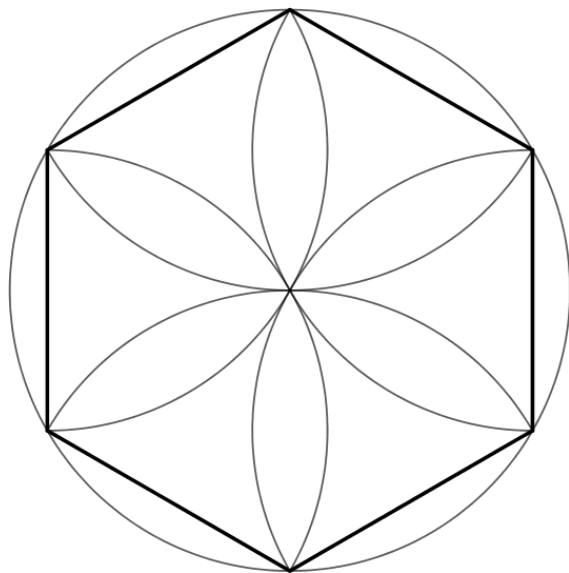
5. Výsledný vzor bez konstrukčních
čar.



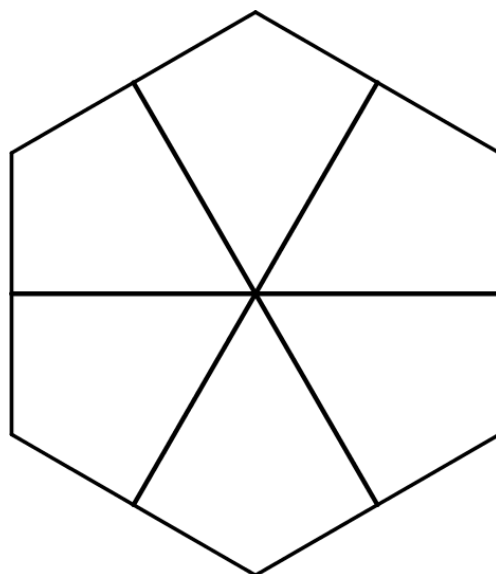
Obr. 101 - Ornament na věžích hrobky v Charraqánu I. [5]

Akbarova hrobka

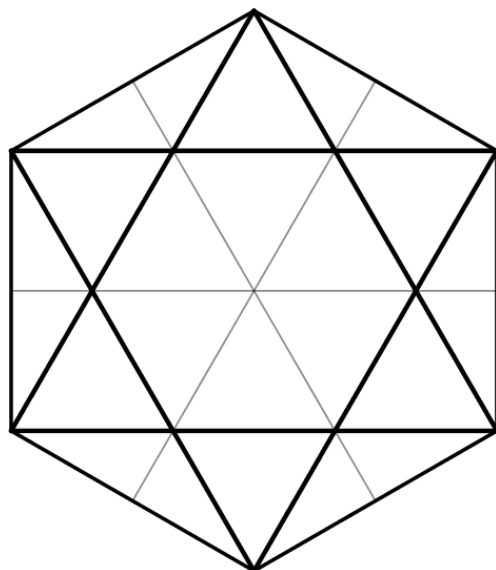
Šikandra, Indie (1612-1613)



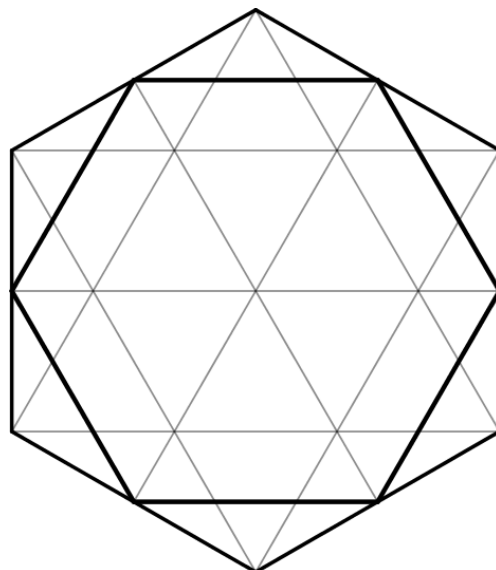
1. Narýsujeme pravidelný šestiúhelník, jenž je opakovanou jednotkou.



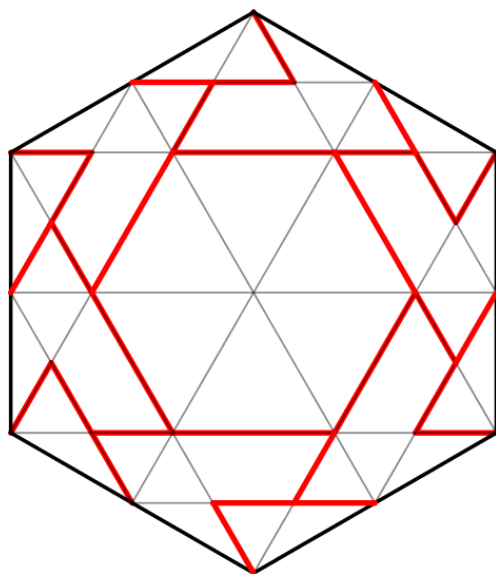
2. Spojíme středy protilehlých stran opakované jednotky, čímž ji rozdělíme na šest shodných částí.



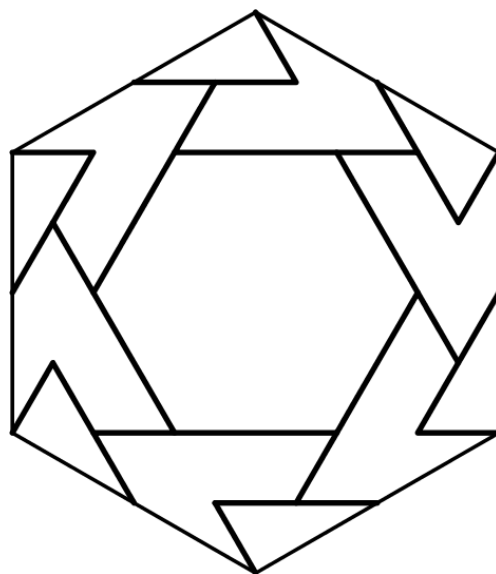
3. Střídavým spojováním vrcholů šestiúhelníku sestojíme dva rovnostranné trojúhelníky.



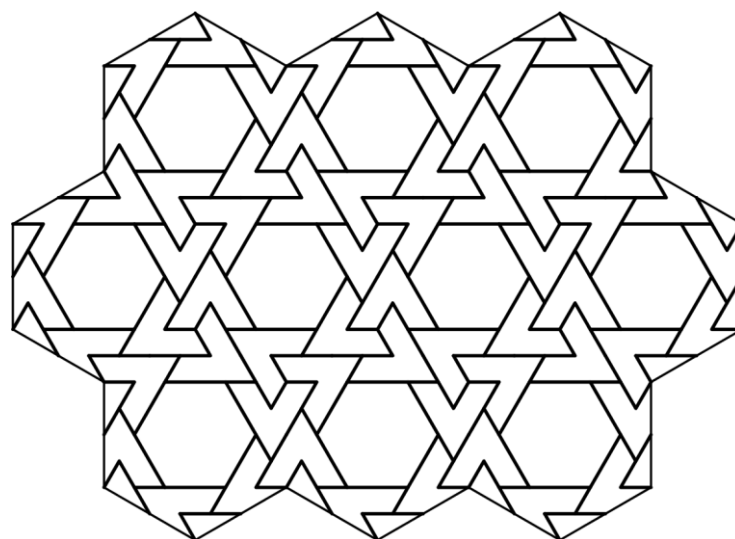
4. Do opakované jednotky vepíšeme pravidelný šestiúhelník.



5. Zvýrazníme červené úsečky. Tím dostáváme výsledný vzor.



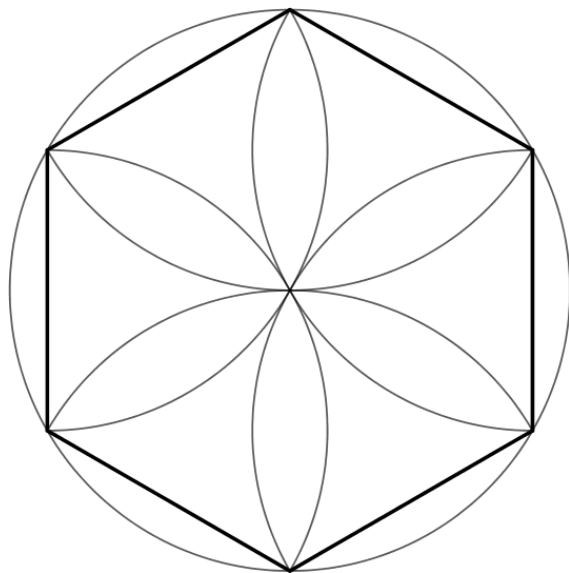
6. Výsledný vzor bez konstrukčních čar.



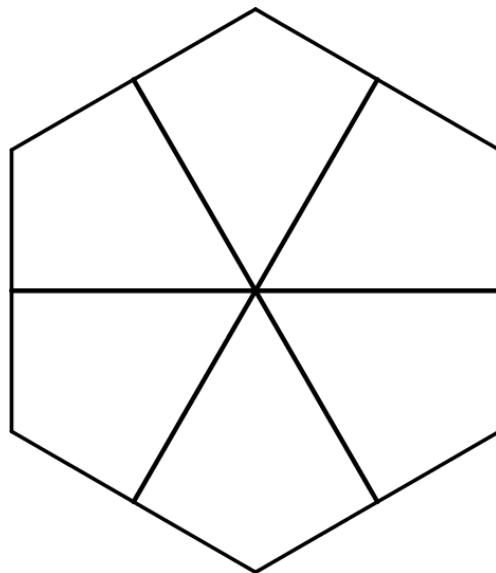
Obr. 102 - Ornamet v Akbarově hrobce [5]

Věže hrobky v Charraqánu II.

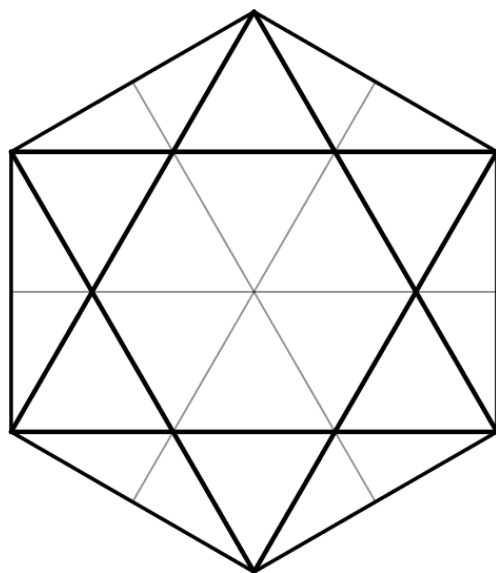
Charraqán, Írán (1067)



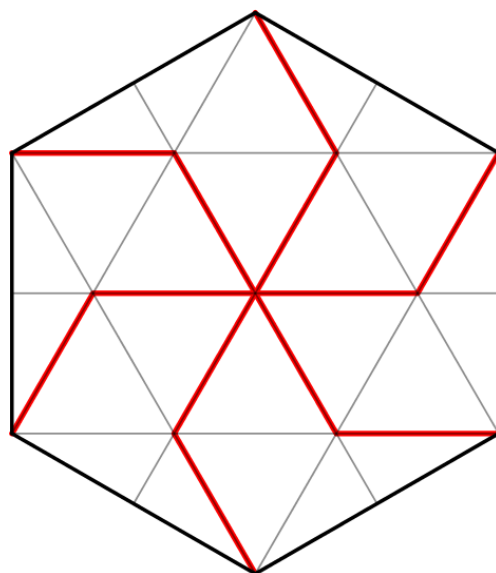
1. Narýsujeme pravidelný šestiúhelník, jenž je opakovanou jednotkou.



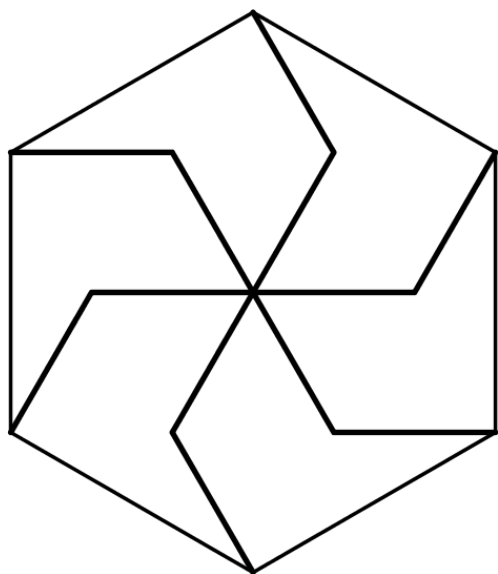
2. Spojíme středy protilehlých stran opakované jednotky, čímž ji rozdělíme na šest shodných částí.



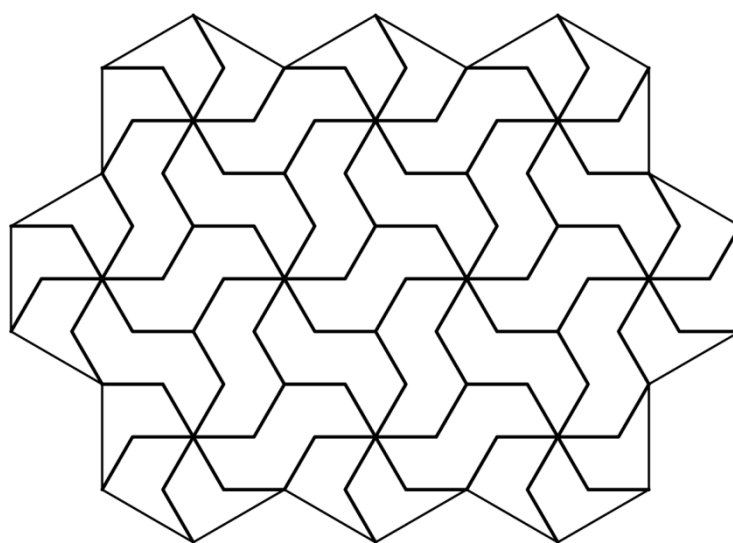
3. Střídavým spojováním vrcholů šestiúhelníku sestojíme dva rovnostranné trojúhelníky.



4. Zvýrazníme tři červené lomené čáry, které tvoří výsledný vzor.



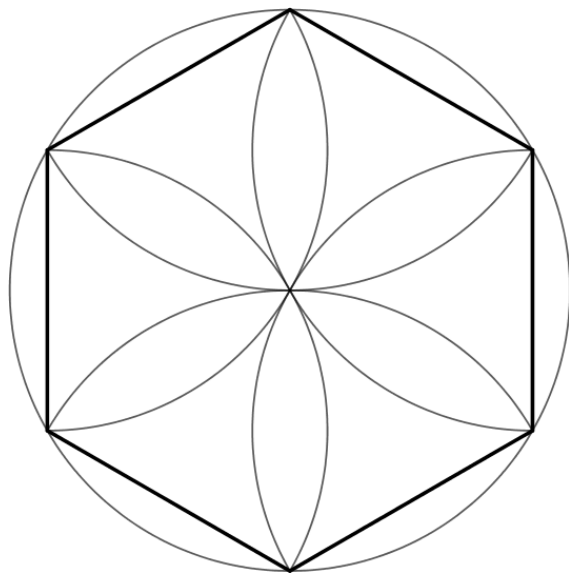
5. Výsledný vzor bez konstrukčních
čar.



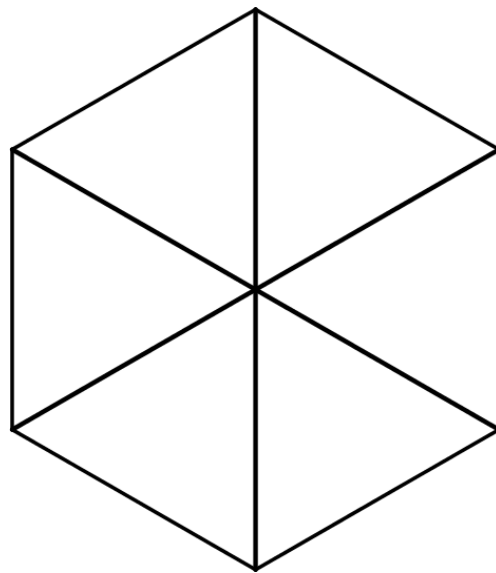
Obr. 103 - Ornament na věžích hrobky v Charraqánu II. [5]

Věže hrobky v Charraqánu III.

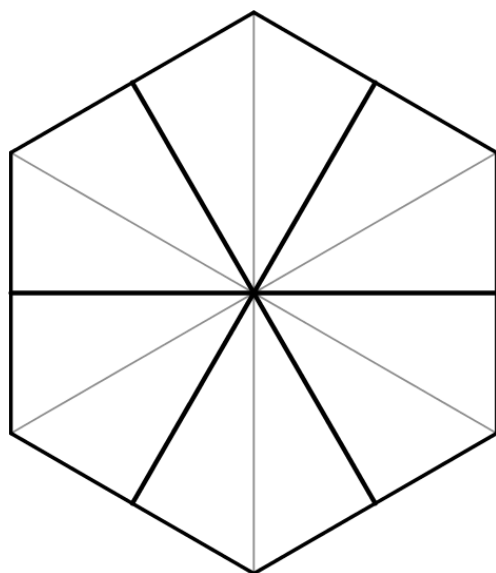
Charraqán, Írán (1067)



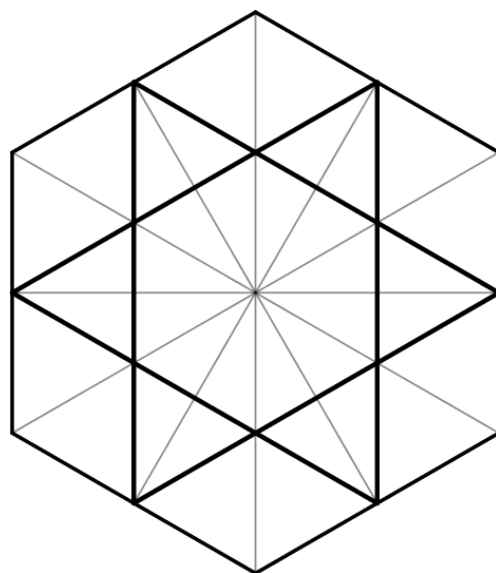
1. Narýsujeme pravidelný šestiúhelník, jenž je opakovanou jednotkou.



2. Narýsujeme tři úsečky spojující protilehlé vrcholy šestiúhelníku. Úsečky rozdělují opakovanou jednotku na šest stejných dílů.



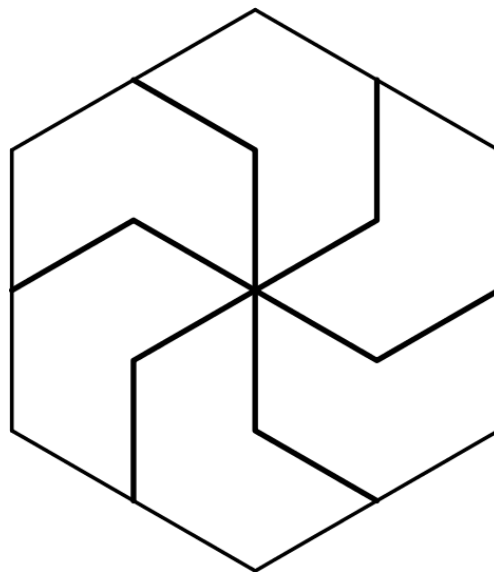
3. Narýsujeme tři přímky, které jsou osami stran pravidelného šestiúhelníku.



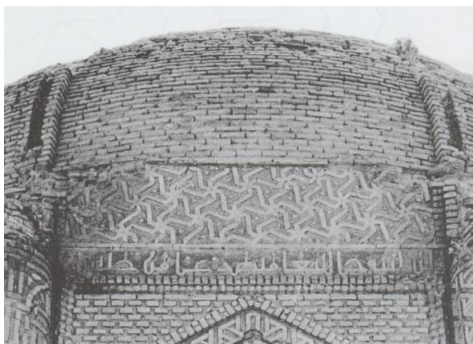
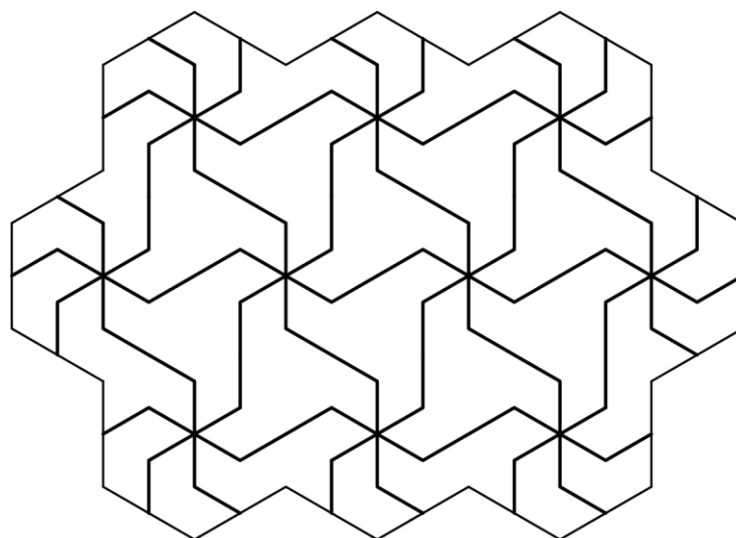
4. Sestrojíme dva rovnostranné trojúhelníky, jejichž vrcholy jsou ve středech stran opakované jednotky.



5. Zvýrazníme tři lomené čáry tvořící výsledný vzor.



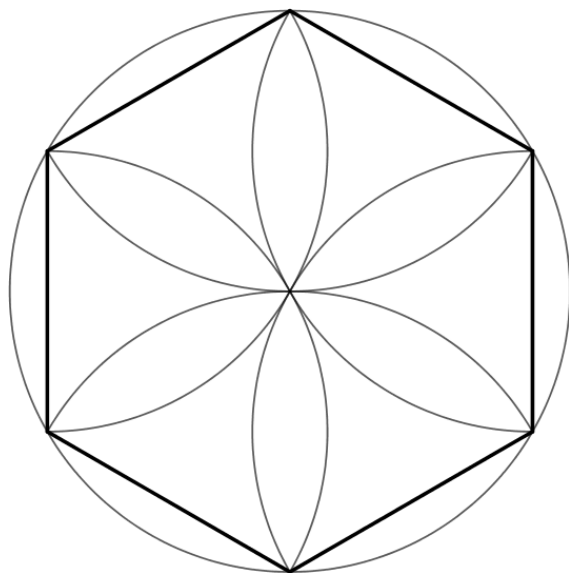
6. Výsledný vzor bez konstrukčních čar.



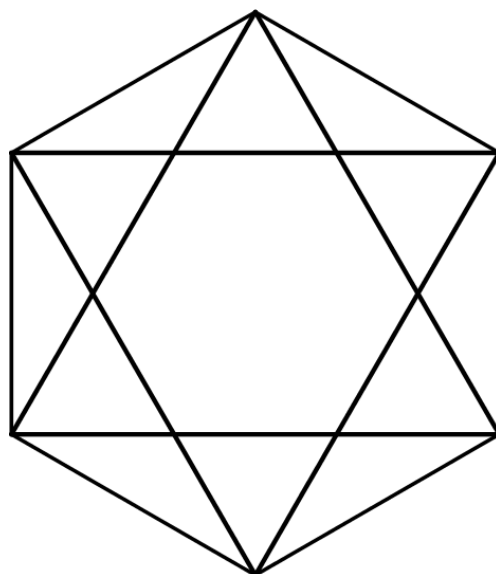
Obr. 104 - Ornament na věžích hrobky v Charraqánu III. [5]

Madrasa Mustansiríja

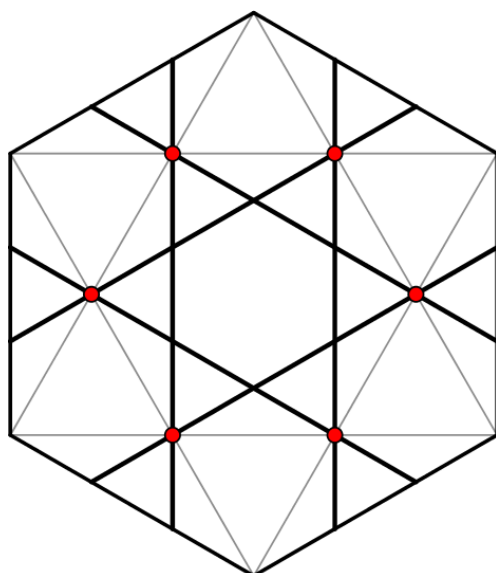
Bagdád, Irák (1223)



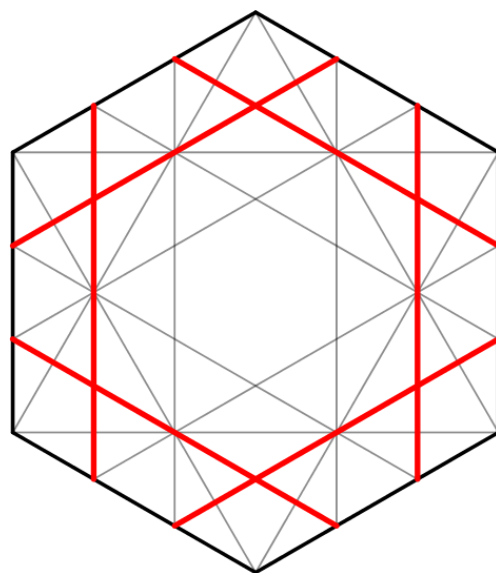
1. Narýsujeme pravidelný šestiúhelník, jenž je opakovanou jednotkou.



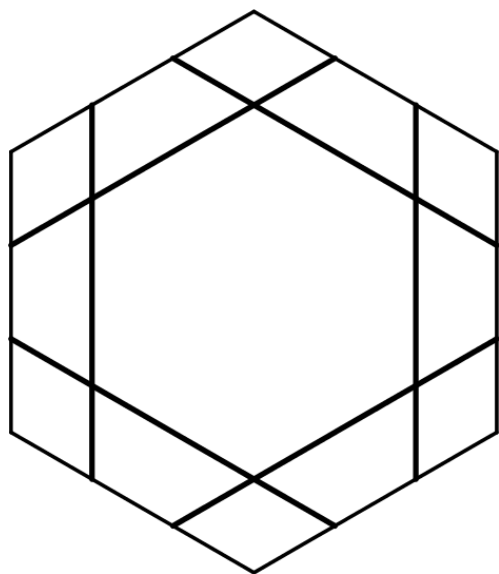
2. Střídavým spojováním vrcholů šestiúhelníku sestrojíme dva rovnostranné trojúhelníky.



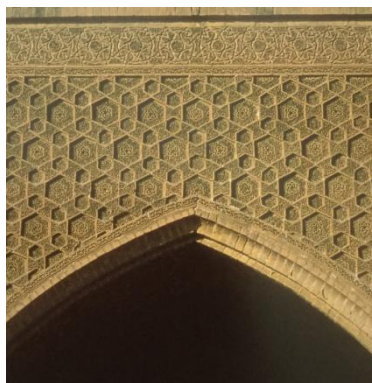
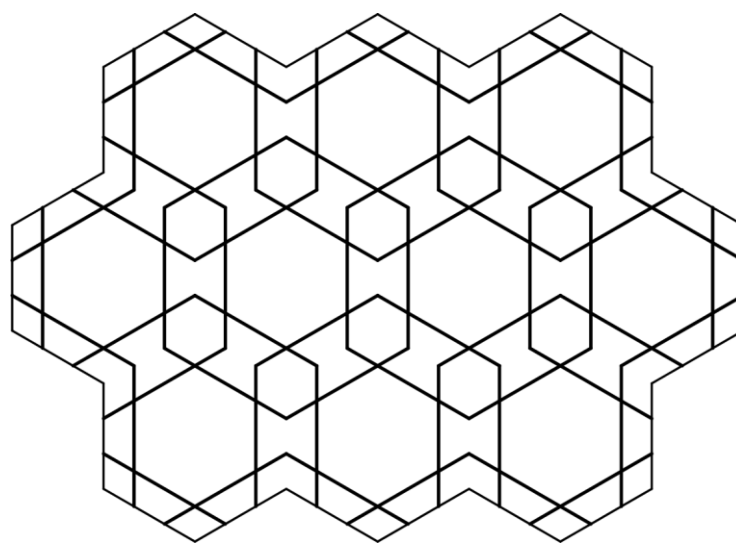
3. Narýsujeme tři páry rovnoběžných přímek určených červeně zvýrazněnými průsečíky.



4. Narýsováním šesti úseček podle obrázku získáme výsledný vzor.



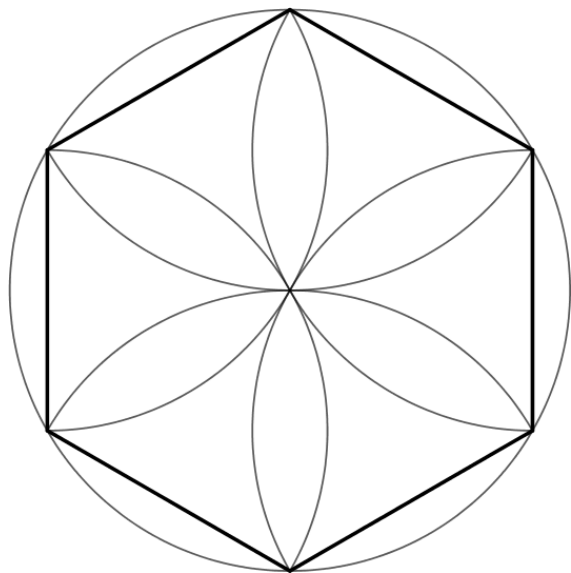
5. Výsledný vzor bez konstrukčních
čar.



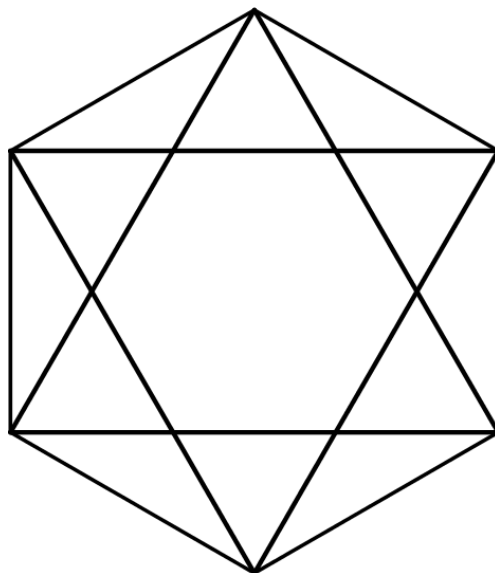
Obr. 105 - Ornament v madrase Mustansiríja [2]

Nizámího Chamsah

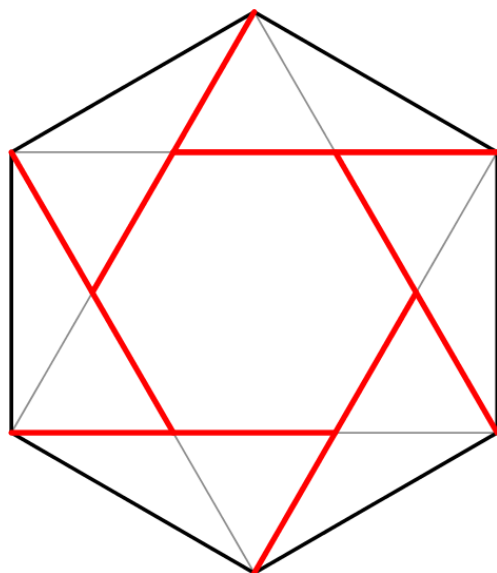
Herát, Afghánistán (1494)



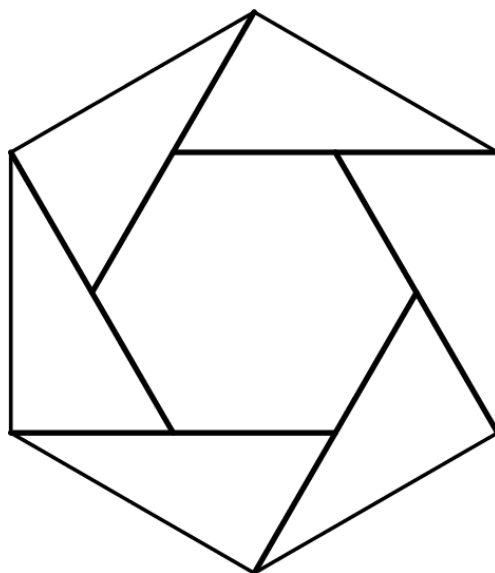
1. Narýsujeme pravidelný šestiúhelník, jenž je opakovanou jednotkou.



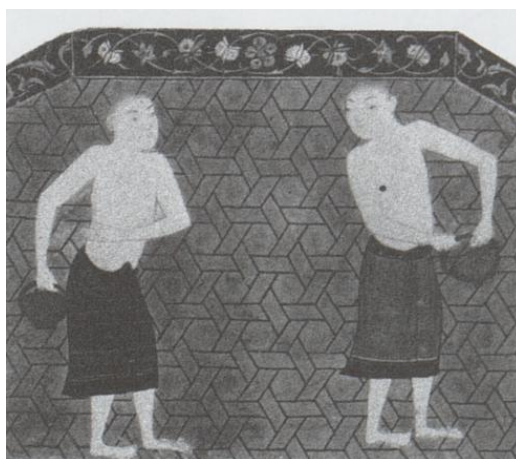
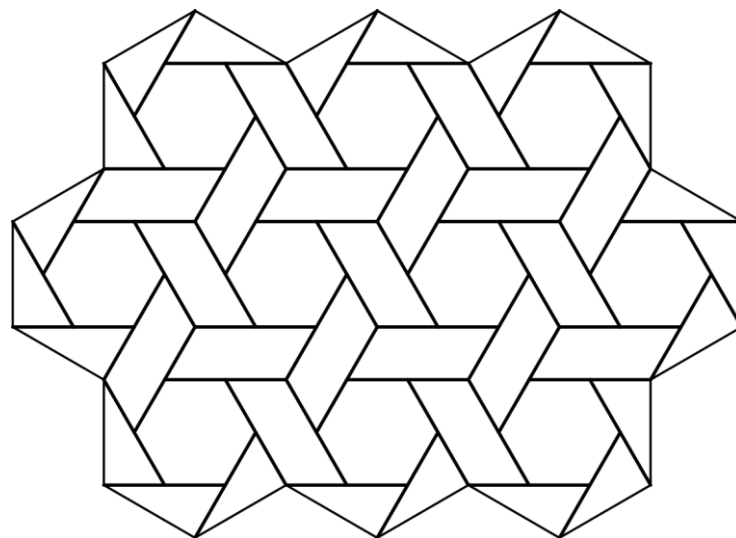
2. Střídavým spojováním vrcholů šestiúhelníku sestrojíme dva rovnostranné trojúhelníky.



3. Zvýrazníme červené úsečky, které tvoří výsledný vzor.



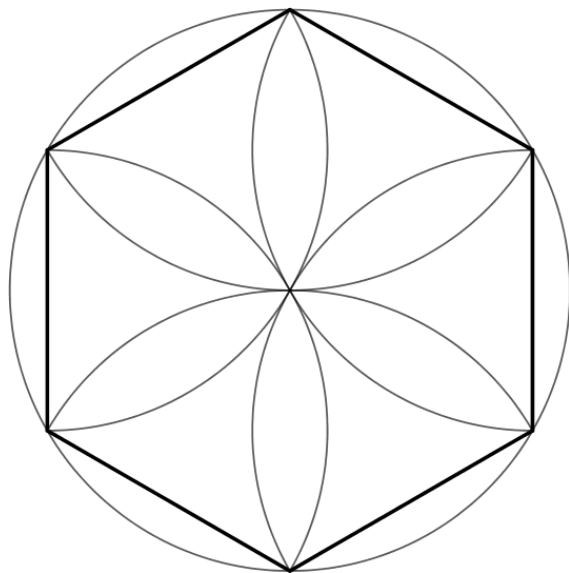
4. Výsledný vzor bez konstrukčních čar.



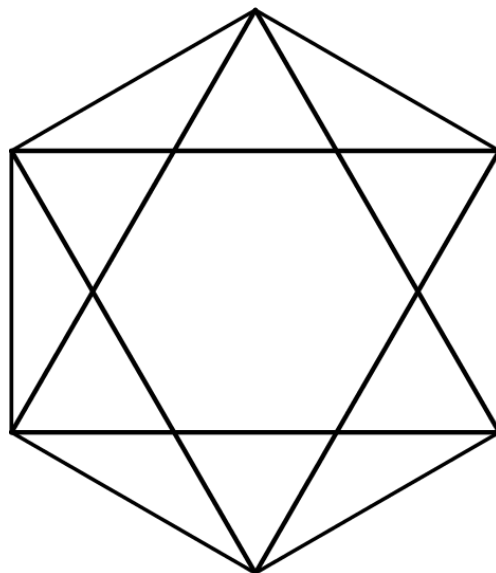
Obr. 106 - Ornament v Nizámího Chamsahu [5]

Věže hrobky v Charraqánu IV.

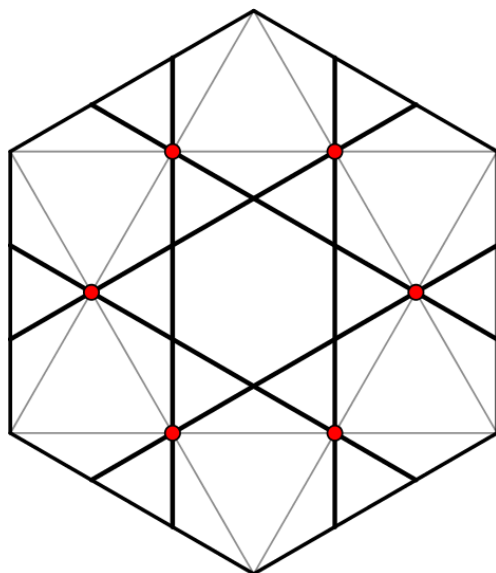
Charraqán, Írán (1067)



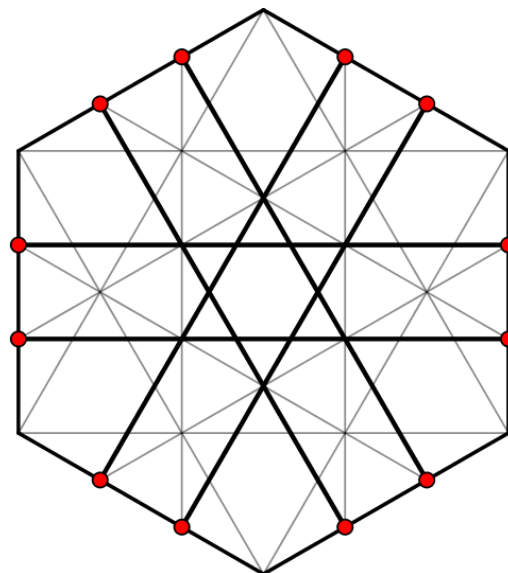
1. Narýsujeme pravidelný šestiúhelník, jenž je opakovanou jednotkou.



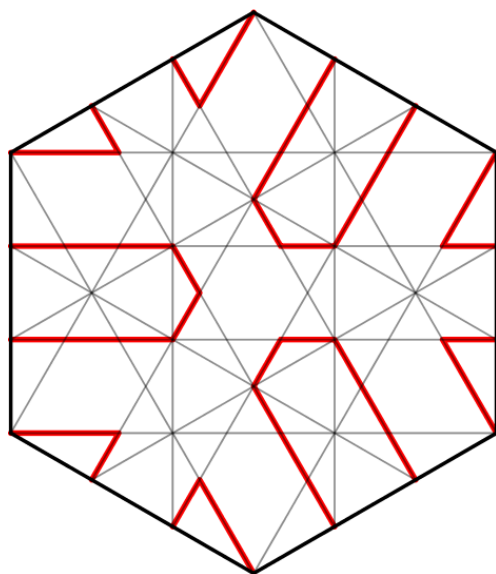
2. Střídavým spojováním vrcholů šestiúhelníku sestrojíme dva rovnostranné trojúhelníky.



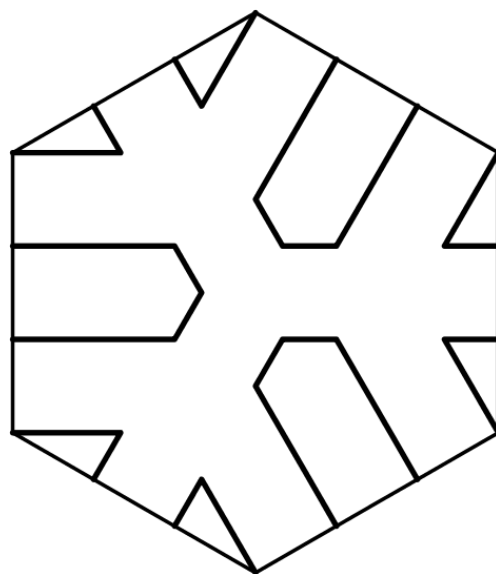
3. Narýsujeme tři páry rovnoběžných přímk určených červeně zvýrazněnými průsečíky.



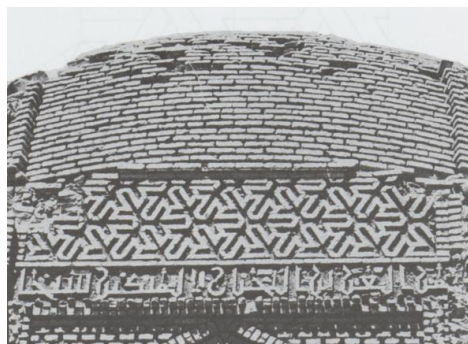
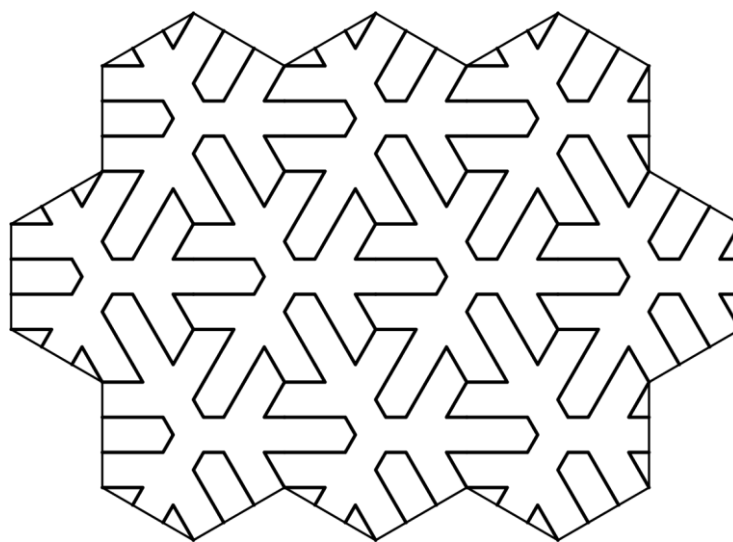
4. Nyní narýsujeme tři páry rovnoběžných úseček.



5. Zvýrazníme červené úsečky. Tento obrazec tvoří výsledný vzor.



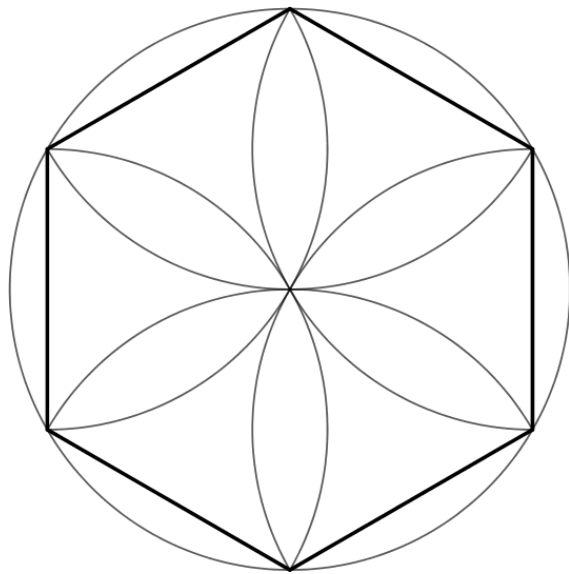
6. Výsledný vzor bez konstrukčních čar.



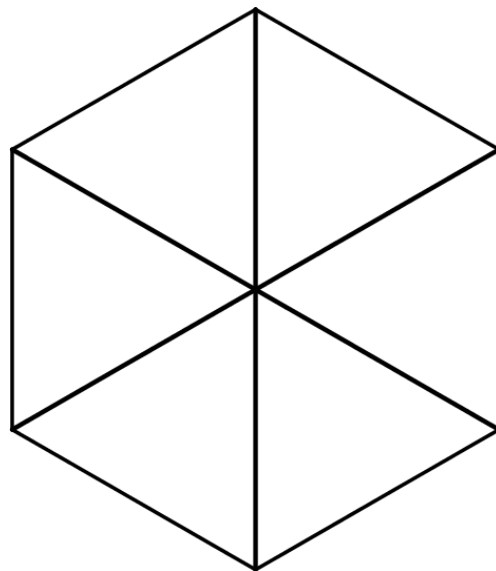
Obr. 107 - Ornament na věžích hrobky v Charraqánu IV. [5]

Palác Alhambra I.

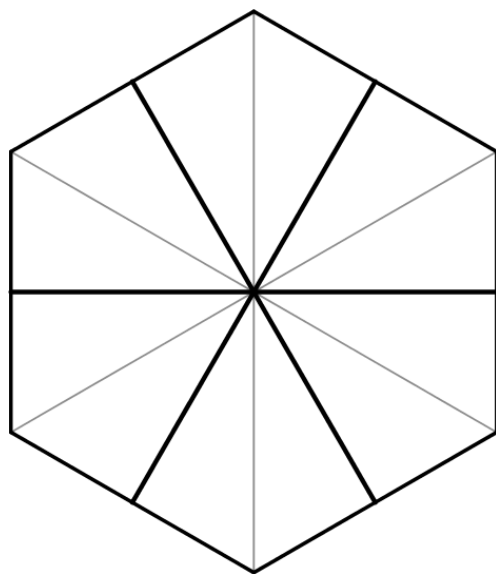
Granada, Španělsko (1302-1391)



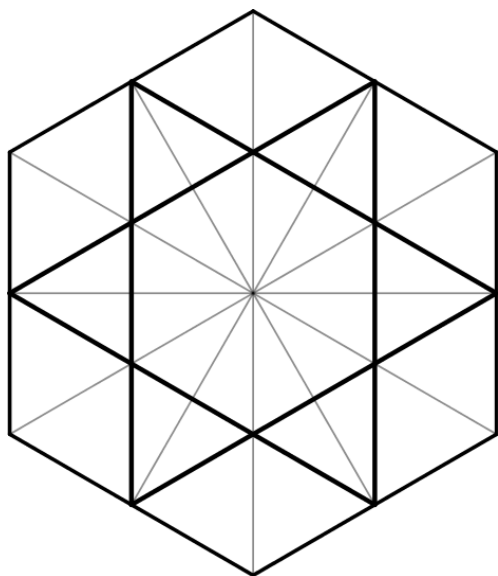
1. Narýsujeme pravidelný šestiúhelník, jenž je opakovanou jednotkou.



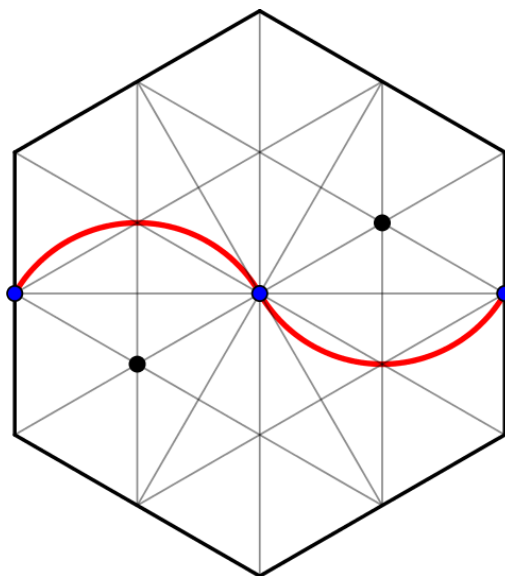
2. Narýsujeme tři úsečky spojující protilehlé vrcholy šestiúhelníku. Úsečky rozdělují opakovanou jednotku na šest shodných částí.



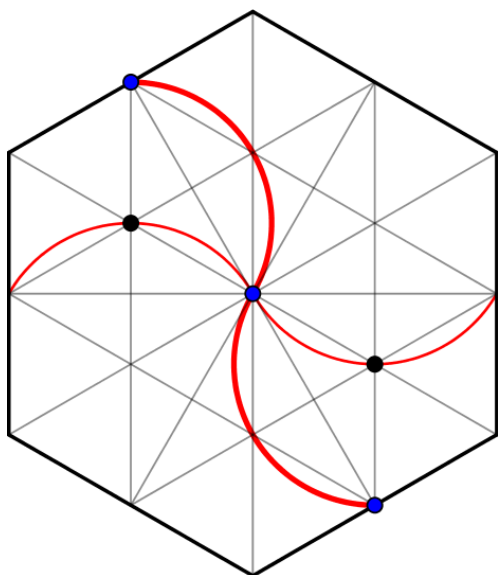
3. Narýsujeme tři přímky, které jsou osami stran pravidelného šestiúhelníku.



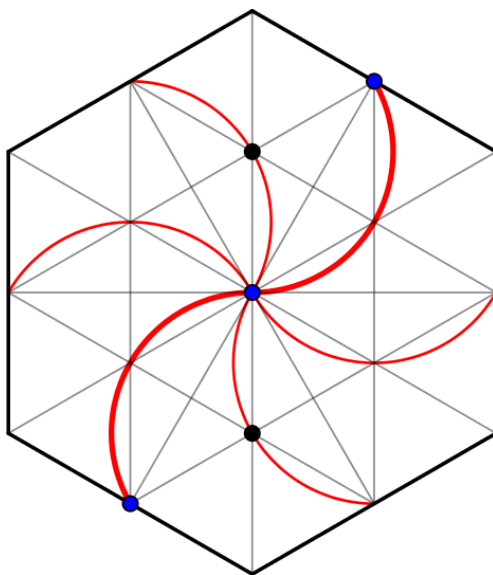
4. Do opakované jednotky vepíšeme dva rovnostranné trojúhelníky podle obrázku.



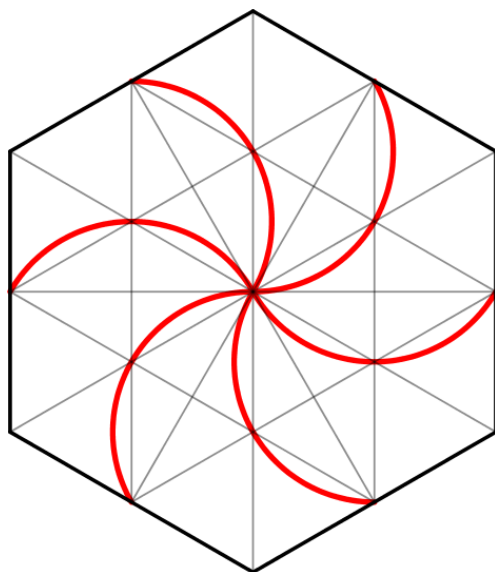
5. Pomocí kružítka narýsujeme dva kruhové oblouky. Středů kruhových oblouků jsou vyznačeny černě, počáteční a koncové body modře. Nakonec kruhové oblouky zvýrazníme.



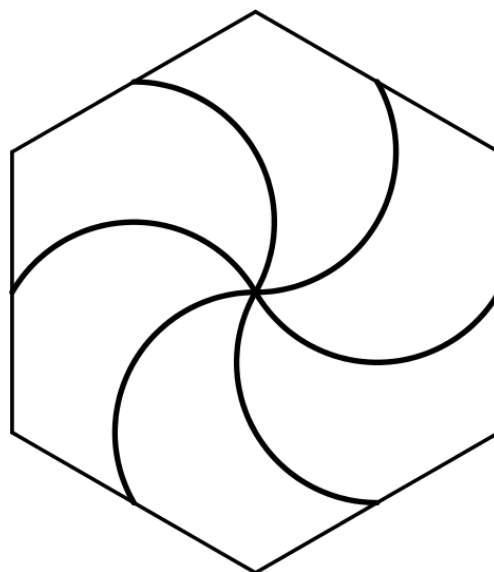
6. Stejným způsobem jako v kroku č. 5 sestrojíme další dva kruhové oblouky.



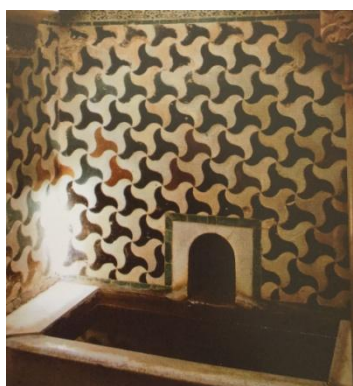
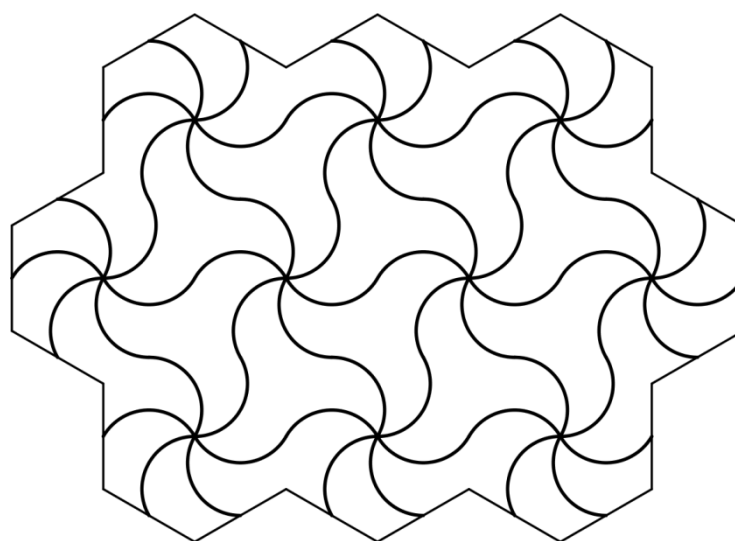
7. Shodně jako v předchozích dvou krocích narýsujeme poslední pár kruhových oblouků.



8. Výsledný vzor.



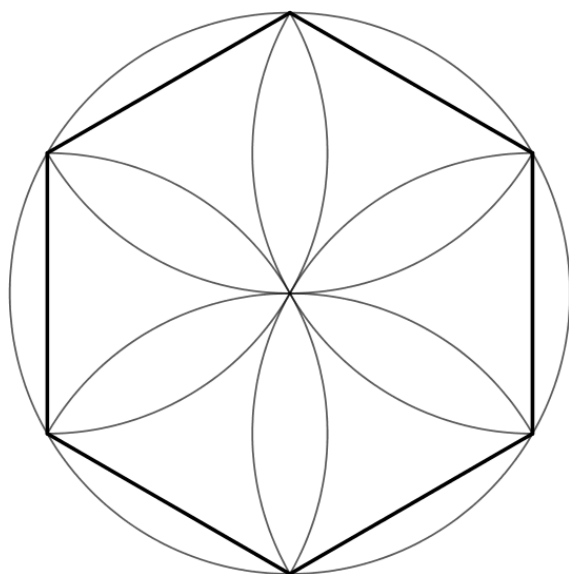
9. Výsledný vzor bez konstrukčních čar.



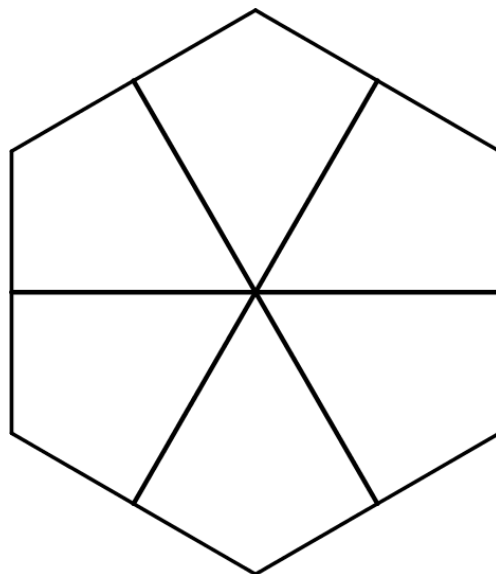
Obr. 108 - Ornament v paláci Alhambra I. [2]

Mešita al-Azhar

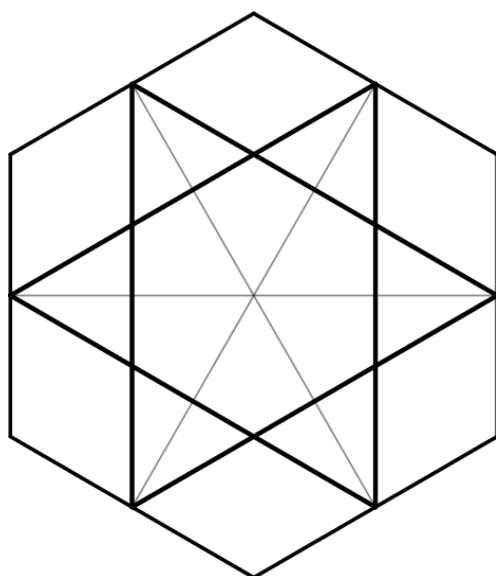
Káhira, Egypt (1474)



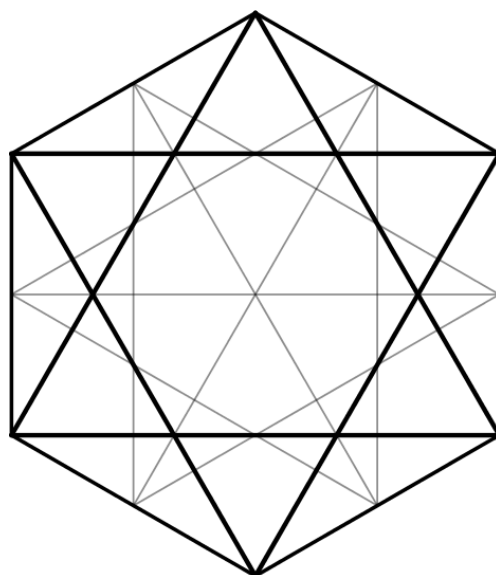
1. Narýsujeme pravidelný šestiúhelník, jenž je opakovanou jednotkou.



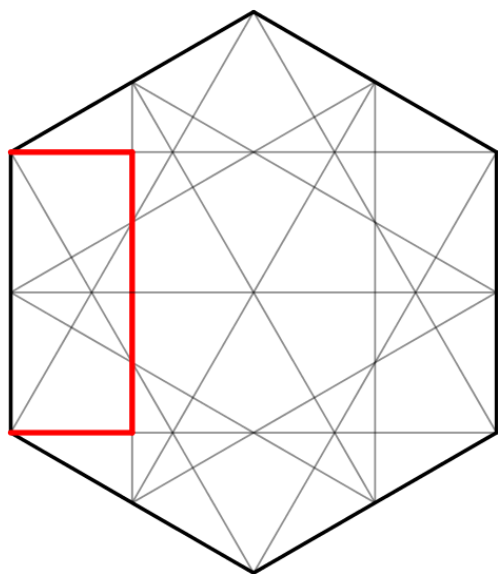
2. Narýsujeme tři přímky, které jsou osami stran pravidelného šestiúhelníku.



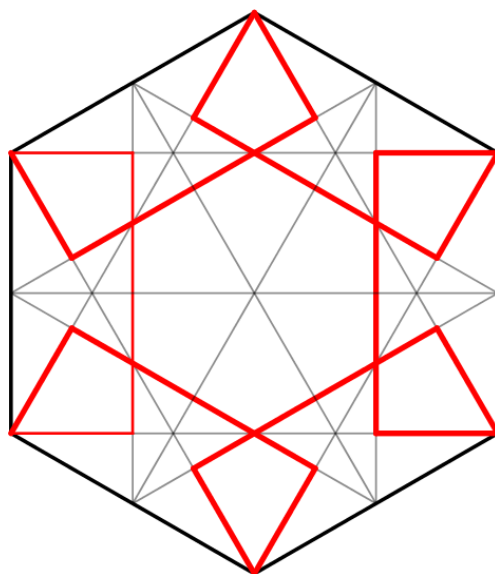
3. Sestrojíme dva rovnostranné trojúhelníky, jejichž vrcholy jsou ve středech stran opakované jednotky.



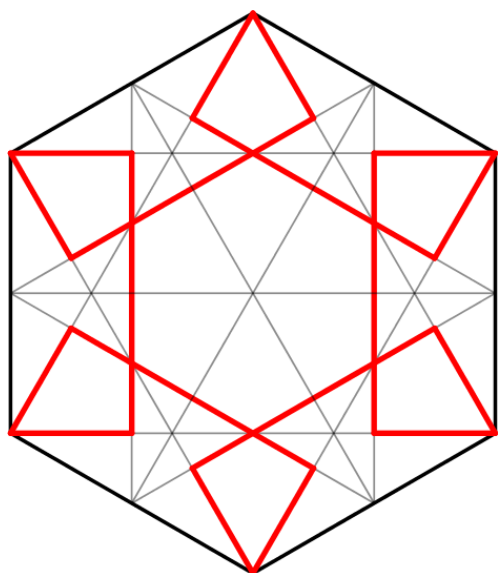
4. Střídavým spojováním vrcholů pravidelného šestiúhelníku narýsujeme další pár rovnostranných trojúhelníků.



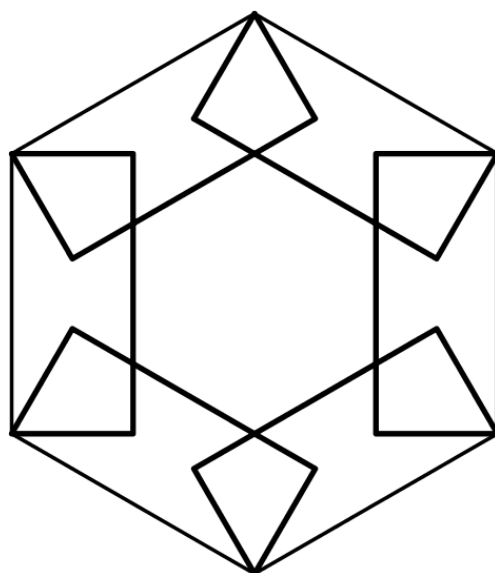
5. Zvýrazníme červené úsečky.



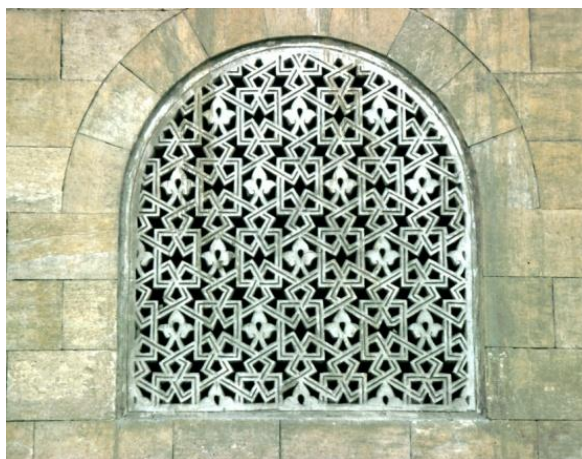
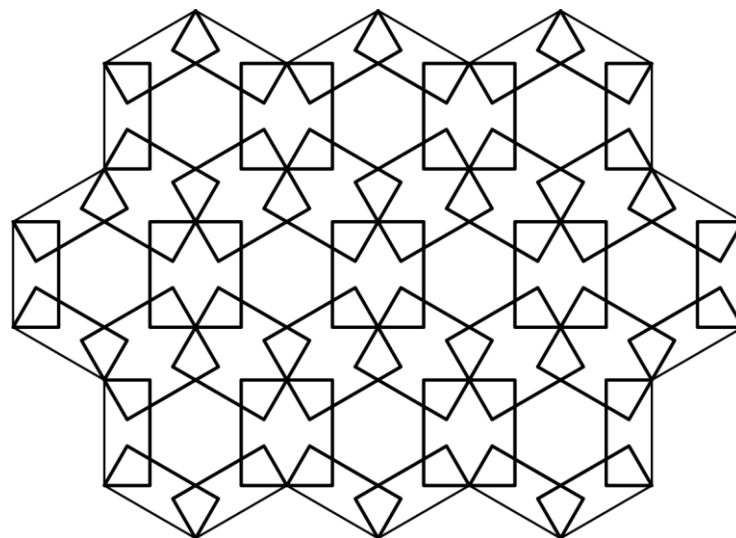
6. Předchozí krok opakujeme podél zbývajících stran opakované jednotky, jak je znázorněno na obrázku.



7. Výsledný vzor.



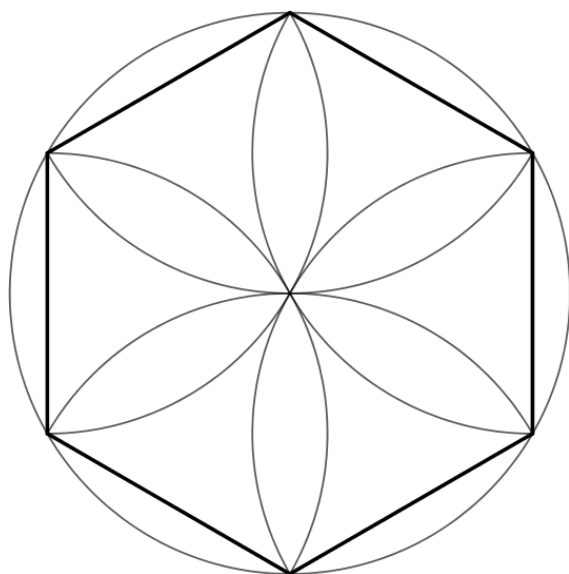
8. Výsledný vzor bez konstrukčních čar.



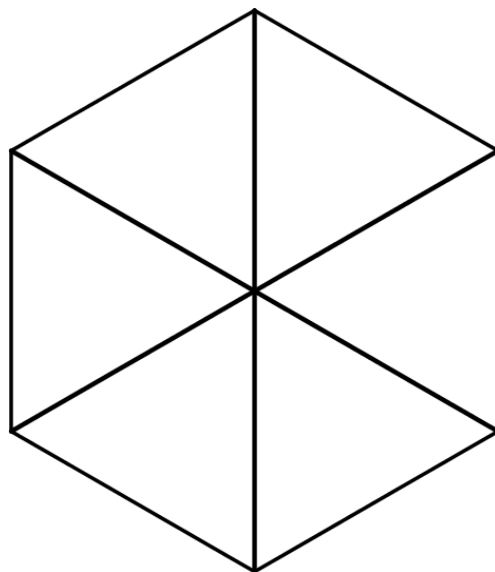
Obr. 109 - Ornament v mešita al-Azhar [20]

Velká mešita v Damašku

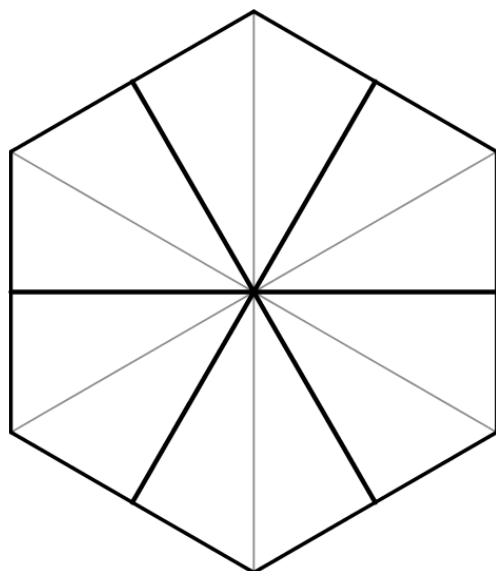
Damašek, Sýrie (709)



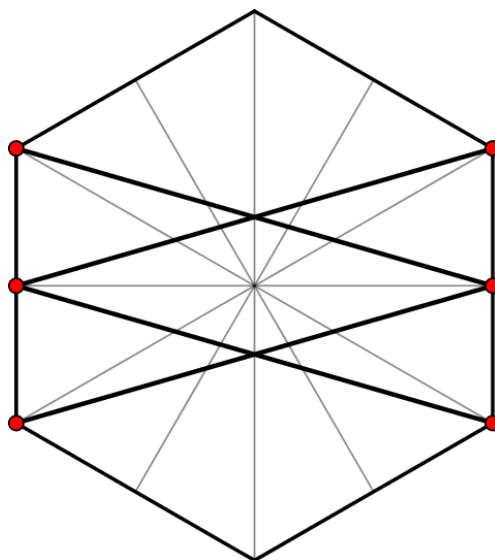
1. Narýsujeme pravidelný šestiúhelník, jenž je opakovanou jednotkou.



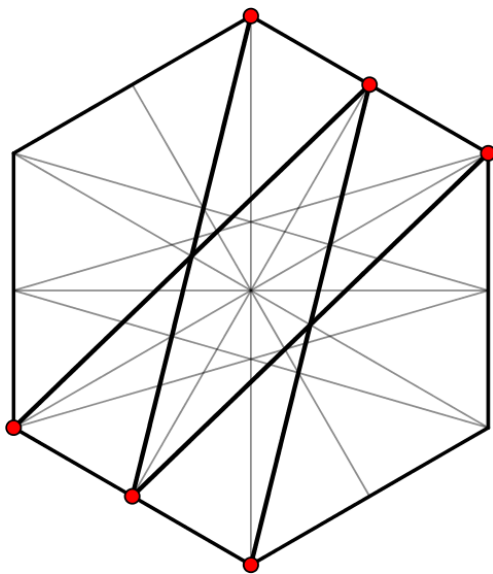
2. Narýsujeme tři úsečky spojující protilehlé vrcholy šestiúhelníku. Úsečky rozdělují opakovanou jednotku na šest shodných částí.



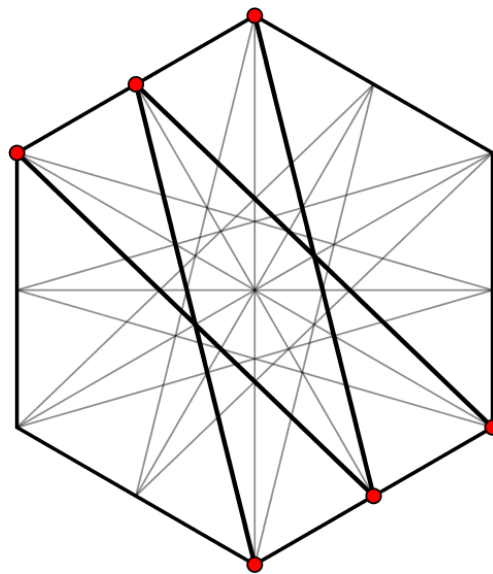
3. Narýsujeme tři přímky, které jsou osami stran pravidelného šestiúhelníku.



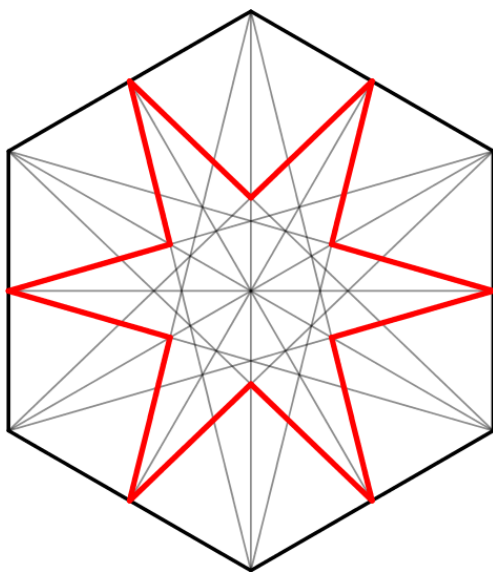
4. Červeně zvýrazněné průsečíky spojíme dvěma lomenými čarami ve tvaru písmene „V“.



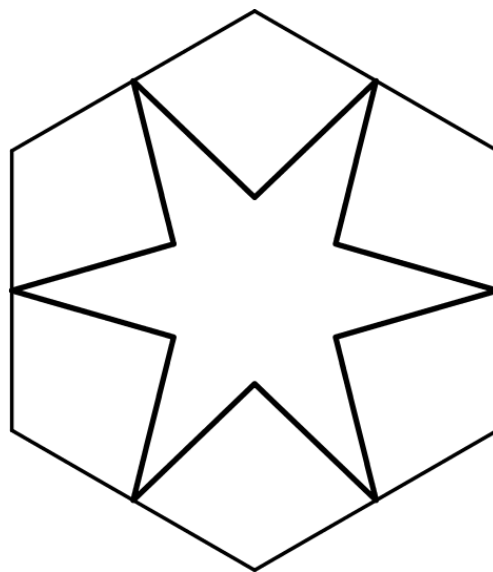
5. Narýsujeme další dvě lomené čáry.



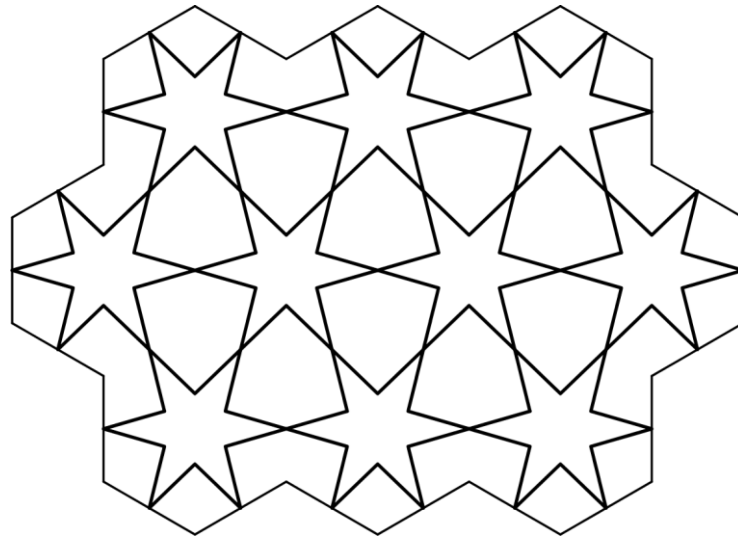
6. Narýsujeme třetí pár lomených čar podle obrázku.



7. Zvýrazníme šesticípou hvězdu, která tvoří výsledný vzor.



8. Výsledný vzor bez konstrukčních čar.

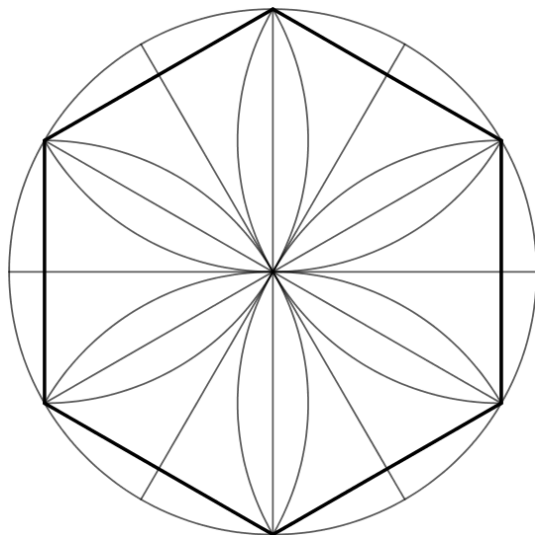


8.3 Vzory založené na dvojitém šestiúhelníku

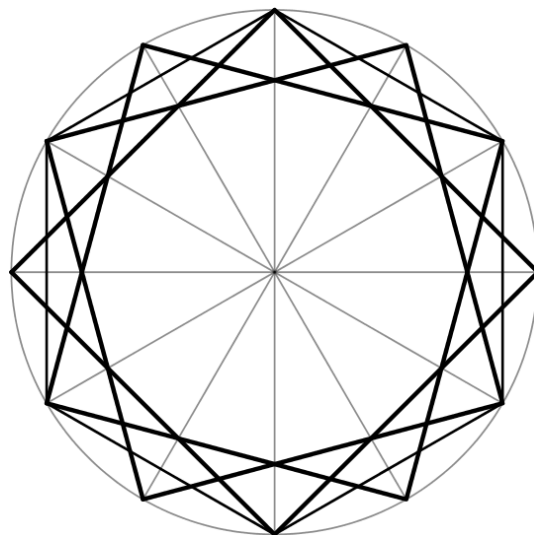
Na stranách 139 až 160 je popsána tvorba vybraných vzorů založených na dvojitém šestiúhelníku. Každý z těchto vzorů vychází ze základní šablony, kterou tvoří kružnice rozdělená na dvanáct shodných částí. Dále do kružnice vepíšeme dva pravidelné šestiúhelníky, jako je tomu u většiny zde popsaných vzorů nebo tři čtverce, jako je tomu u vzoru na str. 139. Za opakovanou jednotku můžeme zvolit jeden z vepsaných šestiúhelníků nebo kružnici opsaný čtverec. Čtvercová opakovaná jednotka je použita u vzoru na str. 156. Mnohočetným opakováním těchto opakovaných jednotek získáme výsledný design.

Věže hrobky v Charraqánu V.

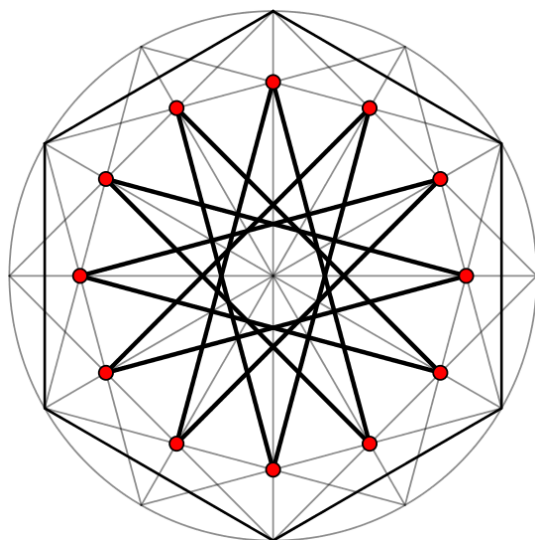
Charraqán, Írán (1067)



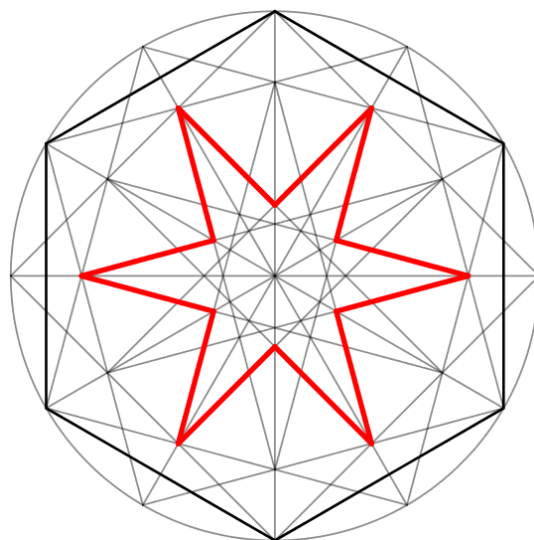
1. Narýsujeme výchozí šablonu pro vzory založené na dvojitém šestiúhelníku.



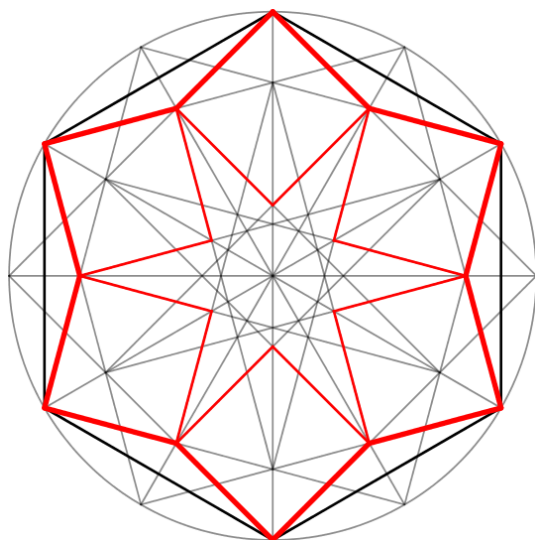
2. Do kružnice vepíšeme tři čtverce.



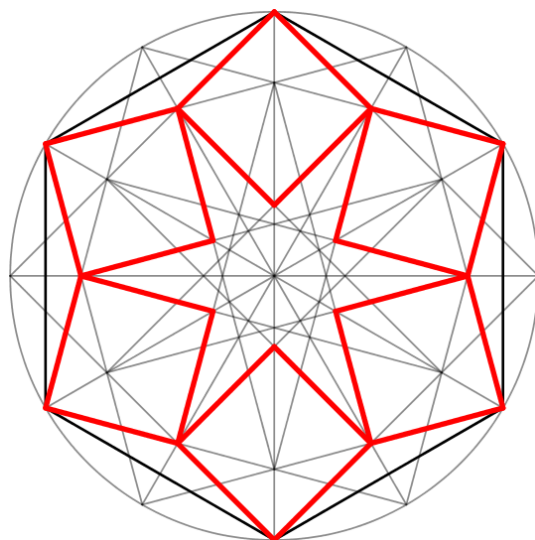
3. Červeně zvýrazněné průsečíky spojíme úsečkami podle obrázku.



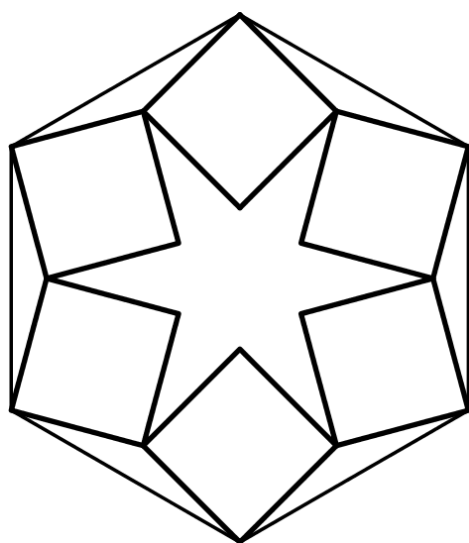
4. Zvýrazníme šesticípou hvězdu.



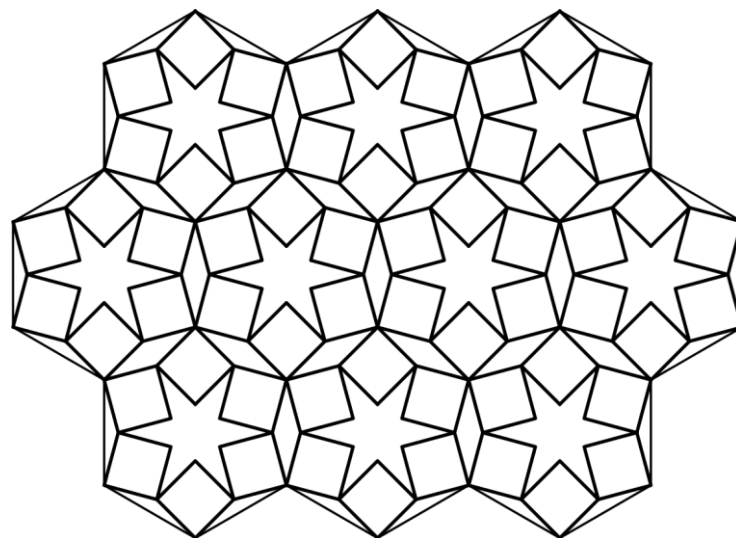
5. Kolem hvězdy narýsujeme úsečky, které posléze zvýrazníme.



6. Výsledný vzor.



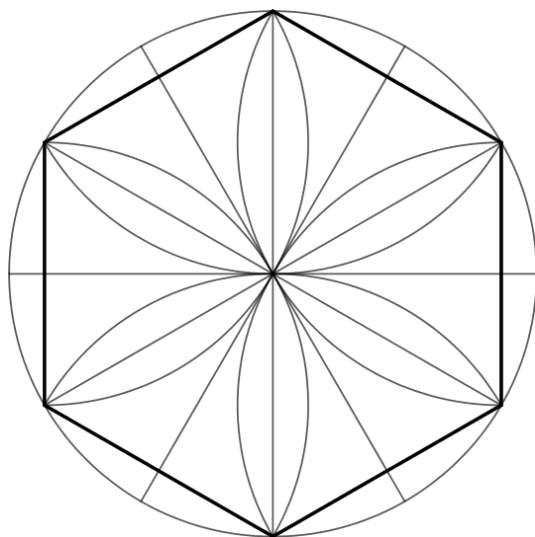
7. Výsledný vzor bez konstrukčních čar.



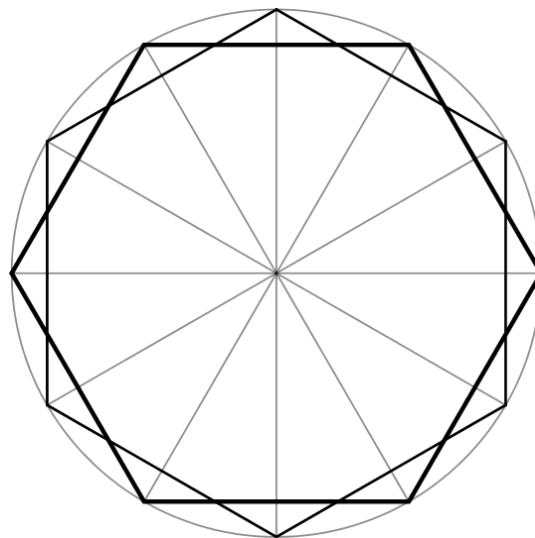
Obr. 110 - Ornament na věžích hrobky v Charraqánu V. [5]

Shibám - Kawkabán I.

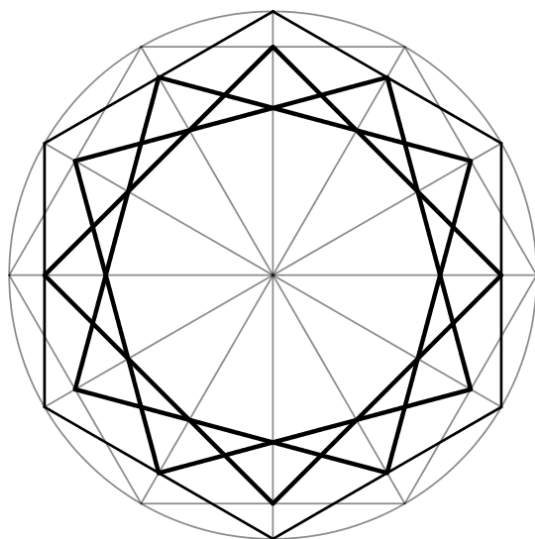
Jemen (9. - 10. století)



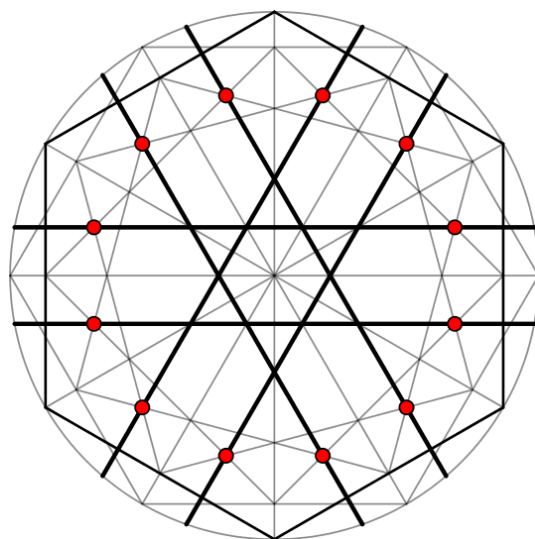
1. Narýsujeme výchozí šablonu pro vzory založené na dvojitým šestiúhelníku.



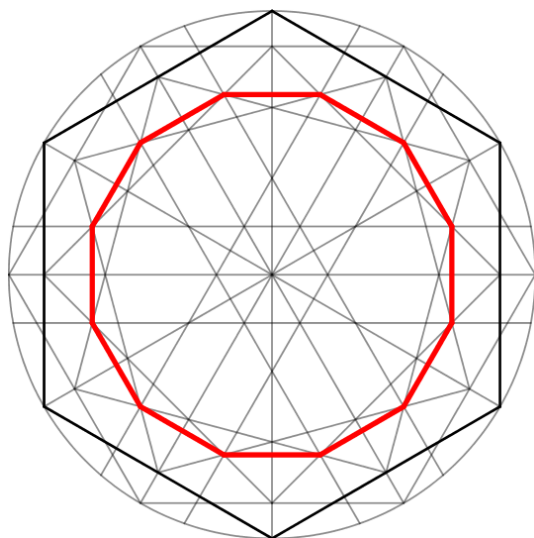
2. Do kružnice vepíšeme druhý pravidelný šestiúhelník.



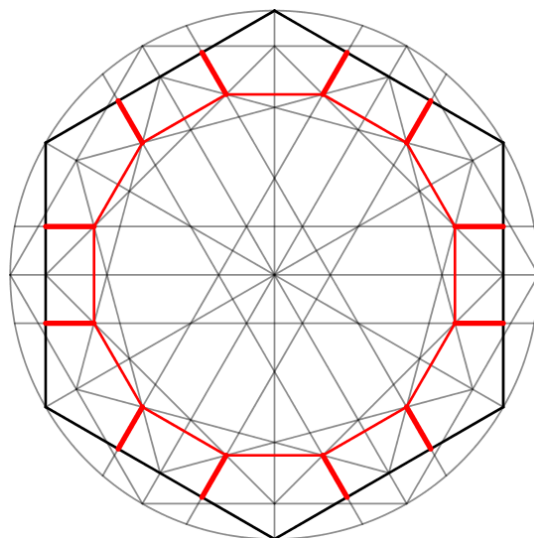
3. Uvnitř opakované jednotky sestojíme tři čtverce, jak je znázorněno na obrázku.



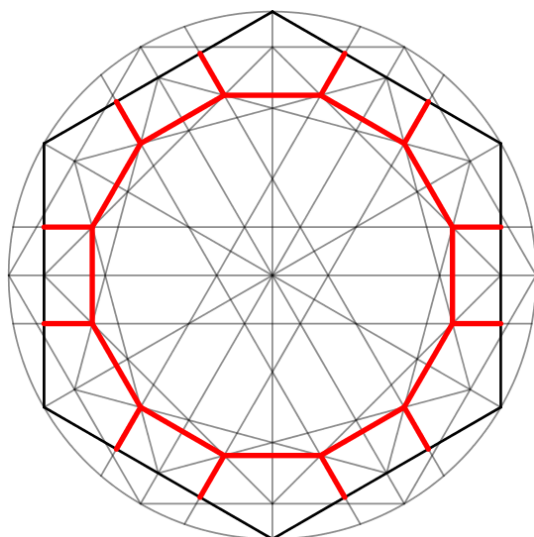
4. Narýsujeme tři páry rovnoběžných přímek určených vyznačenými průsečíky.



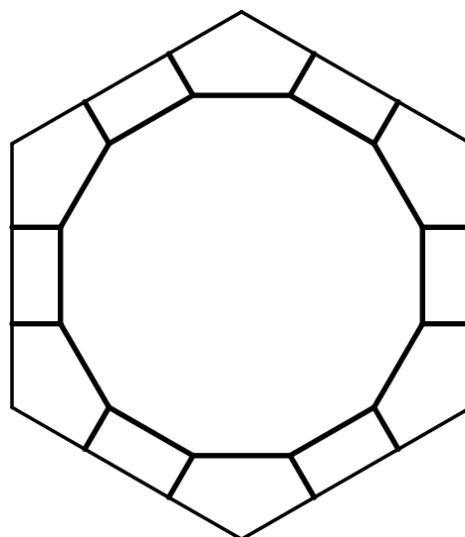
5. V opakované jednotce narýsujeme pravidelný dvanáctiúhelník, který poté zvýrazníme.



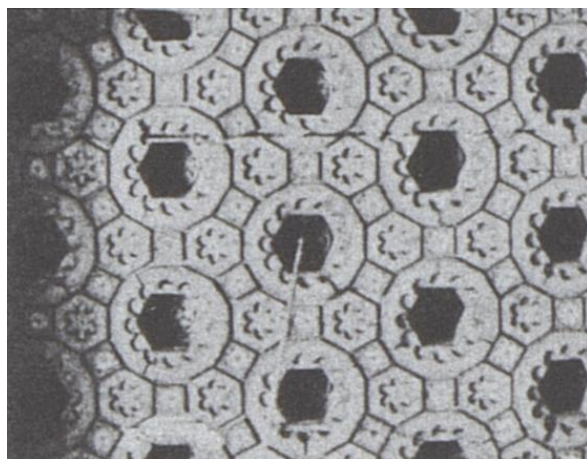
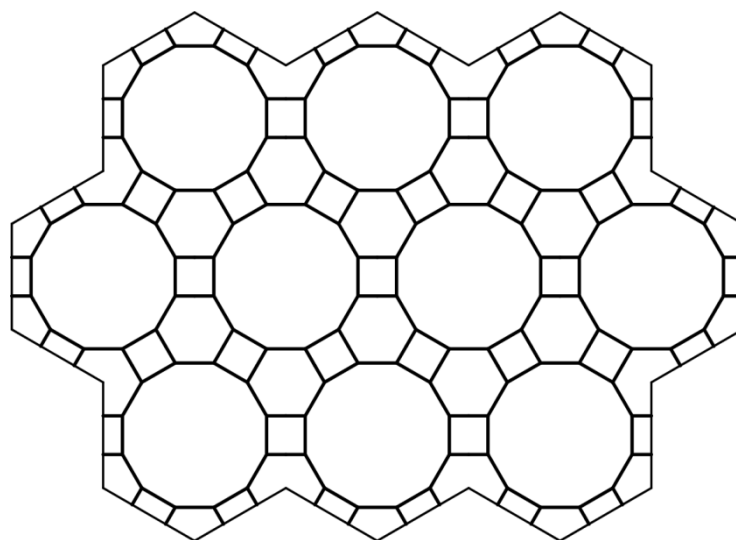
6. Nyní ještě zvýrazníme dvanáct krátkých úseček. Při zvýrazňování dáváme pozor, abychom nepřetáhli za opakovanou jednotku.



7. Výsledný vzor.



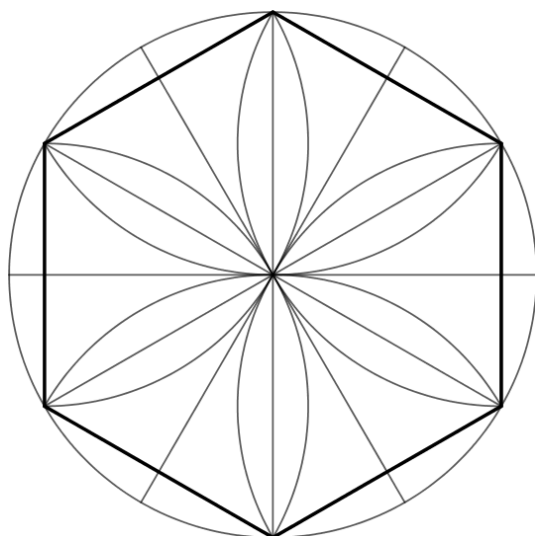
8. Výsledný vzor bez konstrukčních čar.



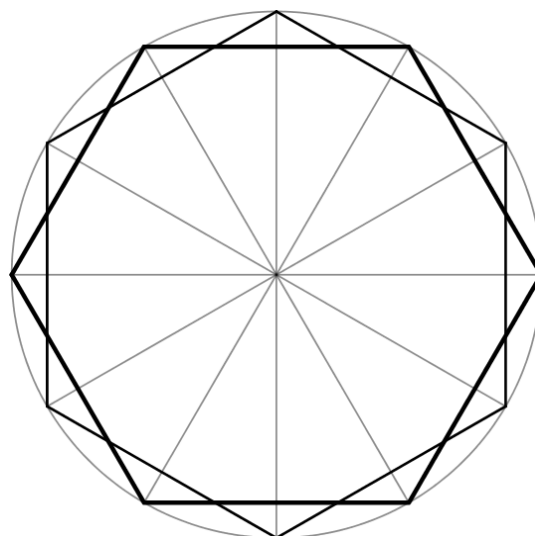
Obr. 111 - Ornament v Shibám - Kawkabán I. [5]

Palác Alhambra II.

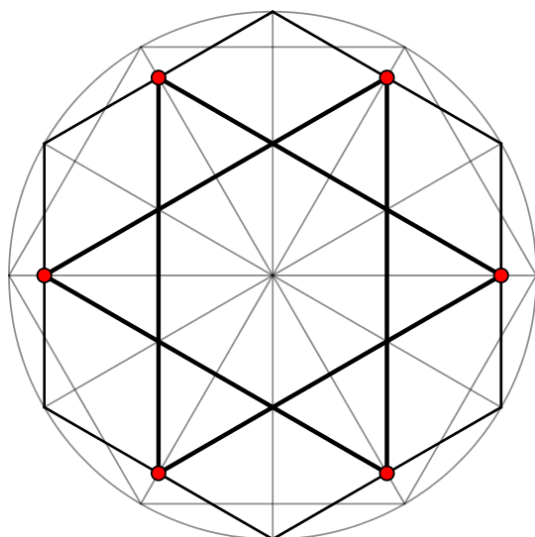
Granada, Španělsko (1302-1391)



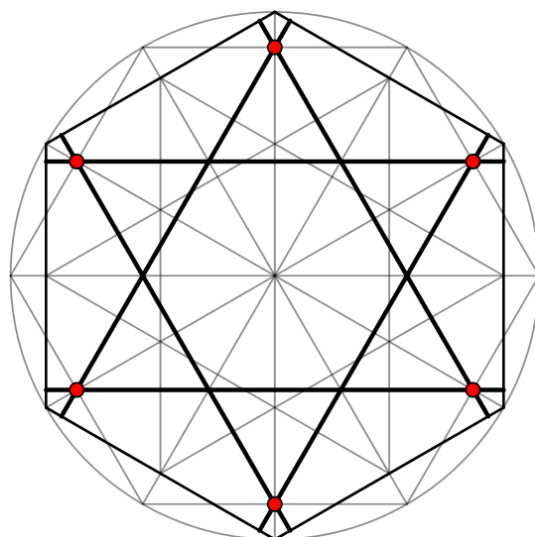
1. Narýsujeme výchozí šablonu pro vzory založené na dvojitém šestiúhelníku.



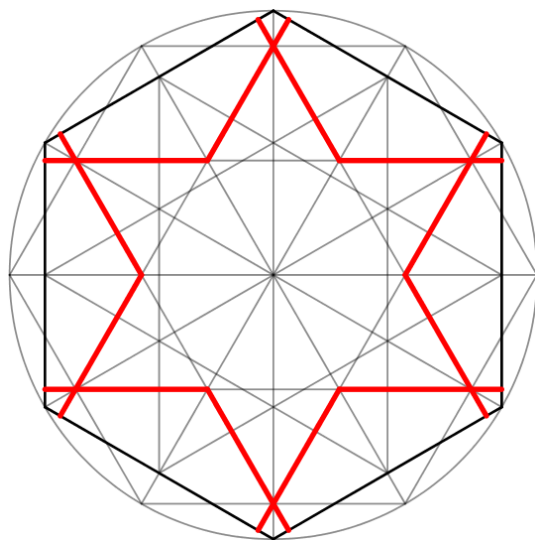
2. Do kružnice vepíšeme druhý pravidelný šestiúhelník.



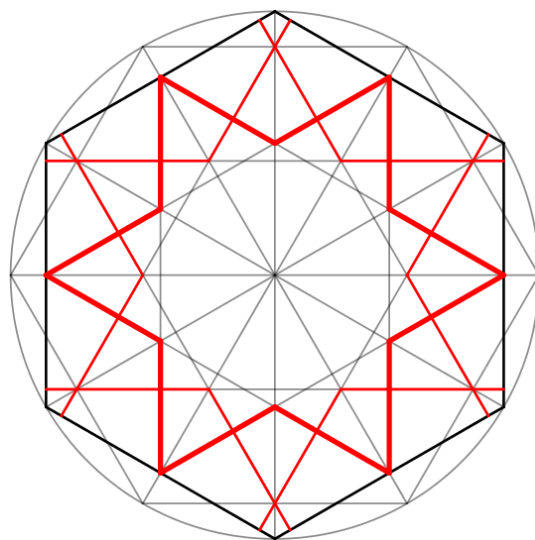
3. Do opakované jednotky vepíšeme dva rovnostranné trojúhelníky.



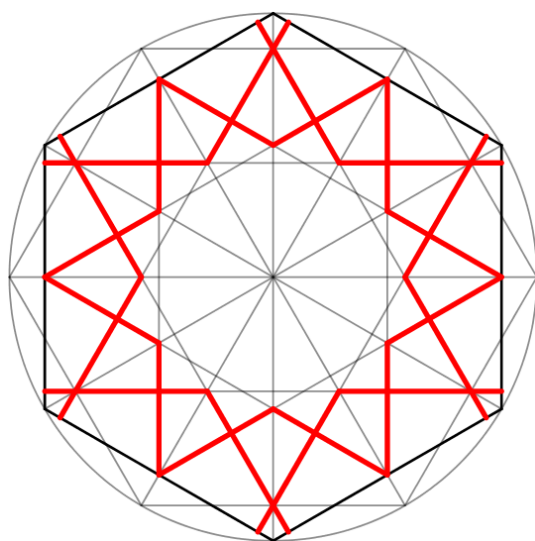
4. Narýsujeme tři páry rovnoběžných úseček, které prochází vyznačenými průsečíky a jejichž krajní body leží na stranách opakované jednotky.



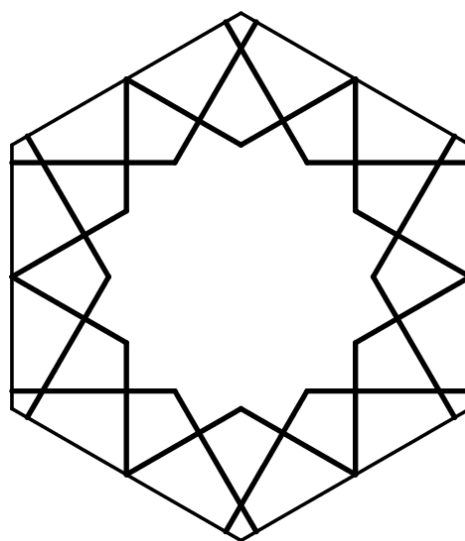
5. Zvýrazníme červené úsečky.



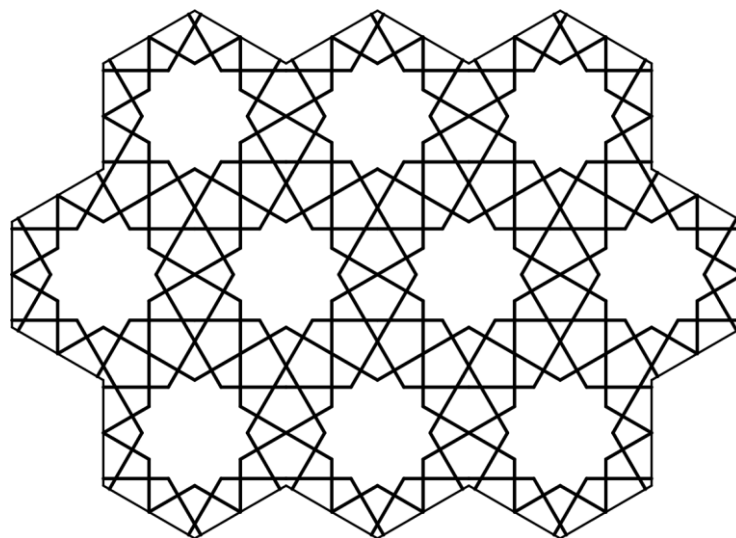
6. Zvýrazníme šesticípou hvězdu.



7. Výsledný vzor.



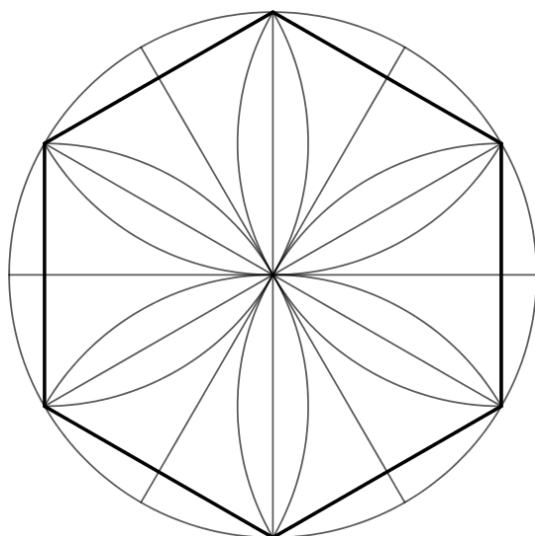
8. Výsledný vzor bez konstrukčních čar.



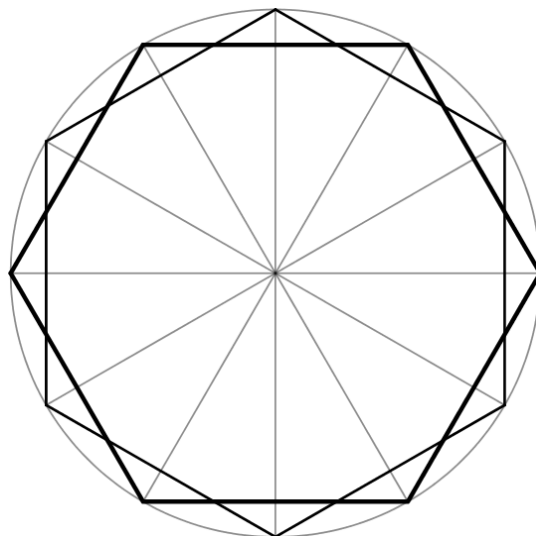
Obr. 112 - Ornament v paláci Alhambra II. [2]

Shibám - Kawkabán II.

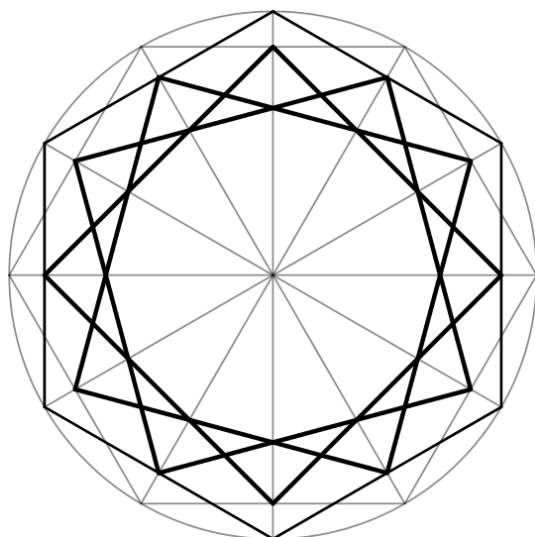
Jemen (9. - 10. století)



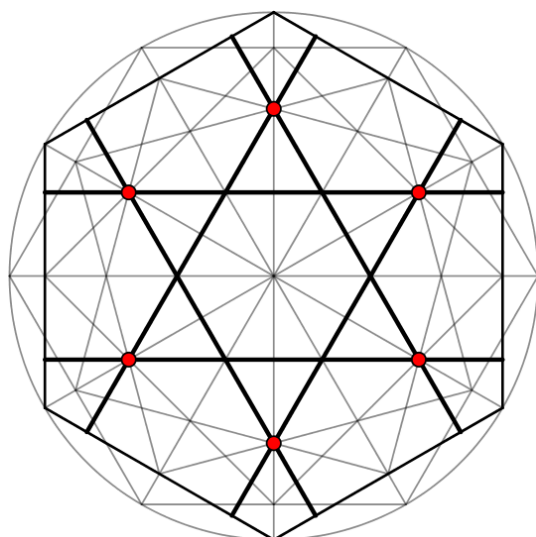
1. Narýsujeme výchozí šablonu pro vzory založené na dvojitém šestiúhelníku.



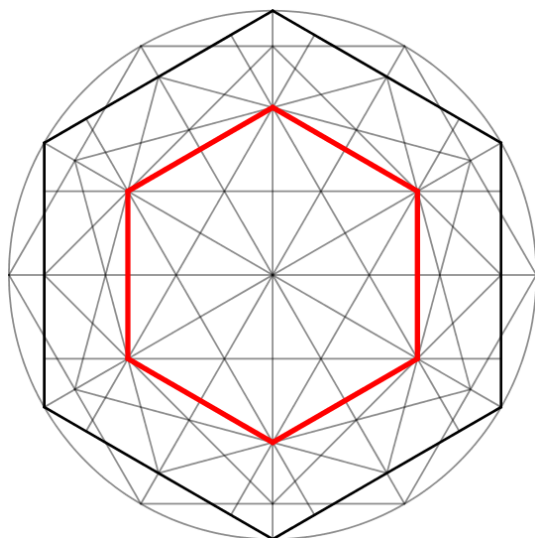
2. Do kružnice vepíšeme druhý pravidelný šestiúhelník.



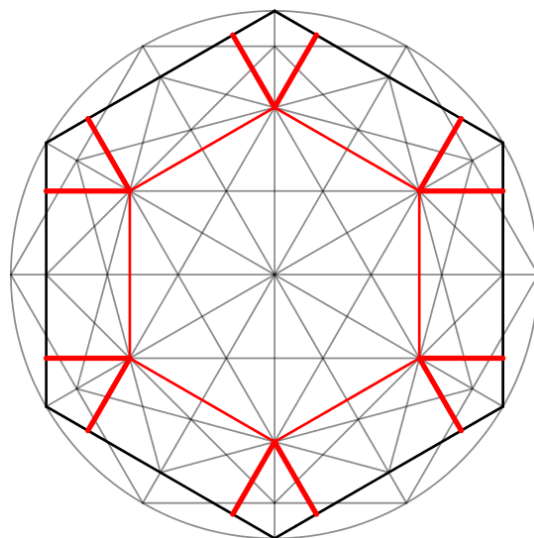
3. Uvnitř opakované jednotky sestrojíme tři čtverce, jak je znázorněno na obrázku.



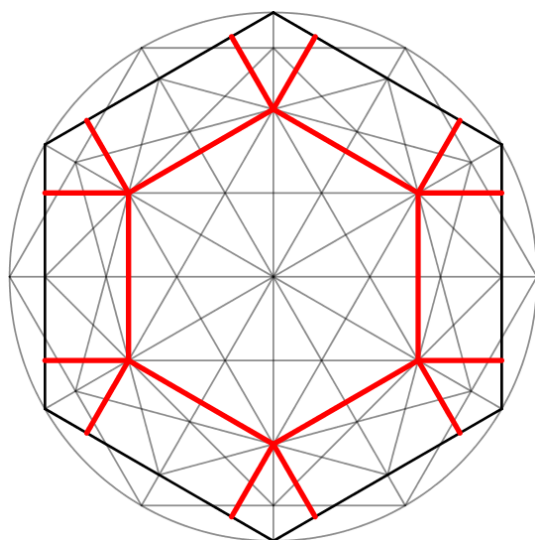
4. Narýsujeme tři páry rovnoběžných úseček, které prochází vyznačenými body a jejichž krajní body leží na stranách opakované jednotky.



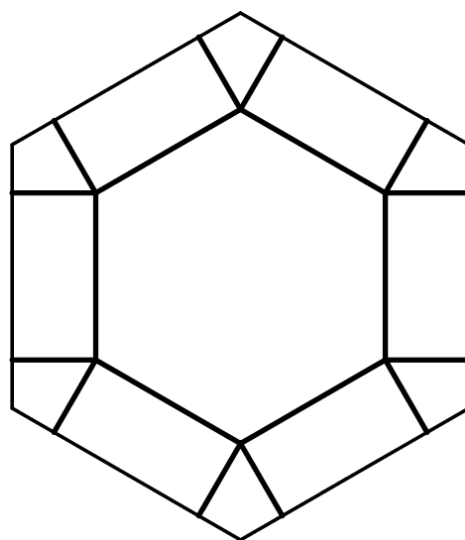
5. Uprostřed opakované jednotky sestrojíme pravidelný šestiúhelník a zvýrazníme ho.



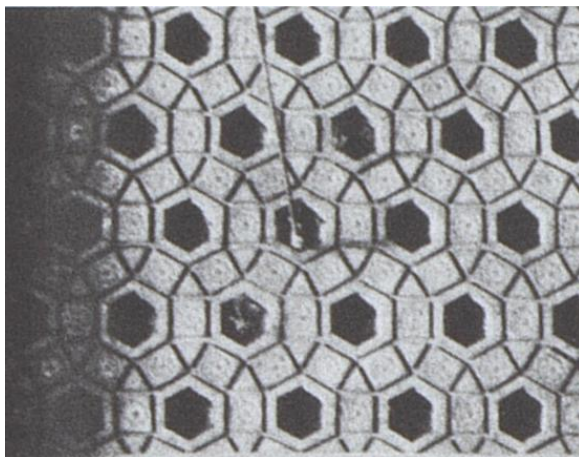
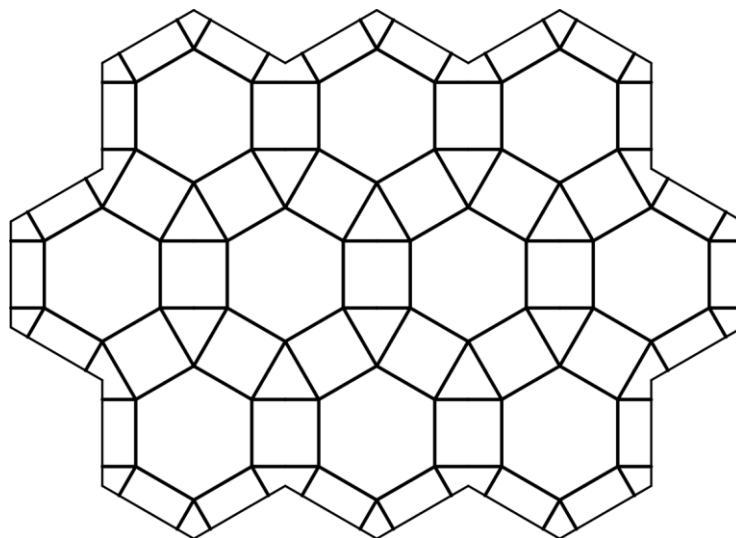
6. Zvýrazníme šest lomených čar ve tvaru písmene „V“.



7. Výsledný vzor.



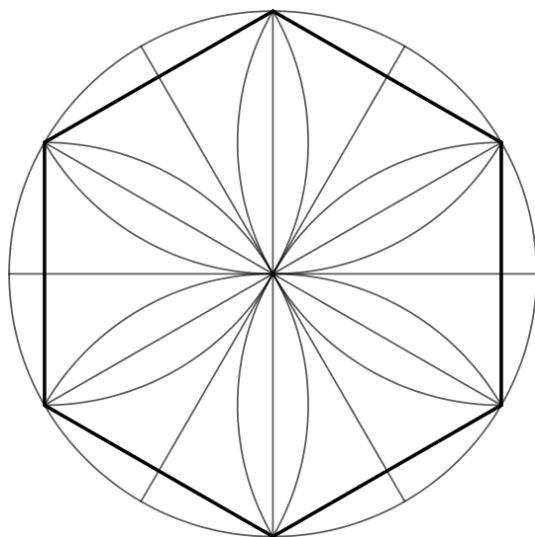
8. Výsledný vzor bez konstrukčních čar.



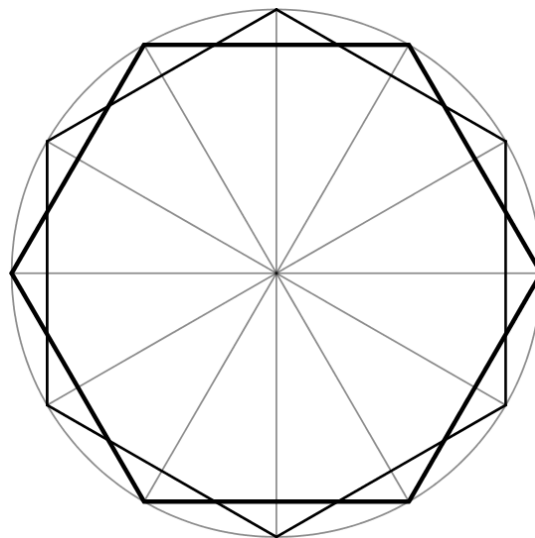
Obr. 113 - Onament v Shibám - Kawkabán II. [5]

Mešita al-Nasir Muhammad

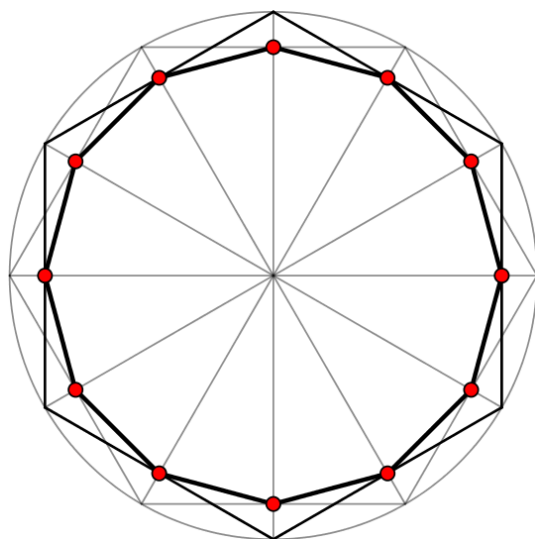
Káhira, Egypt (1318)



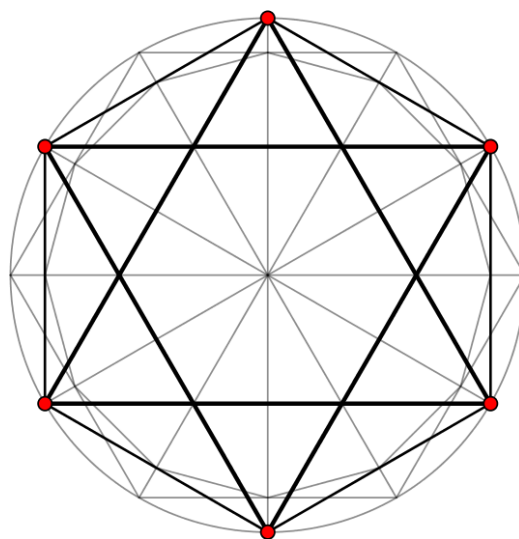
1. Narýsujeme výchozí šablonu pro vzory založené na dvojitém šestiúhelníku.



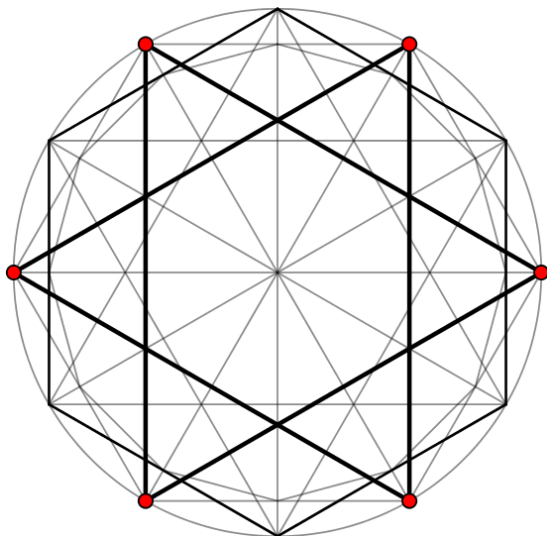
2. Do kružnice vepíšeme druhý pravidelný šestiúhelník.



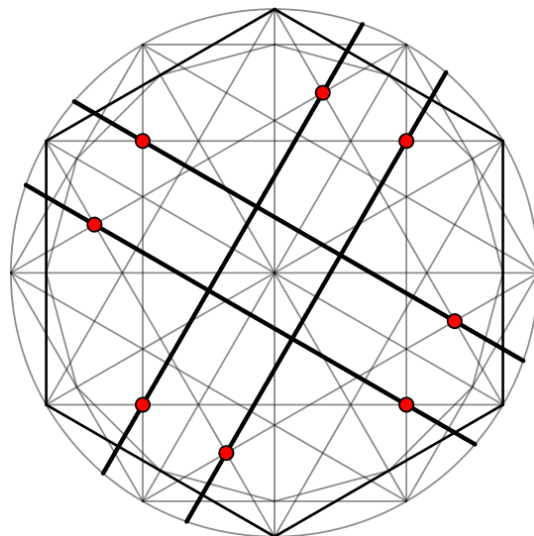
3. Spojíme vyznačené průsečíky do pravidelného dvanáctiúhelníku.



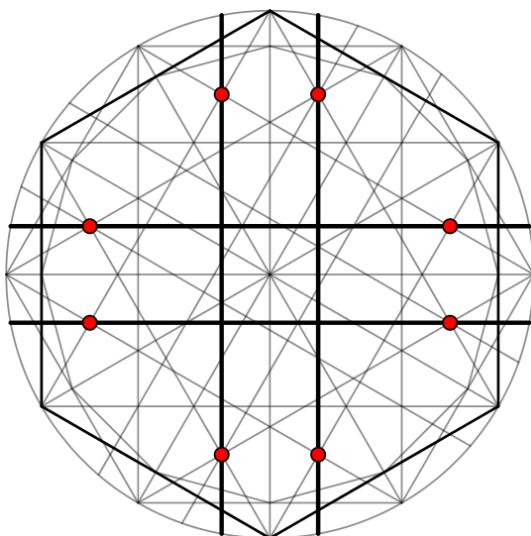
4. Střídavým spojováním vrcholů opakované jednotky sestrojíme dva rovnostranné trojúhelníky.



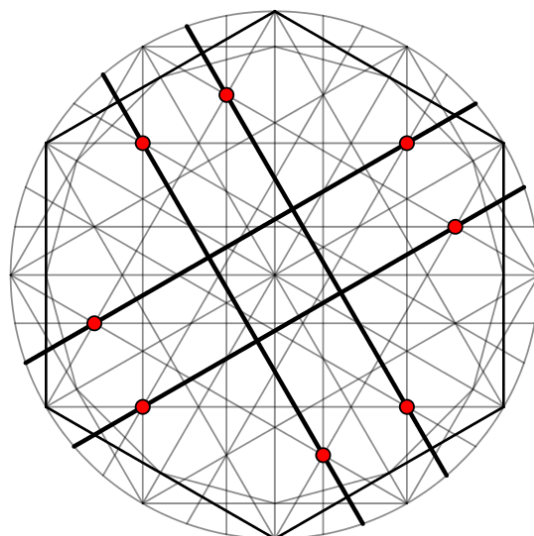
5. Sestrojíme další pár rovnostranných trojúhelníků s vrcholy ve vyznačených průsečících.



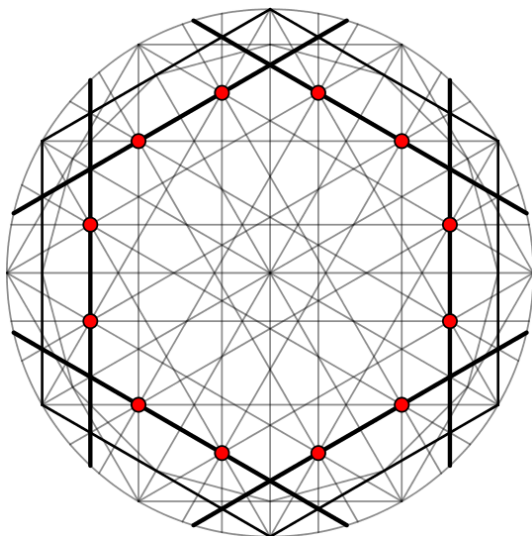
6. Sestrojíme dva páry rovnoběžných přímek.



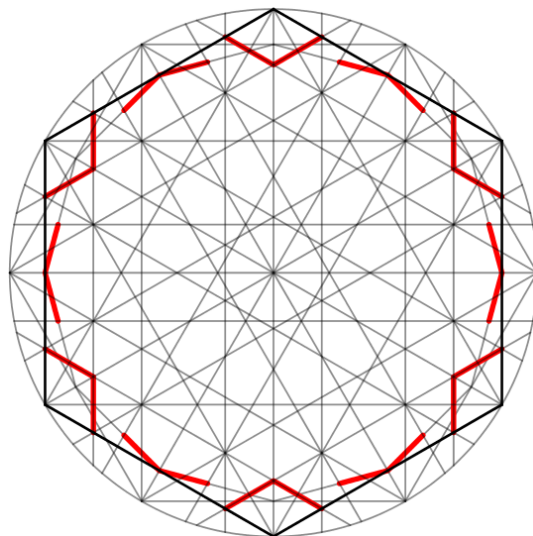
7. Zvýrazněnými průsečíky vedeme další dva páry rovnoběžných přímek.



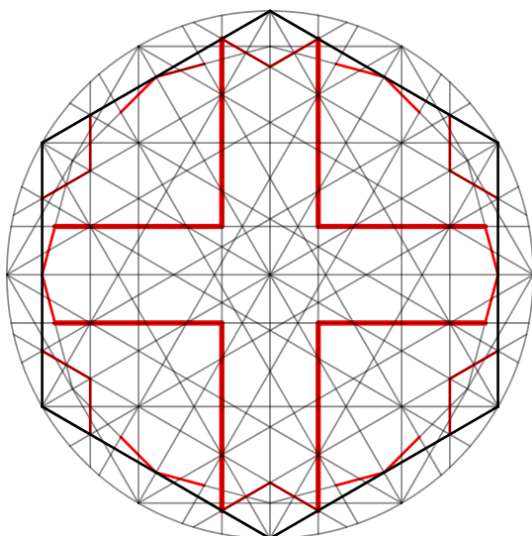
8. Do třetice narýsujeme dva páry rovnoběžných přímek.



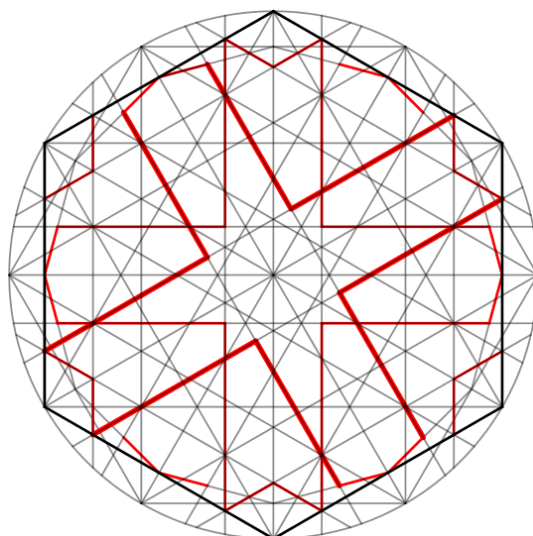
9. Nyní narýsujeme šest přímk určených červeně zvýrazněnými průsečíky.



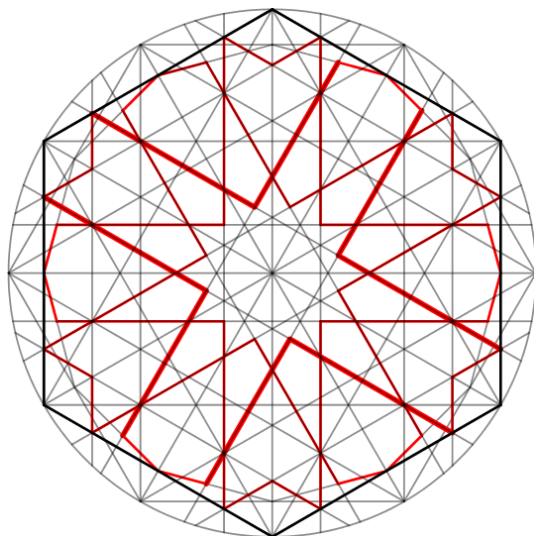
10. Zvýrazníme dvanáct lomených čar podél opakované jednotky.



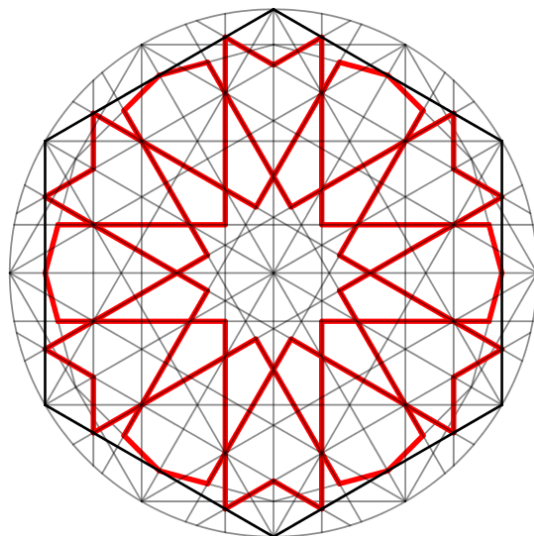
11. Zvýrazníme čtyři lomené čáry tvořící kříž.



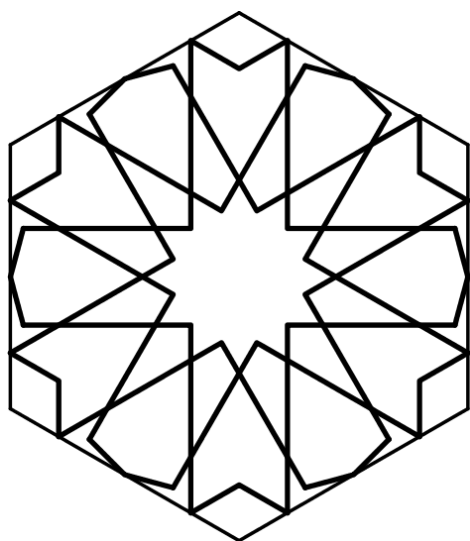
12. Zvýrazníme další kříž.



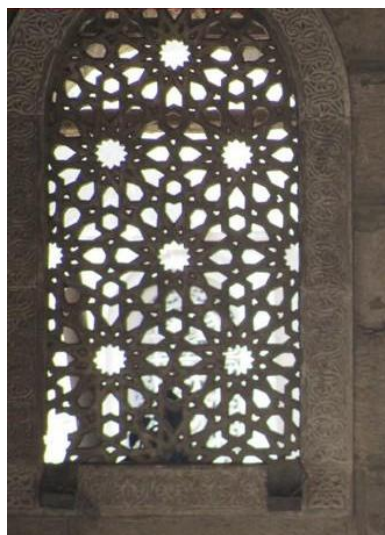
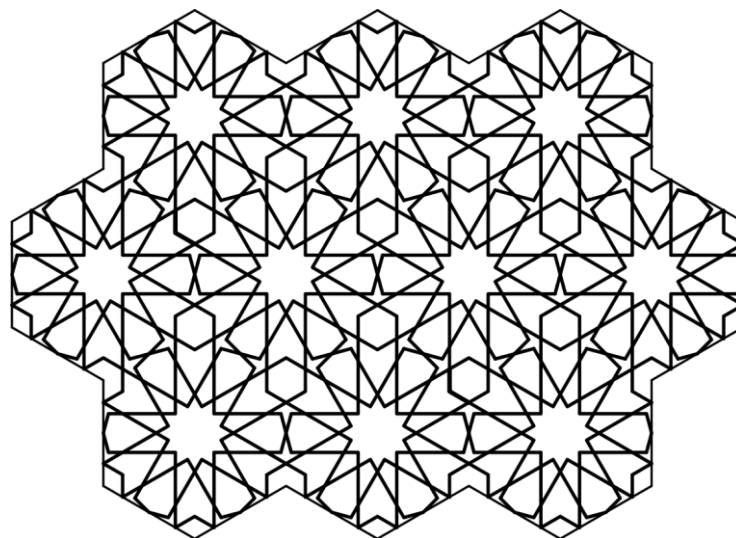
13. Zvýrazníme třetí kříž.



14. Výsledný vzor.



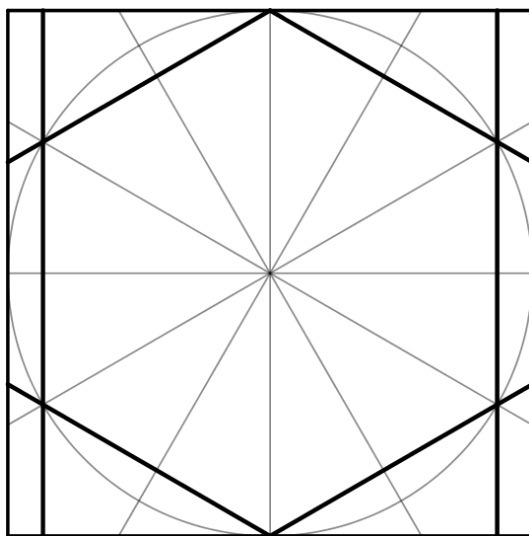
15. Výsledný vzor bez konstrukčních čar.



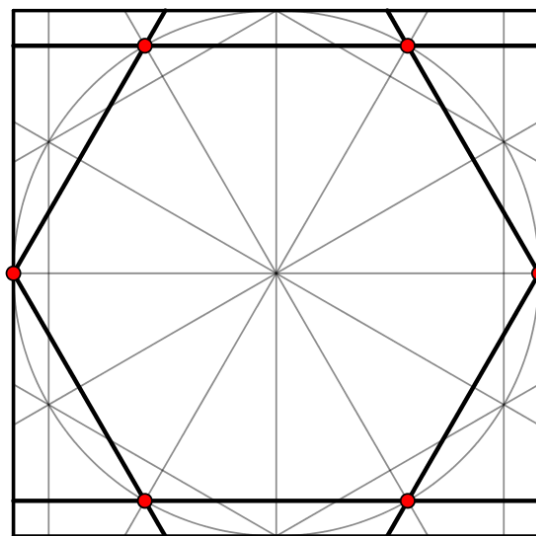
Obr. 114 - Ornament v mešitě al-Nasir Muhammad [37]

Mamlúcký Korán

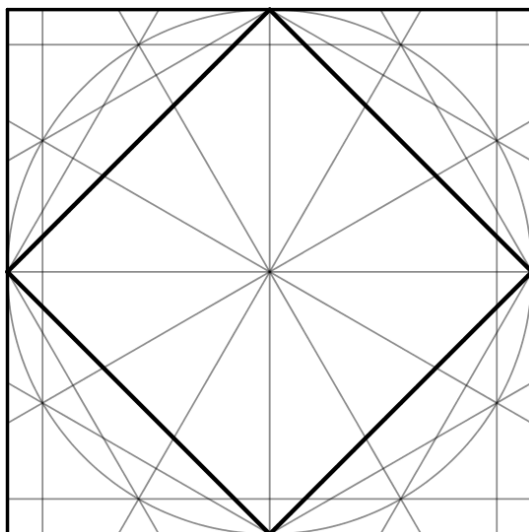
Damašek, Sýrie (1338)



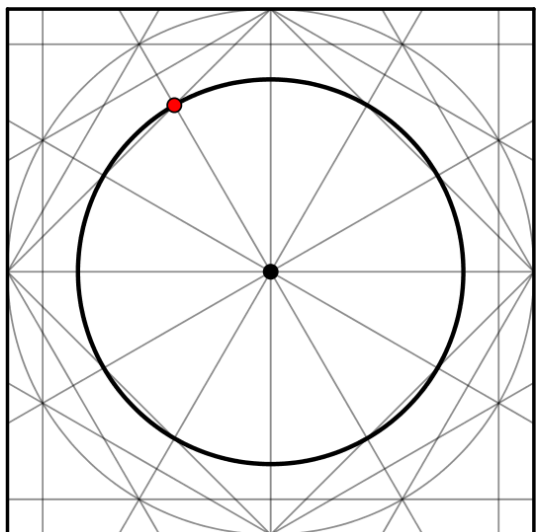
1. Jelikož je u tohoto vzoru opakovanou jednotkou čtverec, prodloužíme strany pravidelného šestiúhelníku tak, aby daný čtverec protínaly.



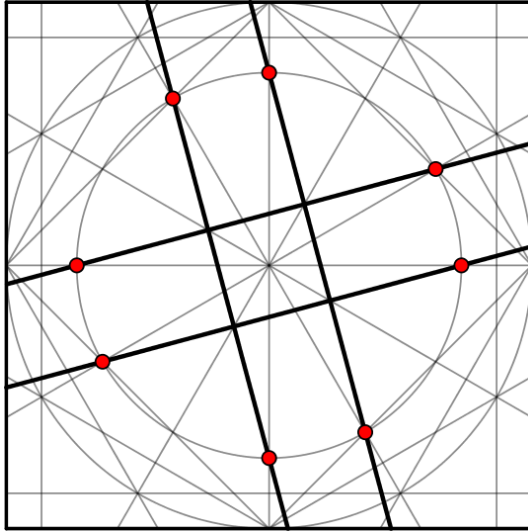
2. Vyznačené průsečíky spojíme přímkami.



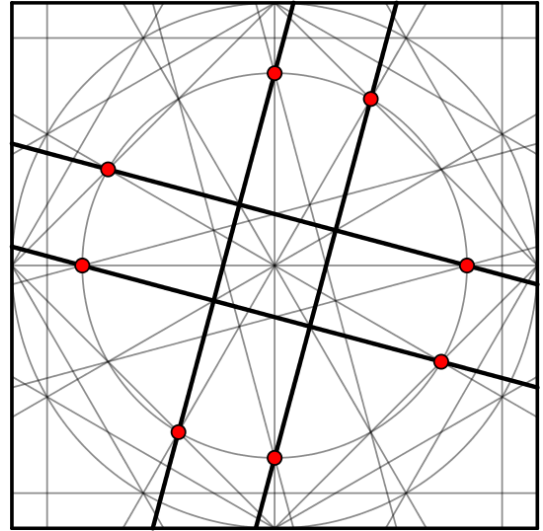
3. Spojíme průsečíky kružnice se stranami opakované jednotky, čímž vznikne čtverec.



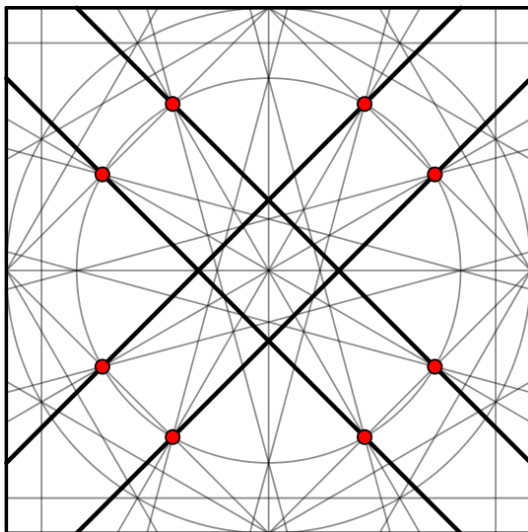
4. Pomocí kružítka sestrojíme kružnici se stejným středem jako u základní kružnice a procházející červeně zvýrazněným průsečíkem.



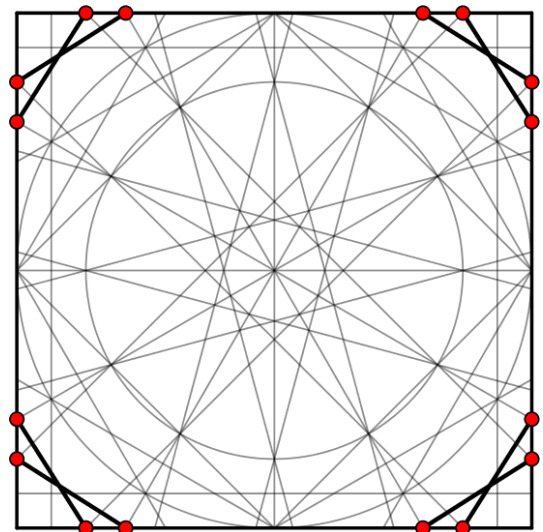
5. Vyznačenými průsečíky vedeme dva páry rovnoběžných přímek.



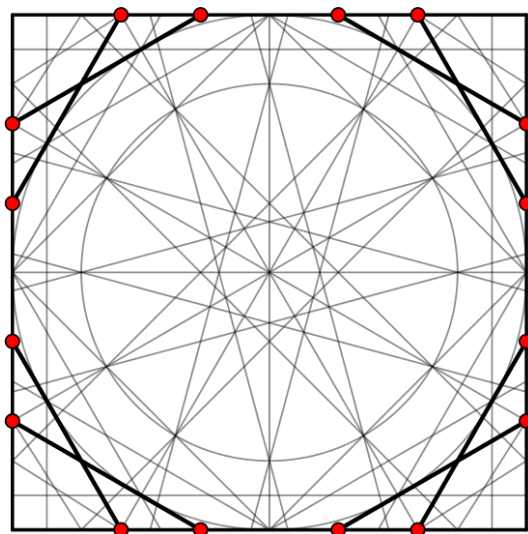
6. Narýsujeme další dva páry rovnoběžných přímek.



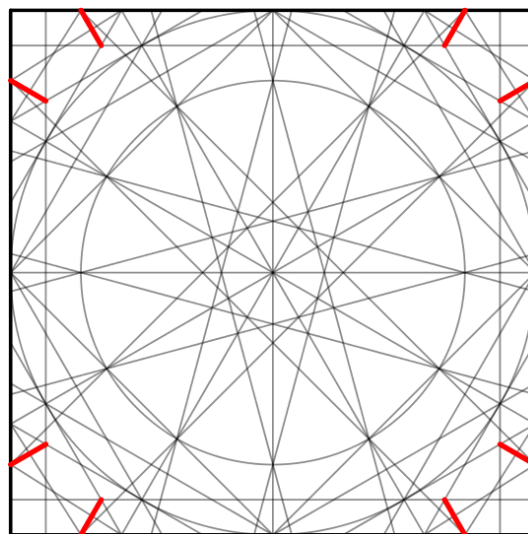
7. Potřetí narýsujeme dva páry rovnoběžných přímek.



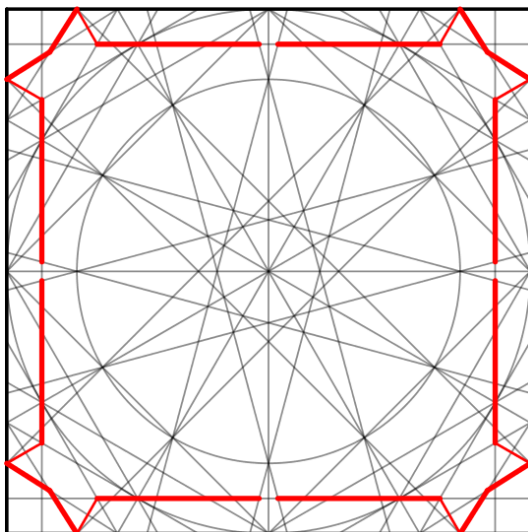
8. V každém rohu opakované jednotky narýsujeme dvě úsečky.



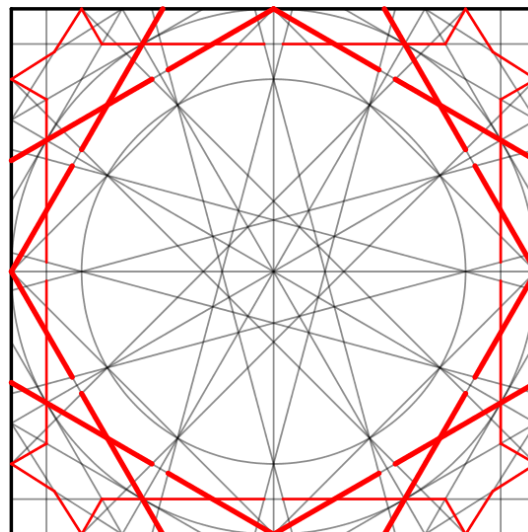
9. Obdobně jako v předchozím kroku narýsujeme v každém rohu dvě úsečky, pouze delší.



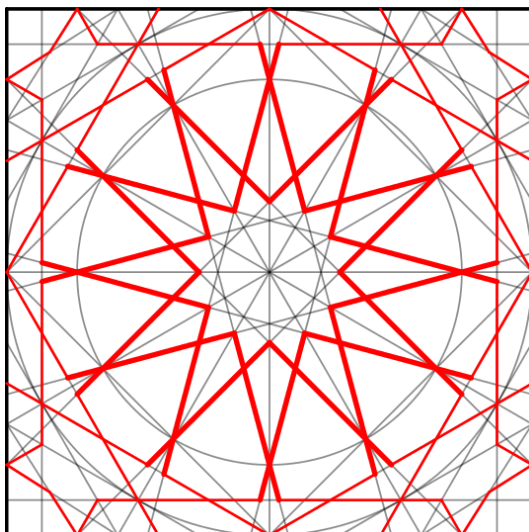
10. V každém rohu opakovaně jednotky narýsujeme krátké úsečky podle obrázku. Úsečky zvýrazníme.



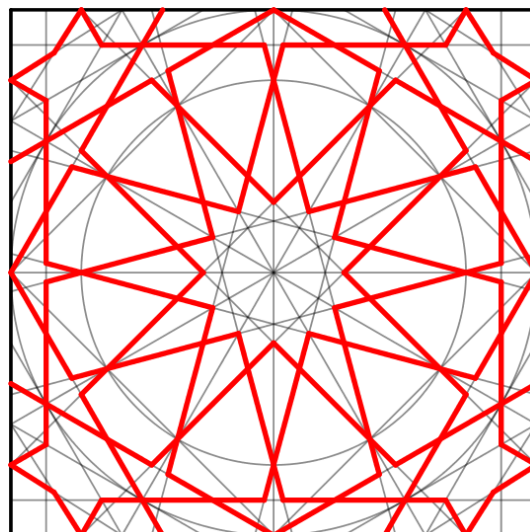
11. Zvýrazníme červené úsečky.



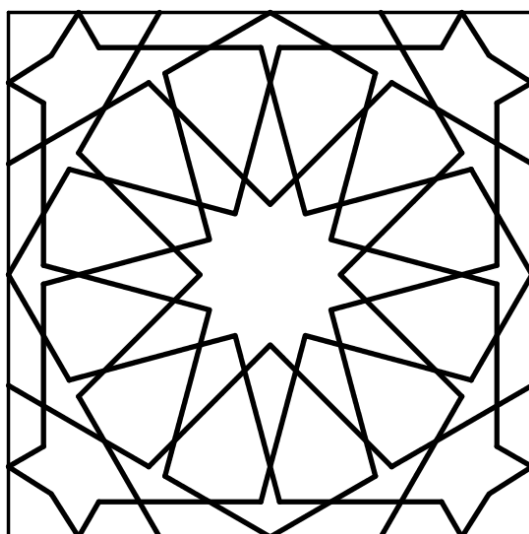
12. Zvýrazníme další červené úsečky. Dáváme pozor, kde jednotlivé úsečky začínají a končí.



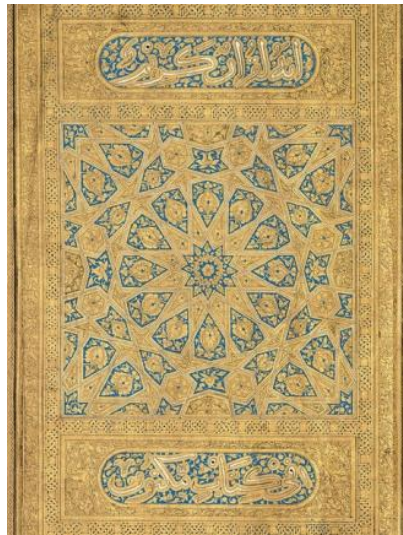
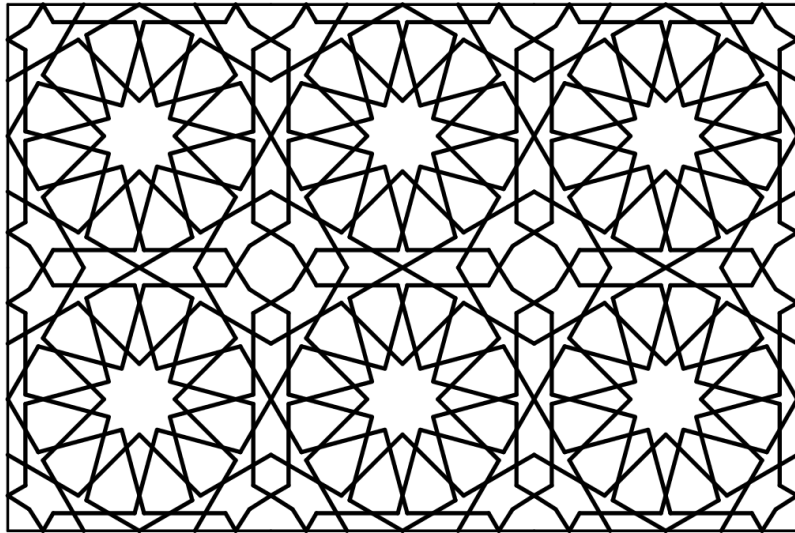
13. Nakonec zvýrazníme úsečky tvořící dvanácticípou hvězdu.



14. Výsledný vzor.



15. Výsledný vzor bez konstrukčních čar.



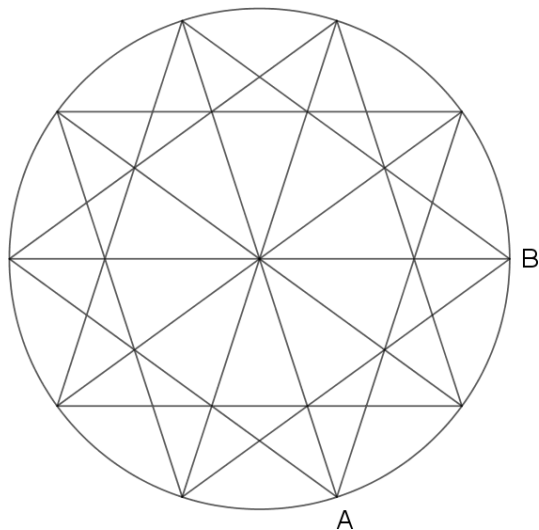
Obr. 115 - Ornament v mamlúckém Koránu [22]

8.4 Vzory založené na pravidelném pětiúhelníku

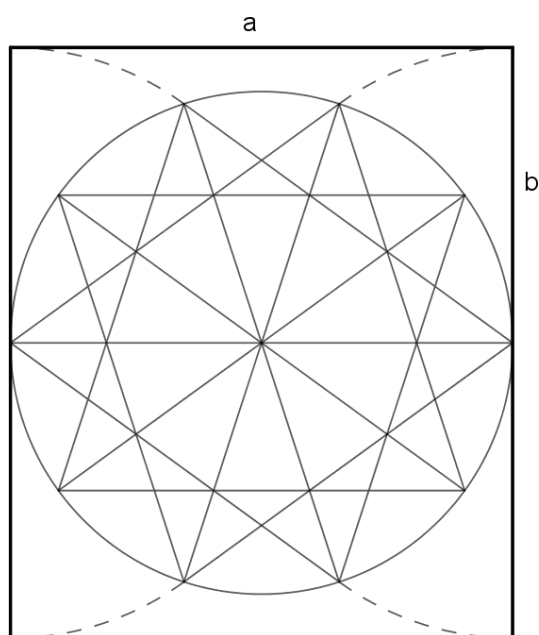
V této podkapitole je popsána tvorba pěti vybraných pětičetných vzorů. Každý z těchto vzorů vychází ze základní šablony, kterou tvoří deseticípá hvězda. Tu sestrojíme spojením vrcholů pravidelného desetiúhelníku, který je odvozen od pravidelného pětiúhelníku, jak je zřejmé z obrázku 32. Opakovanou jednotkou může v tomto případě být buď obdélník (vzor na str. 162) nebo kosočtverec (vzor na str. 170). Pro zjednodušení je i z kosočtverce možné vytvořit obdélníkovou opakovanou jednotku, jako je tomu u zbývajících vzorů. Mnohočetným opakováním těchto opakovaných jednotek získáme výsledný design.

Gazúr Gáh

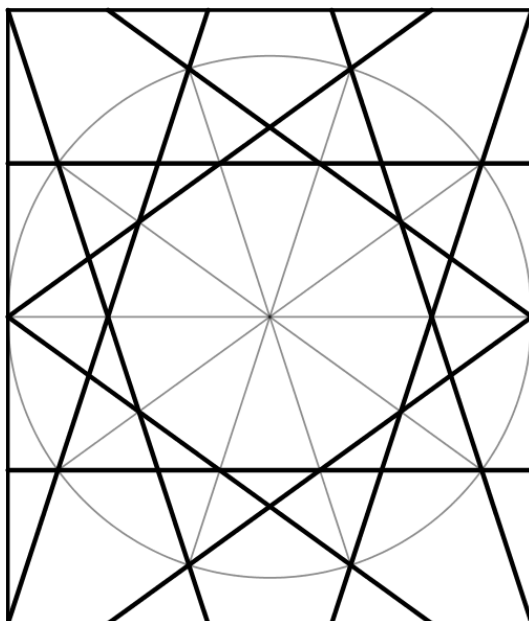
Herát, Afghánistán (15. století)



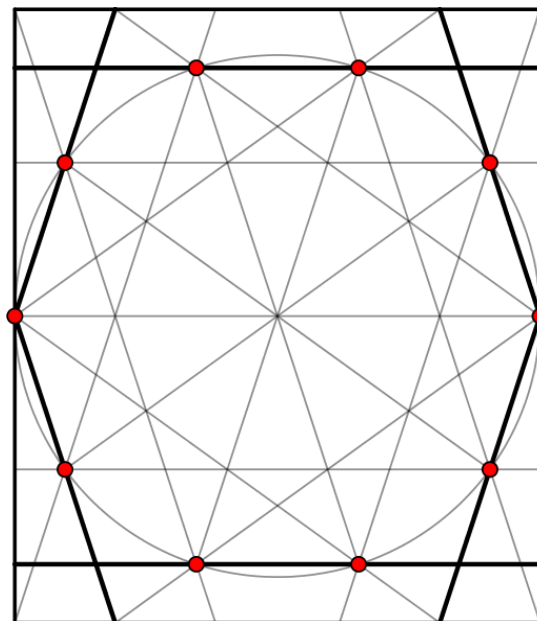
1. Narýsujeme výchozí šablonu společnou pro všechny vzory založené na pravidelném pětiúhelníku, resp. desetiúhelníku.



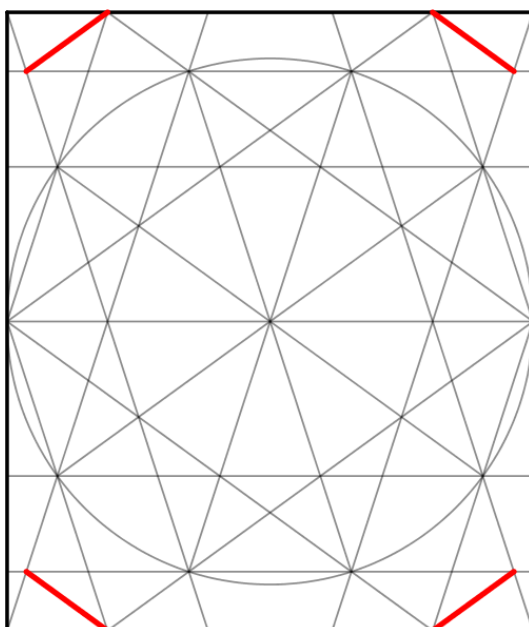
2. Opakovanou jednotkou je v tomto případě obdélník se stranami a a b . Platí $a : b = 2r : 2AB$ (AB je strana pravidelného pětiúhelníku).



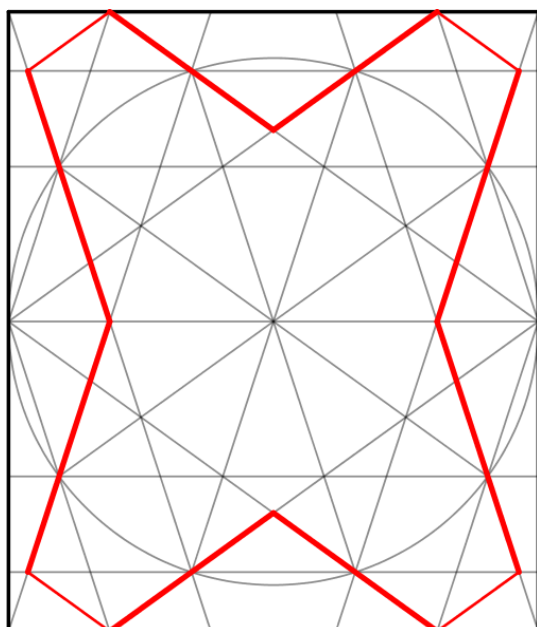
3. Nejdříve prodloužíme strany deseticípé hvězdy tak, aby protínaly opakovanou jednotku.



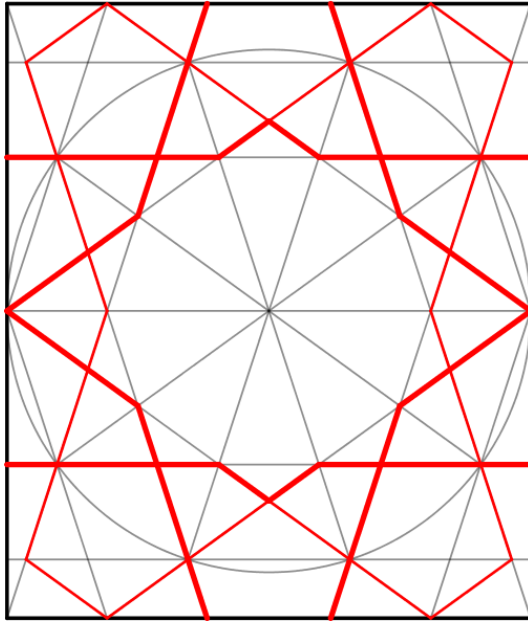
4. Nyní vedeme přímky vyznačenými průsečíky.



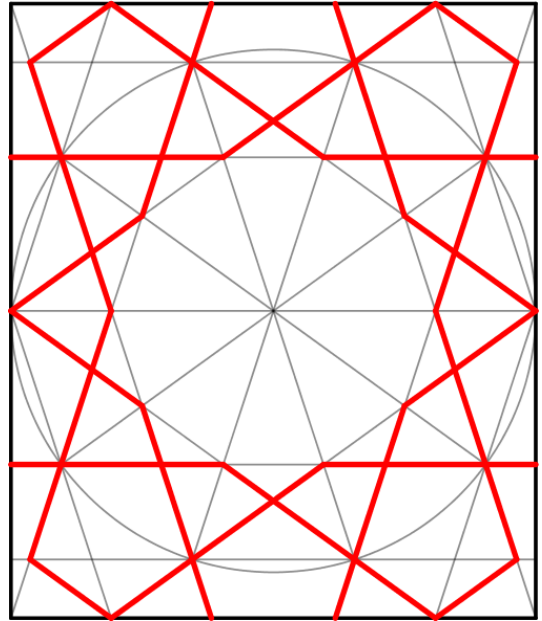
5. V každém rohu narýsuje krátkou úsečku, kterou zvýrazníme.



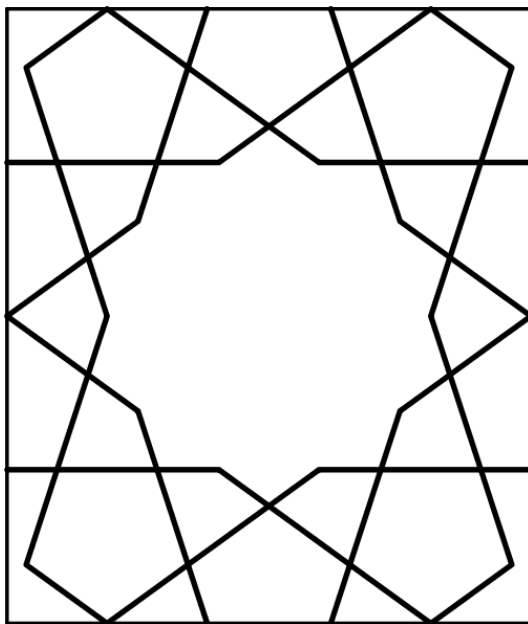
6. Zvýrazníme čtyři lomené čáry spojující úsečky narýsované v předchozím kroku.



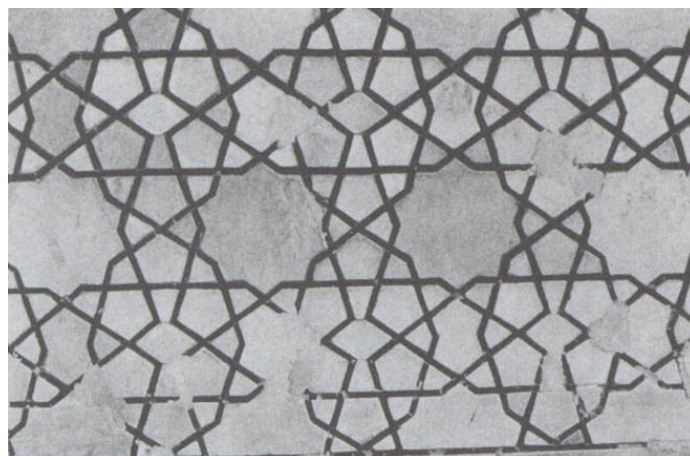
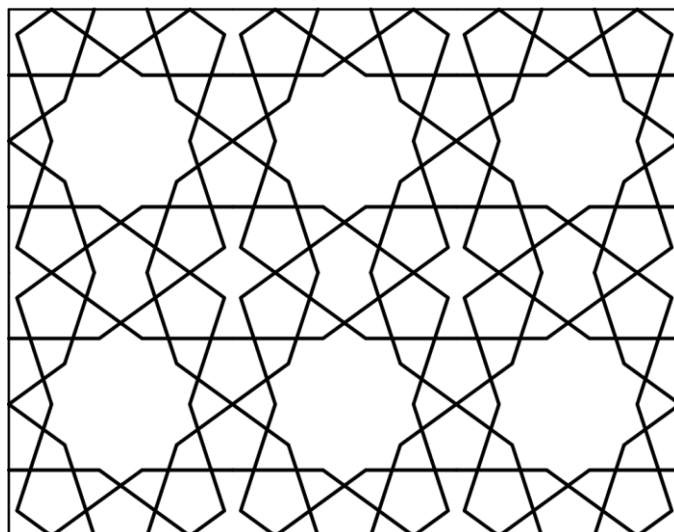
7. Zvýrazněním dalších čtyř lomených čar získáme výsledný vzor.



8. Výsledný vzor.



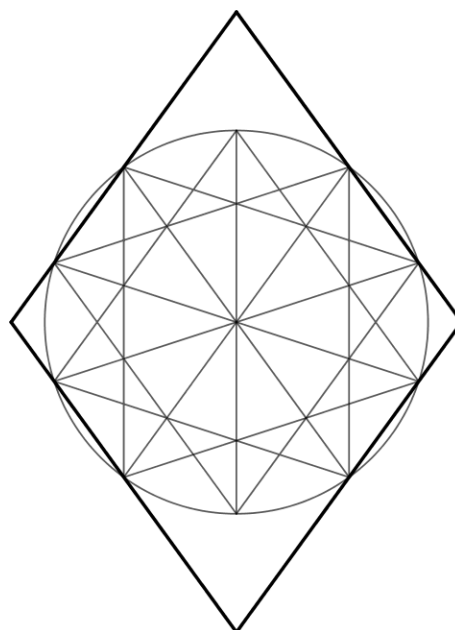
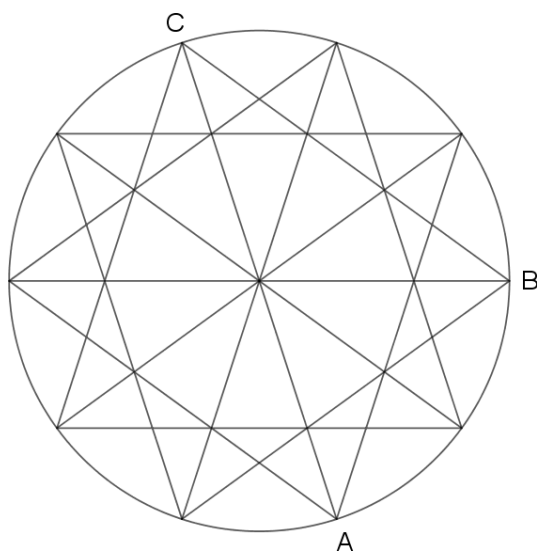
9. Výsledný vzor bez konstrukčních čar.



Obr. 116 - Ornament v Gazúr Gáhu [5]

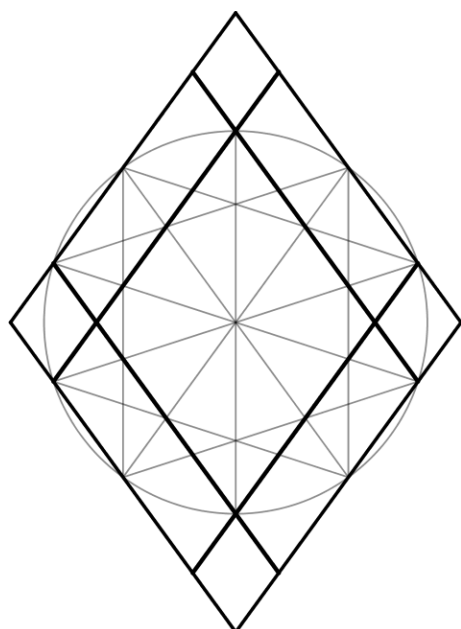
Mauzoleum I'timád ad-Dawla

Ágra, Indie (1628)

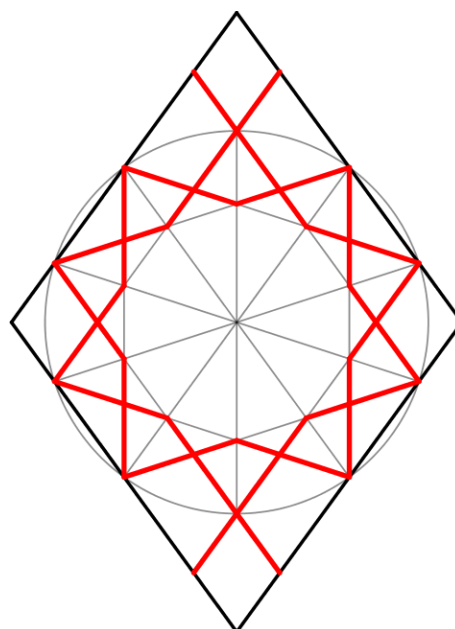


1. Narýsujeme výchozí šablonu společnou pro všechny pětičetné vzory.

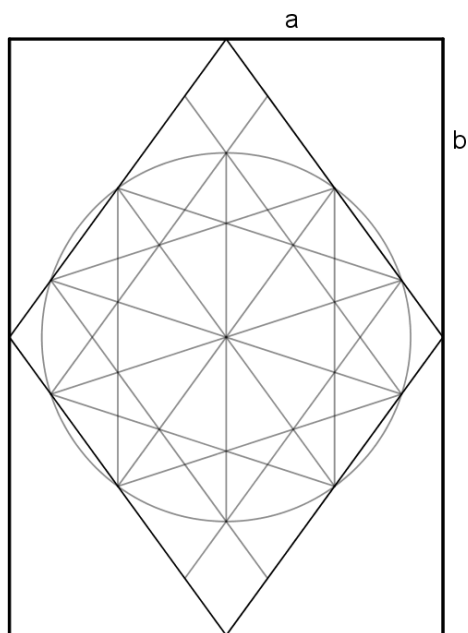
2. Za opakovanou jednotku můžeme zvolit kosočtverec, který sestojíme podle obrázku.



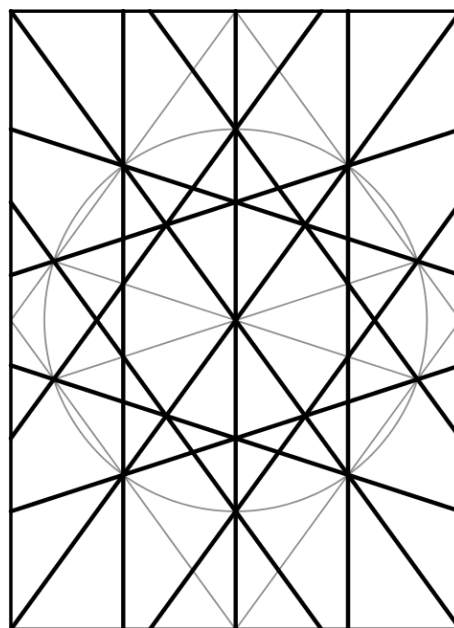
3. Protáhneme strany deseticípé hvězdy, aby protínaly opakovanou jednotku.



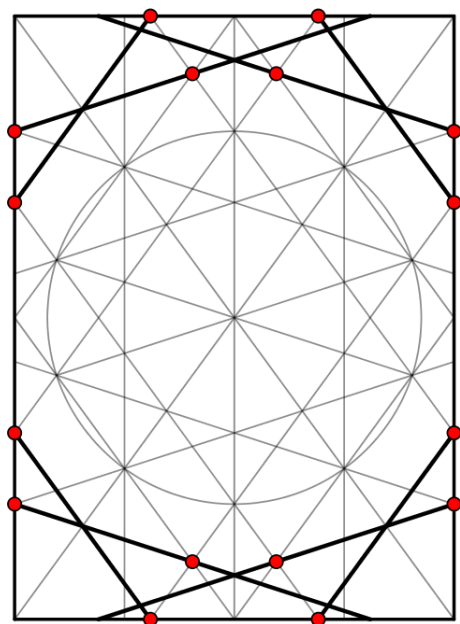
4. Po zvýraznění červených úseček dostáváme výsledný vzor.



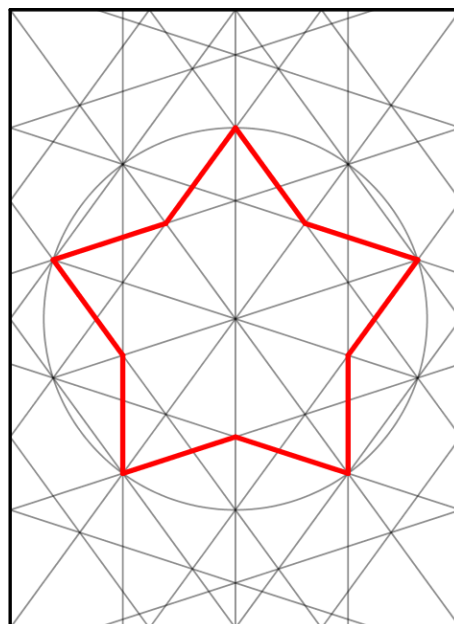
5. Pro zjednodušení můžeme zvolit obdélníkovou opakovanou jednotku. Pro daný obdélník o stranách a a b platí: $a : b = 2AB$ (AB je strana pravidelného pětiúhelníku) : $2BC$ (BC je strana desetipíčné hvězdy).



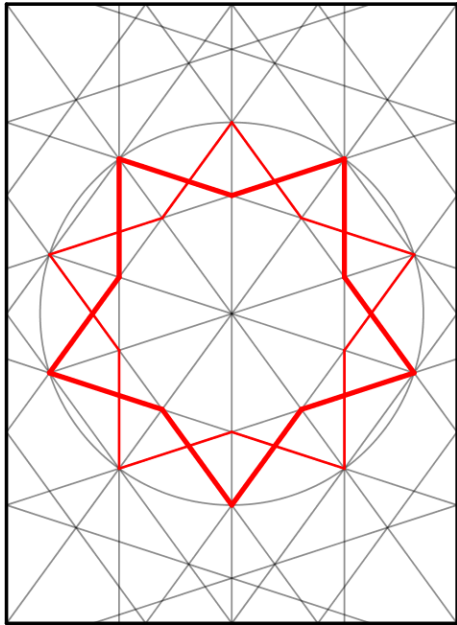
6. Prodloužíme strany desetipíčné hvězdy a další úsečky z výchozí šablony, aby protínaly obdélníkovou opakovanou jednotku.



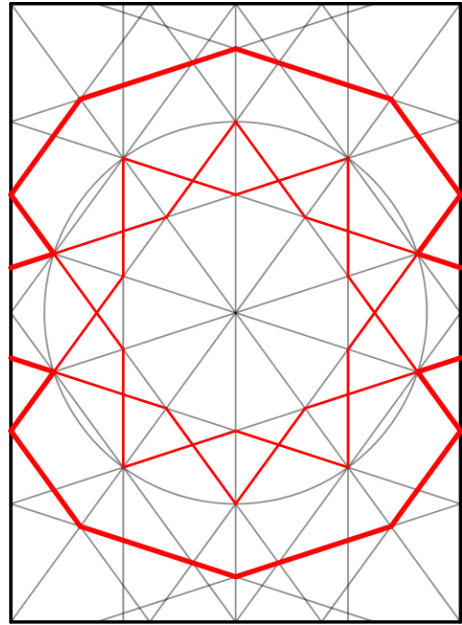
7. Narýsujeme úsečky a polopřímky, jak je znázorněno na obrázku.



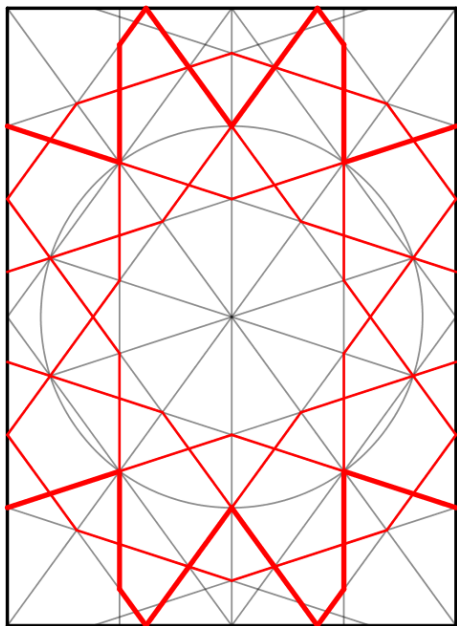
8. Zvýrazníme pěticípou hvězdu.



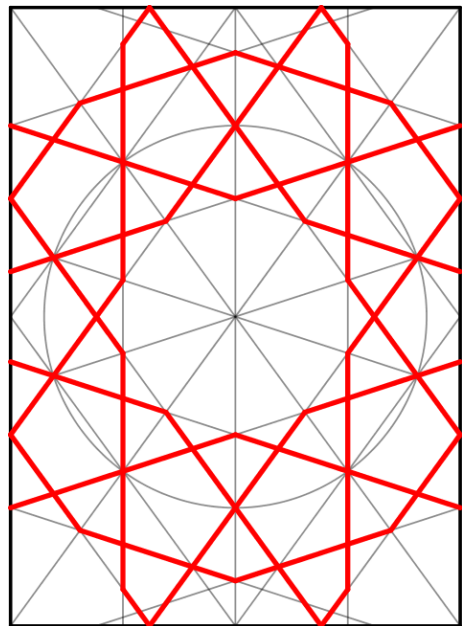
9. Zvýrazníme druhou pěticíou hvězdu.



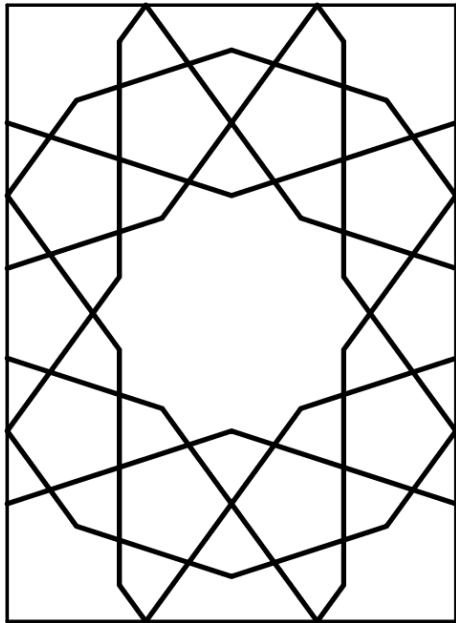
10. Zvýrazníme dvě lomené čáry podle obrázku.



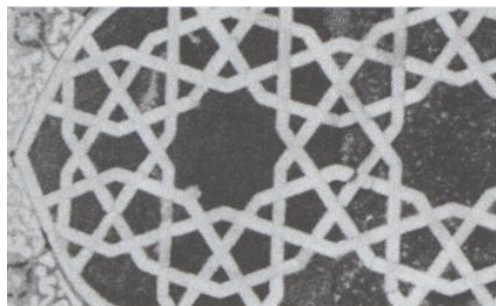
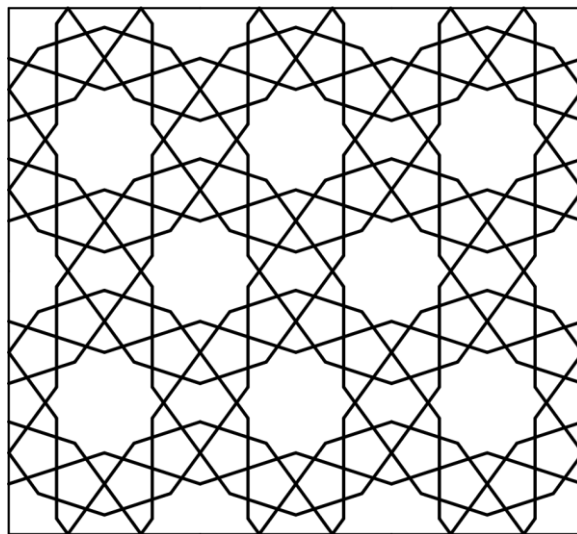
11. V horní i spodní části opakované jednotky zvýrazníme další pár lomených čar.



12. Výsledný vzor.



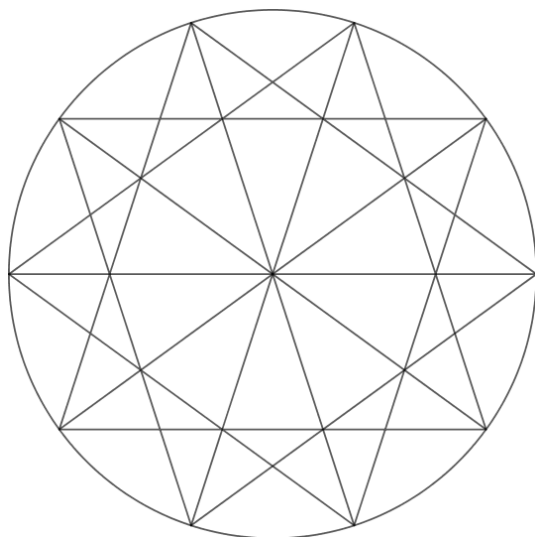
13. Výsledný vzor bez konstrukčních čar.



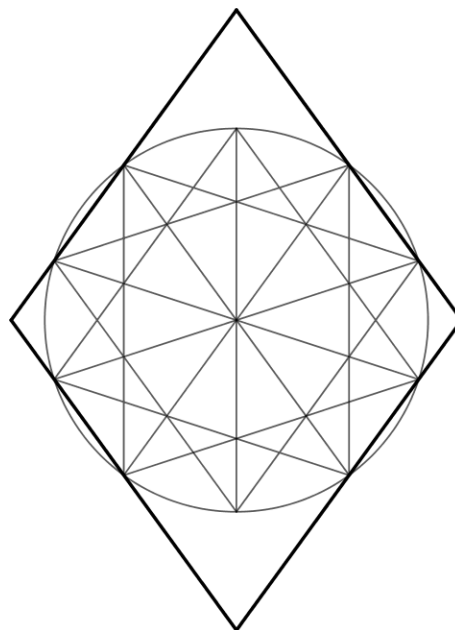
Obr. 117 - Ornament v mauzoleu I'timád ad-Dawla [5]

Qulatu Bist

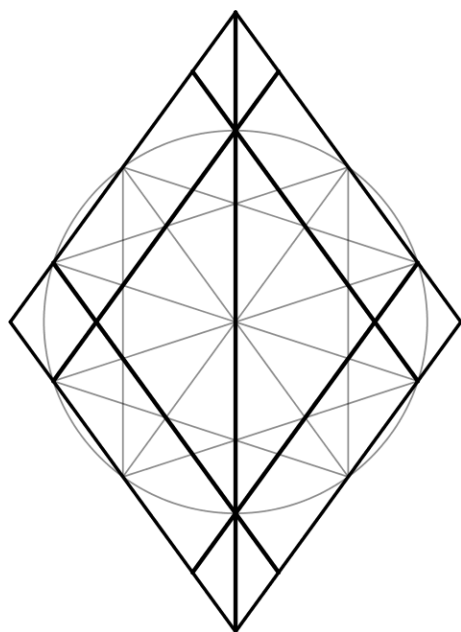
Afghánistán, (10. - 11. století)



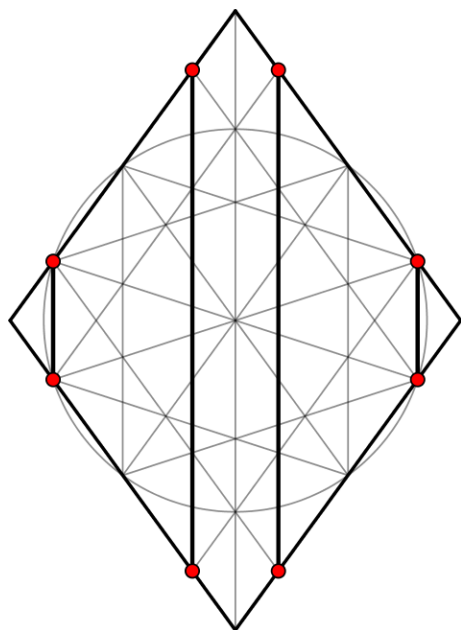
1. Narýsujeme výchozí šablonu společnou pro všechny vzory založené na pravidelném pětiúhelníku, resp. desetiúhelníku.



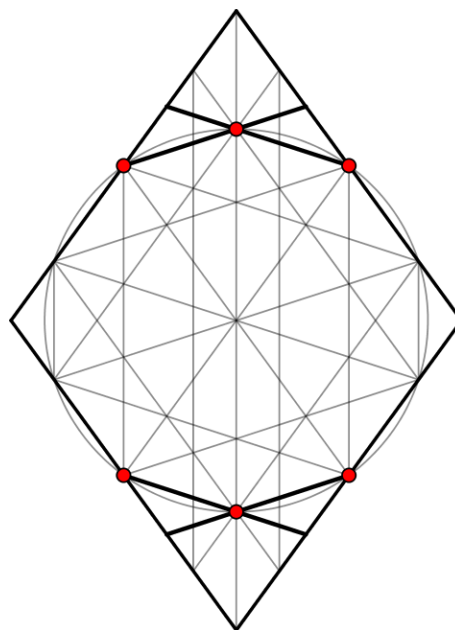
2. Za opakovanou jednotku můžeme zvolit kosočtverec, který sestojíme podle obrázku.



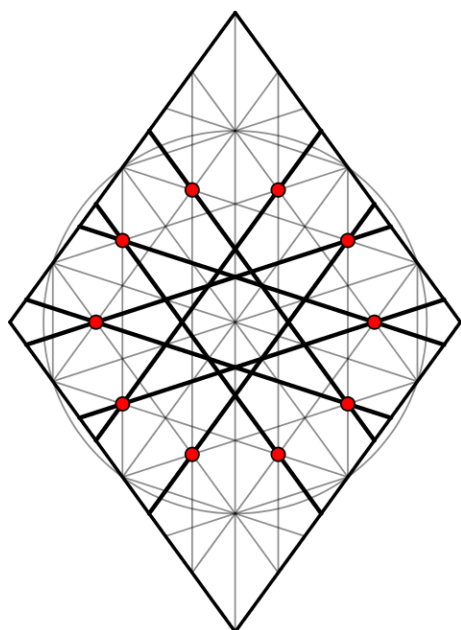
3. Prodloužíme strany deseticípé hvězdy a další úsečku z výchozí šablony, aby protínaly opakovanou jednotku.



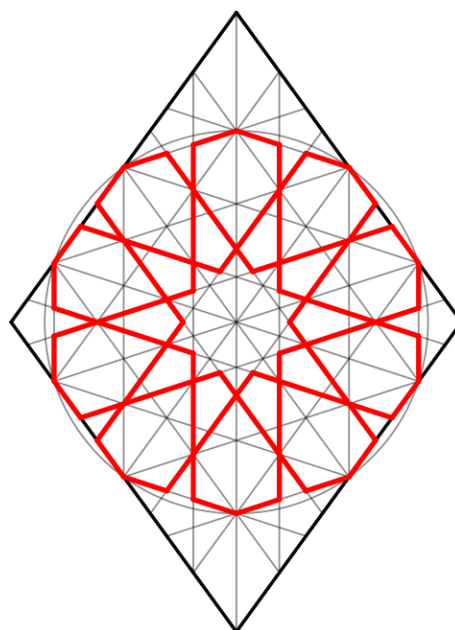
4. Narýsujeme úsečky, jejichž krajní body jsou červeně zvýrazněny.



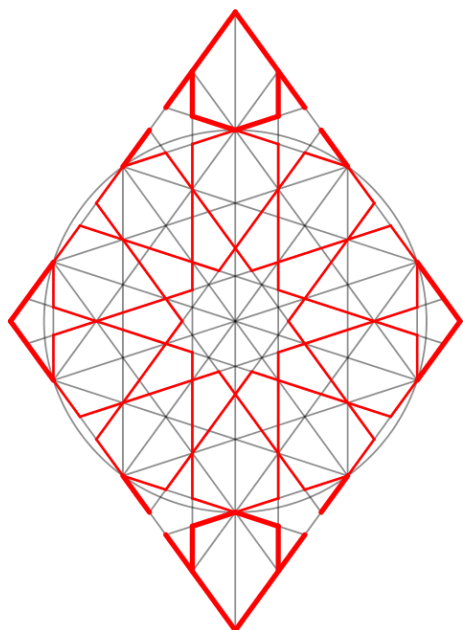
5. Narýsujeme dva páry polopřímek podle obrázku.



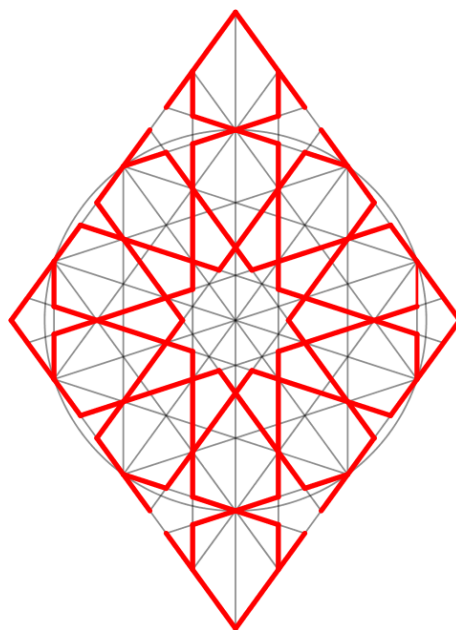
6. Vyznačenými průsečíky vedeme čtyři páry rovnoběžných přímek.



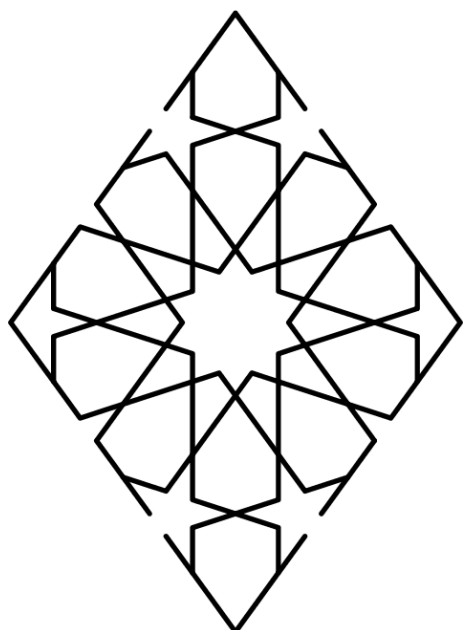
7. Zvýrazníme desetičetnou rozetu.



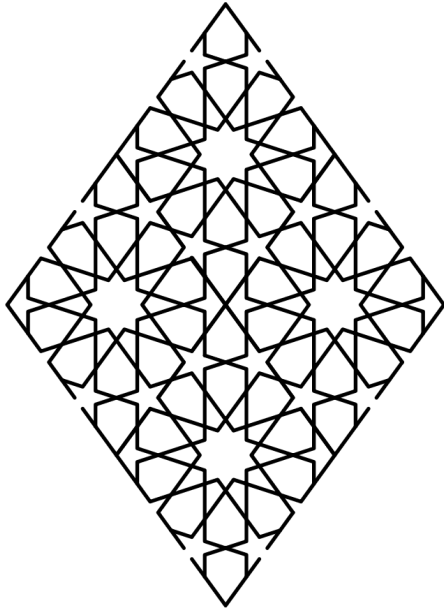
8. Zvýrazníme zbylé červené úsečky.



9. Výsledný vzor.



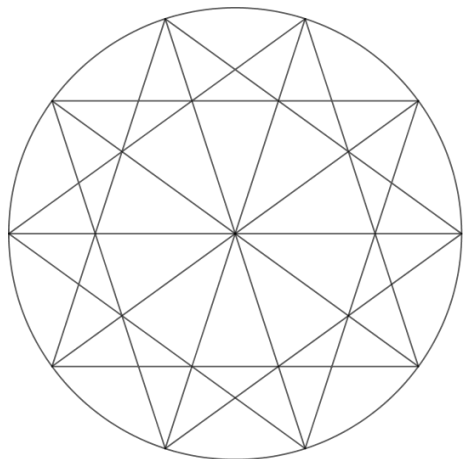
10. Výsledný vzor bez konstrukčních čar.



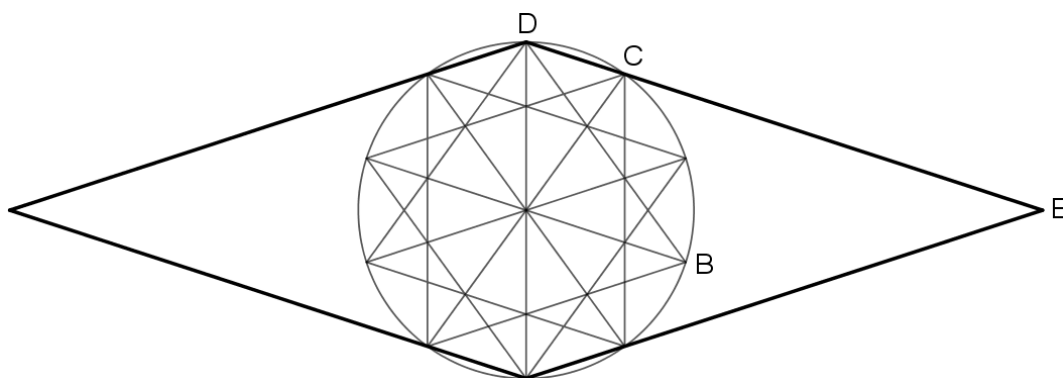
Obr. 118 - Ornament v Qulatu Bist [5]

Hrobka světce

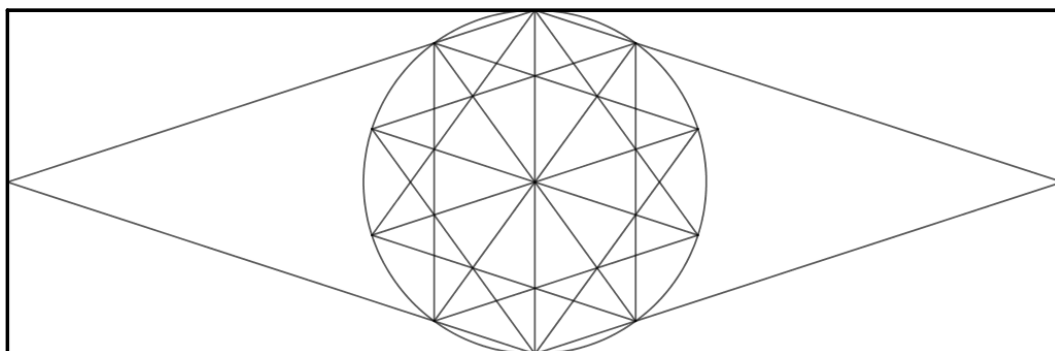
Zajn ad-Din, Írán (15. století)



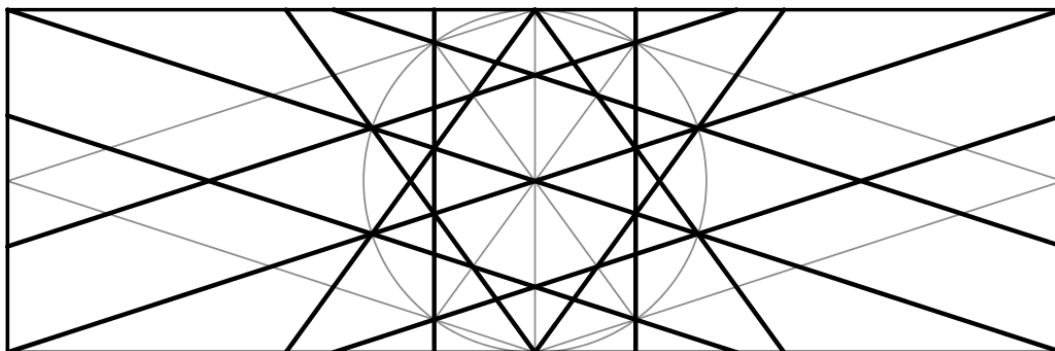
1. Narýsujeme výchozí šablonu společnou pro všechny vzory založené na pravidelném pětiúhelníku, resp. desetiúhelníku.



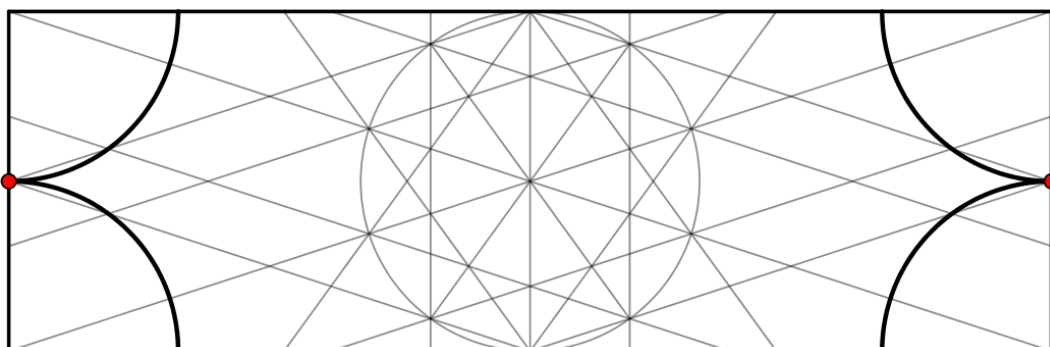
2. Za opakovanou jednotku můžeme zvolit kosočtverec. Platí, že $|DE|$ (DE je strana kosočtverce) $= 2|BD|$ (BD je strana deseticípé hvězdy).



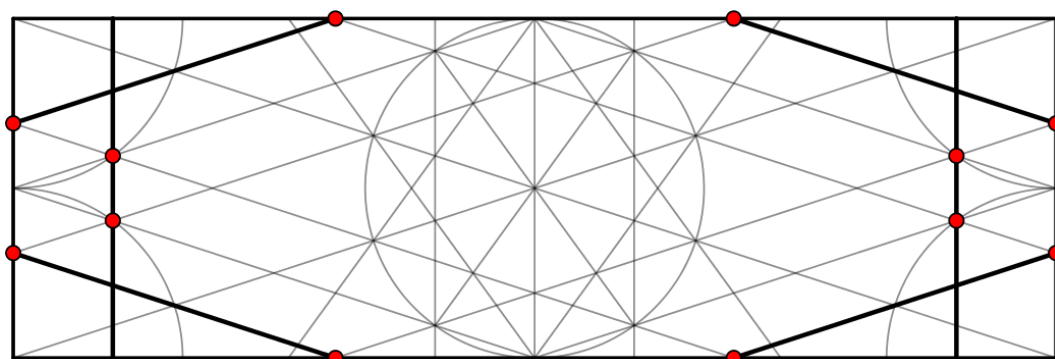
3. Výhodnější je však zvolit obdélníkovou opakovanou jednotku, jako je znázorněno na obrázku.



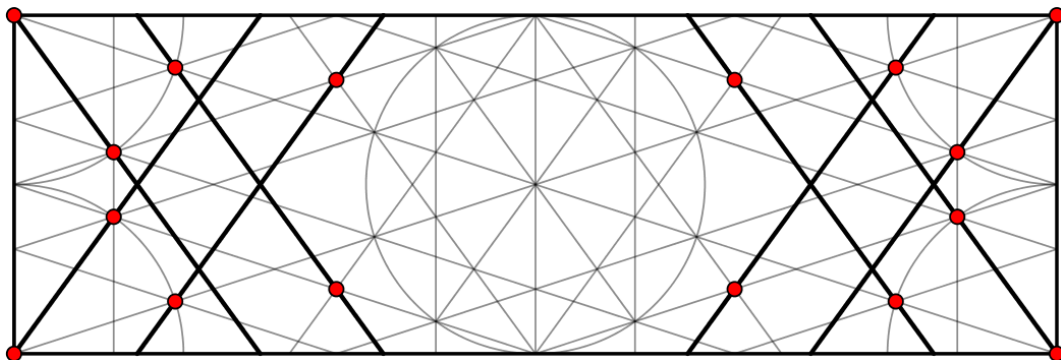
4. Prodloužíme strany deseticípé hvězdy a další úsečky z výchozí šablony tak, aby protínaly opakovanou jednotku.



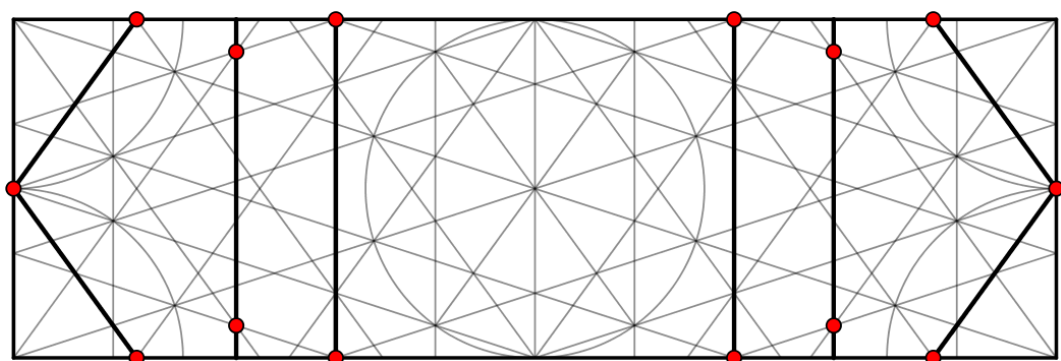
5. Narýsujeme čtyři kružnice se středy v rozích opakované jednotky a procházející červeně zvýrazněnými průsečíky.



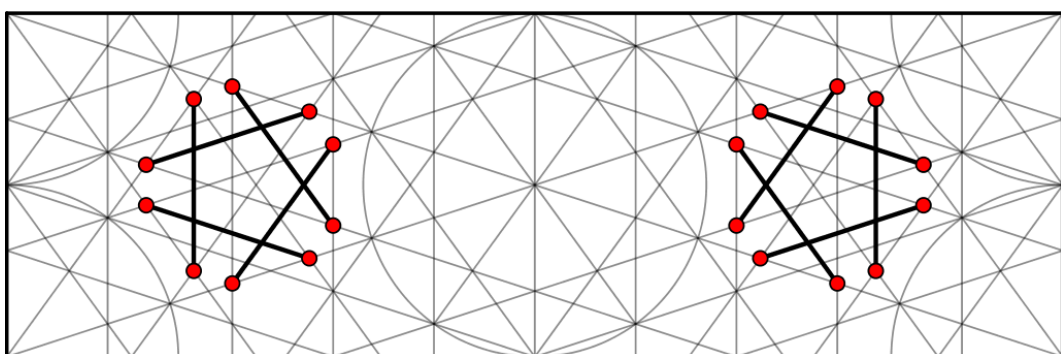
6. Narýsujeme úsečky a přímky podle obrázku.



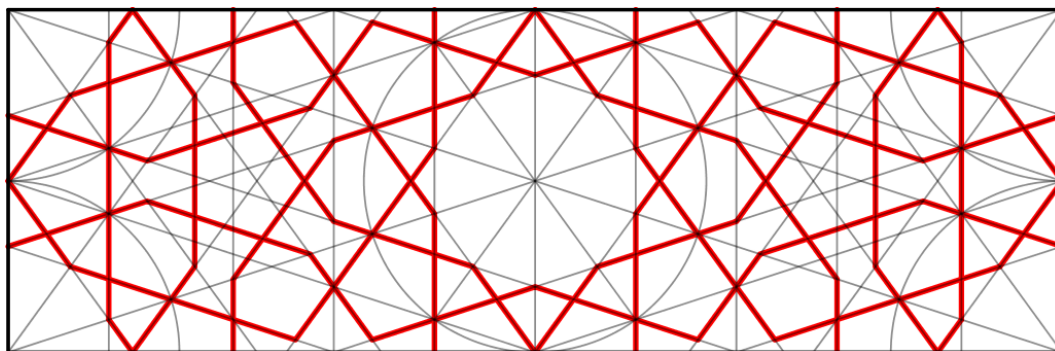
7. Sestrojíme čtveřici přímek a čtveřici polopřímek.



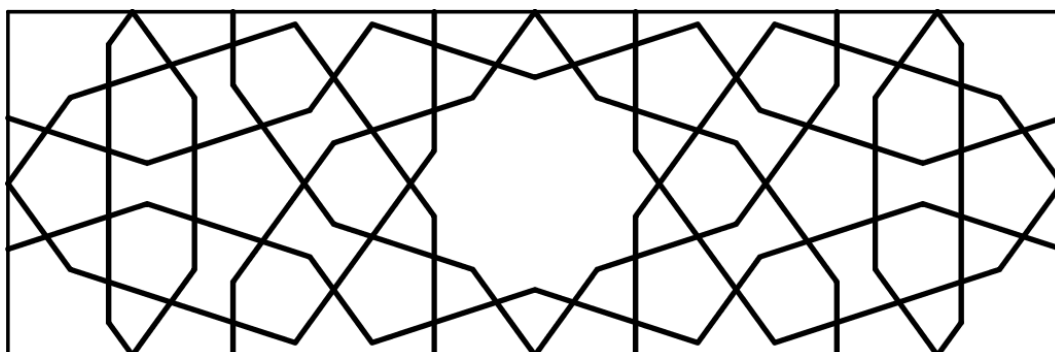
8. Narýsujeme úsečky a přímky podle obrázku.



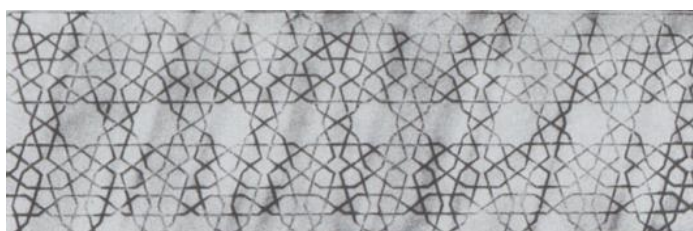
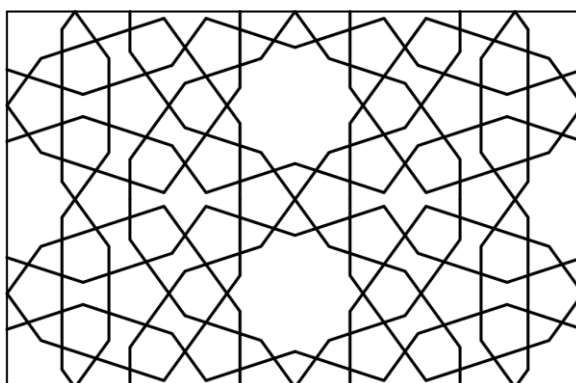
9. Nyní narýsujeme dvě pětice úseček, jejichž krajní body jsou červeně zvýrazněny.



10. Výsledný vzor.



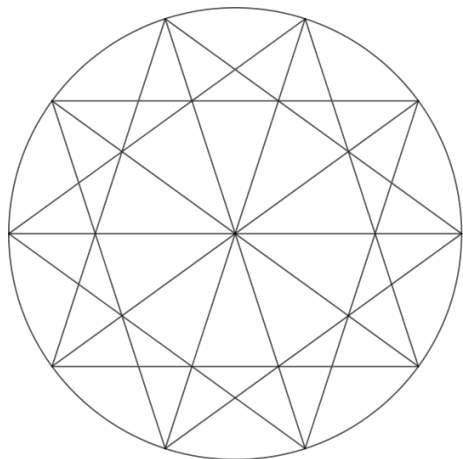
11. Výsledný vzor bez konstrukčních čar.



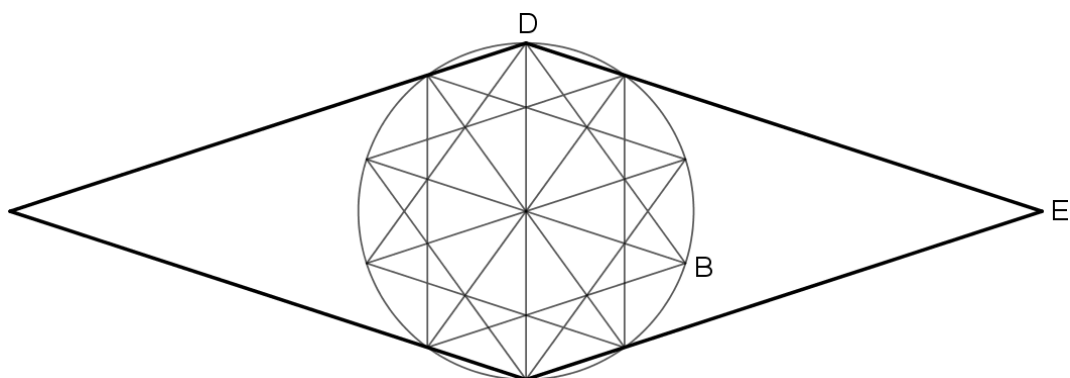
Obr. 119 - Ornament v Hrobce svěťce [5]

Mešita al-Maridani

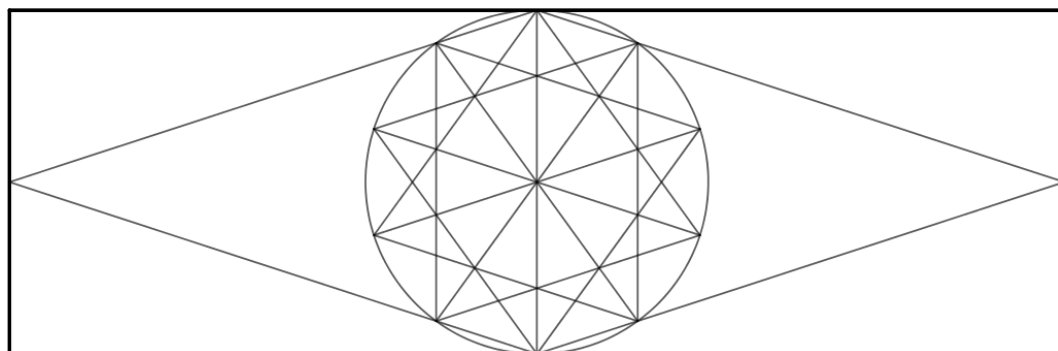
Káhira, Egypt (1340)



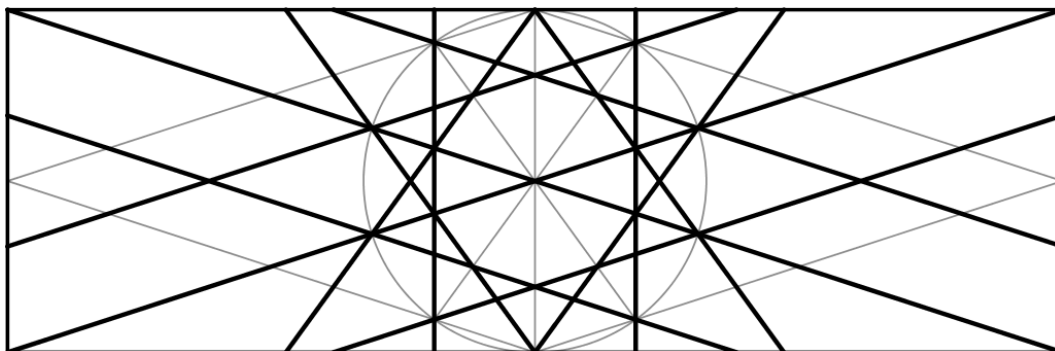
1. Narýsujeme výchozí šablonu společnou pro všechny vzory založené na pravidelném pětiúhelníku, resp. desetiúhelníku.



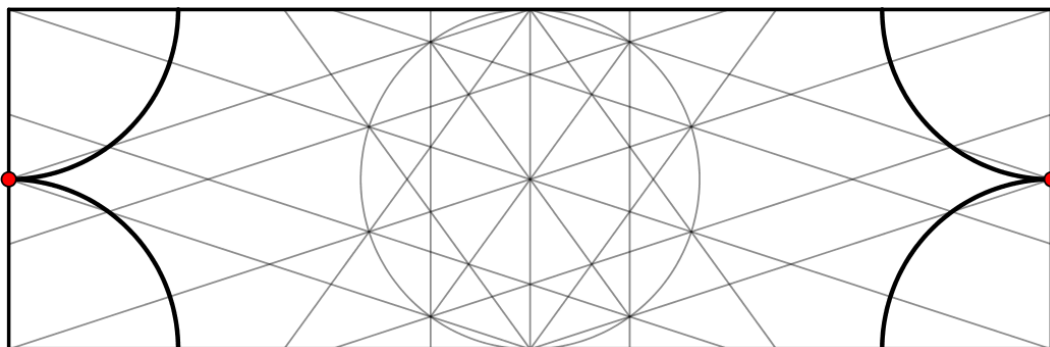
2. Za opakovanou jednotku můžeme zvolit kosočtverec. Platí, že $|DE|$ (DE je strana kosočtverce) $= 2|BD|$ (BD je strana deseticípé hvězdy).



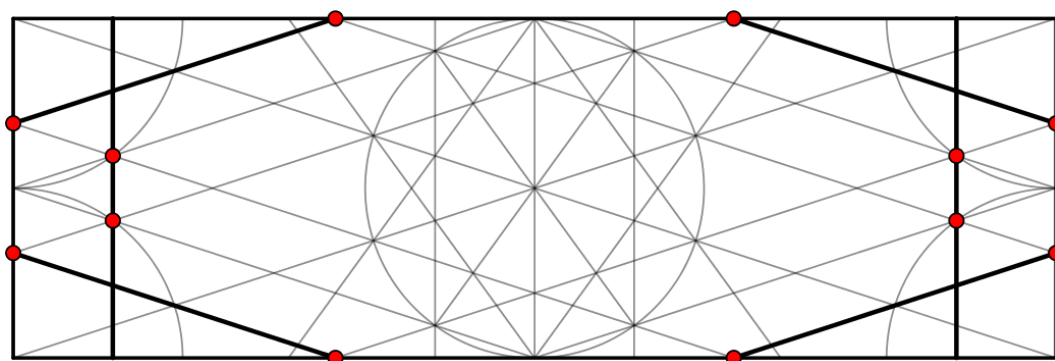
3. Výhodnější je však zvolit obdélníkovou opakovanou jednotku, jako je znázorněno na obrázku.



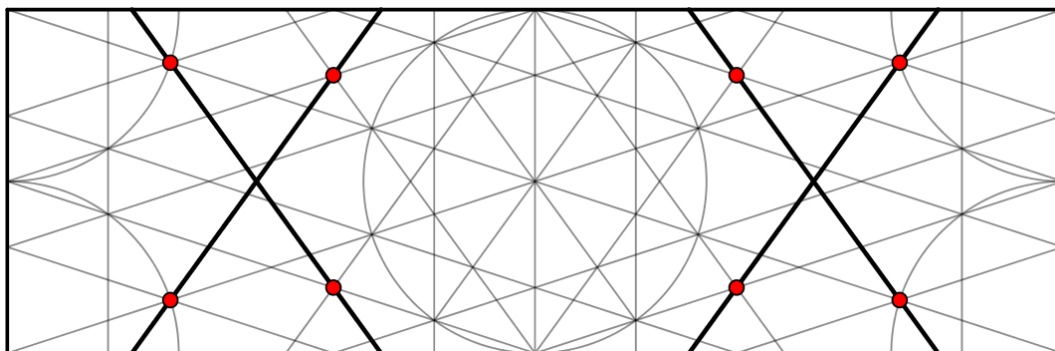
4. Prodloužíme strany deseticípé hvězdy a další úsečky z výchozí šablony tak, aby protínaly opakovanou jednotku.



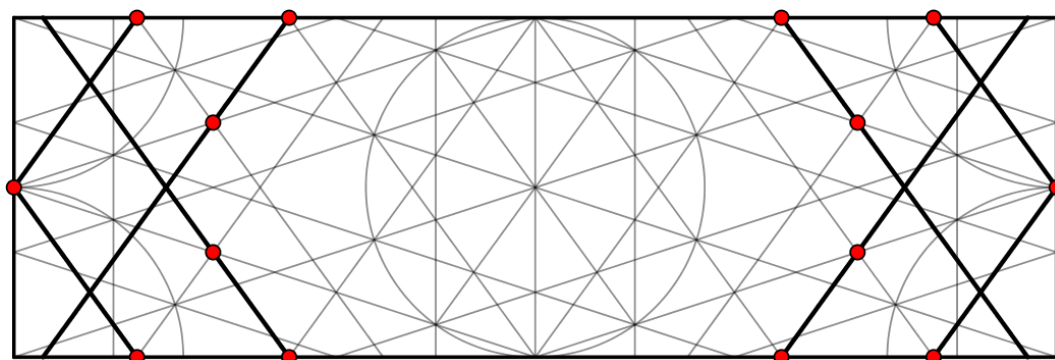
5. Narýsujeme čtyři kružnice se středy v rozích opakované jednotky a procházející červeně zvýrazněnými průsečíky.



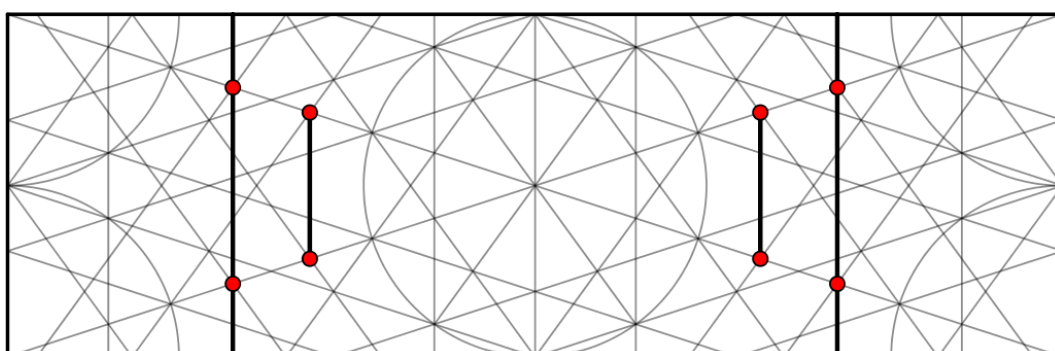
6. Narýsujeme úsečky a přímky podle obrázku.



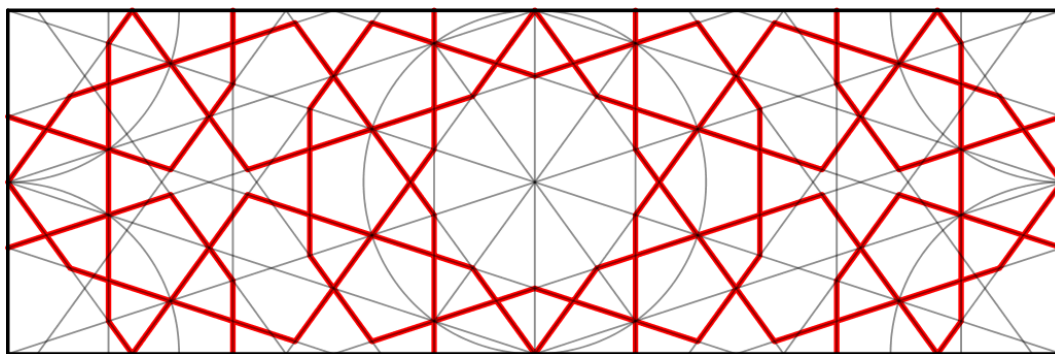
7. Vyznačenými body vedeme dva páry rovnoběžných přímek.



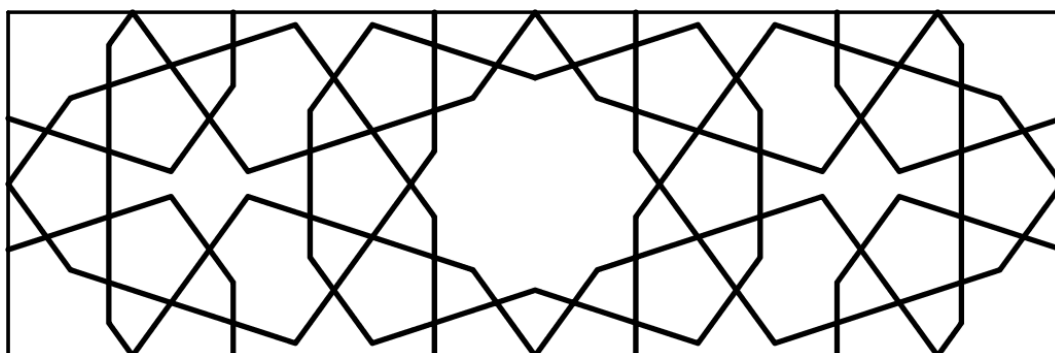
8. Narýsujeme čtyři úsečky a čtyři polopřímky, jak je znázorněno na obrázku.



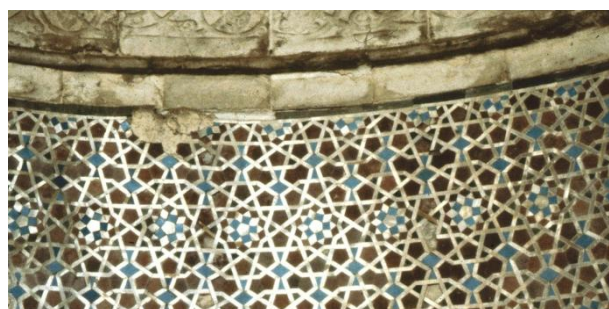
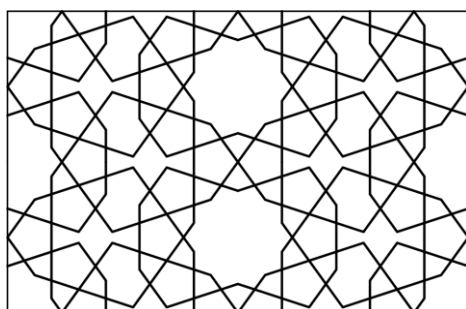
9. Nyní narýsujeme dvě rovnoběžné úsečky a dvě rovnoběžné přímky určené vyznačenými průsečíky.



10. Výsledný vzor.



11. Výsledný vzor bez konstrukčních čar.



Obr. 120 - Ornament v mešitě al-Maridani [21]

9 Pracovní listy

Tato kapitola obsahuje šest pracovních listů souvisejících s islámskými geometrickými ornamenty, a které lze využít v hodinách matematiky. Většina z nich je primárně určena spíše žákům základních škol. Některé, zejména ty, kde žáci vytváří své vlastní geometrické vzory, se však dají použít i na školách středních. Výsledné vzory budou pravděpodobně složitější a propracovanější než u žáků základních škol.

Některé pracovní listy nevyžadují znalost islámského umění a islámských geometrických ornamentů. Naopak u některých je žádoucí, aby žáci či studenti byli před vypracováváním pracovních listů a plněním jednotlivých aktivit s tímto tématem seznámeni. Například u pracovního listu č. 3 je velmi důležité obeznámit žáky s tím, jak se islámské geometrické ornamenty tvoří a jaká pravidla se při jejich tvorbě dodržují. K tomu vyučující může čerpat informace z této diplomové práce, z publikací ze seznamu literatury, internetových zdrojů či videí věnovaných islámským geometrickým ornamentům jako např. [39].

U každého pracovního listu je uvedena vzdělávací oblast a obor, tematický okruh a učivo v RVP ZV (případně RVP G), doporučený ročník a předpokládaná časová dotace. Nechybí zde cíl, kterého by měl žák dosáhnout, klíčové kompetence, které pracovní list rozvíjí, průřezová témata, mezipředmětové vztahy a v neposlední řadě potřebné pomůcky. Žádný z těchto pracovních listů nebyl prozatím použit v praxi.

Pracovní list č. 1 - Osová souměrnost v islámském umění

Vzdělávací oblast: Matematika a její aplikace

Vzdělávací obor: Matematika a její aplikace

Vzdělávací předmět: Matematika

Tematický okruh v RVP ZV: Geometrie v rovině a v prostoru

Učivo v RVP ZV: konstrukční úlohy - osová souměrnost

Doporučený ročník: 6. ročník ZŠ - 8. ročník ZŠ

Předpokládaná časová dotace: 60 minut

Cíl pracovního listu:

- žák rozumí pojmu osová souměrnost
- žák dokáže rozpoznat osově souměrný útvar a určit osy souměrnosti
- žák dokáže sestavit obraz rovinného útvaru v osově souměrnosti

Klíčové kompetence: k učení, k řešení problémů

Průřezová témata: Multikulturní výchova

Mezipředmětové vztahy: Zeměpis, Občanská výchova

Potřebné pomůcky: pracovní list, psací a rýsovací potřeby

Tento pracovní list je vhodný k zopakování učiva týkajícího se osově souměrnosti především na konci 6. či na začátku 7. ročníku. Žák si na úvod osvěží již známé informace o osově souměrnosti a následně vypracuje zbylé úkoly.

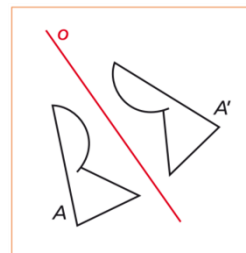
Obrázky jsou použity z [1], [13], [14] a [18] nebo vytvořené v programu GeoGebra.

Jméno a příjmení:

Pracovní list - Osová souměrnost v islámském umění

1) Doplň text nebo vyber správnou možnost.

Útvar A' je souměrný s útvarem A podle přímky o . Tato přímka se nazývá Říkáme, že útvar je souměrný v



Souměrné útvary mají stejné / různé rozměry a stejný / různý tvar. Osově souměrné útvary jsou tedy

Osově souměrný je takový bod, který leží na přímce kolmé na osu / rovnoběžné s osou souměrnosti. Leží na stejné / druhé straně od této osy a je od ní vzdálen jako původní bod. Obrazem bodu, který leží na ose souměrnosti, je tento bod. Takový bod nazýváme

Osově souměrné útvary mají různý počet os souměrnosti podle toho, jaký mají tvar. Čtverec má osy souměrnosti. Obdélník má osy souměrnosti. Kruh má os souměrnosti. Rovnoramenný trojúhelník má osu souměrnosti. Rovnostranný trojúhelník má osy souměrnosti.

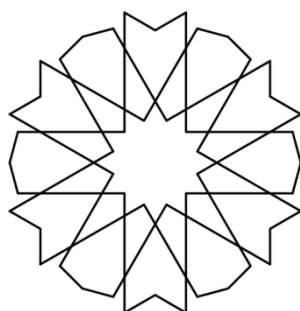
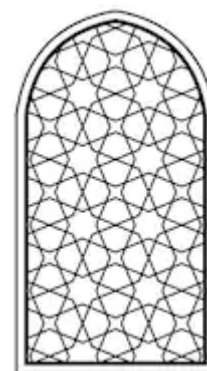
2) Jedním z nejkrásnějších paláců islámského světa je proslulý palác Alhambra ve Španělsku. Zjisti, kolik osově souměrných písmen se v jeho názvu nachází. Má některé z písmen větší počet os souměrnosti?



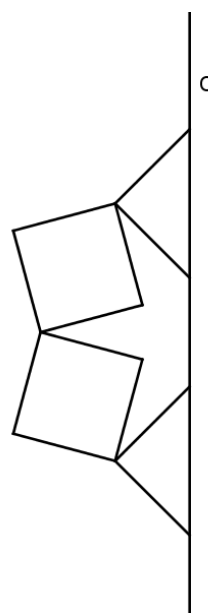
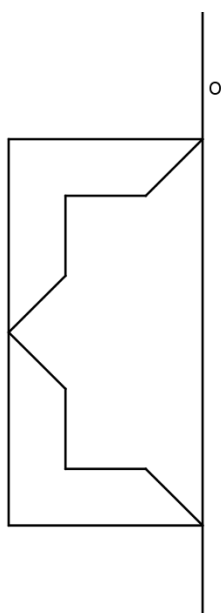
A L H A M B R A

Zkus vymyslet další osově souměrná písmena abecedy.

3) Osová souměrnost je v islámském umění hojně využívána. Příkladem jsou následující obrázky. Urči, kolik os souměrnosti tyto obrázky mají.



4) Dorýsuj vzory, aby byly souměrné podle osy o .



Pracovní list č. 2 - Mnohoúhelníky

Vzdělávací oblast: Matematika a její aplikace

Vzdělávací obor: Matematika a její aplikace

Vzdělávací předmět: Matematika

Tematický okruh v RVP ZV: Geometrie v rovině a v prostoru

Učivo v RVP ZV: rovinné útvary - trojúhelník, čtyřúhelník (lichoběžník, rovnoběžník), pravidelné mnohoúhelníky, úhel, shodnost trojúhelníků

konstrukční úlohy - osová souměrnost, středová souměrnost

Doporučený ročník: 7. ročník ZŠ - 9. ročník ZŠ

Předpokládaná časová dotace: 90 minut

Cíl pracovního listu:

- žák charakterizuje a třídí základní rovinné útvary
- žák dokáže identifikovat osově a středově souměrné útvary
- žák vypočítá obsah a obvod rovinných útvarů
- žák užívá k argumentaci věty o shodnosti trojúhelníků
- žák určuje velikost úhlu výpočtem

Klíčové kompetence: k učení, k řešení problémů

Průřezová témata: Multikulturní výchova

Mezipředmětové vztahy: Občanská výchova

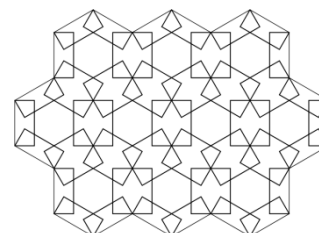
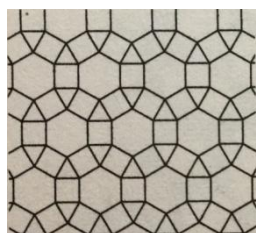
Potřebné pomůcky: pracovní list, psací a rýsovací potřeby, pastelky nebo fixy

Tento pracovní list je vhodný k zopakování učiva týkajícího se mnohoúhelníků. Žák má na úvod identifikovat jednotlivé mnohoúhelníky, určit, zda se jedná o osově či středově souměrné útvary a vypsát vlastnosti jednotlivých mnohoúhelníků, na které si vzpomene. Vlastnosti se mohou týkat například jeho stran, úhlopříček či vnitřních úhlů. Poslední cvičení tohoto pracovního listu slouží k zopakování vlastností pravidelného šestiúhelníku. Součástí pracovního listu je také překreslování islámských geometrických ornamentů do trojúhelníkové a čtvercové sítě, doplněné výpočtem obsahů jednotlivých obrazců. Toto všechno může také podle mého názoru velmi dobře posloužit při přípravě žáků na přijímací zkoušky. Obrázky islámských vzorů jsou použity z [10] a [31], ostatní obrázky jsou vytvořené v programu GeoGebra.

Jméno a příjmení:

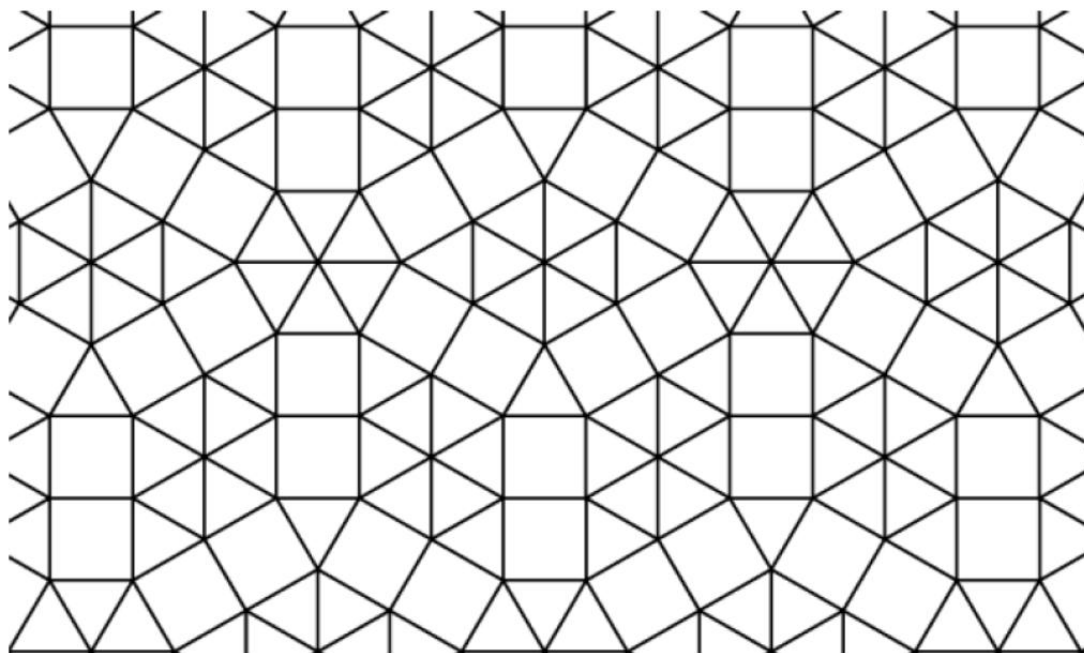
Pracovní list - Mnohoúhelníky

1) Jaké mnohoúhelníky dokážeš identifikovat v následujících geometrických ornamentech? Zapiš je do prvního sloupce tabulky a zbytek tabulky doplň.



Mnohoúhelník	Počet stran	Počet os souměrnosti	Středově souměrný	Vlastnosti (strany, úhlopříčky, vnitřní úhly, ...)
			ANO / NE	
			ANO / NE	
			ANO / NE	
			ANO / NE	
			ANO / NE	
			ANO / NE	
			ANO / NE	
			ANO / NE	
			ANO / NE	

2) Vybarvi obrázek podle instrukcí. Pokus se najít všechny vypsané mnohoúhelníky.



Čtverec vybarvi červeně.

Lichoběžník vybarvi fialově.

Obdélník vybarvi světle modře.

Pětúhelník vybarvi tmavě modře.

Rovnostranný trojúhelník vybarvi žlutě.

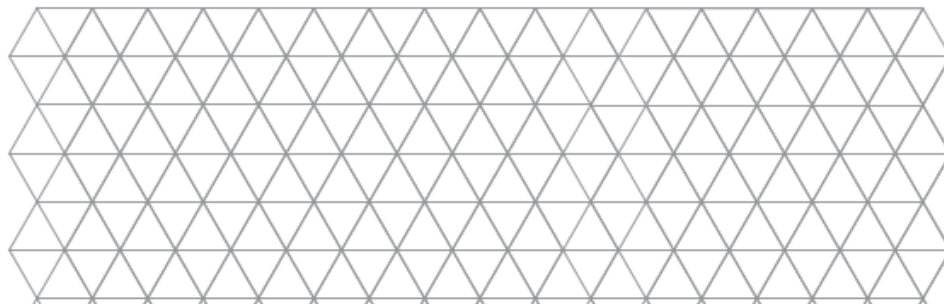
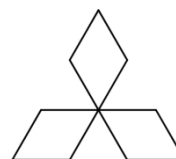
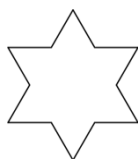
Pravidelný šestiúhelník vybarvi růžově.

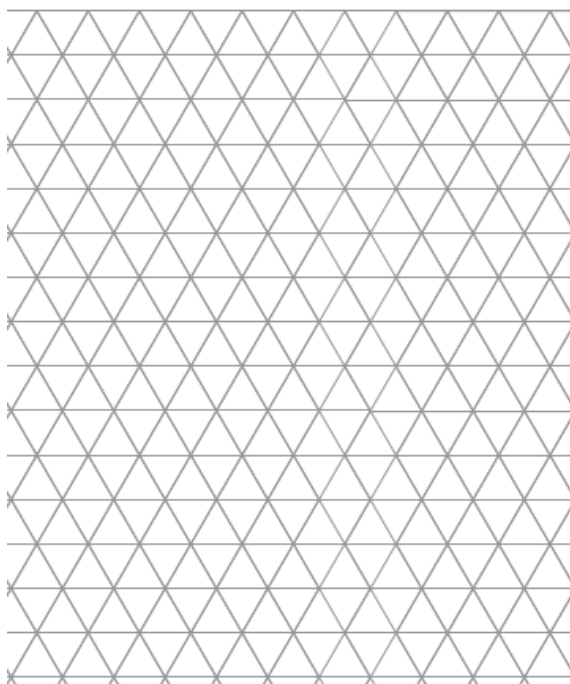
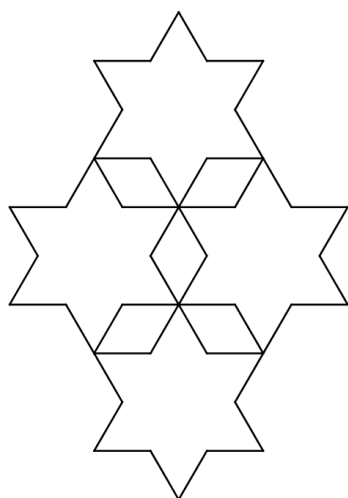
Rovnoběžník vybarvi zeleně.

Nepravidelný šestiúhelník vybarvi hnědě.

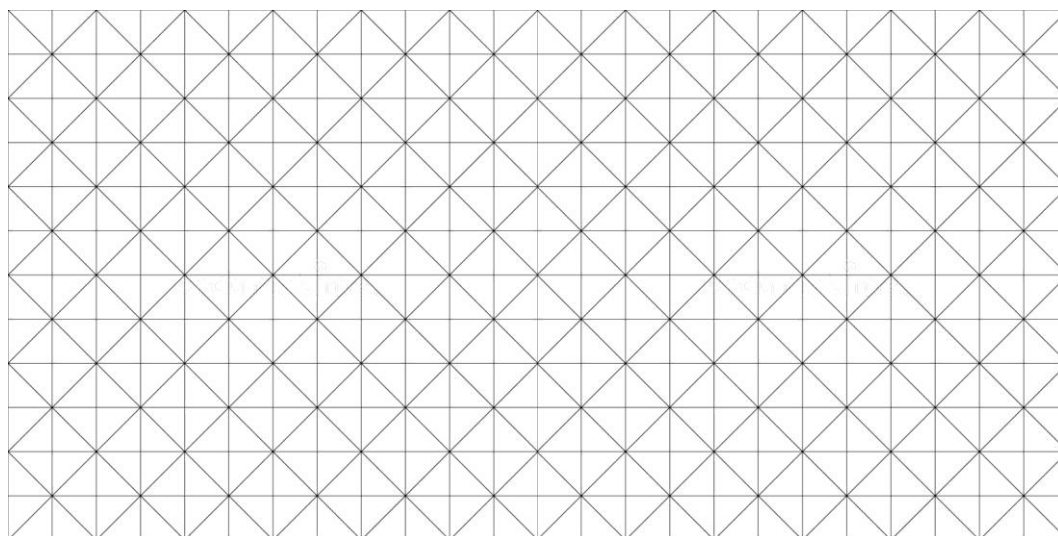
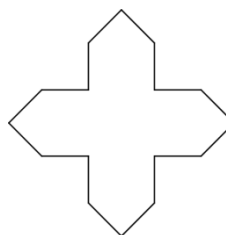
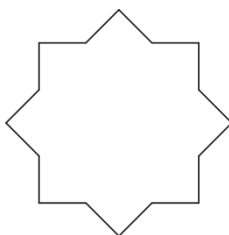
Kosočtverec vybarvi oranžově.

3) V islámském umění tvoří mnohoúhelníky mřížky geometrických vzorů. Překresli obrazce do trojúhelníkové mřížky. Poté překresli celý vzor.



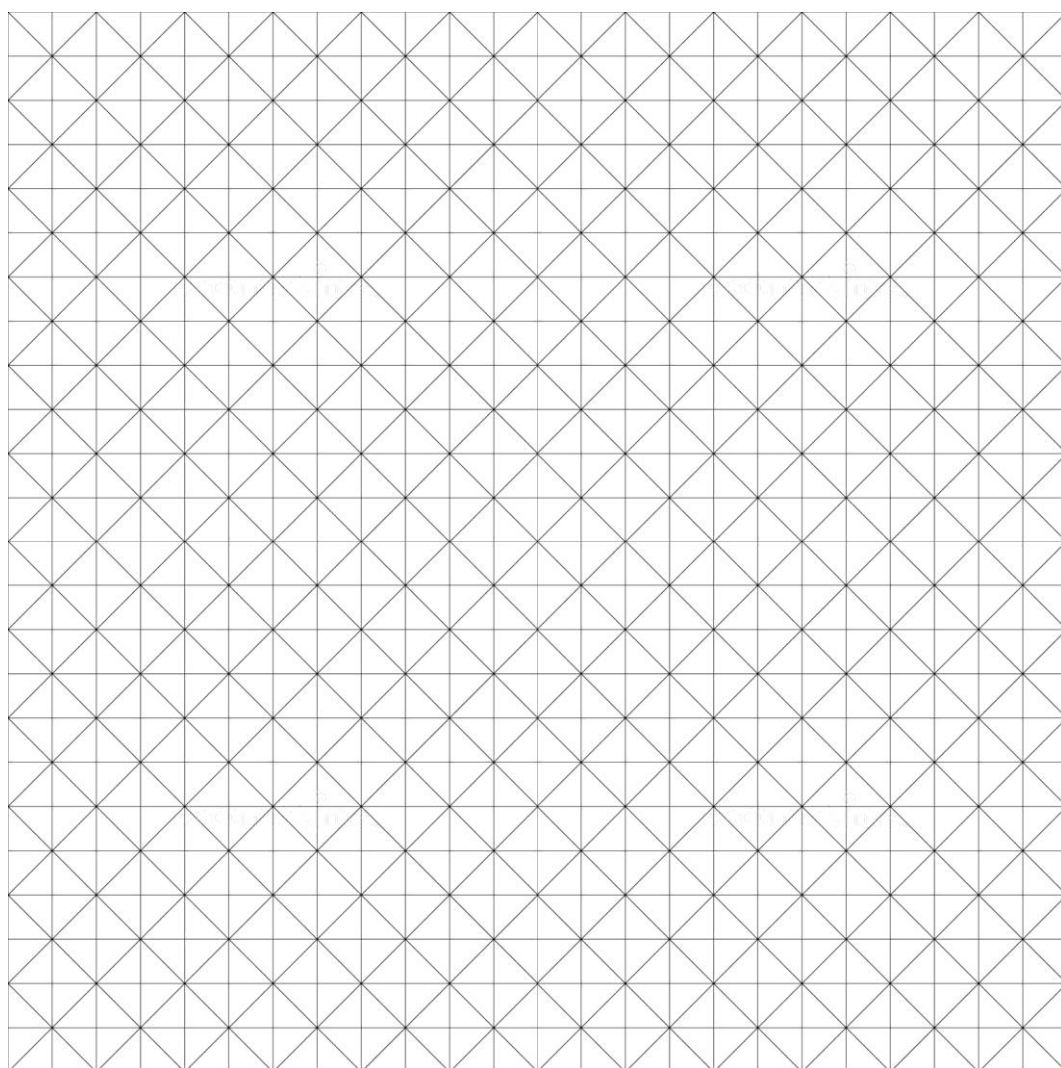
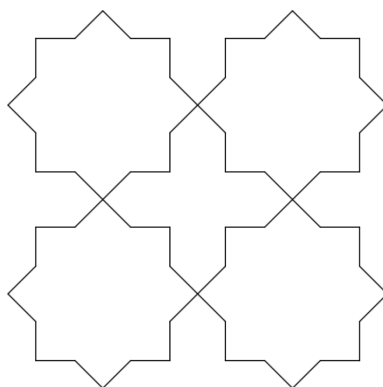


4) Překresli obrazce a vypočítej jejich obsah, pokud strana čtverečku měří 1 cm.

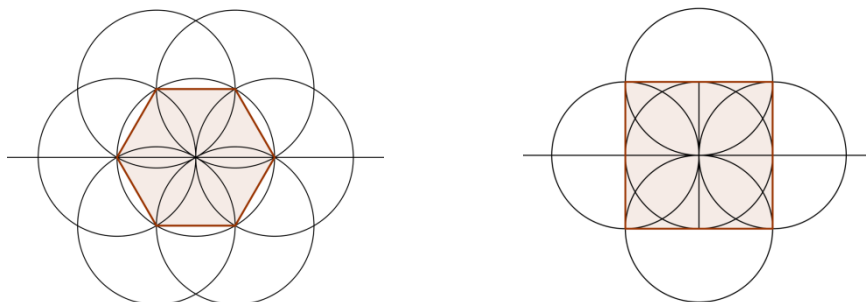


Obsah osmicípé hvězdy: Obsah kříže:

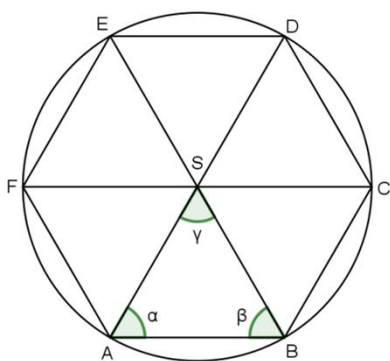
5) Překresli celý vzor do čtvercové sítě.



6) Popiš, co je znázorněno na obrázcích a napiš postup konstrukce.



7) Odpověz na otázky k obrázku.



- O jaký mnohoúhelník se jedná?
- Je tento mnohoúhelník pravidelný? Zdůvodni.
- Jaké jsou velikosti úhlů α , β a γ ?
- Jaký je trojúhelník ABS ?

e) Jaké jsou všechny trojúhelníky na obrázku?

f) Čemu se rovná délka strany mnohoúhelníku na obrázku?

g) Čemu se rovná délka úsečky AD ?

h) Jaký je obvod mnohoúhelníku, pokud poloměr kružnice měří 5 cm?

Pracovní list č. 3 - Tvorba vlastního islámského geometrického ornamentu

Vzdělávací oblast: Matematika a její aplikace

Vzdělávací obor: Matematika a její aplikace

Vzdělávací předmět: Matematika

Tematický okruh v RVP ZV: Geometrie v rovině a v prostoru

Nestandardní aplikační úlohy a problémy

Učivo v RVP ZV: rovinné útvary - pravidelné mnohoúhelníky

konstrukční úlohy - osová souměrnost, středová souměrnost

Tematický okruh v RVP G: Geometrie

Učivo v RVP G: geometrie v rovině - rovinné útvary, shodná zobrazení (osová a středová souměrnost, posunutí, otočení)

Doporučený ročník: 7. ročník ZŠ - 2. ročník SŠ

Předpokládaná časová dotace: 90 minut

Cíl pracovního listu:

- žák dokáže vytvořit vlastní islámský geometrický ornament respektující pravidla tvorby islámských geometrických ornamentů
- žák rozeznává a rýsuje rovinné útvary
- žák využívá vlastností geometrických útvarů v rovině

Klíčové kompetence: k učení, k řešení problémů

Průřezová témata: Multikulturní výchova

Mezipředmětové vztahy: Občanská výchova, Výtvarná výchova

Potřebné pomůcky: pracovní list, rýsovací potřeby, pastelky nebo fixy

Tento pracovní list, resp. listy (viz Příloha č. 1) vytvořené v programu GeoGebra slouží k vytvoření vlastního islámského geometrického ornamentu. Před touto aktivitou je žádoucí seznámit žáky s principy a pravidly tvorby islámských geometrických ornamentů, jak už bylo zmíněno výše. Pracovní listy slouží jako jakési šablony, které zjednodušují tvorbu vlastního ornamentu. Žáci či studenti si poté mohou ornamenty vyzdobit. Je však důležité i zde dodržovat pravidla používaná v islámském umění. Tato aktivita je vhodná jak pro žáky základních škol, tak pro studenty středních škol. Výsledné ornamenty se budou pravděpodobně lišit složitostí a propracovaností.

Pracovní list č. 4 - Překreslení vzoru a sestrojení modelů mnohostěnů

Vzdělávací oblast: Matematika a její aplikace

Vzdělávací obor: Matematika a její aplikace

Vzdělávací předmět: Matematika

Tematický okruh v RVP ZV: Geometrie v rovině a v prostoru

Nestandardní aplikační úlohy a problémy

Učivo v RVP ZV: rovinné útvary - přímka, úsečka, pravidelné mnohoúhelníky

prostorové útvary - krychle

Doporučený ročník: 7. ročník ZŠ - 9. ročník ZŠ

Předpokládaná časová dotace: 90 minut

Cíl pracovního listu:

- žák dokáže narýsovat vzor podle předlohy, vyzdobit jej podle předepsaných pravidel a chápe techniku tvorby islámských geometrických vzorů
- žák dokáže sestrojít modely mnohostěnů a určit jejich vlastnosti

Klíčové kompetence: k učení, k řešení problémů, sociální a personální

Průřezová témata: Multikulturní výchova

Mezipředmětové vztahy: Občanská výchova, Výtvarná výchova

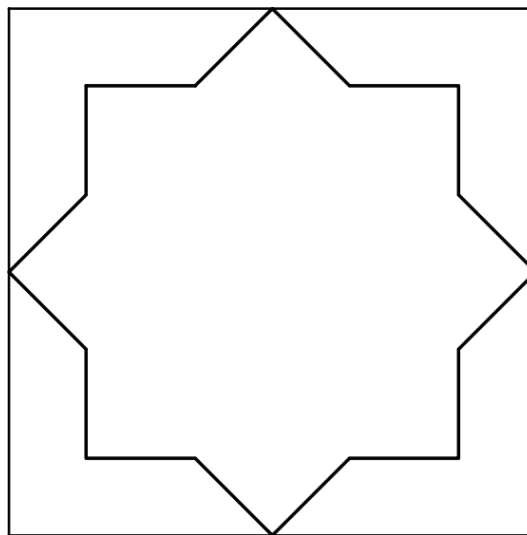
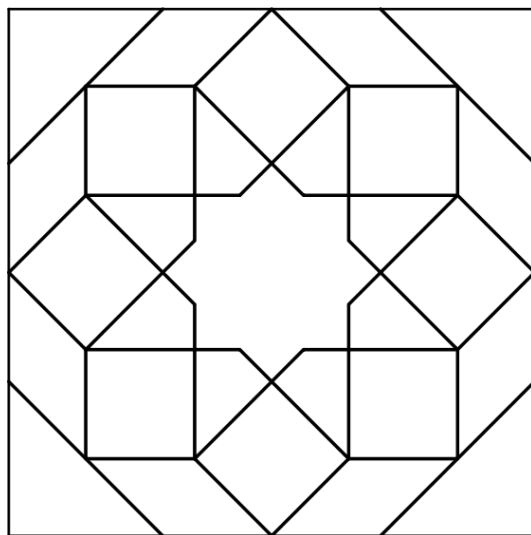
Potřebné pomůcky: pracovní list, psací a rýsovací potřeby, guma, pastelky nebo fixy, papír většího formátu, nůžky, lepidlo

Tento pracovní list slouží k otestování toho, zda žáci zvládnou podle předlohy pouze za pomoci pravítka dorýsovat daný vzor a zda se jim ho podaří vybarvit podle daných pravidel. U mladších žáků se může vyskytnout problém s pochopením pojmu „čtyřčetný“, neboť nemají s otočením ještě mnoho zkušeností. V takovém případě je na vyučujícím, aby daný pojem vysvětlil. Vystřižené vzory pak žáci nalepí jeden vedle druhého na velký papír, čímž si sami vyzkouší techniku tvorby vzorů, kterou islámští řemeslníci používají dodnes. V druhé části tohoto pracovního listu mají žáci za úkol ze sítí mnohostěnů (Příloha č. 2) sestavit jejich papírové modely. Trojrozměrné modely jsou velmi užitečné, zejména pro žáky s méně rozvinutou prostorovou představivostí. Umožňují manipulovat s nimi a zkoumat je nejen zrakem, ale i hmatem. Žáci pak snadněji zodpoví položené otázky, zejména pak otázku týkající se povrchu a objemu tělesa. Obrázek ornamentu je použitý z [18], síť mnohostěnů pak z [24].

Jméno a příjmení:

Pracovní list - Překreslení vzoru a sestrojení modelů mnohostěnů

- 1) Překresli vzor vlevo do obrázku vpravo. Použij pravítko. Pomocné čáry pak můžeš vygumovat.



- 2) Přečti text a vypracuj úkol.



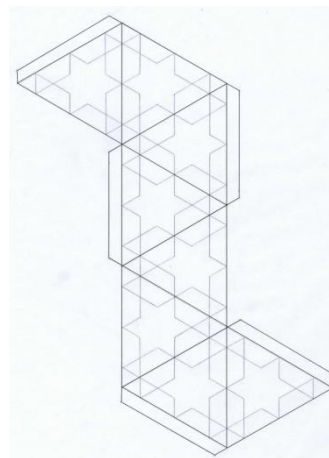
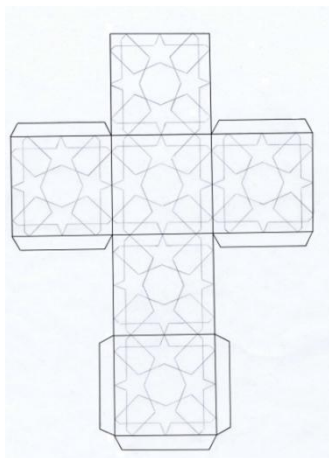
Ornament na obrázku vlevo je **čtyřčetný**. To znamená, že lze daný motiv otočit čtyřmi způsoby tak, aby vypadal stále stejně.

Přesvědčit se o tom můžeš tak, že budeš postupně otáčet papírem vždy o **90°**. Daný ornament se nezmění.

Úkol: Vybarvi ornament, který jsi narýsoval ve cvičení č. 1 tak, aby byl stále **čtyřčetný**.

- 3) Ornament vystříhni a nalep spolu s ornamenty svých spolužáků jeden vedle druhého na velký papír. Plakát si pak můžete vystavit ve třídě.

4) Vyzdob a sestroj papírové modely následujících mnohostěňů a vypracuj doplňující úkoly.



.....

a) Pojmenuj sestrojené mnohostěny. Druhý mnohostěn má název podle počtu jeho stěn.

b) Doplň tabulku.

Mnohostěn	Počet stěn	Tvar stěny	Počet vrcholů	Počet hran	Počet hran jednoho vrcholu	Počet hran jedné stěny

c) Vypočítej povrch a objem prvního mnohostěnu.

Pracovní list č. 5 - Skládání z papíru

Vzdělávací oblast: Matematika a její aplikace

Vzdělávací obor: Matematika a její aplikace

Vzdělávací předmět: Matematika

Tematický okruh v RVP ZV: Geometrie v rovině a v prostoru

Učivo v RVP ZV: konstrukční úlohy - osová souměrnost

Doporučený ročník: 6. ročník ZŠ - 7. ročník ZŠ

Předpokládaná časová dotace: 70 minut

Cíl pracovního listu:

- žák dokáže rozpoznat osově souměrný útvar a určit osy souměrnosti
- žák dokáže aplikovat osovou souměrnost při výzdobě hvězd
- žák chápe techniku tvorby islámských geometrických vzorů

Klíčové kompetence: k učení, k řešení problémů, sociální a personální

Průřezová témata: Multikulturní výchova

Mezipředmětové vztahy: Občanská výchova, Výtvarná výchova

Potřebné pomůcky: pracovní list, psací a rýsovací potřeby, nůžky, pastelky nebo fixy, papír většího formátu, lepidlo

Žák nejdříve vytvoří šesticípou a osmicípou hvězdu podle návodu a následně odpoví na položené otázky. Cílem je, aby žák poznal, že hvězdy jsou osově souměrné a osy souměrnosti jsou v místech přeložení. V dalším cvičení má žák dokázat, že zvládne vyzdobit hvězdu tak, aby výzdoba byla též osově souměrná. Nakonec žáci nalepí hvězdy jednu vedle druhé na velké papíry, čímž si sami vyzkouší techniku tvorby islámských geometrických vzorů, kterou islámští řemeslníci používají dodnes. Jak takové plakáty mohou vypadat, je zobrazeno v Příloze č. 3.

Obrázky v návodu jsou použity z [33]. Možná podoba plakátů je vytvořena v programu GeoGebra.

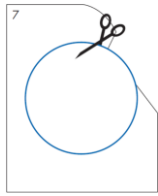
Jméno a příjmení:

Pracovní list - Skládání z papíru

1) Vytvoř šesticípu a osmicípou hvězdu podle návodu.

Šesticípá hvězda

1. Narýsujte kruh o poloměru 7 cm a vystříhnete ho.



2. Přeložte kruh na polovinu.



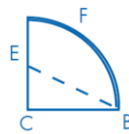
3. Nyní ještě přeložte kruh na čtvrtinu.



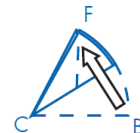
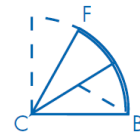
4. S pomocí pravítka vyznačte bod **E**, který se nachází ve středu strany **CD**. Poté čtvrtinu kruhu přeložte podél pomyslné úsečky **BE**. Bod **C** se nyní dotýká kruhového oblouku v bodě **F**. Bod **F** vyznačte.



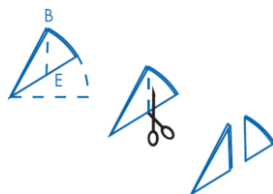
5. Bod **C** vraťte nazpět. Následně hranu **CD** přeložte podél úsečky **CF**.



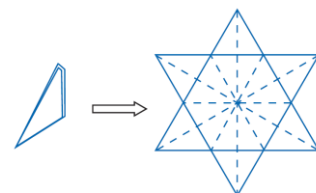
6. Úsečku **BC** přeložte tak, aby překrývala úsečku **CF**.



7. Na takto složeném kruhu si můžete povšimnout ohybu **BE** vytvořeného v kroku č. 4. Přestříhnete složený kruh podél tohoto ohybu.

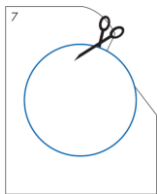


8. Rozložte hvězdu.



Osmicípá hvězda

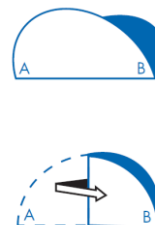
1. Narýsujte kruh o poloměru 7 cm a vystřihněte ho.



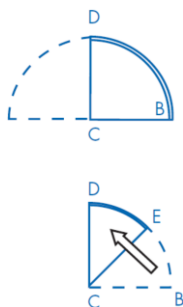
2. Přeložte kruh na polovinu.



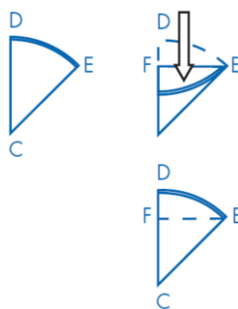
3. Nyní ještě přeložte kruh na čtvrtinu.



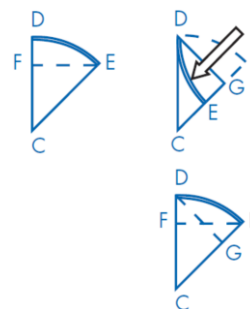
4. Hranu **BC** přehněte tak, aby překrývala hranu **CD**. Tím nám vznikne nový bod **E**.



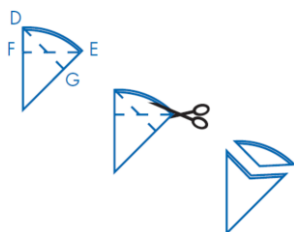
5. Sestrojte kolmici k úsečce **CD** procházející bodem **E**. Vznikne nový bod **F**. Bod **D** přehněte dolů podél úsečky **EF** a následně vraťte nazpět.



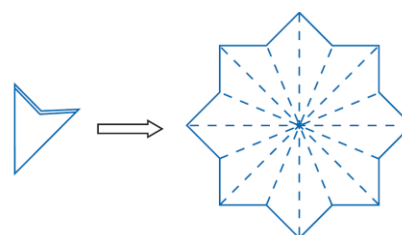
6. Sestrojte kolmici k úsečce **CE** procházející bodem **D**. Vznikne nový bod **G**. Přehněte bod **E** podél úsečky **DG** a poté vraťte zpět.



7. Stříhejte podél ohybů **EF** a **DG** pouze do jejich průsečíku.



8. Rozložte hvězdu.



- 2) Jsou vytvořené hvězdy **osově souměrné**? Pokud ano, kolik **os souměrnosti** mají a kde je najdeme?

.....

.....

- 3) Vyber si jednu osu souměrnosti a podle ní hvězdy vybarvi či jinak ozdob. Poté ve skupině hvězdy jednu vedle druhé nalepte na velký papír (šesticípé na jeden papír, osmicípé na druhý papír). Prostor mezi hvězdami můžete společně dozdobit. Plakáty si pak můžete vystavit ve třídě.

Pracovní list č. 6 - Puzzle

Vzdělávací oblast: Matematika a její aplikace

Vzdělávací obor: Matematika a její aplikace

Vzdělávací předmět: Matematika

Tematický okruh v RVP ZV: Geometrie v rovině a v prostoru

Učivo v RVP ZV: konstrukční úlohy - osová souměrnost

Doporučený ročník: 6. ročník ZŠ - 7. ročník ZŠ

Předpokládaná časová dotace: 70 minut bez přípravy

Cíl pracovního listu:

- žák při stavění puzzle pochopí základní pravidla tvorby islámských geometrických vzorů
- žák rozpozná osově souměrný útvar

Klíčové kompetence: k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální

Průřezová témata: Multikulturní výchova

Mezipředmětové vztahy: Občanská výchova, Výtvarná výchova

Potřebné pomůcky: pracovní list, psací potřeby, nůžky, čtvrtka nebo karton

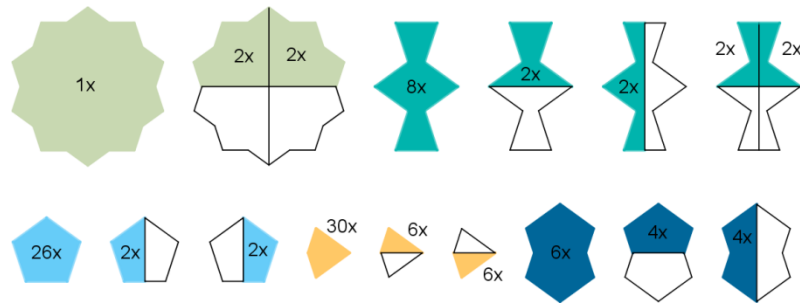
Tento pracovní list obnáší aktivitu stavění puzzle. Žáci pracují v menších skupinkách, optimálně ve dvojicích. Z důvodu úspory času by bylo velmi užitečné, kdyby si žáci dílky vyrobili doma, nejlépe ze čtvrtky či kartonu. V Příloze č. 4 jsou vytvořené všechny druhy dílků, které jsou na sestavění vzorů potřeba. O hodině pak žáci z dílků sestavují vzory z pracovního listu. Přitom si všímají, jak jednotlivé dílky do sebe dokonale zapadají a kolik různých vzorů jde pouze z pěti základních dílků vytvořit. Cílem této aktivity také je, aby si žáci všimli, že vzory jsou osově souměrné, stejně jako základní dílky. Nakonec mohou využít svou kreativitu a vytvořit svůj vlastní islámský geometrický vzor.

Islámské geometrické vzory v pracovním listě jsou použity z [10]. Jednotlivé dílky jsou vytvořeny v programu GeoGebra.

Jméno a příjmení:

Pracovní list - Puzzle

1) Pravidelný desetiúhelník je výchozím bodem celé škály islámských geometrických vzorů. Můžeme z něj odvodit všechny tvary zobrazené níže: hvězdu, pětiúhelník, „spojený“ dvojitý pětiúhelník, „lahev“ a „draka“. Podle schématu vystříhnete daný počet dílků a sestavte uvedené vzory. Poté odpovězte na otázky.



Vzory:



a) Všimli jste si něčeho při sestavování vzorů? Všechny vzory mají jednu společnou vlastnost. Kterou?

Tip: Pokud nevíš, rozděl vzor na dvě poloviny a pozorně si obě poloviny prohlédni.

Co o nich platí?

.....
.....

b) Mají tuto vlastnost i základní tvary dílků - hvězda, pětiúhelník, „spojený“ dvojitý pětiúhelník, „lahev“ a „drak“?

.....

2) Sestavte vlastní vzor. Dejte pozor, aby jednotlivé dílky do sebe dokonale zapadaly!

10 Závěr

Po celém islámském světě nacházíme ty nejkrásnější geometrické ornamenty, jaké kdy člověk jen vytvořil. Jsou součástí iluminací Koránu, zdobených mešit, hrobek, nemocnic a velkolepých paláců. Číslo udávající četnost ornamentu či jeho prvků, jednotlivé poměry nebo kaligrafické nápisy v ornamentech vyjadřují božská poselství z Koránu, jež jsou v nich zakódována. Jen málokoho by napadlo, že za tím vším stojí pouze kružnice a množství přímek. Islámští řemeslníci dokázali vytvořit jednoduché i složité vzory pouze za pomoci provazu a dvou kolíků nahrazujících pravítko a kružítko bez jakýchkoli matematických výpočtů. Jen velmi těžko si dokážeme představit, jakými praktickými dovednostmi oplývali, když byli schopni vytvořit složité geometrické ornamenty bez použití kružítko tak, jak ho známe dnes, a to s nastavitelnými rameny. Dokázali rozdělit kružnici na čtyři, pět, šest atd. stejných částí bez měření úhlů pomocí úhlooměru. Designové prvky vytvořené z přímek a kružnic pak umísťovali do opakovaných jednotek, jejichž opakováním vytvářeli nekonečné oslňující vzory.

Cílem této diplomové práce bylo seznámit čtenáře s islámskými geometrickými ornamenty, a především se způsobem jejich tvorby. Samozřejmě, že lze jednotlivé geometrické vzory matematicky analyzovat pomocí měření úseček či úhlů. V dnešní době ve snaze porozumět geometrii spoléháme na nástroje, jako jsou úhloměr, trojúhelník s ryskou či kalkulačka. V této práci tomu tak není a vytvoření jednotlivých geometrických vzorů od severní Afriky po hranici Číny je zde popsáno způsobem, jakým to prováděli i islámští řemeslníci před více jak 1 300 lety. V závěru práce jsou uvedeny pracovní listy spojené s islámskými geometrickými ornamenty využitelné v hodinách matematiky k zopakování určitého učiva či pouze k zpestření vyučovacích hodin.

Geometrický přístup v islámském umění sjednotil design, dekorativní umění, kaligrafii, architekturu, a dokonce i hudbu a arabskou poezii. Díky geometrické metodě mohli umělci tvořit svobodně, jednoduše a přesně, aniž by byli omezováni numerickým systémem. Někteří dodnes považují matematiku a geometrii v umění za překážku tvořivosti, já doufám, že tato práce je důkazem, že tomu tak není.

11 Seznam použitých zdrojů

11.1 Seznam použité literatury

- [1] BINTEROVÁ, Helena, Eduard FUCHS a Pavel TLUSTÝ. *Matematika 6 pro základní školy a víceletá gymnázia*. Plzeň: Fraus, 2007. ISBN 978-80-7238-656-7.
- [2] BROUG, Eric. *Islamic Geometric Design*. London: Thames & Hudson, 2013. ISBN 978-0-500-51695-9.
- [3] BROUG, Eric. *Islamic Geometric Patterns*. London: Thames & Hudson, 2008. ISBN 978-0-500-28721-7.
- [4] CLÉVENOT, Dominique a Gérard DEGEORGE. *Ornament and Decoration in Islamic Architecture*. London: Thames & Hudson, 2017. ISBN 978-0-500-34332-6.
- [5] EL-SAID, Issam a Ayşe PARMAN. *Geometrická koncepce v islámském umění*. Praha: Argo, 2008. ISBN 978-80-7203-911-1.
- [6] GRUBE, Ernst J. *Islámské umění*. Praha: Artia, 1973. Umění světa.
- [7] HATTSTEIN, Markus a Peter DELIUS. *Islám: umění a architektura*. Praha: Slovart, 2006. ISBN 978-80-7209-846-0.
- [8] MAJEWSKI, Mirosław. *Szkice o geometrii i sztuce: gereh-geometria w sztuce islamu*. Toruń: Aksjomat, 2017. ISBN 978-83-64660-48-1.
- [9] O'KANE, Bernard. *Poklady islámu: umělecká sláva muslimského světa*. Praha: Knižní klub, 2009. ISBN 978-80-242-2236-3.
- [10] SUTTON, Daud. *Islámský design: geniální geometrie*. Praha: Dokořán, 2013. Pergamen, sv. 11. ISBN 978-80-7363-533-6.

- [11] WICHMANN, Brian a David WADE. *Islamic Design: A Mathematical Approach*. Basilej: Birkhäuser, 2017. Mathematics and the Built Environment, 2. ISBN 978-3-319-69976-9.

11.2 Seznam použitých internetových zdrojů

- [12] ABDULLAHI, Yahya a Mohamed Rashid EMBI. Evolution of Islamic geometric patterns. In: *ScienceDirect* [online]. [cit. 2020-04-09]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095263513000216>
- [13] Alhambra - Španělsko, Granada. In: *PRO TRAVEL CK* [online]. © 2020 [cit. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://www.protravel.cz/destinace/alhambra/>
- [14] Arabic or Islamic traditional architecture, set of window. In: *HQvectors.com* [online]. © 2020 [cit. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://hqvectors.com/image/shutterstock-eps-562069207>
- [15] BLAIR, Sheila a Jonathan BLOOM. Madrasa-i Ghiyathiyya. In: *Archnet* [online]. [cit. 2020-04-09]. Dostupné z: https://archnet.org/sites/4726/media_contents/41084
- [16] Bursa, Green Mosque & Mount Olympus Small-Group Tour. In: *Expedia* [online]. © 2020 [cit. 2020-04-09]. Dostupné z: <https://www.expedia.com/things-to-do/bursa-green-mosque-mount-olympus-small-group-tour.a248585.activity-details>
- [17] CHENG, Lisa. Eight Secrets of Taj Mahal. One of the world's greatest memorials to love remains a place of mystery. In: *Smithsonian Magazine* [online]. © 2020, 14. února 2017 [cit. 2020-04-02]. Dostupné z: <https://www.smithsonianmag.com/travel/eight-secrets-taj-mahal-180962168/>

- [18] Choose the Right Bathroom Ceramic Tile Will Enhance the Look of Your Bathroom (11). In: *Life ideas* [online]. 28. prosince 2019 [cit. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://tasdevri.net/choose-the-right-bathroom-ceramic-tile-will-enhance-the-look-of-your-bathroom/choose-the-right-bathroom-ceramic-tile-will-enhance-the-look-of-your-bathroom-11/>
- [19] DENNY, Walter B. Büyük Karatay Medresesi. In: *Archnet* [online]. [cit. 2020-04-02]. Dostupné z: https://archnet.org/sites/2050/media_contents/8306
- [20] EGY 1227: al-Azhar Mosque, Cairo. In: *Pattern in Islamic Art* [online]. © 2020 [cit. 2020-03-30]. Dostupné z: <https://patterninislamicart.com/archive/browse/mediums/2/stucco-plasterwork/egy1227>
- [21] EGY 1607: al-Maridani Mosque, Cairo. In: *Pattern in Islamic Art* [online]. ©2020 [cit. 2020-03-30]. Dostupné z: <https://patterninislamicart.com/archive/1/308>
- [22] Egypt - The National Library of Egypt's Collection of Mamluk Qur'an Manuscripts. In: *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization* [online]. © 2017 [cit. 2020-04-19]. Dostupné z: <http://www.unesco.org/new/en/communication-and-information/resources/multimedia/photo-galleries/preservation-of-documentary-heritage/photos-memory-of-the-world-register/2013/egypt-the-national-library-of-egypts-collection-of-mamluk-quran-manuscripts/>
- [23] EMBI, Mohamed Rashid a Yahya ABDULLAHI. Evolution of Islamic Geometrical Patterns. In: *ResearchGate* [online]. Berlín: ResearchGate GmbH, ©2008-2020, prosinec 2012 [cit. 2020-04-15]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/307672144_Evolution_of_Islamic_Geometrical_Patterns
- [24] GAMIET, Ayesha. Teaching Resources: Islamic Art. In: *Ayesha Gamiet - Art, Illustration and Design* [online]. © 2010, 20.srpna 2013 [cit. 2020-04-17]. Dostupné z: <http://ayeshagamiet.com/pattern-in-islamic-art/teaching-resources-islamic-art/>

- [25] HORDEJČUK, Vojtěch. Zlatý řez. *voho.eu* [online]. © 2008-2020 [cit. 2020-04-02]. Dostupné z: <http://voho.eu/wiki/zlaty-rez/>
- [26] HOSSEINI, Af. Islamic garden India. In: *Pinterest - Österreich* [online]. [cit. 2020-04-05]. Dostupné z: <https://www.pinterest.at/pin/544020829960827868/>
- [27] IRA 2637: Mausoleum of Sultan Oljeitu, Sultaniyeh. In: *Pattern in Islamic Art* [online]. © 2020 [cit. 2020-04-02]. Dostupné z: <https://patterninislamicart.com/archive/1/1206>
- [28] Istanbul, turkey, topkapi, palace, castle, sultan, historically, wall, tile, ceramic. In: *Pxfuel - Royalty free stock photos free download* [online]. [cit. 2020-04-02]. Dostupné z: <https://www.pxfuel.com/en/free-photo-jgcog>
- [29] KHARAZMI, Mahsa a Reza Sarhangi. *Geometric Analysis of Forumad Mosques' Ornaments*. In: *Proceedings of Bridges 2013: Mathematics, Music, Art, Architecture, Culture* [online]. Phoenix: Tessellations Publishing, 2013, str. 199-206. [cit. 2020-04-04]. ISBN 978-1-938664-06-9. Dostupné z: <https://archive.bridgesmathart.org/2013/bridges2013-199.pdf>
- [30] KŘÍŽEK, Michal. *O Fermatových číslech* [online]. Jednota českých matematiků a fyziků, 1995 [cit. 2020-03-28]. Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 40, No. 5, 243--253. Dostupné z: https://dml.cz/bitstream/handle/10338.dmlcz/138304/PokrokyMFA_40-1995-5_2.pdf
- [31] LANDERS, Jim. Islamic Patterns. In: *Teaching Ideas* [online]. © 1998-2020 [cit. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://www.teachingideas.co.uk/sites/default/files/islamicpatterns.pdf>
- [32] MAJEWSKI, Mirosław. Geometric Ornaments in Istanbul. In: *ATCM - Asian Technology Conference in Mathematics* [online]. © 2007-2020 [cit. 2020-04-19]. Dostupné z: http://atcm.mathandtech.org/EP2011/invited_papers/3272011_18798.pdf

- [33] MARY AND JAMES G. WALLACH FOUNDATION. *Islamic Art and Geometric Design* [online]. New York: The Metropolitan Museum of Art, 2004 [cit. 2020-04-19]. ISBN 1-58839-084-5. Dostupné z: https://www.metmuseum.org/art/metpublications/Islamic_Art_and_Geometric_Design_Activities_for_Learning#about_the_title
- [34] Mnohouhelnik. In: *Eridanus* [online]. [cit. 2020-04-22]. Dostupné z: [http://eridanus.cz/id32402/ve\(2da/pr\(2i\(1rodni\(1_ve\(2dy/matematika/_uc\(2ebnice/Geometrie/Planimetrie/Utvary_v_rovine/N-u\(1helni\(1ky/Mnohouhelniky/Dalsi_n-uhelniky.htm](http://eridanus.cz/id32402/ve(2da/pr(2i(1rodni(1_ve(2dy/matematika/_uc(2ebnice/Geometrie/Planimetrie/Utvary_v_rovine/N-u(1helni(1ky/Mnohouhelniky/Dalsi_n-uhelniky.htm)
- [35] Painters, Patrons, and Program: The Ceilings of the „Cappella Palatina“ in Palermo. In: *UCLA Center for Medieval & Renaissance Studies* [online]. Los Angeles: University of California, © 2020 [cit. 2020-04-05]. Dostupné z: <https://cmrs.ucla.edu/event/painters-patrons-programme-e-ceilings-cappella-palatina-palermo/>
- [36] PRZYBYLEK, Stephanie. Arabesque Designs & Patterns: Islamic & Western. In: *Study.com* [online]. ©2003-2020, 9. listopadu 2017 [cit. 2020-04-19]. Dostupné z: <https://study.com/academy/lesson/arabesque-designs-patterns-islamic-western.html>
- [37] Sultan al-Nasir Muhammad ibn Qalaun Mosque in Cairo - Egypt. In: *World Beautiful Mosques Pictures* [online]. © 2019 [cit. 2020-04-04]. Dostupné z: <https://www.beautifulmosque.com/Sultan-al-Nasir-Muhammad-ibn-Qalaun-Mosque-in-Cairo-Egypt>
- [38] Taj Mahal Floor Patterns. In: *Pinterest - Česká republika* [online]. [cit. 2020-04-02]. Dostupné z: <https://cz.pinterest.com/pin/332492384960510519/>
- [39] The complex geometry of Islamic design - Eric Broug. In: *Youtube* [online]. [cit. 2020-04-19]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=pg1NpMmPv48>

- [40] Tomb of Khaje Atabak. In: *Tishineh the clever travel companion* [online]. [cit. 2020-04-19]. Dostupné z: <https://www.tishineh.com/tour/Pictures/Item/1705/19871.jpg>
- [41] WIKIPEDIA CONTRIBUTORS. Iwan. In: *Wikipedia, The Free Encyclopedia* [online]. San Francisco: Wikimedia Foundation, 6. března 2020 21:54 [cit. 2020-03-30]. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/wiki/Iwan>
- [42] WIKIPEDIA CONTRIBUTORS. Muqarnas. In: *Wikipedia, The Free Encyclopedia* [online]. San Francisco: Wikimedia Foundation, 12.dubna 2020 13:06 [cit. 2020-03-30]. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/wiki/Muqarnas>
- [43] XAVI. sastre decorat. In: *Flickr. Find your inspiration.* [online]. 18. července 2011 [cit. 2020-04-05]. Dostupné z: https://www.flickr.com/photos/_persona_/6035376358/
- [44] Zlatý řez a pětiúhelník. *Encyklopedie fyziky* [online]. © 2006-2020 [cit. 2020-04-02]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/1464-zlaty-rez-a-petiuhelnik>

12 Seznam obrázků

Obr. 1 - Íván [41]	9
Obr. 2 - Mukarnas [42].....	9
Obr. 3 - Velká mešita v Kajruánu [23].....	17
Obr. 4 - Ibn Túlúnova mešita v Káhiře [23].....	18
Obr. 5 - Velká mešita v Isfahánu [23].....	19
Obr. 6 - Komplex sultána Hasana v Káhiře [23].....	20
Obr. 7 - Uluova mešita v Burse [16]	20
Obr. 8 - Tádž Mahal v Ágře [17]	20
Obr. 9 - Výzdoba v paláci Alhambra v Granadě [23]	22
Obr. 10 - Kúfické písmo (prosté, listové, květové) [6]	23
Obr. 11 - Alif [5]	24
Obr. 12 - Základ písmen <i>bá</i> , <i>tá</i> a <i>ta</i> [5].....	24
Obr. 13 - Základ písmen <i>rá'</i> , <i>zá'</i> a <i>džím</i> , <i>há'</i> , <i>chá'</i> [5]	25
Obr. 14 - Geometrické ornamenty s jménem proroka Muhammada a boha Alláha [5]..	25
Obr. 15 - Arabesky z Turecka a Středního východu [36]	26
Obr. 16 - Arabeska se spirálami [10]	27
Obr. 17 - Palácová zahrada ve Fásu [7]	29
Obr. 18 - Zahrada v Indii [26].....	29
Obr. 19 - Bronzový džbán ze 7. století a zlatý džbán z 10. století [7]	30
Obr. 20 - Štuková výzdoba v Samaře z 9. století [12]	32
Obr. 21 - Královská mešita v Kazvínu [11]	32
Obr. 22 - Míhráb ve Velké mešitě v Kajruánu [2]	33
Obr. 23 - Technika překládání [5].....	36
Obr. 24 - Sestrojení rovnostranného trojúhelníku, je-li dána strana <i>AB</i>	37
Obr. 25 - Sestrojení rovnostranného trojúhelníku uvnitř kružnice	38
Obr. 26 - Sestrojení čtverce, je-li dána strana <i>AB</i>	39
Obr. 27 - Sestrojení čtverce uvnitř kružnice	39
Obr. 28 - Sestrojení pravidelného pětiúhelníku uvnitř kružnice	40
Obr. 29 - Sestrojení pravidelného šestiúhelníku, je-li dána strana <i>AB</i>	41
Obr. 30 - Sestrojení pravidelného dvanáctiúhelníku.....	42
Obr. 31 - Sestrojení pravidelného dvacetičtyřúhelníku [5].....	42
Obr. 32 - Dělení obvodu kružnice [5]	43
Obr. 33 - Přibližné řešení konstrukce pravidelného sedmiúhelníku	44
Obr. 34 - Rozdělení pravidelných mnohoúhelníků na trojúhelníkové jednotky [5]	45
Obr. 35 - Trojúhelníky, jejichž strany jsou v poměru 2:3, 3:5 a 5:8.....	46
Obr. 36 - Obdélník se stranami v poměru 1 : 2	46
Obr. 37 - Dynamické obdélníky [5]	47
Obr. 38 - Základní šablona v islámském geometrickém designu [10].....	49
Obr. 39 - Šalamounova pečeť	49

Obr. 40 - Okenní mřížka Umajjovské mešity v Damašku [11]	50
Obr. 41- Iluminace z Koránu a její rozbor [2]	50
Obr. 42 - Štuková výzdoba v mešitě al-Azhar v Káhiře [2].....	51
Obr. 43 - Osmičetná rozeta [43].....	52
Obr. 44 - Dvanáctičetná rozeta [8].....	52
Obr. 45 - Ornament v paláci Alcázar v Seville [2]	53
Obr. 46 - Metody výzdoby (proplétání, rozšiřování přímek a použití barev) [2]	53
Obr. 47 - Vzor hvězdy [2].....	54
Obr. 48 - Kompozice ze Saadských hrodek [2]	54
Obr. 49 - Typy mřížek [32].....	55
Obr. 50 - Vzor s osmicípými hvězdami [2].....	55
Obr. 51 - Vzor se šesticípými hvězdami [2]	55
Obr. 52 - Ornament z Istanbulu [32].....	56
Obr. 53 - Opakovaná jednotka s osmicípou hvězdou [2].....	57
Obr. 54 - Nesprávně vytvořený vzor [2]	57
Obr. 55 - Správně vytvořený vzor [2]	57
Obr. 56 - Posunutí [2]	57
Obr. 57 - Otočení [2].....	57
Obr. 58 - Zrcadlení [2]	57
Obr. 59 - Schéma rozdělení islámských geometrických ornamentů [2]	58
Obr. 60 - Trojúhelníková a čtvercová opakovaná jednotka [2]	59
Obr. 61 - Vyplnění plochy kružnicemi	60
Obr. 62 - Vyplnění plochy čtvercovými opakovanými jednotkami.....	60
Obr. 63 - Čtvercová opakovaná jednotka [5]	60
Obr. 64 - Výchozí šablona pro čtyřčetné vzory [5].....	61
Obr. 65 - Soustředné osmicípé hvězdy ve čtvercové opakované jednotce [5].....	61
Obr. 66 - Vyplnění plochy pravidelnými šestiúhelníkovými opakovanými jednotkami	62
Obr. 67 - Šesticípé hvězdy v pravidelném šestiúhelníku	62
Obr. 68 - Znázornění poměru výšky pravidelného šestiúhelníku k průměru kružnice jemu opsané [5].....	62
Obr. 69 - Přetvoření hexagonální opakované jednotky na obdélníkovou opakovanou jednotku [5].....	63
Obr. 70 - Opakované jednotky u vzorů založených na dvojitém šestiúhelníku.....	64
Obr. 71 - Rozdělení úsečky v poměru zlatého řezu	65
Obr. 72 - Znázornění rozdělení úsečky v poměru zlatého řezu	67
Obr. 73 - Zlatý poměr s využitím čtverce	68
Obr. 74 - Sestrojení pravidelného pětiúhelníku, je-li dána jeho strana <i>AB</i>	69
Obr. 75 - Úhlopříčky v pravidelném pětiúhelníku	70
Obr. 76 - Zlatý řez v pravidelném desetiúhelníku.....	71
Obr. 77 - Kompozice v mauzoleu ílchána Öldžejtüa v Sultaníji [2].....	72
Obr. 78 - Ornament na kovových dveřích v komplexu sultána Barquqa v Káhiře [2] ...	73
Obr. 79 - Kompozice v madrase Mustansiríja v Bagdádu [2].....	73

Obr. 80 - Kompozice v mauzoleu Yahya ibn al-Qasima v Mosulu [2]	74
Obr. 81 - Opakovaná jednotka vzoru [2]	75
Obr. 82 - Ornament [2].....	75
Obr. 83 - Ornament se sedmicípími hvězdami [2]	75
Obr. 84 - Kompozice se sedmicípími hvězdami [2]	75
Obr. 85 - Kompozice v Sabil-Kuttab v Káhiře [2].....	75
Obr. 86 - Dřevěný panel na minbaru v komplexu sultána Al-Ašrafa Kajtbáje v Káhiře [2].....	76
Obr. 87 - Ornament ve Farúmadské mešitě I. [20]	79
Obr. 88 - Ornament ve Farúmadské mešitě II. [5]	79
Obr. 89 - Ornament v Cappella Palatina [35]	81
Obr. 90 - Ornament v Tádž Mahalu [38]	83
Obr. 91 - Ornament v madrase Büyät Karatay [19].....	85
Obr. 92 - Ornament v Páteční mešitě v Isfahánu [2].....	88
Obr. 93 - Ornament v mauzoleu v Chishti Sharif [2].....	91
Obr. 94 - Ornament v mauzoleu Chawádža Atábeg [40].....	94
Obr. 95 - Ornament v madrase v Khargírdi [15].....	98
Obr. 96 - Ornament v komplexu Kalavun [2]	100
Obr. 97 - Ornament v mauzoleu ílchána Öldžejtüa [27].....	106
Obr. 98 - Ornament v Maqámátu [5]	110
Obr. 99 - Ornament v paláci Topkapi [28].....	112
Obr. 100 - Ornament v perském rukopisu [5].....	114
Obr. 101 - Ornament na věžích hrobky v Charraqánu I. [5]	116
Obr. 102 - Ornament v Akbarově hrobce [5].....	118
Obr. 103 - Ornament na věžích hrobky v Charraqánu II. [5].....	120
Obr. 104 - Ornament na věžích hrobky v Charraqánu III. [5]	122
Obr. 105 - Ornament v madrase Mustansiríja [2]	124
Obr. 106 - Ornament v Nizámího Chamsahu [5].....	126
Obr. 107 - Ornament na věžích hrobky v Charraqánu IV. [5]	128
Obr. 108 - Ornament v paláci Alhambra I. [2].....	131
Obr. 109 - Ornament v mešita al-Azhar [20]	134
Obr. 110 - Ornament na věžích hrobky v Charraqánu V. [5]	141
Obr. 111 - Ornament v Shibám - Kawkabán I. [5].....	144
Obr. 112 - Ornament v paláci Alhambra II. [2]	147
Obr. 113 - Ornament v Shibám - Kawkabán II. [5].....	150
Obr. 114 - Ornament v mešitě al-Nasir Muhammad [37].....	155
Obr. 115 - Ornament v mamlúckém Koránu [22].....	160
Obr. 116 - Ornament v Gazúr Gáhu [5]	165
Obr. 117 - Ornament v mauzoleu I'timád ad-Dawla [5]	169
Obr. 118 - Ornament v Qulatu Bist [5]	173
Obr. 119 - Ornament v Hrobce světce [5].....	177
Obr. 120 - Ornament v mešitě al-Maridani [21]	181

13 Seznam příloh

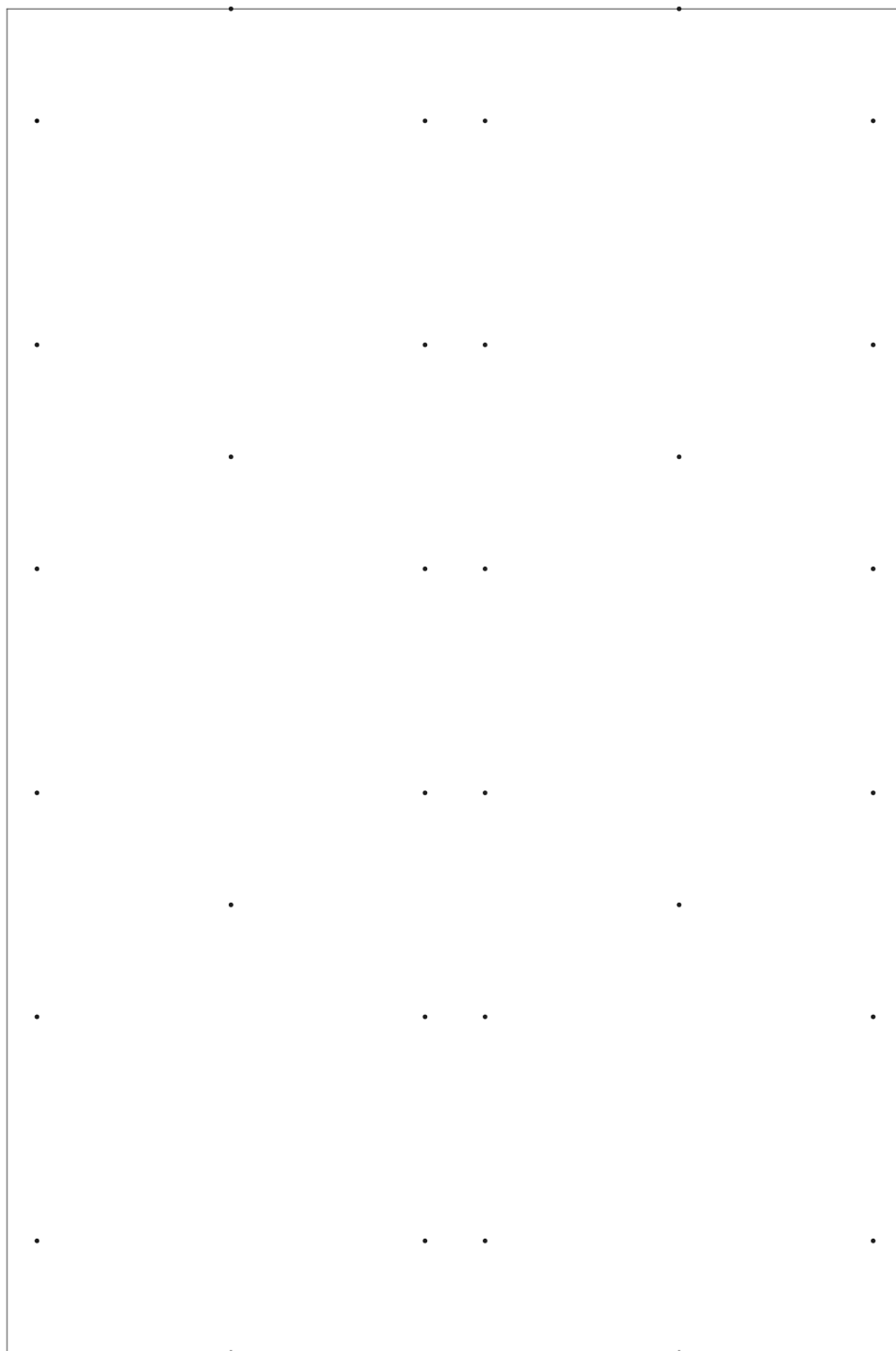
Příloha č. 1 - Pracovní list č.3 - Tvorba vlastního islámského geometrického ornamentu
(šablony)

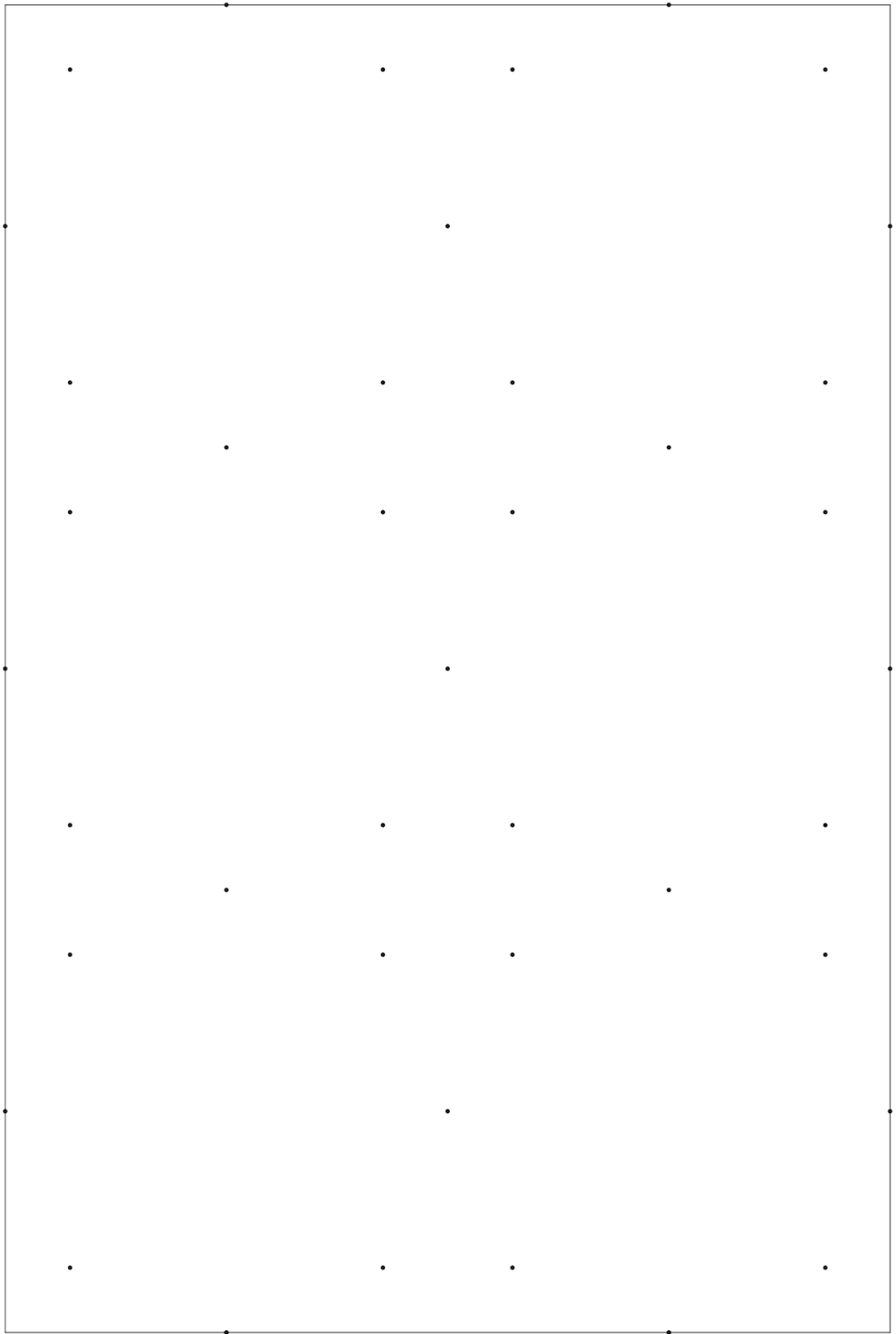
Příloha č. 2 - Modely mnohostěňů k pracovnímu listu č. 4

Příloha č. 3 - Možná podoba plakátů z pracovního listu č. 5

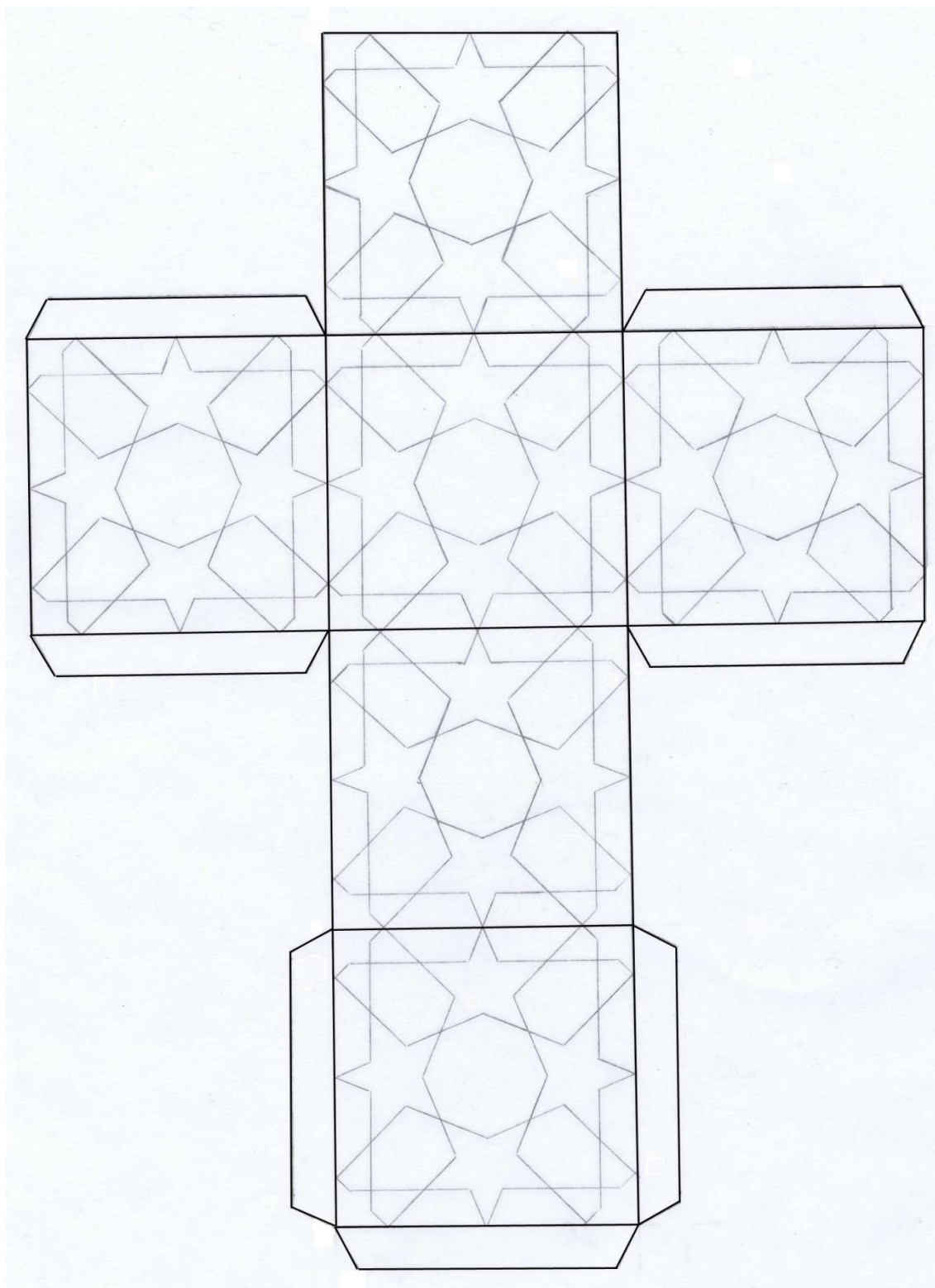
Příloha č. 4 - Dílky puzzle k pracovnímu listu č. 6

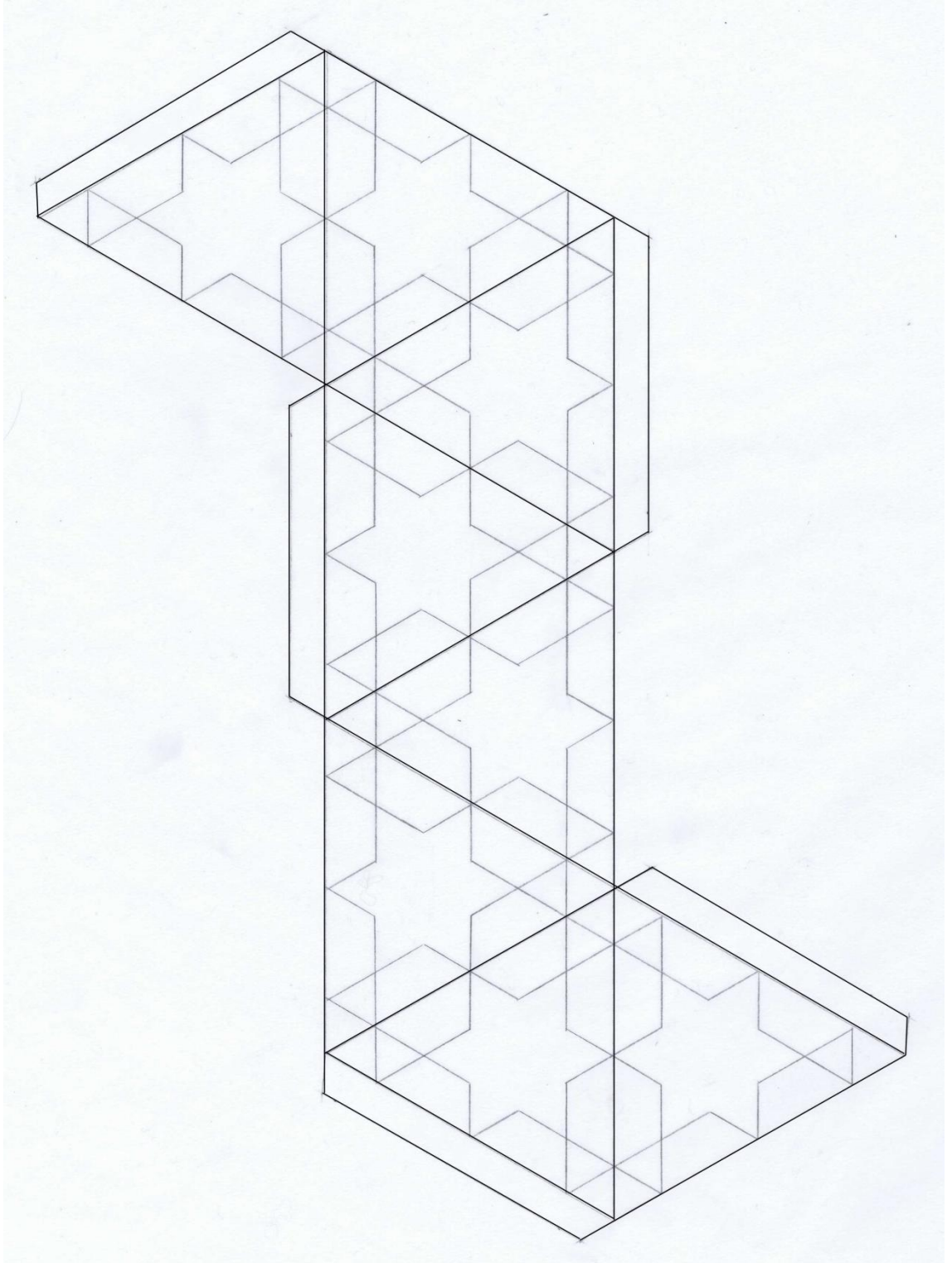
Příloha č. 1 - Pracovní list č.3 - Tvorba vlastního islámského geometrického ornamentu
(šablony)



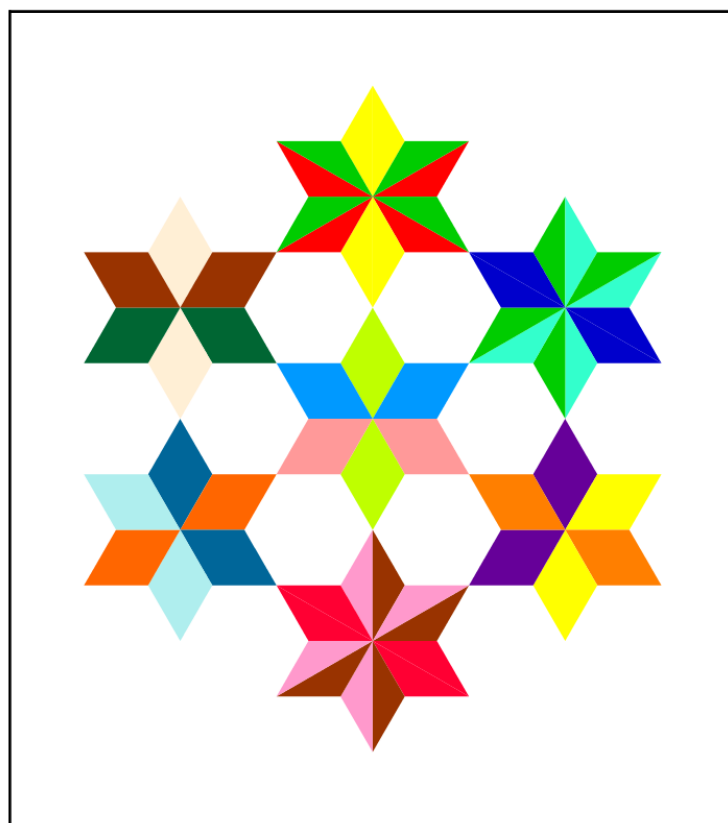
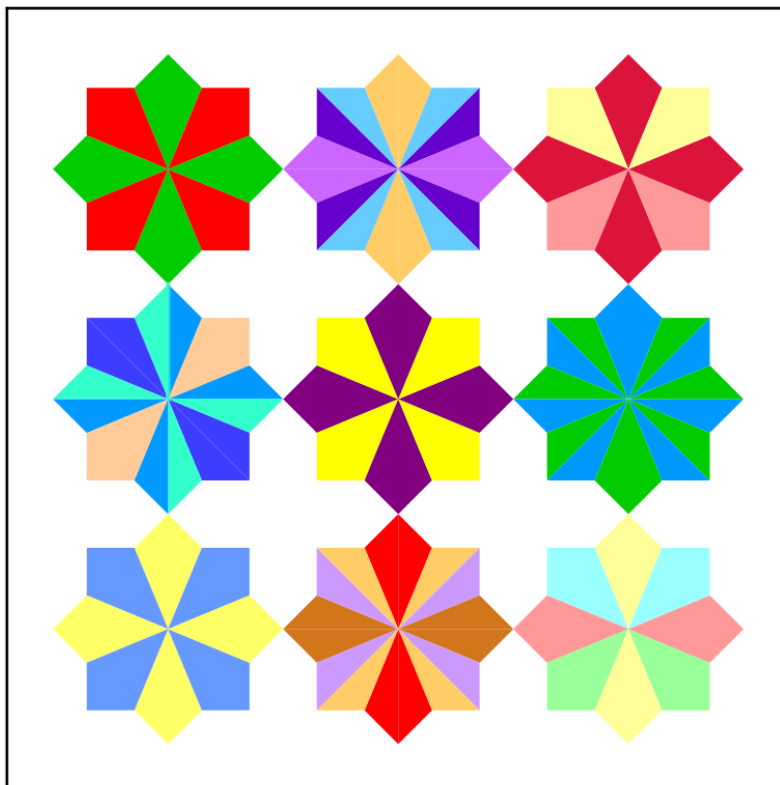


Příloha č. 2 - Modely mnohostěňů k pracovnímu listu č. 4





Příloha č. 3 - Možná podoba plakátů z pracovního listu č. 5



Příloha č. 4 - Dílky puzzle k pracovnímu listu č. 6

